

미역 추출액의 품질 특성에 미치는 온도의 영향

최희숙 · 김상순 · 김종근* · 김우정**

숙명여자대학교 식품영양학과, *세종대학교 가정학과
**세종대학교 식품공학과

Effect of Temperature on Some Quality Characteristics of Aqueous Extracts of Sea Mustard

Hee-Sook Choi, Sang-Soon Kim, Jong-Goon Kim* and Woo-Jung Kim**

Department of Food Science and Nutrition, Sook Myung Women's University

*Department of Home Economics, King Sejong University

**Department of Food Science and Technology, King Sejong University

Abstract

Effect of temperature on some quality characteristics of aqueous extracts of sea mustard was investigated. The concentration of total solids and protein and their yields in the extracts were increased as the extraction temperature raised from 50°C to 100°C during initial period of extraction. However the lower values of the percent of supernatant was obtained at 50°C and 100°C. The percent of yields of solids and protein for 1 hour extraction at 100°C were 21.56% and 4.7%, respectively. The highest viscosity, which was 2.5~4.0 times of higher values of the other extracts, was obtained by 2 hours extraction at 100°C. The turbidity was gradually decreased after 1 hour extraction. The activation energy calculated for initial increase rate of solid and protein concentration were 1.18 and 3.90 Cal/mole, respectively.

Key words: sea mustard, extraction temperature, yields, solid, protein, viscosity, turbidity, activation energy

서 론

미역은 무기성분과 비타민이 풍부하고 단백질도 많이 함유하고 있어 산모나 병약자의 건강을 회복하는 영양 식으로 중요할 뿐만 아니라 조리한 미역국 등은 특유의 부드러운 맛과 점성이 있어 조미의 역할로서도 중요한 식품으로 오랫동안 섭취해온 해조류 식품이다. 미역의 이용은 아직까지 건미역이나 염장미역으로 제조하여 미역국이나 미역무침 등으로 조리하여 섭취하고 있어 현대인의 기호에 적합한 미역이용의 다양화가 필요한 실정이다.

미역에 관한 연구는 단백질의 아미노산 조성⁽¹⁾과 단백질⁽²⁾, 비타민 함량⁽³⁾, 지방산^(4,5), 무기질⁽⁴⁾ 및 유기산의 조성⁽⁶⁾ 등 성분조성에 대한 발표가 있으며 가공면에서는 미역분말을 혼합한 제과 및 제과적성⁽⁷⁾, 미역을 첨가한 김치제조 특성⁽⁸⁾, 그리고 분말 미역과 설탕, 소금 등을 혼합한 미역 주스제조⁽⁹⁾의 시도가 발표된 바 있다. 그 외의 이용 연구는 미역을 100°C의 증기로 가열시켜 액

화시킨 뒤 면류나 재과류에 이용하는 방안⁽¹⁰⁾, 미역김의 제조^(11,12)와 미역의 alginate를 이용한 미역젤⁽¹³⁾ 및 미역청정주스⁽¹⁴⁾의 제조에 관한 보고가 있다.

최근 천연조미료에 대한 소비자들의 선호도가 높아지면서 다시마, 멸치 등 수산물을 추출하여 농축하거나 분말시킨 조미료가 계속 개발되고 있다. 해조류의 추출에 관한 연구로 이 등⁽¹⁵⁾이 소금과 ethanol을 첨가한 수용액에서 미역, 김, 청각 등 해조류의 단백질을 추출할 때 이들의 영향을 검토한 바 있으며 이⁽¹⁶⁾는 다시마 추출 방법 개발 연구에서 추출온도, 효소 분해, 당과 sequestant 첨가의 영향을 조사하면서 다당류 분해효소와 sequestant 첨가가 효과적임을 밝힌 바 있다.

본 연구에서는 미역 천연조미료 제조에 기초가 되는 효과적인 추출 방법을 조사하고자 미역 추출시 여러가지 조건 중 우선 추출온도와 시간이 미역추출액의 고형분과 단백질의 수율 그리고 점도 탁도 등 품질 특성에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 미역은 생산지가 완도로서 잘 건조된

Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, King Sejong University, Kunja-dong, Sundong-gu, Seoul 133-747, Korea

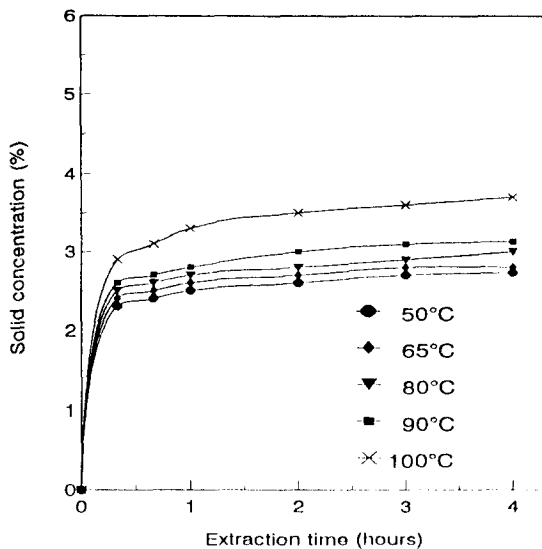


Fig. 1. Changes in solid concentration of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C

미역(*Undaria pinnatifida*)을 시중에서 구입하고 food mixer(FM-700W Hanil)를 이용하여 미세하게 마쇄한 뒤 100 mesh체를 통과시킨 다음 잘 혼합하여 냉장고에 보관하여 시료로 사용하였다.

일반 성분 분석

미역의 일반 성분 분석은 AOAC⁽¹⁷⁾ 시험방법에 의하여 수분은 105°C 상압건조법, 조단백질은 microkjeldahl법, 조지방은 soxhlet법, 조회분은 550°C 회화법으로 분석하였고 모든 측정은 3회 반복하여 평균값으로 하였다.

미역 추출액의 제조

미역의 추출액의 제조는 100 mesh를 통과한 미역 분말 무게의 13배 되게 물을 가한 후 50~100°C의 온도범위에서 4시간 동안 항온수조교반기로 낮은 속도로 교반하면서 가열하였다. 가열 중 미역분말 분산액을 온도와 추출 시간별로 취하여 10,000 rpm에서 20분간 원심분리(Sorvall SS-3 Automatic centrifuge, Du Pont)한 뒤 상징액을 3겹의 cheese cloth로 여과하여 미역 추출액으로 하였다.

가용성 고형분 수율, 단백질 수율 및 상징액율의 측정

미역 추출액의 가용성 고형분 농도는 refractometer (Atago hand refractometer, Atago Co., Japan)로 Brix를 측정된 뒤 105°C에서의 건조법에 의한 고형분 농도값과 Brix간의 표준 곡선 관계(Fig. 1)에서 미역 추출액의 고형분양을 환산하였다. 고형분과 단백질의 수율은 추출액에 회수된 고형분과 단백질을 추출액에 사용된 미역 분말의 각각의 양으로 나누어 백분율(%)로 계산하였으

Table 1. Changes in the percent of supernatant of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C

Temperature (°C)	Heating time(minutes)					
	20	40	60	120	180	240
50	49.87	49.49	48.85	48.33	48.21	48.08
65	55.39	56.39	56.15	55.92	56.39	56.39
80	55.15	54.85	55.15	54.77	55.15	54.39
90	55.92	55.62	56.15	55.00	55.62	55.12
100	49.00	50.00	49.23	50.00	50.77	50.62

며 상징액율은 첨가된 물의 양에 대한 원심분리 후의 백분율(%)로 하였다.

탁도 및 점도의 측정

상징액의 탁도는 600 nm에서의 흡광도를 탁도로 하였고 점도는 Brookfield viscometer(model-DV II, Brookfield Engineering Labs., U.S.A.)를 사용하여 45 ml의 추출액을 직경 3.5 cm, 높이 7.5 cm인 원형 용기에 넣어 20°C에서 spindle No. 4로 100 rpm에서 2분간 회전시키면서 측정하였다.

결과 및 고찰

열수 추출시 온도의 영향

본 시험에 사용한 건조 미역의 일반 성분은 수분이 10.4%, 조단백질이 17.1%, 지방이 2.4%, 탄수화물이 45.6%, 회분이 24.6%로 탄수화물과 회분이 전체의 70%를 차지하고 있다. 미역 추출을 위한 물의 첨가량은 예비 실험에서 미역의 부풀음과 분리능 그리고 고형분 농도를 고려하여 미역 중량의 13배로 하였다. Table 1은 미역 분말에 물을 첨가하고 50~100°C의 온도범위에서 4시간 추출하는 동안 상징액의 백분율을 나타낸 것으로 상징액율은 추출 시작 후 20분만에 평형에 도달함을 알 수 있었다. 상징액율 약 55%를 보인 65°C, 80°C, 90°C에서의 추출은 약 50% 내외를 보인 50°C와 100°C 보다 약간 높은 양이 분리되었다. 100°C의 추출에서 보인 낮은 상징액율은 상징액의 점도가 그 이하의 온도에서 추출한 액보다 현저히 높은 것이 관찰되어 추출액중 점질 물질들의 팽윤력과 보수력이 높아졌기 때문으로 분리가 잘 안된 것으로 사료된다.

한편 Fig. 1은 열수 온도와 가열시간을 달리하면서 추출하였을 때 고형분의 농도 변화로 추출액중 고형분의 농도는 추출 온도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였으며 추출 20분 후부터는 완만하여졌다. 특히 100°C에서는 2시간 후의 고형분 농도가 3.20%로 50°C에서의 2.39%, 65°C에서의 2.48%, 80°C에서의 2.57%, 90°C에서의 2.75%보다 현저히 높았다. 이와 유사한 결과로 이⁽¹⁶⁾는 다시마 추출 실험에서 추출 온도가 증가함에 따라 고

Table 2. Changes in solid yield of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C (%)

Temperature (°C)	Heating time(minutes)					
	20	40	60	120	180	240
50	15.33	15.86	16.29	16.63	17.34	17.31
65	17.75	18.81	19.46	20.11	21.02	21.02
80	18.40	19.01	19.84	20.41	21.28	21.69
90	19.38	20.00	20.93	21.94	22.91	22.96
100	18.90	20.59	21.56	23.20	24.22	24.81

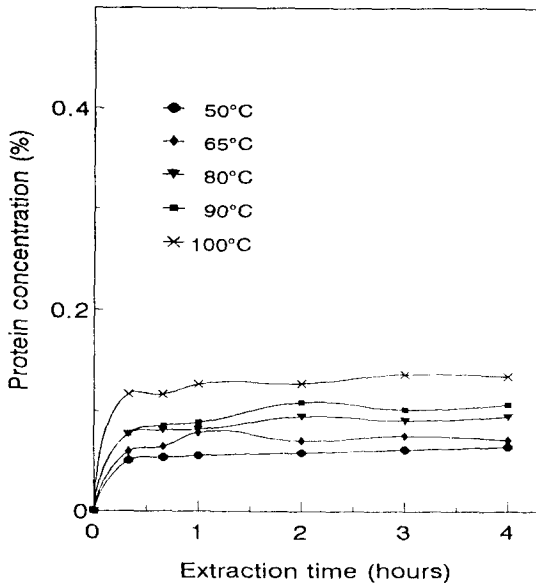


Fig. 2. Changes in protein concentration of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C

형분의 농도가 현저히 증가하였음을 보고하였다.

상징액양과 고형분 농도에 의해 계산된 고형분 수율은 Table 2와 같이 추출 온도가 높을수록 고형분의 수율이 높았으며 온도간의 차이는 50°C와 그 이상의 온도간에 많은 차이를 나타내었다. 고형분 수율은 상징액양의 경우와 같이 추출 시간이 경과되면서 평형에 도달함을 볼 수 있었으며 평형에 도달한 수율 비교는 100°C에서 23.2%로 90°C의 21.9%보다 5.4%, 약 20.4%의 65°C와 80°C 보다는 12.7% 정도 더 높았으며, 가장 낮은 50°C 보다는 28.3% 더 많은 고형분이 회수되었다. 이는 김과정⁽¹⁸⁾이 미역의 알긴산을 물로 추출할 때 60°C 이하에서는 낮은 수율을 보였다는 보고와 유사하여 고형분의 수율은 알긴산의 양에 크게 영향을 받음을 시사하고 있다. 다시 마를 원료로 하여 고형분 추출시 온도의 영향을 연구한 이⁽¹⁶⁾는 평형에 도달한 고형분의 수율은 100°C에서 24.1%로 미역과 유사하였으나 90°C 보다는 약 24%, 70°C 보다는 약 45%가 더 높아 미역은 다시마보다 추출 온도에

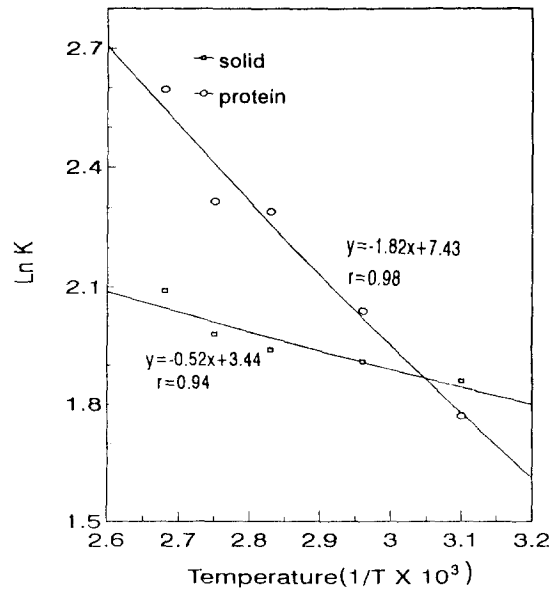


Fig. 3. Arrhenius plot for initial increase rates of solid and protein concentration during aqueous extraction of sea mustard at 50~100°C

상대적으로 적게 영향받음을 알 수 있었다. 미역 추출시 고형분 농도와 수율이 높은 온도에서 향상되었음은 조직과 결합되어 있는 수용성 물질을 분리하는데 많은 열이 필요함을 의미한다고 하겠다.

열수 추출한 추출액의 단백질 농도는 Fig. 2와 같다. 단백질의 농도도 고형분의 경우와 같이 추출 온도가 높을수록 평형 농도가 증가하였으며 20분 후부터는 추출 시간이 농도향상에 효과가 없었다. 이는 興村⁽¹⁹⁾가 해조류 추출에 대한 추출 시간과 온도의 영향을 보고하였는데 다시마의 경우 100°C에서 30분간 추출이 수용성 단백질 추출에 최고치를 나타내어 가장 많이 추출되었다는 보고와 유사하게 나타났다. 또한 추출 온도의 효과는 80°C와 90°C에서 단백질의 농도에 별 차이가 없었으나 65°C와 100°C는 평형 단백질 농도가 각각 0.07%와 0.13%로 약 2배의 차이가 있었다. 따라서 단백질 수율은(Table 3) 단백질 농도와 상징액을 변화의 경향에 영향받아 추출 20분 후 평형에 도달했으며 그 수율은 100°C와 2시간에서 4.87%로 4.57%인 90°C인 경우와 3.02%의 65°C의 경우보다 각각 6.16%와 38% 더 높은 수율을 보였다.

이는 김 등⁽²⁰⁾이 해조류의 단백질을 추출하였을 때 100°C에서 추출한 것이 가장 높은 수율을 보였다는 보고와 유사하였고 반면 柳와 李⁽²¹⁾는 여러가지 해조류를 20~90°C 사이의 온도 범위에서 물로 추출할 때 미역과 모자반은 40~50°C에서 2시간 추출할 때 최고치에 이른다는 보고와는 차이가 있었다. 또한 박 등⁽²²⁾은 해조 단백질의 경우 상온에서 4시간 추출하는 동안에 전체 단백질의 70~80%가 추출된다고 하여 본 결과보다는 높은 수율을

Table 3. Changes in protein yield of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C (%)

Temperature (°C)	Heating time(minutes)					
	20	40	60	120	180	240
50	1.94	2.04	2.08	2.17	2.28	2.37
65	2.53	2.79	3.38	3.02	3.26	3.09
80	3.24	3.38	3.43	3.96	3.82	3.93
90	3.32	3.64	3.81	4.57	4.32	4.49
100	4.37	4.46	4.76	4.87	5.30	5.20

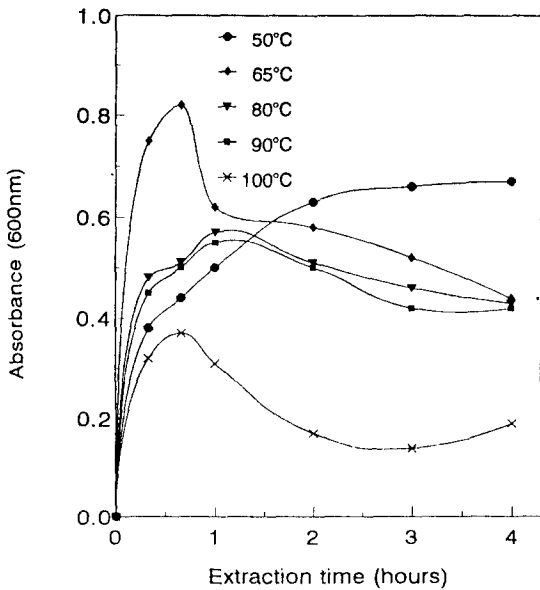


Fig. 4. Changes in turbidity of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C

보고하였다. 이는 해조의 종류에 따라 조직의 특성 차이와 원조를 사용하였기에 조직의 팽윤이 쉽게 일어나 수용성 물질이 쉽게 용출된 것으로 사료된다.

활성화에너지, 탁도, 점도

Fig.3은 미역을 열수추출하였을 때 처음 20분간 증가한 고형분과 단백질농도에서 계산된 초기추출속도의 대수값과 추출 온도의 역수간의 관계를 보여주는 것으로 이들 간에는 높은 상관계수를 갖는 직선 관계가 있었다. 이들 관계로부터 기울기에서 Arrhenius 식⁽²³⁾에 의하여 계산된 미역 추출의 활성화에너지값은 고형분은 1.18 Cal/mole, 단백질은 3.90 Cal/mole이었다. 따라서 단백질의 추출은 고형분 추출보다 온도에 더 많은 영향을 받은 것으로 나타났다.

또한 열수추출 중 추출액의 탁도를 비교한 결과는 Fig.4와 같다. 탁도는 추출 2시간의 경우 50°C에서의 추출이 흡광도가 0.6으로 가장 높았고 100°C에서 0.17로 가장

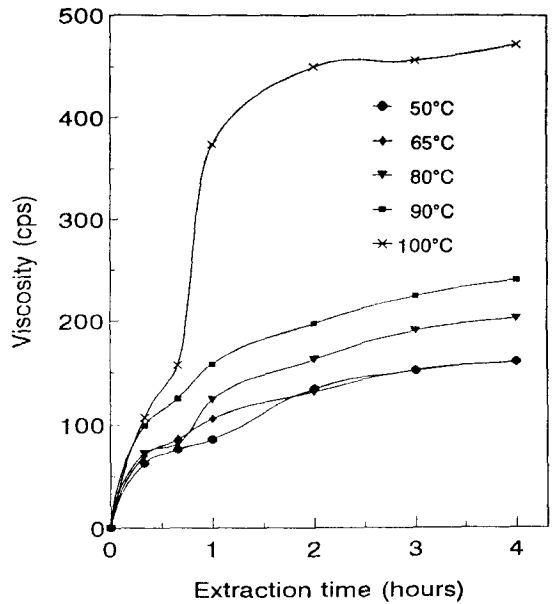


Fig. 5. Changes in viscosity of sea mustard extracts during aqueous extraction at 50~100°C

낮은 값을 보였는데 이는 50°C에서 추출시 대부분의 액은 불투명한 연한 녹색을 띠었고 100°C에서는 연한 갈색의 투명한 액이되어 추출액의 알긴산이 전분의 호화 현상과 같은 변화를 보여주었기 때문으로 사료된다.

Fig.5는 50~100°C에서 열수추출 후 원심분리한 상징액의 점도를 나타낸 것으로 추출 온도가 증가할수록 점도는 점점 증가하였으며 100°C 추출액은 50~90°C의 추출액들과 큰 차이가 있었다. 2시간 추출하였을 경우 50°C와 65°C에서는 약 130 cps로 거의 같았고, 80°C에선 162 cps, 90°C에선 197 cps로 온도가 증가하면서 약간씩 증가하였다가 100°C에서는 450 cps로 급격히 증가하여 100°C와 90°C 이하의 온도간에 큰 차이를 나타내었다. 이는 다시마를 추출 온도 60~100°C에서 열수추출시 온도가 증가할수록 점도가 증가하여 본 실험과 유사한 결과를 보고⁽¹⁶⁾하였으나 90°C와 100°C 추출액간의 점도 차이는 미역과 같이 크지는 않았다. 加藤과 佐藤⁽²⁴⁾은 미역의 당류 중 95% 이상이 알긴산이며 Ca 함량이 적은 알긴산의 일부가 수용성으로 전환된다고 보고하여 100°C에서의 점도 증가가 알긴산에 의하여 크게 영향받았음을 추측할 수 있었다.

요 약

열수추출시 미역 추출액의 품질 특성에 미치는 온도의 영향을 조사하였다. 추출액의 고형분, 단백질의 농도와 수율은 초기추출시간 동안 추출 온도 50°C에서 100°C로 증가할수록 높아졌다. 그러나 상징액율은 50°C와 100°C

에서 가장 낮은 값을 보였으며 100°C에서 1시간 추출할 때 고형분과 단백질 수율은 각각 21.56%와 4.76%였다. 점도는 100°C에서 2시간 추출할 때 가장 높았으며 다른 온도의 추출액 점도에 비해 2.5~4.0배 높았다. 탁도는 추출 1시간 이후 차츰 감소하였으며 고형분과 단백질의 초기 추출속도에서 계산된 활성화에너지는 1.18과 3.9 Cal/mole이었다.

감사의 글

본 연구는 1991년도 미원문화재단 연구비로 수행된 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

- 高木光造, 大石圭一, 奥村彩子: 數種海藻の遊離アミノ酸組成について, 日本水産學會誌, 33, 669(1967)
- 이현기: 미역의 아미노산 및 비타민에 대한 영양학적 연구. 대한화학회지, 91, 201(1965)
- 서기봉: 식품연구소사업보고(농어촌 개발공사)(1975)
- Pettitt, T.R., Jones, A.L. and Harwood, J.L.: Lipids of the marine red algae, *chondrus crispus* and *polysiphonia lanosa*. *Phytochemistry*, 28, 399(1989)
- 홍재식, 권영주, 김영희, 김명근, 박일웅, 강귀환: 미역과 파래의 지방산 조성. 한국영양식량학회지, 21, 276(1991)
- Moore, S., Spackman, D.H. and Stein, W.H.: *Anal. Chem.*, 30, 1185(1958)
- 서기봉, 최대영, 윤성호: 해조류 이용 가공 시험. 식품연구소사업보고, 105(1975).
- 김영동, 김명명, 강통삼: 해조류의 다각적 이용에 관한 연구. 한국식품연구소보고(1981)
- 이강호, 차용준, 김정균, 권칠성: 해조류의 가공 및 이용에 관한 연구. 1. 미역 분말주스제조. 한국영양식량학회지, 12, 382(1982)
- 김영명: 미역의 액화처리 가공 및 이용 방법. 식품공업, 70, 50(1983)
- 김길환, 김창식: 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구. 1. 미역김의 조직화학적 특성. 한국식품과학회지, 14, 27(1982)
- 김길환, 김창식: 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구. 2. 미역김의 조성. 한국식품과학회지, 15, 277(1983)
- 차용준, 이용호, 박두천: 해조류의 가공 및 이용에 관한 연구. 2. 미역젼의 제조에 관한 연구. 한국수산학회지, 21, 42(1988)
- 水産學 シリ-ズ: 海藻の生化学と利用. 日本水産學會編. 恒星社, 昭和58, 4, 158
- 이강호, 유홍수, 우순임: 해조 단백질 추출에 관한 연구. 2. 식염, 가용성 및 알콜 가용성 단백질의 추출. 한국수산학회지, 10, 189(1977)
- 이정근: 천연 조미료 제조를 위한 다시마 추출 조건 및 alginate 제거 연구. 세종대학교 박사학위 논문(1992)
- A.O.A.C.: *Official Method of Analysis*, 14th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.152(1984)
- 김길환, 정종주: 미역 알긴산의 추출 조건과 그 추출 잔사의 아미노산 조성. 한국식품과학회지, 16, 336(1984)
- 奥村彩子, 大石圭一, 村田喜一: 昆布の品質-VII エキス全Nおよびアミノ-Nの水抽出條件. 日本水産學會誌, 10, 151(1977)
- 김준평: 비식용해조류에서 단백질의 개발 연구.-1 비식용해조에서 단백질의 추출 조건 및 분리된 조단백질의 아미노산 조성. 한국식품과학회지, 6, 17(1974)
- 유홍수, 이강호: 해조 단백질 추출에 관한 연구-1. 수용성 단백질의 추출. 한국수산학회지, 10, 151(1977)
- 박영호, 변재형, 오후규, 강영주: 未利用海藻類의 利用化에 관한 연구. I. 未利用海藻類의 海藻단백질의 추출. 한국수산학회지, 9, 155(1976)
- Water J.M.: *Physical chemistry*, 4th ed, Prentice-Hall, ZInc., Englewood cliffs, New Jersey, p.363(1972)
- 加藤節子, 佐藤孜郎: ワカメ海體の煮熟に伴う不溶性アルギン酸の可溶化と性状の變化. 日本食品漁業學會誌, 31, 36(1984)

(1992년 6월 12일 접수)