

산, 염 및 당의 첨가가 미역 추출액의 품질 특성에 미치는 영향

최희숙 · 김종근* · 김우정**

숙명여자대학교 식품영양학과, *세종대학교 가정학과

**세종대학교 식품공학과

Effects of HCl, Sugar, Salt, and Sequestrants on Some Quality Properties of Aqueous extracts of Sea Mustard

Hee-Sook Choi, 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

In order to improve the solids and protein concentration and their yields in sea mustard extracts, HCl, sucrose, NaCl, EDTA, and SHMP were added during aqueous extraction and studied their effects on quality characteristics of the extracts. The extracts were prepared by 2 hours of boiling of ground sea mustard and centrifugation. Addition of HCl at 0.1~0.5 N level was found that the solids and protein yields was significantly improved along with the ratio of supernatant separated. The maximum solids and protein yields obtained were 52.48%, 36.73%, respectively, while those values of the aqueous extract without HCl were 23.20%, and 4.87%. Viscosity was reduced from 450 cps to less than 20 cps by HCl addition. When NaCl, sucrose, SHMP, and Na₂EDTA were added in the concentration of range of 0.5~3.0%, solid concentration and yields were also significantly improved by the order of Na₂EDTA-SHMP-sucrose-NaCl in their effect. The highest solid yield of 55.0% was obtained from 3% addition of Na₂EDTA. Viscosity and turbidity were also reduced by addition of SHMP and Na₂EDTA.

Key words: sea mustard, HCl, sucrose, NaCl, EDTA, SHMP, solid, protein, yields, viscosity, turbidity

서 론

미역은 무기질과 비타민의 공급원으로 중요한 영양식품일 뿐 아니라 끓였을 때의 부드러운 맛과 적당한 점성으로 식욕을 돋구어주는 조미 식품이기도 하다. 그러나 현재 미역의 이용은 예전부터의 방법인 미역국이나 미역무침, 미역냉채 등의 범위를 벗어나지 못하고 있어 이의 활용방안 연구가 필요한 실정이다.

미역의 이용을 넓히기 위하여 미역김^(1,2), 미역쌈⁽³⁾, 미역청정주스의 제조⁽⁴⁾, 미역을 첨가한 미역 김치의 제조⁽⁵⁾, 미역 건빵 및 미역 쿠키⁽⁶⁾ 등이 연구되어 있으나 상품화하기에는 소비자들의 기호성을 고려한 연구가 더 필요한 실정이다. 최근 조미료 분야에서 천연 조미료에 대한 관심이 높아지면서 해조류를 이용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 미역과 같은 해조류의 추출에 관한 연구는 이가⁽⁷⁾ 산 처리, 효소 분해 및 당, 소금, EDTA

등의 첨가가 다시마 추출액의 수율과 물리화학적 품질에 미치는 영향을 조사하면서 소금이나 EDTA의 첨가가 추출 수율 및 관능적 특성의 향상에 효과적임을 밝히었다. 또한 추출 조건에 관하여 소금과 ethanol을 첨가한 수용액에서 미역, 김, 청각 등의 해조류의 단백질에 관하여 보고⁽⁸⁾한 바 있으며 해조류의 alginate 추출 조건에 관하여는 여러 논문이⁽⁹⁻¹²⁾ 발표된 바 있다.

본 연구에서는 미역 천연 조미료 개발을 위한 기초 자료로 미역 추출시 산과 소금, 당, sequestrant의 첨가가 미역 추출액의 분리 능력과 고형분 및 단백질의 수율 그리고 점도, 탁도 등 품질 특성에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 미역은 생산지가 완도로 건조된 미역 (*Undaria pinnatifida*)을 시장에서 구입하여 미세하게 마쇄한 다음 100 mesh체를 통과시켜 잘 혼합한 것을

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

시료로 사용하였으며 산과 염, 당은 1급 시약을 사용하였다.

미역 추출액의 제조

산 분해에 의한 추출액의 제조는 분말 미역 중량의 13배의 물에 3N HCl을 가하여 0.1~0.5 N 범위의 HCl 용액을 만든 뒤 분말 시료를 첨가하고 100°C의 항온수조에서 2시간 동안 열수추출을 하였다. 농도별 미역 분산액은 실온으로 냉각하여 중화한 뒤 10,000 rpm에서 20분간(Sorvall SS-3 centrifuge, Du Pont) 원심분리한 상정액을 산 분해 미역 추출액으로 하였다.

염과 당첨가에 의한 추출액의 제조는 미역 중량 13배의 물에 NaCl, sucrose, Na₂EDTA, sodium hexametaphosphate(SHMP)를 0.5~3% 범위로 첨가하여 용해시킨 다음 미역 분말을 넣고 산 처리와 같이 100°C의 항온수조에서 2시간 가열한 뒤 원심분리하여 상정액을 취하였다.

상정액, 가용성 고형분 수율, 단백질 수율 측정

가용성 고형분과 단백질 수율은 추출에 사용된 분말 미역에 함유된 각각의 양에 대한 추출액에 회수된 양을 백분율로 계산하였다. 상정액은 원심분리 후의 추출액을 추출에 사용된 물의 양으로 나누어 백분율로 하였으며, 단백질은 microkeldal법, 가용성 고형분양은 refractometer(Atago hand refractometer, Atago Co.)를 사용하여 고형분 농도와 Brix간의 표준곡선 관계에서 환산하였다.

탁도, 점도의 측정

추출액을 원심분리하여 얻은 상정액의 탁도는 600 nm에서의 흡광도로 하였으며 점도는 Brookfield viscometer(model-DV II, Brookfield Engineering Labs)를 사용하여 20°C 항온에서 100 rpm에서 2분간 spindle No. 4로 회전시키면서 측정하였다.

결과 및 고찰

산처리의 영향

미역 추출시 산첨가의 농도가 미역 추출액의 추출 수율과 점도 등 물리적 특성에 어떤 영향을 미치는지 알기 위하여 50~100°C의 범위에서 4시간 열수추출하였을 때 추출액의 분리가 잘 되고 고형분과 단백질 수율이 높으면서도 평형에 도달하였던 100°C에서 2시간 추출 조건에서 이들 조건에 미치는 영향을 조사한 것은 Table 1과 같다. 그 결과 상정액의 경우 산의 첨가는 상정액율을 50%에서 85% 이상으로 크게 증가시키는 효과가 있었음을 알 수 있었다. 그러나 산 농도 증가에 따른 차이는 크지 않아 0.1 N HCl에서는 85.4%, 0.3 N은 87.7%, 0.5 N에서는 89.2%으로 상정액율이 약간씩 증가하였다.

Table 1. Effect of hydrochloric acid concentration on the several characteristics of sea mustard extracts prepared at 100°C for 2 hour

	Acid concentration(N)					
	Control	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Supernatant(%)	50.00	85.39	86.15	87.69	87.69	89.23
Solid concentration(%)	3.20	3.65	3.83	4.10	3.65	3.65
Solid yield(%)	23.20	49.53	52.48	52.14	50.87	51.76
Protein concentration(%)	0.13	0.18	0.33	0.41	0.48	0.54
Protein yield(%)	4.87	11.70	21.65	26.71	32.06	36.73
Viscosity(cps)	450	10	12	12	12	12
Turbidity(OD)	0.22	0.10	0.10	0.07	0.06	0.05

한편 추출액의 고형분 농도 변화는 0.3 N HCl까지는 완만하게 증가하다가 그 이상의 농도에서는 약간 감소하는 경향을 보여주었다. 산 첨가구의 3.65~4.10%의 고형분 농도 범위는 대조구의 농도인 3.20%에 비해 14~28% 증가하여 산의 첨가는 상정액을 뿐 아니라 고형분 농도 향상에도 효과가 있었음을 알 수 있었다. 따라서 고형분 농도와 상정액율로 계산된 고형분 수율 역시 상정액율과 같은 경향을 보였으며 고형분 수율은 49.5~52.5%로 대조구의 수율인 23.2%에 비하여 2배 이상의 높은 수율의 향상을 나타내었다. 이는 이⁽¹¹⁾와 조 등⁽¹²⁾이 한천 원조를 황산으로 전처리하면 산 농도가 증가할수록 또 처리시간이 갈수록 한천의 추출 수율이 높아졌으며 0.05~0.10% 산농도에서 30% 이상의 높은 수율과 함께 한천의 품질 향상이 있었다고 보고한 바 있고, 또 김 등⁽¹³⁾은 미역의 알긴산 추출시 추출제로서 H₂SO₄와 HCl을 사용하여 pH별로 알긴산의 추출 수율을 조사하였을 때 pH 2 부근에서 최대 수율을 보였다고하는 보고가 있어 고형분 수율의 향상은 알긴산이 크게 관여함을 알 수 있었다.

또한 단백질 농도는 산의 농도가 0.3 N로 증가하면서 빠르게 증가하여 0.41%가 되었다가 그 후 그 증가가 완만해졌다. 이는 0.13% 농도가 측정되었던 대조구에 비하여 약 3배 이상의 단백질이 추출되어 상당 부분의 불용성 단백질이 수용성 단백질로 전환되었음을 알 수 있었다.

점도의 변화는 450 cps의 높은 점도를 갖는 대조구에 비하여 산을 첨가하면서 대단히 낮아져 12 cps로 되었다. 이 결과는 산 용액에서 추출한 상정액은 고형분 농도가 대조구보다 높았음에도 불구하고 40배 정도 감소한 것은 HCl을 첨가하여 2시간 끓이는 동안 알긴산 구조의 분해가 일어나 분자량이 감소했기 때문일 가능성이 있다. Haug 등⁽¹⁴⁾은 알긴산용액을 pH 5.0 이하로 유지하면 H⁺이온에 의한 가수분해가 일어나 용액의 점도가 급격히 낮아졌다는 보고를 하여 본 결과를 뒷받침하였다.

한편 상정액의 탁도영향을 보기 위하여 600 nm에서의

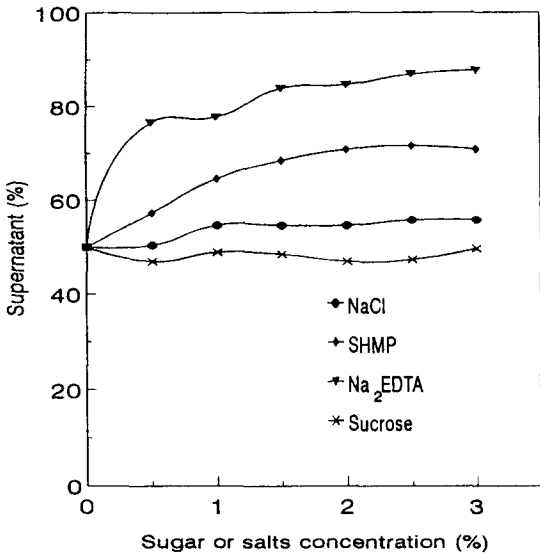


Fig. 1. Changes in the percent of centrifuged supernatant of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

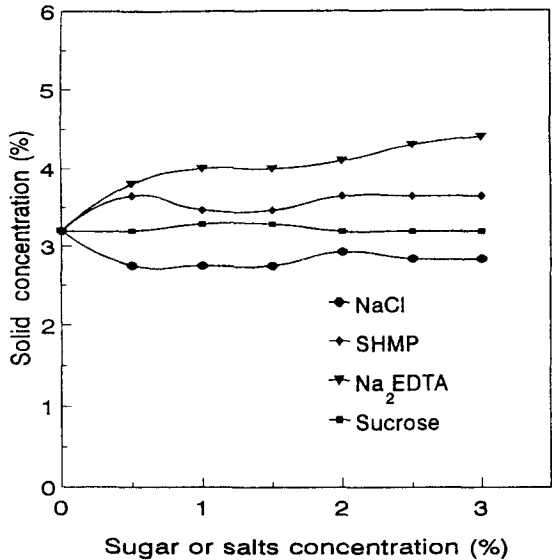


Fig. 2. Changes in the solid concentration of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

흡광도를 비교하였을 때 대조구의 흡광도 0.17에서 산처리구의 산 농도가 높아질수록 감소하여 0.05까지 되었다. 이는 알긴산이 산에 의하여 분해되면서 추출액이 투명하게 되기 때문으로 생각된다.

염 및 당첨가의 영향

미역 추출액의 수율과 상징액율을 향상시키고자 sequestrant인 Na₂EDTA 및 SHMP와 설탕 및 소금을 0.5~3.0%의 범위로 첨가 후 100°C에서 2시간 추출한 다음 그 효과를 비교하였다.

Fig. 1과 2는 추출액의 상징액율과 고형분 농도를 염과 당의 첨가량에 따라 비교한 결과로 상징액율은 sequestrant를 첨가할 경우 Na₂EDTA와 SHMP는 첨가 농도가 증가할수록 빠르게 증가하였다가 차츰 완만해지는 경향을 보인 반면 소금과 설탕의 첨가구는 큰 변화가 없었다. 상징액율은 Na₂EDTA를 2.0% 첨가하였을 때 84.62%로 가장 높게 나타나 불용성 고형분과 추출액간의 분리능력이 크게 향상되었음을 알 수 있었다. 대조구의 상징액율 50%와 비교하면 Na₂EDTA는 80% 이상으로 약 60%의 향상을 보여주었고 SHMP의 경우 70% 정도로 대조구보다 40% 향상되었으나 설탕 첨가구는 오히려 대조구보다 낮게 나타났으며 소금 첨가구는 약 55.0%로 대조구보다 약간 증가하였다.

Fig. 2는 미역 추출액의 고형분 농도에 염들과 당의 첨가 농도 영향을 나타낸 것으로 고형분 농도는 Na₂EDTA나 SHMP 첨가구의 농도가 증가할수록 완만하게 증가하였다. 첨가 농도가 0.5%인 경우 Na₂EDTA와

SHMP는 3.60~3.80% 범위의 고형분 농도를 보여 대조구인 3.20%보다 향상되었으며 1% 이상 첨가할 때 Na₂EDTA의 고형분 농도는 4% 이상의 농도를 보였다. 한편 설탕 첨가구의 고형분 농도는 대조구의 경우와 거의 같았고 소금의 첨가구는 오히려 감소함이 뚜렷하였다. 설탕의 경우 한천 제조시 해조류의 다당류가 설탕에 의해 수용액으로 분산이 용이해진다는 보고⁽¹⁵⁾가 있어 이를 참조하여 첨가하였으나 본 결과에서는 향상됨이 없었다.

미역 추출액의 상징액율과 고형분 농도에서 계산된 고형분 수율에 염과 당의 영향을 비교한 것은 Fig. 3과 같다. Na₂EDTA 첨가구는 첨가 농도 2%까지 고형분 수율이 급격히 증가하였으며 SHMP 첨가구는 비교적 완만히 증가하였다. 반면 설탕과 소금의 경우는 고형분 수율 증가에 별 효과가 없었다.

염과 당의 농도가 2%일 경우 Na₂EDTA는 약 55.0%의 고형분 수율을 보여 대조구의 수율인 23.0%보다 2.4배 증가하여 HCl을 첨가하여 추출하였을 때의 50~52%보다 약간 더 높게 나타났고 SHMP는 37.46%의 수율을 보였다. 그러나 소금과 설탕의 경우는 각각 23.21%, 21.78%로 대조구와 거의 비슷한 수율을 나타내었다. 이러한 결과는 이⁽⁷⁾가 다시마 추출시 본 실험과 같은 염과 당을 첨가하였을 때 Na₂EDTA 첨가구가 약 60%의 가장 높은 수율을 보였다는 보고와 일치하였으나 그 다음 수율로는 소금, 설탕, SHMP 순으로 SHMP가 가장 낮은 수율을 나타내어 상이한 결과를 보고하였다. 이러한 sequestrant의 상징액율과 수율의 향상 효과는 Na₂EDTA와

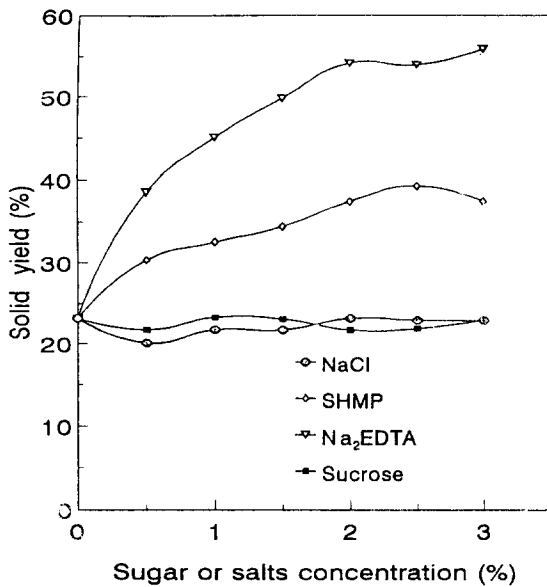


Fig. 3. Changes in the solid yield of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

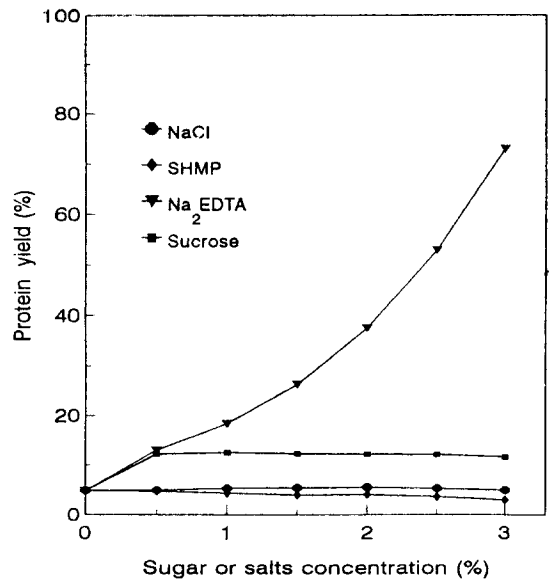


Fig. 5. Changes in the protein yield of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

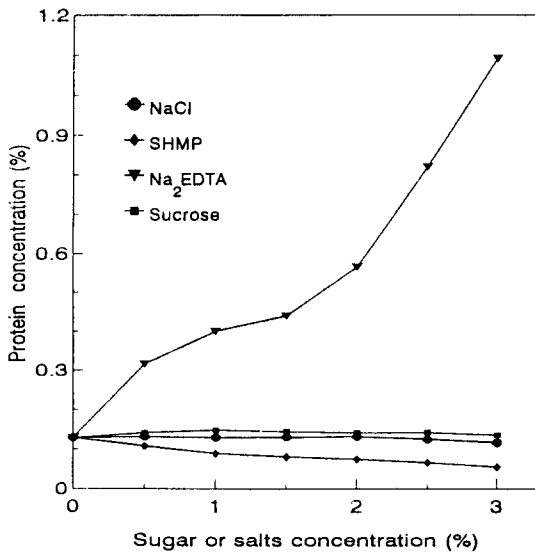


Fig. 4. Changes in the protein concentration of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

일부 불용성 단백질도 수용성으로 전환한 것으로 사료된다.

Fig. 4는 단백질 농도에 미치는 염과 당의 영향을 비교한 결과로 농도가 증가할수록 Na₂EDTA 첨가구는 고형분 농도의 경우와 같이 급격히 증가하였으며 소금과 설탕의 첨가구는 거의 변화가 없었으나 SHMP의 첨가구는 오히려 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 염과 당의 농도가 2%일 경우 Na₂EDTA 첨가구의 단백질 농도는 상징액물과 고형분 수율의 현저한 향상 효과와 같이 0.57% 이상의 높은 농도를 보여 대조구 농도인 0.13%보다 약 4.4배 향상되었으며, 산처리시의 가장 높았던 0.3 N HCl의 0.41%보다 높은 값을 보였다. 따라서 미역 추출액의 단백질 수율은 Fig. 5와 같이 Na₂EDTA의 농도가 높아지면서 거의 직선적으로 증가하여 EDTA 3%에서는 72.9%로 대조구의 4.9%에 비하여 무려 15배의 수율 향상이 있었다. 그러므로 EDTA는 미역의 불용성 단백질을 수용성으로 전환시키는데 대단히 효과적임을 밝혀준다고 하겠다. 대조구와 거의 같은 단백질의 농도와 수율을 보여준 소금 첨가는 이 등⁽⁸⁾이 김, 미역, 툇, 파래의 수용성 단백질을 추출할 때 1.5% 소금 첨가가 단백질 수율 향상에 효과가 컸다는 보고와 차이가 있었다.

SHMP가 다전해질이기 때문에 Ca, Mg, Fe 양이온과의 치환능이 크므로 알긴산의 COOH기에 존재하고 있는 Ca나 Mg이 Na 이온과 쉽게 치환 반응을 일으켜 수용성으로 된다는 보고⁽¹³⁾를 참고할 때 알긴산이 수율 증가에 주로 기여한 것으로 사료되며 또한 조직과 결합되어 있는

한편 Fig. 6은 흡광도에 의한 탁도를 측정한 것으로 염과 당의 농도가 증가할수록 설탕첨가구는 완만하게 증가하였으며 SHMP, Na₂EDTA, 소금 첨가구는 차츰 감소하는 경향을 보였다. 염과 당의 농도가 1%일 경우 설탕첨가구가 0.6으로 가장 높게 그 다음은 소금, SHMP,

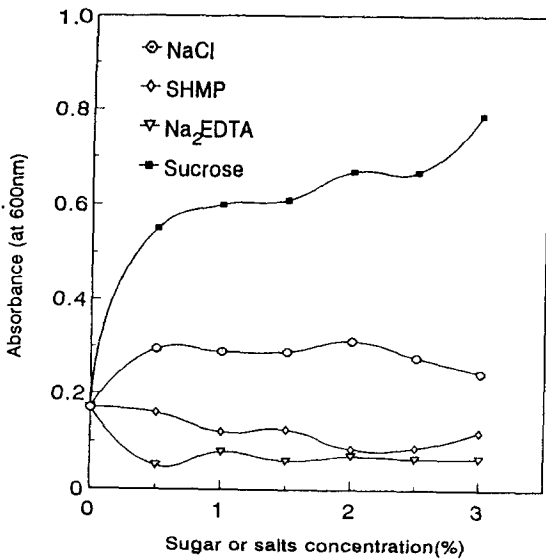


Fig. 6. Changes in the turbidity of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

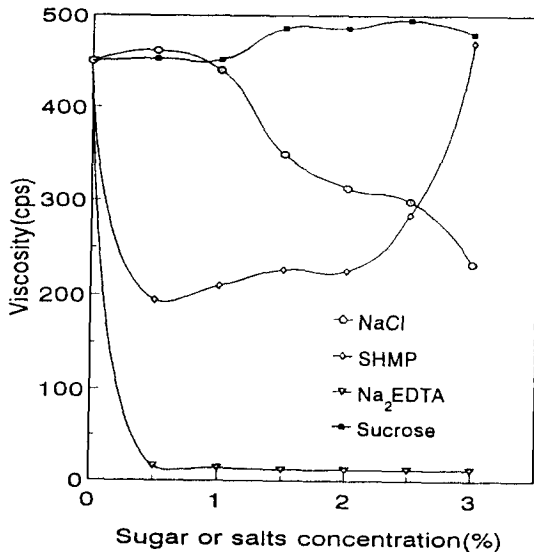


Fig. 7. Changes in the viscosity of sea mustard extracts as affected by addition of sugar, salt, and some sequestrants for extraction at 100°C for 2 hours

Na₂EDTA 순이었으며 설탕 첨가구의 탁도가 높은 이유는 갈색 반응에 의해 갈색이 증가하여 영향을 준 것으로 사료된다.

염과 당을 첨가하여 추출한 미역 추출액의 점도는 Fig. 7과 같이 염과 당의 농도가 증가하면서 현저한 변화가 있었다. 즉, Na₂EDTA는 0.5% 첨가하였을 때 첨가 안한 대조구의 450 cps에서 15 cps로 급격히 감소하였다가 그

대로 유지되었으며 SHMP는 Na₂EDTA의 경우와 같이 0.5% 농도에서 대조구의 약 반으로 감소하였으나 그 이상의 첨가 농도에서 약간씩 증가하다가 2~3% 사이에서는 빠르게 증가되어 대조구보다 높게 측정되었다. 한편, 소금 첨가구는 SHMP 첨가구와는 대조적으로 첨가 농도 1%까지는 대조구와 유사하다가 농도가 증가함에 따라 점차 감소하여 첨가농도 3% 경우 250 cps로 나타났다. 설탕첨가구는 대조구와 유사한 점도를 보이다가 1.5% 이후 약간 증가하였다. Na₂EDTA 첨가구는 산을 첨가한 경우와 같이 현저한 점도 감소의 효과는 특이하였다. 이와 유사한 실험에서 차 등⁽³⁾은 미역액을 제조할 때 첨가제로서 K₂HPO₄를 미역 중량의 4배양을 농도별로 첨가하면 농도가 증가할수록 점도가 증가하였다고 본 실험의 SHMP 첨가구와 유사하였다.

그리하여 sequestrant 염과 소금 및 당을 첨가하여 미역을 추출한 결과에서 상징액율, 고형분의 농도, 단백질 농도 및 고형분과 단백질의 수율 향상과 점도의 감소에 미치는 영향은 산처리와 Na₂EDTA의 첨가가 가장 효과적임이 밝혀졌다.

요 약

미역 추출액의 고형분과 단백질의 수율 및 농도를 증가시키기 위하여 HCl, 설탕, 소금, EDTA, SHMP를 첨가하여 추출액의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 추출액은 분말 미역을 첨가하여 2시간 끓인 후 원심분리하였다. 0.1~0.5 N HCl를 첨가하였을 때 고형분과 단백질 수율 및 상징액율은 현저히 증가하였다. 산처리를 하지 않는 대조구의 고형분과 단백질 수율 23.20%와 4.87%에서 각각 52.48%와 36.73%로 증가하였으며 점도는 450 cps에서 20 cps 이하로 감소하였다. 설탕, 소금, SHMP, Na₂EDTA를 0.5~3.0% 첨가하였을 때 고형분 농도와 수율은 Na₂EDTA-SHMP-sucrose-NaCl 순으로 현저히 증가하였으며 Na₂EDTA 3% 첨가하였을 때 고형분 수율은 55%로 가장 높았고 점도와 탁도는 SHMP와 Na₂EDTA 첨가시 감소하였다.

감사의 글

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

문 헌

1. 김길환, 김창식: 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구. 1. 미역김의 조직화학적 특성. 한국식품과학회지, 14, 27(1982)
2. 김길환, 김창식: 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구. 2. 미역김의 조성. 한국식품과학회지, 15, 277(1983)
3. 차용준, 이용호, 박두천: 해조류의 가공 및 이용에 관한

- 연구. 2. 미역젼의 제조에 관한 연구. 한국수산학회지, 21, 42(1988)
4. 水産學 シリ-ズ: 海藻の生化學と利用. 日本水産學會編. 恒星社. 昭和58, 4, 158
 5. 김영동, 김영명, 강통삼: 해조류의 다각적 이용에 관한 연구. 한국식품연구소보고(1981)
 6. 서기봉, 최대영, 윤성호: 해조류 이용 가공 실험. 식품연구소사업보고, 105(1975)
 7. 이정근: 천연 조미료 제조를 위한 다시마의 추출 조건 및 alginate 제거 연구. 세종대학교 박사학위논문(1992)
 8. 이강호, 유홍수, 우순임: 해조 단백질 추출에 관한 연구. 2. 식염, 가용성 및 알콜 가용성 단백질의 추출. 한국수산학회지, 10, 189(1977)
 9. 양재승, 이서래: 알긴산의 추출수율 및 점성에 미치는 방사선의 영향. 한국식품과학회지, 9, 194(1977)
 10. 조한옥, 이서래: 해조 다당류의 추출에 미치는 방사선 조사의 효과. 한국식품과학회지, 6, 36(1974)
 11. 이강호: 고온(가압) 추출법에 의한 한천질의 추출 조건과 제품의 품질. 한국수산학회지, 8, 39(1968)
 12. 조한옥, 정만재, 이서래: 국산원조의 전처리 과정에 따른 한천의 수율 및 품질 특성. 한국식품과학회지, 3, 109(1975)
 13. 김길환, 정종주: 미역 알긴산의 추출 조건과 그 추출 잔사의 아미노산 조성. 한국식품과학회지, 16, 336(1985)
 14. Haug, A.: Fractionation of alginic acid. *Acta. Chem., Scand.*, 15, 950(1961)
 15. Martin, G.: *Food hydrocollids* (Vol. 2) CRC Press (N.Y.), p.129(1982)

(1992년 6월 12일 접수)