J Korean Soc Food Sci Nutr
33(4), 747~752(2004)

추출조건에 따른 해조류의 알긴산 수율과 점도

윤미옥[1] · 이승철[2] · 임종환[1] · 김정목[1†]

[1]목포대학교 생명공학부 식품생물공학전공
[2]경남대학교 생명과학부 식품생물공학전공

Comparison of Alginic Acid Yields and Viscosity by Different Extraction Conditions from Various Seaweeds (*Laminaria religiosa, Hizikia fusiforme, and Undaria pinnatifida*)

Mee-Ok Yoon[1], Seung-Cheol Lee[2], Jong-Whan Rhim[1] and Jeong-Mok Kim[1†]

[1]*Dept. of Food Science and Biotechnology, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea*
[2]*Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea*

Abstract

Alginates were extracted from the *Laminaria religiosa, Undaria pinnatifida*, and *Hizikia fusiforme* by using four different extraction methods and compared the yields of alginate. Acid-alkali soluble alginate (AASA) extraction method from *Undaria pinnatifida* resulted in the best yield of alginate among the seaweeds. The optimal condition for extracting alginate from *Laminaria religiosa* was 0.4 N H_2SO_4 and 3% $NaCO_3$ concentrations at the AASA extraction method. The alginate yields of hot water extractable material (HWEM), water soluble alginate (WSA), alkali soluble alginate (ASA) and AASA in *Hizikia fusiforme* were 18.6, 4.7, 22.5 and 26.5%, respectively. The alginates manufactured by the WSA extraction method showed more bright color than those of the ASA and AASA extraction methods. The alginate prepared by the ASA extraction method from *Hizikia fusiforme* showed the higher viscosity than that of the WSA extraction method. The molecular weight of the alginate from *Hizikia fusiforme* was 33.3 kDa to 121.6 kDa depending on the extraction method.

Key words: alginate, seaweed, *Laminaria religiosa, Hizikia fusiforme*

서 론

해조류의 성분조성을 보면 일반적으로 탄수화물의 함량이 높으며 특히 갈조류는 건물기준으로 탄수화물을 약 30~67%까지 함유하는 특징을 보인다. 갈조류가 함유하는 다당류는 대부분이 알긴산과 laminaran 및 fucoidan 등으로 구성되어 있으며 갈조류의 알긴산 함량은 해조의 종류와 수확기에 따라 많은 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(1). 알긴산은 갈조류의 세포막 또는 세포간 물질을 구성하는 주성분으로 β-D-mannuronic acid(M)와 α-L-guluronic acid(G)가 α-1, 4결합 또는 β-1, 4결합한 hetero형 다당류로 알려져 있고 식품, 화장품, 의약품 산업에 광범위하게 이용되어지고 있다. 더구나 최근 해조류의 다당류들이 여러 가지 생리활성이 있다는 연구들이 발표되면서 식이섬유로서의 콜레스테롤 저하효과와 고지혈증 예방 등의 기능성 목적으로 많은 관심을 받고 있다. 알긴산의 추출방법과 분자량(2-4), 추출방법에 따른 M과 G의 조성(5)과 물리적 성상의 차이에 관한 보고(6)도 있다. 알긴산의 함량은 해조류의 종류, 추출방법, 시료의 처리 조건, 채취시기 등의 차이에 따라 달라지는데, 제주도산 감태, 모자반의 계절에 따른 알긴산 함량 변화(7) 및 지충이, 모자반, 미역, 곤피 줄기의 부위별 알긴산 함량(8)이 보고되고 있다. 한편 다시마 알긴산의 가열 가수분해에 의한 저분자 알긴산의 물성과 분자량을 측정한 것이 보고되었고(9) 다시마에서 추출한 알긴산에 대하여 pH와 염이 점도에 미치는 영향을 분석하기도 하였다(10). 근래에 와서는 알긴산의 보수성, 점착성, 유화성, 젤 형성력 등의 특성을 이용해서 의약과 식품산업에 보다 널리 활용되면서 알긴산의 추출방법을 개선하기 위해 물리적, 화학적, 효소적인 방법들에 관한 연구들이 진행되고 있다.

본 연구의 목적은 전남지역에서 대량 생산되는 다시마, 미역, 톳에 대하여 기존의 여러 가지 추출방법에 따른 수율을 비교하고 산과 알칼리 농도 조정에 따른 최적 알긴산 추출조건과 물성을 연구하고자 하였다.

†Corresponding author. E-mail: jmkim@mokpo.ac.kr
Phone: 82-61-450-2427, Fax: 82-61-454-1521

재료 및 방법

재료

전남 완도에서 2002년 5월에 수확된 다시마(sweet tangle, *Laminaria religiosa*)와 2월에 수확된 미역(sea mustard, *Undaria pinnatifida*)을 완도수협을 통하여 구입하였고, 톳(seaweed fusiforme, *Hizikia fusiforme*)은 6월경에 수확된 것을 시료로 (주)하균식품(완도, 전남)에서 건조된 것을 구입하였다. 모든 시료는 분쇄한 후 7 mesh 체를 통과시켜 실온에 보관하면서 알긴산의 실험에 사용하였다.

알긴산의 추출

준비된 해조류 시료는 Nishide 등이 확립한 방법(10)을 약간 변형하여 열수 추출물(HWEM, hot-water extractable material), 수용성 알긴산(WSA, water soluble alginate), 알칼리 가용성 알긴산(ASA, alkali soluble alginate)으로 추출하였다. 수용성 알긴산을 추출하기 위해서 분쇄된 시료를 증류수와 1 : 20 w/v의 비율로 100°C에서 4시간 교반하면서 가열한 후 nylon cloth를 이용하여 여과하였다. 잔사는 버리고 여액은 농축기를 이용하여 1/4로 농축한 후 무게비율에 맞추어 80%에탄올(1 : 80 w/v)을 첨가하였다. 이들 용액을 초고속원심분리기(Ultra Centrifuge, CENTRIKON T-324, Kontron, Italy)를 이용하여 20°C에서 10분간 3,000×g에서 원심분리한 후 상등액은 버리고 침전물은 시료무게의 100배의 물(1 : 100 w/v)과 0.1 M $MgCl_2$용액(1 : 100 w/v)을 첨가하여 상온에서 30분간 교반하였다. 그런 다음 20%의 에탄올을 첨가하고 원심분리한 후 상등액은 버리고 침전물은 에탄올과 아세톤을 1 : 1(v/v)로 섞은 후 이 혼합된 액을 이용하여 잔사를 세척하고 40°C 건조기에서 24시간 건조하였다. 알칼리 가용성 알긴산은 분쇄된 시료를 증류수와 1 : 30 w/v의 비율로 75°C에서 30분간 교반하면서 가열한 후 nylon cloth를 이용하여 여과하였다. 여액은 버리고 잔사는 1% Na_2CO_3 용액과 1 : 20(w/v)의 비율로 75°C에서 4시간 교반하면서 가열한 후 시료무게의 80배의 증류수(1 : 80 w/v)를 첨가하고 Whatman filter paper No. 4를 이용하여 감압여과하였다. 잔사는 버리고 여액은 10% HCl를 이용하여 pH 2로 조절하고 20°C에서 3,000×g 속도로 10분간 원심분리한 후 상등액은 버리고 침전물은 시료무게의 20배의 50% 에탄올(1 : 20 w/v)을 첨가하였다. 그리고 10% NaOH를 이용하여 pH 7로 중화한 후 nylon cloth를 이용하여 여과하였다. 여액은 버리고 잔사는 에탄올과 아세톤을 1 : 1(v/v)로 섞은 후 이 혼합액을 이용하여 잔사를 세척하고 40°C 건조기에서 24시간 건조하여 알칼리 가용성 알긴산을 추출하여 점도측정 시료로 사용하였다. 산 · 알칼리 가용성 알긴산(AASA, acid alkali soluble alginate)은 산으로 0.2 N H_2SO_4를 알칼리로 1% Na_2CO_3 용액을 이용한 Haug의 방법(11)을 사용하여 알긴산을 추출하였다.

알긴산 추출 수율 비교

각각의 추출방법에 따라 얻어진 알긴산 겔을 35°C 건조기에서 24시간 건조시킨 후 다음 식에 따라 추출수율을 계산하였다.

$$\text{알긴산 수율 (\%)} = \frac{\text{건조 중량 (g)}}{\text{시료량 (g)}} \times 100$$

추출된 알긴산의 색도 측정

다시마, 미역, 톳을 HWEM, WSA, ASA, AASA의 네가지 방법으로 추출한 후 건조시킨 알긴산을 blender(Waring, USA)로 분쇄하여 30 mesh 체에 통과시킨 시료를 색차계(CR-300 Minolta Chroma Meter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다. 4가지 방법으로 얻어진 알긴산 추출물을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 색도 측정에 사용된 표준 백색판(standard plate)의 색좌표값이 L = 97.06, a = +0.04, b = 1.84이었으며 전체적인 색차를 나타내는 ΔE(total color difference)값을 아래식으로 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

알칼리 농도의 변화에 따른 알긴산 추출 수율

알긴산 추출방법 중에서 수율이 가장 높은 AASA 방법을 선택해서 7 mesh 체를 통과한 건조 다시마로 알긴산을 추출하였다. 이 방법은 처음에 0.2 N H_2SO_4 용액으로 10시간 추출을 하고 남은 잔사에 Na_2CO_3의 농도를 1, 2, 3, 5%로 각각 다르게 조절하고 10시간 추출하였을 때 얻어진 알긴산의 수율을 비교하였다.

산 농도의 변화에 따른 알긴산 추출 수율

AASA 방법에서 H_2SO_4 용액의 농도를 0.1, 0.2, 0.4 N로 조정하고 Na_2CO_3는 1%를 기준으로 하여 다시마로부터 얻어진 알긴산의 수율을 비교하였다.

톳에서 추출한 알긴산의 분자량 측정

건조된 톳을 HWEM, WSA, ASA, AASA의 4가지 추출방법으로 각각 얻어진 alginate를 1%용액으로 만들어서 분자량을 측정하였다. 알긴산 분자량 측정을 위해 사용된 기기는 HPLC(Waters, USA)를 이용하였으며 용매는 0.1 M Na_2CO_3를 사용하였다. 분자량 계산을 위한 표준물질로 polyethylene glycol(PG)과 polyethylene oxide(PEO)를 사용하였으며 이들 각각의 MW는 PG8,000, PG4,000, PG20,000, PEO 400,000, PEO600,000 Da이었다.

알긴산의 점도 측정

본 실험을 위하여 그 동안 연구가 많이 되지 않은 톳을 시료로 하여 WSA과 ASA추출방법으로 알긴산을 얻은 후 농도를 달리하여 점도측정을 하였다. 점도는 cone and plate type 회전점도계인 Brookfield viscometer(DV-Ⅱ+, Brookfield

Eng. Inc., USA)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 점도 측정용 컵에 시료액을 8 mL를 넣고 No. 20 spindle을 사용하여 점도를 측정하였다. 점도 측정시 컵의 온도는 24°C를 유지하였다. 알긴산 용액의 겉보기 점도(K)는 다음의 Power law model식을 사용하여 전단속도(γ)와 측정한 전단응력(τ)의 대수관계로부터 절편에서의 값으로부터 구하였다.

$\tau = K\gamma^n$ (n=flow behavior index)

결과 및 고찰

알긴산 추출물의 수율

서로 다른 추출방법으로 다시마, 미역, 톳의 3가지 시료를 가지고 알긴산을 추출하여 수율을 알아본 결과는 Table 1에 나타내었다. HWEM 추출방법에 의한 것은 10.2~18.6%, WSA 추출방법으로는 4.7~6%의 알긴산을 얻었고, ASA 추출방법에 의해서는 22.5~38.4%, AASA 추출방법으로 얻은 알긴산은 26.5~39.6%의 함량을 나타내었다. 알긴산의 추출수율을 서로 비교해보면 AASA, ASA, HWEM, WSA 추출법의 순으로 높게 나타났다. 미역이 ASA와 AASA 추출방법에서 알긴산함량이 각각 38.4% 및 39.6%로 가장 높게 나타났다. AASA 추출방법에서 다시마는 33.1%의 알긴산 함량을 보인 반면 톳은 26.5%의 함량을 나타내었으나 ASA 추출방법 있어서는 두 시료의 알긴산 함량은 약 22.7%와 22.5%로 차이를 보이지 않았다. 이같이 AASA 추출방법이 높은 알긴산 함량을 얻을 수 있었던 것은 추출할 때 산과 알칼리로 조체를 처리함으로써 이들이 원활하게 침투하여 알긴산 분자내 carboxyl기가 유리되고 Na이온이 결합되어 망상구조인 알긴산을 형성하게 됨으로 물에 잘 용해되어 추출이 더욱 원활해지며 H이온과 치환시킴으로 불용성 알긴산 겔을 형성시켜 석출시키게 된 것으로 사료된다.

추출시료 색도측정

다시마, 미역, 톳을 가지고 서로 다른 추출법을 이용해서 알긴산을 추출한 후 30 mesh 체를 통과하여 얻어진 알긴산 색도는 Table 2와 같다. 다시마를 WSA 추출방법을 이용해서 제조한 알긴산의 ΔE값이 20.63으로 가장 밝게 나왔으며 반면에 톳을 이용해서 ASA 추출방법으로 얻은 알긴산의 ΔE값이 75.31로 가장 어두운 색을 나타냈다. 4가지 추출방법에서 WSA 추출방법을 제외하고 톳을 이용해서 얻은 알긴산이 모두 어두운 갈색을 띄었다. AASA 추출방법에 따라 얻은 알긴산의 색도는 다시마가 가장 밝은 색도를 나타내었으며 다음으로 미역, 톳 알긴산의 순서이었고, 모든 시료에서 ASA 추출방법에서 얻은 알긴산은 AASA방법에서 얻은 것보다 전반적으로 어두운 갈색을 나타내었다.

알긴산의 추출법의 조건 변화

Alkali 농도 변화에 따른 수율 변화 : 다시마를 시료로 산·알칼리(AASA) 방법에서 Na_2CO_3를 1, 2, 3, 5%로 농도를 변화시켜서 알긴산을 추출한 결과는 Fig. 1과 같다. 1% Na_2CO_3에서의 수율은 33.6%, 2% Na_2CO_3는 36.2%, 3% Na_2CO_3는 37.1%, 5% Na_2CO_3는 34.8%의 수율을 얻을 수

Table 1. The yields of alginate manufactured by different extraction methods from three seaweeds (Unit: %)

Seaweed	HWEM[1)]	WSA[2)]	ASA[3)]	AASA[4)]
Laminaria religiosa	13.7±0.03	6.0±0.09	22.7±0.02	33.1±0.11
Undaria pinnatifida	10.2±0.11	4.8±0.08	38.4±0.04	39.6±0.10
Hizikia fusiforme	18.6±0.01	4.7±0.05	22.5±0.03	26.5±0.05

[1)]HWEM: Hot-water extractable material.
[2)]WSA: Water soluble alginate.
[3)]ASA: Alkali soluble alginate.
[4)]AASA: Acid-alkali soluble alginate.

Table 2. The color of alginate manufactured by various extraction methods

Extraction method	Seaweed[1)]	Color parameters			ΔE
		L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)	
HWEM	LR	59.75±0.11	6.50±0.02	28.78±0.02	46.47
	UP	61.43±0.04	1.22±0.01	14.20±0.02	37.73
	HF	34.54±0.03	6.52±0.01	15.12±0.06	64.24
WSA	LR	78.50±0.04	0.18±0.00	10.85±0.02	20.63
	UP	59.48±0.03	0.50±0.05	13.00±0.06	39.21
	HF	66.35±0.46	1.66±0.06	15.76±0.06	33.76
ASA	LR	56.50±0.22	2.74±0.03	20.08±0.24	44.55
	UP	42.27±0.25	1.38±0.07	16.81±0.14	56.81
	HF	23.00±0.19	8.09±0.23	12.89±0.55	75.31
AASA	LR	79.64±0.07	0.73±0.02	17.80±0.14	23.64
	UP	62.77±0.03	0.13±0.08	19.98±0.22	38.79
	HF	46.59±0.14	7.90±0.03	22.46±0.14	55.08

[1)]LR: *Laminaria religiosa*, UP: *Undaria pinnatifida*, HF: *Hizikia fusiforme*.

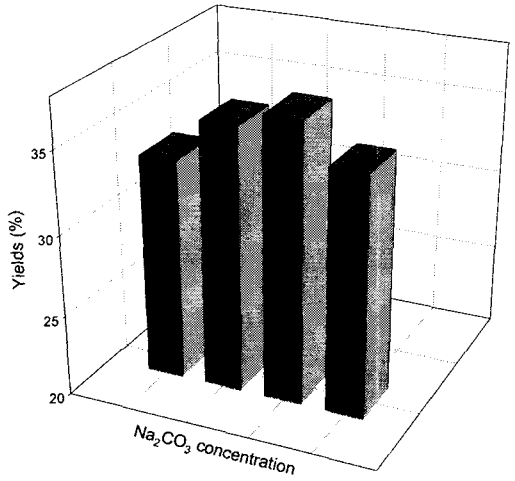

Fig. 1. Effect of Na_2CO_3 concentration on the extraction of alginate by AASA method from *Laminaria religiosa*.
A: 1% Na_2CO_3, B: 2% Na_2CO_3, C: 3% Na_2CO_3, D: 5% Na_2CO_3,

있었다. Na_2CO_3 농도가 높아질수록 알긴산의 수율도 증가되었는데 Na_2CO_3의 5% 농도에서는 다시 알긴산의 수율이 감소하는 경향을 보였다. 이는 Na_2CO_3의 농도가 높아짐에 따라 추출용액의 pH가 높아지면서 추출에 영향을 미치기 때문인 것으로 여겨진다. Haug 등(11)은 pectin이 알칼리성 용액 중에서 β-elimination reaction에 의해 해리되어 불포화 uronic acid 유도체로 분해되는 것처럼 알긴산도 pH 10 이상일 때 분자의 해리가 일어나 용액의 점도가 낮아진다고 하였다. 그러므로 알긴산 추출 과정 중 Na_2CO_3의 농도가 높아짐에 따라 pH가 함께 높아져 일부 알긴산이 분해되어 석출과정에서 침전이 어려워지기 때문에 수율이 낮은 것으로 생각되었다.

Acid 농도 변화에 따른 수율변화 : 다시마를 시료로 AASA 추출방법에서 H_2SO_4의 농도를 0.1, 0.2, 0.4 N로 변화시켜서 Fig. 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다. H_2SO_4의 농도를 0.1

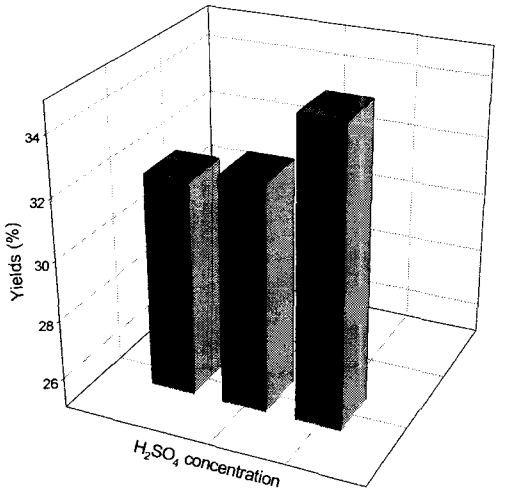

Fig. 2. Effect of H_2SO_4 concentration on the extraction of alginate by AASA method from *Laminaria religiosa*.
A: 0.1 N H_2SO_4, B: 0.2 N H_2SO_4, C: 0.4 N H_2SO_4.

N로 사용했을 때 32.2%의 알긴산을 얻었으며 0.2 N H_2SO_4에서는 32.6%, 0.4 N H_2SO_4에서는 34.9%의 알긴산 추출 수율을 나타냈다. H_2SO_4의 농도가 높아질수록 알긴산의 수율이 증가하는 경향을 나타내는데 이는 조체에 물보다 농도가 높은 H_2SO_4가 침투해서 알긴산 추출이 용이해지도록 조직이 팽윤되어 나중에 알칼리와 반응하는 곳이 더 많이 노출될 수 있었기 때문에 알긴산 수율이 증대된 것으로 생각되었다.

알긴산 분자량 측정

알긴산의 분자량을 측정하기 위해서 polyethylene glycol (PG)과 polyethylene oxide(PEO)를 이용해서 표준 곡선을 만든 후 건조 톳을 이용해서 추출한 알긴산의 분자량을 측정하였다(Table 3). 추출된 알긴산의 분자량은 3×10^4~1.2×10^5 Da의 분포를 나타내었는데 ASA 추출방법에 의한 알긴산의 분자량이 가장 높았으며 다음이 AASA에 의해 추출된 알긴산으로 9.0×10^4 Da이었다. Lee 등(12)의 결과에 따르면, 12월에서 4월까지의 채취한 톳에서의 분자량은 3.2×10^6 Da에서 3.4×10^6 Da 정도의 분자량을 보였는데 이 같은 차이는 조체의 생육기간 및 환경조건에 의한 영향과 추출방법 등이 분자량의 크기에 영향을 주었을 것으로 여겨진다.

알긴산의 농도별 점도 변화

톳으로부터 추출한 수용성 알긴산과 알칼리 가용성 알긴산의 유동 특성을 조사하기 위해 전단 속도에 따른 전단응력의 변화를 측정한 유동 곡선은 Fig. 3 및 4에 나타내었다. 그림에서 보여주는 바와 같이 알긴산 용액은 모두 의가소성의 특성을 나타내었다. 수용성 알긴산 추출법에서 얻은 3% 알긴산 용액의 경우 10.7 Pa, 5% 알긴산 용액의 경우 43.7 Pa, 7% 알긴산 용액의 경우 105.1 Pa을 나타낸 반면 알칼리 가용성 알긴산 추출법에서 얻은 1% 알긴산 용액의 경우는 전단속도 93 s^{-1}에서 3% 알긴산 용액은 92.07 Pa, 5% 알긴산 용액은 151.1 Pa를 나타냈으며 7% 농도에서는 강한 점도를 나타내어 전단속도 65.1 s^{-1}이상에서는 점도 측정이 불가능하였다. WSA와 ASA 추출방법으로 얻은 알긴산은 농도가 높을수록 점도가 증가하는데, WSA보다 ASA의 점도가 훨씬 높게 나타났으며 특히 WAS 7%농도가 ASA 3% 농도와 유사한 값을 보여 주었다. 상업용 sodium alginate(Sigma-aldrich, USA)와 건조 톳으로부터 추출된 2% 수용성 알긴산과 알칼리 가용성 알긴산의 점도를 비교한 것은 Fig. 5와 같다. 전단속도 93 s^{-1}에서 수용성 알긴산의 전단력은 3.72 Pa를 나타냈고 알칼리 가용성 알긴산에서는 14.9 Pa의 결과 값을 얻을

Table 3. Molecular weight of *Hizikia fusiforme* alginates manufactured by different extract methods

Extract method	Molecular weight (Da)
HWEM	3.3×10^4
WSA	7.2×10^4
ASA	1.2×10^5
AASA	9.0×10^4

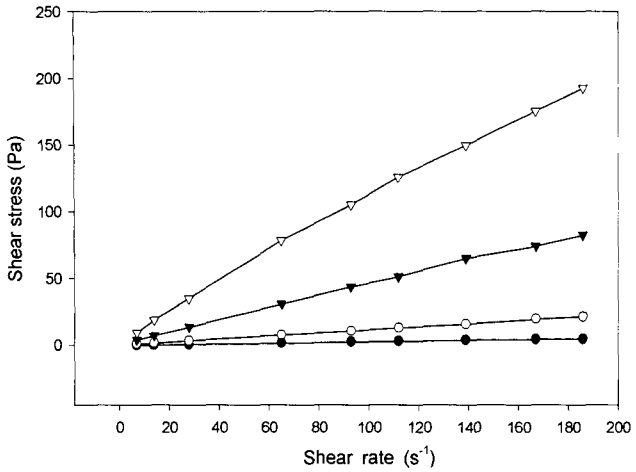

Fig. 3. Shear stress as a function of shear rate for WSA solution from *Hizikia fusiforme*.
—●—, 1% WAS; —○—, 3% WAS; —▼—, 5% WAS; —▽—, 7% WAS.

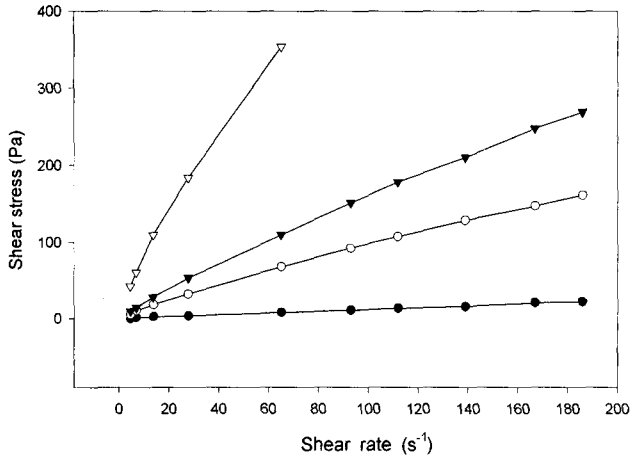

Fig. 4. Shear stress as a function of shear rate for ASA solution from *Hizikia fusiforme*.
—●—, 1% ASA; —○—, 3% ASA; —▼—, 5% ASA; —▽—, 7% ASA.

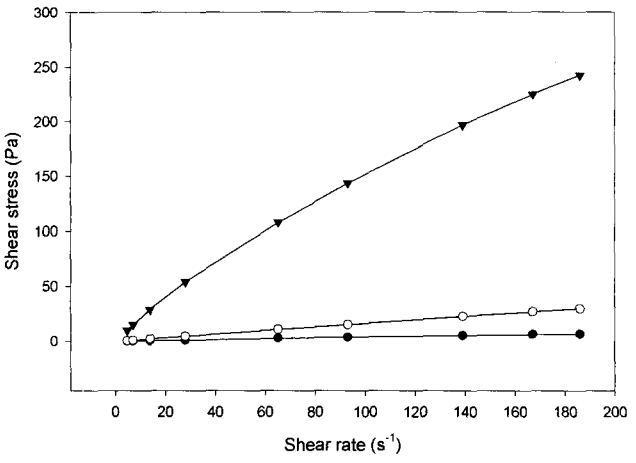

Fig. 5. Shear stress as a function of shear rate for 2% alginate solution from *Hizikia fusiforme* and commercial product.
—●—, WAS; —○—, ASA; —▼—, commercial alginate.

Table 4. Flow behavior parameters of WSA and ASA from *Hizikia fusiforme*

Alginate concentration	Consistancy index ($Pa \cdot s^n$)	Flow behavior index (n)	R^2
1% ASA	0.58	0.82	0.99
3% ASA	1.25	0.88	0.99
5% ASA	1.50	0.90	0.99
7% ASA	3.01	0.80	0.99
1% WSA	0.13	1.22	0.99
3% WSA	0.38	1.01	0.99
5% WSA	0.73	0.99	0.99
7% WSA	1.20	0.93	0.99

수 있었다. 그리고 상업용 알긴산의 경우 전단속도 93 s^{-1}에서 143.6 Pa로 톳으로부터 추출한 알긴산의 점도가 시판중인 알긴산의 점도보다 매우 낮은 값을 보여주었으며, 점도에 있어서는 2% 상업용 알긴산과 톳에서 추출한 5% ASA와 유사한 값을 나타내었다. Power Law model에 의해 결정된 농도별 알긴산 용액의 점조도 지수(K)와 유동거동지수(n)는 Table 4와 같다. 톳으로부터 추출방법에 따른 알긴산 용액의 점조도 지수를 살펴보았을 때 ASA가 WSA보다 높은 값을 보였고, ASA의 유동지수는 $n<1$의 값을 보임으로서 psedoplasticity 특성을 나타내었으나, WSA는 1%를 제외한 3%와 5%에서는 Newtonian의 성질을 나타내었다.

요 약

HWEM(hot-water extractable material), WSA(water soluble alginate), ASA(alkali soluble alginate), AASA(acid alkali soluble alginate)의 네 가지 알긴산 추출방법을 이용해서 다시마(*Laminaria religiosa*), 미역(*Undaria pinnatifida*), 톳(*Hizikia fusiforme*)의 3가지 시료를 가지고 알긴산을 추출하여 수율을 알아본 결과 사용된 시료 중에서 AASA추출방법에 의한 미역에서의 알긴산 함량이 39.6%로 가장 우수하게 나타났으며 HWEM은 10.2~18.6% 정도의 수율로 AASA 방법으로 얻은 수율보다 절반밖에 미치지 못하였다. 제조된 알긴산 분말의 색도는 다시마로부터 WSA추출법을 이용해서 제조한 알긴산의 ΔE값이 20.63으로 가장 밝게 나왔으며 추출에 사용된 모든 시료들에 있어서 WSA 추출방법에 의한 것이 밝은 색도를 가지며 ASA 추출방법을 이용해서 얻은 알긴산의 색도는 ΔE값이 75.31로 다른 것에 비해 어두운 색의 알긴산이 제조되었다. AASA 추출방법에서 3% Na_2CO_3 농도에서 37.1%로 높은 수율을 얻을 수 있었으며, H_2SO_4의 농도를 0.1, 0.2, 0.4 N로 변화시켜서 추출한 결과는 0.4 N H_2SO_4에서 34.9%의 높은 수율을 나타냈다. 톳에서 추출한 알긴산의 점도는 상업용에 비해 훨씬 낮은 점도를 나타내었으며 ASA추출 방법에 의해 얻어진 알긴산의 점도가 WSA에 의한 것보다 높은 점성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부와 목포시에서 지원하는 기술개발용역사업(해조류 가공과 기능성 물질 개발연구) 연구 결과의 일부로 연구비 지원에 감사하며, 연구수행에 많은 도움을 준 한국과학재단지정 지역협력연구센터(RRC)인 목포대학교 식품산업기술연구센터에도 감사드립니다.

문 헌

1. Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR, Pyeun JH. 1995. Trace components and functional saccharides in marine algae. 1. Changes in proximate composition and trace elements according to the harvest season and places. *J Korean Fish Soc* 28: 49-59.
2. Nishide E, Kinoshita Y, Anzai H, Uchida N. 1988. Distribution of hot-water extractable material, water-soluble alginate and alkali-soluble alginate in different parts of *Undaria pinnatifida*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54: 1619-1622.
3. Nishide E, Anzai H, Uchida N. 1987. A comparative investigation on the water-soluble and the alkali-soluble alginates from various Japanese brown algae. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53: 1215-1219.
4. Fujihara M, Nagumo T. 1989. Determination of the molecular weight of alginates by agarose gel filtration. *J Chromatogr* 465: 386-389.
5. Noda K, Takada K. 1983. Mannuronic to guluronic aicd ratios of alginic acids prepared from various brown seaweeds. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 49: 1591-1593.
6. Cho SY, Kang HJ, Joo DS, Lee JS, Kim SM. 1999. A comparative study on physical properties and gel formation abilities of hot-water extractable material, water-soluble alginate and alkali-soluble alginate extracted from *Laminaria japonica* in East Sea, Korea. *J Korean Fish Soc* 32: 774-778.
7. Park YH. 1969. Seasonal variation in the chemical composition of brown algae with special reference to alginic acid. *J Korean Fish Soc* 2: 71-82.
8. Kim CY, Park YH. 1975. Alginic acid contents in brown algae. *Bull Natl Fish Univ Busan* 15: 27-30.
9. Haug A, Smidsrød O. 1962. Determination of intrinsic viscosity of alginates. *Acta Chem Scand* 16: 1569-1578.
10. Nishide E, Kinoshita Y, Anzai H, Uchida N. 1988. Distribution of hot-water extractable material, water-soluble alginate and alkali-soluble alginate in different parts of *Undaria pinnatifida*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54: 1619-1622.
11. Haug A, Larsen B, Smidsrød O. 1974. Uronic acid sequence in alginic acid from different sources. *Carbohydr Res* 32: 217-225.
12. Lee DS, Kim HR, Cho DM, Nam TJ, Pyeun JH. 1998. Uronate composition of alginates from the edible brown algae. *J Korean Fish Soc* 31: 1-7.

(2004년 1월 5일 접수; 2004년 3월 24일 채택)