

Philippine產 *Euचेuma cottonii*의 carrageenan 含量과 그 性狀에 대하여

金 順 先 · 金 善 奉 · 金 仁 洙 · 鄭 美 姬 · 朴 榮 浩

釜山水産大學 食品工學科

Carrageenan Content and its Chemical Composition of *Euचेuma cottonii* from the Coast of Philippine

Soon-Seon Kim, Seun-Bong Kim, In-Su Kim,
Mi-Hee Jeung and Yeung-Ho Park

Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries Univ. of Busan

Abstract

One species of *Rhodophyceae* namely *Euचेuma cottonii* from the coast of Philippine was analyzed with respect to the content of carrageenan and such chemical characteristics as the content of sulphate and 3,6-anhydro-D-galactose and its solubility in potassium chloride solution.

In addition, the same chemical properties were tested in the fractions separated by the different concentrations of potassium chloride.

In comparison of the results of carrageenan in *Euचेuma cottonii* samples from Philippine and *Chondrus ocellatus* samples from Korea, carrageenan content in *Euचेuma cottonii* was higher than that of *Chondrus ocellatus*. Both samples showed more than forty-five percent carrageenan content. The *Euचेuma cottonii* carrageenan showed a higher 3,6-anhydro-D-galactose than the *Chondrus ocellatus* carrageenan. The sulphate content was higher in *Chondrus ocellatus* than *Euचेuma cottonii*.

In fractionation of carrageenan by the solubility methods using potassium chloride solution, the yield of *Euचेuma cottonii* was highest in fraction I, fraction III was next and fraction II was the lowest.

緒 言

Carrageenan은 紅藻類의 세포벽을 구성하는 물질의 일종으로 D-galactose와 3,6-anhydro-D-galactose로 부터된 高分子多糖類에 黃酸基가 結合된 酸性多糖類이다.

歐美에서는 Irishmoss extract라고 하여 약 600年前 부터 맥주 포도주 등의 淸澄劑 또는 藥用등으로 利用

되어 왔다. 그러나 carrageenan의 化學的 組成에 대한 研究는 비교적 근래에 와서 시작된 것으로 carrageenan 이 單一의 多糖類가 아니고 몇가지 多糖類의 複合物이라는 것도 1953년에 와서 밝혀지기 시작하였다. 즉 Smith등(1953)은 carrageenan 水溶液에 KCl을 加하여 그 濃度가 0.124~0.25M이 되도록 하였을 때 沈澱하는 部分을 K-carrageenan, 溶液에 溶存하고 있는 部分을 λ-carrageenan이라고 하여 2種類로 分劃하였다.

그 후 Pernas 등(1967)은 carrageenan의 KCl에 대한 용해도를 검토한 결과 carrageenan은 단순히 K- 및 λ -carrageenan의 2種類의 混合物이 아니고 보다 많은 成分의 混合物이라고 推定하였다. Towle(1973)은 現在까지 報告된 研究結果를 綜合하여 carrageenan의 種類를 K-carrageenan, λ -carrageenan, μ -carrageenan, *i*-carrageenan 및 ν -carrageenan의 5種類로 分類하였다.

Carrageenan의 性狀에 대하여는 溶解性(Paintner, 1966), 粘稠性(Masson 등 1955), gel 形成能(Black 등 1965; Black, 1966; Rees, 1969; Rees 등 1969; Anderson 등 1969) 및 蛋白質과의 反應性(Smith, 1953; Smith 등 1962; MacMullan 등 1963; Gordon 등 1966; Hansen, 1968)에 대한 研究가 이루어지고 있으며 食品에의 利用에 대한 研究(Hess 등 1949; Baker, 1949; Werbin, 1950; Berndt 등, 1958; Wilcox, 1958; Bauer 등 1959; Giddey, 1961; Polya 등 1969; Glabe 등 1969)도 이루어지고 있다. 이러한 研究結果를 뒷받침으로 오늘날에는 食品安定劑, 增粘劑, 離水防止劑 및 沈澱防止劑 등으로 食品加工에 널리 利用되고 있을 뿐더러 치약이나 化粧品製造등에도 利用되고 있어 그 用途는 앞으로 더욱 擴大되어갈 전망에 있다.

本 研究에서는 Phillipine 産 *Euचेuma cottonii*를 試料로하여 carrageenan含量, carrageenan의 SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose의 含量, carrageenan의 KCl溶液에 대한 溶解度 및 KCl 濃도에 따라 分劃한 carrageenan의 各劃分의 成分組成에 대하여 調査研究하였으며 아울러 原料學的인 比較의 目的으로 이 結果와 우리나라産 진두발(*Chondrus ocellatus*)의 carrageenan含量과 그 性狀을 比較檢討 하였다.

材料 및 方法

1. 試料

供試된 藻類 *Euचेuma cottonii*는 Phillipine 沿岸에서 採取하여 乾燥한 것으로 砂泥, 雜藻, 其他 挾雜物을 除去하고 약 5 mm 길이로 細斷하여 供試하였다. 供試時의 水分含量은 37.5%이었다.

2. 實驗方法

(1) 一般成分

① 水分, 粗蛋白質, 粗纖維 및 粗灰分의 定量은 常法에 準하여 定量하였다.

② 粗脂肪: 乾燥藻體의 脂質을 ether 등의 無水溶劑로써 抽出하면 抽出에 長時間을 要하고 또 不完全한 情

우가 많으므로 田官 등(1965)의 方法에 準하여 다음과 같이 하였다. 細切한 試料 약 10g을 精秤하여 85% methanol 250ml와 같이 3角 flask에 넣고 還流冷却器를 붙여 湯浴上에서 3時間 煮沸하여 濾過한다. 殘渣에는 95% methanol을 加하여 2回 反復 抽出한 후 抽出濾液의 methanol을 溜去하여 거의 蒸發乾固한 다음 少量의 물과 ether를 加하여 粗脂肪分을 ether層으로 分取한다. 이 操作을 3回 反復한 후 濾紙로 濾過하고 ether를 溜去하고 乾燥秤量하여 粗脂肪으로 하였다.

(2) Carrageenan의 抽出

原藻 약 10g을 精秤하여 0.02M CH₃COONa 450ml를 加하고 85°C 水浴上에서 2時間 抽出한 다음 뜨거울 때 2重 濾布로써 濾過하고 殘渣에 다시 0.02M CH₃COONa 350ml를 加하여 2時間 再抽出하여 濾過하였다. 殘渣에는 다시 0.02M CH₃COONa 300ml를 加하여 2時間 再抽出하여 濾過하였다. 이와같이 3回 反復 抽出하여 얻어진 濾液을 모아 3倍容量의 methanol을 加하여 carrageenan을 沈澱시켜 濾布로 濾過하였다. 濾別된 carrageenan에 500ml의 methanol을 加하여 洗滌하고 이 操作을 2回 反復한 다음 마지막으로 400ml의 ether로써 洗滌하여 45~50°C에서 10時間 乾燥하여 供試하였으며 供試時의 水分含量은 21.5%이었다.

(3) Carrageenan의 SO₃ 含量

0.3~0.5g의 carrageenan을 유리分解管에 넣고 2N-HCl 30ml를 加한 後 封管하여 120°C에서 5時間 加水分解시킨 다음 2N-NaOH로 pH5 부근으로 調節하고 生成된 沈澱을 濾別하였다. 얻어진 濾液에 대하여 Ba-SO₄ 重量法(東大農化, 1960)에 依하여 定量하였다.

(4) 溶液中의 carrageenan定量

溶液中의 carrageenan定量은 phenol黃酸法(Dubois 등 1956)에 依하였다. 즉 carrageenan을 含有하는 溶液 1 ml(10~70 μ g의 糖含有)를 지름 1.6cm의 試驗管에 取하고 1 ml의 5% phenol을 加하여 잘 混合한 後 5 ml의 濃黃酸을 直接液面에 약 5秒 동안에 滴下시켜 振盪한 다음 30分후에 485nm에서 吸光度를 測定하여 吸光係數를 算出하였다. 파장 485nm에서 OD 0.1에 相當하는 carrageenan의 量은 다음과 같다.

$$OD_{485} 0.1 = 15.22 \mu\text{g/ml}$$

(5) Carrageenan의 3,6-anhydro-D-galactose (3,6-AG)의 含量

Carrageenan의 3,6-anhydro-D-galactose의 含量은 Yaphe 등(1965) 및 Arsenault 등(1965)의 方法에 準하여 다음과 같이 하였다. 즉 0.025% carrageenan溶液 2ml

를 지름 2.5cm, 높이 15cm의 供體試驗管에 取하여 試驗管을 ice bath에 넣고 10ml의 混合試藥을 加하여 교반하면서 20分間 冷却하고 20°C의 水浴中에 4分間 待었다가 80°C에서 10分間 加熱하였다. 다음 다시 ice bath에서 1.5分間 冷却한 후 15分 以內에 555nm에서 吸光度를 測定하였다. 3,6-anhydro-D-galactose의 吸光係數는 Pernas등(1967)이 報告한 다음과 같은 係數를 使用하였다.

$$OD_{555} 0.1 = 3.92 \mu\text{g/ml}$$

混合試藥은 resorcinol 150mg을 100ml의 물에 溶解한 것 9ml에 濃鹽酸 100ml를 加하고 여기에 1ml의 稀釋한 1,1-diethoxyethane(1ml當 1,1-diethoxyethane 2.78 μ moles 含有)을 加하여 混合한 것이며 實驗時마다 새로이 調製하여 使用하였다.

(6) KCl에 使한 carrageenan溶液의 分割 沈澱 및 劃分の 組成

(a) 劃分 I

0.5% carrageenan 溶液 200ml에 0.125M KCl 200ml를 교반하면서 5分間에 걸쳐 次々히 注加하여 5分間 교반하고 1時間 放置한 후 遠心分離(3,000rpm, 40分)하여 얻어진 沈澱物을 劃分 I로 하였다. 劃分 I의 약 2/3量을 精稀하여 劃分 I의 SO₃含量을 測定하였다. 劃分 I의 殘餘物은 물에 溶解시켜 phenol黃酸法으로 carrageenan含量을 測定하고, 또 3,6-anhydro-D-

galactose含量을 測定하였다.

(b) 劃分 II

劃分 I을 劃分하고난 遠沈上澄液에 2M KCl 溶液을 교반하면서 5分間에 걸쳐 次々히 注加하여 混合液의 KCl濃度가 0.25M이 되도록 하여 5分間 교반하고 1時間 放置한후 遠心分離(3,000rpm, 40分)하여 얻어진 沈澱物을 分取하여 SO₃含量을 測定하고 나머지는 물에 溶解시켜 phenol黃酸法으로 carrageenan含量의 測定 및 3,6-anhydro-D-galactose의 含量을 測定하였다.

(c) 劃分 III

劃分 II를 劃分하고난 遠沈上澄液을 80°C의 水浴上에서 凝固되지 않을 정도의 極少量으로 濃縮하여 cellulose tubing(Visking Co. 製)에 넣어 3日間 물에 대하여 透析한다음 溶液의 KCl濃度가 0.1M이 되도록 0.5M KCl溶液을 注加, 混合한 다음 3倍容量의 methanol을 加하여 교반하고 30分間 放置한 후 濾布로 濾過하였다. 分離된 沈澱物은 劃分 II 때와 같은 方法으로 처리하여 SO₃含量, carrageenan 含量의 測定, 3,6-anhydro-D-galactose의 含量을 測定하였다.

結果 및 考察

*Euचेuma cottonii*와 眞두발의 一般成分組成은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of material algae (% , dry basis)

Species of algae	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	Nitrogen free extract
<i>Euचेuma cottonii</i>	3.2	0.9	29.7	4.7	61.5
<i>Chondrus ocellatus</i>	21.5	0.5	24.5	2.0	51.5

*Euचेuma cottonii*와 眞두발의 carrageenan 含量과 抽出한 carrageenan의 SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose 含量은 Table 2와 같다.

Table 2. Carrageenan content in material algae and composition of the carrageenan samples (% , dry basis)

Material algae	Carrageenan content	Composition of carrageenan	
		% SO ₃	% 3,6-AG
<i>Euचेuma cottonii</i>	58.7	23.7	26.6
<i>Chondrus ocellatus</i>	46.7	26.9	22.9

*Euचेuma cottonii*와 眞두발의 carrageenan含量을 보면 眞두발의 *Euचेuma cottonii*가 58.7%, 우리나라 産 眞두발이 46.7%로 *Euचेuma cottonii*가 다소 높게 나타났다. carrageenan의 SO₃ 含量은 *Euचेuma cottonii*가 23.7%로 眞두발의 26.9% 보다 낮은 값을 보였고 3,6-anhydro-D-galactose의 값은 *Euचेuma cottonii*가 26.6%, 眞두발이 22.9%로 *Euचेuma cottonii*가 다소 높은 값을 보였다.

Carrageenan의 SO₃含量과 3,6-anhydro-D-galactose 含量은 서로 逆相關關係를 나타내어 SO₃ 含量이 적은 *Euचेuma cottonii*는 3,6-anhydro-D-galactose의 값이 많고, SO₃含量이 높은 眞두발은 3,6-anhydro-D-galactose의 값이 낮았다.

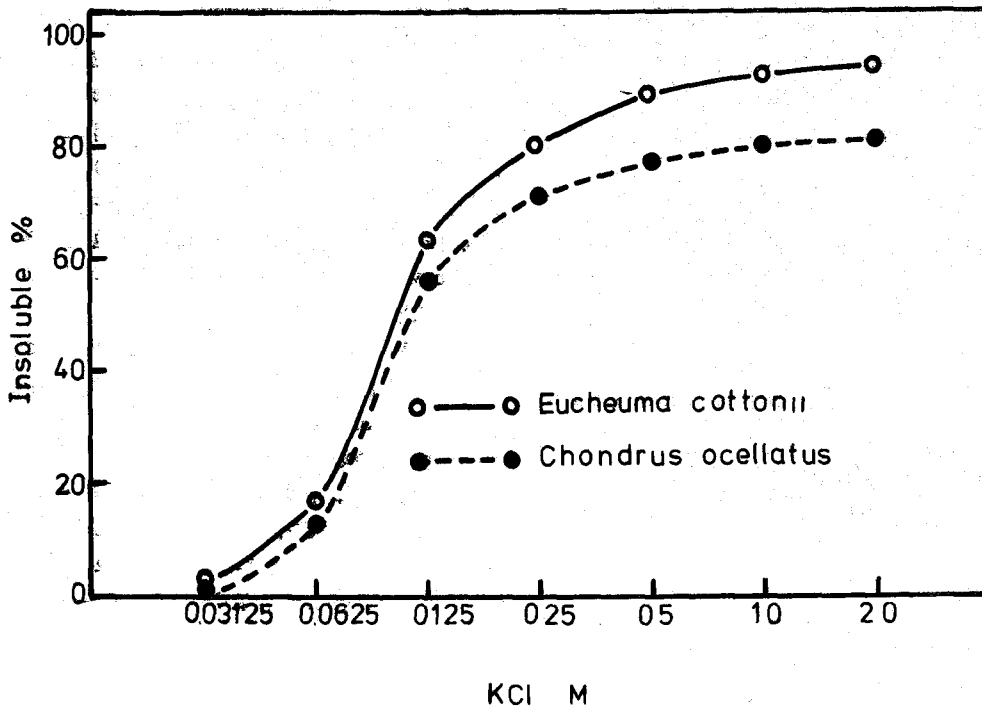


Fig.1 Precipitation curves for carrageenan samples.

Carrageenan의 KCl 溶液에 對한 溶解度를 調査하기 위하여 0.5% carrageenan 溶液에 0.03125~2.0M 사이의 7 種類의 濃度가 다른 KCl 溶液을 각각 等量混合 했을 때 沈澱되는 carrageenan의 比率를 나타낸 것이 沈澱曲線으로 Fig.1이다.

Eucheuma cottonii carrageenan은 0.125~2.0M 사이의 KCl 濃度에서 약 2/3량이 沈澱되었으며, 이 點에서는 진두발 carrageenan도 비슷한 傾向을 나타내었다. 그리고 各濃度別 KCl 溶液에 대한 沈澱量은 *Eucheuma cottonii* carrageenan이 진두발 carrageenan보다 다소 높은 값을 보이고 있다.

Smith 등(1953)은 carrageenan을 KCl 溶液에 대한 溶解度의 差異로부터 0.125~0.25M의 KCl 溶液에 沈澱하는 K-carrageenan과 溶存하는 λ-carrageenan의 2 種類로 分類하였다. 한편 Pernas 등(1967)은 carrageenan의 沈澱曲線을 檢討해 볼 때 0.125M KCl과 0.25M KCl 濃度사이에서 뚜렷한 階段을 찾기 어렵기 때문에 carrageenan은 2 種類만이 아닌 더 많은 種類의 混合物이라고 推定하였다. 우리나라 產 진두발, 지누아리, 돌가사리를 試料로 하여 調査한 朴 등(1976)의 報告에서도 진두발 carrageenan은 0.0625M에서 0.125M KCl 濃度사이에서 沈澱曲線의 飛躍이 있었고, 돌가사리 carra-

geenan은 0.125M과 0.25M 사이의 KCl 濃度에서 沈澱曲線의 飛躍이 있었고 지누아리 carrageenan은 沈澱曲線의 뚜렷한 飛躍을 認定할 수 없었다고 한다.

本研究의 結果에서 *Eucheuma cottonii* carrageenan은 0.0625M KCl에서 0.125M KCl 濃度사이에서 기울기의 急傾斜를 볼 수가 있다. 이러한 結果를 볼 때 carrageenan은 產地 및 原藻의 種類에 따라 成分組成에 많은 差異가 있으며 그 物理化學的 性狀이 많이 다르다고 推定할 수 있다.

Carrageenan의 KCl 溶液에 대한 溶解度의 結果를 要約하여 表示한 것이 Table 3이다.

Table 3. Solubility of carrageenan samples in potassium chloride solution.

Material algae	Precipitate at 0.125M KCl	Precipitate between 0.125 and 2.0M KCl	Soluble at 2.0M KCl
<i>Eucheuma cottonii</i>	65.4	32.9	1.7
<i>Chondrus ocellatus</i>	58.1	23.1	18.8

Eucheuma cottonii carrageenan은 전체의 65.4%가 0.125M KCl 濃度에서 沈澱하고 32.9%가 0.125M과

2.0M KCl濃度 사이에서 沈澱하였으며 1.7%는 2.0M KCl濃度에서 溶存하였다. 진두발 carrageenan은 58.1%가 0.125M KCl濃度에서 沈澱하였으며, 23.1%가 0.125M과 2.0M KCl濃度 사이에서 沈澱하였고, 18.8%는 2.0M KCl濃度에서 溶存하였다. 즉 0.125M KCl濃度에서 沈澱하는 量은 *Eucheuma cottonii* carrageenan이 높았고 0.125M과 2.0M KCl濃度 사이에서 沈澱하는 量도 *Eucheuma cottonii* carrageenan이 높게 나타났다. 2.0M KCl濃度에서 溶存하는 量은 진두발 carrageenan이 월등히 높게 나타났다.

Fig. 1의 沈澱曲線에 있어서 *Eucheuma cottonii* carrageenan의 曲線이 急傾斜를 보이는 0.0625M에서 0.125M KCl濃度사이의 carrageenan 溶解度와 진두발 carrageenan의 曲線이 飛躍하는 0.0625M에서 0.125M KCl濃度사이에 있어서의 carrageenan溶解度와 carrageenan의 成分組成을 關聯지워 檢討하기 위하여 이 KCl濃度 範圍에서 carrageenan을 3個 劃分으로 分割하여 各劃分의 收率, SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose의 含量을 調査한 것이 Table 4이다.

Table 4. Yield and composition of fractional precipitate of carrageenan with potassium chloride

Material algae	Fraction number	Yield, %*	Composition of fraction	
			% SO ₃	% 3,6-AG
<i>Eucheuma cottonii</i>	I. Precipitate at 0.0625 M KCl	53.2	22.1	29.1
	II. Precipitate between 0.0625 and 0.25M KCl	7.3	26.1	26.7
	III. Soluble at 0.25M KCl	30.4	28.8	21.6
<i>Chondrus ocellatus</i>	I. Precipitate at 0.0625M KCl	54.8	20.2	30.3
	II. Precipitate between 0.0625 and 0.25 M KCl	11.6	32.9	24.7
	III. Soluble at 0.25M KCl	3.9	37.7	15.0

* Yield given as percentage of total recovery.

즉 0.5% carrageenan 溶液에 等量의 0.125M KCl을 加하여 混合液의 carrageenan濃度を 0.25%, KCl濃度を 0.0625M로 하였을 때 沈澱하는 劃分을 劃分 I, 이것을 分割하고난 殘液에 2M KCl을 加하여 混合液의 KCl濃度を 0.25M로 하였을 때 沈澱하는 劃分을 劃分 II, 이것을 分割하고난 殘液에 溶存하는 劃分을 劃分 III이라고 하였다.

劃分 I의 收率は 2種類의 carrageenan이 거의 비슷하여 53~55% 정도이나 劃分 II 및 III의 收率は 種類에 따라 差異가 있어 劃分 II의 경우 *Eucheuma cottonii* carrageenan은 7.3%이고 진두발 carrageenan은 11.6%이었고, 劃分 III은 *Eucheuma cottonii* carrageenan이 30.4%인데 비하여 진두발 carrageenan은 3.9%이었다. 이러한 點으로 볼때 KCl 溶液에 대한 carrageenan의 溶解度는 *Eucheuma cottonii* carrageenan이 진두발 carrageenan보다 높다고 할 수 있다.

各劃分의 SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose含量的 變化 樣相은 비슷한 傾向을 나타내었다. SO₃含量은 2種類 모두 劃分 III이 가장 많고 劃分 II가 다음이고, 劃分 I이 가장 적었다. 3,6-anhydro-D-galactose含量은 SO₃含量과는 反對로 2種類 모두 劃分 I이 가장 높았고 劃分 II가 다음이고 劃分 III이 가장 낮았다.

SO₃含量 및 3,6-anhydro-D-galactose 含量을 carrageenan溶解度와 關聯지워 볼때 SO₃含量이 많고 3,6-anhydro-D-galactose含量이 적은 carrageenan이 KCl溶液에 대한 溶液度가 낮다고 할수 있다. 이러한 點으로 볼 때 劃分 I은 K-carrageenan의 量이 많고 劃分 III은 λ-carrageenan의 量이 많다고 推定할 수 있다. 또한 이 傾向은 우리나라産 진두발, 저누아리, 돌가사리를 試料로하여 調査한 朴 등(1976)의 結果와 진두발을 試料로 carrageenan의 成分組成의 季節變化를 調査한 金 등(1978)의 結果와 같은 傾向을 보이고 있다.

要 約

Philippine産 原藻인 *Eucheuma cottonii*의 carrageenan含量과 이로부터 抽出한 carrageenan의 SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose含量, KCl溶液에 대한 溶解度, KCl濃度別에 따라 分割한 劃分의 含量에 대하여 調査하였으며 原料學的인 比較目的으로 우리나라産 진두발(*Chondrus ocellatus*)의 carrageenan含量과 그 化學的 性狀을 比較 檢討하였다.

1. Carrageenan含量은 *Eucheuma cottonii*가 진두발보다 높은 값을 나타내어 乾物當 약 59%의 含量을 보였

다.

2. Carrageenan의 SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose의 함량을 보면 *Eucheuma cottonii*가 진두발보다 SO₃함량은 적고 3,6-anhydro-D-galactose의 함량이 많은傾向을 나타내었다.

3. Carrageenan의 KCl溶液에 대한 溶解度는 0.125M KCl濃度에서 沈澱하는 比率 및 0.125M과 2.0M KCl濃度사이에서 沈澱하는 比率는 *Eucheuma cottonii*가 진두발보다 높았으나 2.0M KCl濃度에서 溶存하는 比率는 진두발이 *Eucheuma cottonii*보다 높은 값을 나타내었다.

4. Carrageenan을 KCl溶液에 대한 溶解度의 差異로부터 3劃分으로 分割하였을 때 劃分 I, II의 收率은 *Eucheuma cottonii*와 진두발이 큰 차이가 없었으나 劃分 III의 收率은 *Eucheuma cottonii*가 월등히 많아 약 8배의 값을 나타내었다.

5. 各劃分の SO₃ 및 3,6-anhydro-D-galactose의 함량은 서로 逆相關關係를 나타내었고, KCl溶液에 대한 溶解度가 큰 劃分일수록 SO₃함량이 높고 3,6-anhydro-D-galactose의 함량이 낮은 값을 나타내었다.

文 献

Anderson N. S., J. W. Cambell, M. M. Harding, D. A. Rees and J. M. B. Samuel (1969): X-ray diffraction studies of polysaccharide sulphate; Double helix models for K-and λ-carrageenans. *J. Mol. Biol.*, 45, 85-89.

Arsenault G. G. and W. Yaphe (1975): Effect of acetaldehyde, acetic acid and ethanol on the resorcinol test for fructose. *Anal. Biochem.*, 13, 133-142.

Baker G. L. (1949): Edible gelling composition containing Irish-moss extract, locust-bean gum, and an edible salt(Quoted from *Chem. Abstr.*, 43, 5132).

Bauer C. D., R. M. Marksand and E. A. Bernadoni (1959): Calcium enriched milk (Quoted from *Chem. Abstr.*, 53, 9514).

Berndt L. H. and R. A. Klein(1958): Irish-moss extract for chocolate-flavored beverages(Quoted from *Chem. Abstr.*, 52, 14024).

Black W. A. P., W. R. Blackemore, J. A. Colquhoun and E. T. Dewar(1965): The evaluation

of some red algae as a source of carrageenan and of its K-and λ-components. *J. Sci. Food Agr.*, 16, 573-585.

Black W. A. P. (1966): Preparation and some of the properties and uses of the K-and λ-carrageenans. *Soc. Chem. Ind. London Monogr.*, 24, 33-45.

Dubois M., K. A. Gillis, J. K. Hamilton, P. A. Rebers and F. Smith (1956): Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350-356.

Giddey C. (1961): Artificial protein fibers(Quoted from *Chem. Abstr.*, 55, 2128).

Glabbe E. F. and E. C. Jertson(1969): Continuous-mix bread(Quoted from *Chem. Abstr.*, 70, 56486a).

Gorden A. L., J. J. Jones and M. N. Overholt (1966): About the milk reactivity of several red seaweed extracts. *Proc. Int. Seaweed Symp. 5th, Halifax, Canada, 377.* Pergamon Press, London.

Hansen P. M. T. (1968): Stabilization of an α_s-casein by carrageenan. *J. Dairy Sci.*, 51, 192-195.

Hess M. P. and A. E. Sichrs (1949): Stabilizer from Irish moss residue(Quoted from *Chem. Abstr.*, 43, 5132).

Kim S. S. and Y. H. Park(1978): Seasonal variation in carrageenan content and its chemical composition of *Chondrus ocellatus*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 11, 55-64.

MacMullan E. A. and F. R. Eirich(1963): The precipitation reaction of carrageenan with gelation. *J. Collo. Sci.*, 18, 526-537.

Masson C. R. and D. A. I. Goring(1955): Studies on carrageenan: The effect of shear rate on viscosity. *Can. J. Chem.*, 33, 895-903.

Rainter T. J. (1966): The location of the sulphate half-ester groups in furcellaran and K-carrageenan. *Proc. Int. Seaweed Symp. 5th, Halifax, Canada, 305-313.* Pergamon Press, London.

Park Y. H., J. H. Pyeon, H. K. Oh and Y. J. Kang (1976): Utilization of unexploited algae

- for food or other industrial uses: Carrageenan content and its chemical characteristics in several species of *Rhodophyceae*. Bull. Korean Fish. Soc., 9, 163-168.
- Pernas A. J., O. Smidsrod, B. Larsen and A. Haug (1967): Chemical heterogeneity of carrageenans as shown fractional precipitation with potassium chloride. Acta. Chem. Scand., 21, 98-110.
- Polya E. and J. Green(1969): Egg custard composition (Quoted from Chem. Abstr., 70, 27783q).
- Rees D. A. (1969): Structure, conformations and mechanism in the formation of polysaccharide gels and networks. Advan. Carbohydr. Chem. Biochem., 24, 267-332.
- Ress D. A., I. W. Steel and F. B. Williamson (1969): Conformational analysis of polysaccharides. III. The relation between stereochemistry and properties of some natural polysaccharide sulphates. J. Polym. Sci. part C: 28, 261-276.
- Smith D. B. (1953): The effect of K- and λ -carrageenans on the viscosity of milk. Can. J. Tech., 31, 209-212.
- Smith D. B. and W. H. Cook(1953): Fractionation of carrageenan. Acta. Biochem. Biophys., 45, 232-233.
- Smith A. K., A. M. Nash, A. C. Eldridge and W. J. Wolf (1962): Recovery of soybean whey protein with edible gums and detergents, J. Agr. Food Chem., 10, 302-304.
- 田宮 博, 渡邊 篤 (1965): 藻類 實驗法, 南江堂, 東京. pp. 314-315,
- 東京大學農藝化學教室(1960): 實驗農藝化學, 上卷. 朝倉書店, 東京, pp. 7-9,
- Towle(1973): Industrial Gums, R. L. Whistler, ed. (Academic Press, New York, 2nd ed.) pp. 83-114.
- Werbin S. J. (1950): Ice cream stabilizer(Quoted from Chem. Abstr., 44, 5496).
- Wilcox D. F. (1958): Sterilized concentrated milk (Quoted from Chem. Abstr., 52, 18957).
- Yaphe W. and G. P. Arsenault(1975): Improved resorcinol reagent for the determination of fructose and 3,6-anhydrogalactose in polysaccharides. Anal. Biochem., 13, 143-148,