

韓國產 食用 海藻類의 成分에 關한 研究

I. 數種 食用 褐藻類의 構成 成分에 對하여

李 仁 圭

(서울大·文理大·植物學科)

沈 相 七·趙 漢 玉·李 鍾 旭

(原子力廳·放射線農學研究所)

(1971. 12. 10 수리)

On the Components of Edible Marine Algae in Korea

I. The Components of Several Edible Brown Algae

In Kyu Lee

(Dept. of Botany, Seoul National Univ.)

Sang Chil Shim, Han Ok Cho, Chong Ouk Rhee

(Radiation Research Institute in Agriculture, Office of Atomic Energy)

(Received Dec. 10, 1971)

Summary

In order to investigate chemical components of edible marine algae in Korea, the present work is carried out with ten edible and two non-edible species of brown algae, collected from Cheju-island during October, 28-30 in 1970.

Among the general components, water content is about 14-16% to dry weight and the crude protein about 16%, which are almost similar in content compared with several non-cultivate edible land plants. The content of crude fat is about 0.7-2.0%, and that of crude fiber about 3-8%, while the content of crude ash is 9.17-16.89%. The last one is more than two times in content compared with the land plants. The reducing sugar is about 0.27-2.49% in general.

On the other hand, among the minerals Ca content is the most abundant, 1.73-2.51%, and the next is S, 1.0-1.8%. Mg and I are around 0.1-1%, while K and Na are about 1% in content. Among the micro-elements, Fe and Zn are about 0.01-0.03%, and Cu and Mn 0.001-0.005% in content.

There is no special significant difference in chemical components between the edible and non-edible species of brown algae. Moreover, so far as the present investigation is concerned, there can be found no significant inter-species relationship on the taxonomical or phylogenetical points of view, considering their components.

緒 論

海藻類를 食用하는 風習은 世界 各地에서 흔히

볼 수 있으나, 많은 種類를 大量으로 常食하는 習
慣은 東南亞 地域과 오스트라리아, 뉴지랜드 및 하
와이 諸島 等地의 太平洋 沿岸 諸國에 局限되고 있

다^{1,2)}. 그 中 韓國, 日本 및 中國 等地에서는 特 히 많은 海藻類를 利用하므로 國家的으로도 重要 視되는 食品의 하나로 取扱되고 있다^{3,4)}.

韓國產 食用 海藻類는 鄭·朴이 報告한 韓國 海藻 目錄⁵⁾ 속에 44種이 收錄되어 있어서 外國에서도 이를 引用하고 있는데⁶⁾, 그 目錄에는 食用이라고 報告한 것 중 전혀 食用되지 않는 海藻類가 있을 뿐만 아니라, 實際로 食用하고 있는 種類도 이 目錄에서 누락된 것이 허다하다. 姜⁶⁾은 이와 같은 事實을 認定하고 鄭·朴의 目錄을 修正 報告하였고, 이어서 韓國產 有用 海藻類의 目錄⁷⁾ 및 韓國 動物植物圖鑑⁸⁾ 속에 50餘種의 食用 海藻類를 새로 히 列學하고 있다.

食用 海藻類 中 김·미역·파래·다시마 등은 널리 알려진 食品이거니와, 그 밖에도 漁民들은 여러가지 海藻類들의 發育初期의 어린 個體라든지 또는 새순을 食用하고 있다. 그러나 이들 食用性 海藻類 全般에 걸친 營養價의 評價 혹은 構成成分의 分析報告는 별로 찾아 볼 수 없는 實情이고, 上記한 김·미역·파래 등의 몇몇 種類에 局限된, 그 리고 斷片的인 研究報告만 있을 뿐이다⁹⁻¹⁵⁾.

海藻類의 食品의 價値는 그 特異한 風味와 各種 무기염류의 含量 및 비타민, 특수 아미노 산 등을 풍부히 가진 點에 있을 것이나, 탄수화물의 경우는 大部分이 非消化性 多糖類로서 그 消化率이 一般 陸上植物의 澱粉에 비하여 3분의 1정도에 지나 지 않는다¹⁶⁾.

本 研究는 이와 같이 漁民들에 依하여 常食되는 몇가지 海藻類의 구성성분 중 특히 粗蛋白質을 위 시한 일반성분과 主要 무기염류의 含量을 밝혀 이들이 食品으로서 利用 價値가 있는지의 與否를 알아보고져 于先 10餘種의 食用 海藻類를 採集하여 分析檢討하였기에 報告코져 한다.

材料 및 方法

材料는 1970年 10月 28~30日間 제주도 제주시, 성산포, 서귀포 및 모슬포에서 採集하였다(Tab. 1). 이 중 葉狀體의 어린 순이나 새싹 또는 그 全部를 食用하는 종류는 패, 넓패, 개미역쇠, 미역, 넓미역, 감태, 툇, 지층이, 모자반, 잔가시모자반 등이고, 짝잎모자반과 툇니모자반은 食用하고 있지 않으나, 동물의 飼料로서는 흔히 利用되고 있

Table 1. Samples used in this experiment

Korean name	Scientific name
패	<i>Ishige okamurai</i> Yendo
넓 패	<i>Ishige foliacea</i> Okamura
개미역쇠	<i>Petalonia fascia</i> (Müller) Kuntze
미역	<i>Undaria pinnatifida</i> (Harv.) Suringer
넓미역	<i>Undaria peterseniana</i> (Kjellm.) Okamura
감 태	<i>Ecklonia cava</i> Kjellman
툇	<i>Hizikia fusiforme</i> (Harv.) Okamura
지층이	<i>Sargassum thunbergii</i> (Mert.) Kuntze
모자반	<i>Sargassum fulvellum</i> Agardh
잔가시모자반	<i>Sargassum micracanthum</i> (Kütz.) Yendo
짝잎모자반	* <i>Sargassum hemiphyllum</i> C. Agardh
툇니모자반	* <i>Sargassum serratifolium</i> C. Agardh

(*non-edible species)

다. 그러나 이 報告에서는 이들 非食用性 褐藻類도 함께 비교검토하였다.

海藻類의 構成成分은 一般的으로 季節別, 地域別 또는 生育時期別 등에 따라서 그 含量에 變化가 多様하므로^{10,16-18,31,32,35)} 材料를 採集할 때 이를 마땅히 區分해서 處理하여야 하는 데 이번에는 于先 同一地域에서 같은 時期에 採集한 것들을 골 고루 섞어서 이를 試料로했다. 단, 넓미역만은

生育時期가 다르기 때문에 1969年 5月에 採集한 것을 分析했다. 그러므로 季節 또는 地域의인 差異에서 오는 化學成分 含量의 變化는 다루지 못했다.

試料의 처리는 現地에서 風乾한 뒤 수돗물로 세 번 씻고, 무기물 및 雜物을 除去한 뒤, 증류수로 닦아서 다시 風乾하여 plant mill(Wiley co.)로 20 mesh가 되도록 분쇄하였다. 特히 철분 分析用 試料에 대하여서는 철분의 混入을 防止하는 데 充

分한 努力을 했다.

가) 一般成分의 分析

1) 水分 : 試料 10g.을 秤量하여 rapid moisture tester(Brabender co.)로 測定하였다.

2) 粗蛋白質 : 試料 0.3g.을 秤量하여 microkjeldahl 法에 의하여 定量하였다.

3) 粗脂肪 : 試料 2.5g.을 秤量하여 soxhlet apparatus 를 써서 精量하였다.

4) 粗纖維 : 試料 2g.을 1.25% H₂SO₄ 및 1.25% NaOH 를 써서 A.O.A.C.法²³⁾으로 分解시키고 그 殘渣는 Cl₂-gas 로 포화된 수용액에 24時間을 放置해 두었다가 이것을 glass filter(1-G-3)로 濾過하여 먼저 0.1N NaOH 50ml로 씻어낸 다음, 이어서 증류수, 95% 알콜, ether 等으로 씻어낸 것을 定量하였다.

5) 粗灰分 : 試料 2g.을 550~600°C의 전기로에 넣고 10 시간동안 灰化시켜 定量하였다.

6) 水溶性 유리還元糖 : 試料 2g.을 달아서 Somogyi 變法¹⁹⁾에 의하여 환원당을 定量하고 이 값을 glucose 의 量으로 표시하였다.

7) 總糖量 : 試料 1.5g.을 2.5% HCl 10ml 를 混入한 증류수 100ml에 넣고 2.5 시간 동안 가수 分解시킨 다음, 濾過하여 10% NaOH 로 中和시키고 Somogyi 變法¹⁹⁾으로 환원당을 定量하여 총당량으로 환산하였다.

나) 無機鹽類의 定量

試料 2g.을 conc. HNO₃ 15ml 로 分解시킨 다음, 70% perchloric acid 3ml 를 넣어서 分解를 끝내고 증류수 30ml 를 넣어서 稀釋한 다음, Toyo No. 5B 濾紙로 걸르고 그 殘渣를 증류수로 채워 一定量의 試液을 만들어 P, Fe, Ca, Na, Cu, Zn 등을 定量했고 기타 무기염류는 건조시료를 직접, 분석에 사용하였다.

1) P : 試液 20ml 를 가지고 vanado-molybdate 法²⁰⁾으로 발색시켜, Colemann spectrophotometer (Model 6/20)로 420m μ 의 O.D.를 읽어 표준곡선

에 의하여 定量하였다.

2) Fe : 試液 25ml 로서 o-phenanthroline 法²¹⁾에 의하여 發색시킨 것을 530m μ 의 O.D.를 읽어 표준곡선으로 精量하였다.

3) Ca : 試液 5ml 를 Fisher 와 Peters 의 칼슘精량법²¹⁾에 의하여 精量하였다.

4) Na : Na 표준용액(1, 2, 5, 10, 15 및 20ppm)과 20 배로 희석한 試液을 각각 nippon jarrel-ash atomic absorption and flame emission 分析器에서 파장 5890Å, 500PM volt, 0~10mv recorder sens., 40mm/min chart speed, 및 연료는 수소가스 0.6kg/cm², 공기 1kg/cm²의 상태하에서 測定하여 표준곡선으로 定量하였다²⁵⁾.

5) K : Na 에서와 동일한 기기 및 상태하에서 파장 7665Å 의 것을 測定하여 精量하였다²⁵⁾.

6) Cu : Na 에서와 동일한 기기를 써서 파장 3247Å, 450PM volt, 13mA 에서 測定하고, 표준곡선에 의하여 精量하였다²⁵⁾.

7) Zn : Zn도 위의 器機로 파장 2139Å, 연료는 수소 0.7kg/cm², 공기 1kg/cm²의 조건하에서 測定하고, 표준곡선으로 精量하였다²⁵⁾.

8) S : 시료 1g.을 써서 dry ashing barium sulfate 법²⁶⁾으로 精量하였다.

9) Cl : 試料 1g.으로서 Chapman 과 Prat 의 염소 精량법²⁶⁾에 따라서 精量하였다.

10) Mg : 試料 1g.을 써서 Deijs 와 Hekman 의 마그네슘精량법²⁷⁾에 따라서 精量하였다.

11) Mn : 中性子勸起法²⁴⁾에 의하여 試料 100mg.으로서 精量하였다.

12) I : 試料 1.5g.으로서 Chou 와 Ni 의 요오드精량법²⁸⁾에 의하여 精量하였다.

結果 및 考察

以上の 實驗 結果 얻어진 食用 褐藻類의 一般成分 및 主要 無機鹽類의 乾燥量에 對한 百分率은 別表와 같다(Tab 2, 3).

Table 2. Some chemical components of several edible marine brown algae*

name of species	moisture	crude protein	crude fat	N-free extract	crude fiber	crude ash	free sugar	total sugar
<i>Ishige okamurai</i>	14.05	14.99	0.77	53.01	5.74	11.44	1.55	16.65
<i>Ish. foliaceae</i>	16.65	12.01	1.03	54.71	3.15	12.45	0.91	20.49
<i>Petalonia fascia</i>	15.20	19.37	1.96	43.74	7.72	12.01	0.54	6.36
<i>Undaria pinnatifida</i>	16.00	13.21	1.37	44.97	7.56	16.89	0.55	11.30
<i>Und. peterseniana</i>	11.85	17.94	2.08	—	—	13.41	2.49	9.59
<i>Ecklonia cava</i>	15.70	16.55	1.26	50.10	3.42	12.97	0.36	6.30
<i>Hizikia fusiforme</i>	16.50	16.76	0.71	44.83	5.93	15.27	0.27	9.68

<i>Sargassum thunbergii</i>	14.60	11.12	1.40	57.10	6.61	9.17	1.01	12.33
<i>Sarg. fulvellum</i>	15.95	9.20	1.82	54.15	7.63	11.25	0.88	10.97
<i>Sarg. micracanthum</i>	14.85	10.49	7.21	45.29	11.35	10.81	0.59	10.55
<i>Sarg. hemiphyllum**</i>	16.10	11.72	0.13	53.70	6.65	11.70	1.50	11.46
<i>Sarg. serratifolium**</i>	14.60	8.86	3.50	55.53	6.39	11.12	0.83	7.16

(*percentage to dry weight)

(**non-edible species)

Table 3. Content of minerals in several edible marine brown algae*

name of algae	Ca	S	K	Na	P	Cl
<i>Ishige okamurai</i>	1.730	1.778	0.588	1.216	0.106	0.336
<i>Ish. foliacea</i>	1.975	1.585	0.557	1.722	0.114	0.088
<i>Petalonia fascia</i>	2.110	1.048	1.462	1.193	0.208	0.262
<i>Undaria pinnatifida</i>	2.100	1.552	1.158	0.619	0.089	0.164
<i>Und. peterseniana</i>	2.455	1.565	1.267	—	0.191	0.265
<i>Ecklonia cava</i>	1.815	1.285	1.526	1.596	0.187	0.398
<i>Hizikia fusiforme</i>	1.980	1.473	—	1.049	0.066	0.547
<i>Sargassum thunbergii</i>	1.940	1.356	0.629	0.312	0.057	0.368
<i>Sarg. fulvellum</i>	2.470	1.277	0.567	0.421	0.064	0.254
<i>Sarg. micracanthum</i>	2.265	1.472	0.925	0.487	0.071	0.247
<i>Sarg. hemiphyllum**</i>	3.510	1.418	0.537	0.368	0.064	0.188
<i>Sarg. serratifolium**</i>	1.850	1.543	1.498	0.550	0.060	0.224

name of algae	Mg	I	Fe	Mn	Cu	Zn
<i>Ishige okamurai</i>	0.537	0.244	0.0288	0.0048	0.0017	0.0728
<i>Ish. foliacea</i>	1.012	0.268	0.0304	0.0057	0.0007	0.0485
<i>Petalonia fascia</i>	0.686	0.139	0.0425	0.0023	0.0012	0.0984
<i>Undaria pinnatifida</i>	0.526	0.554	—	0.0091	0.0025	0.0282
<i>Und. peterseniana</i>	1.153	0.533	0.0279	0.0034	—	—
<i>Ecklonia cava</i>	0.478	0.192	0.0183	0.0070	0.0006	0.0339
<i>Hizikia fusiforme</i>	0.383	1.003	0.0329	0.0038	0.0014	0.0284
<i>Sargassum thunbergii</i>	0.600	1.165	0.0140	0.0063	0.0011	0.0502
<i>Sarg. fulvellum</i>	1.033	0.207	0.0286	0.0031	0.0044	0.0808
<i>Sarg. micracanthum</i>	0.658	1.641	0.0300	0.0025	—	0.0817
<i>Sarg. hemiphyllum**</i>	1.072	0.662	0.0298	0.0069	0.0014	0.0911
<i>Sarg. serratifolium**</i>	0.946	1.057	0.0105	0.0045	0.0010	0.0545

(*percentage to dry weight)

(**non-edible species)

가) 一般化學成分

試料가 함유하는 水分은 개미역쇠의 11.85%에서 넓배의 16.65%까지 변화를 보여 주고 있으나 大部分의 餘他 藻類는 14~16% 정도의 수분을 지니고 있었다.

粗蛋白質의 함량은 개미역쇠의 19.37%가 가장 높고, 그 외의 大部分은 16% 정도이다. 모자반류는 9~11%로서 특히 낮은 함량을 나타내었다. 이 결과는 豆類의 粗蛋白質 34~47%에 비하여는 매우 낮은 함량이나, 陸上 野生 食用植物 中 도라지, 고비 등과는 그 함량이 거의 비슷하다^{29,30}.

또한 梁¹⁰이 조사한 제주산 갈조류의 조단백질 보다 全般的으로 높은 함량을 나타내고 있음은 注目 할만하다.

粗脂肪은 種類에 따라서 그 함량이 多樣하여 잔가시모자반의 7.21%로부터 非食用인 짝일모자반의 0.13%까지 폭 넓은 변화를 나타내고 있으며 全般的으로는 0.7~3.5% 정도였다. 이 결과는 高橋 等¹³이 조사한 韓國產 褐藻類의 粗脂肪 含量보다 1~2%가 낮다.

粗纖維는 一般的으로 3~8% 범위였으나 잔가시모자반은 11.35%로 높은 含量을 보였다.

교하여 注目할만큼 特異하지 않으나, 粗灰分 및 各種 무기염류에 있어서는 매우 두드러지게 큰 差異를 나타내고 있다. 特히 藻類의 原形質膜 維持나, 콜로이드 및 細胞膜 物質과 鹽基性, CaCO₃의 대량 생성 등³⁴⁾에 주요한 구실을 하는 Ca 이 무기염류 중 가장 높은 함량을 나타내고 있음은 매우 흥미 있는 일이다.

Ca/Mg 및 K/Na의 함량비는 陸上植物의 경우 植物 生活環境을 나타내는 한 要因으로 취급하기도 하는데³⁵⁾ 本 實驗에서 본 이들의 함량비는 자기 다음과 같다(Tab. 4). 이 結果에 依하면 K/Na의 비는 大體로 0.3~2.0인데 톱니모자반이 2.72로 가장 컸다. 石橋 等³²⁾이 조사한 結果(0.3~1.4)보다는 그 變化의 폭이 약간 넓었다. 또한 Ca/Mg의 비는 1.2~3.8의 범위에 있으나 톱이 5.17로 특히 컸다. 이 結果는 山本³¹⁾가 조사한 0.29~2.35보다 전반적으로 약간 높은 상태이다. 그러나 *Desmarestia*(Ca/Mg; 17.21)³¹⁾에서와 같은 有意性은 없는 것으로 생각된다. 그것은 이들 갈조류가 생육하는 환경이 바다라는 均質의 條件이라는 점을 생각하면 수급이 가기도 한다.

食用 褐藻類와 非食用 褐藻類를 相互 區分할 만큼 特記할 수 있는 成分의 差異性은 거의 찾아볼 수 없었으며, 특히 아미노 酸의 分析 結果에서 볼 수 있었던 바와 같은 種間 乃至 目間의 系統學的 有緣關係^{22, 37-39)}를 本 實驗 結果만으로는 찾아볼 수 없었다.

一般 漁民이 이들 海藻類를 食用함에 있어서 主로 찌게나 나물 따위로 해서 利用하고 있으므로 이들이 함유하고 있는 무기염류가 조리과정에서

Table 4. The comparison of Ca/Mg and K/Na content of several edible marine brown algae

name of algae	Ca/Mg	K/Na (gr./gr.)
<i>Ishige okamurai</i>	3.22	0.48
<i>Ish. foliacea</i>	1.95	0.32
<i>Petalos.iz fascia</i>	3.07	1.23
<i>Undaria pinnatifida</i>	3.74	1.88
<i>Und. peterseniana</i>	1.26	—
<i>Ecklonia cava</i>	3.80	0.96
<i>Hizikia fusiforme</i>	5.17	—
<i>Sargassum thunbergii</i>	3.23	2.02
<i>Sarg. fulvellum</i>	2.39	1.35
<i>Sarg. micracanthum</i>	3.44	1.90
<i>Sarg. hemiphyllum*</i>	3.27	1.46
<i>Sarg. serratifolium*</i>	1.96	2.72

(*non-edible species)

손실될 염려는 거의 없을 것으로 생각된다. 그러나 원칙적으로 그들이 食用 海藻類를 利用함에 있어서 그 선택의 기호는 해조류에 대한 食品으로서의 營養學的 價値 評價에 앞서 風味나 기호 또는 習慣에 더 많이 좌우되고 있어서 앞으로 海藻類의 綜合的인 研究와 食品으로서의 開發에 우리는 보다 많은 關心을 돌려야 할 것으로 생각된다.

結 論

한국산 食用海藻類는 現在 50餘種에 達하며 그 중에는 本 實驗의 대상이 된 갈조류 외에 녹조류나 홍조류도 多數가 있다. 따라서 이들이 지닌 食品으로서의 價値는 各群의 海藻類 成分을 分析 綜合하므로써 判明될 수 있을 것이나, 本 實驗 結果에 의하면, 食用 褐藻類는 탄수화물이나 脂肪 또는 蛋白質源으로서의 價値보다 各種 無機鹽類源으로서의 가치를 더 높이 평가할 수 있을 것 같다. 그 밖에도 본 실험에서는 취급하지 않은 비타민류나 各種 아미노산의 質的인 問題等, 여러 가지로 해결해야 할 과제들이 있을 것으로 기대된다.

특히 해조류의 各種 化學的 構成成分의 種類 乃至 含量이 生育地나 季節 乃至 時期別로 달라지는 점을 생각할 때 앞으로 이와 같은 여건에 맞추어 재료의 채집이 이루어져야 할 것이다. 本 研究는 韓國產 食用海藻類의 成分 研究를 위한 基礎資料의 一部를 提供하는데 그쳤으나 이를 土臺로 하여 앞으로의 研究를 發展시키는데 보탬이 될가하여 시도했던 것이다.

要 約

韓國產 食用海藻類의 構成成分을 調査하기 위하여 10種의 食用 갈조류와 2種의 非食用 갈조류를 재료로 하여 一般化學成分과 各種 무기염류를 분석 검토하였다. 試料는 1970年 10月 28~30日 제주도에서 採集하였다.

1) 一般成分 中 水分은 乾物量의 14~16%를 함유하고, 조단백질은 大部分이 16% 정도여서 육상 야생 식용식물의 경우와 비슷하였다. 粗脂肪은 0.7~2.0% 정도이고, 粗纖維는 3~8%였으나 粗灰分은 9.17~16.89%로 매우 높은 함량을 나타내고 있다. 환원당으로 정량한 유리 단당류는 0.27~2.49%를 포함하고 있다.

2) 무기염류 중에서는 Ca 이 가장 많아서 1.73~2.51%였고, S 이 그 다음으로 1.0~1.8%, Na 과 K 이 약 1% 정도였다. Mg 과 沃素는 약 0.1~1%였고 미량원소에 속하는 Fe 과 Zn 은 약 0.01~

0.03%, Cu와 Mn은 0.001~0.005% 정도였다.

3) 食用性 갈조류와 非食用性인 것 사이에 그 構成成分上 특기할 차이는 없었고 더욱이 본 실험 결과만으로는 이들의 分類 乃至 系統學的 유연 관계를 설명해 줄 수 있는 성분상의 차이는 찾아 볼 수 없었다.

4) 해조류가 食品으로서 지니는 가치는 지방 단백질 및 탄수화물의 함량보다 各種 무기염류가 多量으로 또한 多樣하게 들어 있는 點에 있다고 할 것이다.

參考文獻

1. Chapman, V.J. (1950) : Seaweeds and their uses. Methuen. London.
2. 梶村光男 (1967) : ハワイの海藻とその採集によせて. 藻類 15 (3); 155-158.
3. Fan, K.C. (1953) : A list of edible seaweeds in Taiwan. Rept. Lab. Hydrobiol., Taiwan Fish. Res. Inst. China, No. 5.
4. 殖田三郎 外 (1963) : 水産植物學. 恒星社 475-582.
5. 鄭文基·朴晚相 (1955) : 韓國海藻目錄, 韓國海務廳 中央水産檢査所.
6. 姜悌源 (1964) : 韓國海藻目錄(鄭·朴)의 修正. 韓國植物學會誌 17 (2); 17-21.
7. 姜悌源 (未發表).
8. 姜悌源 (1968) : 韓國動植物圖鑑 8卷, 海藻編.
9. 李基寧 外 (1960) : 해조류의 아미노酸 組成에 關하여. 科연휘보 5 (2); 129-132.
10. 梁澄鎬 (1964) : 海藻類의 成分에 關한 研究. 中大論文集 9; 377.
11. Kwon, T.W. and T.Y. Lee (1960) : Chromatographic determination of amino acids in non-protein and protein fraction of *Undaria pinnatifida*. Bull. Sci. Res. Inst. 5, 129.
12. 蔡禮錫, 外 (1962) : 韓國常用食品營養價調查報告 II. 中央化學研究所報告 10 : 56-64.
13. 국립수산물진흥원 발행 (1970) : 한국수산물성분표 349.
14. 李敏載·李仁圭 (1963) : 寒天植物의 엘콜 溶出糖에 對하여. 학술원논문집(자연계) 4 : 69-72.
15. 한국과학기술연구소 식량자원연구실편 (1971) 한국식품연구문헌 총람(1917~1968). 한국식품과학회, 411-458.
16. 朴榮浩 (1968) : 알긴酸 製造에 關한 연구. I. 原藻成分組成의 季節的 變化에 對하여. 釜山水大 碩士學位論文.
17. 朴東根, 申英澈, 白國基 (1967) : 寒天原藻(망초, 비단풀, 석무우)의 季節的 化學成分 變化에 關하여. 水産振興院 연구보고, 2 : 7.
18. 高橋武雄, 横山實 (1943) : 本邦産褐藻類의 化學組成(第2報), 朝鮮産褐藻類의 化學組成(I) 日農化, 20; 522.
19. Somogyi, M. (1952) : Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23.
20. Snell, F.D., and Snell, C.T. (1967) : Colorimetric methods of analysis. 3rd ed., 3.
21. Fisher, R.B., and D.G. Peters (1968) : Quantitative Chemical Analysis. Saunders co., 184-192, 561-562.
22. 洪淳佑 (1964) : 海藻類의 Amino Acid Pattern 과 그 系統學的 相關性에 關한 研究. 李敏載 華甲記念論文集, 185-205.
23. Percival, E., and R.H. McDowell (1967) : Chemistry and Enzymology of Marine Algal Polysaccharides. Acad. Press, p. 87.
24. Guinn, V.P., and H.R. Lukens (1965) : Trace Analysis. Intersci. Publ., 325-360.
25. A Collection of data with the N.J.A. atomic absorption and flame emission spectrophotometer. Nippon Jarrell Ash Co., No. 1, 2 (1967)
26. Chapman, H.D., and P.F. Pratt (1962) : Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ. of Calif. Publ., 97-98, 195-196.
27. [Deijs and Hekman (1960) : plant and soil, 12; 4].
28. Chou, C. J., and C. A. Ni (1958) : Composition of marine algae, I. Iodine contents. Ying Yang Haüeh Pas 3; 167-170.
29. 金載勳, 邊時明 (1966) : 한국산 대두의 단백질에 關한 研究(第1報). 農化學會誌, 7; 79.
30. 趙伯顯 (1961) : 한국산 야생식물·식물의 食品的 價値에 對하여. 趙伯顯回甲紀論 6.
31. 山本俊夫(1960) : 海洋に關する化學的研究(第78~80報). 日本化學雜誌, 81 (3); 381-384.
32. 石橋雄義, 山本俊夫 (1958) : 海洋に關する化學的研究(第74~76報). 日本化學雜誌, 79; 1179-1185.

33. [村上 (1958) : 實驗化學講座. 丸善, 14; 394].
34. Smith, G.M. (1951) : Manual of Phycology. The Ronald Press co., 263-291.
35. 森井ふじ (1962) : 海藻のアルミニウムおよび鐵の含有量. 日本化學雜誌, 83(1); 77-81.
36. 山縣 (1952) : 日本化學會誌 73; 470(參考文獻 31 參照)
37. 李敏載, 洪淳佑, 李仁圭 (1961) : 藻類의 化學成分과 系統學的 相關性에 對하여 (I). 서울大·論文集(生農), 10; 1~9.
38. 李敏載, 洪淳佑, 李仁圭(1962), 上同 (II) 서울大·論文集(生農), 11; 1-9.
39. 李敏載, 洪淳佑, 李仁圭(1962) : 上同(III). 한국식물학회지, 5(3); 25-29.