

我国經濟褐藻的化学成分研究

I. 各种經濟褐藻的主要化学成分^{* **}

紀明侯 張燕霞

(中国科学院海洋研究所)

在海洋中,褐藻是比較种类多、个体大、分布广、产量大的一类海藻。个体較大的褐藻如海带类自17世紀末就开始用以制取鉀盐,其后至20世紀初这段时期,陸續由其中发现了碘、甘露醇、褐藻酸、褐藻淀粉和褐藻糖胶等主要化学成分,它們連同植物所共有的纖維素、蛋白質、无机成分等則构成褐藻成分的絕大部分。由于其中許多成分有广泛的工业用途,19世紀中叶起,褐藻就成了重要的化学工业原料。海带类在很古以前就是亚洲各国人民所喜爱的食品,現在已知,它們含有芳香的各种揮发性有机物质和丰富的甘露醇、蛋白質、碘、維生素等为人类生理所需要的营养成分。另外,20世紀以来,藻类生理和生化研究的对象自淡水单胞藻逐渐扩大到海产单胞藻和大型海藻类。因此,不論从资源利用、食品营养等方面,或是从海藻的生理、生化研究方面,对于各种褐藻的化学成分含量的深入了解都是非常重要的。

国外有关褐藻的主要化学成分含量的研究报导已有不少,例如越智等^[12]以及鈴木^[11]对日本产各种褐藻的主要化学成分分析等都是典型的例子。

我国沿海的褐藻资源是非常丰富的,但过去有关褐藻化学成分分析的资料发表的很少,且多側重于含碘量的分析^[2, 5-8, 13, 15-18, 20]。1958年以来,各方面进行了不少有关褐藻利用的研究工作,与此同时,人們感到对海藻的化学成分了解的很不够,特别是我国自己的資料太缺乏,对于我国海藻资源的开发利用极为不便。

为了給我国經濟褐藻的食用、工业用和人工养殖等研究工作提供必要的基本資料,我們于1959—1960年将过去收藏的我国沿海各地产的經濟褐藻所含主要化学成分,即灰分、鉀、碘、甘露醇、褐藻酸、粗蛋白和粗纖維进行了較全面的分析。

一、分析方法

- 1. 灰分** 取3克海藻样品于110°C烘干,称重,置600°C电炉中灰化至恆重。
- 2. 碘** 取10克海藻样品于110°C烘干,称重,置550°C电炉中碳化40分钟,热水提取5次,稀释至100毫升,取25毫升,以亚硝酸-尿素法^[2, 10]測定含碘量。
- 3. 鉀** 取10毫升上述試液,以亚硝酸鈷鉀重量法測定^[19]。
- 4. 甘露醇** 用过碘酸氧化法^[14]測定。即称取0.05—0.1克烘干海藻样品,加入10毫

* 中国科学院海洋研究所調查研究报告第209号。

** 郭玉彩、張敬芝、刘万庆等同志协助分析,特此致謝。

升 0.1 N H_2SO_4 和 5 毫升 0.1 M HIO_4 溶液, 搖动 1 分钟加入 5 毫升 30% KI 溶液和 20 毫升 4 N H_2SO_4 , 搖匀, 以 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 溶液滴定至終点, 同时測定空白值, 由两滴定值之差算出甘露醇的含量(%)。

5. 褐藻酸 取 0.1—0.3 克烘干海藻样品, 以 9-氮杂芴比色法^[1]測定。

6. 粗蛋白 取 0.2 克烘干海藻样品, 以凱氏半微量定氮法測定含氮量, 然后乘以 6.25, 则为粗蛋白含量。消化时除浓硫酸、硫酸鉀和硫酸銅外, 未加其他催化劑。

7. 粗纖維 取 1 克海藻样品, 于 110°C 烘干, 其后大致按照常法^[9]測定粗纖維。不同处是在酸处理后增加漂白处理步骤以除去褐色素。即将称好的样品放三角烧瓶中, 先加 100 毫升 1.25% H_2SO_4 逆流煮沸半小时, 滤去酸液后加入 50 毫升 NaOCl 溶液 [Na_2CO_3 与 $Ca(OCl)_2$ 溶液混合后所得滤液], 室温放置过夜至藻体漂白, 然后将藻块用 100 毫升水同样煮沸半小时, 水洗一次, 換以 100 毫升 1.25% KOH 溶液, 同样煮沸半小时, 用已知重量滤紙过滤, 水洗, 酒精脱水, 将滤紙置 110°C 烘干, 称重, 然后放 600°C 电炉中灰化 3 小时, 称重。两次重量差即为粗纖維重, 由此計算海藻中粗纖維含量(%)。

灰分、碘、鉀和粗纖維的分析所用样品, 是将晒干海藻以磨碎机磨細, 通过 100 号篩孔, 篩上藻块长度大致在 0.3—0.5 厘米左右, 以此分析。甘露醇、褐藻酸和粗蛋白的分析所用样品, 则是取此篩上藻块再用研鉢磨細, 使通过 100 号篩孔, 取篩下細末为試料。

褐藻酸、粗蛋白、甘露醇和粗纖維的分析, 皆平行称取 2 份或更多份的样品进行測定, 取其平均值; 碘、鉀和灰分则因样品用量較多, 且数值重复性較好, 除了一部分样品的碘含量是碳化两份样品測定以外, 大多都采取单样品分析; 但碘和鉀皆分別自同一份試液中各取两份, 平行測得两个滴定值或重量值, 取其平均值。

二、实验材料

共測定了我国沿海各地产的經濟褐藻 79 份样品¹⁾。其中属于海带科的有 8 份(4 种)、馬尾藻科的有 51 份(40 份已知为 12 种, 其余 11 份只知属名)、墨角藻科 1 份(1 种)、鉄釘菜 4 份(2 种)、囊叶藻科 1 份(1 种)、点叶藻科 10 份(4 种)和网地藻科 4 份(2 份已知为 2 种, 另 2 份只知属名)。

三、結果与討論

分析結果如表 1 所列。

由表 1 結果可以看出:

1. 褐藻酸在海带类中一般含量較高, 可达 30% 以上, 除个别样品外, 大部分褐藻的含量在 15—25% 范围内。海黍子、鼠尾藻中的褐藻酸从含量看皆可用以制造褐藻酸, 但粘度却比海蒿子为差^[4]。南方福建产銅藻中褐藻酸含量可达 26—31%, 其他馬尾藻类也可达 20—32%, 实为制取褐藻酸的良好原料。福建产鉄釘菜的含量也高至 26—31%。南方馬尾藻中褐藻含量較高, 可能与海域肥度、水温等生长环境以及生长期有关。所分析的南方馬尾藻样品多是 1—5 月采集的, 是否这段时期是该类褐藻积累褐藻酸量較多时期(北

1) 大部分样品系我所植物分类形态組供給, 并代为鉴定, 作者表示衷心感謝。

(續表 I)

1. 海藻名称	2. 采集日期	3. 采集地点	4. 对烘干海藻的%						
			A. 灰分	B. 钾	C. 碘	D. 甘露醇	E. 褐藻酸	F. 粗蛋白(N×6.25)	G. 粗纤维
鼠尾藻 <i>Sargassum thunbergii</i> (Mert.) O. Kuntze	1959—1—22	福建平潭县东沃	32.05	6.08	0.0173	9.85	24.3	13.46	6.27
	1959—5	福建平潭县	27.58	7.14	0.0278	1.64	26.2	13.79	—
	1960—1—2	广东上川岛	34.82	9.24	0.0323	9.22	12.5	10.14	—
羊栖菜 <i>Sargassum fusiforme</i> (Harv.) Setch.	1959—2—7	福建平潭县	37.19	12.82	0.0301	10.25	20.8	7.95	4.92
	1959—2—10	福建平潭县獐尾	37.29	11.46	0.0375	7.29	23.1	9.07	—
	1959—5	福建平潭县	36.04	10.95	0.0466	2.45	24.5	10.49	—
	1960—1—2	广东上川岛	43.81	15.08	0.0497	6.62	11.1	10.75	3.00
	1960—1—30	广东潮阳县海門	37.91	15.20	0.0632	6.60	22.7	12.13	3.27
半叶馬尾藻 <i>Sargassum hemiphyllum</i> (Turn.)C. Ag.	1959—3—1	福建平潭县	31.04	9.55	0.0120	11.02	23.6	10.15	5.54
	1959—3—7	福建平潭县东沃	31.87	8.57	0.0174	7.58	17.3	13.01	5.44
	1960—1—2	广东上川岛	37.70	11.63	0.0619	6.23	20.4	9.22	—
	1960—1—27	广东潮阳县	27.96	9.73	0.0365	7.77	22.4	12.14	—
網藻 <i>Sargassum honeri</i> (Turn.) C. Ag.	1958—1—21	浙江普陀县	25.81	3.95	0.0171	13.75	31.0	14.17	6.26
	1959—2—6	福建平潭县东沃	30.16	6.63	0.0242	10.94	29.2	14.08	—
	1959—2—20	福建平潭县东沃	27.24	2.00	0.0281	9.50	25.3	17.47	6.78
	1959—5	福建平潭县东沃	31.24	5.67	0.0494	1.62	26.5	15.47	—
裂叶馬尾藻 <i>Sargassum siliquastrum</i> (Turn.)C. Ag.	1958—12	大連小平島	22.85	4.32	0.0933	9.96	22.4	10.58	6.74
	1959—2—19	大連小平島	24.92	2.72	0.127	13.68	25.5	17.85	5.01
	1959—5	福建平潭县	28.47	7.04	0.193	1.30	26.2	12.58	9.30
瓦氏馬尾藻 <i>Sargassum vachellianum</i> Grev.	1958—3—31	西沙羣島永兴島	23.73	2.23	0.0204	1.78	14.0	15.45	7.79
匐枝馬尾藻 <i>Sargassum polycystum</i> C. Ag.	1954—12—25	广东瀾州島	27.90	5.22	0.0499	1.82	19.0	6.70	8.85
多孔馬尾藻 <i>Sargassum polyporum</i> Mont.	1955—12—28	广东上川島公湾	30.84	5.93	0.0972	2.18	20.9	11.22	6.03
馬尾藻 <i>Sargassum</i> sp.	1955—3—7	广东海陵島崗坡	28.75	5.58	0.153	1.86	23.8	10.54	9.04
	1956—3—5	广东海丰县汕尾金崎	39.59	10.50	0.326	3.27	14.1	10.49	6.94
	1958—3	西沙羣島永兴島	38.23	5.27	0.0147	2.06	16.8	5.11	7.02
	1958—5—19	海南島文昌县抱虎角	30.86	5.35	0.0432	10.60	19.7	5.29	5.27
	1958—6—19	海南島文昌县木栏头	28.43	5.16	0.0358	2.38	21.9	4.42	7.02
	1959—2—28	福建平潭南賴	30.50	7.96	0.0178	7.36	20.2	21.46	4.59
	1959—3—5	福建平潭南賴	25.82	5.55	0.0224	10.17	32.5	10.16	—

馬尾藻 <i>Sargassum</i> sp.	1960—1—14	廣東梅縣縣瀝浪	26.90	4.45	0.0089	9.42	21.3	10.73	—
	1960—1—27	廣東潮陽縣梅門	30.30	7.55	0.0261	6.82	21.0	12.65	—
	1960—2—17	海南島文昌縣馮家港	34.66	7.46	0.0641	5.69	21.4	6.69	—
喇叭藻 <i>Turbinaria ornata</i> J. Ag.	1958—3—26	海南島三亞燈塔	41.32	8.24	0.0174	4.52	8.7	6.26	6.25
稜翼喇叭藻 <i>Turbinaria trilata</i> Kütz.	1960—2—17	海南島文昌縣馮家港	25.10	7.28	0.0641	11.96	27.5	7.09	5.93
3. 髮藻科 Cystoseiraceae									
丛状髮藻 <i>Cystophyllum caespitosum</i> Yendo	1958—12—7	大連小平島	26.32	3.88	0.0253	10.50	27.9	11.24	6.53
4. 墨角藻科 Fucaceae									
鹿角菜 <i>Pelvetia siliquosa</i> Tseng et Chang	1952年約	山東萊城縣石島	30.27	4.98	0.0493	2.78	24.4	5.33	2.04
5. 点叶藻科 Punctariaceae									
莖藻 <i>Scytosiphon lomentarius</i> (Lyngb.) J. Ag.	1959—2—5	青島貴州路前	40.34	9.55	0.0223	3.69	23.6	19.33	1.59
	1959—3—21	青島貴州路前	52.37	7.50	0.0121	2.74	9.3	13.04	—
	1959—5—11	青島太平角	42.82	5.28	0.0244	6.14	23.2	14.62	—
	1959—6—22	青島太平角	36.56	3.92	0.0086	6.61	26.1	8.88	3.32
	1959—5—11	山東萊城縣石島	49.31	2.89	0.0102	6.05	17.1	7.07	2.65
髮藻 <i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth) Derb. et Sol.	1959—3—10	青島貴州路前	59.94	15.00	0.0132	6.70	25.1	8.35	3.01
	1959—5—11	青島太平角	63.25	11.39	0.0125	2.48	23.4	6.22	2.89
	1959—5	福建平潭縣	65.37	5.09	0.0111	0.75	16.6	7.37	—
点叶藻 <i>Punctaria latifolia</i> Grev.	1959—5—11	青島太平角	56.91	6.31	0.0292	2.83	13.7	10.13	2.77
鵝腸菜 <i>Endarachne binghamiae</i> J. Ag.	1959—3—7	福建平潭縣沙沃	27.37	4.98	0.0096	5.95	18.3	16.98	6.68
6. 鉄釘菜科 Ishigeaceae									
鉄釘菜 <i>Ishige okamurai</i> Yendo	1959—2—26	福建平潭縣嶺尾	18.06	1.69	0.0221	9.64	22.7	12.39	4.33
	1959—4—23	福建霞浦縣	17.87	2.05	0.0155	9.66	30.8	15.19	4.86
	1959—5	福建平潭縣	22.12	1.89	0.0192	1.91	26.2	11.79	—
扁鉄釘菜 <i>Ishige foliacea</i> Okam.	1959—3—10	福建平潭縣沃前	20.36	1.93	0.0385	7.94	33.4	15.72	—
7. 網地藻科 Dictyotaceae									
印度網地藻 <i>Dictyota indica</i> Sond.	1958—8—19	青島石老人	36.54	—	—	3.75	13.5	12.68	—
網地藻 <i>Dictyota</i> sp.	1959—5	福建平潭縣	35.71	3.88	0.0348	1.40	15.5	16.31	5.96
团扇藻 <i>Padina crassa</i> Yamada	1959—9—18	青島太平角	44.34	3.99	0.0084	10.13	13.5	9.94	—
刀舌藻 <i>Spathoglossum</i> sp.	1959—5	福建平潭縣	32.70	4.03	0.0127	8.16	14.0	15.69	7.93

1. Name of seaweed; 2. Date of collection; 3. Locality of collection; 4. %, on the basis of oven-dried seaweed;

A. Ash; B. Potassium; C. Iodine; D. Mannitol; E. Alginic acid; F. Crude protein; G. Crude fiber.

方海蒿子是 10 月至翌年 2 月^[3])尚不能确定,至于其周年季节变化,将来应在南方就地进行系统研究。

2. 甘露醇为褐藻进行光合作用的最初产物。在褐藻中的变异幅度相当大,一般看来,北方种类含量较多,南方产者较少。海带、裙带菜等大致在 10% 左右,个别达 19%; 北方产马尾藻类如海蒿子、海黍子、鼠尾藻等也大约含 10% 左右; 而南方产马尾藻类如羊栖菜、半叶马尾藻以及其他种马尾藻的含量大多低于 7%, 不少种类仅含 1—3%, 唯铜藻大部分的含量在 10% 以上; 其他海藻的含量不论南方或北方产者皆不超过 10%。这种地区性和种类间的差异是否与它们各自的代谢系统或演化顺序有什么联系, 则是海藻化学值得进一步研究的问题。

3. 碘含量与先前工作结果^[2]类似, 海带科中的海带与昆布的含量多, 为 0.3% 左右, 裙带菜和绳藻中较少, 而马尾藻类更次之, 一般含量为 0.03%, 为海带含量的 1/10。值得注意的是, 福建产瓦氏马尾藻的碘含量达 0.13—0.19%; 而广东产未知种名的马尾藻的含量竟高达 0.22—0.32%, 与海带类不相上下, 似有自北方向南方逐渐增多之势。萱藻、囊藻等其他褐藻中含量一般在 0.01—0.02% 左右, 为褐藻中含碘量为最少的种类。

4. 粗蛋白在海带科中一般含 5—20%, 其中海带和裙带菜的含量较多, 为 15—20%, 昆布与绳藻中少, 低于 10%。马尾藻科中海蒿子含量较少, 大多低于 10%; 值得注意的是, 海黍子和鼠尾藻中粗蛋白的含量显著多, 大多数样品含 17—25%; 铜藻、裂叶马尾藻等的含量亦达 10—17%; 萱藻、鹅肠菜、铁钉菜等的含量也较多, 为 10—15%。上述几种褐藻全是沿海居民历来就用作肥料、饲料或食品, 从粗蛋白的含量看, 也确是有价值的。

5. 灰分一般在 25—35% 左右, 不少海藻达 40% 以上, 个别样品高达 50% 以上, 甚至 65%。其中个别样品系因附着泥土较多, 采后未就地用海水洗净所致, 例如囊藻就是如此。个别样品如铁钉菜的灰分含量低于 20%。钾含量通常随灰分量而增减, 大多在 5—10% 范围内。

6. 粗纤维在海带科中的含量一般在 2—5% 左右。北方马尾藻中海蒿子的含量较多, 达 6% 以上; 海黍子和鼠尾藻为 3—5%。南方马尾藻大多数的含量为 5—7%, 少数如瓦氏马尾藻、匍枝马尾藻、多孔马尾藻等达 8—9%。点叶藻科的萱藻则含量较低, 为 2—3%。由粗纤维数值可看出, 一般可供食用的种类, 如海带、裙带菜、绳藻、昆布、海黍子、鼠尾藻、羊栖菜、鹿角菜、萱藻、铁钉菜等的含量皆在 2—5% 左右; 而那些含量达 5—9% 者则多半不能食用。关于各种海藻间的粗纤维含量差异, 以及纤维素与其他多糖之间的代谢关系, 尚未进行过研究。

四、結 語

为了给我国褐藻资源的开发利用和海藻生理生化研究提供必要的基本资料, 我们对沿海各地产各种经济褐藻中的灰分、碘、钾、甘露醇、褐藻酸、粗蛋白和粗纤维等主要化学成分进行了分析。

所分析的经济褐藻共包括 79 份样品, 其中隶属海带科的 8 份、马尾藻科的 51 份、墨角藻科的 1 份、铁钉菜科的 4 份、囊叶藻科的 1 份、点叶藻科的 10 份和网地藻科的 4 份。

參 考 文 獻

- [1] 紀明侯、張燕霞, 1962. 褐藻酸 9-氮雜芴比色定量方法的研究. 海洋科學集刊 1: 198—205.
- [2] 紀明侯、史昇耀、曾呈奎, 1960. 我國幾種經濟褐藻的含碘量測定. 海洋與湖沼 3 (3): 205—213.
- [3] 紀明侯、史昇耀、曾呈奎, 1962. 馬尾藻褐藻膠的研究 II. 海蘆子褐藻膠的質和量的季節變化. 海洋科學集刊 1: 152—157.
- [4] 紀明侯、史昇耀、曾呈奎, 1962. 馬尾藻褐藻膠的研究 III. 我國沿海產各種馬尾藻所含褐藻膠的質和量的測定. 同上 1: 158—162.
- [5] 許植方, 1934. 海人草(鷓鴣菜)之化學研究. 科學 18 (11): 1418—1439.
- [6] 周志瑞、倪兆艾, 1958. 海藻的化學成分 I. 舟山地區海藻的碘含量. 營養學報 3 (3): 167—170.
- [7] 浙江民生制藥廠生產技術室, 1959. 浙江沿海海藻含碘量的測定. 藥學通報 1959 (3): 112—114.
- [8] 魏文德, 1942. 國產海藻之成分. 黃海化學工業研究社調查研究報告 第 26 號.
- [9] 大島幸吉、佐佐木衛, 1940. 水產化學實驗法, 東京丸善株式會社, 增訂第 3 版, 349 頁.
- [10] 鈴木昇, 1952. 海藻成分の分析方法に關する研究, 沃素 加里 マニット. 北海道大學水產學部研究匯報 3 (1): 58—67.
- [11] 鈴木昇, 1952. 褐藻類の成分に關する研究. 北海道大學水產學部研究匯報 3 (1): 68—72.
- [12] 越智主一郎、高橋武雄, 1933. 褐藻類, 化學的成分ニ關スル研究. 東京工業試驗所報告 28 (4): 1—51.
- [13] Adolph, W. H. and P. C. Whang (王葆濬), 1932. Iodine in nutrition in coastal mid-China. *Chin. J. Physiol.*, 6: 345—352.
- [14] Cameron, M. C., A. G. Ross and E. G. V. Percival, 1948. Methods for the routine estimation of mannitol, alginic acid and combined fucose in seaweeds. *J. Soc. Chem. Ind. (London)*, 67: 161—164.
- [15] Read, B. E. and G. K. How (何建民), 1927. The iodine, arsenic, iron, calcium and sulfur content of chinese medical algae. *Chinese J. Physiol.*, 1: 99—108.
- [16] Tang, P. S. (湯佩松) and C. S. Chang (張長生), 1935. Further observations on the iodine contents of chinese marine algae. *Ibid.*, 9: 369—374.
- [17] Tang, P. S. (湯佩松) and P. C. Whang (王葆濬), 1935. Iodine contents of ten species of chinese marine algae. *Ibid.*, 9: 285—290.
- [18] Tang, T. H. (湯騰漢), F. C. Kou (勾福長) and Tang, P. S. (湯佩松), 1936. Iodine content of some marine algae of the Shantung coast. *Ibid.*, 10: 377—378.
- [19] Tredwell, E. P. and W. T. Hall, 1948. Analytical chemistry, Vol. II. Quantitative. 9th Ed. 805pp.
- [20] Tseng, C. K. (曾呈奎) and P. S. Tang (湯佩松), 1936. On the occurrence of two laminariaceous plants on China coast with a note on their iodine content. *Lingnan Sci. J.*, 15: 219—224.

STUDIES ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE CHINESE ECONOMIC BROWN SEAWEEDS

I. MAIN CHEMICAL COMPONENTS OF THE VARIOUS SPECIES OF BROWN SEAWEEDS

M. H. JI AND Y. X. ZHANG

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

(ABSTRACT)

With a view to obtaining the necessary, fundamental data for the utilization as well as the physiological and biochemical studies of the brown seaweeds in our country, we have quantitatively analyzed the contents of the main chemical components including ash, iodine, potassium, mannitol, alginic acid, crude protein and crude fiber in various species of the economic brown seaweeds collected on the China coast. Of the 79 samples analyzed 8 belong to Laminariaceae (4 spp.), 51 to Sargassaceae (40 samples identified to 12 spp. and 11 to genus only), 1 to Fucaceae (1 sp.), 4 to Ishigaceae (2 spp.), 1 to Cystoseiraceae (1 sp.), 10 to Punctariaceae (4 spp.) and 4 to Dictyotaceae (2 identified to 2 spp. and others to genus only). The results obtained may be summarized as follows (Tab. 1):

1. The alginic acid content in Laminariaceae exhibits about 20—30% on the dry basis, somewhat higher than that in the other brown seaweeds ranging from 15 to 25%. Of the southern spp. *Sargassum horneri* and *Ishige okamurai* are higher in alginic acid, reaching 25—31%, and seem to be good raw materials for algin production.

2. The mannitol content is comparatively higher in the northern samples than in the southern ones. In Laminariaceae it exhibits about 10%, a few of them may reach 19%. The northern *Sargassums* contain about 10%, most of the southern spp., however, are poor in mannitol with values lower than 7%, even only 1—3%.

3. The data of iodine content show the highest value of about 0.3% in *Laminaria* and *Ecklonia*, and about 0.03% in *Sargassums*. It draws our attention that the *Sargassums* growing on the northern China coast usually contain about 0.03% of iodine, *S. vachellianum* from Fukien province about 0.1%, and many *Sargassums* from Kwantung province as high as 0.22—0.32%, exhibiting a tendency of gradual increase from the north to the south.

4. The crude protein content in *Laminaria* and *Undaria* varies from 5 to 20%, while in *Sargassum kjellmanianum* and *S. thunbergii* a higher content of protein occurs, in most cases exhibiting 17—25%.

5. The ash content in brown seaweeds generally ranges from 25 to 35%, and the potassium content, as a rule, varies with the ash content.

6. The crude fiber in Laminariaceae usually amounts to 2—5%, and in the *Sargassums* to 3—9%.