

海带若干化学成分及过氧化氢酶活力的 季节变化的研究*

山东海洋学院水产系

李爱杰 孙守田

关于海带所含主要化学成分的季节变化,国外自1938年以来已有若干研究报告发表^{(8) (9) (12)},在我国近年来对于大连产及青岛产海带所含主要化学成分的季节变化也开始进行了较有系统的分析工作⁽¹⁾,这一工作,对于海带的食用、工业利用和生理生化的研究,都是很有意义的。我国人工培育的一年生海带,由于分苗期的不同,分夏苗和秋苗两种,在三月间,秋苗仅长50余厘米,而夏苗已长一米多,其化学成分的增长可能也有所不同。本文仅就海带秋苗的水分、灰分、碘、褐藻酸和粗蛋白含量的季节变化进行了分析。

另外,过氧化氢酶是酶蛋白与四个高铁血红素辅基相结合的色素蛋白,用以催化有机体组织中生物氧化所产生的过氧化氢,解除其对有机体组织的毒害,故具有重要的生理意义。研究海带过氧化氢酶的最适pH、最适温度及酶活力的季节变化,可以推断海带的最佳生长条件及有机物质积累的旺盛季节,为海带的繁殖和利用提供必要的资料。

20世纪以来,海藻的生理生化的研究有了一定的进展,但是比之高等植物,在这方面的研究还是远远不够的,国内的研究更是处于萌芽状态,有待大力开展。关于绿藻、红藻及褐藻过氧化氢酶的最适pH及最适温度,1953年高木曾有研究报告^{(10) (11)},而对于该酶活力的季节变化,我们尚未看到任何报道。为了探讨我国海带过氧化氢酶的生化性质,我们于1962年3~12月对青岛太平角产海带过氧化氢酶的最适pH、最适温度及酶活力的季节变化进行了测定。

实验材料与方法

一、实验材料

样品采用青岛太平角山东海洋学院海水养殖场三区所养的海带 (*Laminaria japonica* Arcsch),该海带为一年生,秋季分苗。自1962年3~12月,每月采样一次,每次采取同一架子上的海带,随机采取5棵以上,用作分析。

海水养殖场三区氮源贫乏,含氮量本文未进行分析,为了促进生长,该场采用硝酸铵施肥。施肥方法是兼用挂罐法与泼肥法。挂罐法是在每两根竹竿上挂上一罐,每罐装肥0.75~1斤,每周装一次。泼肥法是将硝酸铵溶于海水,间日泼一次,每300台架子施肥30斤。施肥期自二月中旬起至五月中旬止。

二、实验方法

1. 样品处理:样品用海水洗净,以纱布吸干表面水分,置于60~70℃烘箱中烘干,用研钵磨细,通过40号筛孔,未通过筛孔的样品继续研细,直至全部通过筛孔为止,取筛下混匀细末作为测定碘、褐藻酸、粗蛋白的样品。当日未能进行分析的样品则盛于磨口瓶中,密封,放置干燥器中备用。

另以海带中部剪碎,混匀,测定水分、灰分及过氧化氢酶的活力。

在取样的同时,记录海带的长度和重量,天气和水温。

* 本文李三庆、陈维贤同志协助进行部分样品分析,特此致谢。

2. 水分: 取 5~8 克样品, 于 100~105°C 烘至恒重。
3. 灰分: 取 5~8 克样品, 于 105°C 烘干, 置 600°C 高温电炉中灰化至恒重。
4. 碘: 取 2 克烘干样品, 炭化后, 用过碘酸法^[3]测定, 个别样品并以亚硝酸-尿素法^[2]作为对照。
5. 褐藻酸: 取 0.5 克烘干样品, 以醋酸钙法^[7]测定。
6. 粗蛋白: 取 0.2 克烘干样品, 用凯氏微量定氮法测定, 含氮量乘以 6.25, 即得粗蛋白含量。
7. 海水 pH: 取所采海带样品附近的海水, 用比色法测定。

8. 过氧化氢酶活力的测定: 取新鲜海带样品 50 克, 与 50 毫升水、10 克洁净石英砂同在研钵中, 研成浆状, 移至烧杯中, 于 25°C 水浴上抽提 1 小时, 抽气过滤, 将滤液稀释为 200 毫升。按高木的方法^[9]进行测定, 以耗用 0.02N 硫代硫酸钠的毫升数表示过氧化氢酶的活力。

9. 水分、灰分、碘、褐藻酸、粗蛋白的分析, 皆平行取两份或更多份的样品进行测定, 取其平均值。由于海带样品是在 60~70°C 烘干的, 仍含有少量水分, 故在测定碘、褐藻酸、粗蛋白时, 同时测定烘干海带样品的水分, 并以之校正碘、褐藻酸和粗蛋白的含量。

10. 过氧化氢酶活力的测定是采取单份样品, 用同一份样液, 平行测定两次, 取其平均值。

实验结果与讨论

一、海带水分、灰分、碘、褐藻酸、粗蛋白含量的季节变化

本文分析了海带 1962 年 3~12 月的水分和灰分含量, 3~8 月的碘、褐藻酸和粗蛋白的含量。7 月由于连日暴风雨及其他原因, 未能出海采样, 故缺数据, 甚感遗憾。分析结果如图 1 所示。

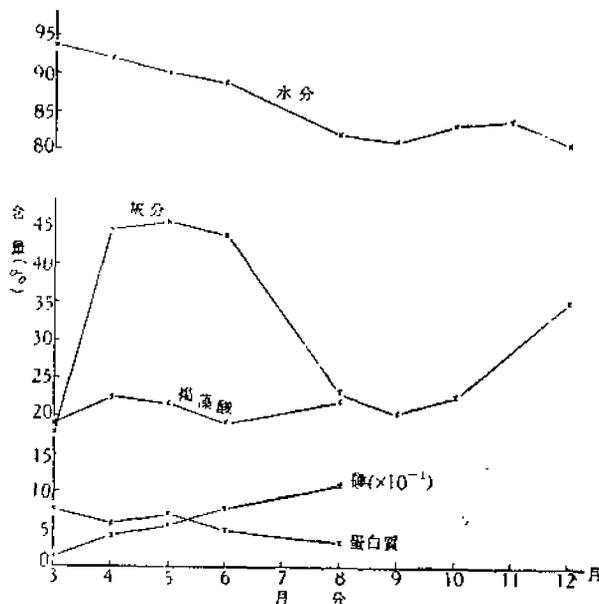


图 1 海带所含若干化学成分的季节变化

Fig. 1. Showing the seasonal variations in some chemical components of *Laminaria japonica* Aresch from Tsingtao

从图 1 所示结果可见, 水分在幼体含量多, 3 月为 94.86%, 随着生长, 光合作用产物增加, 而水分逐渐减少, 至 8 月降至 82.82%, 其后直至 12 月, 在 81~86% 之间变动, 增减不多。灰分在幼体含量少, 3 月含量仅为 17.88%, 4 月急剧增至 42.50%, 5、6 月维持在同一水平, 9 月降至 20.63%, 12 月又回升至 32.76%。碘含量是随着生长而逐月增加, 至 8 月竟高达 1.13%, 含量如此之高是值得注意的。为了避免因

测定方法所带来的误差,除用过碘酸法测定外,并以亚硝酸—尿素法对于4、8月份样品作了对照分析,相对误差不大于+0.08,看来是可靠的。我们测得结果比有些文献^[1, 2, 3, 4]所列海带碘含量为高,究系由于地区、品种、季节抑或由于施肥关系,尚不能确定。

8月,水分及灰分皆减少至接近最低值,此时, Fogg 认为光合作用强度达最大值^[5]。我们测得过氧化氢酶活力亦在此时最强(见图3),非含氮有机物质大量积累。在有机物中,粗蛋白与褐藻酸含量的季节变化似有相反的趋势,这一相反趋势的变化与纪明侯^[1]所测者相似,而不象糖海带(苏格兰产)那样具有平行的变化规律^[5]。

二、海带过氧化氢酶的最适pH、最适温度及其季节变化

1. 海带过氧化氢酶的最适 pH

测定海带过氧化氢酶活力所用 pH 自 4.94~9.18, 反应温度 25℃, 据高木^[6]研究报告, 海带过氧化氢酶的最适 pH 并不因作用时间而有所改变。为了缩短工作时间, 我们采用的作用时间是 10 分。从图 2A 所示实验结果看, 海带过氧化氢酶的最适 pH 为 8.68~9.18, 由于所用最大 pH 为 9.18, 该酶最适 pH 范围有可能大于 pH 9.18, 低于 pH 8.04 则酶活力有显著的降低。我们的实验结果较高木^[6]所测的最适 pH 8.04~8.30 偏高, 比其生长的周围环境海水的 pH 8.1 也高。从不同月份的最适 pH 来看, 除个别样品的测定可能有误差以外, 海带过氧化氢酶的最适 pH 并不受季节的影响, 也不因过氧化氢酶活力在不同季节大小不同而有所改变。

2. 海带过氧化氢酶的最适温度

测定海带过氧化氢酶活力所用温度为 0~30℃, pH 为 8.04, 作用时间 10 分。实验结果取测定 4、5、8、9、10、12 六个月的平均值, 如图 2B 所示, 其最适温度为 10~20℃。低于 10℃ 及高于 20℃ 则酶活力降低, 低于 5℃, 酶活力降低更为显著。这一结果与高木^[6]所测最适温度 12.5~20℃ 大致相同。海水温度 10~

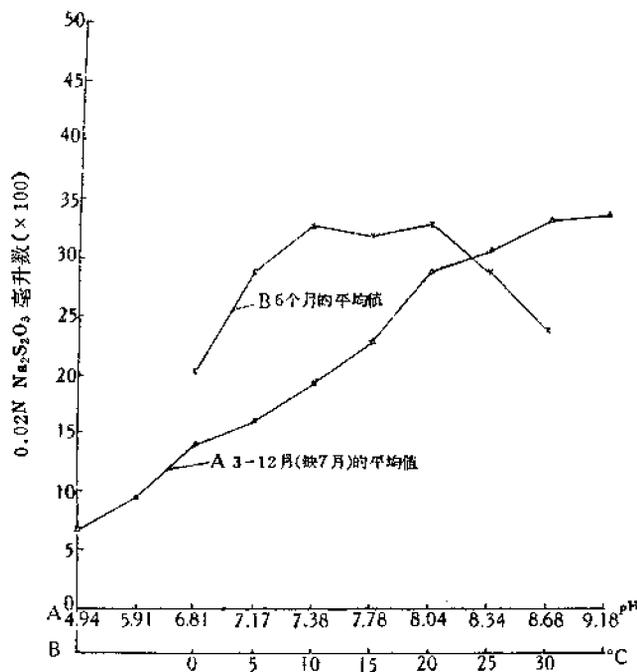


图2 海带过氧化氢酶的最适pH(A)与最适温度(B)

Fig. 2. Showing the opt. pH (A) and opt. temperature (B) of the catalase (A) in *Laminaria japonica* Aresch from Tsingtao

20℃約在 4 月下旬至 6 月下旬, 正值海带的生长旺期, 重量及长度迅速增加, 与 海带过氧化氢酶的最适温度一致。因此, 可以认为, 海带(一年生秋苗)的生长适温是 10~20℃。从不同月份的测定结果看, 海带过氧化氢酶的最适温度似亦不受季节的影响。

3. 海带过氧化氢酶活力的季节变化

我們自 1962 年 3 月至 12 月(缺 7 月)测定了海带过氧化氢酶的活力, 作用温度是 25℃, 作用时间 10 分, 反应 pH 分别为 8.68 及 9.18。由于该酶的最适 pH 为 8.68~9.18, 故取在不同 pH 时测定的平均值。从图 3 所示结果可见, 过氧化氢酶的活力在 5 月急升, 8 月最高, 9 月迅速下降, 10 月最低, 11、12 月又复升高。海带过氧化氢酶活力最大时, 恰恰是光照最强、光合作用强度最大值时。此时, 作为贮藏物质的光合作用产物—褐藻淀粉及甘露醇(本文未分析)大量积累^[6]。8 月尽管由于水温高, 海带尖端及边缘已烂掉, 长度变短, 但重量较 6 月却有大幅度的增加, 如 6 月每棵海带平均重量 210 克, 平均长度 200 厘米, 而 8 月每棵海带平均重量 280 克, 平均长度 168 厘米。再结合上述水分、灰分的含量来推断, 海带在 7 月下旬至 8 月上旬水分及灰分含量低, 营养成分含量高, 干重增加, 此时收割在经济上、营养上都合算。但因至 8 月, 海带腐烂严重, 故海带的收割期, 如海况允许, 以在 7 月下旬为宜, 不宜过早或过迟。

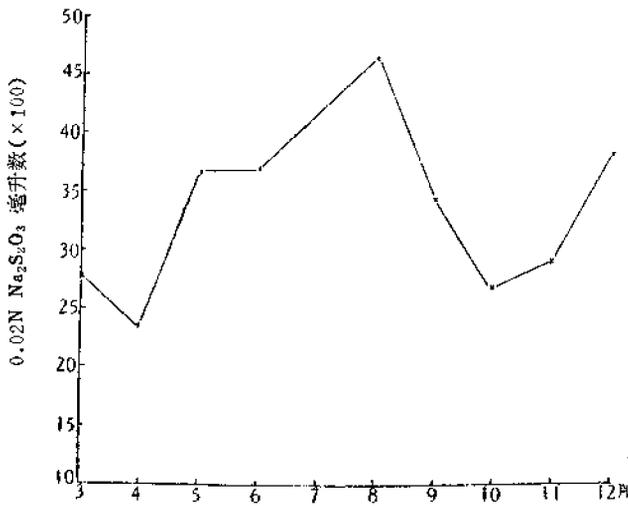


图 3 海带过氧化氢酶活力的季节变化(于 pH 8.68 及 9.18 时测定的平均值)

Fig. 3. Showing the seasonal variations in catalase activity of *Laminaria japonica* Aresch from Tsingtao

结 语

1. 我們分析了青岛太平角产人工培育海带(一年生秋苗)的水分、灰分(3~12月, 缺 7 月)、碘、褐藻酸及粗蛋白(3~8月, 缺 7 月)的含量。

2. 测定了青岛太平角产海带过氧化氢酶的最适 pH、最适温度及酶活力的季节变化, 其最适 pH 为 8.68~9.18, 可能大于 pH 9.18; 最适温度为 10~20℃, 最适 pH 与最适温度皆不受海水温度的季节变化的影响。酶活力的最高值在 8 月, 与光合作用强度最大值一致。

参 考 文 献

- [1] 纪明侯, 1963. 我国经济褐藻的化学成分研究 I. 北方产海带、海蒿子和海黍子的主要化学成分季节变化, 海洋与湖沼, 5 (1): 1—8.
- [2] 纪明侯, 史升耀, 竹皂奎, 1960. 我国几种经济褐藻的含碘量测定, 海洋与湖沼, 3 (3): 205—213.
- [3] 周志瑞, 倪兆艾, 1958. 海藻的化学成分 I. 舟山地区海藻的碘含量, 营养学报, 3 (3): 167—170.
- [4] 高桥武雄, 1961. 海藻工业, 纪明侯译, 轻工业出版社, 117—131.
- [5] Fogg, G. E., 1962. 藻类的新陈代谢, 纪明侯等译, 科学出版社, 102—103.
- [6] Black, W. A. P., 1950. The seasonal variation in weight and chemical composition of the common British Laminariaceae, *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 29(1): 45—72.
- [7] Cameron, M. C., A. G. Ross, and E. G. V., Percival, 1948. Method for the routine estimation of mannitol, alginic acid and combined fucose in seaweeds, *J. Soc. Chem. Ind. (London)*, 67, 161—164.
- [8] Haug, A. and A. Jensen, 1956. Seasonal variation in chemical composition of *Laminaria digitata* from different parts of the Norwegian coast, *Second international seaweed symposium (London)*, 10—15.
- [9] Takagi, M., (高木光造) 1953. Studies on the catalase in marine algae I. On the catalase activity in marine algae, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 18 (10): 483—487.
- [10] Takagi, M., (高木光造) 1953. Studies on the catalase in marine algae II. On the optimum pH of the catalase in marine algae, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 19 (7): 798—802.
- [11] Takagi, M., (高木光造) 1953. Studies on the catalase in marine algae III. On the optimum temperature of the catalase in marine algae, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 19 (7): 803—808.
- [12] Кизоветтер, И. В., 1938. Сезонные колебания в химическом составе японской ламинарии (*Laminaria Japonica*) и узкой ламинарии (*Laminaria angustata*), Изв. ТИПРО, 14, 103—143.

STUDIES ON THE SEASONAL VARIATIONS IN SOME
CHEMICAL COMPONENTS AND THE CATALASE ACTIVITY
OF *LAMINARIA JAPONICA* ARESCH

Department of Fisheries, Shantung Institute of Oceanology

Li Ai-jie and Sun Shou-tian

ABSTRACT

1. The water, ash (from March to December, 1962, except July), iodine, alginic acid and crude protein (from March to August, 1962, except July) contents of *Laminaria japonica* Aresch from Tsingtao were determined. The water content was rather high in young specimens, It was as high as 94.86% in March, and diminished gradually afterwards. In young specimens, the ash content was comparatively low, it was only 17.88% in March, but increased rapidly in April, declined in August, and again increased in December. As they grew, the iodine content increased monthly up to 1.13% in August, which is higher than that reported by previous workers^[1, 2, 3, 4]. The seasonal variations of crude protein content compared with those of alginic acid content have shown an inverse tendency.

2. The seasonal variations in opt. pH, opt. temperature and the activity of catalase in *Laminaria japonica* Aresch were studied. The verified results are shown in Figs. 2 and 3. The opt. pH of catalase was 8.68—9.18 and may be greater than pH 9.18. The opt. temperature of the catalase was 10—20° C. The seasonal changes of the temperature of the sea water had no influence upon the opt.pH and the opt. temperature of catalase. The maximum value of catalase activity in August is identical with that of the intensity of photosynthesis.