

条斑紫菜硅藻附着症防治研究

马家海

(上海水产大学, 200090)

提 要 经调查,在江苏省连云港、浙江省象山港的中、后期条斑紫菜患有硅藻附着症。硅藻的种类以短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata* 为绝对优势种。由于硅藻的附生会随着时间的推移越来越严重地影响紫菜的生长和加工的质量,因而作为硅藻附着症的防治应注意在早期抓紧加以处理。用 pH 为 2.00—2.50 的酸类,处理 10—15 分钟,或者 pH 为 10.00—10.40 的碳酸钠,处理 10—15 分钟,以及连续每天干燥 4 小时,或在 -20℃ 低温条件下保存 6 天以上等方法,都能基本上起到清除硅藻的作用,而对条斑紫菜的生长均未产生不良影响。研究结果在条斑紫菜栽培与加工生产上有应用与推广价值。

关键词 条斑紫菜,硅藻附着症,脱落率,短纹楔形藻

近年来,条斑紫菜栽培业在我国已形成相当的生产规模,不仅满足了国内市场日益增长的需求,而且大大地开拓了国际市场。随着全浮动筏式栽培的兴起,海区养殖密度的加大,沿海海域富营养化的加剧,中、后期条斑紫菜叶状体上极易附生杂藻,这些杂藻危害中最具代表性的是硅藻附着症。江、浙两省部分海区的条斑紫菜上硅藻附着严重,致使 1—2 月份以后的紫菜生长受阻,加工的菜饼不仅颜色、光泽很差,而且菜饼上留有类似鸽粪样的斑点,食有涩味,商品价值低下。到了发病的盛期,产品毫无经济价值,造成很大的损失,同时硅藻附着症还往往并发其他病害,极大地影响着这些海区的紫菜栽培生产。在日本也把硅藻附着症列为紫菜的主要病症之一[今井丈夫,1971;日本水产学会,1978]。馆胁正和、水野真[1979]、今田克、安部敏男[1982]曾探讨用二氧化锗和多种除草剂清除硅藻,但是使用这些药剂来处理紫菜既存在着食品卫生的问题,又会涉及到经济核算。野田宏行、岩田静昌[1978]提出采用机械的方法或者使用药剂处理硅藻,在实际应用上也还有待于进一步开发解决。厦门大学生物系植物学教研室硅藻科项目组[1977]曾对福建省坛紫菜的敌害硅藻进行了调查,并且指出了敌害硅藻与环境的关系,为防治硅藻附生提供必要的资料。本文着重在条斑紫菜栽培与加工中,就硅藻附着症的对策进行了探讨,以求探索一些行之有效的处理方法,减少硅藻附生给紫菜栽培带来的损失,研究结果具有一定的实用价值和推广意义。

1 材料与方 法

试验材料于 12 月下旬至翌年 1 月中旬分别采自江苏省连云港和浙江省象山港的全浮动筏式栽培条斑紫菜,不经阴干、低温保存带回室内培养。为了便于定点观察,用直径为 0.8 cm 的

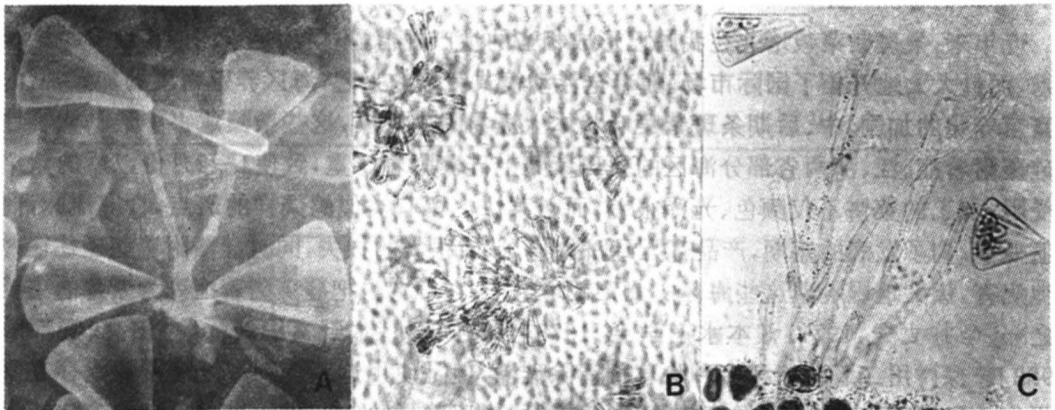
打孔器把紫菜藻体打成圆片,每一处理组10片。处理的具体方法是把紫菜圆片浸入不同 pH 的酸、碱溶液中,浸渍一定时间后取出,再轻轻静置于海水中。在处理前与后各镜检计数,求平均值,计算出附着硅藻处理后的脱落率。干燥与冷藏也采用类似方法进行处理和计数。

处理后的紫菜叶状体置于三角烧瓶内继续充气培养,海水取自浙江奉化本校海水养殖实习场,用盐调至比重1.025,加10ppm $\text{NO}_3\text{-N}$, 1ppm $\text{PO}_4\text{-P}$,培养条件光强3000Lux,日光照时间14小时,水温9—15℃,培养8天后,视紫菜的色泽、生长情况判断健全度,以此估算对紫菜的影响。

2 结果与讨论

2.1 海区调查及硅藻附着与环境的关系

海区采样后,用光镜和扫描电镜观察结果表明,江浙一带条斑紫菜上附着硅藻的种类主要是,短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata*、平片针杆藻小形变种 *Synedra tabulata* var. *parva*、盾形卵形藻 *Cocconeis scutellum*、拟货币直链藻 *Melosira nummuloides*、弯杆藻 *Achnanthes* sp. [金德祥,1982],其中短纹楔形藻为绝对优势种(图版一A)。



图版 Plant

A. 短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata* 的扫描电镜照片; B. 附生于条斑紫菜叶状体表面的短纹楔形藻群体;
C. 短纹楔形藻从粘质柄上脱落。

据观察,硅藻一开始大都容易附着在紫菜叶状体的边缘,形成一簇簇深褐色的斑点,针杆藻、弯杆藻等是通过分泌粘质丝粘着在紫菜上的,短纹楔形藻则藉壳面基部分泌出来的粘质柄粘着在紫菜藻体上,粘质柄往往形成分枝,这样每簇粘质柄上就有很多个楔形藻,形成了一个群体(图版一B)。在硅藻大量附生的紫菜叶状体上,粘质柄密集粘着,细菌大量繁殖,导致紫菜细胞色素消退,光合作用受阻,生长也变得十分缓慢,甚至停止,紫菜的采收也随之大大幅度地减产。

厦门大学硅藻科组[1977]指出,敌害硅藻的附生首先从长势较差的紫菜开始,尔后随着紫菜延续生长逐渐繁殖蔓延。在紫菜和硅藻这对生长的矛盾中,紫菜的生长状态起着主要的决定性的作用,硅藻的附生是居于次要的地位。紫菜生长较差时能附生硅藻,同时,又因硅藻在叶

状体上大量附生而加速紫菜的老化,和缩短紫菜的生长期。通过近年来笔者多次海区调查也可以看出,环境条件对诱导硅藻附着症的发生与发展也是起着十分重要的作用的。在风浪小、潮流不畅的栽培密度过大的海区,或是透明度小、水质混浊的内湾,以及全浮动筏式栽培或者半浮动筏式栽培潮位偏低的海域,通常在采收1、2次紫菜后,就开始出现硅藻附生,到了12月下旬或翌年1月份以后病症加重以至到了无法加工的程度。相反,在一些风浪大、水流通畅、栽培密度相对较小的海域,或是透明度大、水质干净的外海,以及潮间带半浮动筏式栽培潮位较高的海区就较少出现硅藻附着症,甚至到了4、5月份采收的末期紫菜的藻体上也很少有硅藻附生。

2.2 硅藻的附着力

Luttenton 和 Rada[1986]用不同的流速和振动发现在基质上形成的附生硅藻群落中种类的组成是不同的,这暗示着不同的硅藻,其附着力是不同的。Tanaka[1986]用振动和手搓使附生在海藻叶状体上的硅藻剥落下来的方法,比较了10多种硅藻的附着力,结果表明各种硅藻的附着力是不同的,不具纵沟缺乏运动性的楔形藻等附着力最强,中心纲硅藻最弱。1984年大贝政治等指出,硅藻的附着力是随着时间的推移而增强的[梶原武,1990]。

本研究结果也验证了上述论点,试验表明条斑紫菜上附生的短纹楔形藻的附着力比其他硅藻要强。而且同是楔形藻,早期出现的经处理后较易脱落(图版—C),到了附着后期就变得很难清除,即使被清除,残留大量的粘质柄,紫菜叶状体表面皱褶、粗糙,加工后质量也很差,由此可见,作为硅藻附着症的防治,不论是在海上栽培或是加工时,都应强调早期处理的重要性。

2.3 硅藻附着症的防治

2.3.1 酸和碱

不论是用有机酸(柠檬酸、醋酸)或是无机酸(磷酸、盐酸)作为硅藻附着症的清除剂,在本试验范围内,结果是十分相似的。为了对紫菜不造成损失,pH调整到2.00,处理5—10分钟,或者pH 2.50,处理时间延至10—15分钟,结果表明正常的紫菜仍然保持在90%—100%,这些叶状体经8天培养后,不但颜色正常、光泽良好,且均有不同程度的生长。众所周知,紫菜的细胞壁比较密集,透过性较低,即使遇到酸的作用,细胞内部还没有显著的变化,但是,硅藻的细胞壁透过性很高,渗透性难以调整,因而往往对酸的忍耐力就远较紫菜要弱得多。

由表1可知,无论是柠檬酸或是醋酸,pH一定时,随着处理时间的增加,硅藻脱落率呈现递增趋势,相反,处理时间一定时,pH越大,硅藻脱落率越少,其中柠檬酸和醋酸的pH分别为2.00或2.50,处理时间10分钟,硅藻脱落率达90.04%—87.18%和90.40%—89.06%;pH 4.00,处理时间必须延长到20—25分钟,脱落率才能达到80.21%—81.16%和70.04%—80.52%。值得注意的是pH 2.50,处理时间在10分钟以上,虽然脱落率在80—90%,但镜检可见尚未脱落的硅藻细胞已产生异常,在此后的8天培养中几乎脱落殆尽。pH大于3.00,处理时间25分钟,在经8天培养后,绝大部分未脱落的硅藻依然正常,因此,可以认为采用pH 2.00—2.50,处理时间10—15分钟是合理的。

另外,用磷酸和盐酸等无机盐重复上述试验,结果与表1大致相似,但是,条斑紫菜是健康食品,用无机酸处理是否影响食品卫生,并造成海区污染,还有待于深入研究。相反,有机酸都是天然食品中含有的,使用后通过海水中的微生物很快分解为二氧化碳和水,不会长期残留,当然也难以造成公害。

表1 柠檬酸和醋酸清除附着硅藻的效果

Tab. 1 Effect of citric acid and acetic acid on the clearing of epiphytic diatom

硅藻脱落率 (%)	时间 (分钟)	5		10		15		20		25	
		柠檬酸	醋酸	柠檬酸	醋酸	柠檬酸	醋酸	柠檬酸	醋酸	柠檬酸	醋酸
pH 1.90		78.91	71.74	90.81	90.51	91.02	90.84	91.24	91.13	91.47	91.96
2.00		76.12	71.42	90.04	90.40	90.11	90.62	90.18	91.01	90.42	91.62
2.10		75.27	71.06	89.91	90.11	90.02	90.43	90.15	90.84	90.40	91.26
2.20		75.11	68.91	89.57	89.75	89.68	90.11	90.04	90.27	90.35	91.14
2.30		75.05	59.98	89.12	89.40	89.42	90.08	89.76	90.18	90.13	91.01
2.40		61.40	59.45	89.03	89.25	89.22	89.96	89.55	90.16	89.82	90.87
2.50		54.18	59.27	87.18	89.06	88.31	89.19	89.03	89.58	89.52	90.64
3.00		48.37	44.51	76.28	74.17	79.38	77.01	84.32	80.51	86.17	86.17
3.50		42.54	41.18	71.16	73.20	77.21	76.05	82.17	79.92	84.62	84.26
4.00		41.31	41.02	60.02	61.83	60.81	62.55	80.21	70.04	81.16	80.52
对照		7.93	7.94	8.06	8.01	8.10	8.12	8.13	8.13	8.21	8.20

表2 碳酸钠清除附着硅藻的效果

Tab. 2 Effect of sodium carbonate on the clearing of epiphytic diatom

硅藻脱落率 (%)	时间 (分钟)	5	10	15	20	25
		pH				
9.00		70.21	78.75	82.26	85.76	86.27
9.80		74.17	81.43	86.35	87.97	89.76
10.00		86.03	89.61	90.98	91.02	94.42
10.20		86.72	89.63	91.08	92.01	94.45
10.40		89.17	90.28	92.77	94.81	94.97
10.60		91.06	94.12	95.81	96.18	97.88
10.80		91.24	94.31	96.03	98.47	99.04
11.00		92.15	96.47	97.12	99.28	99.09
11.20		92.81	97.22	97.85	98.91	99.04
12.00		93.12	96.85	97.71	99.40	99.57
对照		7.86	7.86	7.89	7.93	7.96

表2所示,碳酸钠 pH 10.00,处理时间15分钟,以及 pH 10.40,处理时间10分钟,硅藻脱落率均达到90%以上,对紫菜没有明显影响,但是,pH 超过10.60,处理时间仅5分钟,虽然硅藻脱落率也很高,但紫菜继续培养8天后死亡率达20%左右,故不宜采用,因而可以认为 pH 10.00—10.40,处理10—15分钟,紫菜都能正常培养生长,也达到了清除硅藻的目的。此外,碳酸钠加入海水后易出现絮状沉淀,是否会对紫菜产生其他负面反应,尚不得而知。

2.3.2 干燥

通过对表3、4的分析表明,干燥对附着硅藻的影响很大。虽然干燥10小时,经充气培养25分钟,硅藻脱落率仅67.13%,连续干燥6天,每天干燥4小时,最后充气培养20分钟,硅藻脱落率达99.58%。在自然界,紫菜是一种生长在潮间带的海藻,具有极强的耐干力,适度的干燥对紫菜不仅没有不良影响,反而促进它的健全生长与发育。当前使用的全浮动筏式栽培干出装置还有很多不尽人意之处,难以确保用简易的操作达到干燥的目的,今后仍需继续努力加以改进。

表3 干燥对附着硅藻的影响
Tab.3 Effect of drying on the epiphytic diatom

硅藻脱落率 (%)	干燥时间(小时)					
	对照	2	4	6	8	10
充气培养时间(分钟)						
5	7.51	10.30	23.17	37.24	56.71	60.05
10	7.63	10.71	24.28	42.11	60.03	62.10
15	7.69	11.04	24.80	45.38	61.26	62.78
20	7.74	11.84	26.13	47.25	62.10	64.25
25	7.83	12.77	31.34	52.01	62.76	67.13

表4 连续每天干燥4小时对附着硅藻的影响
Tab.4 Effect of continuous drying for 4 hours per day on the epiphytic diatom

连续干燥天数	对照	1	2	3	4	5	6
硅藻残留个数	240	178	123	73	35	9	1
硅藻脱落率(%)		26.13	48.75	69.58	85.42	96.25	99.58

注:硅藻残留个数为处理后充气培养20分钟后计数所得。

2.3.3 冷藏

把阴干后的紫菜置于-20℃的冷库中冷藏,出库后充气培养5-25分钟,试验结果列于表5。

表5 冷藏对附着硅藻的影响
Tab.5 Effect of cold storage on the epiphytic diatom

硅藻脱落率 (%)	冷藏天数					
	对照	2	4	6	8	10
充气培养时间(分钟)						
5	36.11	77.21	92.18	99.92	99.98	99.98
10	39.04	78.05	92.97	99.90	99.98	100.00
15	41.23	79.04	93.74	99.93	99.95	100.00
20	42.76	80.13	93.91	99.98	99.97	99.98
25	45.48	80.14	94.02	99.98	99.94	99.99

从表5可看出,冷藏6天后,硅藻脱落率即达99%以上。倉掛武雄[1970]提出短期冷藏有利于提高紫菜的品质,因此,短期冷藏紫菜网帘不仅对清除硅藻附着症有利,同时可提高紫菜质量,起到一举两得的效果。然而在具体实施时,须把紫菜阴干到含水量为20—40%,并及时收入冷库,冷藏后再重新张挂到海区,这样需要化费一定劳力,亦须备有必要的制冷设施。

3 小结

(1)经调查,江苏省连云港和浙江省象山港栽培条斑紫菜上附生的硅藻绝对优势种是短纹楔形藻 *Licmophora abbreviata*,为了防治硅藻附着症,应在早期抓紧处理为妥。

(2)研究表明,条斑紫菜的耐酸力和耐碱力比硅藻强,有机酸(柠檬酸、醋酸)和无机酸(磷酸、盐酸)pH2.00—2.50,处理时间10—15分钟,硅藻脱落率达80—90%;碳酸钠 pH10.00—10.40,处理10—15分钟,硅藻脱落率也可达90%左右;使用酸、碱清除附生硅藻是一种简单、易行的方法。

(3)研究结果还表明,连续每天干燥4小时或是短期冷藏5—6天以上对清除硅藻也是十分有效的。

(4)本文有关条斑紫菜硅藻附着症防治的研究结果,在栽培与加工上具有一定的应用和推广价值。

本校海水养殖专业89届学生朱新强参加部分工作,张敏、周平凡协助拍摄、冲印照片,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 金德祥等,1982.中国海洋底栖硅藻类(上卷),182—185.海洋出版社(京)
- [2] 厦门大学生物系植物学教研室硅藻科组,1977.福建省紫菜敌害硅藻的调查.厦门大学学报,(1):108—122.
- [3] 日本水産學會,1978.のりの病氣,146.恒星社厚生閣(東京)。
- [4] 今井丈夫,1971.淺海完全養殖,69.恒星社厚生閣(東京)。
- [5] 今田克·安部敏男,1982.のりの培養における雜藻防除劑の研究.日本水産學會誌,48(11):1507—1516.
- [6] 倉掛武雄,1970.ノリの浮き流し養殖,50.漁協經營センター出版社(東京)。
- [7] 野田宏行·岩田靜昌,1978.海苔制品向上の手引き,118—120.全國海苔漁業協同組合連合會(東京)。
- [8] 梶原武,1990.海洋生物の付着機構,14[大貝政治ら,1984]。恒星社厚生閣(東京)。
- [9] 館脇正和·水野真,1979.藻類各種,特に褐藻に対する二酸化ゲルマニウムの生長阻害.藻類,27:205—212.
- [10] Luttenton, M. R. and R. G. Rada, 1986. Effects of disturbance on epiphytic community architecture. *J. Phycol.*, 22:320—326.
- [11] Tanaka, N., 1984. The cell division rates of ten species of attaching diatoms in natural seawater. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 50(6):969—972.

STUDIES ON THE PREVENTION AND CURE FOR DIATOM FELT DISEASE OF *PORPHYRA YEZOENSIS*

Ma Jia-hai

(Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT The *Porphyra yezoensis* Ueda in coastal waters of Lianyungang and Xiangshangang suffered from diatom felt disease during middle and last stage of growth period was investigated. The dominate epiphytic diatom is *Licmophora abbreviata*. As diatom felt disease can seriously affect the growth and processing quality of laver, certain treatment in early period is extremely important. Treatment with acid or alkaline at different pH value and for different time duration shows that laver has better durability against acid and alkaline than epiphytic diatom. Organic acid (citric acid, acetic acid) or inorganic acid (phosphoric acid, hydrochloric acid) with same pH value have similar dropping rate notwithstanding different treating time. For pH value 2.00 – 2.50 with treating time 10 – 15 minutes, dropping rate of epiphytic diatom is about 80 – 90%. Sodium carbonate with pH value 10.00 – 10.40 and treating time for 10 – 15 minutes, the dropping rate is more than 90%. After continuous drying for 4 hours per day, dropping rate can be more than 96.25% after 5 days. Under low temperature condition as -20°C and preserving for more than 6 days, the dropping rate of epiphytic diatom is more than 99%. The above test is no harm to *P. yezoensis* and the result obtained is valuable to be applied and recommended in laver production.

KEYWORDS *Porphyra yezoensis*, diatom felt disease, dropping rate, *Licmophora abbreviata*