

文章编号: 1674-5566(2016)04-0522-06

DOI:10.12024/jsou.20160101647

坛紫菜新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”耐高温性中试研究

宋武林^{1,2}

(1. 福建省海洋经济运行监测与评估中心, 福建 福州 350003; 2. 福建省水产技术推广总站, 福建 福州 350003)

摘要: 对海区人工栽培的坛紫菜新品种“申福 1 号”、“申福 2 号”以及坛紫菜传统栽培种在遭遇高温天气后的生长特性进行了连续跟踪研究。结果表明: 在坛紫菜壳孢子采苗下海栽培后, 由于海水温度下降幅度小, 比正常年份同期水温偏高 1~2 °C, 造成传统栽培种的叶状体腐烂脱落、大规模减产, 而在相同海域栽培的“申福 1 号”和“申福 2 号”却保持了叶状体的正常颜色和形态以及较快的生长速度, 产量和品质受高温影响较小。上述结果证实, 坛紫菜新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”在海区栽培时对高温有明显的耐受性和生长优势, 与它们在室内培养所表现出来的耐高温和快速生长特性的结果非常一致。在海区栽培条件下, 其比传统栽培种可提高 1~2 °C 的耐高温水平, 具备良好的推广潜力。

关键词: 坛紫菜; 新品种; 申福 1 号; 申福 2 号; 耐高温; 中试

中图分类号: S 968.4 **文献标志码:** A

坛紫菜(*Pyropia haitanensis* Chang et Zheng) 是我国特有的重要经济海藻, 也是福建省海水养殖的特色优势种类, 自 20 世纪 90 年代以来, 坛紫菜养殖面积与产量已居全国首位。坛紫菜产业蓬勃发展, 近 5 年来, 福建省坛紫菜养殖面积以年均 5% 的幅度增长, 2014 年全省坛紫菜养殖面积已达 15 635 hm², 养殖产量达 53 408 t^[1], 占全国坛紫菜养殖产量的 80% 以上。坛紫菜养殖是福建沿海渔业经济的重要产业和渔民经济收入的主要来源^[2]。由于人工栽培所选用的坛紫菜种质存在数十年来鲜有人工改良、长期重复使用以及随意留种育苗等原因, 造成叶状体产量、品质和对不良环境的适应能力不断下降, 加上全球气候变暖等因素, 每年均会发生烂苗和脱网等灾害, 生产上亟需选育抗逆性强、耐高温的新品种替代传统栽培种^[3-5], 以促进坛紫菜产业的健康发展。坛紫菜新品种“申福 1 号”、“申福 2 号”是利用现代生物技术选育出来的经“全国水产原种和良种审定委员会”审定的水产新品种(品种登记号分别为: GS-01-003-2009、GS-01-003-2013^[6-7]), 通过在福建、浙江和广东 3 省 15 个县

的中试栽培, 受到紫菜养殖户的广泛好评, 被证明是优质高产和适合机械化加工的紫菜良种。

2008 年福建省坛紫菜壳孢子采苗下海栽培后, 遭遇了连续高温天气, 9 月份海水的月平均温度比常年同期高出 1~2 °C, 特别是 9 月中下旬平均气温较常年同期高达 3 °C 左右^[8], 造成传统栽培种出现了大规模的烂苗和脱落, 藻体的生长和品质受到严重影响, 全年生产基本落空; 而相同海域条件下栽培的“申福 1 号”和“申福 2 号”没有出现烂苗现象、生长情况良好, 当年生产均未受较大影响, 获得丰收。2011、2013、2014 年坛紫菜壳孢子采苗下海后均遭遇了连续高温天气影响, 近年来连续跟踪研究表明, 坛紫菜新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”均表现出了明显的耐高温、生长快和藻体细长等特性, 适合于取代不耐高温和品质低下的传统栽培种, 可在福建和浙江等地进行多地区、大规模推广栽培。

1 材料与amp;方法

坛紫菜新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”的种质均以自由丝状体的形式被保存于实验室内,

收稿日期: 2016-01-28 修回日期: 2016-02-16

基金项目: 福建省种业创新与产业化工程项目(2014S1477-10); 福建省科技重大专项(2011NZ0001-1)

作者简介: 宋武林(1976—), 男, 农业推广硕士, 高级工程师, 研究方向为水产健康养殖技术、水生生物学和海洋与渔业管理。

E-mail: wlsong2007@qq.com

保存液为自然海水加 MES 营养液^[8]。“申福1号”和“申福2号”自由丝状体在实验室内经营养繁殖扩大培养后,于当年3月上旬移植到文蛤壳上,经过5个多月的生产性培育^[10-11],于9月上中旬进行海上采集壳孢子^[12],壳孢子附着到紫菜条帘(4.3 m×3.8 m)上,然后进行海上悬浮式栽培^[13]。栽培海域位于福建省宁德市霞浦县三沙镇三沙湾海域(26°55'N, 120°9'W)。本实验的对照组为坛紫菜传统栽培种,与“申福1号”和“申福2号”于同一天进行壳孢子采集和附网(附苗密度基本相同),在同一海域由同一养殖户进行海上栽培,均采用相同的方法管理。

1.1 叶状体的采集和预处理

当紫菜叶状体在栽培海域生长到一定长度时(40 cm左右),同一天从3个栽培种(传统栽培种、“申福1号”和“申福2号”)的养殖条帘上随机剪取一段长3~4 m的网绳,阴干后用自封袋密封,置-20℃低温冰箱中冻存,待全部样品采集完毕后带回实验室处理。

1.2 叶状体的长宽测定

冻存的叶状体在室温条件下直接置消毒海水(盐度26)中复苏,随机选取30棵完整的叶状体(第一水菜含头部和基部,其他各水菜含基部),测定其长度和宽度(叶状体最宽处)。叶状体长宽测定之后将其阴干,用于叶状体干重测定。

1.3 叶状体干重测定

继续随机选200棵完整的叶状体(选取标准同1.2),用吸水纸吸干表面的水分,置23℃培养室内阴干12 h,然后在80℃下烘干8 h,待烘箱内

温度降至室温时打开烘箱取出烘干的叶状体,立即在分析天平上进行干重测定。

2 结果

2.1 海区生长情况

养殖海区现场调研发现:遭遇连续高温天气后,坛紫菜传统栽培种的条帘上叶状体数量稀少、藻体短小、大部分条帘被浒苔等绿藻占据(图版-1~4),而且藻体形态异常、粗糙较厚、光泽差、腐烂严重,基本上看不到完整的叶状体,第一水采收时绝大部分藻体头部都开始形成了生殖细胞(图版-2)。而相同海区栽培的“申福1号”和“申福2号”网帘上,叶状体密密麻麻、均匀地附着在网绳上,其长度和品质均达到了采收标准(图版-5, 6, 9, 10),完全满足生产要求,而且“申福1号”和“申福2号”的藻体无论从形状还是颜色上来看,均十分正常;第二水藻体中未发现成熟迹象(图版-7, 8, 11, 12);甚至在第四水藻体中都没有发现成熟情况,说明新品种藻体在第四水时还一直处于快速生长期。

2.2 叶状体长宽测定

随机选取30个藻体样本进行测定,结果见表1。第一水采收的“申福1号”和“申福2号”的平均藻体长度分别为(42.5±13.0) cm和(32.3±8.5) cm,而传统栽培种的平均长度仅为(15.5±5.7) cm。对4次采收的结果进行对比,发现“申福1号”和“申福2号”每一水菜的平均长度都比传统栽培种长;且“申福1号”和“申福2号”每一水菜的长宽比均远大于传统栽培种,表现出生长快和叶状体细长的优良特性。

表1 坛紫菜新品种“申福1号”、“申福2号”和传统栽培种各水菜的平均长度、平均宽度和长宽比

Tab.1 Comparison of the new varieties “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” of *Porphyra haitanensis* and *Porphyra haitanensis* cultivated by the traditional method in the aspect of average length, average width and length-width ratios

采收次数 times of collection	栽培天数 /d days of cultivation	“申福1号” Shenfu No. 1			“申福2号” Shenfu No. 2			传统栽培种 <i>P. haitanensis</i> of traditional cultivation		
		长/cm length	宽/cm width	长宽比 length-width ratio	长/cm length	宽/cm width	长宽比 length-width ratio	长/cm length	宽/cm width	长宽比 length-width ratio
1水	58	42.5±13.0	1.3±0.3	32.5	32.3±8.5	1.0±0.3	32.3	15.5±5.7	1.5±0.5	10.3
2水	76	40.3±9.1	1.7±0.7	23.3	45.5±15.6	1.7±0.7	26.8	14.0±7.5	3.3±1.4	4.2
3水	97	33.8±9.3	4.1±2.0	8.2	40.5±18.3	3.1±1.2	13.1	26.5±11.8	8.1±4.4	3.3
4水	114	18.0±5.4	3.8±1.6	4.8	24.1±7.9	2.6±1.6	9.3	13.5±6.3	5.3±3.1	2.5

表 2 坛紫菜新品种“申福 1 号”、“申福 2 号”和传统栽培种各水菜单棵叶状体的干重
 Tab.2 Gross weight of single leaf of the new varieties “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” of *Porphyra haitanensis* and *Porphyra haitanensis* cultivated by traditional method

采收次数 times of collection	栽培天数/d days of cultivation	单棵叶状体的平均干重/mg the average single tree frond dry weight		
		“申福 1 号” Shenfu No. 1	“申福 2 号” Shenfu No. 2	传统栽培种 haitanensis of traditional cultivation
1 水	58	37.1(9.6)	38.7(6.2)	23.8(3.0)
2 水	76	74.4(4.9)	79.1(5.3)	43.0(2.8)
3 水	97	83.1(3.4)	115.2(5.4)	72.5(2.5)
4 水	114	74.1(3.4)	74.7(3.2)	46.7(2.0)

注:括号内数字表示每厘米养殖网绳上叶状体的附着棵数。

Note: numbers in brackets indicates that the amount of the signal leaf cling to the cultivating net rope per centimeter.

2.3 叶状体干重测定

“申福 1 号”和“申福 2 号”每一水菜的单棵叶状体的平均干重都大于传统栽培种,其中“申福 1 号”比传统栽培种每一水分别重 55.8%, 73.0%, 14.6% 和 58.7%; “申福 2 号”比传统栽培种每一水分别重 62.6%, 84.0%, 58.9% 和 60.0% (表 2), 说明在相同的栽培时间内, 新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”的生长速度要比传统栽培种快, 表现出生长快和产量高的优良特性。在采苗密度相当的情况下, 栽培“申福 1 号”和“申福 2 号”的产量平均要分别比传统栽培种高出 50.5% 和 66.3% (表 2), 菜农的收入相应也能提高一半以上。表 2 括号内数字表示每厘米养殖网绳上叶状体的附着棵数, 第一次采收时“申福 1 号”和“申福 2 号”的附着密度分别是传统栽培种的 3.2 倍和 2.1 倍, 说明在 9 月份高温的影响下, 传统栽培种掉苗脱网十分严重, 直接影响到当年的收成, 而新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”几乎不受高温的影响。

3 讨论

自然海区生长的坛紫菜, 其壳孢子萌发与幼苗期的生长适温为 26~27℃, 幼苗从肉眼可见到 5 cm 左右时生长适温为 23~25℃, 自 5 cm 生长到 20~40 cm 时水温在 19℃左右^[12], 壳孢子采苗后水温逐渐下降对于坛紫菜的生长是十分有利的。但是, 据近年来养殖海区的初步调查^[14], 由于全球气候变暖等原因, 每年在坛紫菜壳孢子采苗后 45 d 左右时均遭遇到水温较大幅度的回升, 即所谓的“小阳春”, 造成幼苗生长受阻, 严重时造成烂苗掉苗, 给生产带来很大的损失^[15]。

福建省气候中心和福鼎市气象局的监测数据^[8]表明: 2008 年 9 月份持续高温闷热天气, 中、下旬平均气温比历年高出 3℃左右, 在紫菜栽培海区监测的最高水温达 29.5~30℃, 早已超出了未经改良的坛紫菜传统栽培种的生长耐受范围^[16] (幼苗 25℃左右, 大苗 15~20℃)。2011 年、2013 年、2014 年海区栽培的坛紫菜均因为连续高温导致烂苗, 部分紫菜栽培户绝收, 随着全球气候变暖, 紫菜苗期受高温灾害有逐年加剧的趋势。

坛紫菜新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”是利用现代生物技术选育出来的良种, 具有生长快、产量高、藻体薄等优良特性, 且对于高温有较大的耐受性。严兴洪等^[4]研究发现: 新品种“申福 1 号”在实验室培养条件下, 不仅它的壳孢子在 29℃下可以存活和萌发, 而且在常温(24℃)下培养的幼苗对温度的回升(从 24℃到 28℃和 29℃)也有很强的耐受力, 生长较好、不烂苗。

近年来新品种海区养殖中试进一步证实: “申福 1 号”和“申福 2 号”在实验室内表现出来的耐高温优良特性在海区条件下也能得到很好的表达, 新品种“申福 1 号”、“申福 2 号”比传统栽培种在海区栽培的耐高温能力可提高 1~2℃。2008 年 9 月初自坛紫菜采苗并下海养殖开始, 由于长时间高温导致了传统栽培种出现了大规模的烂苗和脱落, 叶状体的生长和品质受到了严重影响; 而“申福 1 号”和“申福 2 号”没有出现烂苗现象, 保持了良好的生长速度, 表现出耐高温的优良特性: 第一水采收时其平均长度分别是传统栽培种的 2.7 倍和 2.1 倍, 单棵叶状体的平均干重都是传统栽培种的 1.6 倍, 而且网绳上的附着密度分别为传统栽培种的 3 倍和 2 倍, 没有

发生由于高温而导致的脱网掉苗和腐烂等现象,2013 年、2014 年海区栽培的“申福 1 号”和“申福 2 号”与传统栽培种比较结果均证实了新品种具有耐高温的优良特性。同时,笔者通过连续几年来海区观察发现传统栽培种的营养生长期很短,很早就进入成熟时期,在第一次采收时就能发现绝大部分的藻体头部形成了生殖细胞,说明其很早就由营养生长期进入到生殖生长期,故其生长速度快速下降,这也是传统栽培种种质下降的表现,亩产量势必受到严重影响;而“申福 1 号”和“申福 2 号”在整个栽培周期中未发现有成熟迹象,一直处于营养生长状态,可以增加产量,故其性状优于传统栽培种。

本研究表明,坛紫菜新品种“申福 1 号”和“申福 2 号”在海区栽培时具备生长快和耐高温等特性,对于采苗后温度的回升有较大的耐受性,且生长受高温的影响小,产量、品质也较好,具备替代传统栽培种的巨大潜力,在福建、浙江等南方海区可进一步大面积推广。

本研究得到了上海海洋大学严兴洪教授和黄林彬老师以及项目组有关成员和试验点有关人员的大力支持,谨此致谢。

参考文献:

- [1] 农业部渔业渔政管理局. 2015 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015: 34, 60.
The Ministry of Agriculture, Fishery Administration. China fisheries statistical yearbook 2015 [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2015: 34, 60.
- [2] 宋武林. 坛紫菜新品系“申福 1,2 号”规模化养殖技术研究[J]. 福建水产, 2010(4): 29-34.
SONG W L. Research on cultivation technology for new lines of *Porphyra haitanensis* [J]. Journal of Fujian Fisheries, 2010(4): 29-34.
- [3] 宋武林. 坛紫菜烂苗原因分析及预防对策[J]. 福建水产, 2009(2): 72-75.
SONG W L. Analysis on rotten seedlings of *Porphyra haitanensis* and its prevention method[J]. Journal of Fujian Fisheries, 2009(2): 72-75.
- [4] 严兴洪, 马少玉. 坛紫菜抗高温品系的筛选[J]. 水产学报, 2007, 31(1): 112-119.
YAN X H, MA S Y. Selection of a high-temperature resistant strain of *Porphyra haitanensis* (Rhodophyta)[J]. Journal of Fisheries of China, 2007, 31(1): 112-119.
- [5] 吴宏肖, 严兴洪, 宋武林, 等. 坛紫菜与 *Pyropia radi* 种间杂交重组优良品系的选育与特性分析[J]. 水产学报, 2014, 38(8): 1079-1088.
WU H X, YAN X H, SONG W L, et al. Selection and characterization of an improved strain produced by genetic recombinant of interspecific hybridization between *Pyropia haitanensis* and *Pyropia radi* [J]. Journal of Fisheries of China, 2014, 38(8): 1079-1088.
- [6] 中华人民共和国农业部公告 第 1339 号[M]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2010: 1-4.
Public announcement No. 1339 released by Ministry of Agriculture of the People's Republic of China[M]. Beijing: Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, 2010: 1-4.
- [7] 中华人民共和国农业部公告 第 2082 号[M]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2014: 7-8.
Public announcement No. 2082 released by Ministry of Agriculture of the People's Republic of China[M]. Beijing: Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, 2014: 7-8.
- [8] 陆林营, 吴彩彬, 林秀芳. 福鼎坛紫菜养殖气象条件分析[J]. 现代农业科学, 2009, 16(5): 86-88.
LU L Y, WU C B, LIN X F. *Porphyra haitanensis* Fuding culture analysis of weather conditions [J]. Modern Agricultural Science, 2009, 16(5): 86-88.
- [9] 王素娟, 张小平, 徐志东, 等. 坛紫菜营养细胞和原生质体培养的研究 I [J]. 海洋与湖沼, 1986, 17(3): 217-221.
WANG S J, ZHANG X P, XU Z D, et al. A study on the cultivation of the vegetative cells and protoplasts of *P. haitanensis*[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1986, 17(3): 217-221.
- [10] 宋武林. 坛紫菜优良品系“申福 1 号”苗种培育技术研究[J]. 南方水产, 2006, 2(4): 19-23.
SONG W L. A research on the technique of conchosporelings about the premium strain of “Shenfu No. 1” *Porphyra haitanensis*[J]. South China Sea Fisheries Science, 2006, 2(4): 19-23.
- [11] 谢松平, 宋武林, 黄健, 等. 坛紫菜“申福 1 号”人工育苗技术[J]. 水产养殖, 2006, 27(5): 39-40, 44.
XIE S P, SONG W L, HUANG J, et al. Artificial breeding technology of “Shen Fu No. 1”, “Shen Fu”[J]. Journal of Aquaculture, 2006, 27(5): 39-40, 44.
- [12] 曾呈奎, 王素娟, 刘思俭, 等. 海藻栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 155.
ZENG C K, WANG S J, LIU S J, et al. Seaweed cultivation [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Publishing House, 1985: 155.
- [13] 福建省质量技术监督局. DB35/T 804—2008 坛紫菜育苗养殖技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 1-6.
Fujian Provincial Bureau of Quality and Technical Supervision. DB35/T 804—2008 the regulation of seaweed breeding and cultivation [S]. Beijing: China Standards Press, 2008: 1-6.

- [14] YAN X H, LV F, LIU C J, et al. Selection and characterization of a high-temperature tolerant strain of *Porphyra haitanensis* Chang et Zheng (Bangiales, Rhodophyta) [J]. *Journal of Applied Phycology*, 2010, 22 (4): 511–516.
- [15] 赖平玉. 2008 年秋季福鼎市坛紫菜病烂情况调查与对策 [J]. *现代渔业信息*, 2009, 24(7): 6–9.
- LAI P Y. Investigation and countermeasure of rot disease of *Porphyra haitanensis* in Fuding City in autumn 2008 [J]. *Modern Fisheries Information*, 2009, 24(7): 6–9.
- [16] 福建省水产局. 坛紫菜人工养殖 [M]. 福州: 福建人民出版社, 1979: 87.
- Fujian Provincial Bureau of Fisheries. Artificial cultivation of *Porphyra haitanensis* [M]. Fuzhou: Fujian People's Publishing Press, 1979: 87.

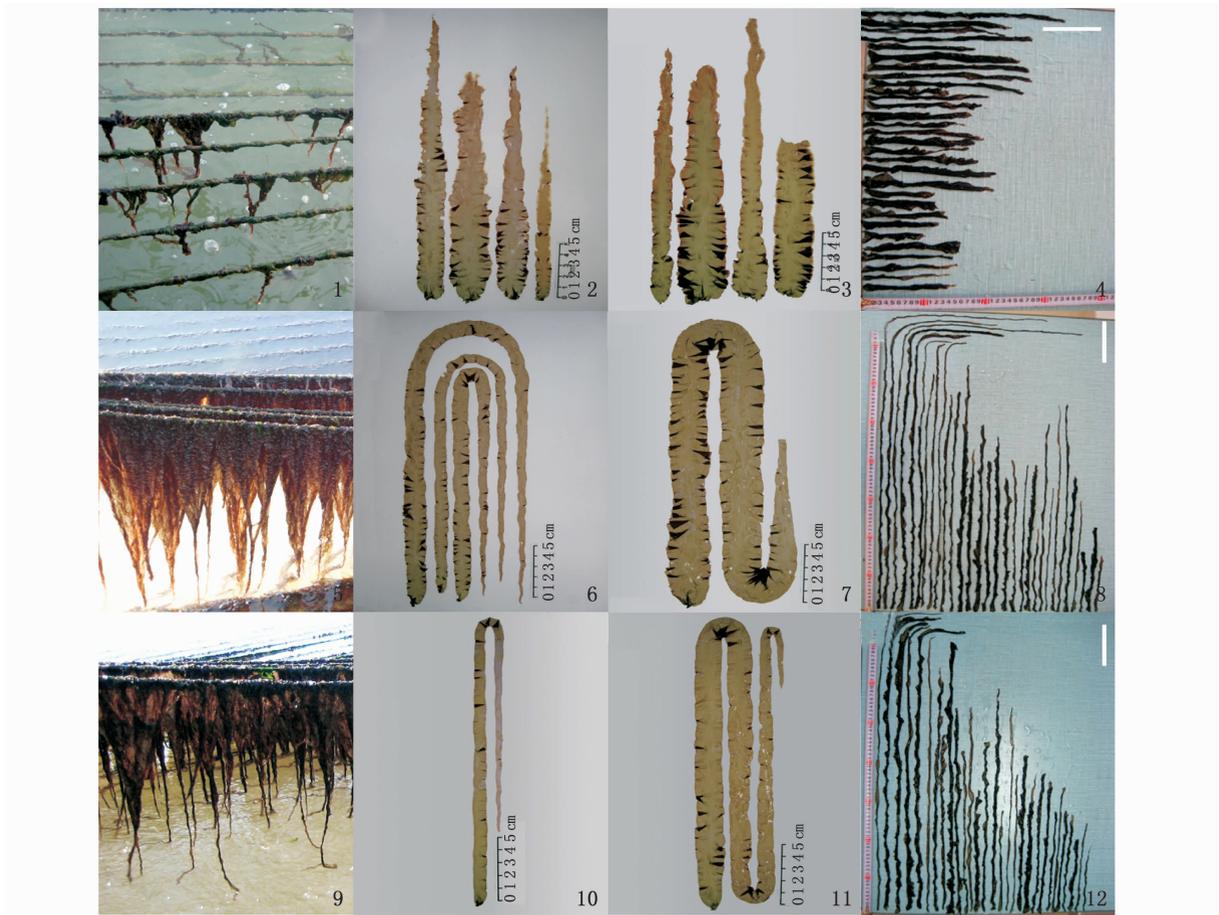
Study on high-temperature-resistance of the new varieties “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” of *Porphyra haitanensis* by cultivation at sea area

SONG Wulin^{1,2}

(1. Fujian Marine Economic Operation Monitoring and Assessment Center, Fuzhou 350003, Fujian, China; 2. Fujian Fisheries Technical Extension Center, Fuzhou 350003, Fujian, China)

Abstract: The new varieties of “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” and the traditional cultivar of *Pyropia haitanensis* were cultivated at the same sea for testing their high-temperature-resistance in the study. The results showed that the blades of the traditional cultivar rotted away due to the water temperature higher by 1 to 2 °C as compared to that of the normal year after cultivation of *P. haitanensis* at sea. However, the varieties “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” maintained the normal color and morphology of blades and higher growth rate, and good yield and quality, even if cultivated at the same sea area. The results indicated that the new varieties “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” had the advantages of high-temperature-resistance and higher growth speed than the traditional cultivar. The new varieties “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” had a great potential to be used as a substitute for the traditional cultivar in the future.

Key words: *Pyropia haitanensis*; new variety; Shenfu No. 1; Shenfu No. 2; high-temperature-resistance; test



图版 坛紫菜传统栽培种、新品种“申福1号”、“申福2号”在养殖海域受高温影响后的生长情况
Plate The growth situation of new varieties of “Shenfu No. 1” and “Shenfu No. 2” and the traditional cultivation of *Pyropia haitanensis* in high temperature cultivating sea area.

1-4. 坛紫菜传统栽培种受高温影响腐烂情况; 5-8. 坛紫菜新品种“申福1号”受高温影响后的生长情况; 9-12. 坛紫菜新品种“申福2号”受高温影响后的生长情况(1,5,9. 第一次采收时养殖条帘上附着的叶状体; 2,6,10. 第一次采收到的叶状体; 3,7,11. 第二次采收到的叶状体; 4,8,12. 第二次采收到的叶状体长度测定)。图版-4、图版-8和图版-12中白色标尺代表10 cm。

1-4. The rotten situation of traditional cultivated *Pyropia haitanensis* in high temperature. 5-8. The growth situation of new varieties of “Shenfu No. 1” *Pyropia haitanensis* in high temperature. 9-12. The growth situation of new varieties of “Shenfu No. 2” *Pyropia haitanensis* in high temperature (1,5,9. The thallus attached to the cultivating curtain in 1st collection; 2,6,10. The thallus in 1st collection; 3,7,11. The thallus in 2nd collection; 4,8,12. The length measure of thallus in 2nd collection). The white scaleplate in graph 4,8,12 presents 10 cm.