

网络优先数字出版时间: 2015-11-26

网络优先数字出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/45.1075.N.20151126.1017.014.html>

鼠尾藻群体的有性生殖力影响因素研究^{*}

Fertility Analysis of *Sargassum thunbergii* Population

刘 玮^{1,2}, 丁 刚^{1,2}, 吴海一^{1,2,*}, 詹冬梅^{1,2}

LIU Wei^{1,2}, DING Gang^{1,2}, WU Hai-yi^{1,2}, ZHAN Dong-mei^{1,2}

(1. 山东省海洋生物研究院, 山东青岛 266104; 2. 青岛市大型海藻工程技术研究中心, 山东青岛 266104)

(1. Marine Biology Institute of Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266104, China; 2. Macroalgae Engineering Technology Center of Qingdao, Qingdao, Shandong, 266104, China)

摘要:【目的】研究鼠尾藻 (*Sargassum thunbergii*) 有性生殖相关因子间的关系, 分析鼠尾藻群体的有性生殖能力。【方法】通过统计分析方法, 研究藻体长度与侧枝数、侧枝长度与生殖托数、生殖托长度与生殖托挂卵数间的关系。【结果】藻体长度与侧枝数、侧枝长度与生殖托数、生殖托长度与生殖托挂卵数间都为线性正相关, 利用回归方程推算, 1 株成熟的鼠尾藻藻体能产生 $2 \times 10^5 \sim 3.3 \times 10^6$ 个受精卵。【结论】1 株成熟鼠尾藻的产卵量基本可满足 1 m^2 的采苗生产需要。

关键词: 鼠尾藻 生殖力 有性生殖

中图分类号: S917.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2015)04-0239-04

Abstract:【Objective】In order to assess the fertility of *Sargassum thunbergii*, the factors which related to sexual reproduction of *S. thunbergii* were analyzed.【Methods】According to the relationships between thallus length and lateral branch number, lateral branch length and receptacle number, and receptacle length and egg number, the regression analysis of related factors were conducted in sexual reproduction.【Results】Results showed that a mature thallus of *S. thunbergii* could produced $2 \times 10^5 \sim 3.3 \times 10^6$ individuals of eggs.【Conclusion】It indicated that a mature *S. thunbergii* thallus could produce sufficient eggs for 1 m^2 collectors in seedling production.

Key words: *Sargassum thunbergii*, fecundity, sexual reproduction

0 引言

【研究意义】鼠尾藻 (*Sargassum thunbergii*)

是我国沿海常见经济褐藻, 不仅可以作为优质海参饲料^[1,2], 还因其含有多糖、多酚等生物活性物质可用于化工和生物医药行业^[3,4]。由于近年来鼠尾藻资源受人为破坏较为严重, 现有鼠尾藻自然资源无法满足市场需要, 急需规模化进行鼠尾藻人工养殖, 而鼠尾藻有性繁殖相关资料的缺乏限制了鼠尾藻人工养殖技术的发展。【前人研究进展】鼠尾藻有性繁殖前期, 首先会在藻体主枝上产生侧生分枝, 继而在侧生分枝上产生生殖托。卵成熟后由生殖窝排放后附着在生殖托上, 形成卵的挂托现象。目前关于鼠尾藻有性繁殖的研究主要集中在发育观察^[5,6]、生殖分配^[7,8]、人工养殖条件^[9,10]等方面。【本研究切

收稿日期: 2015-06-11

修回日期: 2015-06-25

作者简介: 刘 玮(1981-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事海藻生物学相关研究。

* 海洋公益性行业科研专项项目(201305021, 201305043, 201405040)和山东省农业科技成果转化资金项目(2013N248)资助。

** 通信作者: 吴海一(1973-), 男, 副研究员, 主要从事海藻生物学相关研究, E-mail: wuhaiyi1997@163.com。

【拟解决的关键问题】通过对成熟藻体长度、侧枝数等与有性生殖有关的因子进行统计分析,对鼠尾藻生殖力进行初步评估,估算鼠尾藻单株产卵能力,为鼠尾藻人工育苗提供相关理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

鼠尾藻群体采集于2013年5月浙江洞头县(27°51'N, 121°03'E),采集时选取生殖托明显的藻体150株。将采集的鼠尾藻用尼龙绳夹苗,3~5株为1簇,每簇间距10 cm。鼠尾藻夹苗后苗绳平挂暂养于海上养殖筏架区,待鼠尾藻成熟(生殖托上有明显挂卵)后,带回实验室进行相关测量。

1.2 方法

1.2.1 数据测量

随机选取100株成熟藻体,分别测量藻体长度和侧枝数量。藻体长度以主枝作为测量对象,从主枝基部至主枝顶端,固着器及短茎部分不计入主枝长度。同时,主枝上的侧枝数量也对应进行记录。

随机选取100条侧枝,分别测量侧枝长度及生殖托数量。侧枝长度测量从分枝基部至分枝顶端。同时,侧枝上的生殖托数也对应进行记录。

随机选取50个生殖托,分别测量生殖托长度及挂卵数量。生殖托长度测量完成后,用刀片小心刮下生殖托上附着的卵,用过滤海水稀释后在体视镜(江南SE2200)下进行计数。

1.2.2 数据处理

采用Pearson correlation相关性分析方法分析藻体长度与侧枝数、侧枝长度与生殖托数、生殖托长度与生殖托挂卵数之间的关系。相关数据分析使用SPSS 13.0软件完成。

鼠尾藻个体生殖力推算:采用藻体长度、侧枝长度和生殖托长度的平均值,分别利用回归方程计算出藻体侧枝平均数量、藻体生殖托平均数量、单个生殖托平均挂卵数量,鼠尾藻个体生殖力=侧枝数量×生殖托数量×单个生殖托挂卵数量。

2 结果与分析

2.1 藻体长度与侧枝数关系

成熟藻体的平均长度为(129.9±48.7) cm,其中最短藻体为51.2 cm;最长藻体为252.5 cm。平均每株藻体侧枝数为(133±51)个,其中侧枝数最少的藻体有32个侧枝;侧枝数最多的藻体有255个侧

枝。在本实验群体中成熟鼠尾藻藻体的侧枝密度平均为(1.1±0.3)个/cm。如图1所示,藻体长度与侧枝数之间为线性正相关($r^2=0.435, P<0.01$)。

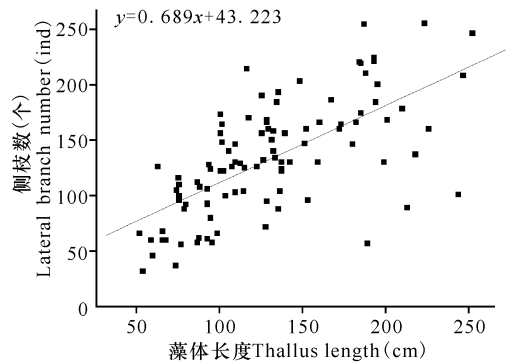


图1 藻体长度与侧枝数的统计关系

Fig. 1 The statistical relationship between thallus length and number of lateral branch

2.2 侧枝长度与生殖托数关系

侧枝平均长度为(9.7±4.7) cm,其中最长的侧枝长度为19.2 cm;最短侧枝长度为1.6 cm。侧枝上生殖托平均数量为(40±27)个,其中单条侧枝上生殖托最多的为95个;最少的为0个,即没有生殖托形成。侧枝上生殖托的平均密度为(3.4±1.8)个/cm。如图2所示,侧枝长度与生殖托数量存在线性正相关($r^2=0.929, P<0.01$)。

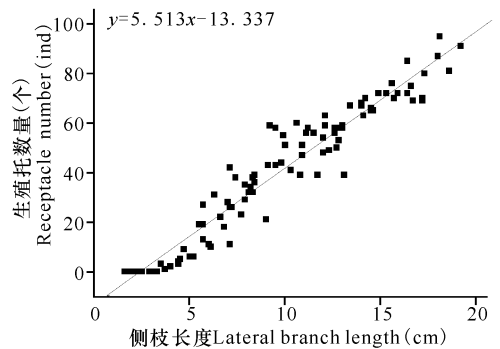


图2 侧枝长度与生殖托数的统计关系

Fig. 2 The statistical relationship between length of lateral branch and number of receptacle

2.3 生殖托长度与生殖托挂卵数关系

生殖托平均长度为(9.4±1.2) mm,其中生殖托长度最大值为11.5 mm;生殖托长度最小值为7.1 mm。生殖托上平均附卵数量为(234±34)个,其中单个生殖托上附卵数最多的为314个;最少的为164个。生殖托上的平均附卵密度为(25±3)个/mm。如图3所示,生殖托长度与附卵数量存在线性正相关($r^2=0.456, P<0.01$)。

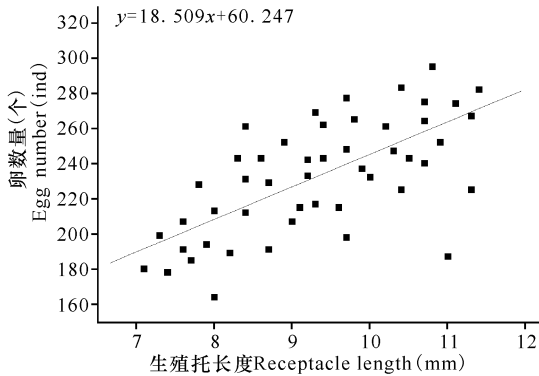


图3 生殖托长度与生殖托挂卵数的统计关系

Fig. 3 The statistical relationship between length of receptacle and number of egg

2.4 个体生殖力

由图1~图3中的回归方程可以推算出,1株具有平均藻体长度(129.9 ± 48.7) cm、平均侧枝长度(9.7 ± 4.7) cm、平均生殖托长度(9.4 ± 1.2) mm的鼠尾藻能够产生 $2 \times 10^5 \sim 3.3 \times 10^6$ 个受精卵。

3 讨论

在植物的繁殖过程中存在大小依赖性^[11,12],植物个体生长到一定长度才会进行生殖^[13]。生殖的大小依赖性植物本身对资源的一种调节机制,个体大小对营养资源分配具有重要的影响^[14]。对采集鼠尾藻群体统计分析发现,个体生殖力与藻体大小具有相关性,这与在其他海藻中的相关研究结果一致^[8,15,16]。本研究结果表明,随着藻体长度的增加,其侧枝数量也逐渐增多;而随着侧枝长度的增加,侧枝上生殖托的数量也随之上升;生殖托长度则直接影响到生殖托上生殖窝的数量,具体表现为随着生殖托长度增加,生殖托上附卵数量也会增加。藻体长度、侧枝长度、生殖托长度等因素共同决定了藻体大小,进而影响了侧枝数量、生殖托数和单个生殖托的产卵数,最终对海藻个体的生殖力产生影响。

本研究采集的鼠尾藻群体,藻体长度与侧枝数、侧枝长度与生殖托数、生殖托长度与生殖托上附卵数间均存在线性关系,1株藻体能产生 $2 \times 10^5 \sim 3.3 \times 10^6$ 个受精卵,而在马尾藻科海藻的人工采苗生产过程中,通常采用 $2 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5$ 个/ m^2 的采苗浓度^[17~19]。因此,在本实验群体中1株具有平均长度的海藻基本可满足 $1 m^2$ 的采苗需求。但在实际生产中,考虑到采集过程的损失以及种菜成熟放散的不同步性,应当适量增加采苗种菜的用量。

环境因子对海藻群体的生殖分配也会产生明显影响。Russell^[20] 研究发现墨角藻群体 (*Fucus*

vesiculosus) 在海流冲击较大的生境中,生殖分配比例向有性生殖相关组织倾斜,以促使群体产生更多的生殖细胞;而在海流冲击较小的生境中,有性生殖组织占藻体生物量比例趋向减小。潘金华等^[8] 的研究也证明潮位和海浪冲击都会显著影响鼠尾藻的生殖分配而且两个影响因素存在明显的交互作用。鼠尾藻在我国沿海分布广泛,而潮间带生境又容易受到各种环境因素的影响,不同地理群体分布生境的差异很可能导致群体间生殖分配比例的不同。由于本研究采用单一生境的鼠尾藻群体,因此研究结果存在一定局限性,鼠尾藻群体在不同生境下的生殖力分析有待于进一步的研究。

4 结论

利用统计分析发现,鼠尾藻藻体长度与侧枝数、侧枝长度与生殖托数、生殖托长度与生殖托挂卵数间都为线性正相关。1株成熟的鼠尾藻藻体能产生 $2 \times 10^5 \sim 3.3 \times 10^6$ 个受精卵,基本可满足 $1 m^2$ 的采苗生产需要。

参考文献:

- [1] Wu X C, Lu B R, Tseng C K. Comparative fatty acid composition of four *Sargassum* species (Fucales, Phaeophyta) [J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1995, 13(4): 370-373.
- [2] 孙侦龙, 高勤峰, 董双林, 等. 不同配比饲料对刺参 C、N、P 营养盐收支的影响 [J]. 中国海洋大学学报, 2012, 42(S1): 67-74.
Sun Z L, Gao Q F, Dong S L, et al. Effects of dietary proportions of *Sargassum thunbergii* and sea mud on the C, N and P nutrient budgets of sea cucumber [J]. Periodical of Ocean University of China, 2012, 42(S1): 67-74.
- [3] 魏玉西, 李敬, 赵爱云, 等. 鼠尾藻多糖的制备及其抗凝血活性的初步研究 [J]. 中国海洋药物, 2006, 25(2): 41-44.
Wei Y X, Li J, Zhao A Y, et al. Preliminary studies on the preparation of polysaccharide from *Sargassum thunbergii* Kuntze (PST) and its anticoagulation activity [J]. Chin J Mar Drugs, 2006, 25(2): 41-44.
- [4] 魏玉西, 孙岫, 王长云, 等. 鼠尾藻多酚的抗肿瘤活性研究 [J]. 中草药, 2008, 39(1): 93-95.
Wei Y X, Sun X, Wang C Y, et al. Study on antitumor activity of polyphenol from *Sargassum thunbergii* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2008, 39(1): 93-95.

- [5] 潘金华,张全胜,许博. 鼠尾藻有性繁殖和幼孢子体发育的形态学观察[J]. 水产科学, 2007, 26(11): 589-592.
Pan J H, Zhang Q S, Xu B. Morphological observation of sexual reproduction and juvenile sporophyte development in sea weed *Sargassum thunbergii* [J]. Fisheries Science, 2007, 26(11): 589-592.
- [6] 王飞久,孙修涛,李锋. 鼠尾藻的有性繁殖过程和幼苗培育技术研究[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(5): 1-6.
Wang F J, Sun X T, Li F. Studies on sexual reproduction and seedling-rearing of *Sargassum thunbergii* [J]. Mar Fish Res, 2006, 27(5): 1-6.
- [7] Zhang Q S, Li W, Liu S, et al. Size-dependence of reproductive allocation of *Sargassum thunbergii* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Bohai Bay, China [J]. Aquatic Botany, 2009, 91: 194-198.
- [8] 潘金华,张全胜,李晓捷,等. 黄海太平角鼠尾藻有性繁殖分配[J]. 应用生态学报, 2011, 22(8): 2167-2172.
Pan J H, Zhang Q S, Li X J, et al. Sexual reproductive allocation of *Sargassum thunbergii* at Taiping Cape of Yellow Sea [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22(8): 2167-2172.
- [9] 孙修涛,王飞久,刘桂珍. 鼠尾藻新生枝条的室内培养及条件优化[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(5): 7-12.
Sun X T, Wang F J, Liu G Z. The optimization of indoor culture of young tress of *Sargassum thunbergii* [J]. Mar Fish Res, 2006, 27(5): 7-12.
- [10] 詹冬梅,李美真,丁刚,等. 鼠尾藻有性繁育及人工育苗技术的初步研究[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(6): 55-59.
Zhan D M, Li M Z, Ding G, et al. Study on reproduction biology and artificial breeding techniques of *Sargassum thunbergii* [J]. Mar Fish Res, 2006, 27(6): 55-59.
- [11] Ang Jr P O. Cost of reproduction in *Fucus distichus* [J]. Marine Ecology Progress Series, 1992, 89: 25-35.
- [12] Gillespie R, Critchley A. Reproductive allocation and strategy of *Sargassum elegans* Suhr and *Sargassum incisifolium* (Turner) C. Agardh from Reunion Rocks, KwaZulu - Natal, South Africa [J]. Botanica Marina, 2011, 44(3): 231-235.
- [13] Weiner J. Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies [M]. New York: Oxford University Press, 1988: 228-245.
- [14] Yao H, Tan D Y. Size-dependent reproductive output and life-history strategies in four ephemeral species of *Trigonella* [J]. Acta Phytocologica Sinica, 2005, 29(6): 954-960.
- [15] Zou D H, Gao K S, Ruan Z X. Seasonal pattern of reproduction of *Hizikia Fusiformis* (Sargassaceae, Phaeophyta) from Nanao Island, Shantou, China [J]. Journal of Applied Phycology, 2006, 18(2): 195-201.
- [16] Fernandez C, Arenas F. Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North coast of Spain III: Reproductive ecology [J]. Botanica Marina, 1998, 41(2): 209-216.
- [17] Pang S J, Shan T F, Zhang Z H, et al. Cultivation of the intertidal brown alga *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura: Mass production of zygote-derived seedlings under commercial cultivation conditions, a case study experience [J]. Aquaculture Research, 2008, 39(13): 1408-1415.
- [18] Xie E Y, Liu D C, Jia C, et al. Artificial seed production and cultivation of the edible brown alga *Sargassum naozhouense* Tseng et Lu [J]. Journal of Applied Phycology, 2013, 25(2): 513-522.
- [19] Zhang Q S, Tang Y Z, Liu S K, et al. Zygote-derived seedling production of *Sargassum thunbergii*: Focus on two frequently experienced constraints in tank culture of seaweed [J]. Journal of Applied Phycology, 2012, 24(4): 707-714.
- [20] Russell G. Heavy receptacles in estuarine *Fucus vesiculosus* L. [J]. Estuarine and Coastal Marine Science, 1979, 9(5): 659-661.

(责任编辑:竺利波)