

光照时间对水蔗草兼性无融合生殖的影响

马三梅^{1,2} 王永飞² 叶秀麟^{1*} 赵南先¹ 梁承邨¹

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广东广州 510650; 2. 暨南大学生物工程学系, 广东广州 510632)

摘要: 在水蔗草花序发育期间给予不同时间的光照处理后, 对其花粉育性、结实率和无融合生殖频率的研究表明: (1) 花粉育性在不同光照时间下无显著差异。(2) 减少 1 h 和 2 h 光照时间的结实率和对照相比无明显变化。(3) 增加 1 h 和 2 h 光照时间, 花序发育受到抑制, 抽穗延迟, 只有极少数花序发育成熟, 产生的种子很少。(4) 在自然光照时间和增加 1 h 光照时间条件下, 无融合生殖的频率在 0.41-0.64 之间; 在减少 1 h 和 2 h 及增加 2 h 的光照条件下, 无融合生殖的频率在 0.19-0.22 之间, 和对照及增加 1 h 光照处理相比, 无融合生殖频率显著下降。

关键词: 水蔗草; 兼性无融合生殖; 光照时间

中图分类号: Q944.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2003)01-0064-03

Influence of Photoperiod on Facultative Apomixis in *Apluda mutica*

MA San-mei^{1,2} WANG Yong-fei² YE Xiu-lin^{1*} ZHAO Nan-xian¹ LIANG Cheng-ye¹

(1. South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510650, China;

2. Department of Bioengineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: Pollen fertility, seed-set and incidence of apomictic and sexual embryo sacs in *Apluda mutica* under different photoperiods were investigated. There were no differences in pollen fertility between treated and untreated plants. No difference in the rate of seed-setting was found between decreasing photoperiods and natural photoperiod. Flowering and seed-setting were retarded greatly as photoperiod was greater than natural photoperiod during inflorescence development. Frequency of apomixis was from 0.41 to 0.64 when the plant was exposed to natural photoperiod, and to that with addition of one hour. The frequency of apomixis reduced to 0.19-0.22 if natural photoperiod was decreased by 1 or 2 hours, or increased by 2 hours, showing that the frequency of apomixis was greatly reduced as compared to the control or to the condition of natural photoperiod with one hour increase.

Key words: *Apluda mutica*; Facultative apomixis; Photoperiod

无融合生殖是植物界中普遍存在的一种不经过精卵结合而产生种子的特殊生殖方式。后代的性状与母本完全一致。因此在固定杂种优势中具有十分重要的作用。通过有性生殖和无融合生殖植物杂交, 把无融合生殖基因导入作物已成为作物遗传改良研究的热点之一^[1,2]。依据无融合生殖发生的完全程度, 可分为专性无融合生殖和兼性无融合生殖。在无融合生殖植物中, 大多数以进行兼性无融合生

殖为主, 只有少数进行专性无融合生殖^[3]。兼性无融合生殖的频率易受环境因子的影响, 例如在毛梗双花草 (*Dichanthium aristatum*) 中发现在光周期大于 14 h 时, 无融合生殖的频率下降^[4]。

水蔗草是禾本科水蔗草属的一种多年生草本植物。广布于亚洲热带及亚热带地区。我国西南、华南等地均有分布, 是广东、云南、海南等稀树草原常见的伴生植物^[5]。Murty 曾对水蔗草的染色体数目和生殖方式进行过初步研究^[6]。我们发现, 水蔗草进行兼性无融合生殖。胚囊发育分为有性生殖的蓼型和无孢子生殖的大黍型两种类型^[7]。但水蔗草的花粉育性、结实率及无融合生殖的频率是否受光照、水

收稿日期: 2002-01-17 接受日期: 2002-05-09

基金项目: 国家自然科学基金 (3970086); 中国科学院“九五”重大项目 (K2952S1-112) 资助课题。

* 通讯作者 Corresponding author

分、温度等环境因素的影响尚不清楚。为此我们进行了这方面的研究。本文报道光照时间对水蔗草兼性无融合生殖影响的研究结果。

1 材料和方法

1.1 材料

所用材料为水蔗草(*Apluda mutica* L.), 种子取自华南植物所稻田边。

1.2 方法

1999年和2000年3月将水蔗草种子播种于花盆中。每盆种植10株水蔗草。在花序发育时期(8月下旬到10月下旬)开始进行光照处理。由于在该时期广州地区的自然光照时间在12.5-14.5h之间,变化较大,所以本试验光照时间设置为自然光照时间(N)、增加1h(N+1)、增加2h(N+2)、减少1h(N-1)和减少2h(N-2)共5个处理。每天在日落之前进行光照时间的调整。每个处理3盆,共30株。所有处理均在温室中常规管理,温室温度为26-28℃,光强为1500lx。其它条件保持一致,连续处理60d。为了真实的反映自然条件下水蔗草的生殖情况,以同期在田间自然光照条件下生长的水蔗草为对照。显著性分析采用最小显著极差法。

调查花粉育性时,取将开花的小穗,取出花药,置于载玻片上,加一滴KI-I₂溶液,然后夹破花药在显微镜下观察记数。圆形深棕色为可育花粉,圆形淡黄色为不育花粉。每个花盆随机观察6朵小花,每朵小花观察6个视野。统计花粉的可育率。

调查结实率时,考虑到水蔗草的种子成熟后极易脱落,完全成熟后再统计其结实率往往偏低,所以在小穗第一苞片呈黄色时考查结实率。每个处理随机取10株进行观察,结实率=结实粒数/调查小花数。

调查无融合生殖频率时,分别在水蔗草开花的季节用FAA固定花序,爱氏苏木精整体染色,常规石蜡切片法切片,切片厚度5-10μm,用光学显微镜观察。有性生殖的胚囊是由7细胞8核组成,即两个助细胞,1卵细胞,1中央细胞(2个极核)和3个反足细胞。无孢子生殖胚囊内含有1个卵细胞、2个助细胞和1个极核,缺少反足细胞。因此反足细胞的有无是区分有性生殖胚囊和无融合生殖胚囊的明显特征^[7]。每个处理在开花期随机固定150个子房。统计无融合生殖胚囊和有性生殖胚囊的数目,计算无融合生殖胚囊的频率。无融合生殖胚囊的频率=无融合生殖胚囊/(无融合生殖胚囊+有性生殖胚囊)。

2 结果和分析

2.1 花粉育性

由于在增加2h光照时,发育成熟的花序很少,因此该处理的花粉育性没有进行调查。在两年的试验中,观察统计结果(表1)表明:和田间自然光照时间相比,在不同光照时间下,水蔗草的花粉育性没有明显的差异,说明花粉的育性几乎不受光周期的影响。

表1 不同光照时间的水蔗草花粉育性、结实率和无融合生殖频率的比较

Table 1 Comparison of pollen fertility, seed setting rates and frequency of apomixis in *Apluda mutica* under different photoperiods

光照时间 Photoperiod	花粉可育率 Pollen fertility (%)			结实率 Seed setting (%)			无融合生殖的频率 Frequency of apomixis (%)		
	1999	2000	平均	1999	2000	平均	1999	2000	平均
对照 Control	0.98a	0.98a	0.98a	0.90a	0.75a	0.83a	0.64aA	0.40aA	0.52aA
N	0.99a	0.98a	0.98a	0.92a	0.73a	0.83a	0.62aA	0.41aA	0.52aA
N-2	0.98a	0.99a	0.98a	0.83a	0.83a	0.83a	0.21cC	0.22bB	0.22bB
N-1	0.99a	0.96a	0.97a	0.91a	0.87a	0.89a	0.19cC	0.20bB	0.20bB
N+1	0.96a	0.98a	0.97a	ND	ND	ND	0.49bB	0.49aA	0.49aA
N+2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.21cC	0.21bB	0.21bB

N、N-2、N-1、N+1和N+2分别表示自然光照时间、自然光照减少2h、减少1h、增加1h和增加2h的处理。ND表示没有得到统计结果。小写字母和大写字母分别表示在5%和1%水平上的差异显著性。N= Natural photoperiod. N-1 or N-2, and N+1 or N+2 represent natural photoperiod with a decrease and an increase of 1 or 2 hours, respectively. ND represents no data. Different capital letters and small letters within a column indicate the significance at 1% and 5%, respectively.

2.2 结实率

水蔗草在开花期和结实期受到光照时间的影响。在减少光照时间条件下,一般在9月中旬开花,10月上旬种子成熟;在自然光照条件下,一般在9

月下旬开花,10月中旬种子成熟;在增加光照时间条件下,在10月上旬只有极少数花序发育到开花阶段,发育成熟的花序很少,到10月下旬只有极少数种子发育成熟。因此对增加光照时间处理的结实

率没有进行调查。结果表明:减少光照时间处理的结实率与自然光照条件下的结实率没有显著差异。

2.3 无融合生殖频率

1999 年自然光照时间和增加 1 h 光照时间下的无融合生殖胚囊的频率分别是 0.62 和 0.49; 在减少 2 h、减少 1 h 和增加 2 h 光照条件下的无融合生殖的频率分别是 0.21、0.19 和 0.21。在自然光照和增加 1 h 光照条件下的无融合生殖的频率较高, 在减少 2 h、减少 1 h 和增加 2 h 光照条件下, 无融合生殖胚囊的频率均下降。

2000 年自然光照和增加 1 h 光照时, 无融合生殖胚囊的频率分别是 0.41 和 0.50。在减少 2 h、减少 1 h 和增加 2 h 光照条件下的无融合生殖的频率分别是 0.22、0.20 和 0.21。即在自然光照和增加 1 h 光照时, 无融合生殖频率显著高于减少 2 h、减少 1 h 和增加 2 h 光照的。

两年的平均结果表明: 在自然光照时间和增加 1 h 光照时间条件下, 无融合生殖的频率在 0.49–0.52 之间; 在减少 1 h 和 2 h 及增加 2 h 的光照条件下, 无融合生殖的频率在 0.20–0.22 之间, 和对照及增加 1 h 光照处理相比, 无融合生殖频率显著下降。

3 讨论

Knox 的研究结果表明: 毛梗双花草的无融合生殖频率的变化与花序发育阶段的光周期有关。在大于 14 h 的光照时, 无融合生殖的频率平均是 59.58%; 在小于 14 h 的光照时无融合生殖的频率是 90.84%^[8]。对雀稗属的 *Paspalum cromyorrhizon* 的实验也表明, 12 h 光照时无融合生殖的频率升高, 14 h 光照时无融合生殖频率下降^[9]。在 8 h、12 h 和 16 h 的光照下, 绿毛狼尾草 (*Pennisetum ciliare*) 的无融合生殖的频率相同, 说明绿毛狼尾草的无融合生殖与光周期没有关系^[10]。Tothill 等发现光周期对无融合生殖的频率的影响是可以遗传的, 是物种特有的反应^[11]。因此我们推论不同植物的无融合生殖的频率受光周期的调控是不同的。有的不受光周期的影响, 有的受光周期的影响。

本实验的研究结果表明: 水蔗草的花粉育性在各个处理间没有显著的变化。而结实率在减少光照处理和自然条件相比没有显著差异。增加光照则抑制了花序的发育, 推迟抽穗、开花、结果。在自然光照和增加 1 h 光照时无融合生殖频率最高, 与减少 2 h、减少 1 h 和增加 2 h 光照时无融合生殖频率达到显著的差异。这表明水蔗草的雌雄生殖器官受光照时间的影响程度不一样。增加和减少光照时间主要影响雌性生殖器官的发育。即光照时间影响水蔗草无融合生殖和有性生殖的比例。至于光照时间是如何影响无融合生殖的, 这有待于进一步深入研究。

参考文献

- [1] Ma S M (马三梅), Wang Y F (王永飞), Ye X L (叶秀麟), et al. Genetic mechanism and molecular basis of apomixis in plant [J]. *Hereditas* (遗传), 2002, 24(2): 197–199. (in Chinese)
- [2] Hanna W W. Use of apomixis in cultivar development [J]. *Adv Agron*, 1995, 59:333–350.
- [3] Tamara N N. Apomixis in tropical fodder crops, cytological and functional aspects [J]. *Euphytica*, 1997, 96:93–99.
- [4] Knox R B. Apomixis: Seasonal and population differences in a grass [J]. *Science*, 1967, 157:325–326.
- [5] Xu Z (徐柱). *Grass Genera of the World* [M]. Beijing: Chinese Agri Sci Techn Press, 1999. 66–67. (in Chinese)
- [6] Murty U R. Polyploidy and apomixis in *Apluda mutica* L. var. *aristata* (L.) Pilger [J]. *Cytol*, 1973, 38:347–356.
- [7] Ma S M (马三梅), Ye X L (叶秀麟), Zhao N X (赵南先), et al. Embryological studies on facultative apomixis in *Apluda mutica* [J]. *Acta Bot Sin* (植物学报), 2002, 44 (3): 259–263. (in Chinese)
- [8] Knox R B, Heslop-Harrison J. Control of pollen fertility through the agency of the light regime in the grass *Dichanthium aristatum* [J]. *Phyton Horn*, 1966, 11:256–257.
- [9] Quarin C L. Seasonal changes in the incidence of apomixis of diploid, triploid, and tetraploid plants of *Paspalum cromyorrhizon* [J]. *Euphytica*, 1986, 35: 515–522.
- [10] Hussey M A, Bashaw E C, Hignight K W, et al. Influence of photoperiod on the frequency of sexual embryo sacs in facultative apomictic buffelgrass [J]. *Euphytica*, 1991, 54:141–145.
- [11] Tothill J C, Knox R B. Reproduction in *Heteropogon contortus*. I. Photoperiod effects on flowering and sex expression [J]. *Aust J Agri Res*, 1968, 19: 869–878.