

分株和遮荫对花叶芒生长的影响

武菊英*, 滕文军, 袁小环, 杨学军

(北京草业与环境研究发展中心, 北京 100097)

摘 要: 盆栽条件下研究了分株和遮荫对观赏植物花叶芒 (*Miscanthus sinensis* 'Variegatus') 生长的影响, 为种苗快速扩繁和应用配置提供技术依据。分株试验有 4 个处理, 初始分蘖数分别为 2~3、5~6、10~12 和 20~23 个/盆, 结果表明初始分蘖数对植株生长有明显影响, 分株生长 6 个月后, 植株的茎数、花序数、冠幅和地上生物量随初始分蘖数的增加而显著提高, 但对植株高度没有影响。初始分蘖数为 20~23 个/盆时, 繁殖系数最低, 仅为 2.1, 而初始分蘖数为 2~3 个/盆时繁殖系数最高, 为 6.7, 是前者的 3.2 倍。通过覆盖不同层数的黑色尼龙网形成了 4 个遮荫度, 分别为 0、25%、50% 和 75%。遮荫度对花叶芒的生长有显著的影响, 25%~50% 遮荫度下, 花叶芒的株高、茎数、花序数、地上和地下生物量以及叶绿素含量都显著高于全光照条件下的, 但遮荫度增加到 75% 时, 这些指标又明显降低, 由此得出 25%~50% 的遮荫度适合花叶芒生长, 高于 50% 的遮荫度不利于其生长。

关键词: 观赏草; 花叶芒; 初始分蘖数; 遮荫度; 植物生长; 叶绿素含量

中图分类号: S 688.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 11-1691-06

Influences of Division Size and Shade Density on the Growth of *Miscanthus sinensis* (Anderss) 'Variegatus'

WU Ju-ying*, TENG Wen-jun, YUAN Xiao-huan, and YANG Xue-jun

(Beijing Research Center for Grasses and Environment, Beijing 100097, China)

Abstract: Pot experiments were conducted to determine appropriate division size and to understand the effects of shading density on *Miscanthus sinensis* (Anderss) 'Variegatus'. Plants from 4 initial division sizes, of 2 - 3, 5 - 6, 10 - 12 and 20 - 23 tillers, were evaluated following a complete growing season. It was indicated that number of shoots and inflorescences, crown size and shoot biomass increased significantly with increased initial division sizes, but plant height was not affected by initial sizes. However, division of 2 - 3 tillers produced 3.2 times as many new shoots per initial tiller as did 20 - 23 tiller division. Plants of *Miscanthus sinensis* 'Variegatus' were grown under shading densities of 0, 25%, 50% and 75% provided by polypropylene shade cloth. At shading densities of 25% - 50%, shading increased plant height, shoot and inflorescence number, shoot and root biomass, as well as chlorophyll content, but at high shading density of 75%, all these measurements decreased. So 25% - 50% shading is recommended for planting and production of *Miscanthus sinensis* (Anderss) 'Variegatus'.

Key words: ornamental grass; *Miscanthus sinensis*; division size; shading density; growth characters; chlorophyll content

花叶芒 [*Miscanthus sinensis* (Anderss) 'Variegatus'] 是观赏草家族中最具特色的品种之一, 植株挺拔, 叶色亮丽, 花序飘逸, 年需求量逐渐增加 (Grounds, 1998; 武菊英, 2003; 武菊英等,

收稿日期: 2009 - 05 - 18; 修回日期: 2009 - 08 - 17

基金项目: 国家科技部科技支撑计划项目 (2007BAD88B09-04); 北京市科委资助项目 (D08050600120802)

* E-mail: wujuying@grass-env.com

2006)。但该品种繁殖速度较慢,主要靠分株扩繁,因此分株大小是影响其繁殖数量的重要因素,特别是当母株数量有限时更需要探索如何用最少的分蘖数扩繁出更多的种苗。另外,在公园绿地中由于建筑物或乔木、藤本植物的遮挡形成遮荫,对观赏草的生长有明显影响。作者发现生长在重度遮荫条件下的花叶芒植株长势明显减弱,株形松散,花序很少。

关于遮荫对观赏植物生长的影响,国内外已有许多研究报道:Norton等(1991)在田间条件下研究了5种禾本科植物在遮荫条件下的生长变化,明确了遮荫对叶片、茎秆质量的影响;Harvey和Brand(2002)发现箱根草(*Hakonechloa macra* Makino 'Aureola')的叶面积随着遮荫度的增加而呈线性上升;Pennisi和McConnell(2000)研究发现花叶 *Dracaena sanderiana*和 *Liriope muscari*的叶片长度、宽度和叶面积随着遮荫度的增加而增加。本试验研究了遮荫对花叶芒生长的影响,以明确在何种遮荫度下最适合其生长。

1 材料与方法

1.1 试验材料

花叶芒来自北京草业与环境研究发展中心观赏草资源圃。2006年3月底将田间生长两年的花叶芒根茎挖出,去掉泥土后剪掉须根,根据试验设计的分蘖数进行分株,分株后种植在直径30 cm、高25 cm的泥陶花盆中,内填基质为等体积比的园土和草炭。最初2周将其置于日光温室中,昼夜温度为30/15℃,然后移到室外生长。根据生长情况浇水,必要时人工除草。

1.2 试验方法

分株试验共有4个处理,初始分蘖数分别是2~3、5~6、10~12和20~23个/盆,置于室外生长。遮荫试验中,花叶芒的分蘖数为20个/盆,分株后置于遮荫棚中,在棚上搭盖不同密度的黑色尼龙网,形成4个遮荫度,用光量子仪(Ecotron Model ESM-LQ1)测定距地面1 m处最大的光量子量分别是1 899.8、1 424.9、987.9和529.9 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,分别相当于0、25.0%、48.0%和72.1%的遮荫度。完全随机排列,4次重复。

1.3 数据调查

2006年10月20日当花叶芒进入生长末期时,调查各处理植株的鞘高、花序高、茎数、花序数、冠幅。然后将植株地上部剪掉,同时将根系上的土壤洗净,沥干水分,分别称取地上部和地下部鲜样质量,然后置于80℃的烘箱中烘干,称取地上部和地下部干样质量。鞘高指最上部叶片的叶鞘到栽培基质表面的垂直高度;花序高指盛花期花序顶端距基质表面的高度;冠幅指盛花期植株冠层宽度,为垂直方向测量两次的平均值。在此基础上计算植株体积,为2个垂直方向的冠幅相乘后再乘以鞘高(James & Cole, 2000)。分株试验中的繁殖系数为最终分蘖数与初始分蘖数的比值。在遮荫试验中,将地上部的叶和茎分别称质量,以测定光照对物质分配比例的影响。在遮荫条件下生长4个月后,测定各遮荫度下叶片的叶绿素含量(李合生, 2000)。

所有数据采用SPSS分析处理。

2 结果与分析

2.1 初始分蘖数对花叶芒分株后生长的影响

从表1结果可看出,经过一个生长季后,各处理植株的茎数、花序数随着初始分蘖数的增加而明显增多,初始分蘖数为20~23的处理,植株茎数、花序数都显著高于其他处理。而初始分蘖数为5~6和10~12的处理,其植株茎数虽明显不同,但花序数没有显著差异。从繁殖系数看,最高的是初始分蘖数最少的处理,其繁殖系数高达6.7,而初始分蘖数最大的处理,其繁殖系数最低,只有2.1。初始分蘖数为5~6和10~12的处理其繁殖系数没有明显差异。所以从增加种苗数量的角度看,

较小的初始分蘖有利于增加种苗数量。

表 1 不同初始分蘖数的花叶芒植株生长 6 个月后的茎数、花序数、繁殖系数、植株高度、冠幅、植株体积、地上部鲜样质量和干样质量

Table 1 Means for number of shoots, number of inflorescences, division rate, shoot height, inflorescences height, plant width, plant size, fresh weight and dry weight of shoot of *Miscanthus sinensis* (Anderss) 'Variegatus' after 6 months of growth of division from four different tiller sizes

初始分蘖数 Number of tiller	茎数 Number of shoot	花序数 Number of inflorescence	繁殖 系数 Division rate	鞘高 /cm Inflorescences height	花序高 /cm Shoot height	冠幅 /cm Plant width	植株 体积 /dm ³ Plant size	地上部 鲜样质量 /g Fresh weight	地上部 干样质量 /g Dry weight
2~3	15.3c	0.3c	6.7a	74.3a	82.3a	30.0c	66.9c	96.6d	38.4d
5~6	21.3c	1.1b	4.0b	82.6a	95.1a	32.5b	86.7b	125.4c	55.4c
10~12	33.0b	1.5b	3.1b	80.6a	93.8a	35.5ab	101.6ab	212.6b	78.0b
20~23	44.0a	4.3a	2.1c	76.6a	84.9a	40.0a	122.6a	258.0a	99.3a

注：不同处理间不同字母表示数据差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Means with different letters within each variable are significantly different ($P < 0.05$).

在鞘高和花序高两个指标上，4 个处理没有显著差异，说明初始分蘖数并不显著影响植株高度。但 4 个处理的冠幅有显著的不同，初始分蘖数为 20~23 个的处理显著高于 2~3 和 5~6 个的处理，初始分蘖数为 2~3 的处理冠幅最小，只有 30.0 cm。这主要是由于植株茎数不同造成的，茎数多的冠幅大。另外调查时观察到，茎数少的处理茎向外伸展生长，而茎数多的处理表现为丛生向上，造成冠幅增加比例低于茎数增加，如虽然 2~3 个分蘖处理的茎数只有 15.3 个，而 20~23 处理的多达 44.0 个，但二者的冠幅差别却只有 10 cm。同样，植株体积测定结果也表明植株大小随初始分蘖数的增加而增加（表 1）。

初始分蘖数量对植株地上部生物量有明显的影响，植株地上部鲜样和干样质量都随初始分蘖数的增加而明显增加（表 1）。生物量与植株茎数有关，同时也与植株营养积累有关。从植株茎数看，初始分蘖数为 2~3 和 5~6 的处理在茎数上无显著性差异，但前者多为小的新生茎，而后者茎秆较高大。

2.2 遮荫对花叶芒生长的影响

随着遮荫度的增加，植株叶鞘高和花序高都表现出了先增加后降低的趋势（表 2）。25% 和 50% 遮荫度下叶鞘高和花序高都显著高于全光照的，但遮荫度增加到 75% 时，两个高度又都明显降低。遮荫度对植株茎数和花序数具有相似的影响趋势，25%~50% 遮荫度下植株的茎数和花序数显著高于全光照和 75% 遮荫度的。这说明一定程度的遮荫有利于花叶芒的生长，但遮荫度超过 50% 时对其生长又产生了不利影响，即株高降低，分蘖、花序数减少。虽然 4 个遮荫度处理的植株冠幅有一定差异，但差异不显著。

表 2 遮荫度对花叶芒叶鞘高、花序高、冠幅、茎数和花序数的影响

Table 2 Effects of shade density on foliage height, shoot height, plant width, number of tiller and inflorescence of *Miscanthus sinensis* (Anderss) 'Variegatus'

遮荫度 / % Shade density	叶鞘高 /cm Foliage height	花序高 /cm Shoot height	冠幅 /cm Plant width	茎数 Number of tiller	花序数 Number of inflorescence
0	94.5b	136.5b	98.0a	41.5c	11.5b
25	116.5a	150.5a	110.0a	89.5a	34.3a
50	119.0a	144.6a	113.7a	94.3a	37.3a
75	88.3b	129b	112.7a	60.9b	9.5b

注：不同处理间不同字母表示数据差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Means with different letters within each variable are significantly different ($P < 0.05$).

遮荫度对花叶芒的叶、茎、地上和地下部干样质量都有显著影响 (表 3), 25%和 50%遮荫处理均显著高于全光照和 75%遮荫处理。这再次表明 25% ~ 50%遮荫条件利于花叶芒的生长, 而全光照和高于 50%的遮荫不利于其生长。遮荫度对叶片生物量比例的影响不大, 只在 75%遮荫度下显著高于其他处理的, 其他 3 个处理之间的差异不显著。地下部 /地上部也表现出了与地上生物量相似的变化趋势: 全光照条件下, 地下部 /地上部最大, 25%和 50%遮荫度下地下部 /地上部显著降低, 但在 75%遮荫度下又显著增加。

这些结果表明在遮荫条件下植株的形态和营养分配比例发生了变化, 在低光照条件下, 植物通过增加叶片面积来提高光合能力。

表 3 遮荫度对花叶芒地上和地下干样质量的影响

Table 3 Effects of shade density on shoot dry weight and root dry weight of

Miscanthus sinensis (Anderss) 'Variegatus'

遮荫度 / % Shade density	叶 / g Leave	茎 / g Stem	地上部 / g Shoot	叶 /地上部 / % Leave/shoot	地下部 / g Root	地下部 /地上部 Root/shoot
0	54.7c	58.8b	113.5c	48.2b	103.7b	0.91a
25	152.7b	204.8a	357.5b	42.7b	201.6a	0.56c
50	193.2a	217.7a	410.9a	47.0b	182.1a	0.44c
75	81.3c	70.8b	152.1c	53.5a	113.3b	0.75b

注: 不同处理间不同字母表示数据差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Means with different letters within each variable are significantly different ($P < 0.05$).

2.3 遮荫对花叶芒叶绿素含量的影响

从表 4 结果看出, 遮荫度对叶绿素含量有显著的影响。全光照条件下叶绿素含量最低, 25%遮荫度下, 叶绿素含量显著提高, 随着遮荫度提高, 叶绿素含量进一步显著增加, 当遮荫度提高到 75%时, 叶绿素含量不再提高, 其叶绿素含量与 50%遮荫度的含量在同一水平, 但仍显著高于全光照条件下的。这可能从一个方面解释了 50%以下的遮荫度有利于花叶芒的生长, 高于 50%遮荫度则不利于其生长的原因。

遮荫度对叶绿素 a/b 也有显著影响。全光照条件的 a/b 值显著高于遮荫条件下的, 但 3 个遮荫度之间差异不显著。

表 4 不同遮荫度下花叶芒生长 6 个月后叶绿素含量及其叶绿素 a/b

Table 4 Effect of shade on the content of chlorophyll and chlorophyll a/b after 6 months of growth of

Miscanthus sinensis (Anderss) 'Variegatus'

遮荫度 / % Shade density	叶绿素 a / (mg · g ⁻¹ FW) Chlorophyll a	叶绿素 b / (mg · g ⁻¹ FW) Chlorophyll b	叶绿素总量 / (mg · g ⁻¹ FW) Total chlorophyll	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b
0	0.60c	0.15c	0.75c	3.91a
25	1.11b	0.30b	1.41b	3.68b
50	1.54a	0.43a	1.97a	3.61b
75	1.28ab	0.35b	1.63ab	3.69b

注: 不同处理间不同字母表示数据差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Means with different letters within each variable are significantly different ($P < 0.05$).

3 讨论

观赏草分株有两个目的, 一是为种苗扩繁, 增加种苗数量, 二是为去掉衰老部分, 使新植株生长更加旺盛。在种苗快繁时, 只要新植株能成活, 并在一定时间内能出圃, 就可以接受。本试验结果表

明初始分蘖数为 2~3 个/盆的处理分株后 6 个月其茎数达到了 15.3 个/盆, 株高达到了 74.3 cm, 并且植株生长旺盛, 完全可以出圃种植。初始分蘖数并不一定是越高越好, 例如本试验中, 初始分蘖数为 5~6 个/盆和 10~12 个/盆的处理在繁殖系数、花序数、鞘高、花序高、冠幅和植株体积等方面无显著差异。Brand (1999) 对 5 种观赏型芒属植物进行的不同分蘖数的试验结果也表明了相同的结果, 即初始分蘖数在 3~5 的处理, 分株生长 6 个月后其株高、茎数、花序数以及冠幅和植株体积与初始分蘖数在 10~15 的没有显著性差异, 所以得出了“分株尺寸越小植株长势越好”的结论。另一方面, 如果为了尽快地实现观赏效果, 可以选择初始分蘖数较大即 20~23 个/盆的处理, 其茎数、花序数和植株体积在移栽当年就能达到一定的观赏效果。

遮荫度对植物生长的影响依植物种类、环境条件特别是遮荫程度和遮荫时间等因素的变化而变化。遮荫条件下植物多表现茎节伸长, 株高增加 (Patterson, 1979), 茎数减少 (Bubar & Morrison, 1984), 叶片变宽而薄, 叶生物量比例增加, 生物量降低 (Allard et al, 1991), 叶绿素增加, 叶绿素 a/b 的比值降低 (Brand, 1997) 等。但就一种植物在一定生长条件下, 这些指标不一定同时都表现出来。而且当遮荫增加到一定程度后, 植物光合能力下降, 营养不足, 生长指标降低 (Kephart et al, 1992)。本试验结果表明, 25%~50% 的遮荫提高了花叶芒的株高、茎数以及地上和地下生物量, 但 75% 的遮荫反而又降低了这些指标, 可能是由于高遮荫度下营养不足所致。

叶绿素含量是植物利用和适应遮荫环境的重要指标, 一般情况下, 遮荫环境下植物的叶绿素含量提高, 叶绿素 a/b 降低 (喜光和喜阴植物不一样)。但这种适应只是短期遮荫条件下的结果, 与长期遮荫形成的进化适应是不同的。杨渺等 (2004) 的研究结果表明: 假俭草 (*Eriochloa ophiuroides*) 经过短期遮荫其叶绿素含量增加, 叶绿素 a/b 值降低, 但长期适应遮荫后, 叶绿素含量则下降, 叶绿素 a/b 值增加。本试验中叶绿素含量随着遮荫度的增加而显著提高, 叶绿素 a/b 显著低于全光照的, 这与 Adderson (2003) 对豆科牧草的研究, 石进朝 (2007) 对涝峪苔草 (*Carex ginaldiana* Kük.) 的研究, 张璐等 (2006) 对冬青的研究, 崔淑芬和张中鹤 (2003) 对辣椒的研究结果等基本一致。但这不说明花叶芒是耐荫植物, 只是在一定遮荫条件下能适应生长。由于花叶芒叶片上具有绿黄相间的条纹, 在遮荫条件下叶绿素含量增加, 加深了绿色条纹的颜色, 使叶片绿黄颜色反差更大, 叶片更加亮丽, 提高了观赏效果。

为了快速增加花叶芒的种苗数量, 可选择初始分蘖数为 2~3 个/盆的数量进行分株, 生长 6 个月后, 新植株的茎数、株高和冠幅等指标都能达到出圃种植的要求。如果要求在分株当年达到一定的观赏效果, 初始分蘖数应在 20~23 个/盆以上。

25%~50% 的遮荫有利于花叶芒的生长, 在此遮荫条件下, 花叶芒的株高、茎数、花序数、地上地下生物量以及叶绿素含量都显著高于全光照的, 但 50% 以上的遮荫不利于其生长, 各项生长指标明显降低。

References

- Adderson H J. 2003. Shade tolerance of tropical forage legumes for use in agroforestry systems [Ph. D. Dissertation]. Australia: University of Tasmania
- Allard G, Nelson C J, Pallardy S G. 1991. Shade effects on growth of tall fescue: Leaf anatomy and dry matter partitioning. *Crop Sci*, 31: 163 - 167.
- Brand M H. 1997. Shade influences plant growth, leaf color, and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. cultivars. *HortScience*, 32: 206 - 208.
- Brand M H. 1999. Small division of ornamental grasses produce the best growth following direct potting. *HortScience*, 34 (6): 1126 - 1128.

- Bubar C J, Morrison I N. 1984. Growth responses of green and yellow foxtail (*Setaria viridis* and *S. lutescens*) to shade. *Weed Sci*, 32: 774 - 780.
- Cui Shu-fen, Zhang Zhong-he. 2003. Differences of shading disposal effect on crop and chlorophyll's change in pepper. *Tianjin Agricultural Sciences*, 9 (2): 28 - 31. (in Chinese)
- 崔淑芬, 张中鹤. 2003. 遮光处理对辣椒产量及叶绿素含量的影响. *天津农业科学*, 9 (2): 28 - 31.
- Grounds R. 1998. *Ornamental grasses*. Portland: Timber Press.
- Harvey M P, Brand M H. 2002. Division size and shade density influence growth and container production of *Hakonechloa macra* Makino 'Aureola'. *HortScience*, 37 (1): 196 - 199.
- James T, Cole J C. 2000. Ornamental grass growth response to three shade intensities. *J Environ Hort*, 18 (1): 18 - 22.
- Kephart K D, Buxton D R, Taylor S E. 1992. Growth of C3 and C4 perennial grasses under reduced irradiance. *Crop Sci*, 32: 1033 - 1038.
- King M, Oudolf P. 1998. *Gardening with grasses*. Portland: Timber Press.
- Li He-sheng. 2000. *Principles and techniques of plant physiological biochemical experiment*. Beijing: Higher Education Press. (in Chinese)
- 李合生. 2000. *植物生理生化实验原理和技术*. 北京: 高等教育出版社.
- Norton B W, Wilson J R, Shelton H M, Hill K D. 1991. The effect of shade on forage quality. Shelton H M, Stur W W. *ACIAR proceedings-forages for plantation crops*. Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research: 83 - 88.
- Patterson D T. 1979. The effects of shading on the growth and photosynthetic capacity of itchgrass (*Rottboellia exalta*). *Weed Sci*, 27: 549 - 553.
- Pennisi S V, McConnell D B. 2000. Made in the shade. *Amer Nurserymen*, 191: 63 - 64.
- Shi Jin-chao. 2007. Study on shade tolerance and chlorophyll content of *Carex giraldiana*. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23 (3): 240 - 243. (in Chinese)
- 石进朝. 2007. 涝峪苔草叶绿素含量与耐阴性研究. *中国农学通报*, 23 (3): 240 - 243.
- WU Ju-ying. 2003. Vigorous gardening with ornamental grasses. *China Flowers and Horticulture*, (15): 34 - 35. (in Chinese)
- 武菊英. 2003. 观赏草给花园设计注入新的活力. *中国花卉园艺*, (15): 34 - 35.
- WU Ju-ying, Teng Wen-jun, Wang Qing-hai, Sun Zhen-yuan. 2006. Evaluation of growth and ornamental value for introduced perennial ornamental grass in Beijing. *Acta Horticulturae Sinica*, 33 (5): 1145 - 1148. (in Chinese)
- 武菊英, 滕文军, 王庆海, 孙振元. 2006. 多年生观赏草在北京地区的生长状况与观赏价值评价. *园艺学报*, 33 (5): 1145 - 1148.
- Yang Miao, Mao Kai, Gou Wen-long, Zhao Bo. 2004. Effect of shading stress on chlorophyll content. *Journal of Sichuan Grassland*, (3): 20 - 23. (in Chinese)
- 杨 渺, 毛 凯, 苟文龙, 赵 波. 2004. 遮荫胁迫对叶绿素含量的影响. *四川草原*, (3): 20 - 23.
- Zhang Lu, Zhang Ji-lin, Jiao Zhong-yi, Hao Riming. 2006. Diurnal photosynthetic changes of three *Ilex* species under different light circumstances. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 26 (3): 490 - 495. (in Chinese)
- 张 璐, 张纪林, 教忠意, 郝日明. 2006. 不同光照条件下 3 种冬青属植物的光合特征日变化研究. *西北植物学报*, 26 (3): 490 - 495.