

植株密度、种的比例和盐碱胁迫 对羊草及碱茅种间竞争关系的效应*

THE EFFECTS OF PLANT DENSITY, SPECIES PROPORTION AND ALKALINE-SALINITY STRESS ON COMPETITION RELATIONSHIPS BETWEEN ANEUROLEPIDIUM CHINENSE AND PUCCINELLIA CHINAMPOENSIS

张玉勋, 周学东 ✓ Q948.122.1

植物种间的竞争导致了植被的演替和群落的构成^[1,2]。由于非生物因子对植物的分布,生长和繁殖有重要影响,因此在某种非生物因子起重要作用的生境中竞争的作用值得探讨。羊草(*Aneurolepidium chinense*)和碱茅(*Puccinellia chinampoensis* Ohwi)是松嫩平原西部盐碱化羊草草地上的优势植物,在众多的碱斑附近,随着土壤盐碱化程度的增加,常可见羊草的分布减少,碱茅的丰富度逐渐增大。本试验采用替换系列实验设计^[3],研究了不同密度,种的比例和盐碱胁迫对羊草和碱茅种间竞争关系的效应。

1 材料与方法

羊草和碱茅种子采集于吉林省长岭种马场的天然草地上。1990年7月18日播种,幼苗生长20d时,分别移植到直径为20cm花盆中,盆中盛有等量的洗净蛭石粉作为基质。实验处理如下:

- 1) 3个总密度(10、20、30株/盆);
- 2) 两种植物5个比例(10:0, 8:2, 5:5, 2:8, 0:10);
- 3) 3个盐碱胁迫水平:高盐碱胁迫(pH值10.5, Na_2CO_3 、 NaHCO_3 和 NaCl 浓度均为0.57%的溶液)、中盐碱胁迫(pH值9.5,上述3种盐浓度均为0.5%的溶液)和低盐碱胁迫处理(pH值7的自来水)。3种钠盐的阴离子配比 $\left\{ \frac{[\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{Cl}^-]} = \frac{8.6}{1.0} \right\}$ 符合盐碱化羊草草地的状况^[4]。

共有 $3 \times 3 \times 5$ 个处理,3次重复。全部135个花盆随机放置在距地面0.2m高的木架上,花盆间距0.2m,行距1m,尽量减少花盆之间植株的相互遮光。从移植后的第10d开始盐碱处理。每周每个花盆里等容积施入不同盐碱胁迫水平的溶液和标准营养液各1次,水的施入量也相同。供试植物于1991年7月18日收获,然后分别在鼓风机干燥箱内80℃下烘干至恒重。

2 结果与分析

2.1 不同处理下羊草和碱茅的生产、繁殖和生存能力

2.1.1 密度 随着密度的增大,每个羊草母株的地上生产量和分蘖枝数减少,其中密度为10株/盆的产量和分蘖数显著高于密度为20和30株/盆的结果。碱茅植株的单产量和存活率随密度增大急剧下降,表明碱茅对密度的反应较羊草更为敏感(结果见表1)。

2.1.2 种的比例 由表2看出,羊草母株地上生产量和分蘖枝数在各混作比例之间无显著差异,但羊草在各种混作时的结果均显著低于单作时的结果,说明羊草受到来自碱茅的竞争抑制作用较来自种内的竞争作用大。碱茅的情形则相反,随着碱茅在混作中比例的逐渐增加,碱茅植株的产量和存活率逐渐下降,说明碱茅植株受到的来自种内的抑制作用比来自羊草的负作用大。

* 本研究承蒙祝廷成教授指导,特此致谢。

本文于1991年11月25日收到,修改稿于1992年2月15日收到。

表1 不同密度下每个羊草和碱茅母株的生产、生殖或存活能力的SSR测验
Table 1 SSR test of productive, reproductive or survival ability of per original individual of *Aneurolepidium chinense* and *Puccinellia chinampoensis* under different densities

密度 Density (株/盆) Number of original indivi- dual of per pot	羊 草 <i>A. chinense</i>		碱 茅 <i>P. chinampoensis</i>	
	地上生产量 Aboveground production(g)	分蘖枝数 Number of ramet	地上生产量 Aboveground production(g)	存活率 Survival rate (%)
10	0.9496 ^A	5.9194 ^A	2.4696 ^A	93.89 ^A
20	0.5401 ^B	3.3997 ^B	1.6425 ^B	75.87 ^B
30	0.4110 ^B	2.7921 ^B	0.8595 ^C	58.31 ^C
	SE=0.0529	SE=0.3568	SE=0.1030	SE=3.1600

数据右上角不同字母表示差异显著($p < 0.01$)
Different letters is significantly ($p < 0.01$).

表2 不同混作比例下每个羊草和碱茅母株生产、生殖或存活能力的SSR测验
Table 2 SSR test of productive, reproductive and survival ability of per original individual of *Aneurolepidium chinense* and *Puccinellia chinampoensis* under different proportion

		羊 草 : 碱 茅 <i>A. chinense</i> : <i>P. chinampoensis</i>					SE
		0 : 10	2 : 8	5 : 5	8 : 2	10 : 0	
羊 草 <i>A. chinense</i>	地上生产量(g) Aboveground production		0.488 ^A	0.4843 ^A	0.5440 ^A	1.0190 ^B	0.0616
	分蘖枝数 Number of ramet		3.4475 ^A	2.8296 ^A	3.4823 ^A	6.3889 ^B	0.4119
碱 茅 <i>P. chinampoensis</i>	地上生产量(g) Aboveground production(g)	0.9832 ^A	1.1132 ^{AB}	1.5528 ^B	2.9795 ^C		0.1187
	存活率(%) Survival rate (%)	67.90 ^A	71.68 ^A	76.54 ^{AB}	87.96 ^B		3.7400

数据右上角不同字母表示差异显著($P < 0.01$)
Different letters is significantly ($P < 0.01$).

表3 不同盐碱胁迫水平下每个羊草和碱茅母株生产、生殖或生存能力的SSR测验
Table 3 SSR test of productive, reproductive and survival ability of per original individual of *Aneurolepidium chinense* and *Puccinellia chinampoensis* under different alkaline-salinity stress

		高盐碱胁迫 High AS [*] stress	中盐碱胁迫 Medium AS stress	低盐碱胁迫 Low AS stress	SE
		羊 草 <i>A. chinense</i>	地上生产量 Aboveground production(g)	0.4709 ^A	
	分蘖枝数 Number of ramet	3.7343 ^A	4.1858 ^{ab}	4.5912 ^b	0.3568
碱 茅 <i>P. chinampoensis</i>	地上生产量 Aboveground production(g)	2.0753 ^A	1.4892 ^B	1.4071 ^B	0.1030
	存活率(%) Survival rate(%)	85.35 ^A	73.37 ^B	69.35 ^B	3.1600

* AS is the abbreviation of alkaline-salinity.
与表1,2相似,A,B,C表示 $p < 0.01$, a, b, c 表示 $p < 0.05$.
Same as table 1 and 2, A, B, C means $p < 0.01$, and a, b, c means $p < 0.05$.

2.1.3 盐碱胁迫 由表 3 看出,随着盐碱胁迫水平的增强,由每个羊草母株获得的地上生产量和分蘖枝数减少,其中高盐碱胁迫水平严重阻碍了羊草的生长和无性繁殖能力。而碱茅植丛的产量和存活率随着盐碱胁迫水平的增强逐渐增大,这可能与羊草的竞争能力受到较高盐碱胁迫水平的制约有关。

2.2 处理因子之间的相互作用

2.2.1 密度-盐碱胁迫交互 羊草的分蘖能力在低密度和中等盐碱胁迫水平下最强,高密度加强了盐碱胁迫对羊草无性繁殖能力的抑制作用(见图 1)。盐碱胁迫对碱茅存活率的影响在低密度时甚小,但随着密度的增大,较高的盐碱胁迫水平相对有利于碱茅植丛的存活(见图 2),产生这种现象的原因可能有二,一是碱茅具有较强的耐盐碱能力,二是较高盐碱胁迫水平使得来自羊草的竞争负作用受到削弱。

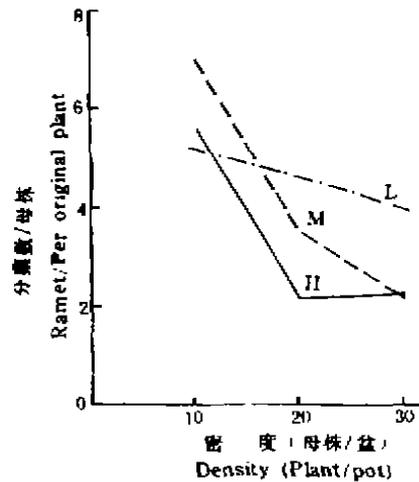


图 1 分蘖枝数与密度-盐碱处理水平的相关性($P < 0.05$)

H——高盐碱, M——中盐碱, L——低盐碱。下同

Fig. 1 Density and alkaline-salinity stress showed a significant ($p < 0.05$) interaction on the number of ramet of per original *Aneurolepidium chinense* individual

H——High alkaline-salinity stress M——Medium alkaline-salinity stress L——Low alkaline-salinity stress

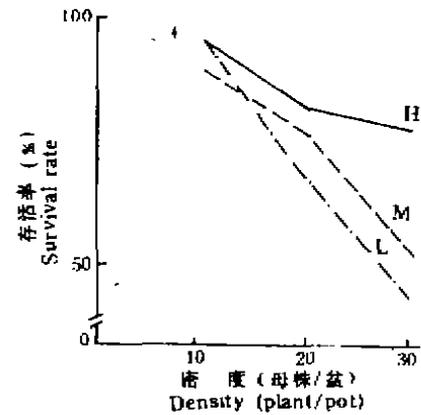


图 2 碱茅植丛存活率与密度-盐碱

处理水平的相关性($P < 0.05$)

Fig. 2 Density and alkaline-salinity stress showed a significant ($p < 0.05$) interaction on the survival rate of per original *Puccinellia chinampoensis* individual

2.2.2 密度-种的比例交互 低密度、低比例有利于碱茅的生长,高密度、高比例抑制了碱茅的生长(见图 3),表明碱茅对来自种内竞争的反应敏感,碱茅是混作的受益者。

2.2.3 种的比例-盐碱胁迫交互 随着碱茅在混作中的比例增大,各盐碱胁迫水平对植丛产量影响的差异缩小,同时各盐碱胁迫水平的单丛产量急剧下降(见图 4),表明低比例时,盐碱胁迫的作用明显,高比例时,盐碱胁迫的影响甚小,而碱茅种内的激烈竞争则可能是限制其产量的主要因素。

3 讨论

不同密度的替换系列实验表明,羊草对来自碱茅的竞争反应敏感,而碱茅对来自种内的竞争反应敏感。本研究也证实竞争的作用和反应是负相关的^[5]。拥有较大密丛状株型和致密须根系可能是碱茅具有较强竞争能力的重要原因。碱茅的耐盐碱能力较强,土壤盐碱化进一步增强了它的竞争能力,而羊草的耐盐碱能力较差,因而土壤盐碱化必将削弱它的相对竞争能力。盐碱化羊草草地上原生植物羊草的衰退和次生植物碱茅的繁盛,是土壤盐碱胁迫和种间竞争共同作用的结果。

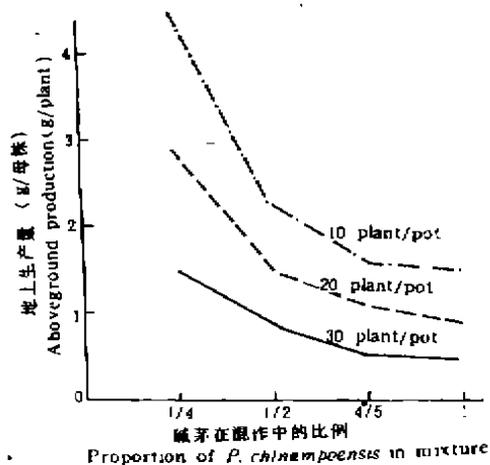


图3 碱茅母株地上生产量与密度-种的比例的相关性($p < 0.01$)

Fig. 3 Density and proportion showed a significant ($p < 0.01$) interaction on aboveground production of per original *Puccinellia chinampoensis* individual

虽然碱茅具有较强的竞争能力,但它很难侵入原始的羊草群落,其原因尚须进一步探讨。此外,本试验是1a的初步结果,而羊草和碱茅为多年生植物,其混作种群在以后世代中能否平衡共存,尚待进一步研究。

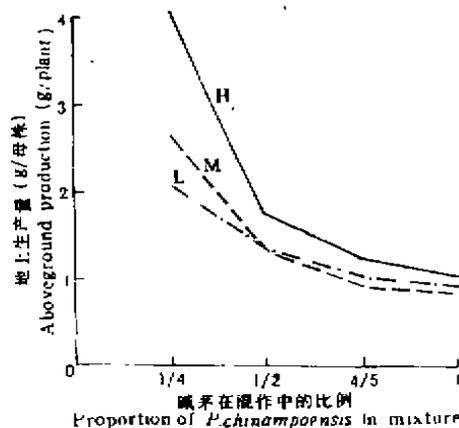


图4 碱茅母株地上生产量与种的比例-盐碱处理水平的相关性($p < 0.01$)

Fig. 4 Proportion and alkaline-salinity stress showed a significant ($p < 0.01$) interaction on aboveground production of per original *Puccinellia chinampoensis* individual

参 考 文 献

- [1] Grime J P. Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester, 1979
- [2] Schoener T W. Field experiments on interspecific competition. *Am. Nat.*, 1983 122: 240—285
- [3] Wit C T de. On competition. *Verst. Landbouwk. Onderz.*, 1960, 66, 1—82
- [4] 葛莹, 李建东. 盐生植被在土壤积盐-脱盐过程中作用的初探. *草业学报*, 1990, 1(1): 70—76
- [5] Miller T E & Werner P A. Competitive effects and responses between plant species in a first-year old-field community. *Ecol.*, 1987, 68: 1201—1210

张玉勋

Zhang Yu-Xun

(东北师范大学, 长春, 130024)

(Northeast Normal University, Changchun, 130024)

周学东 刘兆兴

Zhou Xue-Dong Liu Zhao-Xing

(中国人民解放军兽医大学, 长春, 130036)

(Veterinary College of PLA, Changchun, 130036)