

磷钾肥和多效唑对高羊茅越夏性的影响研究

VI. 高温对高羊茅形态指标的影响

廖丽¹, 徐亮², 王志勇^{3*}

(1. 江西省林业科学院, 江西南昌 330032; 2. 青海省农林科学院, 青海西宁 810016; 3. 景德镇高等专科学校生化系, 江西景德镇 333000)

摘要 [目的] 研究磷、钾与多效唑配合施用对高羊茅越夏性的影响。[方法] 以禾本科冷季型草坪草高羊茅为试材, 采用裂区试验设计, 分别设施磷肥 40、50、80 kg/hm²、钾肥 60、80、140 kg/hm²、多效唑 0、250、500 mg/L, 对处理后高羊茅的密度和株高进行方差分析, 并用目测法定量描述其景观品质。[结果] 磷肥、钾肥、多效唑单因素及磷肥与钾肥、磷肥与多效唑、钾肥与多效唑的两因素互作和磷肥与钾肥及多效唑的三因素互作对高羊茅密度和株高的影响均达显著水平。A₂B₃C₂ 组合处理 (磷 60 kg/hm²、钾 140 kg/hm²、多效唑 250 mg/L) 的效果优于其他处理组合, 高羊茅的株高和密度相对较高, 景观品质总评分最佳。[结论] 磷、钾施用量和多效唑浓度对高羊茅密度和株高有重要影响, 肥料和化控的较优搭配可为高羊茅顺利越夏提供基础。

关键词 高羊茅; 磷肥; 钾肥; 多效唑; 越夏; 裂区; 耐热性的

中图分类号 S543+.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)25-11979-03

Study on the Effects of Phosphorus and Potassium Fertilizers and Paclobutrazol on the Over-summer Ability of *Festuca arundinacea* VI. Influence of High Temperature on Morphological Index of *Festuca arundinacea*

LIAO Li et al (Department of Bio-chemistry, Jingdezhen Comprehensive College, Jingdezhen, Jiangxi 333000)

Abstract [Objective] The purpose was to study the effects of combined application of P, K and paclobutrazol on over-summer ability of *Festuca arundinacea*. [Method] With gramineae *F. arundinacea* of cool-season turf grass as tested material, the experiment of split-split plot design with was adopted and three kinds of treatments were set up, including 40, 50, 80 kg/hm² of P application, 60, 80, 140 kg/hm² of K application and 0, 250, 500 mg/L of paclobutrazol application resp. to conduct variance analysis on the density and plant height of *F. arundinacea* after treatment, and its landscape quality was in quantitative description with visual method. [Result] The effects of single factor of fertilizer of P, K and paclobutrazol, 2-factor interaction of P and K fertilizer, P and paclobutrazol, K and paclobutrazol and 3-factor interaction of P, K and paclobutrazol on density and plant height of *F. arundinacea* all were reached to a significant level. The combined treatments of A₂B₃C₂ (P of 60 kg/hm², K of 140 kg/hm², and paclobutrazol of 250 mg/L) got better effect than the other treatment combinations, the density and plant height of *F. arundinacea* was relatively higher, and the total score of landscape quality was the best. [Conclusion] The application amount of P and K and paclobutrazol concn. had important influence on the density and plant height of *F. arundinacea*, and the good collocation of fertilizer and chemical control could supply foundation for the smooth over-summer of *F. arundinacea*.

Key words *Festuca arundinacea* (Schreb. cv. Hunt dog. 5); Phosphorus fertilizer; Potassium fertilizer; Paclobutrazol; Over-summer; Split-split plot; Heat-resistant

随着我国经济文化水平的提高, 草坪业迅猛发展。草坪建成后, 为了保证其良好的景观效果, 日常的和定期的培育管理是不可缺少的。鉴于此, 国内外学者做了许多研究工作, 其中使用植物生长延缓剂, 其用量少, 生长延缓效果显著, 提升草坪景观效果, 降低草坪管理成本, 受到人们的关注。植物生长延缓剂可使茎组织的细胞分裂和伸长减慢, 致使草坪植物表现生理的矮化, 缩短茎节, 降低株高, 改善群体结构, 调节光合产物去向, 增加可溶性糖和叶绿素含量, 提高抗逆性^[1-2]。同时施肥也是草坪管理的重要环节之一, 草坪缺肥则会出现草色发黄, 提前休眠, 抗逆性减弱, 难以返青, 严重影响草坪草的质量。因此, 笔者设计利用植物生长延缓剂与肥料的配合施用调控草坪草的生长, 作为延长绿期提供一项非遗传因素的管理措施。磷、钾与多效唑配合施用对高羊茅耐热性影响的研究国内尚未见报道, 其各因素间的互作规律尚不清楚, 进一步探讨因素间的互作效应对于科学、合理管理草坪草具有一定实际意义。

1 试验地自然概况

1.1 试验地的地理位置与气候条件

试验地位于福州金山福建农林大学田间试验基地。地处东经 119°17', 北纬 26°05', 海拔 12 m, 属亚热带海洋性季风气候, 年降雨量 1 343.7 mm, 30% 降雨量集中在夏季, 全年无霜期 326 d, 年平均日照时数为 1 840 h, 年平均雨日 150 d, ≥10 °C 浮动积温 6 500 ~ 7 500 °C。2004 年 8 月份均温为 30.7 °C。

1.2 土壤农化性质 经测定实验地土壤 pH 值 5.09, 有机质、全氮、全磷和全钾含量分别为 10.102、0.794、0.497 和 48.725 g/kg, 速效氮、速效磷、速效钾含量分别为 55.435、24.123 和 38.612 mg/kg。

2 材料与方法

2.1 试验材料 试验选取的材料为目前亚热带地区城市建坪中广泛使用的禾本科冷季型草坪草, 高羊茅 (*Festuca arundinacea* Schreb. cv. Hunt dog. 5)。

2.2 设计方法

采用裂区试验设计, 设 A, B, C 3 因素 3 水平, 其中 P 因素为磷肥 (按 P₂O₅ 计算), 分 P₁, P₂, P₃ (40, 50, 80 (P₂O₅) kg/hm²) 3 水平, 为主处理。K 因素为钾肥 (按 K₂O 计算), 分 K₁, K₂, K₃ (60, 80, 140 (K₂O) kg/hm²) 3 水平, 为副处理。C 因素为多效唑, 分 C₁, C₂, C₃ (0, 250, 500 mg/L) 3 水平, 为副副处理。

2.3 形态指标测定方法

2.3.1 密度

参照韩烈保方法^[3]。采用 10 cm × 10 cm 的样方测定单位面积内草坪草总枝条数, 并以 1 cm² 面积上的

基金项目 江西省教育厅青年基金项目 (GJJ09627); 景德镇市科技计划社会发展基金和校青年基金项目 (QNJJ-09-01)。

作者简介 廖丽 (1981 -), 女, 江西乐安人, 博士, 从事植物资源开发与利用研究。* 通讯作者。

收稿日期 2009-04-28

枝条数表示特定时间单位面积草坪草的密度。

2.3.2 株高。参照韩烈保方法^[3]。每小区随机选取 10 株测株高,求其平均值。

2.3.3 景观品质总评分。用目测法定量描述,表现最佳者为 9 分,次之者 8 分,最差 1 分,依次类推^[4]。

3 结果与分析

3.1 各因素之间的交互作用 从表 1 可以看出,除钾肥与多效唑两因素互作对株高没有达到显著性影响外,磷肥、钾肥、多效唑及磷肥与钾肥、磷肥与多效唑、钾肥与多效唑两因素互作和磷肥与钾肥及多效唑 3 因素互作对草的密度、株高都达到显著水平 ($P < 0.05$)。

表 1 各处理间草的密度和株高方差分析

Table 1 Variance analysis on the density and plant height of *Festuca arundinacea* under different treatments

变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	F 值 F value	
		密度 Density	株高 Plant height
主区部分	区组		
	P	204.6**	74.64**
	e_p		
	总变异		
副区部分	K	56.68**	4.387*
	$P \times K$	32.67**	4.418*
	e_k		
	总变异		
副副区部分	C	6.713**	4.274*
	$P \times C$	76.35**	4.115**
	$K \times C$	14.83**	1.112
	$P \times K \times C$	66.56**	3.006*
	e_c		
	总变异		

注:*,**分别达 0.05 和 0.01 显著水平。

Note: * and ** mean significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

进一步分析表明(表 2),3 个磷肥、钾肥、多效唑水平处理对密度、株高都达到极显著水平 ($P < 0.01$),密度、株高含

量随着施肥量的增加而降低,两者都表现为一致趋势,说明施肥量的高低及多效唑浓度的大小对密度、株高的高低有重要的影响。

表 2 不同处理对高羊茅密度和株高的影响

Table 2 Effects of different fertilization amount and paclobutrazol concentration on the density and plant height of *Festuca arundinacea*

处理 Treatments	密度 Density//株/cm ²	株高 Plant height//cm
P ₁	1.21 aA	15.59 aA
P ₂	1.07 bB	15.33 bB
P ₃	0.99 cC	15.28 bB
K ₁	1.19 aA	15.61 aA
K ₂	1.09 bB	15.43 abA
K ₃	0.99 bC	15.16 bA
C ₁	1.11 aA	15.54 aA
C ₂	1.09 aAB	15.48 aAB
C ₃	1.07 bB	15.18 bB

注:表中大写英文字母表示各处理间达到 0.01 水平的差异;小写英文字母表示各处理间达到 0.05 水平的差异。

Note: Different capital letters mean significant difference among different treatments at 0.01 level; Different small letters mean significant difference at 0.05 level.

在 9 个 $K \times C$ 和 $P \times C$ 2 因子互作处理分析对高羊茅叶片中的密度、株高影响的多重比较,可以看出(图 1,2),在相同的磷肥水平下,钾肥和多效唑对高羊茅叶片中密度、株高的影响中,以处理 B_3C_2 (即 $K = 140 K_2O kg/hm^2$, $C = 250 mg/L$)的含量较高且两者有一致的趋势。而在相同的钾肥水平下,磷肥和多效唑对高羊茅叶片中密度、株高的影响,以处理 A_2C_2 (即 $P = 60 P_2O_5 kg/hm^2$, $C = 250 mg/L$)较为高些且两者的趋势较为一致。因此在上述 B_3C_2 和 A_2C_2 处理水平下,高羊茅具有较强的光合能力,直接反映出该处理具有明显的生理优势。以上分析表明,由于两因素互作处理水平不同,影响程度也有别,这与其内在生理特性表现差异有关。

不同磷、钾施肥量与不同浓度的多效唑处理配合施用影响了越夏期高羊茅外观形态特征,其表现的差异(表3),是

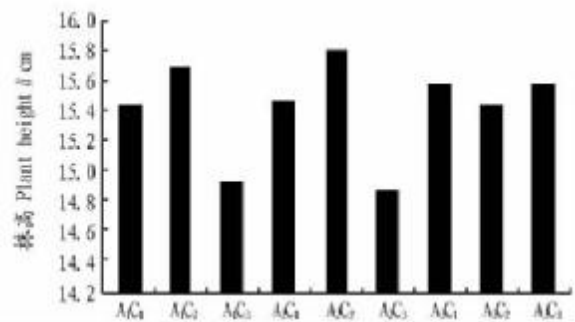
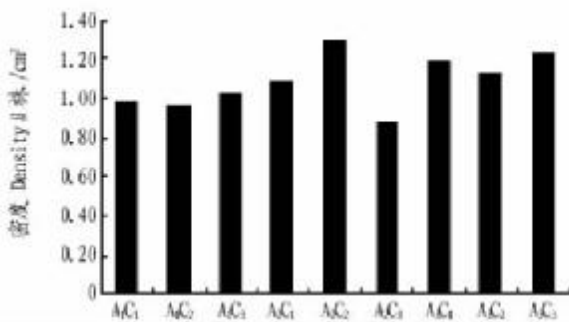


图 1 磷肥和多效唑互作处理对高羊茅密度、株高的影响

Fig. 1 Effect of phosphorus and PP₃₃₃ interaction on the density and plant height of *Festuca arundinacea*

高羊茅内在生理生化特性发生变化的结果。统计分析结果表明,不同磷、钾施肥量及不同浓度的多效唑处理对高羊茅形态、生理生化指标的影响。从 27 个磷钾肥和多效唑 3 因子互作处理对高羊茅密度、株高与质量综合评分影响的多重比较。可以看出高羊茅在 8 月份的高温 (30.7 °C) 胁迫下,以处理 $P_2K_3C_2$ (即 $P(P_2O_5) = 60 kg/hm^2$, $K(K_2O) = 140 kg$

kg/hm^2 , $C = 250 mg/L$) 的值最高,并在综合评分排列中位于第一位,表明了高羊茅在延长了叶片的绿色期,提高了草坪草的观赏价值。反映出在这一条件下高羊茅耐热能力强,这与其他指标的趋势是一致的。

4 讨论与结论

纵观众多草坪质量评价方法,草坪的颜色、密度、均一

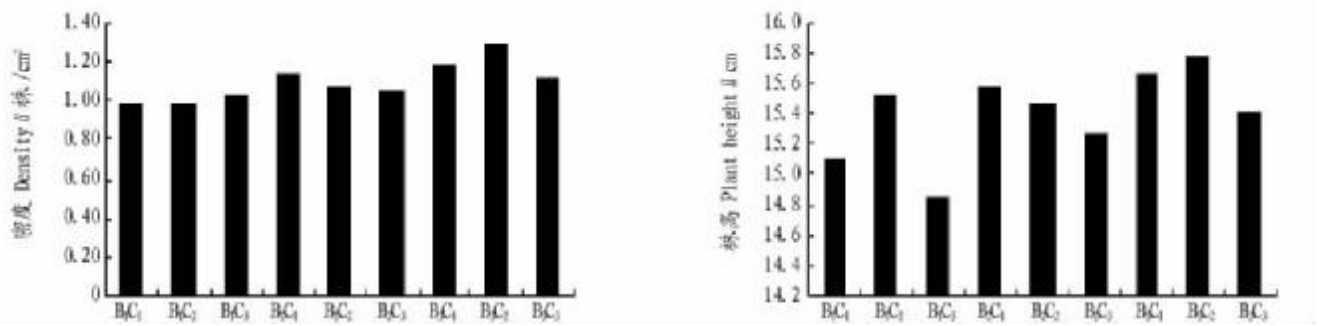


图2 钾肥和多效唑交互处理对高羊茅密度、株高的影响

Fig.2 Effect of potassium and PP₃₃₃ interaction on the density and plant height of *Festuca arundinacea*

度、质地、高度、盖度等草坪外观质量指标是各类评价方法的主要指标,这是因为草坪外观质量是人们对草坪的视觉感

表3 不同施肥量与不同浓度的多效唑处理组合对高羊茅密度、株高与质量综合评分的影响

Table 3 Effects of different fertilization amount and PP₃₃₃ concentration on the density, plant height and comprehensive quality score of *Festuca arundinacea*

编号 No.	处理组合 Treatment combinations	密度株/hm ² Density	株高/cm Plant height	总评分 Total scores	综合评分排列 Ranking of comprehensive scores
1	P ₁ K ₁ C ₁	0.883	14.80	5.45	23
2	P ₁ K ₁ C ₂	0.812	15.33	5.21	26
3	P ₁ K ₁ C ₃	0.914	14.69	5.54	21
4	P ₁ K ₂ C ₁	1.026	15.51	5.97	17
5	P ₁ K ₂ C ₂	0.842	15.50	5.33	24
6	P ₁ K ₂ C ₃	0.883	14.90	5.48	22
7	P ₁ K ₃ C ₁	1.054	15.99	6.38	11
8	P ₁ K ₃ C ₂	1.251	16.18	6.91	6
9	P ₁ K ₃ C ₃	1.274	15.10	6.86	7
10	P ₂ K ₁ C ₁	1.036	15.21	6.00	16
11	P ₂ K ₁ C ₂	1.072	15.30	6.31	13
12	P ₂ K ₁ C ₃	0.781	14.20	5.16	27
13	P ₂ K ₂ C ₁	1.200	15.61	6.69	8
14	P ₂ K ₂ C ₂	1.006	14.94	5.88	19
15	P ₂ K ₂ C ₃	0.832	14.83	5.27	25
16	P ₂ K ₃ C ₁	1.044	15.50	6.22	14
17	P ₂ K ₃ C ₂	1.618	16.40	7.68	1
18	P ₂ K ₃ C ₃	1.050	15.50	6.34	12
19	P ₃ K ₁ C ₁	1.006	15.26	5.90	18
20	P ₃ K ₁ C ₂	1.067	15.95	6.45	10
21	P ₃ K ₁ C ₃	1.353	15.66	7.03	5
22	P ₃ K ₂ C ₁	1.162	15.60	6.57	9
23	P ₃ K ₂ C ₂	1.373	15.90	7.07	4
24	P ₃ K ₂ C ₃	1.485	16.10	7.39	2
25	P ₃ K ₃ C ₁	1.424	15.81	7.10	3
26	P ₃ K ₃ C ₂	0.975	14.40	5.75	20
27	P ₃ K ₃ C ₃	1.036	15.61	6.05	15

受,因此它是评价草坪品质的基础。周禾指出^[4],草坪质量由其内在特性作用于外部特征所构成,体现了草坪优劣程度,它既反映草坪的基本外部特征,又通过草坪的外在表现反映其适应性,因此在草坪质量评价中处于非常重要的地位。试验结果表明,不同施肥量与不同多效唑处理浓度对越夏期高羊茅生长有很大影响。具体表现在合理施用磷、钾肥

能使草坪草密度增大、生长速度加快;同时叶绿素、类胡萝卜素含量提高改善了草坪草的叶色,从而提高了草坪草的景观品质^[7]。喷施不同浓度的多效唑对草坪草有一定的矮化效应,植株高度下降,喷施浓度适当也能使草坪草密度加大,单位面积上的枝条数明显增多,草坪草更加致密。Xu 等认为小植株,密集的分蘖,根系发达和根冠比高可作为选育抗热品种的重要指标,因为在高温胁迫下有较好的草坪外观在很大程度上依赖于其良好的形态特征^[8]。孙洪仁指出,叶面喷施多效唑,使草坪草生长延缓,并使草坪草保持美观的绿色^[5]。在该试验中发现,在相同胁迫条件下,P₂K₃C₂处理中株高、密度以及坪用指标的总评分都优于其他处理组合(表3),说明合理施用磷、钾肥能使草坪草密度增大、生长速度加快,改善了草坪草的叶色,最终使草坪草的景观品质大大提高;PP₃₃₃能够调控草坪草的茎、叶生长,改变草坪草色泽,提高抗逆性,从而减少修剪次数,延长草坪草的青绿期,解决高羊茅夏季枯黄的问题^[9-11]。而磷钾肥施用量和多效唑喷施浓度配比不合理,均会造成外观形态指标差。说明磷钾肥施用量和多效唑喷施浓度配比不合理时,高羊茅植株的抗逆性减弱,生长过程中易受到逆境的胁迫。

参考文献

[1] 王志勇,廖丽,常青山. 磷钾肥和多效唑对高羊茅越夏性研究IV. 高温对高羊茅叶片中抗氧化物质的影响[J]. 江西农业大学学报,2006,28(3): 341-346.
 [2] 王志勇,廖丽,林文雄. 高温对高羊茅叶片中渗透调节物质的影响[J]. 江西农业大学学报,2007,29(2):176-181.
 [3] 韩烈保. 草坪管理学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1994.
 [4] TURGON A J. Turfgrass management [M]. 8th ed. Prentice Hall,2008.
 [5] 周禾,樊奋成,杨波. 草坪质量评价方法的研究[C]//面向21世纪的中国草坪科学与草坪业. 北京:中国农业出版社,1999:22-26.
 [6] 孙洪仁. 乙烯利、多效唑及修剪处理对盆播早熟禾的影响[J]. 草业科学,1993(4):18-21.
 [7] 游明鸿,刘金平,毛凯,等. K肥对假俭草草坪绿度和品质的影响[J]. 亚热带植物科学,2004(3):21-24.
 [8] XU Q Z, HUANG B R. Morphological and physiological characteristics associated with heat tolerance in creeping bentgrass [J]. Crop Sci,2001,41: 127-133.
 [9] 王志勇,廖丽,邹少丰,等. 磷钾肥和多效唑对高羊茅越夏性的影响研究III. 高温对高羊茅叶片中N、P、K含量的影响[J]. 草业科学,2006,23(9):119-122.
 [10] 王志勇,廖丽,王幸斌,等. 磷钾肥和多效唑对高羊茅越夏性的影响研究II. 高温对高羊茅叶片中膜系统和AsA的影响[J]. 草业科学,2006,23(8):89-92.
 [11] 王志勇,叶水英,廖丽,等. 磷钾肥和多效唑对高羊茅越夏性的影响研究I. 高温对高羊茅叶片中保护酶的影响[J]. 草业科学,2006,23(7): 85-89.