

狗牙根草茎建植成坪质量的施肥和播种研究

张旭^{1,3}, 王隼珍^{1*}, 崔健², RAYMOND S A³

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学生命科学学院, 陕西 杨凌 712100;
3. 深圳市朝阳高尔夫管理有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要:本研究试图探明狗牙根草茎在不同播种深度和施肥方法下对高尔夫草坪备草区建植生长的影响。采用二因素随机区组设计, 在高尔夫草坪备草区大田中对不同播种深度(1, 2 和 3 cm)和施肥措施(底肥和追肥)进行比较分析。结果表明, 生长成坪期间草坪草的盖度、种群密度和株高随着播种深度的增加而增加, 但是在成坪后期播深 2 和 3 cm 对草坪质量的影响差异不显著; 追肥比底肥效果好。在狗牙根草茎高尔夫草坪备草区建植生长中, 播种深度是首要因素, 其次是施肥方法; 两因素交互作用显著。结合建植成本和工期, 在生产实践中推荐采用播种深度应为 2 cm, 播后 1 周内追肥, 并建议施用速效肥。

关键词:狗牙根草茎; 施肥; 播种深度; 建植生长

中图分类号: S543⁺. 962; S688. 4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2011)05-0237-08

* 狗牙根(*Cynodon dactylon*)是一个重要的并且在全球范围最广泛种植的暖季型草坪草^[1,2]。狗牙根为多年生草本植物, 具细韧的须根和短根茎, 草质柔软, 耐践踏, 耐盐碱性强, 春天返青较早, 绿色观赏期在华东地区为 245 d。有研究报道, 狗牙根草坪养护管理比较粗放, 对剪草、施肥、病虫害防治等养护要求均不高^[3-7]。狗牙根草坪恢复再生能力强, 如经严重践踏的狗牙根草坪, 及时喷灌浇水 3~5 d 即可萌发新芽, 7~8 d 可完全复苏, 是较为理想的运动场草坪草, 广泛种植于南方和过渡带地区的运动场草坪^[1,2]。狗牙根作为暖季型草, 经过 3 代的草茎繁殖, 其品种会开始退化, 品质会下降, 如果养护管理不善, 导致杂草入侵, 纯度严重下降, 就难以满足高尔夫球场的需要。高尔夫球场建造一般可以通过无性繁殖建立备草区扩繁“种子”(草茎)的方式^[1]。为了保证品种的基因纯度和优异的草坪质量, 就必需从认证的草坪基地引进杂种一代草茎重新进行繁殖(根茎繁殖)。但是, 目前对狗牙根的研究主要有遗传育种^[8-12]、种质资源^[13,14]、草坪病害^[15]、施肥^[7,16-20]、碾压^[21]、镇压坪床和灌溉^[20,21]等管理和养护方面^[24-30], 均针对已建植成坪的草坪, 关于狗牙根草茎播种的施肥和播种深度对其草茎萌发生长和建植成坪的研究很少。随着中国高尔夫运动和足球运动的快速发展, 对于狗牙根草茎建植草坪或备草区的利用实践和科学研究, 已经显得越来越重要了。由此, 本研究以从美国引进新鲜收获的狗牙根 TifSport 草茎为播种材料, 在不同的播种深度和施肥条件下, 对高尔夫备草区草茎草坪的萌发生长到成坪期间的植株密度、盖度和高度进行了分析, 研究不同播种条件和施肥措施对狗牙根草茎草坪建植生长的影响, 为快速经济的建植生长培育出能用于梳草和起草皮的狗牙根备草区提供生产实践的科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于广东省佛山市南海区里水镇, N 23°16. 78', E 113°06. 92', 年均气温 22℃, 年降水量 1 400~1 900 mm, 4-9 月降水量占全年的 80%, 年日照 1 500~2 100 h。

试验在沙床上进行。2008 年 3 月初平整土地后, 在表面铺 10 cm 的熟土, 熟土上面铺 15 cm 河沙, 平整好。坪床用“溴灭泰”(98%的溴甲烷, 连云港死海溴化物有限公司) 13 g/m², 于 3 月 15 日进行熏蒸消毒灭菌, 熏蒸 48 h, 熏蒸后自然晾晒 14 d。

* 收稿日期: 2010-07-15; 改回日期: 2010-09-06

基金项目: 国家“十一五”科技支撑子项目“干旱、半干旱地区抗旱、高产牧草新品种选育及产业化示范”(2008BADB3B06-09)资助。

作者简介: 张旭 (1987-), 男, 陕西西安人, 学士。

* 通讯作者。E-mail: wangquanzhen191@163.com

1.2 试验材料与处理

供试狗牙根品种(Tifsport bermudagrass),由美国 Georgia 大学的 Wayne Hann 博士研究选育,于 1998 年注册登记。

草茎来源于 2008 年 3 月 31 日收获于美国乔治亚州的 PIKE CREEK 草坪农场,是干净的冲洗过的匍匐茎,草茎长度 15~20 cm,在 4℃ 下用冷柜空运到试验小区。试验地选择地势平坦、植被均匀的有代表性的地段划分小区,小区面积为 2 m×5 m,6 个处理(表 1),4 次重复,共 24 个小区随机排列。试验设计草茎种植深度(碾压深度)共 3 个水平:1,2 和 3 cm;种植前床坪施底肥,种植后床坪追肥,分别于 3 月 30 日对所设试验 1、3 和 5 号小区施用 15-15-15 中俄快速复合肥(氮 15 磷 15 钾 15,山东红日化工集团生产)4 g/m²,4 月 8 日对 2、4 和 6 号小区施用 15-15-15 中俄快速复合肥 4 g/m²。

2008 年 4 月 4 日种植,由于使用草茎作为播种材料,播种量一般记作 L/m²,本研究的播种量为 2.94 L/m²。用耙沙机将床坪表面耙松后,手工均匀播撒草茎,用压草器将草压到沙层中,最后用压草滚轴将坪床压平。种植后每天浇水 3~4 次,以保持沙子湿润为准。之后的养护措施按照新坪的正常养护进行,不定期的人工除杂草,分别在 4 月 26 日和 5 月 8 日喷洒了 2 次杀虫剂和杀菌剂预防病虫害。

1.3 试验设计

试验采用完全随机区组设计,设 6 个处理,4 次重复,共 24 个小区(表 1)。

表 1 播种和施肥的试验设计

Table 1 Experimental design of sowing and fertilizer

处理序号 Treatment No.	试验编码 Experiment code	处理 Treatments
1	A ₁ B ₁	草茎播种深度 1 cm,施用底肥 Sowing depth 1 cm, fertilized before sowing
2	A ₁ B ₂	草茎播种深度 1 cm,施用追肥 Sowing depth 1 cm, fertilized after sowing
3	A ₂ B ₁	草茎播种深度 2 cm,施用底肥 Sowing depth 2 cm, fertilized before sowing
4	A ₂ B ₂	草茎播种深度 2 cm,施用追肥 Sowing depth 2 cm, fertilized after sowing
5	A ₃ B ₁	草茎播种深度 3 cm,施用底肥 Sowing depth 3 cm, fertilized before sowing
6	A ₃ B ₂	草茎播种深度 3 cm,施用追肥 Sowing depth 3 cm, fertilized after sowing

1.4 试验测定的项目

用直径 20 cm,高 5 cm 的钢板圆筒样框,分别于 5 月 2 日,5 月 11 日,5 月 22 日对每个实验小区进行测定,共测定 3 次。

草坪草高度:用直尺随机测量每个样框内的 5 个植株自然高度,每个小区随机重复测量 4 次。

草坪盖度:采用样线法评定草坪盖度,随机水平放置标尺,并记下读数为 S,再测出草坪覆盖地面的各段长度并累计为 L,盖度(A) = L/S^[31]。

植株密度:指单位面积草坪地上部分蘖的植物株数(分蘖数)。采用圆筒样框,测定每个样方内草坪草的分蘖数,每个处理 4 次重复。结果换算为单位面积上的植物株数(株/m²)^[32]。

1.5 试验数据处理

用 Excel 2007 进行基本数据记录,用 SAS 软件进行数据分析和作图。

2 结果与分析

2.1 不同播种深度对狗牙根密度、盖度和高度影响

2.1.1 播种深度对狗牙根植株密度的影响 分别在播种后的第 28 天(5 月 2 日),第 37 天(5 月 11 日)和第 48 天(5 月 22 日),对 24 个试验小区的植株密度,草坪盖度和草坪草高度进行了测定。按照试验因素 A(播种深度)和 B(施肥方式),用 SAS 软件包进行单因素方差分析,双因素互作分析(表 2~4)及处理间方差分析,并作图。结果表明,在第 37 天(5 月 11 日),播深 1 和 2 cm 间差异不显著,但与 3 cm 差异显著;在第 48 天(5 月 22 日),播种深度 2 和 3 cm 间无差异。播深 2,3 和 1 cm 间差异显著,播深 2 和 3 cm 明显优于播深 1 cm(图 1)。

2.1.2 播种深度对狗牙根草坪盖度的影响 播种后的第 28 天(5 月 2 日),播种深度 2 和 3cm 对盖度无影响,但和播种深度 1 cm 差异显著;第 37 天(5 月 11 日)时播种深度 1,2 和 3 cm 对盖度的影响差异显著,但到第 48 天(5 月 22 日)播种深度对盖度影响不显著(图 1)。在草茎成坪初期,播种 2 和 3 cm 的小区草茎盖度相对较高,在草茎生长一段时间(即成坪后期),播种深度对盖度的影响减小。

2.1.3 播种深度对狗牙根草坪高度的影响 播种深度对植株高度的影响显著(图 1)。播种越深,草茎的成活率越高,生长的根系越多,能吸收较多的养分;另外由于播种深度较深,根系生长时间充分,能吸收到渗透到下面的养分;施肥后,灌溉使施用在表面的肥料养分向下渗透,下面较深的根系能吸收更多的养分,使其植株高度一直显著高于播种较浅的小区。其次,由于播种较浅的小区草茎成活率低于播深的处理,草茎的生长空间较大,种间竞争较小,草茎横向发展较快,影响了草茎的纵向生长,这也是其后来在盖度和密度的差异越来越不明显的原因。而播种深度在 3 cm 的小区,由于草茎成活率较高,生长空间相对较小,种间竞争也较大,使得其横向发展受到制约,加强了纵向发展,这也是其在高度上差异显著的原因。

2.2 底肥和追肥对狗牙根密度、盖度和高度影响

2.2.1 底肥和追肥对狗牙根植株密度的影响 第 28 天(5 月 2 日)底肥和追肥对植株密度的影响无显著差异,第 37 天和第 48 天追肥对植株密度的影响显著高于底肥的影响(图 2)。

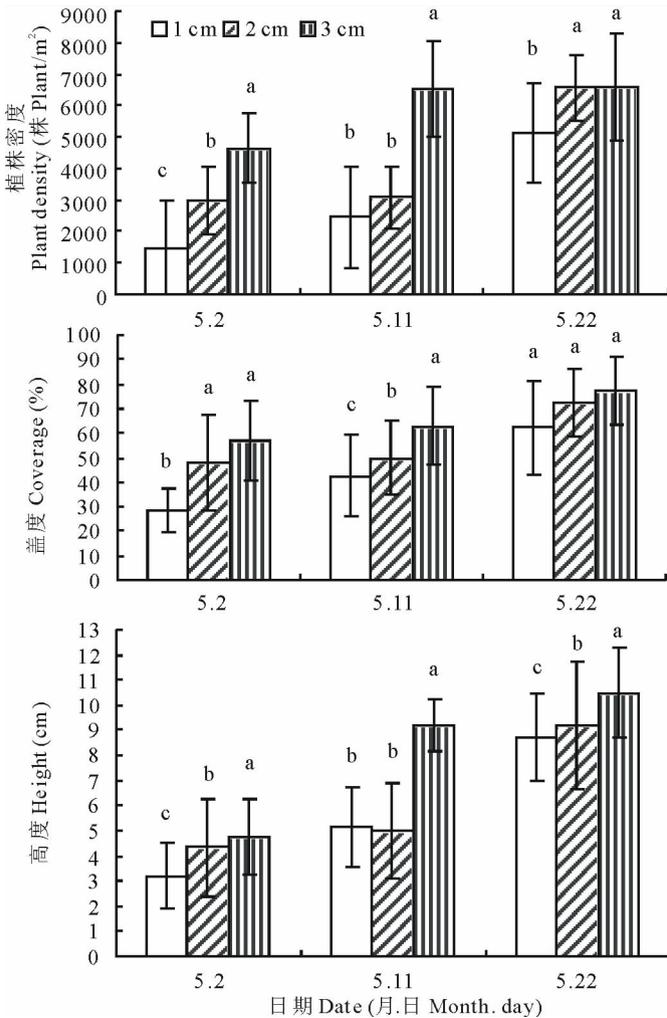


图 1 播种深度对密度,草坪盖度和草坪草高度的影响
Fig.1 Planting depth impact on the plant density, turf coverage and height

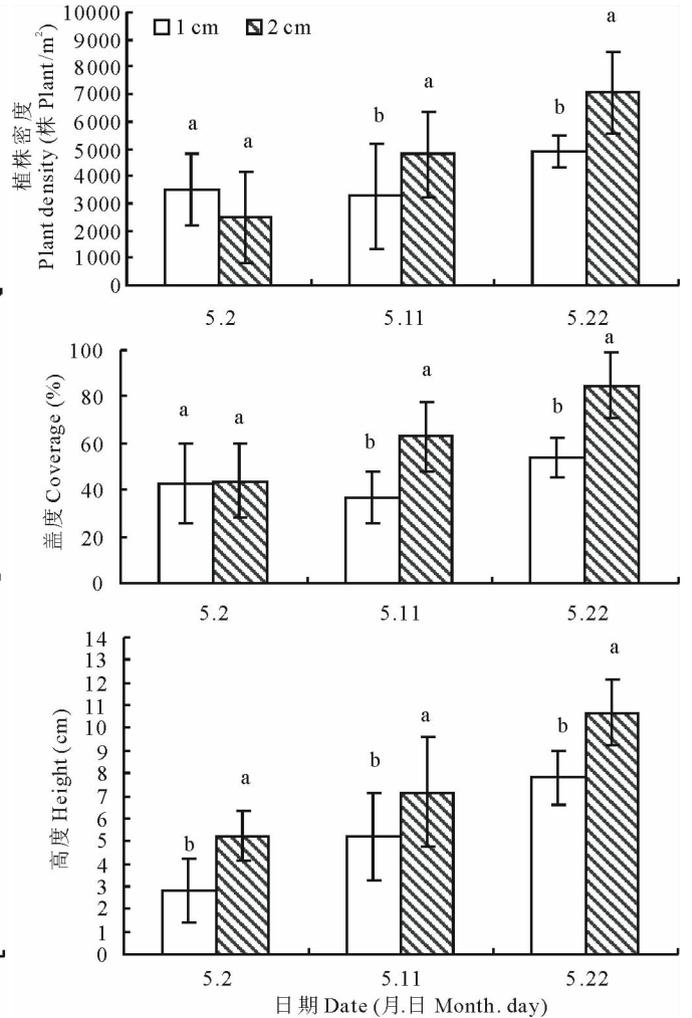


图 2 底肥和追肥对植株密度,草坪盖度和草坪草高度的影响
Fig.2 Base fertilizer and topdressing impact on the plant density, turf coverage and height

同一日期不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著 Different letters on the same date means significant difference at $P < 0.05$. 下同 The same below.

第 28 天底肥和追肥对植株密度的影响无显著差异,底肥比追肥高,其原因是播种深度较浅的处理小区,草茎成活率不高但是生长较快,分蘖数目多;而播种深度相对较深的处理,其分蘖可能还在沙床里面,不能看到,测量不出来,造成了这种结果。第 37 天和第 48 天追肥比底肥效果好,分蘖的植株有了充分的生长时间,对植株密度的影响差异显著。

施肥对植株密度影响总的趋势是,底肥的作用在前期,而追肥效果是在后期(图 2)。

2.2.2 底肥和追肥对狗牙根草坪盖度的影响 第 28 天(5 月 2 日)底肥和追肥对草坪盖度的影响无显著差异,第 37 天和 48 天追肥对植株密度的影响显著高于底肥的影响(图 2)。

2.2.3 底肥和追肥对狗牙根草坪草高度的影响 试验结果显示,追肥对草坪植株高度的影响始终比底肥的差异显著(图 2)。

其原因是底肥中的肥料养分很大一部分都流失了,其提供的养分不能满足草坪生长所需的养分;而追肥中的肥料养分基本能满足草坪生长所需,所以施用追肥的小区其草坪高度一直高于施用底肥的小区。

2.3 播种深度和施肥方式二因素互作对密度、盖度、高度的影响

用 SAS 软件包分析了 A(播种深度)和 B(施肥方式)二因素互作对植株密度、草坪盖度和草坪高度的影响(表 2~4)。从表 2, A 因素(即播种深度)对植株密度的影响差异极显著; B 因素(即施肥方式)对植株密度的影响差异显著。A 和 B 两个因素互作在第 28 天对植株密度的影响极显著,第 48 天影响极显著,但是在第 37 天影响并不显著。

表 2 植株密度方差分析

Table 2 The variance analysis of population density

方差来源 Source	DF	5.2(播种后第 28 天)			5.11(播种后第 37 天)			5.22(播种后第 48 天)		
		2 May (28 d after planting)			11 May (37 d after planting)			22 May (48 d after planting)		
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F
A	2	39181086	19590543	14.25**	73062518	36531259	87.09**	10695913	5347957	13.47**
B	1	5537907	5537907	4.03*	16719769	16719769	39.86**	26241091	26241091	66.10**
A×B	2	16249485	8124742	5.91**	246563	123281	0.29	3330854	1665427	4.19*
Error	18	24735304	1374184		7549779	419432		7145830	396991	
T	23	85703782			97578629			47413688		

注:*,** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平下显著和极显著。1: Source, DF, SS, MS, Error, T 分别表示方差来源,自由度,平方和,均方,误差和校正总变异。2: A, B 和 A×B 分别表示试验因素播种深度、施肥方式和二因素互作。下同。

Note: *, ** mean significant difference at $P < 0.05$ and $P < 0.01$ respectively. 1: Source, DF, SS, MS, Error and T mean Source, degree of freedom, sum of squares, mean square, error and corrected total, respectively. 2: A, B and A×B stand for planting depth, fertilizer and the interaction between them respectively. The same below.

表 3 盖度方差分析

Table 3 The variance analysis of coverage

方差来源 Source	DF	5.2(播种后第 28 天)			5.11(播种后第 37 天)			5.22(播种后第 48 天)		
		2 May (28 d after planting)			11 May (37 d after planting)			22 May (48 d after planting)		
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F
A	2	3499.32	1749.66	18.460*	1553.67	776.83	22.92**	1105.59	552.79	41.89**
B	1	4.54	4.54	0.048	3710.69	3710.69	109.48**	6822.48	6822.40	517.05**
A×B	2	143.31	71.65	0.756	245.27	122.63	3.61*	75.01	37.50	2.84
Error	18	1706.03	94.77		610.08	33.89		237.50	13.19	
T	23	5353.21			6119.72			8240.60		

A 因素对草坪盖度的影响在第 28 天差异显著;第 37 天和第 48 天差异极显著。B 因素对种群密度在第 28 天的影响不显著,第 37 天和第 48 天极显著。A 和 B 两个因素互作在第 37 天对草坪盖度的影响显著(表 3)。

A 因素、B 因素和 AB 互作对植株高度的影响均达到极显著水平(表 4)。

表 4 植株高度方差分析
Table 4 The variance analysis of plant height

方差来源 Source	DF	5.2 (播种后第 28 天) 2 May (28 d after planting)			5.11(播种后第 37 天) 11 May (37 d after planting)			5.22(播种后第 48 天) 22 May (48 d after planting)		
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F
B	1	189.75	189.75	365.09**	114.27	114.27	290.89**	286.75	286.75	539.42**
A×B	2	8.30	4.15	7.99**	11.12	5.56	14.15**	5.97	2.98	5.61**
Error	114	59.25	0.51		44.78	0.39		60.60	0.53	
T	119	303.59			620.41			442.62		

结果显示(表 5),在第 28 天 6 组处理对植株密度的影响排序为 6>3>5>4>2>1,其中 5、4、2 处理差异不显著;第 37 天为 6>5>4>2>3>1,4、2 处理差异不显著,3、1 处理差异不显著;第 48 天为 6>4>2>5>3>1,6、4 差异不显著,3、5 差异不显著。始终是处理 6 最好,处理 1 最差,其趋势表明追肥和播种较深处理好于其他处理。6 组处理对草坪盖度的影响,第 28 天 6 组处理的影响排序为 6>5>3>4>2>1,但 6、5、3、4 之间的差异不显著,2、1 差异不显著;第 37 天为 6>2>4>5>3>1,其中 2、4、5 差异不显著;第 48 天为 4>6>2>5>3>1,4、6 差异不显著;6 组处理在第 28 天对草坪株高的影响顺序为 6>4>2>5>3>1,第 37 天为 6>5>2>4>3>1,第 48 天为 6>4>2>5>3>1,3、1 处理差异不显著。

表 5 六组不同处理对草坪性能的影响
Table 5 The impact of six different treatment on the turf capability

No.	处理 Treatments	植物株数 Plant (No./m ²)			盖度 Coverage (%)			高度 Height (cm)		
		5.2	5.11	5.22	5.2	5.11	5.22	5.2	5.11	5.22
6	A ₃ B ₂	4299.36 aA	4522.29 aA	7213.37 aA	60.00 aA	71.85 aA	90.00 aA	6.16 aA	9.92 aA	11.82 aA
5	A ₃ B ₁	3033.43 bcB	3121.02 bB	5636.94 bB	54.51 aA	49.40 bBC	61.21 cC	3.15 dC	8.26 bB	9.19 dD
4	A ₂ B ₂	2603.50 bcB	3821.65 cC	7141.72 aA	45.21 aAB	57.74 bB	90.00 aA	5.62 bA	5.62 dD	10.91 bB
3	A ₂ B ₁	3383.75 bB	2340.76 dDE	5589.17 bB	51.11 aA	39.21 cC	54.51 dC	2.86 dCD	4.22 eE	7.22 eE
2	A ₁ B ₂	1735.66 bcB	3423.56 cCD	6552.54 abAB	29.85 bB	57.92 bB	78.27 bB	4.075 cB	6.45 cC	9.92 cC
1	A ₁ B ₁	1242.03 cB	1472.93 dE	3407.64 cC	26.82 bB	24.30 dD	41.38 eD	2.29 eD	3.65 fF	6.97 eE

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著(P<0.05),不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著(P<0.01)。

Note:Different small letters mean 0.05 level significant difference (P<0.05);Different capital letters mean significant difference at P<0.01.

3 讨论

狗牙根是南方暖季型草坪区域非常重要的草坪草。播种深度对草坪的快速建植很关键;施肥是草坪管理的一项重要措施,氮、磷和钾是草坪草主要的营养元素,合理的施肥时间、数量和比例将可获得理想的草坪颜色、质地、密度及抗逆性^[33-35]。

3.1 不同播种深度对草坪质量的影响

不同播种深度的草茎,由于压草时不能充分将草茎压到沙床中,影响其成活率,例如播种深度在 1 cm,明显导致部分草茎不能完全碾压到沙床里面,暴露在外面的草茎因失水而枯死,影响草茎的成活率,从而影响分蘖;而

播种深度在 2 和 3 cm 小区,由于草茎能更好的包埋在沙床中,草茎成活率高,分蘖数目也就明显好于播种深度在 1 cm 的小区;最终造成对草坪生长和成坪期间草坪质量的影响。本研究的 3 个播种梯度,虽然播种 3 cm 效果最好,但其花费的人力和物力也最多,因为播种 3 cm 的话,就要让耙沙机带着压草器在沙床上压 6 次,而其他只要压 4 和 2 次。同时,从结果分析中可知,播种 2 和 3 cm 对生长后期的草坪质量的影响差异在减小。在节省成本的情况下,可以将播种深度降到 2 cm。

3.2 不同施肥处理对草坪质量的影响

施肥是影响草坪质量的主因素之一,影响草坪的颜色、质地、密度、盖度等等。不同的施肥处理,对快速建植草坪非常重要。草坪生长期,需要大量的营养元素,合理快速的给草坪补充肥料是相当重要的^[7]。有研究认为,缓释肥与速效肥相比,肥效反应存在一定的滞后性,但肥效持续的时间较长,缓释肥料在施肥初期成坪的外观质量,特别是草坪颜色不如使用速效肥改善的快。由于肥效释放的快,施用速效肥后,草坪生长速度快,植株个体生长速度差异很大,草坪的整齐度下降,本研究的处理结果与此相一致^[25]。

底肥和追肥处理对草坪成长期间的质量影响很大。由于施用底肥后,受多种因素的影响,尤其是天气和肥料本身,肥料流失很大,不能使草坪草及时获得充分的养分,对于初期草坪的成长有很大的制约。而施用追肥就可以使草坪草在生长期及时而充分的吸收养分,对于草坪草的初期生长有利。

本研究中第 28 天时底肥和追肥对草坪盖度的影响不显著,其原因可能是底肥中的肥料已经流失很多,而且切草茎生长不充分,对追肥和底肥的吸收能力不强,致使差异不显著。而第 37 天和第 48 天追肥比底肥处理效果好,分蘖的植株有了充分的生长时间,此时的草坪草快速生长需要大量的养分,从而造成追肥对草坪盖度的影响差异显著。

3.3 播种深度和施肥的互作效应

播种深度和施肥互作效应对草坪质量的影响比较复杂,若二者能有效的结合利用,对生长期间的草坪的作用十分突出。本研究显示,播种深度是草茎成活率的首要影响因素;施肥对草坪的质量起决定作用,包括施肥时间和方法。播种深度和施肥的互作效应在草坪密度、盖度和高度上影响均显著;播种越深,施用追肥效果越显著。但是到后期,播种 2 和 3 cm 对草坪的质量影响差异减小;若是考虑到经济效益,播种 2 cm 是一个比较合适的选择。此外,不同播种深度的处理,其施肥的最适方法也应不同。

由于狗牙根作为草坪草在全球不同地区的广泛应用,丰富的地理生态条件造就了狗牙根资源丰富的遗传多样性^[11,36]和明显的地域性分布规律^[12,37],本研究的狗牙根播种材料来自美国登记的人工选育品种,在中国南方地区气候条件下,从适应性反应角度对其草茎的播种深度和施肥要求有待于进一步研究。

4 结论

狗牙根草茎建植高尔夫备草区生长建植期间,对草坪草的盖度、植株密度和株高影响的首要因素是播种深度,其次是施肥。从播种深度和施肥方式对生长成坪期间草坪草的盖度、植株密度和株高的影响和其交互作用看,播种深度 3 cm,追肥效果较好。在狗牙根草茎生长建成后期,播种深度 2 和 3 cm 对草坪质量影响的显著性在逐渐减小,因此,结合建植成本和工期,在生产实践中推荐采用播种深度应为 2 cm,播后 1 周内追肥,并建议施用速效肥。

致谢:本试验在深圳市朝阳高尔夫管理有限公司南海项目部的备草区中完成,曾得到该公司项目总监何勇斌先生和 SA 技术总监吴少锋先生的大力支持,特此致谢!

参考文献:

- [1] James C B, Walker W J. Golf Course Management & Construction: Environmental Issues[M]. Boca Raton: CRC Press, 1992.
- [2] 王赞, 吴彦奇, 毛凯. 狗牙根研究进展[J]. 草业科学, 2001, 18(5): 37-41.
- [3] Song Z, Wayne H, Peggy O A. Comparison of callus induction and plant regeneration from different explants in triploid and

- tetraploid turf-type bermudagrasses[J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2007, 90(1):71-78.
- [4] Jeannine T M, Mark T S, Steve W. The establishment success of native versus non-native herbaceous seed mixes on a revegetated roadside in Central Texas[J]. *Ecological Engineering*, 2006, 26(3): 231-240.
- [5] Elliot M L, Des Jardin E A. Fumigation effects on bacterial populations in new golf course bermudagrass putting greens[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2001, 33(12): 1841-1849.
- [6] Louise B, Timothy D C. Irrigation and fertiliser strategies for minimizing nitrogen leaching from turfgrass[J]. *Agricultural Water Management*, 2006, 80(1): 160-175.
- [7] 边秀举, 胡林, 张福锁, 等. 不同施肥时期对草坪草生长及草坪质量的影响[J]. *草原与草坪*, 2002, 96: 22-26.
- [8] Taliaferro C M. Diversity and vulnerability of bermudagrass turfgrass species[J]. *Crop Abstracts*, 1995, 35(2): 327-332.
- [9] Stefaniak T R, Rodgers C A, VanDyke R, *et al.* The Inheritance of cold tolerance and turf traits in a seeded bermudagrass population[J]. *Crop Science*, 2009, 49(4): 1489-1495.
- [10] 郭爱桂, 刘建秀. 辐射技术在国产狗牙根育种中的初步应用[J]. *草业科学*, 2000, 17(1): 45-49.
- [11] 梁慧敏. 不同居群狗牙根 RAPD 分析[J]. *草业学报*, 2010, 19(1): 258-262.
- [12] 凌瑶, 张新全, 齐晓芳, 等. 西南五省区及非洲野生狗牙根种质基于 SRAP 标记的遗传多样性分析[J]. *草业学报*, 2010, 19(2):196-203.
- [13] 王志勇, 刘建秀, 郭海林. 狗牙根种质资源营养生长特性差异的研究[J]. *草业学报*, 2009, 18(2):25-32.
- [14] 郑铁琦, 刘建秀. 草坪草分子遗传图谱的构建与应用研究进展[J]. *草业学报*, 2009, 18(1):155-162.
- [15] 石仁才, 商鸿生, 张敬泽. 高尔夫果岭上草坪灰斑病病原菌的分离鉴定[J]. *草业学报*, 2008, 17(1):52-57.
- [16] Xiong X, Bell G E, Solie J B, *et al.* Bermudagrass seasonal responses to nitrogen fertilization and irrigation detected using optical sensing[J]. *Crop Science*, 2007, 47(4): 1603-1610.
- [17] Read J J, Brink G E, Oldham J L, *et al.* Effects of broiler litter and nitrogen fertilization on uptake of major nutrients by coastal bermudagrass[J]. *Agronomy Journal*, 2006, 98(4): 1065-1072.
- [18] Brink G E, Pederson G A, Sistani K R. Nutrient uptake of swine effluent-fertilized bermudagrass during primary spring and summer growth[J]. *Journal of Plant Nutrition*, 2005, 28(8): 1337-1346.
- [19] Lee D J, Bowman D C, Cassel D K, *et al.* Soil inorganic nitrogen under fertilized bermudagrass turf[J]. *Crop Science*, 2003, 43(1): 247-257.
- [20] 张文, 张建利, 陈功. 叶面施肥对草坪高光谱反射及色泽的影响[J]. *草业学报*, 2009, 18(2):115-121.
- [21] 陈燕, 干友民, 刘忠义, 等. 滚压对四川野生狗牙根生物学和生理学特征的影响[J]. *北方园艺*, 2007, (11): 71-73.
- [22] 李建平, 贾海生, 邹华, 等. 暖季型狗牙根草坪建植与管理[J]. *青海草业*, 2002, 11(2): 36-37.
- [23] 方少忠, 黄雪玲. 狗牙根运动草坪的栽培与养护[J]. *福建农业科技*, 1998, 5: 41-42.
- [24] 张如莲, 蔡碧云. 不同施肥处理对杂交结缕草草坪盖度及成坪时间的影响[J]. *四川草原*, 2004, 2: 32-34.
- [25] 刘玉杰, 韩建国, 杨艳, 等. 施肥对草地早熟禾草坪质量、剪草量及蒸散量的影响[J]. *中国草地*, 2003, 25(4): 50-55.
- [26] 薄会颖. 不同施肥处理对草坪质量的影响及氮利用的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [27] 李素艳, 孙向阳, 刘凯英. 指数施肥技术在草坪培育中的应用[J]. *北京林业大学学报*, 2003, 25(4): 44-48.
- [28] Yildirim G. Discussion of “operational analysis of water application of a sprinkler irrigation system installed in a golf course; case study” by Muhammad Latif and Faheem Ahmad[J]. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-ASCE*, 2010, 136(4): 286-287.
- [29] McGraw B A, Vittum P J, Cowles R S. Field evaluation of entomopathogenic nematodes for the biological control of the annual bluegrass weevil, *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae), in golf course turfgrass[J]. *Biocontrol Science and Technology*, 2010, 20(2): 149-163.
- [30] Watkins E, Hollman A B, Horgan B P. Evaluation of alternative turfgrass species for low-input golf course fairways[J]. *Hortscience*, 2010, 45(1): 113-118.
- [31] 张如莲, 黄承和, 白吕军. 施肥对杂交结缕草成坪期草坪质量综合评价[J]. *热带作物学报*, 2003, 24(4): 74-80.
- [32] 潘庆民, 白永飞, 韩兴国. 氮素对内蒙古典型草原羊草种群的影响[J]. *植物生态学报*, 2005, 29(2): 311-317.
- [33] Razmjoo K, Kaneko S. Effect of fertility ratios on growth and turf quality of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L) in winter[J].

Journal of Plant Nutrition, 1993, 16(8): 1531-1538.

- [34] Snyder G H, Cisar J L. Nitrogen/potassium fertilization ratios for bermudagrass turf[J]. Crop Science, 2000, 40(6): 1719-1723.
- [35] Turgor A J. Turfgrass Management and Science[M]. Prentice Hall, 1999.
- [36] 齐晓芳, 张新全, 凌瑶, 等. 野生狗牙根种质资源的 AFLP 遗传多样性分析[J]. 草业学报, 2010, 19(3): 155-161.
- [37] 尹权为, 曾兵, 张新全, 等. 狗牙根种质资源在渝西地区的生态适应性评价[J]. 草业科学, 2009, 26(5): 174-178.

Study on fertilizer and planting depth in bermudagrass sprigs growth and establishment

ZHANG Xu^{1,3}, WANG Quan-zhen¹, CUI Jian², RAYMOND S A³

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. College of Life Science, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

3. Shenzhen Caoyang Golf L. Co. , Shenzhen 518000, China)

Abstract: The influence of fertilizing and planting depth on establishment and growth of *Cynodon dactylon* (bermudagrass sprigs) for golf course preparation was investigated. A field experiment on golf course preparation was based on a two factor randomized block design with experimental factors of planting depth (1, 2 and 3 cm) combined with fertilizing before and after planting. The coverage, density and height of *C. dactylon* during growth and establishment increased with planting depth but; there was no significant difference between 2 and 3 cm planting depth in the later growing period. There was better establishment with fertilizing after, but not before, planting. Planting depth of *C. dactylon* was more important than fertilizing, and there was a significant interaction between the two experimental factors. A planting depth of 2 cm and fertilizing with quick releasing fertilizer one week after planting *C. dactylon* is recommended taking into account the costs and time limit in industrial production.

Key words: bermudagrass sprig; fertilizing; planting depth; growth & development