

青岛地区五种混播草坪耗水特性研究

李倩, 李海梅

(青岛农业大学 园林与林学院, 山东 青岛 266109)

摘要:以5种混播草坪为试材,通过水量平衡法研究了5种混播草坪的蒸散量,比较了蒸腾耗水规律及节水潜力,并计算了5种混播草坪的坪草系数。结果表明:充分灌水条件下的蒸散量为混播V(456.20 mm) > 混播III(412.04 mm) > 混播I(397.38 mm) > 混播II(378.95 mm) > 混播IV(363.17 mm),限制灌水时的蒸散量为混播IV(347.87 mm) > 混播V(329.99 mm) > 混播II(316.23 mm) > 混播I(310.97 mm) > 混播III(279.26 mm);5种混播草坪节水潜力从大到小依次为混播III(132.78 mm) > 混播V(126.21 mm) > 混播I(86.41 mm) > 混播II(62.72 mm) > 混播IV(15.30 mm);5种混播草坪的坪草系数介于0.93~1.52之间。

关键词:混播草坪;蒸散量;坪草系数;土壤水分

中图分类号:S 688.407(252) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0057-04

草坪具有美化环境、降尘减噪、净化空气等功能。在现代化城市建设中,越来越多的水泥地面取代了草坪,不仅影响了城市美观,而且加剧了环境恶化。建设一个生态宜居的城市,草坪具有不可取代的地位。混播草坪指的是通过把不同种或不同品种草坪草混合播种的方法建植的草坪^[1]。韩烈保等^[2]曾指出单播草坪草并不能满足人们的需求,必须采用2种以上的草坪草混播,才能充分发挥每种草坪草的生理优势和生态习性,从而建成品质优良的草坪。孙吉雄等^[3]也不提倡用单一品种来建植草坪,建议在建植草坪过程中进行多品种的草坪草混播,这样就能有效地降低草坪病虫害的发生。将草坪草进行混播可以做到优势互补,使草坪适应环境的变化,提高草坪的整体抗逆性,延长草坪绿期,提高观赏性和整体审美效果。混播草坪成为当下主要的草坪应用形式。

混播的方式通常有冷季型草坪草之间混播,暖季型草坪草之间混播和冷暖季型草坪草之间混播。混播的草坪由建群种、伴生种和保护种组成^[1],草坪混播不是简单的将草种混合,而是需要科学的混播比例。在混播的时候常常将黑麦草作为保护种,因为黑麦草萌发快,

成坪时间短,但是混播比例不宜大于20%。草地早熟禾萌发缓慢,混播比例不宜大于60%,否则会影响草坪成坪时间^[4]。紫羊茅与多年生黑麦草和草地早熟禾相比,在春季和秋季的过渡时期内亦能表现出良好的性状,且萌发较快又耐阴,所以紫羊茅在草坪混播中也是广泛使用的草种之一。高羊茅与结缕草混播,可以达到优势互补,在短时间内即可形成耐践踏,抗性强,周年绿色怡人的草坪^[5]。

草坪蒸散量是指草坪植物蒸腾和草坪土壤蒸发的水分总量^[6],主要用来衡量草坪的耗水量。关于草坪蒸散量的研究最先开始在美国,20世纪50—60年代,水资源匮乏使得灌溉草坪的水源受到极大的限制,以节水为目的的草坪蒸散研究逐渐发展起来^[7-8]。20世纪70—80年代草坪蒸散研究达到高潮,Beard^[7]总结了草坪蒸散的研究成果,并划分了草坪蒸散率的等级,为草坪蒸散率的分析提供了清晰的量化概念。20世纪80年代末人们已经基本清楚了在美国分布比较广泛的16种常用草坪草的蒸散特征。草坪业进入中国比较晚,20世纪80年代末才开始发展,至今已有的研究^[9-11]多是关于单播草坪草蒸腾耗水特征的,对于混播草坪蒸腾耗水的特点尚不明确,现以青岛地区常用的5种混播草坪为试材,研究其蒸散量特征,并对其耗水性做出评价,旨在对青岛地区草坪草的节水灌溉提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在青岛农业大学进行,试验地位于胶东半岛东部沿海城市青岛市,地理位置为东经119°30'~121°00',北纬35°35'~37°09'。由于青岛市处于太平洋黄海西海

第一作者简介:李倩(1990-),女,山东济宁人,硕士研究生,现主要从事城市生态研究工作。E-mail:liqianparis@163.com

责任作者:李海梅(1975-),女,博士,副教授,研究方向为城市生态学。E-mail:lihaimei75@163.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31100512);山东省青年基金资助项目(BS2012NY005);青岛市科技局资助项目(13-1-4-165-jch)。

收稿日期:2014-05-27

岸,气候类型属暖温带季风气候。夏季湿热多雨,具有明显的海洋性气候特征;冬季气候比较干燥、温度偏低,呈现出大陆性气候特征。光热水配比协调同期,有效性大、可利用程度高,年均日照时数 2 550.7 h, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3 850~4 094 $^{\circ}\text{C}$,年均气温 12.4 $^{\circ}\text{C}$,无霜期 203 d。年降水量 700 mm 左右,年均蒸发量 1 612.0 mm,年均相对湿度 73%。年均风速 3.4 m/s。

1.2 试验材料

供试草种选用青岛地区常用的混播草坪,共 5 个组合(表 1)。

表 1 试验材料

Table 1	The test material	
混播组合	混播草种	混播比例
Mixed seeding combination	Mixed seeding grass species	Mixed seeding ratio
混播Ⅰ Turf Ⅰ	草地早熟禾：高羊茅：多年生黑麦草	3：1：1
混播Ⅱ Turf Ⅱ	草地早熟禾：紫羊茅：多年生黑麦草	10：7：3
混播Ⅲ Turf Ⅲ	草地早熟禾：紫羊茅：狗牙根	5：4：1
混播Ⅳ Turf Ⅳ	高羊茅：草地早熟禾：多年生黑麦草	8：1：1
混播Ⅴ Turf Ⅴ	高羊茅：结缕草	4：1

1.3 试验方法

试验用土选择青岛地区广泛分布的棕壤,装入内径为 25 cm、高为 30 cm、底部有排水孔的塑料花盆中。3 月份播种,在室内草坪养护成坪,定期修剪,留茬高度在 5 cm 左右。每种混播草坪草组合设置充分灌水和限制灌水 2 个水分处理,3 次重复,随机排列,2 周后测定。

1.3.1 草坪蒸散量的计算 试验之前对所有花盆浇透水,花盆底部有小孔,水分自然下渗 6 h 后称重,将这组数据作为初始数据,之后每天 18:00 用精密电子秤(30 kg,1 g)进行称重,当日与前日花盆重量之差即为每天草坪蒸散水分的总量,试验在每月中旬进行。充分灌水组在每次称重结束后补充水分以保持水分充足。限制灌水组直至草坪草出现轻度萎蔫时再补充灌水。试验期间要注意防止雨水进入。蒸散量的计算公式为: $ET = (LW_1 - LW_2) / A$ 。式中,ET 为草坪的日蒸散量, LW_1 和 LW_2 为称量前后的盆重(kg),A 为花盆内径面积(m^2)。

1.3.2 草坪坪草系数的计算 坪草系数 K_c 值就是草坪草的作物系数,为草坪实测蒸散量(ET_c)与参考作物蒸散量(ET_0)的比值。 $K_c = ET_c / ET_0$, ET_0 是用同一时间青岛的气象数据根据联合国粮农组织(FAO)推荐的 Penman-Monteith 公式计算。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 和 DPS 数据处理软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 5 种混播草坪的蒸散量

从表 2 可以看出,充分灌水条件下保证了草坪草的蒸腾耗水不受土壤水分限制,这种条件下测得的蒸散量

可以认为是草坪最大蒸散量。表明充分灌水条件下各混播草坪整个春季的蒸散量表现为混播 V(456.20 mm) > 混播 III(412.04 mm) > 混播 I(397.38 mm) > 混播 II(378.95 mm) > 混播 IV(363.17 mm)。限制灌水条件下是保证草坪草正常生长所给予的最小灌水量,蒸散量受土壤水分限制,这种条件下的蒸散量可以认为是草坪的最小蒸散量。在限制灌水条件下 5 种混播草坪整个春季蒸散量表现为混播 IV(347.87 mm) > 混播 V(329.99 mm) > 混播 II(316.23 mm) > 混播 I(310.97 mm) > 混播 III(279.26 mm)。

表 2 不同水分处理下 5 种混播草坪春季蒸散量比较

Table 2 The comparison of spring evapotranspiration in different water treatments of 5 mixed seeding turf

混播组合 Mixed seeding combination	水分处理 Water treatment	蒸散速率 Evapotranspiration rate/($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$)			春季蒸散量 ET/mm
		4 月	5 月	6 月	
混播 I Turf I	充分灌水 Full irrigation	3.27	4.00	5.98	397.38ab
	限制灌水 Limited irrigation	2.64	2.83	4.89	310.97bc
混播 II Turf II	充分灌水 Full irrigation	2.86	3.56	6.21	378.95ab
	限制灌水 Limited irrigation	2.53	2.88	5.13	316.23b
混播 III Turf III	充分灌水 Full irrigation	3.20	4.06	6.48	412.04ab
	限制灌水 Limited irrigation	2.14	2.40	4.77	279.26c
混播 IV Turf IV	充分灌水 Full irrigation	2.98	3.66	5.48	363.17b
	限制灌水 Limited irrigation	2.88	3.15	5.57	347.87a
混播 V Turf V	充分灌水 Full irrigation	3.63	4.34	7.24	456.20a
	限制灌水 Limited irrigation	2.82	3.04	5.14	329.99ab

注:每日平均蒸散量由实测数据计算而来,每月测定天数大于 10 d。不同的小写字母之间代表不同的混播组合蒸散量在 0.05 水平下的方差检验结果。

Note: The daily average evapotranspiration was calculated from the measured data, more than 10 days' measurement for each month. Different lowercase letters represent that there was significant difference among the evapotranspiration of 5 mixed seeding turf at $P=0.05$.

从表 2 还可以看出,在充分灌水条件下混播 V 和混播 III 2 个混播草坪的蒸散量大于其它 3 个混播组合,混播 III 与混播 I 和混播 II 3 个组合间最大蒸散量差异不显著,原因可能是 3 种混播草坪都是以草地早熟禾为建群种,所以 3 个组合间的最大蒸散量差异较小;在限制灌水条件下,5 个混播组合中混播 IV 与混播 II 与混播 III 的最小蒸散量差异显著($P<0.05$),其蒸散量分别为 347.87、316.23、279.26 mm。2 种水分条件下,5 种混播组合的蒸散量大小顺序并不一致,混播 V 在充分灌水和限制灌水条件下的蒸散量都比较高,说明该混播草坪表现出

较高的耗水性。混播Ⅲ在充分灌水时,蒸散量较高,但是在限制灌水时的蒸散量却是最低的,该混播草坪的蒸散量受土壤水分影响较大,具有较高的节水潜力。混播Ⅳ在充分灌水时的蒸散量在 5 个混播草坪中最低(363.17 mm),在限制灌水时的蒸散量在 5 个混播草坪中最高(347.87 mm),在 2 种水分条件下的蒸散量差异不显著($P>0.05$),说明该混播草坪的蒸散量受土壤水分影响不大,具有较好的适应性。混播Ⅰ和混播Ⅱ在 2 种水分条件下的蒸散量均处于中等水平,但在充分灌水时混播Ⅰ>混播Ⅱ,限制灌水时混播Ⅱ>混播Ⅰ,这说明 2 种混播草坪的蒸散量既与土壤水分有关系,又与混播草种有关。

2.2 5 种混播草坪的节水潜力

草坪的最大蒸散量与最小蒸散量的差值可以认为是草坪的最大节水潜力^[12],由表 3 可知,5 种混播草坪的节水潜力依次为混播Ⅲ(132.78 mm)>混播Ⅴ(126.21 mm)>混播Ⅰ(86.41 mm)>混播Ⅱ(62.72 mm)>混播Ⅳ(15.30 mm),混播Ⅲ是混播Ⅳ的 8.7 倍,不同混播草坪之间,节水潜力差异显著($P<0.05$)。其中节水潜力较大的 2 种混播草坪都是冷、暖季草坪混播,混播Ⅴ为高羊茅与结缕草以 4:1 比例混合播种,混播Ⅲ草地早熟禾与紫羊茅和狗牙根以 5:4:1 比例混播,这说明冷、暖季混播草坪的节水潜力大于冷季型混播草坪。

表 3 5 种混播草坪节水潜力比较

Table 3 The comparison of water saving potential of 5 mixed seeding turfgrass

名称	混播Ⅰ	混播Ⅱ	混播Ⅲ	混播Ⅳ	混播Ⅴ
Name	Turf I	Turf II	Turf III	Turf IV	Turf V
节水潜力	86.41c	62.72d	132.78a	15.30e	126.21b
Water saving potential/mm					

2.3 5 种混播草坪的坪草系数

根据彭曼公式算出 2 种水分条件下 5 种混播草坪的春季坪草系数(表 4)。从表 4 可以看出,在充分灌水条件下 5 种混播草坪的坪草系数在 1.21~1.52 之间,其中混播Ⅴ与混播Ⅲ的坪草系数较高,二者的坪草系数分别为 1.52 和 1.37。在限制灌水条件下 5 种混播草坪的坪草系数介于 0.93~1.16 之间。不同水分条件下,草坪的坪草系数会发生变化,土壤水分高时其坪草系数也高。

表 4 不同水分处理下 5 种混播草坪坪草系数比较

Table 4 The comparison of Kc in different water treatments of 5 mixed seeding turfgrass

水分处理	混播Ⅰ	混播Ⅱ	混播Ⅲ	混播Ⅳ	混播Ⅴ
Water treatment	Turf I	Turf II	Turf III	Turf IV	Turf V
充分灌水 Full irrigation	1.32	1.26	1.37	1.21	1.52
限制灌水 Limited irrigation	1.04	1.05	0.93	1.16	1.10

左余宝等^[13]研究表明,根据田间试验材料,鲁北地区目前参量状况下,冬小麦、苹果、韭菜、棉花春季长期作物系数分别为 1.44、1.06、1.52、0.57。在充分灌水

条件下,5 种混播草坪与韭菜和冬小麦的作物系数近似;在限制灌水条件下,5 种混播草坪与苹果的作物系数近似。

3 结论与讨论

不同的混播草坪之间,蒸散量也不相同。5 种混播草坪充分灌水时的蒸散量均大于限制灌水时,但是在充分灌水和限制灌水条件下 5 种混播草坪的蒸散量大小顺序并不一致,其中,混播Ⅳ在充足灌水时的蒸散量最低,限制灌水时的蒸散量最高,2 种水分条件下的蒸散量差异不大,二者仅相差 15.30 mm,这说明混播Ⅳ的蒸散量受土壤水分的影响不大,在土壤水分高时和土壤水分低时都能保持正常的生理功能和外观质量,说明混播Ⅳ具有较强的耐旱性,在草坪灌溉中可以节约水分。不同的混播草坪节水潜力存在显著差异,研究结果表明,混播Ⅲ与混播Ⅴ 2 种冷暖季混播草坪的节水潜力相对大一些。在水分充足的条件下,草坪进行了奢侈耗水,当土壤水分受到限制时,草坪的蒸散量也大大降低。说明这 2 种混播草坪受土壤水分影响较大,灌溉时,可以适当减少灌水量,以达到节约用水的目的。综上,不同混播草坪的蒸散量受土壤水分的影响,也与混播草种和混播比例存在较大关系。

根据彭曼公式算出 5 种混播草坪春季的坪草系数在 0.93~1.52 之间,这与刘艺彬等^[14]的研究结果大致相同,北京地区 3 种冷季型草坪草的坪草系数在 0.898~1.033 之间。这与赵炳祥等^[15]的研究结果相近,3 种冷季型草坪草的坪草系数在 0.98~1.09 之间。该试验结果与前人的研究结果相近但略大的原因可能是已有研究多为单播草坪,该试验研究对象为混播草坪,混播草坪具有优势互补的特点,草坪混播之后能表现出比单播草坪更好的生长势与外观质量^[16],于是混播草坪的蒸散量比单播草坪略大,因此在坪草系数上表现为混播草坪比单播草坪相近但略大。与其它作物春季坪草系数对比,5 种混播草坪与韭菜、冬小麦、苹果等作物的作物系数相似,可以参考这些作物的需水量,指导草坪灌溉。

参考文献

- [1] 张磊,郭月玲,邵涛.我国草坪草混播的研究现状及展望[J].草原与草坪,2008(1):81-86.
- [2] 韩烈保,孙吉雄,朱琳.北京昌平龙泉花园别墅绿地草坪的建植与管理[J].中国草地,1997(2):59-62.
- [3] 孙吉雄,尹淑霞.草坪养护管理的生态观[J].草原与草坪,2000(1):16-18.
- [4] 罗富成,彭健,段新慧,等.昆明地区几种混播草坪质量评价及组合优化[J].草原与草坪,2013,33(3):50-56.
- [5] 李德颖.结缕草与高羊茅混播-草坪的黄金搭档[J].中国花卉园艺,2001(1):24-25.
- [6] 何军,刘自学,胡自治,等.北京地区三种草坪草蒸散量与需水特性初探[J].草原与草坪,2005(2):50-54.
- [7] Beard J B. An assessment of water use by turfgrass[C]//In:Gibeault

V. A. and Cockerham S. T. (ed). Turfgrass water conservation, Univ of California, 1985; 45-60.

[8] Tovey R, Spencer J S, Muckel D C. Turfgrass evapotranspiration[J]. Agron J, 1969, 61: 863-867.

[9] 孙强, 韩建国, 毛培胜. 草地早熟禾与高羊茅蒸散量的研究[J]. 草业科学, 2003, 20(1): 16-17.

[10] 高凯, 刘自学, 胡自治, 等. 不同草种单播草坪草蒸散量的研究[J]. 草原与草坪, 2004(1): 36-40.

[11] 徐敏云. 灌溉对三种冷季型草坪草生长蒸散耗水的影响[J]. 草原与草坪, 2004(2): 43-46.

[12] 张新民, 胡林, 边秀举, 等. 北方常用草坪草的蒸散量差异及耗水性评价[J]. 草业学报, 2004, 2(13): 78-83.

[13] 左余宝, 田昌玉, 唐继伟, 等. 鲁北地区主要作物不同生育期需水量和作物系数的试验研究[J]. 中国农业气象, 2009, 30(1): 70-73.

[14] 刘艺杉, 刘自学, 李晓光, 等. 3种冷季型草坪草蒸散量的 SPAC 法研究[J]. 草业科学, 2009, 26(10): 165-170.

[15] 赵炳祥, 胡林, 陈佐忠, 等. 常用 6 种草坪草蒸散量及作物系数的研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(6): 39-44.

[16] 刘桂英, 周春祥, 刘桂芹. 冷季型草坪混播品种组合研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(29): 14222-14224, 14306.

Study on the Water Consumption Characteristics of Five Mixed Seeding Turfgrass in Qingdao Area

LI Qian, LI Hai-mei

(College of Landscape Architecture and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: With five kinds of mixed-seeding turfgrass as test materials, the evapotranspiration rate were studied with water balance method, the evapotranspiration regulation and water saving potential were compared, and the turfgrass crop coefficients were calculated. The results showed that under full irrigation condition the evapotranspiration of five mixed seeding turfgrass showed that Turf V(456.20 mm) > Turf III(412.04 mm) > Turf I(397.38 mm) > Turf II(378.95 mm) > Turf IV(363.17 mm), when irrigation was limited, Turf IV(347.87 mm) > Turf V(329.99 mm) > Turf II(316.23 mm) > Turf I(310.97 mm) > Turf III(279.26 mm); the water saving potential of the five mixed turfgrass was Turf III(132.78 mm) > Turf V(126.21 mm) > Turf I(86.41 mm) > Turf II(62.72 mm) > Turf IV(15.30 mm); the turfgrass crop coefficients of five kind mixed seeding turfgrass ranged from 0.93 to 1.52.

Keywords: mixed seeding turfgrass; evapotranspiration rate; turfgrass crop coefficients; soil moisture



邮发代号 82-133

主管: 中华人民共和国农业部

主办: 农业部规划设计研究院中国农业工程学会

中国期刊全文数据库全文收录期刊
中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊
《中国学术期刊·光盘版》收录期刊
《中文科技期刊数据库》收录期刊
《数字化期刊全文数据库》收录期刊
《中国核心期刊(遴选)数据库》收录

温室设施与园艺栽培相结合的专业期刊

为您提供现代设施园艺产业资讯: 温室工程及配套设备技术; 温室管理与维护技术; 设施花卉、蔬菜、果木品种及栽培技术; 设施园艺市场动态及发展趋势; 设施园艺科研动态及探索; 最新农业政策导向。

定价: 10.00 元/期, 全年 12 期订阅价 120.00 元。全国各地邮局(所)均可订阅, 在邮局征订为《农业工程技术》(上旬刊)。同时, 编辑部受理订阅业务。欢迎投稿。

地址: 北京市朝阳区麦子店 41 号

电话: 010-57345565 65929445

信箱: magazine@cngreenhouse.com; yan.l@cngreenhouse.com

邮编: 100125

传真: 010-51908494

网址: www.horticulture.cn