

修剪高度对交播草坪春季转换的影响

湛迈城^{1,2}, 向佐湘^{2*}, 何洪¹, 欧震¹ (1.长沙贺龙体育中心, 湖南长沙 410015; 2.湖南农业大学农学院, 湖南长沙 410128)

摘要 [目的]解决湖南地区交播草坪春季草相平稳转换难的问题, 保证交播草坪春季转换草坪质量。[方法]采用随机区组试验设计, 对2个黑麦草品种交播的“兰引3号”结缕草交播草坪设置不同修剪高度, 研究其对交播草坪生理及生化指标的影响。[结果]2个黑麦草品种交播草坪的NDVI指数、绿色指数、“兰引3号”结缕草密度、黑麦草体内丙二醛含量和相对电导率均呈上升趋势, 黑麦草密度呈下降趋势。[结论]随着时间推移, 不同高度的修剪对黑麦草的生长起到抑制作用, 交播潘多拉草的草坪当修剪高度为3 cm时, 草相平稳地在50 d内转换完成, 效果最佳; 交播蒙特利草的草坪当修剪高度为2 cm时, 60 d才基本转换完成, 转换时间长, 此时蒙特利草仍未完全消退。

关键词 交播草坪; 高度; 修剪; 草相转换

中图分类号 S605 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)04-0123-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.04.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Spring Conversion Effects of Different Mowing Heights on Overseeding Turf

ZHAN Mai-cheng^{1,2}, XIANG Zuo-xiang², HE Hong¹ et al (1.Changsha Helong Sports Center, Changsha, Hunan 410015; 2.College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)

Abstract [Objective] To solve the difficult problem of getting cool-season turfgrass properly transitioned to warm-season turfgrass in spring and ensure the quality for overseeded turf in Hunan area. [Method] Random block design was adopted. Different mowing heights were designed. The effects of overseeding turf on the biological characteristics and physiological index were studied. [Result] The NDVI index, green index, the density of *Zoysia japonica* Lantai No.3, the MDA content and relative electrical conductivity presented rising tendency, while the turf density declined in ryegrass. [Conclusion] Different mowing heights can effectively inhibit the overgrowth of ryegrass. It takes less than 50 days to completely transitioned for Panterra under 3 cm mowing, it takes 60 days to completely transitioned for Monterey under 3 cm mowing, while Monterey are not completely dead.

Key words Overseeding turf; Height; Mowing; Grass phase conversion

草坪以其保持水土、美化环境等显著功能成为文明生活的象征^[1-2], 成为创建和谐社会与文明城市的重要组成部分。随着湖南两型社会建设的稳步推进, 城市建设、园林绿化等各项事业快速发展, 政府全力推进“绿色城市”建设, 草坪面积以每年近百万平方米的速度增加, 社会各界也对草坪的要求越来越高, 高档常绿草坪越来越受到人们的喜爱与追求。一般来说, 除热带地区外暖季型草坪草无一能达到四季常绿。湖南处于气候过渡带地区, 草坪草以暖季型草坪草为主, 其中暖季型草坪草中的“兰引3号”结缕草(*Zoysia japonica* Lantai No.3)因耐践踏等优点被广泛应用到城市园林绿化和运动场草坪。为克服“兰引3号”结缕草冬季枯黄的缺点, 湖南地区通常在“兰引3号”结缕草中秋季交播冷季型草坪草, 从而达到四季常绿。但湖南春夏之交长期阴雨低温, 冷季型草坪草往往不能及时死亡, 暖季草坪草萌发生长困难甚至大面积死亡, 严重影响草坪质量。笔者以湖南地区2个品种黑麦草(*Lolium*)的交播草坪为研究对象, 研究不同的修剪高度对交播草坪春季转换的影响, 以期达到保证交播草坪春季转换时的质量, 促使草相平稳转换的目的, 为同类型地区交播草坪春季管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料 本底草坪草种为“兰引3号”结缕草, 交播草种为一年生黑麦草(*Lolium multiflorum* Lam.)潘多拉(Panterra)

基金项目 湖南省科技支撑计划(2015NK3003)。

作者简介 湛迈城(1993—), 男, 湖南汨罗人, 硕士, 从事草坪建植与管理方面研究。*通信作者, 教授, 从事草类资源品种选育、高档草坪建植与管理的教学和科研工作。

收稿日期 2018-10-26

和多年生黑麦草(*Lolium perenne* L.)蒙特利(Monterey), 均由湖南农业大学草业科学系提供。

1.2 试验设计 设4个修剪高度, 2个黑麦草品种(表1), 3次重复, 每个小区面积1 m×1 m, 共计24个小区, 随机区组排列, 小区之间间隔50 cm, 防止相互影响。交播于2016年11月1日选择晴朗无风天气时按20 g/m²的播种量分区播种进行, 待交播草坪养护成坪后, 2017年4月开始对试验小区进行不同高度的修剪, 7 d修剪1次, 修剪采用手推式剪草机。

表1 修剪高度设计

Table 1 The different mowing heights of experiment

| 草种 Varieties | 修剪高度 Mowing heights//cm | 编号 Serial number |
|-----------------|----------------------------|---------------------|
| 潘多拉 Panterra | 2 | A ₁ |
| | 3 | B ₁ |
| | 4 | C ₁ |
| | 5(对照) | CK ₁ |
| 蒙特利 Monterey | 2 | A ₂ |
| | 3 | B ₂ |
| | 4 | C ₂ |
| | 5(对照) | CK ₂ |

1.3 观测项目

1.3.1 交播草坪生物学指标测定。交播草坪生物学指标观测项目包括归一化植被指数(NDVI)、绿色指数、冷暖季草坪草密度等^[3-5]。

1.3.2 冷季型草坪草生理指标测定。冷季型草坪草生理指标包括MDA含量、相对电导率等与草坪草抗性紧密相关的指标, 具体测定方法参考文献[6-10]。

2 结果与分析

2.1 不同修剪高度对交播草坪 NDVI 指数的影响 由表 2 可知,交播潘多拉的草坪,试验组 NDVI 指数均呈上升趋势,对照组的 NDVI 指数呈现先上升后下降再上升的变化。处理 B₁ 和处理 C₁ 的 NDVI 指数平稳上升,但处理 B₁ 的 NDVI 指数变化幅度较大,且于 5 月 28 日时趋于稳定,达到最大值。从总体 NDVI 指数来看,各处理转换速度快慢关系为 B₁>C₁>A₁>CK₁,处理 B₁ 表现最佳,5 月 28 日完成转换。

交播蒙特利的草坪,试验组 NDVI 指数均呈上升趋势,对照组的 NDVI 指数则先上升后下降。4 月 28 日前,试验组

同一时期的 NDVI 指数呈现 C₂>B₂>A₂ 的关系,这是由于前期温度条件适宜,冷季型草坪草生长迅速,蒙特利分蘖快,修剪高度越高,草坪覆盖度越高;后期交播草坪在自然环境和持续不同高度草坪修剪的综合影响下,蒙特利开始消退,为“兰引 3 号”结缕草的萌发生长创造了空间,且修剪高度越低,越有利于“兰引 3 号”结缕草的萌发生长,因此 5 月 8 日后,同一时期的 NDVI 指数呈现 A₂>B₂>C₂ 的关系,处理 A₂ 的 NDVI 指数变化稳定且转换速度快,于 6 月 8 日完成转换,效果较佳。

表 2 不同修剪高度对交播草坪 NDVI 指数的影响

Table 2 Effects of different mowing heights on the NDVI index of overseeding lawn

| 草种 Varieties | 处理 Treatment | 观测日期 The observation date | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | | 04-08 | 04-18 | 04-28 | 05-08 | 05-18 | 05-28 | 06-08 |
| 潘多拉 | A ₁ | 0.462 c | 0.476 c | 0.481 c | 0.497 c | 0.517 b | 0.533 b | 0.534 b |
| Panterra | B ₁ | 0.471 bc | 0.491 bc | 0.517 c | 0.535 a | 0.548 a | 0.554 a | 0.554 a |
| | C ₁ | 0.481 ab | 0.493 bc | 0.507 b | 0.519 ab | 0.527 b | 0.530 b | 0.545 a |
| | CK ₁ | 0.495 a | 0.506 a | 0.526 a | 0.509 bc | 0.520 b | 0.531 b | 0.531 c |
| 蒙特利 | A ₂ | 0.495 c | 0.511 c | 0.493 c | 0.520 b | 0.547 a | 0.552 a | 0.554 a |
| Monterey | B ₂ | 0.505 bc | 0.522 bc | 0.528 b | 0.500 b | 0.522 b | 0.526 b | 0.530 b |
| | C ₂ | 0.515 ab | 0.533 b | 0.540 b | 0.512 b | 0.497 c | 0.519 c | 0.530 b |
| | CK ₂ | 0.525 a | 0.549 a | 0.581 a | 0.571 a | 0.545 a | 0.526 d | 0.505 c |

注:不同小写字母表示同一草种不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatments of the same grass species at 0.05 level

2.2 不同修剪高度对交播草坪绿色指数的影响 由表 3 可知,交播潘多拉的草坪以不同高度修剪后,试验组 A₁、B₁、C₁ 的绿色指数呈上升趋势,对照组绿色指数呈先升后降再升的趋势变化,但较对照上升幅度小。试验组中,前期绿色指数变化幅度较小原因在于,虽然持续的修剪对潘多拉形成了逆境,起到了抑制作用,但光热条件适宜,又促进了潘多拉快速生长,综合影响后,草坪的绿色指数小幅度上升;后期由于温度的升高和持续的修剪抑制了潘多拉的生长,在生长条件的竞争中,有利于“兰引 3 号”结缕草的萌发生长,因而交播草

坪的绿色指数上升幅度较前期大。同时 5 月 28 日时,处理 B₁ 的绿色指数达 2.900 以上,且维持稳定,顺利转换为暖季型草坪草状态,效果最佳。

交播蒙特利的草坪以不同高度修剪后,试验组仅处理 A₂ 在 6 月 8 日时,绿色指数达 2.900 以上,效果较佳。对照的绿色指数持续下降,且显著低于试验组,6 月 8 日时仅为 2.596,表明由于蒙特利生长过盛,未能给“兰引 3 号”结缕草的萌发生长创造空间,交播草坪难以完成转换。

表 3 不同修剪高度对交播草坪绿色指数的影响

Table 3 Effects of different mowing heights on the grass index of overseeding lawn

| 草种 Varieties | 处理 Treatment | 观测日期 The observation date | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|
| | | 04-08 | 04-18 | 04-28 | 05-08 | 05-18 | 05-28 | 06-08 |
| 潘多拉 | A ₁ | 2.553 a | 2.620 a | 2.636 c | 2.713 b | 2.746 b | 2.803 b | 2.860 ab |
| Panterra | B ₁ | 2.560 a | 2.636 a | 2.656 c | 2.836 a | 2.896 a | 2.916 a | 2.916 a |
| | C ₁ | 2.560 a | 2.650 a | 2.706 b | 2.730 b | 2.766 b | 2.806 b | 2.866 ab |
| | CK ₁ | 2.576 a | 2.770 a | 2.800 a | 2.593 c | 2.643 c | 2.743 b | 2.840 b |
| 蒙特利 | A ₂ | 2.993 b | 3.020 a | 2.726 b | 2.846 c | 2.903 a | 2.916 a | 2.926 a |
| Monterey | B ₂ | 3.003 b | 3.020 a | 3.040 a | 2.820 c | 2.846 b | 2.863 b | 2.876 b |
| | C ₂ | 3.020 ab | 3.030 a | 3.050 a | 2.916 b | 2.803 b | 2.826 b | 2.856 b |
| | CK ₂ | 3.060 a | 3.070 a | 3.083 a | 2.983 a | 2.853 ab | 2.636 c | 2.596 c |

注:不同小写字母表示同一草种不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatments of the same grass species at 0.05 level

2.3 不同修剪高度对黑麦草密度的影响 由表 4 可知,交播潘多拉的草坪以不同高度修剪后,处理 A₁ 和处理 B₁ 在 6 月 8 日时,潘多拉完全死亡,且就潘多拉消退速度而言,处理 B₁ 优于 A₁,效果最佳,同时若冷季型草坪草消退过快,但暖季型草坪草生长缓慢,则容易造成草坪质量下降,甚至形成斑秃;

处理 C₁ 在环境和修剪的作用下,潘多拉密度降低,虽然一定程度上抑制了潘多拉的生长,但由于修剪高度较处理 A₁ 和处理 B₁ 高,抑制效果较差。潘多拉的密度变化规律也符合前面交播草坪 NDVI 指数的变化规律。

交播蒙特利的草坪以不同高度修剪后,处理组中蒙特利

密度降低速度大小关系为 $A_2 > B_2 > C_2$, 修剪高度越低, 对蒙特利生长的抑制效果越强, 从而密度降低速度越快, 同时在 6 月 8 日时无一处理的蒙特利密度为 0, 仅有处理 A_2 中蒙特利

密度接近 0, 表明蒙特利并未完全消退, 说明蒙特利抗性较强, 即使在采取物理措施的情况下, 蒙特利交播草坪在春季仍难以实现平稳转换。

表 4 不同修剪高度对黑麦草密度的影响

Table 4 Effects of different mowing heights on the density of ryegrass

枝/dm²

| 草种 Varieties | 处理 Treatment | 观测日期 The observation date | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| | | 04-08 | 04-18 | 04-28 | 05-08 | 05-18 | 05-28 | 06-08 |
| 潘多拉 Panterra | A_1 | 97.33 a | 101.60 b | 86.66 a | 69.66 ab | 31.33 b | 18.00 b | 0 b |
| | B_1 | 98.66 a | 100.30 b | 75.00 b | 41.66 c | 11.66 c | 0 c | 0 b |
| | C_1 | 97.33 a | 101.60 b | 89.33 a | 68.66 b | 28.00 b | 15.00 b | 10.00 a |
| | CK_1 | 99.00 a | 113.60 a | 95.66 a | 79.66 a | 47.00 a | 27.66 a | 15.66 a |
| 蒙特利 Monterey | A_2 | 174.33 a | 174.33 b | 130.00 c | 67.00 c | 40.66 d | 17.66 d | 9.86 d |
| | B_2 | 174.66 a | 175.66 b | 130.07 c | 77.66 bc | 62.33 c | 43.66 c | 24.00 c |
| | C_2 | 175.00 a | 175.33 b | 147.33 b | 85.66 b | 76.00 b | 56.66 b | 37.66 b |
| | CK_2 | 175.33 a | 184.33 a | 160.33 a | 132.66 a | 106.66 a | 94.33 a | 76.66 a |

注: 不同小写字母表示同一草种不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatments of the same grass species at 0.05 level

2.4 不同修剪高度对“兰引 3 号”结缕草密度的影响 由表 5 可知, 交播潘多拉的草坪以不同高度修剪后, 试验组的“兰引 3 号”结缕草密度呈稳定增大的趋势, 速度大小关系为 $B_1 > A_1 > C_1$, 试验组相对于对照自 5 月 8 日后差异显著。处理 B_1 在 5 月 28 日“兰引 3 号”结缕草密度达到最大值 (122.60 枝/dm²) 且稳定, 55 d 左右完成草相转换, 效果最佳。

交播蒙特利的草坪以不同高度修剪后, 对照和试验组的“兰引 3 号”结缕草密度呈稳定增大的趋势, 速度大小关系为 $A_2 > B_2 > C_2 > CK_2$, 处理 A_2 在 6 月 8 日“兰引 3 号”结缕草密度达到最大值, 表现较好。对照的“兰引 3 号”结缕草密度呈上升趋势, 但变化幅度小, 6 月 8 日时“兰引 3 号”结缕草密度仅为 58.66 枝/dm², 转换效果差。

表 5 不同修剪高度对“兰引 3 号”结缕草密度的影响

Table 5 Effects of different mowing heights on the density of *Zoysia japonica* Lantai No.3

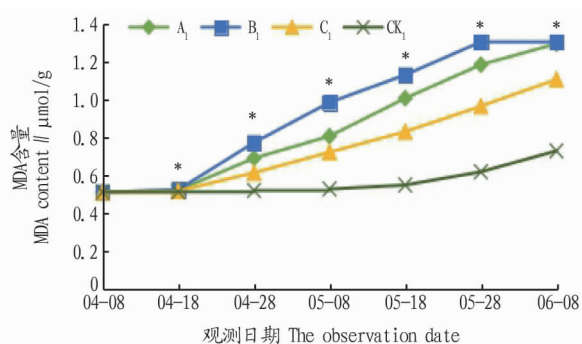
枝/dm²

| 草种 Varieties | 处理 Treatment | 观测日期 The observation date | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | | 04-08 | 04-18 | 04-28 | 05-08 | 05-18 | 05-28 | 06-08 |
| 潘多拉 Panterra | A_1 | 60.00 a | 72.00 ab | 81.33 ab | 91.00 b | 97.00 b | 114.30 b | 120.30 ab |
| | B_1 | 61.00 a | 78.33 a | 85.66 a | 105.60 a | 117.00 a | 122.60 a | 122.60 a |
| | C_1 | 61.00 a | 73.33 a | 81.66 ab | 92.00 b | 98.66 b | 109.60 bc | 118.30 ab |
| | CK_1 | 59.33 a | 65.33 b | 76.66 b | 80.33 c | 90.66 c | 107.00 c | 113.00 b |
| 蒙特利 Monterey | A_2 | 15.66 a | 19.66 a | 43.66 a | 76.33 a | 117.60 a | 119.00 a | 122.60 a |
| | B_2 | 15.33 a | 17.66 b | 28.66 b | 63.66 b | 86.66 b | 106.60 b | 111.00 b |
| | C_2 | 15.33 a | 17.00 b | 26.33 b | 41.33 c | 66.00 c | 96.66 c | 108.30 b |
| | CK_2 | 15.66 a | 15.33 c | 23.33 c | 30.66 d | 45.00 d | 51.33 d | 58.66 c |

注: 不同小写字母表示同一草种不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatments of the same grass species at 0.05 level

2.5 不同修剪高度对黑麦草丙二醛含量的影响 丙二醛存在于植物衰老器官或在逆境条件下受到伤害的器官或组织内, 它的含量与植物衰老或逆境伤害有密切的关系^[11]。由图 1 可知, 交播潘多拉的草坪以不同高度修剪后, 试验组中潘多拉体内的丙二醛含量呈上升趋势, 试验组相对于对照自 4 月 8 日后差异显著。就变化速度而言, 大小关系为 $B_1 > A_1 > C_1 > CK_1$, 且当修剪高度为 3 cm 时, 潘多拉体内丙二醛含量最高, 变化最快, 在 5 月 28 日时趋于稳定, 从而消退速度最快, 表现最佳。



注: * 表示不同处理与对照间差异显著 ($P < 0.05$)

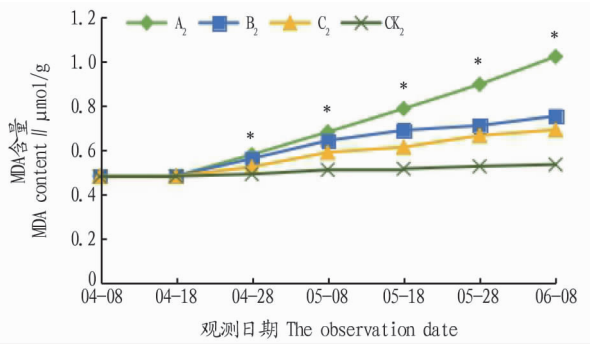
Note: * indicate significant difference among different treatment with control group at 0.05 level

图 1 不同修剪高度对潘多拉丙二醛含量的影响

Fig.1 Effects of different mowing heights on the MDA of Panterra

内蒙特利体内丙二醛含量变化值最大, 相比之下效果较佳。

2.6 不同修剪高度对黑麦草相对电导率的影响 植物细胞



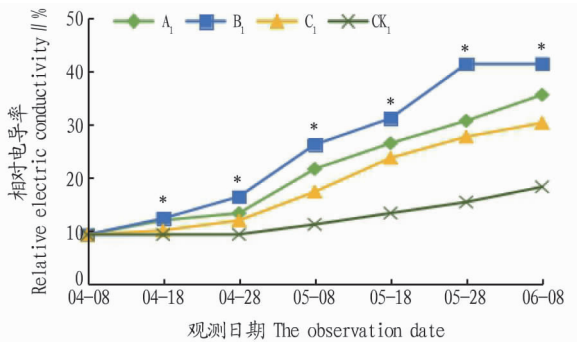
注: *表示不同处理与对照间差异显著($P < 0.05$)

Note: * indicate significant difference among different treatment with control group at 0.05 level

图2 不同修剪高度对蒙特利丙二醛含量的影响

Fig.2 Effects of different mowing heights on the MDA of Monterey

是分隔细胞质和细胞外成分的屏障,相对电导率是衡量细胞膜透性的重要指标^[12],其值越大,表示电解质的渗漏量越多,细胞膜受损害程度越重。由图3可知,各处理间潘多拉相对电导率增长速度大小关系为 $B_1 > A_1 > C_1 > CK_1$,由此可见持续的不同高度修剪导致潘多拉植物细胞膜透性增大,对潘多拉的细胞造成了不同程度的损害,进一步影响了潘多拉的自然生长,有助于交播草坪中潘多拉的消退,其中处理 B_1 在5月28日时潘多拉的相对电导率达到稳定的最大值(41.28%),潘多拉受损程度深,有助于草相更换,效果最佳。



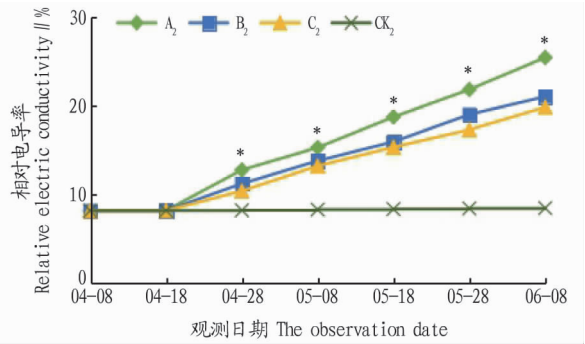
注: *表示不同处理与对照间差异显著($P < 0.05$)

Note: * indicate significant difference among different treatments with control group at 0.05 level

图3 不同修剪高度对潘多拉相对电导率的影响

Fig.3 Effects of different mowing heights on the relative electrical conductivity of Panterra

由图4可知,交播蒙特利的草坪以不同高度修剪后,各处理间蒙特利的相对电导率前期波动幅度小,4月28日后试验组均呈上升趋势,增长速度大小关系为 $A_2 > B_2 > C_2 > CK_2$,对照保持稳定,试验组与对照差异显著。随着时间的推移,试验组3个处理中蒙特利的相对电导率均有不同程度的增大,且处理 A_2 中蒙特利相对电导率变化最快,表现较佳。对照中蒙特利在自然环境的胁迫下,相对电导率仍小幅度增加,可见自然环境的改变对蒙特利细胞膜的伤害程度较浅,进一步验证了蒙特利对自然环境胁迫的应激性与抗性更强,蒙特利交播草坪春季难以自然完成春季转换。



注: *表示不同处理与对照间差异显著($P < 0.05$)

Note: * indicate significant difference among different treatments with control group at 0.05 level

图4 不同修剪高度对蒙特利相对电导率的影响

Fig.4 Effects of different mowing heights on the relative electrical conductivity of Monterey

3 结论与讨论

不同的修剪高度对交播潘多拉的草坪中的潘多拉存在不同程度的抑制作用,但处理 B_1 (修剪高度3 cm)能快速促进交播草坪NDVI指数平稳上升达到稳定最大值0.554,同时绿色指数达到最大值2.916,变化均匀;潘多拉体内丙二醛含量和相对电导率在5月28日达到稳定的最大数值,潘多拉完全死亡,“兰引3号”结缕草密度达到最大值,草相平稳地在50 d内转换完成,保证了交播草坪转换过程中的草坪质量,表现最佳。

不同修剪高度的蒙特利交播草坪中,随着时间推移,试验组中交播草坪的NDVI指数、绿色指数、“兰引3号”结缕草密度、蒙特利体内丙二醛含量和相对电导率均呈上升趋势,蒙特利密度呈下降趋势,以处理 A_2 (修剪高度2 cm)效果较好,但转换时间长,在6月8日才基本转换完成,此时蒙特利仍未完全消退。

交播草坪的冷季草主要为黑麦草,该试验采用2个有代表性的品种:蒙特利为多年生黑麦草,潘多拉为一年生黑麦草。从试验结果看,一年生黑麦草对处理措施敏感,转换效果好。一年生黑麦草耐高温性差,即使不处理在6月初也能实现转换,但一年生黑麦草生长快,叶片宽,色泽淡,草坪质量差^[13-15]。该试验采用的潘多拉是交播专用一年生黑麦草,叶片较细,较矮化,草质量较好,可用于草坪质量要求较低绿化交播草坪,转换效果好,风险小。

多年生黑麦草叶片纤细光滑,绿色指数高,密度好,草坪质量高,冬季诱人绿色,深受人们喜爱,常用于高质量的运动场草坪和高档绿化草坪。近年来多年生黑麦草用于交播建植常绿的面积越来越大,但多年生黑麦草在春季转化时对自然环境中温度变化的抗性更强,加之南方地区长期的阴雨低温,适于多年生黑麦草生长,转换效果差,如不采取有效措施难以实现冷暖季草坪草平稳转换。低修剪能在一定程度上促进冷暖季草相转化,但是不能确保草相平稳转换,存在一定的风险,特别是如遇到春季的长期阴雨低温天气,多年生

(下转第129页)

15 μm 上下浮动。F₁、F₂、F₃ 每个单株的叶片在放置 72 h 内, 油细胞密度、油细胞大小在各个阶段差异性均不显著, 也就

是说油细胞密度、大小不会随着叶片的放置而产生形态上的差异。

表 4 油细胞形态统计

Table 4 Statistics of oil cell morphology

| 放置时间 Placement time//h | F ₁ | | F ₂ | | F ₃ | | 均值 Mean | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| | 直径 Diameter μm | 密度 Density 个 | 直径 Diameter μm | 密度 Density 个 | 直径 Diameter μm | 密度 Density 个 | 直径 Diameter μm | 密度 Density 个 |
| 0 | 16.31±1.70 | 36.67±2.31 | 16.50±2.52 | 62.33±22.37 | 19.17±3.76 | 37.33±13.65 | 17.32±3.06 | 45.44±18.26 |
| 24 | 14.76±5.33 | 36.00±6.00 | 17.73±3.28 | 55.33±6.43 | 19.40±2.12 | 41.33±5.86 | 17.30±4.24 | 44.22±10.13 |
| 48 | 15.86±2.86 | 35.33±6.11 | 17.20±2.56 | 62.00±16.52 | 19.63±3.96 | 38.33±7.51 | 17.56±3.52 | 45.22±15.86 |
| 72 | 15.27±6.91 | 35.67±6.11 | 16.84±2.36 | 59.67±11.59 | 18.34±4.72 | 38.00±17.00 | 16.81±5.04 | 44.44±15.70 |

3 讨论与结论

由于工业应用中受产地与工厂距离、人手、设备数量等因素影响, 采集回来的樟叶片不能够及时进行精油提取作业, 或者在试验中因调查试验地分布较广, 未能及时对樟叶进行处理, 所以必须对樟叶采后因长时间放置而对出油率及油细胞的影响进行研究。该试验通过对樟叶进行 72 h 的自然放置, 分析樟叶 0 h 与各放置时间差异, 结果表明出油率虽略有升高, 但放置的各个时间点出油率均不存在显著性差异。实际上适当地晾干植物枝叶, 不仅不会减少精油提取量, 而且由于水分蒸发, 更加方便操作^[9]。因此生产上暂时放置矮林樟树不会显著影响精油的提取。

该研究结果表明, 经过放置的叶片含水率会出现明显的下降, 而计算出油率的时候往往仅测定植物枝叶质量和精油质量, 同一批植物在放置不同时间之后得到的出油率随着放置时间的延长而升高, 差异不显著, 不能真正反映植物的出油率, 建议在计算樟叶出油率时, 将叶片含水率考虑在内, 即计算植物的干重出油率, 具体公式为出油率(干重)=精油质量/(叶片质量-水分质量)×100%。

该研究结果表明, 经过放置的樟叶, 其油细胞直径、密度和精油的芳樟醇含量均不会受到影响, 可能是因为精油被储存在细胞的油囊中^[10-11], 很难挥发出来。蔡霞等^[12]通过对鹅掌楸 3 个发育阶段中内部结构变化分析表明, 挥发油合成于细胞质和质体中, 最初由小滴形式产生到后来逐渐与油囊融合直接贮入油囊。黎贵卿等^[13]通过对不同生长阶段肉桂

油细胞的形态及精油成分进行分析, 得出精油在油细胞中的积累越来越多, 与该研究中出油率与油细胞大小存在显著正相关的结论相一致。

参考文献

- [1] 覃子海, 李俊福, 施瑜, 等. 樟树不同月份枝叶的芳樟精油含量及主成分分析[J]. 广西林业科学, 2015, 44(4): 428-430.
- [2] 王以红, 覃子海, 吴幼媚, 等. 芳樟醇型樟树选优与其无性系的含樟油性状评价[J]. 西部林业科学, 2010, 39(2): 18-21.
- [3] 胡文杰, 高捍东, 江香梅. 响应面法优化樟树叶精油水蒸汽蒸馏提取工艺[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(1): 144-151.
- [4] 史娟. 香樟叶中精油的提取[J]. 江苏调味副食品, 2011, 28(2): 16-19.
- [5] 李祖光, 孟微微, 王芳, 等. 超声微波协同水蒸气蒸馏-GC/MS 分析生姜挥发油化学成分[J]. 浙江工业大学学报, 2013, 41(6): 614-619.
- [6] 余先纯, 李湘苏, 龚春午. 超声强化超临界 CO₂ 萃取樟树叶精油的研究[J]. 化学研究与应用, 2011, 23(10): 1313-1318.
- [7] 孙凌峰, 周传军, 彭春耘. 樟树枝叶精油的提取和分析研究[J]. 江西化工, 1995(4): 11-16.
- [8] 国颖. 黄樟叶精油成分分析及化学类型划分研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2016.
- [9] TELASCRA M, DE ARAÚJO C C, MARQUES M O M, et al. Essential oil from leaves of *Cryptocarya mandiocana* Meisner (Lauraceae): Composition and intraspecific chemical variability[J]. Biochemical systematics and ecology, 2007, 35: 222-232.
- [10] 初庆刚, 胡正海. 木姜子油细胞发育的超微结构研究[J]. 植物生态学报, 2001, 43(4): 339-347.
- [11] 初庆刚, 胡正海. 油樟油细胞和粘液细胞发育的超微结构[J]. 林业科学, 2001, 37(4): 19-25.
- [12] 蔡霞, 胡正海, 何一. 鹅掌楸油细胞发育过程中超微结构的变化与挥发油产生的关系[J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 327-332.
- [13] 黎贵卿, 陆顺忠, 江燕, 等. 不同生长阶段肉桂叶中油细胞的形态及精油成分[J]. 广西林业科学, 2016, 45(1): 85-88.

(上接第 126 页)

黑麦草不能及时死亡, 暖季草因长期缺乏阳光和透气性差而死亡, 难以平稳转换, 未来在多年生黑麦草交播草坪春季转换的高效措施如化学措施等方面还需进一步研究。

参考文献

- [1] 孙吉雄. 草坪学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [2] 陈艳. 浅谈草坪、宿根花卉的养护管理措施[J]. 现代园艺, 2017(12): 186.
- [3] 陈信. 浦绿和多数唑对两种暖季型草坪草的抑制效果研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2016.
- [4] 刘佳. 园林废弃物堆肥化研究及应用[D]. 天津: 天津城市建设学院, 2012.
- [5] 李祖祥, 方敏彦, 章明, 等. 播种量与播期对鹅观草润草 2 号产量要素的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(3): 228-230.
- [6] 丁成龙, 顾洪如, 冯成玉, 等. 播种期与播种量对多花黑麦草种子生产性能的影响[J]. 中国草地学报, 2007, 29(4): 56-60.

- [7] 李莉. 矮生百慕大草坪秋季不同措施下交播多年生黑麦草籽研究[J]. 建材与装饰, 2016(51): 67-68.
- [8] 刘连斌. 狗牙根运动场草坪复播高羊茅技术及种间竞争力的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [9] 钱永生. 施肥对沟叶结缕草生理特性及绿色期影响的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [10] 王慧. 控释肥对几种草坪草生长效应的影响及其养分淋失特征[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
- [11] 张鹤山. 施氮对冷季型混播草坪草生长特性的影响及延长绿期的效果[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- [12] 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.
- [13] 王娟, 李荫藩, 杨富, 等. 除草剂对不同燕麦品种杂草防治效果及其产量的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(19): 133-137.
- [14] 潘果平. 田普除草剂对燕麦田杂草防效试验[J]. 现代农业, 2017(11): 16-17.
- [15] 权宝全, 白冬梅, 田跃霞, 等. 不同土壤处理除草剂的除草效果及其对花生生长发育的影响[J]. 山西农业科学, 2017, 45(5): 825-828.