

不同处理的稻秸基质对草坪抗旱特性的影响

蒙宇¹, 周玉峰², 张建波², 吴佳海², 唐成斌²

(1. 绵阳师范学院 城乡建设与规划学院, 四川 绵阳 621000; 2. 贵州省草业研究所 贵州 独山 558200)

摘要:以水稻秸秆、猪粪便、秸秆腐熟剂、尿素为基质, 研究不同种类配比对草坪抗旱特性的影响, 并通过数学分析法—隶属函数法将各抗旱生理生化指标进行综合分析评价。结果表明: 猪粪腐熟的水稻秸秆基质草坪的抗旱特性优于尿素腐熟的水稻秸秆草坪, 秸秆腐熟剂对猪粪和尿素腐熟的水稻秸秆的草坪抗旱特性的综合评价影响不大。

关键词: 稻秸基质; 无土草坪; 抗旱特性; 隶属函数法; 高羊茅

中图分类号: S 688.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0094-04

近年来, 我国有关草坪绿化产业迅猛发展, 对高质量草坪的需求量不断增加, 而草皮生产是解决这一问题的主要途径之一。草皮生产基质主要分为 2 种, 即土壤基质和非土壤基质, 用土壤基质生产草皮, 必然利用耕地, 而长期生产草皮, 土壤耕作层很快被破坏, 一般每生产 1 期草皮将带走 2~3 cm 的土壤, 而形成 1 cm 的土壤, 在自然条件下需要 5~8 a^[1]。进行土壤基质生产草皮, 不仅破坏有限的耕地资源, 而且受气温、水分、养分等因素的影响很大^[2,3], 草皮的质量往往不能达到预期效果。此外, 土壤基质生产的草皮较厚, 单位面积的重量较重, 外销运输成本较高, 增加消费成本, 势必影响在生产上的推广规模^[4]。因此, 无土草皮生产将是未来草皮生产的发展趋势。

此外, 我国是一个农业大国, 每年农作物秸秆的产量达 7 亿 t 左右, 其中大部分进行焚烧, 既污染环境, 又破坏临近道路及交通安全^[5]。用作物秸秆作为草皮的基质不仅能使得这一自然资源得到多途径的利用, 而且生产的草皮较其它蛭石、煤渣、锯末、炉渣等非土壤基质来说更容易降解^[6], 有利于保护环境^[7,8], 因此研究农作物秸秆作为草皮生产的非土壤基质有着广泛的应用前景。但水稻秸秆基质对草坪的抗旱特性的影响大小直接关乎草坪在市场上应用范围, 现研究 4 种不同处理的

水稻秸秆基质对草坪抗旱特性的影响, 以期对无土草皮生产提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

草种采用贵州草业研究所和四川农业大学共同培育的“黔草 1 号”草坪型高羊茅(*Festuca arundinacea*)。稻秸于 2007 年 9 月收集于贵州省独山县农田。猪粪便选用贵州省独山县养猪场堆肥 2 个月左右的猪粪便; 尿素采用贵州省都匀化肥厂生产的尿素, N 元素含量 46%。秸秆腐熟剂采用北京金宝贝生物科技有限公司生产的 III 号腐熟剂。

1.2 试验方法

试验在贵州草业研究所独山基地控温温室内进行。温室温度控制在 12~28℃, 相对湿度控制在 70%~80%。高羊茅播种量为 40 g/m², 基质配比见表 1。

表 1 基质配比方案

处理	基质配比(质量比)
处理 I	100A+100B+1C
处理 II	100A+100B
处理 III	100A+1D+1C
处理 IV	100A+1D

注: A: 水稻秸秆; B: 动物粪便; C: 秸秆腐熟剂; D: 尿素

测定指标包括: 叶片质膜透性测定、叶片游离脯氨酸测定、叶片叶绿素测定、SOD 活性的测定、叶片水分含量测定、丙二醛测定^[9,11], 测定方法参照植物生理指导。

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel 和 SPSS 12.0 软件进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同干旱胁迫下对叶片电导率的影响

干旱胁迫下细胞内部分电解质外渗。高羊茅在受到高温胁迫后, 细胞膜透性增大, 叶片内的相对电导率

第一作者简介: 蒙宇(1982-), 男, 四川阿坝州人, 硕士, 研究方向为草坪学。E-mail: mengyu1021@163.com.

通讯作者: 周玉峰(1971-), 男, 博士, 高级农艺师, 现主要从事草地病虫害综合治理与草地管理研究工作。E-mail: gzzhouyf@sohu.com.

基金项目: 草坪工厂化生产技术与产业化示范推广资助项目(黔科合重大专项[2007] 6006)。

收稿日期: 2010-05-31

增加, 并且随着胁迫时间的延长而增大。但由于不同处理的基质对高羊茅相对电导率增幅明显不同。由图 1 可知, 各个处理基质的相对电导率从处理的 0~4 d 变化幅度不大, 而到了处理第 6~8 天之间相对电导率急剧增加, 处理 II 增幅最小。说明猪粪腐熟的水稻秸秆的基质对草坪的耐旱较强, 高羊茅草坪草的细胞膜受损程度较小, 而增幅较大的是处理 III 处理 IV。而且它们之间的增幅差异不显著, 说明秸秆腐熟剂对其影响不大。

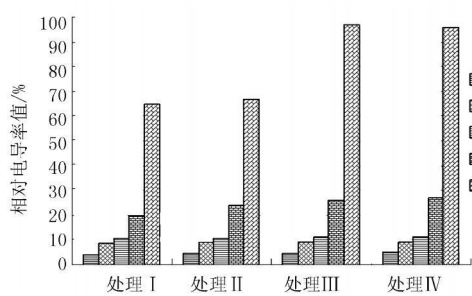


图 1 相对电导率的变化

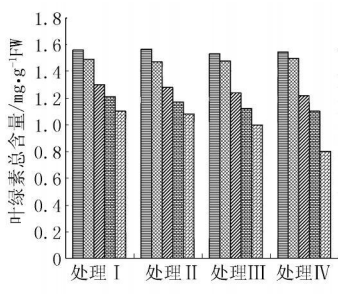


图 2 不同干旱胁迫条件下高羊茅各处理叶绿素总含量

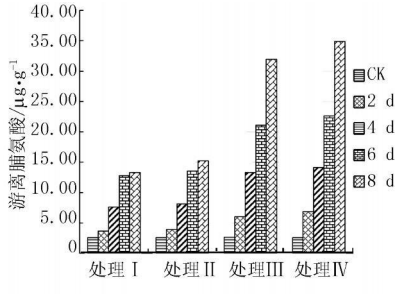


图 3 不同干旱胁迫下不同处理基质高羊茅游离脯氨酸含量

2.3 不同干旱胁迫下对游离脯氨酸的影响

由图 3 可知, 高温胁迫使所有高羊茅材料体内游离脯氨酸含量均逐渐积累, 并随胁迫时间的延长, 游离脯氨酸含量逐渐增加, 而在胁迫处理前, 不同处理基质栽培的高羊茅体内的游离脯氨酸含量在 2.13~2.81 $\mu\text{g/g}$ 之间, 各处理基质之间没有明显差异。

胁迫后的第 2 天, 处理 III 和处理 IV 增长了 232%、271%。而处理 I 和处理 II 只增长了 142%、150%。处理 III 和处理 IV 增长量就明显高于处理 I 和处理 II。从图 4 可知, 从第 2 天到第 6 天, 处理 I 和处理 II 增长缓慢, 处理 III 和处理 IV 增长迅速。到了第 8 天干旱胁迫时, 处理 III 和处理 IV 的游离脯氨酸值达到了 34.56、29.39 $\mu\text{g/g}$ 。比对照分别增加了 12.3 倍和 13.8 倍。处理 I 和处理 II 仅仅是对照的 5.2 倍和 5.9 倍。

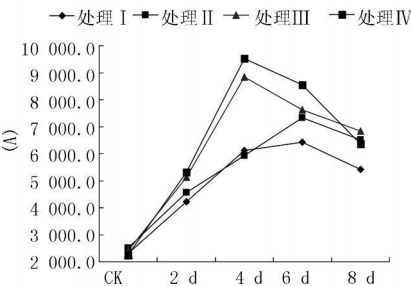


图 4 不同干旱胁迫下不同基质处理的高羊茅 SOD 活性变化

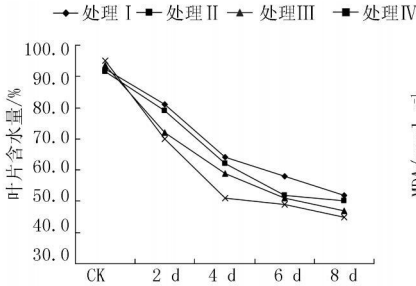


图 5 不同干旱胁迫下不同处理基质高羊茅叶片含水量

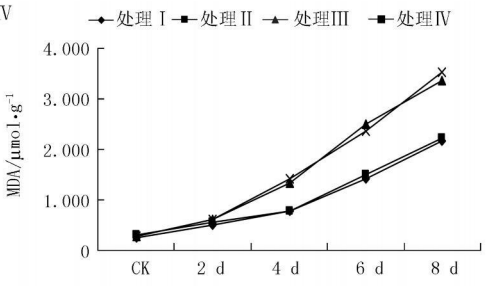


图 6 不同干旱胁迫下不同处理基质的高羊茅 MDA 含量

2.2 不同干旱胁迫下对叶片叶绿素的影响

高温胁迫引起叶绿素分解, 诱发叶片衰老, 减少有效叶面积, 破坏植物光合作用。由图 2 可知, 4 种不同处理的高羊茅草坪的叶绿素降幅的峰值都出现在干旱胁迫第 4 天, 4 种处理的叶绿素含量比前 1 天依次下降了 13%、13%、17%、19%。而且, 在第 8 天干旱胁迫下, 处理 III 和处理 IV 又一次出现了峰值。比胁迫第 6 天减少了 11% 和 28%。而处理 I 和处理 II 只降低了 10% 和 8%。

2.4 不同干旱胁迫下对超氧化物歧化酶活性的影响

由图 4 可知, 各基质栽培的草坪草的 SOD 活性变化有明显的差异。基质处理 I 和处理 II 栽培的高羊茅草的活性峰值出现在胁迫处理 6 d。而处理 III 和处理 IV 的 SOD 活性的峰值出现在处理 4 d, 并且峰值远远高于处理 I 和处理 II。处理 III 和处理 IV 的 SOD 活性的峰值是对照的 3.6 倍和 4.2 倍。处理 I 和处理 II 的 SOD 活性的峰值是对照的 2.7 倍和 2.9 倍。说明处理 III 和处理 IV 基质栽培的高羊茅对热胁迫较敏感, 耐热性较差。处理 I 和处理 II 栽培的高羊茅对高温胁迫的适应性很强, 还可以忍受更长时间的高温胁迫, 高水平的 SOD 活性减弱了自由基对其细胞的伤害, 减轻了膜脂过氧化作用, 其耐热性也相对较强。

2.5 不同干旱胁迫下对叶片含水量的影响

由图 5 可知,不同处理的基质都是在干旱胁迫 2 d 和 4 d,叶片的含水量与对照相比出现下降。但是从下降幅度而言,处理 IV> 处理 III> 处理 II> 处理 I。在干旱胁迫 6 d 和 8 d 条件下,处理 I 和处理 IV 基质栽培的高羊茅的叶片含水量下降出现平缓现象。处理 II 和处理 III 基质栽培的高羊茅的叶片含水量是从干旱胁迫 6 d 的处理出现平缓现象。总体而言,只有处理 IV 基质栽培的高羊茅的叶片含水量急剧下降。而其它处理相对而言,下降的较为平缓。

2.6 不同干旱胁迫下对叶片中丙二醛的影响

干旱胁迫处理后,4 种基质栽培的高羊茅材料叶片中丙二醛的含量均发生极明显的变化,并且随着高温胁迫天数的增加,所有材料叶片内的 MDA 含量均呈递增趋势,这说明随着干旱胁迫,膜脂过氧化程度在加剧。在干旱胁迫的 2 d 处理开始,叶片的丙二醛含量开始上升。从图 6 可知,4~8 d 的干旱胁迫叶片丙二醛的含量显著上升。但猪粪腐熟的水稻秸秆和尿素腐熟的水稻秸秆上升幅度差异显著,尿素类秸秆基质的草坪的丙二醛含量明显上升幅度大。而秸秆腐熟剂对秸秆腐熟后作草坪基质栽培的叶片丙二醛的含量影响不大。

表 2 不同处理基质的高羊茅抗旱生理指标综合评价

基质处理 指标	基质处理 I					基质处理 II					基质处理 III					基质处理 IV				
处理	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d	0 d	2 d	4 d	6 d	8 d
相对电导率	0.65	0.61	0.58	0.54	0.49	0.68	0.62	0.55	0.51	0.45	0.71	0.65	0.53	0.48	0.42	0.69	0.60	0.54	0.49	0.45
叶绿素	0.70	0.65	0.62	0.58	0.56	0.71	0.66	0.61	0.57	0.54	0.69	0.61	0.48	0.41	0.37	0.68	0.64	0.47	0.40	0.35
游离脯氨酸	0.55	0.46	0.37	0.34	0.31	0.55	0.47	0.40	0.37	0.31	0.57	0.47	0.34	0.27	0.21	0.59	0.48	0.35	0.28	0.22
SOD	0.60	0.57	0.51	0.48	0.44	0.61	0.57	0.50	0.43	0.38	0.60	0.52	0.45	0.40	0.36	0.61	0.54	0.48	0.42	0.37
叶片含水量	0.71	0.67	0.52	0.47	0.43	0.72	0.64	0.51	0.45	0.41	0.75	0.66	0.48	0.42	0.37	0.78	0.67	0.50	0.41	0.34
丙二醛	0.57	0.50	0.40	0.35	0.33	0.61	0.54	0.43	0.42	0.31	0.58	0.51	0.43	0.33	0.28	0.57	0.51	0.40	0.33	0.26
总和	3.78	3.46	3.00	2.76	2.56	3.88	3.50	3.00	2.75	2.40	3.90	3.42	2.71	2.31	2.01	3.92	3.44	2.74	2.33	1.99
平均值	0.63	0.58	0.50	0.46	0.43	0.65	0.58	0.50	0.46	0.40	0.65	0.57	0.45	0.39	0.34	0.65	0.57	0.46	0.39	0.33
总平均值	0.519					0.518					0.478					0.481				

4 讨论

植物在生长发育过程时常会受到各种不良环境的影响,并在不良逆境中产生复杂的形态生理反应。干旱是主要逆境伤害之一,干旱对植物的影响极大,当基质中可利用的水分低到不足以供应植物的生长发育,便受到伤害同时各种生理代谢过程受到阻碍,严重时会导致植物萎蔫死亡。因此,水稻秸秆的栽培基质亟待解决的问题也是基质的保水性。保水性的强弱直接影响到了不同干旱胁迫下高羊茅草坪的抗旱性。

随着干旱胁迫的不同处理 4 种不同处理水稻秸秆基质栽培的高羊茅材料的 6 项生理指标中叶片的相对电导率、丙二醛含量和游离脯氨酸含量均呈递增趋势;叶绿素总含量和叶片含水量则呈递减趋势;超氧化物歧化酶活性则呈先递增后又递减的趋势。

3 4 种水稻秸秆基质抗旱性综合评价

该研究主要采用数学分析法—隶属函数法对前面测定的指标相对电导率、叶绿素、游离脯氨酸、SOD、叶片含水量、丙二醛 6 个生理生化指标 4 种不同基质栽培的草坪草种进行综合分析评价。从而确定 4 种不同基质对草坪抗旱性的影响。首先应用以下公式对不同灌水量下各时间下的隶属值进行计算,模糊隶属法计算标准: $A_{ij} = (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$ 。式中 A_{ij} —处理性状抗旱隶属值; X_{ij} —处理性状隶属值; X_{imin} —处理性状最小值; X_{imax} —处理性状最大值。然后将所有性状抗旱隶属值进行累加求其平均数: $\bar{A}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{ij}$ 式中 \bar{A}_j 是 j 处理的抗旱隶属函数,数值大的抗旱性强。

由表 3 可知,各基质处理的隶属值的总平均值大小:处理 I (0.519)>> 处理 II (0.518)>> 处理 IV (0.481)> 处理 III (0.478)。由此得出不同处理基质栽培下的高羊茅草坪的抗旱性影响大小顺序:处理 I> 处理 II> 处理 IV> 处理 III 隶属函数计算其抗旱隶属函数值:

$$A_{ij} = 1 - \frac{X_{ij} - X_{imin}}{X_{imax} - X_{imin}}。$$

干旱胁迫下细胞内部分电解质外渗,叶片外渗液电导率的变化可反映细胞膜透性的改变。有研究结果表明,试验中高羊茅在受到高温胁迫后,细胞膜透性增大,叶片内的相对电导率也大量增加,并且随着胁迫时间的延长而增大。然而,由于不同基质的栽培环境影响,致使它们之间电导率差异显著。处理 I 和处理 II 的电导率变化速度相对电导率变化幅度较小,其电导率的增大速度较慢,因此,处理 I 和处理 II 栽培的高羊茅耐热性相对较强。处理 III 和处理 IV 则反之。

叶绿素在植物体内处于不断合成与分解的动态平衡,其含量受多种因素的影响。干旱胁迫下植物受伤害的机理之一就是叶绿素降解,含量降低,从而破坏植物的光合机能,使植物萎蔫枯黄甚至死亡。由于水稻秸秆的不同处理,导致 4 种不同处理的水稻秸秆基质栽培的

高羊茅在干旱胁迫下的叶绿素含量下降幅度变化不一致,其大小处理 I> 处理 II> 处理 III> 处理 IV,其中处理 I 和处理 II 叶绿素含量下降幅度大小之间差异不大。处理 III 叶绿素含量下降幅度与处理 I 和处理 II 差异显著,处理 IV 叶绿素含量下降幅度与处理 I 和处理 II 差异极显著。说明,秸秆腐熟剂对尿素处理水稻秸秆用于栽培的高羊茅草坪的叶绿素含量是有一定影响的。

脯氨酸被认为是植物逆境胁迫的产物,在逆境胁迫下植物体内游离脯氨酸积累是一个普遍现象。该试验结果表明,不同干旱胁迫下,导致 4 种不同处理的高羊茅草坪体内的游离脯氨酸含量在胁迫 0~8 d 后逐步累积,处理 I 和处理 II 积累的游离脯氨酸含量与处理 III 和处理 IV 具有差异显著性。是由于基质本身对草坪抗旱性的增强作用。处理 III 和处理 IV 栽培的高羊茅的游离脯氨酸含量的累积能力较强,说明它们对高温胁迫环境的适应性较强,抗旱性较好。

SOD 是植物体内的抗氧化保护酶类,可有效地阻止膜内不饱和脂肪酸被氧自由基过氧化分解而造成的膜系统结构与功能的破坏。试验结果表明,随着不同胁迫时间的处理,处理 I 和处理 II 秸秆基质栽培的高羊茅草坪 SOD 变化幅度小,也能维持在一个较高的水平。因此,其体内高水平的 SOD 活性减弱了自由基对其细胞的伤害,减轻了膜脂过氧化作用,其耐热性也相对较强。此外,在叶片含水量和丙二醛测定指标上,处理 I 和处理 II 都优于处理 III 和处理 IV。秸秆腐熟剂对猪粪的腐熟水稻秸秆栽培的高羊茅的抗旱生理指标影响不大,只对尿素腐熟水稻秸秆栽培的高羊茅的抗旱生理指标中的叶绿素产生了影响。

MDA 是膜脂过氧化的产物,可以衡量逆境下膜脂过氧化水平,高温胁迫下,不同草种间 MDA 含量增幅的差异与其耐热性强弱有关。

目前对一种植物的抗旱能力评价还没有一个完整标准甚至对一些抗旱指标还存在着意见分歧。试验首次在无土草坪基质上采用数学分析法—隶属函数法,对

于多指标进行综合性抗旱评价主要侧重于干旱所引起的生理变化指标,对单指标的评价结果与综合评价的结果相一致,抗旱性大小为:处理 I> 处理 II> 处理 IV> 处理 III 说明采用数学分析法—隶属函数法在草坪草抗旱性评价上的可行。对于草坪草来说抗旱性是一个较为复杂的综合性状。就该试验而言,猪粪腐熟的水稻秸秆的基质栽培的高羊茅各抗旱性生理指标都优于尿素腐熟的水稻秸秆的基质栽培的高羊茅。腐熟剂只对尿素腐熟水稻秸秆栽培的高羊茅的叶绿素有影响。

5 结论

4 种不同处理的水稻秸秆对于草坪的抗旱特性的综合评价而言,猪粪腐熟的水稻秸秆优于尿素腐熟的水稻秸秆,秸秆腐熟剂对猪粪腐熟的水稻秸秆的草坪抗旱特性的综合评价影响不大。但会对尿素腐熟的水稻秸秆对于草坪的抗旱特性的综合评价有一定的消极影响。

参考文献

[1] 崔建宇, 募建国, 胡林, 等. 北京地区草皮卷生产对土壤质量影响的研究 [J]. 草业科学, 2003, 26(6): 68-72.
[2] Patton A J, Hardebeck G A, Williams D W, et al. Establishment of bermudagrass and zoysiagrass by seed [J]. Crop Science, 2004, 44: 2160-2167.
[3] 张巨明, 任继周. 暖季型草坪草营养体建坪方法的研究 [J]. 草业学报, 1997, 6(1): 38-43.
[4] 邢后银. 地毯式草皮工厂化生产技术研究初探 [J]. 南京农专学报, 2002(6): 32-36.
[5] 孙胜龙, 张宁宁, 古长标. 地毯式草坪草营养体建坪方法的研究 [J]. 南京农专学报, 2002, 18(2): 32-36.
[6] Guerrero III R D. Vermicomposting improves farm economics [J]. Bio-Cycle, 2008, 49(8): 56-57.
[7] Pote D H, Daniel T C. Managing pine straw harvests to minimize soil and water losses [J]. Journal of soil and Water Conservation, 2008, 93(1): 27.
[8] 张增强. 污泥堆肥对几种草坪草生长的响应 [J]. 草业学报, 1997, 6(1): 57-65.
[9] 邹琦. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 161-162.
[10] 裴英杰, 郑家玲, 庚红, 等. 用于玉米品种抗旱性鉴定的生理生化指标 [J]. 华北农学报, 1992, 7(1): 31-35.
[11] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.

Effect of Different Treatment of Rice Straw

Substrate on Drought Resistance of Turf

MENG Yu¹, ZHOU Yu-feng², ZHANG Jian-bo², WU Jia-hai², TANG Cheng-bin²

(1. College of Urban and Rural Construction and Planning, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000; 2. Guizhou Institute of Prataculture Dushan, Guizhou 558200)

Abstract: Taking rice straw, pig manure, straw decomposition agent, urea as substrate, the effect of different substrate on drought resistance of turf were studied, by mathematics analyse and membership function to physiological and biochemical index were analyzed. The result showed that the drought resisting of turf base on rotten straw under pig manure was better than the urea, the effect of straw decomposition agent on drought desistance of turf was not very great, the rotten straw under pig manure and urea.

Key words: substrate of straw; soilless turf; drought resisting; membership function; *Festuca arundinacea*