

两种包膜尿素的氮释放特性及对高羊茅生长的影响

沙之敏¹, 边秀举¹, 艾文静², 武良¹, 杨丽丽¹

(1. 河北农业大学 园林与旅游学院, 河北 保定 071001; 2. 三河市环境保护局, 河北 廊坊 065200)

摘要: 采用水浸泡法对2种包膜尿素(CU-1和CU-2)的初期溶出率和微分溶出率进行测定。2种包膜尿素的初期溶出率分别为9.5%和1.36%, 符合国际上公认的缓/控释肥的初期溶出率小于15%的指标, 而微分溶出率分别为2.48%和1.72%, 也符合国际上公认的缓/控释肥的微分溶出率(0.25%~2.5%)的指标。通过盆栽试验研究了普通尿素(S1)、包膜尿素(H1和H2)以及二者配比(F1、F2、F3和F4)对高羊茅建植期生长的影响。结果表明: 单一施用CU-2处理以及CU-2配施50%普通尿素处理明显促进了高羊茅地上部与地下部生物量的积累, 促进了高羊茅对氮的吸收, 尤其是生长后期, 叶片中氮含量显著高于尿素与空白处理。另外, 包膜尿素的应用减小了草坪生长速率的波动。

关键词: 包膜尿素; 高羊茅; 建植期; 氮素释放速率

中图分类号: S 688.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)08-0030-04

随着园林绿化的建设及体育运动的发展, 草坪的建植显得尤为重要。因此, 如何快速建植高质量的草坪成为草坪工作者的研究重点。在诸多措施中, 施肥是维持草坪持久性及保持其景观效果的最有效措施, 同时, 施肥也是缩短草坪成坪时间的最有效措施之一^[1]。

与速效氮肥相比, 缓效肥由于具有氮素释放和供应时间长、渗漏与挥发损失危险低等特点, 一次大量施用而不易产生肥料烧苗, 同时可节约用工、节省成本等优

点, 倍受草坪管理者的青睐^[2-3]。尤其在近几年来我国草坪业发展迅速, 缓控释肥料在草坪上应用的研究也越来越多, 但是涉及施肥对草坪建植期生长影响的研究则很少。因此, 该研究旨在通过盆栽试验, 探讨不同施肥配方对高羊茅草坪生长的影响, 为高羊茅草坪的科学建植提供理论依据。

1 材料与设计

1.1 包膜尿素养分溶出率测定

包膜尿素溶出曲线: 水浸提法, 采用国际上常用的肥水比1:20, 温度25℃, 进行连续浸提试验。

初期溶出率: 称取供试肥料样品5g浸入100mL去离子水中, 在30℃的恒温箱中放置24h后, 测定其养分溶出率。其计算公式为: 初期溶出率(%) = 24h溶出的养分量/试样中该养分的量 × 100%; **微分溶出率:** 测定在30℃恒温7d后的溶出率, 计算出第2~7天的每天

第一作者简介: 沙之敏(1983-), 女, 河北省赤城县人, 在读硕士, 研究方向为园林植物及土壤肥料。E-mail: shazhijin@126.com。

通讯作者: 艾文静(1983-), 女, 河北三河人, 现主要从事环境保护及节能减排研究工作。E-mail: sanhewukong@sina.com。

基金项目: 中加合作项目(IPND)平衡施肥示范计划资助项目。

收稿日期: 2009-03-25

Abstract: Pot experiments were carried out to study the effect of petroleum hydrocarbon pollutants in soil on physiological and chlorophyll fluorescence response of *Forsythia suspense*, *Hydrangea paniculata* and *Amorpha fruticosa*. The results showed that under petroleum hydrocarbon stress the MDA, the electrical conductivity and chlorophyll fluorescence parameters in the three plants increased significantly compared with the controls; Variation tendencies in physiological characteristics and chlorophyll fluorescence parameters differed along species. In the concentration of petroleum hydrocarbon 3 g/kg and 6 g/kg, *Forsythia suspense* had the less variation breadth of physiological characteristics and chlorophyll fluorescence parameters compared with *Hydrangea paniculata* and *Amorpha fruticosa*, and had higher tolerance to petroleum hydrocarbon stress. In the concentration of petroleum hydrocarbon 12 g/kg, the growth of all the three plants would be restrained significantly.

Key words: Petroleum hydrocarbon; Content of MDA; Electrical conductivity; Chlorophyll fluorescence; Woody plant

平均溶出率,即微分溶出率。计算公式为:微分溶出率(%)=(溶出的养分量/试样中该养分的含量×100-初期溶出率)×1/6。

1.2 草坪测定指标及方法

试验在北京市海淀区东北旺乡试验基地温室内进行。试验所用土壤基本理化性状:全氮 1.42 g/kg,碱解氮 89.13 mg/kg,全磷 1.58 g/kg,速效磷 57.22 mg/kg,速效钾 77.11 mg/kg,有机质 1.06%,土壤 pH 8.13,供试草坪草种为高羊茅(*Festuca arundinacea* Schreb.),品种为“可奇思 III”(Cochise III)。种子净度≥97%,发芽率≥90%。所用塑料花盆底部直径为 15 cm,盆口直径为 18 cm,高为 15 cm,每盆土重均控制在2.5 kg 左右。

2008 年 7 月 1 日播种,播量 30 g/m²,即 0.76 g/盆。苗期土壤表层 3 cm 保持湿润。播种 6 d 后出苗,当草坪生长到 13 cm 时进行第 1 次修剪,根据草坪草生长量进行适时修剪,修剪遵循 1/3 原则,留茬高度固定为 5.5 cm。

1.2.1 试验设计 试验采用单因子盆栽方式,共设 8 个处理,分别为对照(CK)、100%尿素(S1)、尿素与包膜尿素(释放期 50 d)比为 3:7 (F1)、尿素与包膜尿素(释放期 80 d)比为 3:7 (F2)、尿素与包膜尿素(释放期 50 d)比为 1:1 (F3)、尿素与包膜尿素(释放期 80 d)比为 1:1 (F4)、释放期 50 d 的包膜尿素(H1)、释放期 80 d 的包膜尿素(H2),各处理均采用等氮处理。N、P₂O₅ 和 K₂O 的施用量分别为 10、2.5、5 g/m²。供试肥料氮肥为尿素(霍州产,N 含量 46%),北京首创公司生产的包膜尿素 1 (CU-1,释放期为 50 d)和包膜尿素 2 (CU-2,释放期为 80 d),CU-1 和 CU-2 包膜率分别为 4.51%和 7.49%。每个处理设 3 个重复,试验观测起止日期为 2008 年 7 月 1 日至 2008 年 10 月 10 日。

1.2.2 草坪指标测定 草坪分蘖测定:分别在播种后 35、60、90 d 测定高羊茅分蘖数,每盆随机采取 6 株草(由 1 粒种子发育而成)统计包括主茎在内的所有分蘖数,计算每株分蘖平均值。株高测定:在播种后 35 d 测定株高,每盆随机测定 6 株草坪草从茎基部到心叶叶尖的高度计算平均株高。地上生物量测定:分别在播种后 43、70、98 d 修剪,留茬 5.5 cm,同时称量全部草屑烘干重,并将样品磨细供分析用。地下生物量:在播种后 100 d,用直径 8 cm 的根钻取土柱,剪掉地上部分,清洗,烘干称重。草坪草叶片全氮含量测定:采用 Kjeldahl 定氮法进行测定^[4]。试验数据均采用 Spss 10.0 程序 LSD 法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 包膜尿素的氮素释放特性

包膜尿素主要通过其表面膜的阻滞作用,使膜内氮素在较长的时间内持续缓慢地释放出来,并且在设定的时间内,应至少释放出肥料中总纯氮量的 80%左右,其

释放动态曲线也应尽量同草坪整个生育期内对氮素的吸收曲线相一致。所以,选用的模拟试验方法是否客观地反映出控释氮肥养分累积释放特征,是判断能否作为快速评价方法的重要依据。

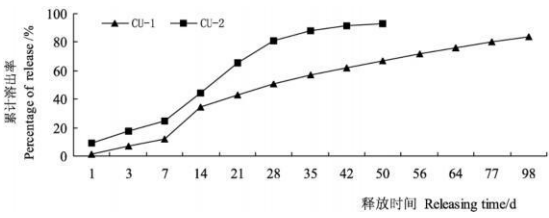


图 1 包膜尿素养分累积释放量特征
Fig.1 The cumulative nitrogen release characteristic of coated urea

图 1 为水浸提法试验条件下包膜尿素养分累积释放量的特征曲线。可以看出,随释放时间的延长,氮素累积释放量(Cumulative Nitrogen Release, CNR)逐渐增大,但当 CNR 超过 80%时,曲线逐渐趋于平缓。试验到 50 d 时, CU-1 的 CNR 值为 92.90%,试验到 98 d 时, CU-2 的 CNR 值为 83.66%,说明在 25℃水浸泡条件下,包膜尿素的控释时间基本符合设定期限。以上结果与 Trenkel 的结论一致^[56]。

从表 1 可知, CU-1 和 CU-2 初期溶出率分别为 9.5%和 1.36%,符合初期溶出率小于 15%的指标,而微分溶出率分别为 2.48%和 1.72%,符合国际公认的缓/控释肥的微分溶出率为 0.25%~2.5%的指标。初期溶出率过高的肥料表明其控释性能差,包膜不完整的粒子多或黏结剂的水稳定性差,如果一次性施入这类肥料较多,就容易造成烧苗。微分溶出率太低的肥料,由于释放速率过慢,单独施用,在作物需肥高峰期容易出现养分供应不足。在实际应用中可将几种氮素释放期不同的缓释肥配合使用或将速效氮肥与缓释氮肥配合使用,效果将更好。

表 1 不同肥料的氮素释放率		
Table 1 The nitrogen release rate of various fertilizers		
肥料 Fertilizer	初期溶出率 Percentage of the initial release/%	微分溶出率 Percentage of the differential release/%
CU-1	9.50	2.48
CU-2	1.36	1.72

2.2 不同处理对草坪生长的影响

草坪出苗率、株高、分蘖是反映草坪生长状况的重要指标。从草坪管理的角度,希望草坪的生长速度尽可能的小,这样可以减少修剪的次数,降低草坪养护管理的成本。同时,草坪草的分蘖数决定了草坪的质量和耐践踏性,分蘖多、快有利于形成优质的草坪。

高羊茅出苗率测定结果表明, H2 处理出苗率最高,分别比 F1、F2、H1 处理高 3.1%、3.8%和 1.1%,但未达

到5%显著性差异, CK 处理表现最差, 与其他处理差异达5%显著水平。

株高测定结果显示, S1 处理明显高于其他处理, 差异达5%显著水平。除CK 和S1 处理外, 其他处理间差异不显著, 说明包膜尿素具有控制草坪生长的作用, 这与边秀举等缓释肥可以控制草坪生长的结论一致^[7]。

表2表明, 随着高羊茅生育期的延长, 各处理分蘖数都在不断增加, 但不同处理增幅不同。与播种后35 d 相比, 播种后60 d 的H1 处理增幅最大为97.1%, 其次为F1 和F4 处理, 增幅分别为64.4%和64.5%, 播种后90 d 的H1 处理增幅最大为148.2%, 其次为F1 和F4 处理, 增幅分别为105.6%和107.8%, H1 分蘖增幅最大与其前期分蘖率较低有关。另外, 各时期不同处理分蘖差异很大, 播后35 d, H2 处理的分蘖数最高, S1、F2 和H2 的分蘖数显著高于其他处理; 播后60 d, H2 处理的分蘖数最高, 其次为F1 和F2 处理, 且显著高于CK 和S1 处理。这说明了释放期为80 d 的包膜尿素可以提供长期的营养供草坪分蘖利用, 从而促进了分蘖密度的增加, 因此可以获得高质量的草坪。

2.3 不同处理对草坪生物量的影响

在相同的气候条件下, 坪草生长的快慢决定于养分供应状况。但过多或不足的养分供应均会为草坪带来负面影响, 尤其是氮的供应。对草坪草的生长来讲, 要有一定的养分供应, 满足其健康生长的需要, 但供应又不过量是草坪草最理想的养分条件^[8]。

草坪草不同于大田作物, 大田作物是以收获籽实产

量为生产目标, 而对优质草坪的要求是以持久的绿期、深绿的色泽、较高的密度和均匀性等为目标。不同肥料氮的释放速率不同, 对草坪草的生长影响也不相同。从表3可以看出, 播种后43 d S1 处理的地上生物量最高, 达71.2 g/m², H2 处理稍低, 为69.8 g/m², 其次为F1、F2 和F4 处理, CK 和H1 处理地上生物量最低, 分别为34.3 g/m² 和33.9 g/m²。播种后70 d S1 处理的地上生物量最高, 达51.2 g/m², 显著高于CK 和H1 处理, 与其他处理未达到5%显著性差异。播种后98 d, F4 处理的地上生物量最高, 达58.0 g/m², H2 和F3 处理稍低, 为56.5 g/m² 和51.9 g/m², 显著高于CK、F1 和H1 处理。可见F4 和H2 处理的各个时期草屑量比较稳定, 坪草保持稳定的生长, 这与包膜尿素的养分释放特性及供给有关(见图1)。

表2 不同肥料处理对高羊茅生长的影响

处理 Treatment	出苗率 Rate of germination / %	株高 Height / cm	每株分蘖数 Tiling		
			35 d	60 d	90 d
CK	80.1d	11.7d	1.77b	2.36c	2.97d
S1	84.5c	18.6a	1.78ab	2.85ab	3.30c
F1	93.0ab	15.0bc	1.77b	2.91ab	3.64ab
F2	92.3ab	15.7b	1.84ab	2.82ab	3.61ab
F3	89.2bc	16.1b	1.73b	2.76ab	3.48bc
F4	88.4bc	15.6b	1.66bc	2.73ab	3.45bc
H1	90.7abc	13.6c	1.39c	2.74ab	3.45bc
H2	96.1a	14.7bc	2.04a	2.94a	3.76a

注: 同列不同字母表示差异达5%显著水平, 下同。

Note: Different letters in the same line mean significant at 5% levels, and the same symbols were used for other tables.

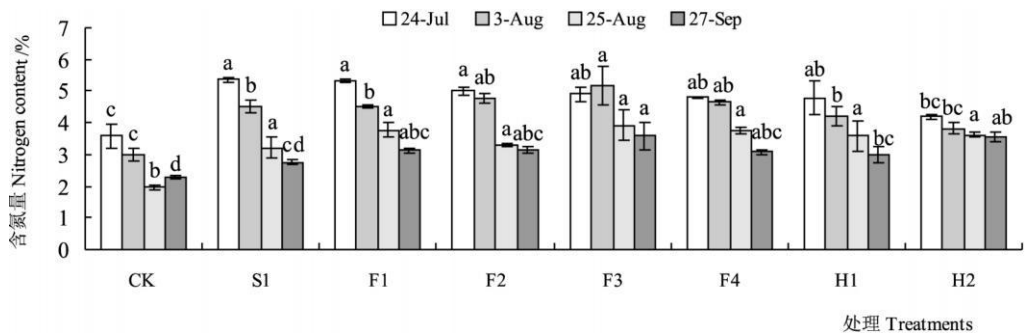


图2 不同处理草屑全氮含量

Fig.2 The clipping nitrogen content of different treatments

注: 方柱上不同字母表示差异达5%显著水平。Note: Different letters above the square column indicate significant difference at 5% level.

地下生物量是评定草坪品质优劣的一个重要指标, 地下生物量高有利于增强草坪的抗逆性。高羊茅地下部生物量趋势与地上部一致, H2 处理草坪地下生物量最高, 达148.5 g/m², 其次为F4 处理, 达116.8 g/m², 可见释放期为80 d 的包膜尿素养分释放均匀, 有利于草坪根系健康生长。

2.4 不同处理对草屑全氮含量的影响

氮素是草坪草生长的重要营养元素, 氮素的吸收有利于草坪草各项质量指标的提高^[9]。从整个试验过程来看, 每个处理叶片中的全氮浓度呈下降趋势(见图2), 其中S1 处理的降幅最大, H2 处理的变化趋势最为平缓, 表明释放期为80 d 的包膜尿素能够提供持久的氮素

供应。在播后 60 d 内, F2、F3 和 F4 处理的吸氮量均高于 H1 和 H2 处理, 可见将尿素与包膜尿素配合使用, 效果表现良好, 这与草坪生物量的研究结果相一致。

表 3 不同施肥处理对高羊茅生物量(干重)的影响

Table 3 Effects of various fertilizers on biomass of tall fescue g · m ²				
处理 Treatment	地上部 Aerial segment/g · m ⁻²			地下部 Underground segment/g · m ⁻²
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	
CK	34.3±3.5c	18.6±1.4c	14.4±1.0e	80.1±5.8c
S1	71.2±3.6a	51.2±3.6a	38.8±1.0cd	80.3±10.7c
F1	57.0±7.6ab	44.5±4.6ab	38.9±6.5d	78.2±7.3c
F2	58.7±2.8ab	44.5±1.8ab	45.4±2.5bcd	96.4±3.9b
F3	45.8±8.6bc	41.7±6.8ab	51.9±5.1abc	72.9±12.3cd
F4	62.3±4.9ab	49.9±2.1a	58.0±1.2a	116.8±0.8ab
H1	33.9±11.8c	35.3±6.5b	38.2±9.3d	94.7±15.5b
H2	69.8±1.2a	41.1±0.8ab	56.5±3.4ab	148.5±19.5a

3 小结

2 种包膜尿素 CU-1 和 CU-2 在各项性能指标上符合国际上公认的缓/控释肥的初期溶出率小于 15, 微分溶出率为 0.25%~2.5% 的指标。

施肥是维持草坪质量必不可少的措施, 而普通尿素可以迅速提供坪草生长所需要的养分。但该研究表明, 一次性基施尿素不能满足高羊茅坪草整个建植期养分的需求。与普通尿素相比, 包膜尿素在减缓草坪生长波动、维持草坪分蘖密度、保持草坪叶片内氮浓度的相对稳定及积累地下生物量方面效果显著。另外, 施入的氮肥种类不同, 对草坪草生长的影响也不同。普通尿素出现前期生长迅速而后期生长缓慢的现象, 而 F2、F3、F4 和 H2 处理能使草坪草保持持续稳定的生长。与 S1 处理相比, F2、F4 和 H2 处理可以使高羊茅草坪草对氮素

的吸收保持平衡, 特别是高羊茅生长后期, 其叶片中氮浓度明显高于 CK 和 S1 处理, 差异达 5% 显著水平, 满足了草坪建植所需要的养分, 维持了草坪的长久质量。另外, F2、F4 和 H2 处理获得较高的地下生物量。

从试验结果还可看出, 虽然 CU-2 的缓效性能最好, 但在生长初期, 草坪草的生长和叶片全氮浓度变化较慢。因此, 普通尿素和包膜尿素配施, 既可以体现尿素速效的优点, 又可以体现包膜尿素肥效长的优点。

参考文献

[1] 黄必志. 草坪营养与施肥[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999: 13.
[2] Hummel N M, Waddington D V. Evaluation of slow-release nitrogen sources on Baron Kentucky bluegrass[J]. Soil Sci Soc Am J, 1981(45): 966-970.
[3] Hummel N W. Resin-coated urea evaluation for turfgrass fertilization[J]. Agronomy Journal, 1989 81(2): 290-294.
[4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 128-129.
[5] Trenkel M E. Controlled release and stabilized fertilizers in agriculture[M]. IFA, PARIS. UK Stratospheric Ozone Review Group Stratospheric ozone, HMSO, London, 1997.
[6] Razmjoo K, Kaneko S. Effect of fertility ratios on growth and turf quality of perennial ryegrass(*Lolium preme*) in Winter[J]. Journal of Plant Nutrition, 1993 16(8): 1531-1538.
[7] 边秀举, 李会彬, 赵炳祥, 等. 不同肥料剂型对草坪草生长及其草坪质量的影响[J]. 河北农业大学学报, 2007 30(3): 48-51.
[8] 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.
[9] 程滨, 张强, 杨治平, 等. 几种缓释肥的氮释放特性以及对草坪草生长的影响[J]. 草业科学, 2005 22(5): 104-106.

Nitrogen Release Characteristics of Two Coated Urea and Their Effects on Growth of Tall Fescue Turfgrass

SHA Zhi-min¹, BIAN Xiu-ju¹, AI Wen-jing², WU Liang¹, YANG Li-li¹

(1. College of Landscape Architecture and Tourism of Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001, China; 2. Sanhe Municipal Environmental Protection Bureau, Langfang, Hebei 065200, China)

Abstract: The dissolution rates of two kinds of coated urea(CU-1 and CU-2) were tested. Preliminary solubility of coated urea were 9.5% and 1.36% respectively, which could meet international accepted index (<15%); whereas its differential solubility (2.48% and 1.72%) were in good agreement with international accepted index (0.25%~2.5%). A pot experiment was conducted to study the effect of urea(S1), coated urea(H1 and H2) and their combinations treatments (F1, F2, F3 and F4) on the planting stages of Tall fescue. The results showed that H2 treatment and the combinations of CU-2 and 50% urea treatment improved the over-ground as well as under-ground Tall fescue biomass and accelerated the nitrogen absorption of Tall fescue especially in the later growth of Tall fescue. Besides, the turf fertilized with coated urea had a slow fluctuation of growth rate.

Key words: Coated urea; Tall fescue; Planting stages; N release rate