植物营养与肥料学报 2006,12(3):451－453
Plant Nutrition and Fertilizer Science

载体尿素的研制及其释放机理研究初探

黄建林[1,2], 王德汉[1], 刘承昊[1], 陈广银[1],林云琴[1]
(1 华南农业大学资源与环境学院新肥料研究中心 广东广州 510642; 2 广州市计量测试所,广东广州 510030)

Study on the development of slow release carrier urea and its release mechanism

HUANG Jian-lin, WANG De-han, LIU Cheng-hao, CHEN Guang-yin, LIN Yun-qin
(*1 New Fertilizer Resources Center, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China;*
2 Guangzhou Institute metrology, Guangzhou 510030, China)

中图分类号: S145.5　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1008-505X(2006)03-0451-04

据统计,我国氮肥的当季利用率仅为30%～35%,提高氮肥利用率,减少氮素对环境的污染是近年来倍受关注的课题。缓释/控释肥料的研制已成为肥料研究的热点[1],研制出了一些尿素二次加工产品[2]。但是由于工艺较复杂,成本太高;而且许多添加物在土壤中难生物降解,对土壤和作物产生污染,从而限制缓控释肥料的推广应用。因此,开发新型、高效、廉价的控释材料,特别是一些具有控释效果好,易降解、无污染的高分子聚合物成为研究的重点。

在我国传统的海藻胶加工业中,海藻出胶率只有30%左右[3],70%的海藻成分尚未利用,作为工业废弃物丢掉,不仅浪费了大量的自然资源,而且还带来一系列环境污染问题。目前,我国对海藻工业废渣无害化、资源化利用研究,如利用海藻工业废渣生产药用氯化钾、罗非鱼饲料添加剂和育肥猪饲料[3-5],但作为肥料载体及土壤改良剂却鲜为报道。为此,研究利用海藻废渣作为尿素的载体,利用海藻胶渣的疏水性、分子骨架的物理阻滞力(空间位阻)和生物降解的速度来减缓尿素氮的释放,为缓释/控释肥料研制提供新控释材料。

1 材料与方法

1.1 供试材料

海藻胶工业废渣(简称胶渣):取自湛江某海藻胶加工厂,经干燥、粉碎、过0.85mm筛,备用,其养分含量为有机C 339.28 g/kg,全N、P、K分别为3.98、6.34、6.93 g/kg,微量元素Fe、Mn、Zn、Cu、Mg为3.09、0.14、0.36、0.24、0.32 mg/kg,pH 9.74。普通尿素,含氮46%。

供试的胶渣载体尿素制备:将尿素溶于水中(尿素液:胶渣=3:1),置于85℃的恒温设置中,慢慢加入胶渣并搅拌均匀,使尿素分子分散到线性高分子或单体中间去,反应20 min后,挤压造粒、烘干、备用。根据不同的胶渣和尿素用量分别制备出不同含氮量的胶渣载体尿素。含氮量分别为24.92%(SCU1)、28.61%(SCU2)、34.74%(SCU3)、40.60%(SCU4)。

供试土壤取自华南农业大学农场菜地,经风干并过4mm筛备用。土壤pH值5.92,有机质24.81 g/kg,全N 0.18 g/kg,有效N 98.86 mg/kg,有效P 63.52 mg/kg、有效K 98.87 mg/kg,砂、粉砂、粘粒含量分别为61.8%、30.51%、7.69%。

1.2 试验方法

1.2.1 载体尿素土柱淋出特性　采用间歇淋溶法[6]。将直径5cm,高30cm的PVC塑料管一端用0.75mm滤布封底口,并在布上垫25g砂子,模拟耕层按1.3 g/cm^{3}容重装入150g土壤,再在其上按同样紧实度分别装入4种胶渣载体尿素的土肥混合物,土柱上再用25g砂子覆盖。施氮量为N 600

收稿日期: 2005-07-07　　**修改稿收到日期**: 2005-10-14
基金项目: 广东省高校自然科研项目(Z02007)资助。
作者简介: 黄建林(1978—),男,福建泉州人,硕士,主要从事工农业废弃物农用资源化研究。

mg/kg,以不加氮肥和加普通尿素的土柱作对照,共6个处理,每个处理重复3次。第一次先加入150mL水使土壤水分接近饱和,培养1d后,再以100mL水淋溶土柱,收集淋溶液,以后各次分别以同样操作进行,在培养2、6、10、14、21、28、35、42d进行淋溶,分析淋出液全氮含量。全氮量测定方法采用过硫酸钾氧化一紫外分光光度法。

1.2.2 载体尿素氨挥发试验 氨挥发量的测定方法采用"静态吸收法"[7]。每种氮肥用量为N 600 mg/kg,共设6个处理,每处理3次重复。每个大口瓶中装过2mm筛风干土500 g,其中先称250g土放入瓶中,加70 mL水,另250 g土与供试肥料混匀后再装入瓶中,后加入60 mL水,使土壤含水量达25%,连续密闭恒温培养。大口瓶内放称量瓶,称量瓶内装2%的硼酸指示剂溶液10mL吸收挥发的氨。试验于2004年8月20日开始,分别于试验的2、3、4、6、8、11、18、30、42d取出称量瓶用0.1mol/L硫酸标准溶液滴定氨吸收量,然后再换新的硼酸吸收液。

1.2.3 红外光谱谱学分析 红外光谱分析采用Perkin-Elmer1725X型红外光谱仪,称重1mg,溴化钾压片。

2 结果与分析

2.1 载体尿素的溶出特性

从载体尿素在土壤中的氮素累积溶出率(图1)可以看出,普通尿素在第14d达到最高峰,其累积溶出率达到81.95%,而后溶出率均较低;载体尿素同样在第14d达到最高峰,但均明显低于普通尿素,其累积溶出率只有54.20%~67.46%,以后仍保持较高的溶出率,说明载体尿素在前14d对尿素氮的溶出有很好的缓释效果。到42d普通尿素的累积溶出率达到92.90%,载体尿素SCU3、SCU4仅为81.40%、81.52%,而胶渣载体尿素SCU2在第30 d左右时的溶出率高于普通尿素,这可能是由于载体尿素减少氨挥发损失量,从而增加载体尿素全氮量的溶出率。胶渣载体尿素全氮溶出率并不随着胶渣用量的增加呈增加的趋势,实际结果是SCU3、SCU4缓释效果最好,SCU1次之,SCU2较差,这还有待于进一步研究。

2.2 载体尿素氨挥发量测定

与普通尿素相比,载体尿素前6d氨挥发总量均显著低于普通尿素,其中SCU3最多比普通尿素减少39.83%,SCU2最少减少24.19%;培养结束时,各载体尿素处理的累积氨挥发量也均低于普通尿素,但并不随着胶渣用量的增加而呈增加的趋势,各载体尿素处理氨挥发总量比尿素减少15.21%~36.18%,SCU3最多减少36.18%,SCU2最少减少15.21%(图2)。

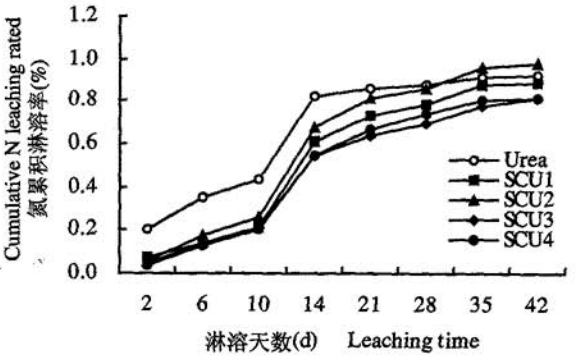

图1 载体尿素在土壤中氮素累积溶出率

Fig.1 Cumulative N leaching rate of carrier urea in soil

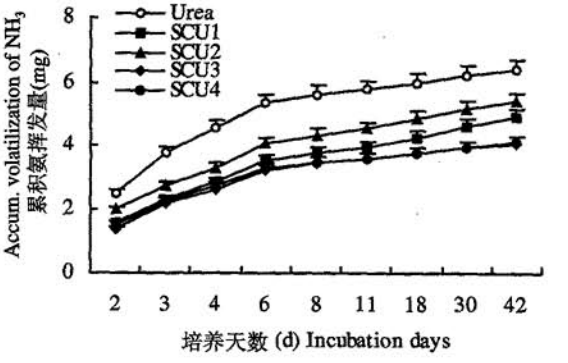

图2 载体尿素累积氨挥发量

Fig.2 Accumulative volatilization of ammonia of carrier urea

2.3 红外光谱分析

从图3可以看出,胶渣在3420 cm^{-1}处有一个明显的特征峰,该峰是由O-H或N-H键的伸缩振动形成的,2900 cm^{-1}处的峰则是C-H键的弯曲振动、C-C键或C-O键骨架振动形成的;普通尿素的红外图谱最明显的特征是在3300~3500 cm^{-1}处的双峰,这是N-H伸缩振动所致,在1600~1700 cm^{-1}处的峰主要是C=O键伸缩振动所致。而载体尿素的红外图谱类似于普通尿素,与普通尿素相比,N-H键和C-H键伸缩振动明显减弱,特别是C-H键的伸缩振动;此外,胶渣的特征峰也没有出现。这表明尿素和胶渣之间产生了较强的H键,限制了C-H键及N-H键的伸缩振动,从而使其强度减弱。

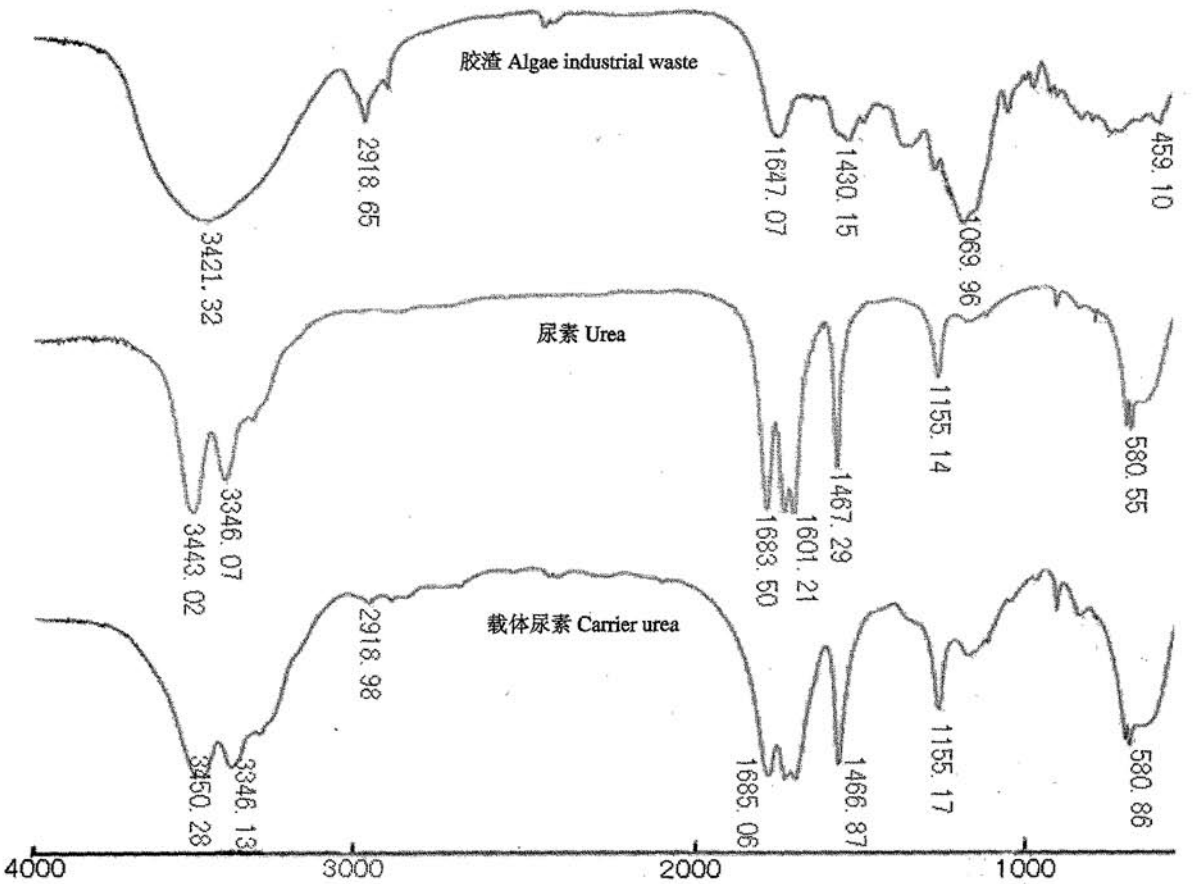

图 3　胶渣、尿素与载体尿素红外光谱图

Fig.3　IR analysis of carrier urea, urea and algae industrial waste

3　小结

试验结果表明，无论是氮素的溶出率还是氨挥发量，均以载体尿素 SCU3 和 SCU4 的效果比较好，载体尿素的缓释效果与载体用量并不呈比例关系。红外光谱分析看出，胶渣与尿素共混后之间发生了相互作用，这种作用主要表现为氢键的相互作用力，这种氢键相互作用可能使得胶渣和尿素形成了 α-螺旋或高分子网络结构的载肥体系，从而减缓尿素氮的释放。

利用资源丰富的海藻工业废渣作为缓释尿素的载体，制备工艺简单，不仅具有良好的缓释作用，减少氮素的损失，还可以消除海藻工业对环境的污染，对工农业环保、促进自然资源的良性生态循环都具有很好的意义。

参 考 文 献：

[1]　何绪生，李素霞，李旭辉，等．控效肥料的研究进展[J]．植物营养与肥料学报，1998，4(2)：97-106.
He X S, Li S X, Li X H *et al*. The progress of studies on controlled availability fertilizers[J]. Plant Nutrition and Fertilizers Science, 1998, 4(2): 97-106.

[2]　刘义新，韩移旺，江玉平，等．尿素再加工产品研究现状及展望[J]．华中农业大学学报，2001，20(2)：192-198.
Liu Y X, Han Y W, Jiang Y P *et al*. Present situation and prospect of study on the urea reprocessing products[J], J. of Huazhong Agric. Univ., 2001, 20(2): 192-198.

[3]　石光汉，过绍武．海藻加工技术[M]．北京：农业出版社，1996.
Shi G H, Guo S W. Algae process technology[M]. Beijing: Agricultural Press, 1996.

[4]　丁利锋，丁利杨．用海藻工业废渣生产药用氯化钾的工艺研究[J]．现代化工，1994(9)：29-30.
Ding L F, Ding L Y. Process study on producing medical KCl from seaweed industrial wastes[J]. Modern Chemical Industry, 1994(9): 29-30.

[下转第 458 页]

[上接第 453 页]

[5] 甘纯玑,彭时尧,施木田,等. 海带工业废弃物综合利用现状和展望[J]. 环境科学进展,1997,7(1): 50-53.

Gang C J, Peng S X, Shi M T *et al*. Status and perspective of comprehensive utilization of laminaria industrial wastes[J]. Advances in Environ. Sci., 1997, 7(1): 50-53.

[6] 陈悦, 席与玲,李志萍. 海带藻渣处理中絮凝条件的研究[J]. 青岛大学学报,2003,16(1): 20-23.

Chen Y, Xi Y L, Li Z P. A study of the flocculating conditions in kelp residue processing[J]. J. of Qingdao Univ., 2003,16(1): 20-23.

[7] Paramasivam S, Alva A K. Nitrogen release characteristics of controlled-release fertilizers under intermitten leaching and dry cycling [J]. Soil Sci., 1997, 162: 447-453.

[8] 凌莉,李世清,李生秀. 石灰性土壤氨挥发损失的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(6): 119-122.

Ling L, Li S Q, Li S X. Study on ammonia volatilization from calcareous soil[J]. J. of Soil Erosion and Soil and Water Conservation, 1999, 5(6):119-122.