

# 纳米膨润土包膜尿素对小白菜生长及氮肥利用率的影响

王晔娟, 刘强, 宋海星, 荣湘民, 彭建伟, 王小娟

(湖南农业大学 资源环境学院, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:** 采用土培试验, 研究了纳米膨润土包膜尿素对小白菜产量、养分累积量、氮肥利用率、叶片叶绿素含量及部分品质指标的影响。结果表明: 纳米膨润土包膜尿素可极显著的提高小白菜的产量, 并可提高 N、P、K 养分累积量和氮肥利用率; 与施用纯尿素处理相比, 施用 15% 纳米膨润土包膜尿素, 减氮肥用量 10% 和 20% 的处理, 氮肥利用率分别提高了 7.9%、8.3%; 施用 20% 纳米膨润土包膜尿素, 减氮肥用量 10% 和 20% 的处理, 氮肥利用率分别提高了 3.6%、12.6%; 所有氮肥处理的小白菜的叶绿素含量均比不施氮肥处理高, 且达到极显著水平, 施用纳米膨润土包膜尿素处理比纯尿素处理有所增加, 但差异不显著; 与施用纯尿素相比, 施用纳米膨润土包膜尿素对维生素 C 含量影响差异不显著, 硝酸盐含量显著上升, 可溶性糖含量显著增加。

**关 键 词:** 小白菜; 纳米膨润土包膜尿素; 养分吸收; 氮肥利用率

中图分类号: S143.1 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)04-0446-04

## Effects of nano-bentonite coated urea on growth and nitrogen use efficiency of cabbage

WANG Shu-juan, LIU Qiang, SONG Hai-xing, RONG Xiang-min, PENG Jian-wei, WANG Xiao-juan

(College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** A soil pot experiment was taken to study the effects of Nano-bentonite coated urea on the yield, nutrient absorption, nitrogen fertilizer use efficiency, leaf chlorophyll content and quality indexes of cabbage. The results showed that nano-bentonite coated urea could significantly improve the yield of cabbage and the accumulation of nutrients, so as the nitrogen use efficiency. Comparing with pure urea, the treatments applied 15% nano-bentonite coated urea while the content of nitrogen decreased about 10% and 20%, the nitrogen use efficiency has also been respectively improved about 7.9%、8.3%; the treatments applied 20% nano-bentonite coated urea while the content of nitrogen decreased about 10% and 20%, the nitrogen use efficiency respectively improved about 3.6%、12.6%. The cabbage chlorophyll content of all the nitrogen treatments are significantly higher than that of the non-nitrogen treatments, and cabbage chlorophyll content in the treatments applied nano-bentonite coated urea was higher than that in the treatment applied conventional urea, but the difference was not significant.

**Key words:** cabbage; nano-bentonite coated urea; nutrients absorption; nitrogen fertilizer use efficiency

已有的研究<sup>[1-9]</sup>表明, 缓控释肥可提高作物产量和肥料利用率, 并能减少氮素的淋失。目前, 国外对缓控释肥料的研究与开发已经取得较大成功, 如美国研发的Osmocote品牌聚合物包衣肥料<sup>[2]</sup>、日本生产的包硫尿素和热固性树脂包衣肥料及含农

药的包衣肥料, 已经占据世界缓控释肥料主要市场。国内对缓控释肥料的研究主要集中在不同材料的包膜尿素和复合肥上, 其中纳米肥料的研究已取得较大进展<sup>[10]</sup>。湖南地区膨润土资源丰富, 膨润土能强烈吸附尿素和 $\text{NH}_4^+$ <sup>[11]</sup>, 并且具有控释作用和保

收稿日期: 2010-12-12

基金项目: 国家“863”计划项目(2007AA021906)

作者简介: 王晔娟(1987—), 女, 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事植物营养与施肥研究, rebacca.11@163.com

水保肥效果<sup>[12]</sup>。笔者采用土培试验方法,研究了纳米级膨润土包膜尿素在小白菜上的应用效果,旨在为研发环境友好型肥料提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试小白菜品种为绿岭四月慢。供试土壤为第四纪红土发育的红黄泥,其土壤 pH 值为 4.84,有机质含量为 20.40 g/kg,全氮、全磷、全钾含量分别为 1.54、0.43、4.78 g/kg,碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为 97.20、10.03、72.99 g/kg。供试肥料为尿素(N 为 46%)、15% 纳米膨润土包膜尿素、20% 纳米膨润土包膜尿素、过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 12%)、氯化钾(K<sub>2</sub>O 为 60%)。

纳米膨润土包膜尿素的制备:用石蜡将纳米膨润土按一定比例包膜于尿素表面,放于烘箱中 20 烘 30 min,备用。

### 1.2 试验设计

试验于 2010 年 4—6 月在湖南农业大学资源环境学院实习基地进行。试验设 6 个处理,处理 1:施用 15% 纳米膨润土包膜尿素,施氮量为常规施氮量<sup>[13]</sup>(氮施用量为 0.35 g/kg)的 90%(0.315 g/kg);处理 2:施用 20% 纳米膨润土包膜尿素,施氮量为常规施氮量的 90%(0.315 g/kg);处理 3:施用 15% 纳米膨润土包膜尿素,施氮量为常规施氮量的 80%(0.28 g/kg);处理 4:施用 20% 纳米膨润土包膜尿素,施氮量为常规施氮量的 80%(0.28 g/kg);处理 5(CK<sub>1</sub>):施用未包膜的纯尿素,施肥量为常规用量(0.35 g/kg);处理 6(CK<sub>2</sub>):不施氮肥,只施磷钾肥。土培试验选用 20 cm×30 cm 白瓷质培养钵,内装过 1 cm 筛的风干土 6.25 kg。氮、磷、钾肥施用

量分别为:0.35、0.10、0.30 g/kg(不施氮肥处理只施磷、钾肥)<sup>[13]</sup>,均做基肥 1 次施入。每处理 5 钵(5 次重复),每钵 3 株,随机区组排列,其他管理一致。于 5 月 3 日播种,6 月 27 日收获。收获后取地上部分,洗净吸干水分后测定整个盆钵小白菜鲜干重以及氮磷钾养分、硝酸盐、可溶性糖、维生素 C 含量。

### 1.3 项目测定方法

土壤的基本理化性状及植株的氮、磷、钾养分,硝酸盐、可溶性糖、维生素 C 含量等均按文献<sup>[14]</sup>的方法测定,其中植株氮、磷、钾含量采用浓硫酸双氧水消解,氮采用凯氏定氮法、磷采用钒钼黄比色法、钾采用火焰光度法测定,硝酸盐含量采用水杨酸-硫酸法、维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚测定法、可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定;叶绿素含量采用 SPAD-502 仪测定,于小白菜 5 片成熟叶时开始隔周测定 1 次 SPAD 值。

植株全氮(磷、钾)=含氮量(磷、钾)×植株干重;  
氮肥利用率=(施氮处理氮素吸收量-不施氮处理氮素吸收量)/肥料氮素量。

### 1.4 数据处理

采用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 进行数据处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 各处理的小白菜产量、养分吸收量及氮肥利用率

由表 1 可知,施用纳米膨润土包膜尿素的处理与施纯尿素处理相比,小白菜产量、氮素利用率差异均达极显著水平,在减氮量 10% 和 20% 情况下也

表 1 不同处理下的小白菜产量、养分含量和氮素利用率

Table 1 The yield, nutrients absorption and nitrogen fertilizer use efficiency under different treatments

处理	干重/g	全氮/mg	全磷/mg	全钾/mg	氮素利用率/%
1	11.04aA	539.6abAB	20.2bcAB	339.9bcBC	17.4bAB
2	11.03aA	454.1cBC	24.2abA	381.4abAB	13.0cBC
3	11.19aA	528.9bAB	21.0bcAB	336.7bcBC	18.9bAB
4	11.61aA	603.0aA	26.6aA	416.5aA	23.2aA
5	9.67bB	383.3dC	20.8bcAB	323.7cBC	8.5dC
6	5.79cC	197.6eD	16.1cB	294.2cC	

表中数据为每钵测得的数值,下同。

可以获得理想的产量,且提高了氮素利用率,处理1、2、3、4分别比纯尿素处理提高7.9%、3.6%、8.3%、12.6%,添加不同比例的膨润土处理之间无差异。从表1中还可看出,纳米膨润土包膜肥料处理,磷肥和钾肥的累积量均有所增加,处理4与施纯尿素处理相比差异达到显著水平,磷肥和钾肥的累积量均有所增加,处理4与施纯尿素处理相比差异达到显著水平。

## 2.2 各处理小白菜维生素C、可溶性糖、硝酸盐含量

由表2可知,施用膨润土包膜的纳米肥料处理的小白菜维生素C含量有所降低,所有处理中以不施肥处理维生素C含量最高;与施纯尿素相比,施用膨润土包膜的纳米肥料对维生素C含量影响差异不显著;硝酸盐含量极显著上升;可溶性糖含量显著增加。

表2 不同处理下小白菜维生素C、可溶性糖、硝酸盐含量

Table 2 Content of vitamin c, soluble suger and nitrate of cabbage under different treatments

处 理	维生素 C 含量/%	可溶性糖/(mg·kg <sup>-1</sup> )	硝酸盐/(mg·kg <sup>-1</sup> )
1	201.3bcAB	0.66aA	11.91aA
2	157.7cB	0.69aA	8.70bA
3	222.8abAB	0.66aA	11.63aA
4	177.6bcB	0.60abA	8.71bA
5	194.2bcAB	0.52bcAB	3.04cB
6	265.6aA	0.43cB	4.15cB

## 2.3 各处理的小白菜叶片 SPAD 值

由表3可知,所有氮肥处理的小白菜的叶片SPAD值均比不施氮肥处理高,且达到显著或极显著水平。

在不同的测定时间内,处理1的叶片SPAD值均为最高值。

表3 不同处理下的小白菜叶片 SPAD 值

Table 3 SPAD value of cabbage leaf under different treatments

处 理	SPAD 值			平均值
	06-03	06-10	06-17	
1	43.4aA	46.9aA	47.6aA	46.0
2	42.7aAB	44.6abA	46.1aA	44.5
3	42.0aAB	45.1abA	46.3aA	44.5
4	41.6aAB	42.1abA	44.6abA	42.8
5	41.6aAB	44.4abA	45.8aA	43.9
6	37.5bB	39.3bA	40.8bA	39.2

## 3 结论与讨论

本试验结果表明,纳米膨润土包膜尿素可以极显著提高小白菜的产量和肥料利用率,但不同添加比例和不同减氮量处理之间差异并不明显,这可能是因为膨润土和肥料与土壤相作的结果,具体的机理还有待于进一步研究。因本试验没有设置不施磷肥和不施钾肥的处理,无法计算磷肥和钾肥利用率,但从植株磷、钾累积吸收量的增加情况,即可

判断磷肥和钾肥利用率也得到了提高,表明纳米膨润土包膜尿素对提高肥料利用率具有重要作用。这与唐栓虎等<sup>[8]</sup>、陈建生等<sup>[9]</sup>、刘键等<sup>[15]</sup>的研究结果一致。

纳米膨润土包膜尿素可促进小白菜生长,提高产量,与前人的研究<sup>[16]</sup>结果一致。所不同的是,对小白菜品质没有明显的改善,可溶性糖含量有所增加,维生素C含量在各处理间差异不明显,而硝酸盐含量有所提高导致品质降低。

提高叶片叶绿素含量是纳米肥料提高作物产量的重要机理之一。纳米膨润土包膜尿素可提高叶片叶绿素含量,可能是与对尿素和  $\text{NH}_4^+$  的强烈吸附可以减少氮肥损失有关。

#### 参考文献:

- [1] 樊小林, 刘芳, 廖照源, 等. 我国控释肥料研究的现状和展望[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(2): 463-473.
- [2] Trenkel M E. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture[M]. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1997: 11.
- [3] 王玉军, 邹应斌, 张夫道. 掺混型缓/控释肥对杂交晚稻产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2009(5): 28-33.
- [4] 唐拴虎, 谢春生, 孙小文, 等. 水稻施用控释肥料生长效应研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(1): 149-152.
- [5] 汪强, 李双凌, 韩燕来, 等. 缓控释肥对小麦增产与提高氮肥利用率的效果研究[J]. 土壤通报, 2007, 38(4): 694-696.
- [6] 肖强, 张夫道, 王玉军, 等. 纳米材料胶结包膜型缓/控释肥料对作物产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(5): 951-955.
- [7] 郑圣先, 刘德林, 聂军, 等. 控释氮肥在淹水稻田土壤上的去向及利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(2): 137-142.
- [8] 唐拴虎, 张发宝, 黄旭, 等. 缓/控释肥料对辣椒生长及养分利用率的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(5): 986-991.
- [9] 陈建生, 唐拴虎, 徐培智, 等. 控释肥料氮素释放规律及其对叶菜类蔬菜生长的影响[J]. 土壤肥料科学, 2004, 20(3): 20-24.
- [10] 张夫道, 赵秉强, 张骏, 等. 纳米肥料研究进展与前景[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(2): 254-255.
- [11] 丁述理, 刘钦甫. 蒙脱石作为尿素缓释基质的试验研究[J]. 矿物学报, 1998, 19(1): 67-71.
- [12] 卢其明, 冯新, 孙克君, 等. 聚合物/膨润土复合控释材料的应用研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 183-186.
- [13] 白厚义. 试验方法及统计分析[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 刘键, 张阳德, 张志明. 纳米生物技术促进蔬菜作物增产应用研究[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(1): 123-127.
- [16] 汤宏, 张扬珠, 龙怀玉, 等. 不同施肥处理对白菜和甘蓝产量及养分吸收的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(6): 705-709.

责任编辑: 刘目前