

包膜尿素对甜瓜产量、氮素吸收和氮肥利用率的影响

许俊香, 徐秋明, 倪小会, 曹 兵

(北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘要: 采用基质盆栽试验研究了包膜尿素与普通尿素对甜瓜产量、氮素吸收和氮肥利用率的影响。包膜尿素一次性接触施肥于幼苗根部。结果表明: 包膜尿素处理的甜瓜产量显著 ($P < 0.01$) 高于常规施氮处理, 增产 19.2% ~ 19.4%; 相比常规施氮, 施用包膜尿素显著降低了果实硝酸盐含量 ($P < 0.05$); 常规施氮处理的植株叶片叶绿素含量在追肥前后出现较大波动, 而包膜尿素处理在甜瓜生长期均比较稳定; 甜瓜植株氮素吸收曲线与包膜尿素氮素释放规律吻合; 施用包膜尿素较常规施氮提高氮肥利用率 1.1 ~ 20.6 个百分点。综上所述, 施用包膜尿素能实现增产、提高氮肥利用率以及改善品质的目的, 是一种有应用前景的新型肥料。

关键词: 甜瓜; 包膜尿素; 产量; 品质

中图分类号: S145.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2009)03-0215-04

Effect of Controlled-release Urea on Melon Yield, N Uptake and N Use Efficiency

XU Jun-xiang, XU Qiu-ming, NI Xiao-hui, CAO Bing

(Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of
Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract: A pot experiment was conducted in order to investigate the effects of common urea and controlled-release urea under different conditions (with different dose and applied methods) on yields, quality, nitrogen uptake and N use efficiency of melon. Controlled-release urea (including 80 % S and 20 % L) was applied in touching placement way with by single basal application. The results showed that controlled-release urea can increase fruit yield, improve quality, heighten N use efficiency. Compared to common urea, applying controlled-release urea increased melon yield by 19.2 % - 19.4 %, decreased the content of nitrate in melon fruit, heightened N use efficiency by 1.1 %. The chlorophyll fluctuation of leaf was small in the whole growing season with the treatment of controlled-release urea when compared to common urea. The accumulation tendencies of dry weight and N uptake were very similar and could be described by S curve, which was consistent with N release tendency of controlled release fertilizer. In sum, controlled-release urea is one kind of new fertilizer that has wide applied prospect.

Key words: Melon; Controlled-release urea; Yield; N uptake; N use efficiency

控释肥是按照某种作物的不同生长期和需要的养分比例以及数量而研制的一种养分释放模式和作物吸收规律基本吻合的新型肥料^[1]。因具有养分释放与作物吸收同步的特点而成为提高氮肥利用效率和减少环境污染的有效途径之一。许多研究表明, 控释肥不仅能满足作物高产优质的需要^[2-4], 还具有作物全生育期肥料一次性基施节省追肥所需的劳

动力投入、减少肥料用量、提高氮肥利用率并减少环境污染等优点^[4,5], 已成为降低环境污染的新型肥料之一。控释肥按照其养分释放模式分为“S”型和“L”型。“L”型控释肥没有明显的滞后阶段。“S”型控释肥溶出阶段分为抑制期和溶出期^[1], 抑制期内养分溶出量很少, 据此可将这种肥料单独施用或与其他肥料按一定比例混配施于作物根部或与种子直

收稿日期: 2008-06-24

基金项目: 北京市科技新星资助项目(2005B37), 北京市科技计划项目(D0706004040131)

作者简介: 许俊香(1977-), 女, 河北滦县人, 助理研究员, 硕士, 主要从事植物营养与新型肥料研究。

通讯作者: 曹 兵(1970-), 男, 湖北公安人, 副研究员, 主要从事植物营养与新型肥料研究。

接接触而不会烧苗或烧根,这种新的施肥方式称为接触施肥,养分释放与作物养分吸收同步,确保作物对肥料的高效利用。

甜瓜是一种需氮量较多的作物,氮素需求规律为前期少、中后期多,N素吸收曲线为典型的“S”型曲线^[6],采用普通速效性氮肥方式不仅需要基肥,还要多次追肥。而控释肥因一次性基施能满足作物养分需求又能节约劳动力投入等优点,已在大白菜、西瓜、水稻、玉米等作物^[4,7-9]上取得良好的经济效益,但在甜瓜上的施用效果还未见报道。因此,本研究据甜瓜养分吸收特征拟配制适合甜瓜生长的控释氮肥,在甜瓜定植时采用一次性基施,旨在满足甜瓜对养分的需求,解决生产中速效氮肥需要多次追肥的问题。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验为基质盆栽试验,于2006年5-8月在北京市农林科学院植物营养与资源研究所温室内进行。试验设4个处理:不施氮肥对照(CK)、常规施氮(U)和2个包膜尿素处理(氮肥用量分别相当于常规施氮量的100%和60%,记作PCU1和PCU2)。常规施氮处理每盆氮用量7.5 g,1/3作为底肥与基质混合;2/3于伸蔓期、膨果期两次追施,追肥方式为将尿素溶于1 L水中,浇施,其他处理浇等量的水。包膜尿素在甜瓜定植时一次性基施于幼苗根部。各处理磷、钾肥用量相同,分别为过磷酸钙每盆26.7 g,硫酸钾每盆20.0 g,全部作为基肥与基质混合。除化学肥料外,各处理还施用100 g桐籽饼(N 3.1%,P 1.3%,K 1.0%),与基质混合。8次重复。

供试基质由草碳、珍珠岩、砂子按体积比5:5:3组成。混匀后称取5.5 kg装入长、宽、高分别为25 cm的塑料盆。

甜瓜供试品种为日本黄,生长期70 d。采用基质穴盘育苗,幼苗长到2片真叶时定植,每盆定植一株。移栽当天浇水2 L,以后视基质干湿状况灌溉。主蔓留一个果,保持留果位一致。

包膜尿素由北京市农林科学院植物营养与资源研究所控释肥室研制。采用S型包膜尿素(占施氮量的80%,含氮量39.4%)和L型包膜尿素(占施氮量的20%,含氮量42.0%)混配而成,25℃恒温水浸泡条件下释放期分别为65 d和59 d。

1.2 测试项目与方法

1.2.1 甜瓜产量、氮素吸收、氮肥利用率、叶片叶绿素 甜瓜幼苗于5月26日定植,8月2日收获。生

长期间分别于6月12日,6月29日,7月10日,7月20日破坏性取植株,每个处理一次取一株,收获时即8月2日每个处理取3株。取样时测定叶片叶绿素含量、植株鲜质量、植株干质量和甜瓜产量。植株生长期摘下的侧枝侧蔓计入植株鲜、干质量内。叶片叶绿素含量采用日本产叶绿素仪 SPAD-502,测定最顶部完全展开的叶片,以SPAD值表示。植株鲜样于105℃烘箱内杀青30 min,然后80℃烘干至恒质量,磨碎,留作全氮测定,全氮采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消煮标准酸滴定法测定。植株氮素吸收:植株干质量 \times 全氮含量。氮肥利用率(%)=(施氮处理植株N素吸收量-对照植株N素吸收量)/施氮量 $\times 100$ 。

1.2.2 甜瓜品质 甜瓜收获时测定果实VC、硝酸盐、可溶性糖。VC采用2,6-二氯酚酚滴定法测定;硝酸盐采用紫外分光光度法测定;可溶性糖采用蒽酮法测定。

1.2.3 包膜尿素氮素溶出测定 6月12日,6月29日,7月10日,7月20日和8月2日植株取样时,将塑料盆中的包膜尿素挑拣出来,冲洗干净,砸碎溶于250 mL容量瓶中,采用对二甲氨基苯甲醛——分光光度法测定包膜尿素中残余的氮量,然后用总施氮量减去残余氮量,既得溶出氮量。

1.2.4 统计分析 采用SAS软件包对数据进行单因素方差分析,1%显著水平。

2 结果与分析

2.1 甜瓜生育期内叶片叶绿素含量的动态变化

从图1可以看出,甜瓜生育期内施氮处理的叶片叶绿素含量高于不施氮处理。有资料报道叶绿素含量可以间接反映氮的供应情况^[10],充足的氮素供应使植株叶色正常。施用包膜尿素的植株生长期间叶片叶绿素含量波动范围很小,在SPAD值39.0~48.4。而常规施氮处理(U)叶片叶绿素含量波动范围较大,在36.0~53.4,叶绿素含量先是降低,2次追肥后开始升高,随植株不断消耗氮叶绿素含量又逐渐降低。造成这种现象的主要原因是包膜尿素由于包膜的存在,阻碍了水分从膜外穿过微孔渗入到膜内从而减缓了尿素的水解速度,养分从膜内向外出溶也变得更缓慢,养分释放与转化同步,因而提供给植物的养分比较均匀;尿素属于速效性肥料,在土壤中转化很快,通常情况下施入土壤5~6 d转化即达到高峰^[11,12],故植株吸收氮素也会出现高峰,叶片叶绿素含量波动很大。

2.2 包膜尿素对甜瓜品质的影响

硝酸盐含量高低与人体健康有十分密切的关

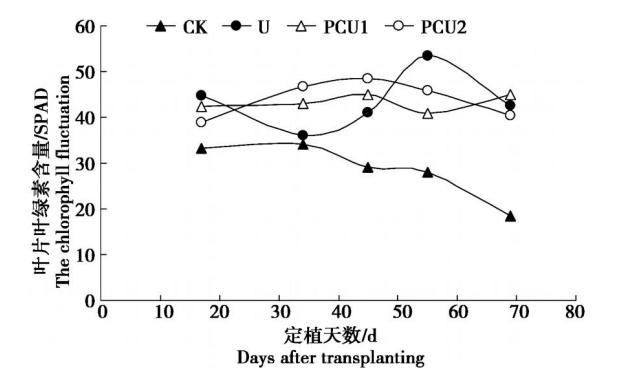


图1 甜瓜叶片叶绿素动态变化

Fig. 1 The chlorophyll fluctuation in melon growing season

系,一般认为,人体摄入的硝酸盐 80 %以上来源于蔬菜,所以硝酸盐含量是衡量蔬菜品质的重要指标。不同处理甜瓜果实的相关品质列于表 1。从表 1 中可以看出,施用包膜尿素相比常规施氮显著降低了甜瓜果实的硝酸盐含量,降幅在 19.7 % ~ 39.2 %,出现这种结果的原因可能是包膜尿素养分释放比较缓慢均匀^[13,14],避免了高浓度氮在基质中的积累,从而降低甜瓜对氮素的奢侈吸收;此外,包膜尿素在土壤中养分持续缓慢释放,养分释放与转化同步,不像普通尿素在土壤中快速转化为硝态氮,因此包膜尿素的转化产物中 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 有一定提高,致使植株根系吸收硝态氮减少,降低了甜瓜果实中的硝酸盐含量。Masako TAKEBE^[15]研究表明施用控释肥可以提高土壤中 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 的比率从而降低作物硝酸盐含量,本研究结果刚好与之吻合。施用包膜尿素相比常规施氮,维生素 C 含量与可溶性糖含量并没有显著提高。

表 1 甜瓜果实品质

Tab.1 Quality of melon fruit			
处理 Treatment	硝酸盐 / (mg/ kg) Nitrate content	维生素 C / (mg/ kg) Vitamin C content	可溶性糖/ % Soluble sugar content
CK	16.48 d	10.9 b	7.08 b
U	62.71 a	14.1 ab	8.14 ab
PCU1	38.11 c	14.1 ab	8.53 a
PCU2	50.35 b	15.6 a	9.17 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异达到 5 %显著水平,表 2 同。
Note: Data with different small letter means differences at $\alpha = 0.05$, the same table 2.

2.3 包膜尿素对甜瓜产量和氮肥利用率的影响

不同处理甜瓜产量和氮肥利用率列于表 2。施氮处理不同程度增加了甜瓜产量,增幅为 48.5 % ~ 77.3 %。氮素是作物产量形成的基础,施氮可以促进作物对氮素的吸收,从而提高产量。包膜尿素处理较常规施氮处理产量增幅为 19.2 % ~ 19.4 %,尤其施氮量减少 40 %情况下,产量不降反增,原因之一一是包膜尿素采用根部接触施肥,肥料处在根系分

布密集区,减少了养分空间运移距离,利于根系对养分的吸收^[16];另外,由于包膜尿素养分缓慢释放,通过氨挥发和淋洗造成的损失减少,作物吸收的有效养分增加,故产量提高。控释肥由于工艺等原因成本相对较高,在农业生产中推广有一定难度。本试验表明降低肥料用量在保证作物产量和品质的前提下降低农业生产成本是可行的。有资料报道控释肥施用到水稻上保证不减产情况下可减少 30 %甚至 50 %的氮用量^[16]。由此可见,在农业生产中,可以通过大幅度降低控释肥用量来降低肥料成本,提高生产者的经济效益。

施用包膜尿素提高了甜瓜氮肥利用率 1.1 % ~ 20.6 的百分点。

表 2 甜瓜产量、氮素吸收和氮肥利用率

Tab.2 Melon yields, N uptake and N use efficiency		
处理 Treatment	单株产量/ g Yields	氮肥利用率/ % N use efficiency
CK	632.3 c	-
U	939.1 b	37.8 ± 4.9
PCU1	1 121.0 a	38.9 ± 5.2
PCU2	1 119.6 a	58.4 ± 6.5

2.4 包膜尿素氮素溶出与甜瓜氮素吸收的同步性

由图 2 看出,施用包膜尿素的植株氮素吸收表

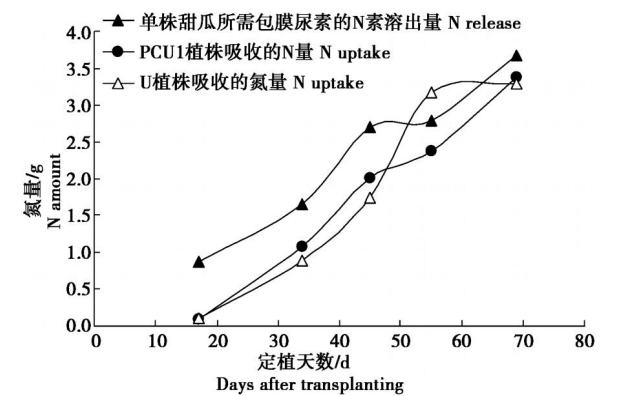


图 2 控释尿素养分溶出和甜瓜氮素吸收

Fig. 2 N release from controlled release fertilizer and N uptake of melon crop

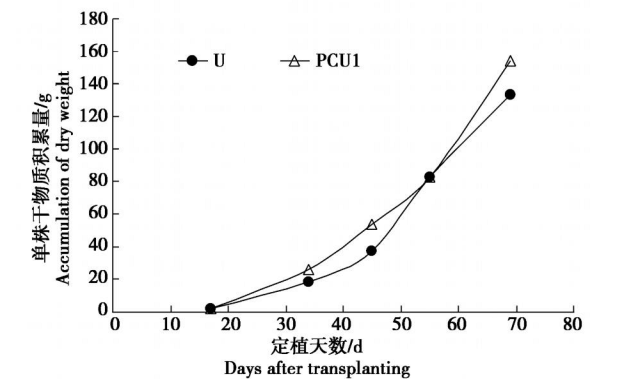


图 3 甜瓜单株干质量动态变化

Fig. 3 Dry weight during the melon growing season

现为前期低、中后期高的趋势,特点与包膜尿素氮素溶出曲线吻合。甜瓜生长前期“S”型肥料养分释放缓慢,甜瓜所需的养分应主要由“L”型肥料提供,虽然其养分释放量稍高(相对S型),但在所配肥料中所占比例很小,所以不会出现肥料养分释放量高、盐分浓度大而烧苗的现象;在中后期,S型肥料抑制期过后,养分释放明显加快,与L型肥料共同提供甜瓜所需的养分。包膜尿素一次性施用,满足甜瓜不同生育阶段对N素的吸收强度和容量,提高了甜瓜产量和氮肥利用率,解决了生产中常规施肥多次追肥的问题,节约了劳动力投入。常规施肥处理的植株在追肥后才使甜瓜植株氮素吸收量高于包膜尿素,由于其干质量并不高于包膜尿素处理(图3),高吸收量来源于植株体内氮素浓度过高,必定会影响甜瓜品质。

3 结论

本试验将“S”型包膜尿素和“L”型包膜尿素按一定比例混配,于甜瓜幼苗定植时施用到幼苗根部,甜瓜长势良好,产量、品质、肥料利用率均有不同程度的提高。施用包膜尿素较常规施氮提高甜瓜产量19.2%~19.4%;提高氮肥利用率1.1~20.6个百分点。施用包膜尿素较常规施氮处理相比,显著降低了果实硝酸盐含量,而维生素C和可溶性糖含量没有显著提高。包膜尿素氮素溶出规律与甜瓜氮素吸收趋势吻合。

参考文献:

- [1] Sadao Shoji. MEISTER-Controlled Release Fertilizers [M]. Japan: Konno Printing Company Ltd Sendai, 1999.
- [2] 郑圣先, 聂军, 熊金英, 等. 控释肥料提高氮素利用率的作用及对水稻效应的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(1): 11 - 16.
- [3] 易镇邪, 王璞, 张红芳, 等. 氮肥类型与施用量对夏玉米生长发育及氮肥利用的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(1): 115 - 120.
- [4] 曹兵, 徐秋明, 李亚星. 不同控释肥品种对大白菜产量、氮素吸收和品质的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(3): 41 - 45.
- [5] 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.
- [6] 林多, 黄丹枫. 基质栽培甜瓜矿质营养吸收规律的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(1): 112 - 116.
- [7] 王鑫. 控释尿素配比对西瓜生长、品质和土壤肥力的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(5): 20 - 25.
- [8] 唐拴虎, 徐培智, 陈建生, 等. 一次性施用控释肥对水稻根系活力及养分吸收特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(4): 591 - 596.
- [9] 王庆成, 李宗新, 刘霞, 等. 不同肥料运筹对夏玉米的生产效应[J]. 土壤肥料科学, 2007, 23(6): 396 - 400.
- [10] 李刚华, 丁艳锋, 薛利红, 等. 利用叶绿素计 (SPAD-502) 诊断水稻氮素营养和推荐追肥的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(3): 412 - 416.
- [11] 高鹏程, 张一平, 张海, 等. 水热耦合作用下尿素转化为铵态氮的动力学模型[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(1): 21 - 26.
- [12] 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.
- [13] Attila omb 6i, Sayako kosuge, Masahiko Saigusa. Effects of polyolefin-coated fertilizer on nutritional quality of spinach plant[J]. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23(10): 1495 - 1504.
- [14] 李东坡, 梁成华, 武志杰, 等. 缓/控释氮素肥料玉米苗期养分释放特点[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 166 - 169.
- [15] Masako TAKEBE, Nobuhito SATO, Kaoru ISHII. Effect of slow-releasing nitrogen fertilizers on the contents of oxalic acid, ascorbic acid, sugars and nitrate in spinach (*Spinacia oleracea* L.) [J]. Soil Sci Plant Nutr, 1996, 67: 147 - 154.
- [16] 曹兵, 徐秋明, 任军, 等. 延迟释放型包衣尿素对水稻生长和氮素吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(3): 352 - 356.