

# 长效肥料 ENTEC 对野生刺苋驯化栽培的影响

李蕾, 符小琴, 韦带莲, 杨超

(海南师范学院生物系, 海口 571158)

**摘要** 探讨了含有硝化抑制剂 DMPP(3,4-二甲基吡唑磷酸盐)的长效肥料 ENTEC 对刺苋 (*Amaranthus spinosus* L.) 干物质积累及其氮素利用的影响。结果表明: 与尿素处理相比, ENTEC 对提高刺苋干物质积累作用不明显, 其最大生长速率出现时间较晚; 施用 ENTEC, 土壤含氮量较高, 且下降速度较慢, 说明其具有较强的防止氮素流失的作用。同时, ENTEC 有利于提高氮素的利用率, ENTEC 处理的植株氮素利用率比尿素处理提高了 41.56%。另外, ENTEC 能促进刺苋对磷、钾素的吸收。

**关键词:** 刺苋; 长效肥料; 硝化抑制剂; 生长效应; 氮素利用

**中图分类号:** S143.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2004)02-0010-04

**Effects of long-acting fertilizer ENTEC on the culture of *Amaranthus spinosus* L.** LI Lei, FU Xiao-qin, WEI Dai-lian, YANG Chao (Department of Biology, Hainan Normal University, Haikou 571158, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2004, 13(2): 10-13

**Abstract:** Effects of a long-acting fertilizer ENTEC that contains 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP, a new nitrification inhibitor) on the growth and nitrogen utilization of *Amaranthus spinosus* L. were studied. The results show that ENTEC plays lesser role on the dry-matter accumulation than urea. The time of maximum growth rate of *A. spinosus* treated with ENTEC appears later than urea and CK. The N content of soil treated with ENTEC is high, and its decreased rate is slow. ENTEC can enhance the N recovery, the nitrogen utilization of *A. spinosus* fertilized with ENTEC is higher 41.56% than urea. Otherwise, ENTEC can promote the absorption to P and K of *A. spinosus*.

**Key words:** *Amaranthus spinosus* L.; long-acting fertilizer; nitrification inhibitor; growth; nitrogen utilization

刺苋 (*Amaranthus spinosus* L.) 是热带地区较常见的野生蔬菜之一。其分布广, 营养丰富, 生长速度快, 适应性强, 能适应高温炎热的气候, 是夏季优良的叶菜种类<sup>[1]</sup>。刺苋人工栽培试验表明, 土壤中 N 素缺乏限制了刺苋的生长, 普通化学肥料的使用, 可提高刺苋产量。由于海南岛具有水热同步、降雨量丰富等气候特点, 普通氮肥易遭淋失, 使得作物对氮素的利用率降低, 同时造成地下水硝酸盐污染。因而, 缓/控释肥料、长效肥料的研究及应用是解决这一问题的有效途径<sup>[2-5]</sup>。

目前, 新型的硝化抑制剂 3,4-二甲基吡唑磷酸盐 (3,4-dimethylpyrazole phosphate, DMPP) 已完成试验阶段, 开始投入商业生产。实验证明, DMPP 能有效减少  $\text{NO}_3^-$  的淋溶, 降低  $\text{N}_2\text{O}$  的释放, 同时对土壤中  $\text{CH}_4$  的氧化无负作用。它释放氮素速度低, 效率高, 成本低, 用量少, 用量仅为  $0.5 \sim 1.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ <sup>[6]</sup>。对多种蔬菜的试验表明, 含有 DMPP 的长效肥料 ENTEC 可明显提高作物产量和氮素的利用率。

本实验采用长效肥料 ENTEC, 以尿素作为对比, 探讨 ENTEC 对刺苋生长的影响及植株对氮、磷和钾吸收的动态变化, 为刺苋的大面积人工驯化栽培及开发利用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

野生刺苋种子分别于 2002 年和 2003 年 2 月采自海南甘什岭保护区海拔 450 m 的林下。实验在海南师范学院植物园中进行。实验区土壤为砖红壤, 有机质  $4.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全氮  $0.915 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全磷  $0.813 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全钾  $1.390 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , pH 5.4。

实验设 3 个处理: 对照 (不施用任何肥料); ENTEC (含氮量 14.4%); 尿素 (含氮量 46%)。参考

收稿日期: 2003-09-01

基金项目: 海南省自然科学基金资助项目 (39909)

作者简介: 李蕾 (1964-), 女, 湖北武汉人, 博士研究生, 副教授, 主要从事植物营养方面的教学与研究。

其他蔬菜生产的肥料用量, ENTEC 施用量为  $4.68 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 尿素为  $14.95 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。实验采用完全随机区组设计, 小区面积  $2 \text{ m}^2$ , 重复 3 次。ENTE C 与尿素作为基肥施入土壤, 并立即翻入  $5 \text{ cm}$  深度的土层中。植株条播种植, 行距  $5 \text{ cm}$ , 实验区与周围其他实验区间隔  $1 \text{ m}$ 。实验期间进行常规田间管理。

从刺苋出芽率达 50% 时开始取样, 每隔 10 d 采样 3 株, 烘干并称重。土样的采集为每块地多点混合采集。采回后, 放入培养皿中风干研磨, 过 100 目筛, 放入烘箱中  $105^\circ\text{C}$  烘干, 备测磷、钾用; 过 60 目筛, 风干, 备测氮用。实验前采取基础土样, 取样深度  $0\sim 15 \text{ cm}$ 。采用凯氏定氮法测氮含量; 用钼锑抗比色法测磷含量; 用原子吸收分光光度计 (GG-5) 测钾含量<sup>[7]</sup>。

## 2 结果和分析

### 2.1 长效肥料 ENTEC 对刺苋干物质积累的影响

不同处理组刺苋干物质积累的动态变化如图 1 所示, 各处理组干物质积累动态均可用 Logistic 方程模拟。随着刺苋生育期的延长, 各处理组植株干物质积累逐渐增加。生育前期 3 处理组间无明显差异, 随生育期的延长, 不同处理对干物质积累影响逐渐加大, 表现出尿素处理组刺苋干物质积累高于 ENTEC 处理, 不施肥料的对照组干物质积累最低。由此可知, ENTEC 对刺苋干物质积累增加无明显作用。这与利用另一种野生蔬菜闭鞘姜 [*Costus speciosus* (Koen.) Smith] 所做的实验结果不同(待发表), ENTEC 对闭鞘姜干物质积累有明显促进作用。

刺苋单株生长速率曲线(见图 2)表明, 生育前期尿素处理组植株生长速率一直高于另 2 组处理, 出芽约 56 d 后, 尿素处理组的植株生长速率低于 ENTEC 处理组, 与对照组植株生长速率相近。3 个处理组的最大生长速率分别出现在第 50 天 (ENTE C)、第 42 天 (尿素) 和第 48 天 (CK)。可见 ENTEC 处理组植株最大生长速率出现较晚。

根据以上结果可知, ENTEC 作为长效肥, 对植株生长的影响是缓慢的; 而尿素作为速效肥, 对植株生长作用较快, 并较早达到最大生长速率。因此对于生长期较短的刺苋来说, 尿素对其产量的影响明显高于 ENTEC。

已有的研究报道多数认为硝化抑制剂可提高作

物产量。有研究表明, 硝化抑制剂 Nirrapyrin 对棉花、甜玉米产量提高有促进作用; Huber 等的结果也表明, Nirrapyrin 可提高小麦和玉米产量 15% ~ 20%; Pasda 等认为 DMPP 对一些农作物有较好的增产效果<sup>[8~10]</sup>; Frye 等则认为硝化抑制剂 DCD 对提高美国东南部农作物的产量作用不明显<sup>[11]</sup>。本实验结果表明, ENTEC 的增产效应与作物种类有关, 可根据作物种类、生育期长短选用适当的长效肥及其施用浓度。

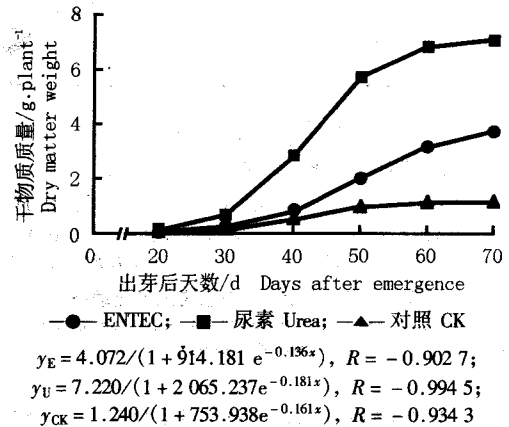


图 1 不同处理组刺苋干物质积累动态  
Fig. 1. Dry matter accumulation curve of *Amaranthus spinosus* L. in different treatments

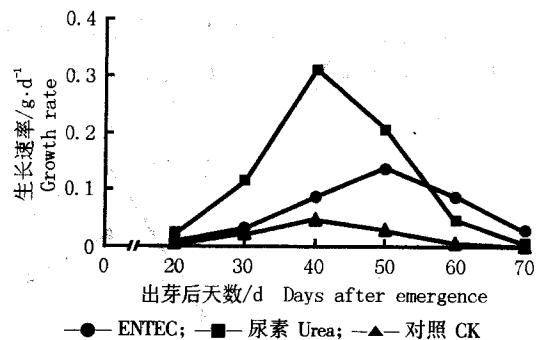


图 2 不同处理组刺苋单株生长速率曲线  
Fig. 2 Plant growth rate curve of *Amaranthus spinosus* L. in different treatments

### 2.2 长效肥料 ENTEC 对刺苋氮素吸收的影响

刺苋在出苗后 33 d, ENTEC 及尿素处理组土壤氮含量明显高于对照。随处理时间的延长, 3 个处理组土壤氮含量呈下降趋势, 均可用三元曲线模拟(见图 3)。由图 3 可见, 尿素处理组土壤氮含量下降速度最大, 后期低于对照; 施用 ENTEC 土壤氮含

量也呈下降趋势,但其下降速度较小,说明施用尿素土壤氮素损失较施用 ENTEC 高。

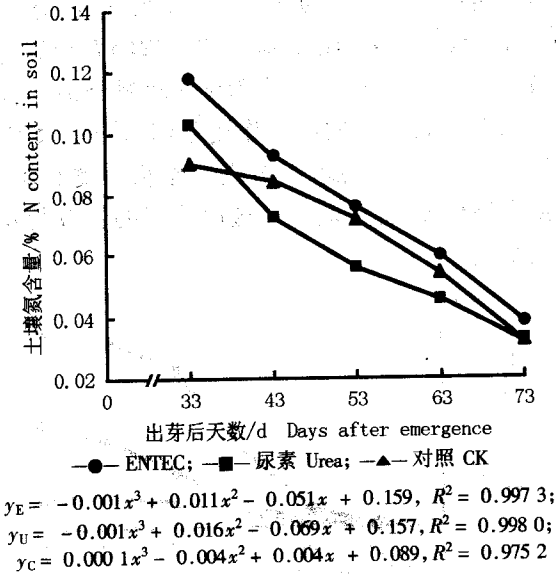


图3 不同处理组土壤氮含量的变化动态  
Fig. 3 The change dynamics of N content of soil in different treatments

3个处理组植株氮含量的动态变化结果表明(图4),随着生长时间的推移植株含氮量逐渐增加。施氮处理的植株氮含量较对照有显著提高,表明施氮促进了刺苋对氮素的吸收,但 ENTEC 处理与尿素处理间无明显差异。此外,在出苗后 33~48 d 期间, ENTEC 处理植株氮含量较尿素处理植株高,而

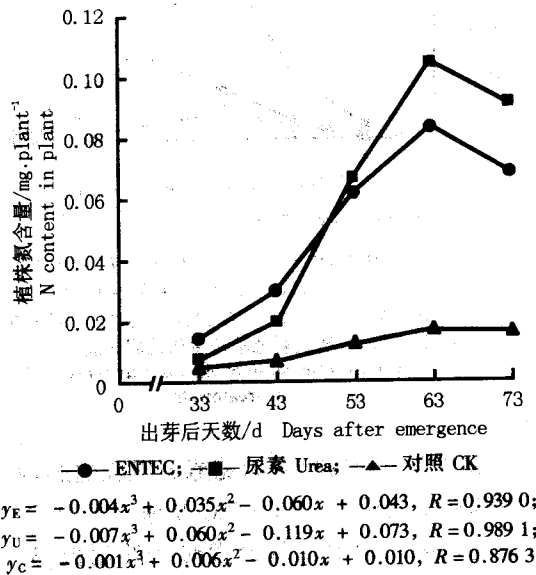


图4 不同处理组刺苋植株氮含量的变化动态  
Fig. 4 The change dynamics of N content of *Amaranthus spinosus* L. in different treatments

在 48 d 后低于尿素处理。可能由于 ENTEC 处理组土壤中有 DMPP 的作用,因而积累较多的  $NH_4^+$ ,而刺苋对  $NO_3^-$  的吸收易于对  $NH_4^+$  的吸收,也表明不同植物种类对不同类型的氮素吸收敏感程度不同。

2种施氮处理的植株氮利用率计算结果见表1。 ENTEC处理组的氮利用率为63.78%,尿素组为22.22%, ENTEC 处理组比尿素处理组的氮利用率高出41.56%。郑圣先等对水稻氮素利用率的研究也得出相同结论<sup>[12]</sup>。

表1 不同处理组刺苋氮利用率比较

Table 1 Comparison of N recovery of *Amaranthus spinosus* L. in different treatments

处理 Treatment	吸收肥料氮量/ $g \cdot m^{-2}$ Fertilizer N uptake	N 利用率/% N recovery
尿素 Urea	3.322	22.22
ENTEC	2.985	63.78

### 2.3 长效肥料 ENTEC 对刺苋磷、钾吸收的影响

不同处理组刺苋植株磷含量的动态变化见图5。随着刺苋生育期的延长,各处理组植株中磷含量逐渐增加,在出芽 33 d 后,3个处理组的刺苋磷含量均呈上升趋势,其变化符合三元曲线。在出芽后 33~63 d 表现为 ENTEC 处理植株磷含量最高,尿素处理次之,CK 最低,表明 ENTEC 可促进植株磷的吸收。出芽 63 d 后, ENTEC 和尿素处理组的植株磷含量急剧下降。分析其原因,可能与此时成熟种子已脱落有关。刺苋植株在出芽后 50 d 开始进入生殖生长,10 d 后种子渐成熟,已成熟种子极易脱落,故最后一次采样有部分种子损失,而种子可能是生长后期磷贮存中心,因而造成磷含量下降。进一步的研究可探讨刺苋各器官的磷含量变化,以确定其分配比例及植株中磷的流向。

不同处理组刺苋植株钾含量的变化见图6,随着刺苋生育期的延长,各处理组植株中钾含量逐渐增加。 ENTEC 和尿素处理组植株钾含量变化符合三元曲线,而对照组植株钾含量变化动态可用幂函数拟合。3个处理组的植株钾含量变化动态始终表现为 ENTEC 处理植株最高,尿素处理次之,CK 最低,表明 ENTEC 对植株钾的吸收有明显的促进作用。张秋英的实验也表明,缓释/控释肥料均能一定程度的增加植株中钾含量<sup>[13]</sup>。也有研究指出,多施氮肥,即使钾肥施用量很少,甚至不施钾肥,也不会出现钾缺乏症<sup>[14]</sup>。

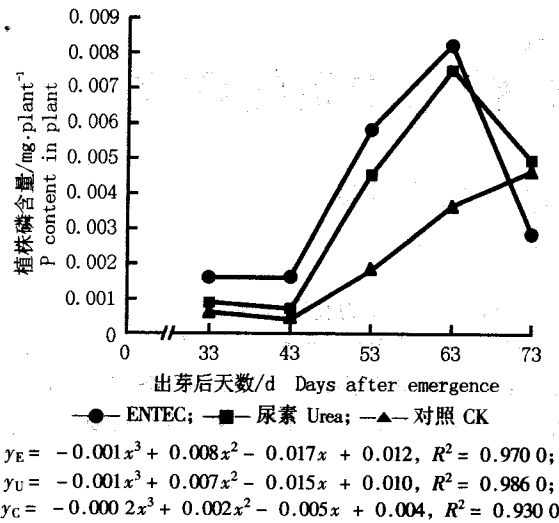


图5 不同处理组刺苋植株磷含量的变化动态  
Fig. 5 The change dynamics of P content of *Amaranthus spinosus* L. in different treatments

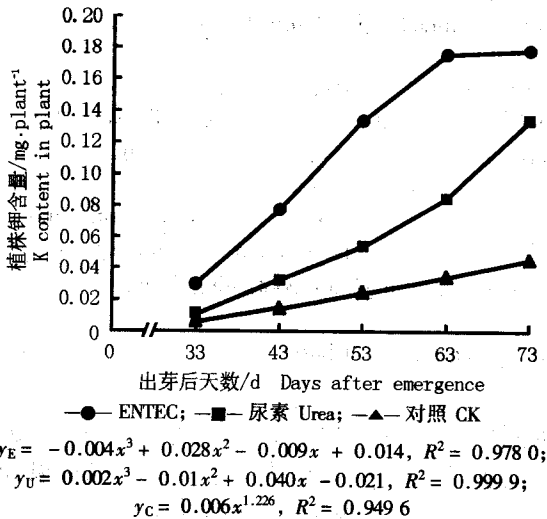


图6 不同处理组刺苋植株钾含量的变化动态  
Fig. 6 The change dynamics of K content of *Amaranthus spinosus* L. in different treatments

### 3 结 论

1) ENTEC 对提高刺苋干物质积累作用不明显,其最大生长速率出现时间较晚。结合另一野生蔬菜闭鞘姜的研究结果,表明 ENTEC 对作物生长具有缓速持续的效果;对产量增加的作用则依作物种类不同有所区别,对于生育期较长的作物具有明显促进作用。可适当增加 ENTEC 用量以进一步探讨 ENTEC 对刺苋增产的作用。

2) 与尿素相比,施用 ENTEC 的土壤氮含量较高,且下降速度较慢,说明其具有较强的防止氮素流失的作用。同时,ENTEAC 有利于提高氮素的利用率,ENTEAC 处理植株的氮素利用率比尿素处理提高了 41.56%。

3) ENTEC 处理能明显促进刺苋对磷和钾素的吸收。

#### 参考文献:

- [1] 党选民,王祝年,谢始辉.海南岛野生蔬菜资源调查研究及开发利用[J].中国野生植物资源,2000,19(5):27-29.
- [2] 林清火,罗 微,林剑沐,等.砖红地区旱地土壤肥料养分淋失研究[J].热带农业科学,2003,23(1):61-66.
- [3] 黄益宗,冯宗炜,王效科,等.硝化抑制剂在农业上应用的研究进展[J].土壤通报,2002,33(4):310-315.
- [4] Reeves D W, Touchton J T. Relative phototoxicity of dicyandiamide and availability of its nitrogen to cotton corn and grain sorghum[J]. Soil Sci Soc Am J, 1986, 50: 1353-1357.
- [5] 朱兆良,文启孝.中国土壤氮素[M].南京:江苏科学技术出版社,1992.
- [6] Barth G, Tucher S, Schmidhalter U. Influence of soil parameters on the 3,4-dimethylpyrazole phosphate as a nitrification inhibitor [J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(2):98-102.
- [7] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1984.79-278.
- [8] Zerulla W, Barth T, Dressel J. 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP)—a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture[J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(2):79-84.
- [9] Pasda G, Haehndel R, Zerulla W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP(3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield of agricultural and horticultural crops [J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(2):85-97.
- [10] Haehndel R, Zerulla W. Wirkung auf Ertrag und Qualitaet von Gemuese bei ENTEC-Duengung [J]. Gemuese, 2000, 36(3):13-16.
- [11] Frye W W, Graetz D A, Locascio S J, et al. Dicyandiamide as a nitrification inhibitor in crop production in the southeastern USA[J]. Commun in Soil Sci Plant Anal, 1989, 20(19/20):1969-1999.
- [12] 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.
- [13] 张秋英,赵 平,刘晓冰.缓释、控释肥料对大豆产量的影响[J].大豆科学,2002,21(3):191-193.
- [14] 日本农山渔村文化协会.蔬菜生物生理学基础[M].聂和民,周宗模,刘步洲,等译.北京:农业出版社,1985.