

PBP 对土壤硝化作用的影响及对小白菜增产效应的研究

牛治宇, 何 鹏, 吴 敏

(中国热带农业科学院橡胶研究所 农业部热带作物栽培生理学重点开放实验室, 海南 儋州 571737)

摘 要:采用盆栽试验方法研究了香蕉假茎汁液提取物—PBP 对土壤硝化作用及对小白菜产量的影响。结果表明, PBP 系列物质能抑制铵态氮在土壤中的转化, 减缓土壤铵态氮的转化速率和土壤硝态氮的生成量、生成速率。同时, PBP 系列物质对盆栽小白菜有显著或极显著的增产效果。

关键词: PBP; 土壤; 硝化作用; 增产效应

中图分类号: S131.2 文献标识码: A 文章编号: 1672 – 2043 (2004) 02 – 0228 – 03

Influence of Polyphenols of Banana Pseudostem (PBP) on Soil Nitrification and Biomass of Pakchoi

NIU Zhi-yu, HE Peng, WU Min

(Rubber Research Institute, CATAS, Key Laboratory for Tropical Physiology, Ministry of Agriculture, Danzhou 571737, China)

Abstract: We tested benefits of polyphenols of banana pseudostem on soil nitrification and biomass of pakchoi using a pot experiment. The results showed that a series of PBP extracted from banana pseudostem were capable of inhibiting transformation of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, into $\text{NO}_3^- - \text{N}$. Compared with the control test, receiving N fertilizer two times higher than other treatments, at the 21st day, the contents of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ in other treatments were almost as same as the treatment, excluding the treatment of PBP4. At the 49th day, the treatments of PBP1 – 3 could reduce the transformation of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ by 11.9% ~ 33.7% in the soil. Compared with other ordinary nitrogen – inhibitors, the treatments of PBP1 – 3 could postpone seven days of forming perk for $\text{NO}_3^- - \text{N}$ in the studied soil, and furthermore, PBP4 could also shortly retard the soil nitrification before the 7th day. In the meantime, compared with the treatments of CK and the treatment with another nitrogen – inhibitor DCD, the series of PBP used in the present study could significantly increase the biomass of pot – planted pakchoi.

Keywords: polyphenols of banana pseudostem (PBP); nitrification; effect of increased biomass

一般来说, 比较理想的硝化抑制剂都具有以下特点: 低成本、高效、安全、应用方便和对环境无影响或影响较小^[1]。目前报道具有硝化抑制作用的化学物质有乙炔、双氰铵和 2 氯 6 (三氯甲基) 吡啶等近 50 种^[1], 但化学物质作硝化抑制剂, 却难以完全解决对作物生长和土壤环境产生的不良影响^[2]。自然界中存在着能抑制硝化作用的物质, 如朱兆华等^[3]报道改性造纸黑液木质素 (AOL) 具有良好的氮素缓释性能和较小的淋溶损失, 李宝珍等^[4]报道植物性硝化抑制剂 P5、P7 能改善茼蒿的品质。

香蕉是一种重要的热带水果, 我国香蕉假茎的年生物量近 1 000 万 t, 是一种重要的农业生物资源, 但长久以来未能得到合理的开发利用。在通过室内培养

试验发现, 香蕉假茎榨出的汁液具有硝化抑制作用的基础上 (此试验结果将另外发表), 本研究利用一系列工艺方法从香蕉假茎榨出的汁液中提取 PBP 系列物质, 通过盆栽试验考察了其硝化作用的抑制情况和对小白菜的增产效果。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试土壤

供试土壤采自中国热带农业科学院橡胶研究所实验基地, 其基本理化性质为 OM3.4 g · kg⁻¹, 全氮 0.2 g · kg⁻¹, 全磷 0.9 g · kg⁻¹, 全钾 17.1 g · kg⁻¹, 硝态氮 8.8 mg · kg⁻¹, 铵态氮 4.1 mg · kg⁻¹, 有效磷 198.6 mg · kg⁻¹, 有效钾 186.1 mg · kg⁻¹, pH6.3。

1.1.2 供试白菜

四季白菜, 海南省种子公司生产。

收稿日期: 2003 – 07 – 06

基金项目: 海南省自然科学基金 (N039903)

作者简介: 牛治宇 (1969—), 男, 安徽人, 硕士, 主要从事植物营养与新型肥料的研究和开发工作。E – mail: wwumin1@sina.com

1.1.3 供试肥料

硫酸铵、磷酸二氢钾、碳酸钙、DCD 均为分析纯。

1.1.4 PBP 系列物质的制备

香蕉收获后残留下的假茎立即榨汁并除去滤液中的残渣,然后按一定比例加入提取剂并充分混匀,沉淀解析 10 h 左右,去清液留沉淀部分,加入稳定剂混匀,然后离心浓缩并于 50 ℃ 烘干,即得粉状 PBP (Polyphenols of banana pseudostem,简称 PBP),并根据提取工艺和加工方法不同把 PBP 分为不同的种类。

1.2 试验方法

试验从 2002 年 11 月 4 日开始在中国热带农业科学院橡胶所网室内进行,试验共设 CK、PBP1、PBP2、PBP3、PBP4、DCD 6 个处理。供试盆钵内径为 19 cm、高 17.5 cm,试验中每个盆钵装入过 1 mm 筛的细土 4 kg,肥料用量分别为硫酸铵 2.36 g(CK 处理施 4.72 g),酸氢钾 1.2 g,碳酸钙 0.44 g。同时,DCD 处理中每盆另加 0.5 % DCD 24 mL, PBP 处理中 PBP 用量与 DCD 处理中 DCD 的用量对应,小白菜移栽前 PBP 与土壤充分混匀,其余肥料及 DCD 以液体的形式充分混匀后在小白菜移栽的当天浇入土壤(此前在装好 4 kg 细土的盆钵内作渗透试验,用以确定渗透 4 kg 细土所需的最低液体体积,以便把每盆钵所需的固体肥料用水稀释到相同的体积再浇入土壤)。

试验中每盆种植菜苗 7 株,试验共种植小白菜 216 盆,分 3 区组排列在网室内,每区组内每处理共 12 盆,区组内各盆随机排列,并且试验中每天都随机交换位置一次。

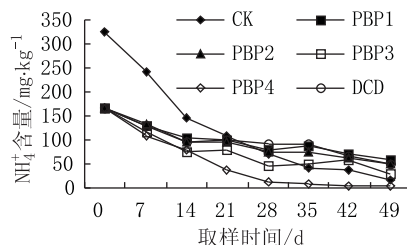
试验共计 49 d,期间取样 7 次,其中前二次取样,每盆取 2 株,每处理每重复共计有 24 株小白菜供分析用。第 3、4 次取样每盆取 1 株,每处理每重复共计有 12 株小白菜供分析用。第 5、6、7 次取样共取 4 盆,每处理每重复共计有 4 株小白菜供分析用。试验期间每次植株样品取完后,利用 1.5 cm 孔径的硬质塑料管采集取样植株生长范围内的土壤供分析用。

试验中所取植株样品测定鲜重、干重、植株全氮含量,土壤样品测定硝态氮和铵态氮含量。测定方法^[5]分别为植株全氮含量用奈氏比色法、土壤硝态氮含量用紫外分光光度法、土壤铵态氮含量用靛酚蓝比色法。

2 结果与分析

2.1 PBP 对土壤中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转化的影响

盆栽试验的结果表明见图 1、图 2,各处理土壤铵态氮含量基本一直呈下降趋势,但除 PBP4 处理外,



注:0 d 铵态氮含量 = 原始土铵态氮含量 + 施入土壤的肥料中铵态氮含量

图 1 不同取样时间内土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的含量变化

Figure 1 Contents of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ in the tested soil samples taken from various periods

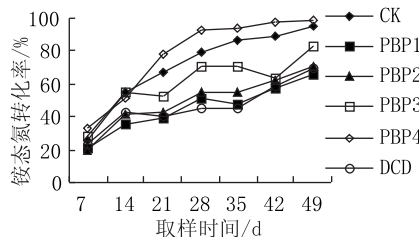


图 2 各取样时间内不同处理土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量相对于 0 d 的损失状况

Figure 2 Percentage of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ in the tested soil taken from various periods against the amount of that in initial time

PBP1 ~ 3 和 DCD 处理土壤铵态氮的下降趋势一直比 CK 处理平缓。在第 7 d,除 PBP3、PBP4 处理外,其余处理土壤铵态氮转换率均低于 CK 处理 2.6% ~ 6%;到第 14 d,除 PBP4 处理外,其余施 PBP 系列物质和 DCD 的处理土壤铵态氮转换率低于 CK 处理 3.4% ~ 19.1%;到第 21 d,除 PBP4 处理外,其余处理土壤铵态氮含量已接近 CK 处理(CK 处理施 N 量是其他处理的两倍),土壤铵态氮转换率低于 CK 处理 14.4% ~ 28.2%;到第 28 d,除 PBP3、PBP4 处理外,其余各处理土壤铵态氮含量均比 CK 处理高,从土壤铵态氮转换率来看,除 PBP4 处理外,其余各处理土壤铵态氮转换率低于 CK 处理 7.6% ~ 33.7%;在第 35 ~ 49 d,除 PBP4 处理外,其余各处理土壤铵态氮含量均比 CK 处理高 1.7 ~ 3.4 倍,土壤铵态氮转换率低于 CK 处理 11.9% ~ 41.6%。

由以上分析可知,PBP1、PBP2、PBP3 均具有明显的抑制土壤硝化作用的特点,能使施入土壤的铵态氮肥长时间地以 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的形式保持在土壤中,减少土壤氮素发生淋溶损失和反硝化损失的危险。同时,与常用的化学类硝化抑制剂 DCD 相比,PBP1、PBP2 对硝化作用的抑制效果与 DCD 相当,并同时具有抑制效果稳定的特点。PBP3 也具有硝化抑制作用,但抑制效果不稳定。

2.2 PBP 对土壤中 NO₃⁻ - N 积累的影响

表 1 表明, CK 处理铵态氮施入土壤后受到土壤硝化细菌分解和氧化, NH₄⁺ - N 的硝化作用很快形成, 铵态氮迅速转化为硝态氮, 到第 21 d, 土壤 NO₃⁻ - N 含量达 87.7 mg · kg⁻¹, 此时 NO₃⁻ - N 含量相对于第 7 d 增长了 213.81%, 且 NO₃⁻ - N 含量的增长持续到第 42 d, 此后 NO₃⁻ - N 含量开始下降。

表 1 PBP 对土壤 NO₃⁻ - N 形成的影响 (mg · kg⁻¹)
Table 1 Effects of polyphenols of banana pseudostem (PBP) on formation of NO₃⁻ - N in the tested soil (mg · kg⁻¹)

处理	取样时间/d						
	7	14	21	28	35	42	49
CK	28.0	65.0	87.7	96.1	97.2	103.2	84.1
PBP1	16.2	17.1	15.4	12.5	11.5	8.4	7.5
PBP2	10.0	12.3	11.1	7.5	9.8	9.0	9.4
PBP3	13.7	27.8	25.7	17.4	16.3	16.2	9.8
PBP4	5.6	23.6	52.3	58.7	61.5	41.6	32.1
DCD	22.6	19.9	18.3	14.7	15.9	12.2	9.9

施 PBP 系列物质和 DCD 的处理, 除 PBP4 处理土壤硝态氮含量变化幅度在 5.6 ~ 61.5 mg · kg⁻¹, 且在第 14 ~ 21 d 土壤硝态氮含量相对于第 7 d 增长 213.8%, PBP1 ~ 3 处理、DCD 处理在第 14 ~ 21 d 土壤硝态氮含量变化幅度很小, 其值分别为 7.5 ~ 17.0 mg · kg⁻¹, 9.0 ~ 12.2 mg · kg⁻¹, 9.8 ~ 27.8 mg · kg⁻¹, 10 ~ 22.6 mg · kg⁻¹。

表 1 也表明, 整个试验期间内, DCD 处理在第 7 d 土壤硝态氮含量最高, 而 PBP1、PBP2、PBP3 处理土壤硝态氮含量最高时间在第 14 d。虽然 PBP4 处理土壤硝态氮含量的最大值高于其他 PBP 处理及 DCD 处理, 但在第 7 d 其土壤硝态氮含量显著低于其他处理, 可见其对土壤硝化作用同样有抑制作用, 只是持续时间比较短。

从以上分析可知, 同常用的硝化抑制剂 DCD 相比, PBP1、PBP2、PBP3 不仅降低了土壤硝态氮的生成量, 而且使土壤硝态氮生成高峰期推迟 7 d, 具有较显著的硝化抑制作用, 同时, PBP4 也存在短暂的硝化抑制作用。

2.3 PBP 对小白菜生物量的影响

图 3 表明, 盆栽试验 28 d 内, 不同处理的小白菜生物量与 CK 处理差别不显著; 第 35 ~ 49 d 时间内, 除 DCD 处理外, 其余处理小白菜生物量均明显大于 CK 处理。

表 2 为试验期间各处理 7 次取样小白菜生物量总和的差异显著性检验情况。结果表明, PBP 处理小白菜鲜重与 CK 处理相比达 1% 或 5% 差异显著水平。

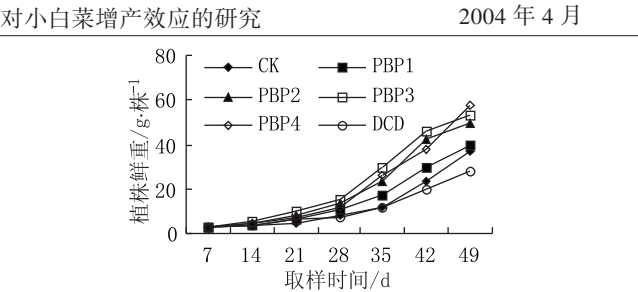


图 3 不同取样时间内 PBP 对小白菜生物量的影响
Figure 3 Influence of PBP on the biomass of pakchoi with various periods

表 2 不同处理对小白菜鲜重的影响和差异显著性检验
Table 2 Variation analyses on fresh weight of pakchoi with different treatments

处理	植株鲜重/g	5% 显著水平	1% 极显著水平
CK	13.0	d	BC
PBP1	15.5	c	B
PBP2	20.6	b	A
PBP3	23.1	a	A
PBP4	20.7	b	A
DCD	11.2	d	C

图 3 与表 2 也表明, 单施 DCD 对小白菜鲜重增长无促进作用。同时, 在试验早期 DCD 处理小白菜成熟叶缘有干枯现象, 至于原因有待深入研究。

3 结论

(1) PBP 能明显减缓土壤铵态氮的转化, 使施入土壤中的铵态氮肥长时间以 NH₄⁺ - N 的形式保存于土壤。同 CK 处理相比, 在第 49 d, PBP1 ~ 3 处理减少土壤铵态氮转换率达 11.9% ~ 41.6%。

(2) PBP 能明显减少土壤硝态氮的生成, 且同常用的硝化抑制剂 DCD 相比, PBP1 ~ 3 不仅能降低土壤硝态氮的生成量, 而且能使土壤硝态氮的生成高峰推后 7 d, 同时, PBP4 也存在短暂的硝化抑制作用。

(3) PBP 系列物质能显著提高小白菜的平均单株生物量。差异显著性检验表明, 试验期间各 PBP 处理 7 次取样小白菜生物量总和与 CK 处理相比达 1% 或 5% 差异显著水平。

参考文献:

[1] 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.
[2] AracaBA. 植物积累 NO₃ - N 的农业生态因素[J]. 土壤学进展, 1992, 20(2): 20 - 24.
[3] 朱兆华, 王德汉, 廖宗文, 等. 改性造纸黑液木质素-氨氧化木质素(AOL)作为缓释氮肥的肥效研究[J]. 农业环境保护, 2001, 20(2): 98 - 100, 119.
[4] 李宝珍, 王正银, 李会合. 植物性硝化抑制剂对莴笋 NO₃ - N 和品质的影响[J]. 西南农业大学学报, 2002, 24(3): 211 - 213.
[5] 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, 1999.