

提高氮肥利用效率的微生物量机制探讨

姚槐应 何振立 黄昌勇

(浙江农业大学土地科学与应用化学系, 杭州 311121)

摘 要 通过温室盆栽实验,探讨了硫酸铵与有机碳源(葡萄糖和羧甲基纤维素钠)配合使用提高黄筋泥及红砂土中氮肥利用效率的微生物机制。结果表明,配施有机碳不仅明显增加了红壤微生物量中的碳、氮,而且还提高了黑麦草的干物质量及植物吸氮量。相对而言,在黄筋泥上的配施效果优于红砂土。因此,配施有机碳源能提高氮素的植物有效性,其重要机制是通过增加土壤微生物的数量和活性从而使施用的氮素更好地被转化和利用。

关键词 微生物量 有机碳源 肥料利用率

我国是世界上氮肥消费量最大的国家,近年来我国的氮肥消费量占世界氮肥总消费的 70% 以上^[8,9]。然而,化肥氮的利用率较低,通常为作物所截取的还不到一半。化肥氮的损失主要包括气态损失和淋溶损失,这些损失不仅造成了能源的巨大浪费,而且给环境带来危害。先后曾有人提出过一些减少氮素损失、提高氮肥利用率的具体施肥管理措施。但大多研究局限于这些施肥管理措施的增产效应及对土壤肥力的影响,对其中起作用的机制涉足较少。

在利用肥料氮的过程中，土壤微生物与植物之间存在既相互依存又相互制约的关系。对植物有利的一面是微生物不但能把有机氮矿化为植物可利用的无机氮，还可通过同化作用保存一部分氮素^{δνκ}；对植物不利的一面是微生物不仅在矿化—同化过程中产生气态损失，有时还对有效的无机态氮与植物

存在着强烈的竞争^[9,10]。因此,如何协调土壤微生物这两方面的影响,使土壤微生物更好的为农业生产服务,是一个值得探讨的问题。

本实验研究了硫酸铵与有机碳配合使用对氮素气态损失及植物有效性的影响,并试图通过对土壤微生物与氮素相互作用的定量研究,探讨提高氮素植物有效性的微生物量机制。

x 材料与方 法

3.1 供试土壤的采集及处理

土壤采自浙江省龙游县, x 号土壤的母质为第三纪红砂岩。 y 号土壤的母质为第四纪红土。土壤的粘粒矿物组成以高岭石、绿泥石和铁铝氧化物为主, 基本性质见表 x 。取样深度为 $w \sim yw\pi 1$, 土样采来后, 过 $y 1 1$ 孔筛, 并去除植物根系, 以备盆栽试验。

 xw 盆栽试验表 x 土样基本性质

土样号	土壤类型	利用方式及年限	有机碳 ρ_{wp}	全氮 ρ_{wp}	有效氮 ρ_{wp}	Φ 值	田间持水量 ρ_{p}
x	红砂土	菜园 z 年 p	A_1Z_y	$wuAB$	$\Gamma B_1\Gamma$	$\Gamma_1B\Delta$	zE
y	黄筋泥	桔园 pA 年 p	A_1ZZ	$wuAE$	$\Gamma\Delta_1E$	$A_1Z\Gamma$	$A\Gamma$

* 欧洲共同体及国家自然科学基金资助项目。

收稿日期 $HxZZE-wA-x\Gamma$

碳源已基本上被微生物利用完毕,而红砂土中则有大量的羧甲基纤维素钠未被利用。不论是黄筋泥还是红砂土,微生物的平均 $IEv\vartheta$ 比均高于单施无机化肥处理,这很可能是由于土壤微生物同化了一定的外源碳素而造成的。

y $\varpi\varpi\varpi$ 配施有机碳提高氮素利用效率的微生物机制

配施碳源明显增加了土壤有效氮,红砂土和黄筋泥的有效氮分别上升 $xu\Gamma$ 和 $Bu\vartheta$ $uv\omega\omega$; 植物吸氮量及干物质产量也相应都有一定程度的提高,本试验中 x 号和 y 号土壤的干物质产量分别上升了 $wu\Gamma$ 和 $wuEEv$, 植物吸氮量则分别提高了近 xvE 和 xvz 。从土壤剩余全氮的数据来看,保留在土壤中的氮素并没有减少。因此,配施有机碳降低了土壤中的氮素损失,提高了氮肥的植物有效性。

在土壤—植物生态系统中,对于外界施入的大量无机氮源,通常只有较小的一部分为作物所截取,其余的部分则以各种途径而损失,包括 ϑ 的固定、 $\vartheta\Phi$ 的挥发、反硝化作用等,在这些过程中,微生物起着举足轻重的作用。因此,配施碳源能提高氮素的利用效率很可能是通过调节微生物的活性和数量来实现的。由于土壤微生物的绝大多数是有机营养型,配施有机碳源使微生物有了充足的能源和碳素供应,促进了其增殖和活性,使硫酸铵中的氮素更多的被同化到微生物体内或被转化为较稳定的有机含氮代谢物而得以保存,减少了氨损失及硝化—反硝化损失,因此盆栽试验没有淋溶损失问题,从而提高了氮肥利用率。

y $u\omega$ 配施碳源的调控作用在两种红壤上的差异

硫酸铵配施有机碳源使黄筋泥和红砂土的植物产量、吸氮量均增加(表y),但根据差异显著性分析($\varphi\vartheta sP$ 法,显著水平为 $B\%$),黄筋泥的植物产量及吸氮量增加显著,而红砂土的植物产量及植物吸氮量增加均不明

显;并且,黄筋泥上植物吸收氮的绝对增量也大于红砂土。这表明配施有机碳源对黄筋泥的氮素调控效果较好。产生两种土壤间差异的原因主要有两个方面 H 首先,由于红砂土通气性较好,硝化作用强烈,施肥后硝化—反硝化损失及以 $\vartheta\Phi$ 形式损失的氮比黄筋泥大(从表 x 和表 y 中计算可知红砂土对照处理中的氮素损失约为 $\Delta vuv\omega\omega$, 而黄筋泥中为 $\Delta vuv\omega\omega$)。其次,因为红砂土对硫酸铵的固定能力较弱,且物理性质比黄筋泥好等原因,植物根系成功地与微生物竞争有效氮源,出现了碳源供应的相对过剩(即羧甲基纤维素钠没有利用完),这亦使配合有机碳源施肥的调控作用受到削弱。对黄筋泥来说,由于以上两种影响都较少,对土壤微生物来说始终有一个较好的碳氮供应比例,氮源能更好地被同化进入微生物体,从而能充分发挥碳源的调控作用。

y uA 红壤微生物量与植物生长及氮素利用之间的联系

总的来说,土壤微生物量中的养分元素一般只占土壤中相应元素的极小部分。但因为土壤的养分贮备中绝大部分处于稳定和半稳定状态,活性和有效性均较低,而微生物量中的养分则非常活跃。对于热带和亚热带地区广泛分布的高度风化的红壤,从矿物释放的养料十分有限,植物生长所需的养料主要靠肥料的投入和有机质的矿化,因此,微生物量在红壤中的作用显得更为重要。由于微生物生长繁殖所需的最适温度、湿度及养分条件与植物相似,故可以综合反映土壤的肥力和环境质量状况。试验表明,植物干物质产量与红壤微生物量碳之间的相关性优于与有机碳之间的相关性,植物吸氮量与微生物量氮之间的相关性优于与全氮之间的相关性,微生物量碳、氮可以作为红壤肥力的重要指标 DEK 。在外施大量无机氮源后,红壤微生物能通过自身的新陈代谢作用固定