

Cu-Cd 复合处理对小白菜硝酸盐含量的影响

龚宁¹, 薛长雷², 劳保新³, 杨公明^{*} (1. 西北农林科技大学理学院, 陕西杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学生命学院, 陕西杨凌 712100; 3. 华南农业大学食品科学学院, 广东广州 510642)

摘要 [目的] 为蔬菜硝酸盐的控制及食物的安全性提供参考。[方法] 采用模拟污染盆栽方法, 研究Cu、Cd 单一及复合处理对小白菜硝酸盐含量及硝酸还原酶的影响。[结果] 各处理组小白菜叶柄中硝酸盐含量明显比叶片中高, 叶片中硝酸还原酶活性显著高于叶柄。1 ng/kg Cd 促进硝酸盐的积累, 10、20 ng/kg Cd 明显抑制叶部硝酸盐的积累。在试验浓度范围内, Cu 显著降低了小白菜中硝酸盐含量。Cu+ Cd 复合处理组硝酸盐含量低于对照组和相同浓度Cd 的单一处理, 高于相同浓度Cu 的单一处理。Cu+ Cd 复合处理极大地刺激了小白菜叶片中硝酸还原酶的活性, 高于对照组。25 ng/kg Cu+ 15 ng/kg Cd 的复合处理使叶片和叶柄中硝酸还原酶活性增加, 硝酸盐含量降低。[结论] Cu 对Cd 造成的硝酸盐累积增高的危害有缓解作用, 适量的Cu 可以增加小白菜硝酸还原酶的活性, 减少硝酸盐的累积。

关键词 铜; 镉; 复合污染; 硝酸盐; 小白菜

中图分类号 Q946 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)33-10649-02

Effects of the Composite Treatment of Cu-Cd on the Nitrate Content in *Brassica campestris ssp. chinensis*

GONG Ning et al (College of Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract [Objective] The study aimed to provide references for the control of nitrate in vegetable and the safety of food. [Method] The influences of the single and composite treatments of Cu and Cd on the nitrate content and nitrate reductase in *Brassica campestris ssp. chinensis* and nitrate reductase were studied through pot experiment with simulating pollution. [Result] In each treatment group, the nitrate content in the leafstock of *B. campestris* was obviously higher than that in its leaf, but the activity of nitrate reductase in the leaf was significantly higher than that in the leafstock. 1.0 ng/kg Cd promoted the accumulation of nitrate, and 10 and 20 ng/kg Cd obviously restrained the accumulation of nitrate in the leaf. In the scope of experimental concentration, Cu significantly decreased the nitrate content in *B. campestris*. The nitrate content in the composite treatment group of Cu and Cd was lower than that of CK group and the single treatment of Cd with the same concentration and higher than that of the single treatment of Cu with the same concentration. The composite treatment of Cu and Cd greatly stimulated the activity of nitrate reductase in the leaf of *B. campestris*, which was higher than that in CK group. The composite treatment of 25 ng/kg Cu and 15 ng/kg Cd increased the activity of nitrate reductase in the leaf and leafstock and decreased their nitrate contents. [Conclusion] Cu had alleviating effect on the harm of the increment of nitrate accumulation caused by Cd. The appropriate Cu can increase the activity of nitrate reductase in *B. campestris*, and reduce the accumulation of nitrate.

Key words Copper; Cadmium; Combined pollution; Nitrate; *Brassica campestris ssp. chinensis*

硝酸盐进入人体后可变成强致癌物亚硝胺, 从而诱发食道癌、胃癌、肝癌等^[1], 人体摄入的硝酸盐有80%来自于蔬菜, 所以在无公害蔬菜的生产中限制产品中硝酸盐含量的工作极受关注。有研究表明, 土壤中重金属污染不仅可以导致植物体内重金属含量增高, 而且对植物的光合作用、呼吸作用、生长发育等都有影响^[1]。重金属对植物的生理影响极有可能会影响植物体内硝酸盐积累发生改变, 但有关植物重金属浓度的变化与蔬菜硝酸盐积累关系的研究还少见。为此, 笔者对土壤中Cu-Cd 复合污染与小白菜硝酸盐含量之间的关系进行了研究, 为控制蔬菜硝酸盐, 提高食物的安全性提供参考。

1 材料与试验方法

1.1 供试材料 供试植物: 小白菜品种为四季青, 种子购于西北农林科技大学园艺学院。供试土壤: 垆土, 采自西北农林科技大学农艺站大田1~20 cm的地表土。土壤有机质含量15.0 g/kg, pH值7.7(水土=5:1), 全氮1.5 g/kg, 硝态氮46.5 ng/kg, P 26.3 ng/kg, 速效K为108.3 ng/kg, 全Cd 0.053 ng/kg, 全Cu 21.3 ng/kg。土壤过1 cm×1 cm筛, 装盆。

1.2 试验方法

1.2.1 材料的准备。 采用模拟污染盆栽的方式在西北农林科技大学生命学院自动化玻璃温室内进行。试验设CK(对照)、Cd、Cu、Cd+Cu 处理, 每个处理重复5盆, 随机排列。

试验用盆为高×直径16 cm×16 cm的塑料营养钵, 每盆装土2 kg(以干土计, 下同)。各处理中Cd以3CdSO₄·8H₂O形式加入, 以纯Cd计; Cu以CuSO₄·5H₂O形式加入, 以纯Cu计。Cd处理设为: 1、10、15、20 ng/kg, Cu处理设为: 25、100、200 ng/kg; Cu+ Cd处理(ng/kg)分别为: 25+1, 25+10, 25+15, 25+20, 100+1, 100+10, 100+15, 100+20, 200+1, 200+10, 200+15, 200+20。各处理以溶液形式加入, 保湿平衡14 d后, 播种。每盆中直播10粒小白菜种子, 对照组以清水浇灌。在出苗整齐、长势良好后, 根据长势进行间苗, 每盆保留均匀一致的苗2株, 常规栽培管理。小白菜种子于2006年6月10日播种, 7月20日收获, 生长期40 d。于采收期每个处理取小白菜5株混合, 叶柄与叶分开, 用蒸馏水冲洗干净后测定。

1.2.2 测定项目及方法。 硝酸盐含量采用水杨酸比色法测定^[2]; 硝酸还原酶活性采用活体法测定^[2]。

1.2.3 数据处理。 用SPSS软件进行数据统计分析和绘图。

2 结果与分析

2.1 硝酸盐含量测定结果 结果见图1, 各处理组中小白菜叶柄中硝酸盐含量明显比叶片中高, 这与其他学者的研究结果相同。许多研究结果表明, 当供给植物充足的硝态氮时, 具有大量薄壁细胞的叶柄则是贮存硝酸盐的主要场所^[3], 茎为植物的硝酸盐贮存器官, 说明Cu和Cd并没有影响到硝酸盐在小白菜体内的分布规律。

在试验设置浓度范围内, Cd单一处理浓度为1和15 ng/kg时的叶片和1 ng/kg时的叶柄中硝酸盐含量略高于对照, 说明低浓度Cd(1 ng/kg)会促进硝酸盐的积累, Cd在10和20 ng/kg的处理时对小白菜的叶部硝酸盐的积累有明显的抑制。单一Cu处理均使小白菜的叶柄与叶片中的硝酸盐

基金项目 广东省食品工业公共实验室开放课题(2006231)。

作者简介 龚宁(1970-), 女, 广西玉林人, 在读博士, 讲师, 从事食品安全研究。* 通讯作者, 博士生导师, 教授, E-mail: ygm@scau.edu.cn。

收稿日期 2007-06-22

含量低于对照,并且随着Cu处理浓度的增加,硝酸盐含量下降,这一点在叶柄中表现特别明显。说明在试验浓度范围内,Cu可以显著降低小白菜中硝酸盐含量。

总体上讲,Cu + Cd复合处理组的硝酸盐含量低于对照,

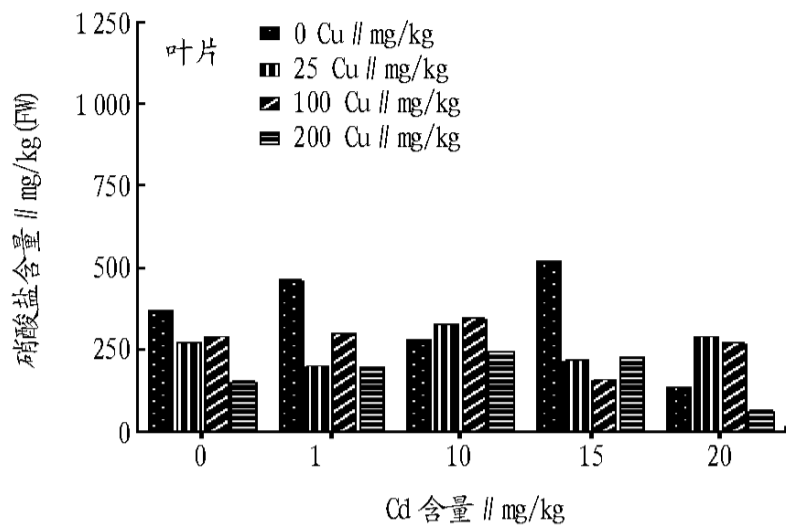
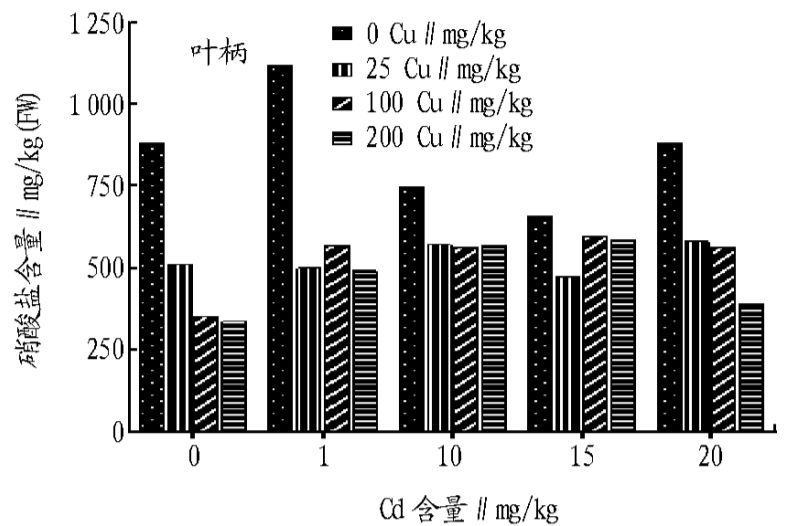


图1 Cu + Cd复合处理对小白菜中硝酸盐含量的影响

以及相同浓度Cd的各单一处理,但是普遍高于相同浓度下Cu的单一处理,这种影响叶柄比叶片明显。说明适当浓度的Cu处理有减少硝酸盐在小白菜体内累积的作用。



2.2 硝酸还原酶测定结果 叶片富含叶绿素,在光合作用中能形成大量的辅酶和,从而加快硝酸盐及亚硝酸盐的还原。所以植物体内硝酸盐累积的不均匀性可能跟硝酸还原酶活性及其分布有关。当蔬菜硝酸盐吸收量大于还原量时,植物开始积累硝酸盐。蔬菜对 NO_3^- 的吸收、还原、运输能力以及影响蔬菜体内硝酸还原酶和亚硝酸还原酶活性的环境因子,均影响其 NO_3^- 积累量^[4]。

试验结果如图2所示,各处理组叶片中硝酸还原酶活性显著高于叶柄。这是因为高等植物的NR主要位于根部和叶片中,大部分的硝酸盐在根部被吸收之后,通过木质部转运

到叶片被还原。

Cu + Cd复合处理时叶片中硝酸还原酶活性的变化幅度显著高于叶柄,最显著的是叶片中硝酸还原酶的活性明显高于单独Cd处理或Cu处理,其中Cu 200 mg/kg与各浓度Cd复合处理组促进硝酸还原酶活性最为显著,而且硝酸盐和硝酸还原酶活性之间的变化趋势有高度的一致性。但是这种趋势与浓度之间并没有很好的线性关系,说明这种影响并非简单的线性关系,其具体过程是十分复杂的。另外,Cu + Cd复合处理组(25 + 15) mg/kg使叶片和叶柄中硝酸还原酶活性增加,同时,相应处理组硝酸盐含量降低。

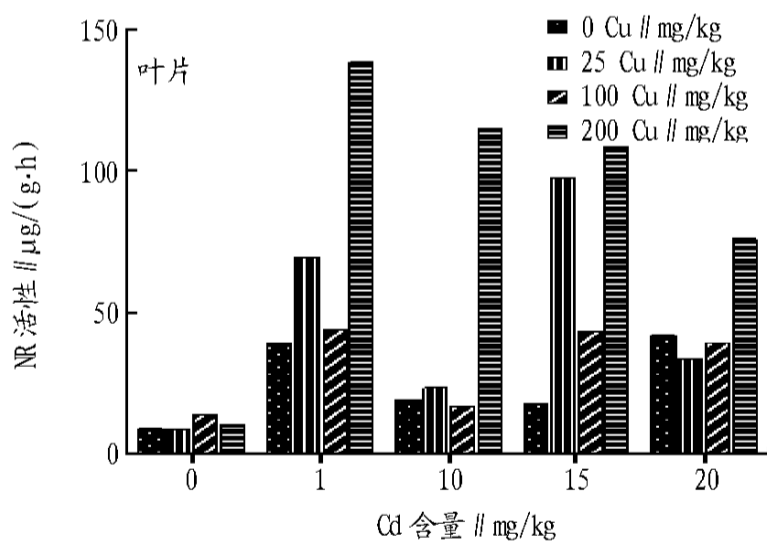
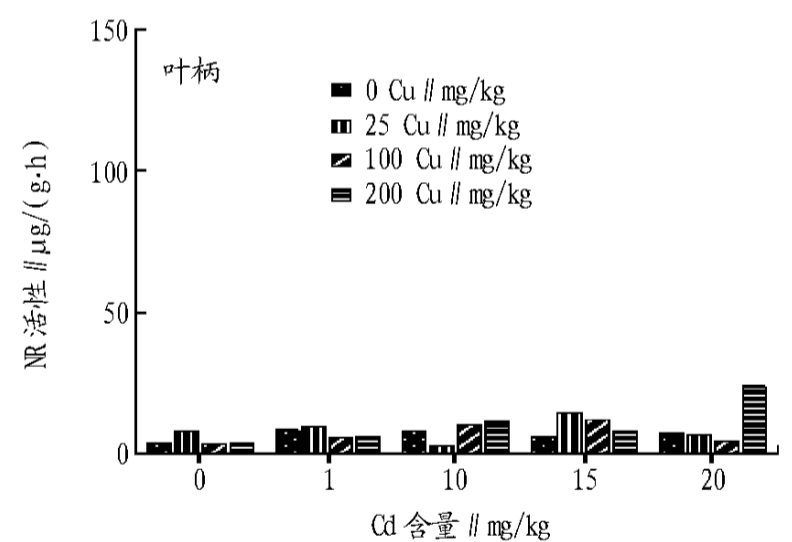


图2 Cu + Cd复合处理对小白菜中硝酸还原酶活性的影响



3 结论

该研究发现,土壤中低浓度(1 mg/kg)的重金属Cd显著提高了小白菜可食部位中硝酸盐的累积,对人体造成危害,而在国家土壤标准规定浓度范围内的Cu单一处理可以降低小白菜体内硝酸盐含量,而Cu + Cd复合处理中Cu对硝酸盐的累积很大程度上有缓解作用,这种减轻在一定程度上与Cu促进硝酸还原酶活性有关。Cu + Cd的复合处理,极大地刺激了小白菜叶片中硝酸还原酶的活性,高于对照组。所以,Cu对Cd造成的硝酸盐累积增高的危害有缓解作用,土

壤中适量的Cu可以促进小白菜硝酸还原酶的活性,减少硝酸盐的累积。

参考文献

- [1] 郑光华,罗斌.绿色食品蔬菜——21世纪设施农业的主导产品[J].中国蔬菜,1999(1):1-3.
- [2] 高俊凤.植物生理实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000:145-163.
- [3] 王朝辉,李生秀,田霄鸿.不同氮肥用量对蔬菜硝酸盐累积的影响[J].植物营养与肥料学报,1998,4(1):22-28.
- [4] 高祖明,张耀栋,严晓风,等.几种叶菜的硝酸盐和亚硝酸盐积累及其与有关酶活性的关系[J].植物生理通讯,1990(3):21-24.