

# 不同有机肥处理对油菜硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响

杜相革<sup>1</sup>, 董 民<sup>1</sup>, 王 锋<sup>1</sup>, 李志朋<sup>2</sup>, 马笑笑<sup>1</sup>, 李志真<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 植物保护学院, 北京 100083; 2. 北京市怀柔区园林绿化局, 北京 101400)

**摘 要:**以油菜为试材, 采用不同比例蚯蚓肥和竹炭有机肥混合处理, 研究了不同时期(定植前、定植后 30 d 及收获前)不同施肥处理对油菜硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响。结果表明:单独施用蚯蚓肥可提高油菜各时期叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量, 每 667 m<sup>2</sup> 施 2 000 kg 蚯蚓肥和 6.25 kg 竹炭有机肥能够显著降低有机油菜叶片内硝酸盐和亚硝酸盐的含量, 降低幅度达到 40% 以上, 远远低于国家标准。

**关键词:**油菜; 竹炭有机肥; 蚯蚓肥; 硝酸盐; 亚硝酸盐

**中图分类号:**S 634.306<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)16-0128-04

蔬菜是人们日常生活的必需品, 但它又是一种天然易富集硝酸盐的作物, 研究显示人体摄入的硝酸盐 81.3% 来自于蔬菜<sup>[1]</sup>。设施蔬菜硝酸盐风险尤为严重<sup>[2]</sup>。富集在蔬菜中的硝酸盐会危害人类健康<sup>[3]</sup>。李辉等<sup>[4]</sup>针对苦苣、生菜和油菜等 4 种叶类蔬菜进行了硝酸盐积累研究, 结果表明油菜中的硝酸盐积累含量最高。

竹炭等生物质炭是由纤维素、半纤维素和少量木质素经不同程度分解炭化而形成的固体产物, 活性表面巨大, 可吸附土壤中的硝酸根等阴离子养分<sup>[5]</sup>, 将竹炭作为土壤改良剂施入土壤不但可以减少硝态氮在土壤中的淋洗量, 而且通过调节土壤 C/N, 能够进一步提高氮素的利用率。研究表明, 添加竹炭可以提高土壤 pH, 提升土壤有机碳质量分数<sup>[6]</sup>; 高水平施加竹炭能显著降低菜地土壤容重, 提高土壤有机碳、全氮和速效钾含量, 增加小青菜产量。

氮肥的大量使用是造成蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐累积的根本原因, 科学施肥是控制蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量和提高蔬菜品质的重要举措。该研究以油菜为试材, 采用不同比例蚯蚓肥和竹炭有机肥混合处理, 研究了不同施肥处理对油菜硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响, 以期从有机肥施用的角度, 探究降低硝酸盐和亚硝酸盐的有机肥施用技术和方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试油菜购自中国农业科学院蔬菜花卉所。供试蚯蚓有机肥, 购自北京绿洲之星科技有限公司;  $N+P_2O_5+K_2O \geq 5.0\%$ , 有机质  $\geq 45\%$ 。天然竹炭有机肥料, 购自时科生物科技(上海)有限公司; 氮、磷、钾总量  $\geq 5\%$ , 有机质含量  $\geq 50\%$ , 有益活菌数  $\geq 2$  亿  $\cdot g^{-1}$ , 富含钙、硼、硫、镁、硒、锰、锌、钼等微量元素。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 试验设计

于 2015 年 9—12 月在北京古稻西丰农业有限公司基地日光温室进行试验。9 月育苗, 10 月

**第一作者简介:**杜相革(1964-), 男, 博士, 教授, 现主要从事有机农业等研究工作。E-mail:duxge@cau.edu.cn.

**基金项目:**北京市叶类蔬菜产业创新团队资助项目(BA-IC07-2016)。

**收稿日期:**2017-03-13

初移栽,按照有机方式种植。试验设置如下,处理 1(T1):不施肥处理,为空白对照(CK);处理 2(T2):每 667 m<sup>2</sup> 施 2 000 kg 蚯蚓肥,为肥料对照;处理 3(T3):每 667 m<sup>2</sup> 施 2 000 kg 蚯蚓肥和 6.25 kg 竹炭有机肥;处理 4(T4):每 667 m<sup>2</sup> 施 2 000 kg 蚯蚓有机肥和 12.50 kg 竹炭有机肥;处理 5(T5):每 667 m<sup>2</sup> 施 2 000 kg 蚯蚓有机肥和 18.75 kg 竹炭有机肥。株行距均为 20 cm×25 cm;每处理重复 3 次;每重复面积 10 m<sup>2</sup>。

### 1.2.2 取样方法

采用五点取样法,在定植前、定植后 30 d 及收获前取样,每点取农艺性状一致的油菜 1 株,每处理重复 3 次。样品置于保鲜袋内,标注好采样时间、采样地点及样品处理等相关信息,立即带回实验室测定叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量。

### 1.3 项目测定

硝酸盐含量测定采用水杨酸硝化法<sup>[8]</sup>;亚硝酸盐含量测定采用盐酸萘乙二胺法<sup>[9]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2013 软件绘制图表,采用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析和相关性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 定植前油菜叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量

经检测,定植前有机油菜幼苗硝酸盐和亚硝酸盐含量分别为 96、0.408 6 mg·kg<sup>-1</sup>。可知幼苗期油菜硝酸盐含量满足食品安全国家标准《食品中污染物限量》(GB2762-2012)的规定;亚硝酸盐含量也低于《GB18406.1-2001 农产品安全质量无公害蔬菜安全要求》的要求。

### 2.2 定植后 30 d 油菜叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量

由图 1 可知,不同施肥处理对油菜叶片硝酸盐含量有一定影响,且在添加不同配比竹炭有机肥后油菜叶片硝酸盐含量也出现了不同的变化。T3 油菜叶片硝酸盐含量最低,为 231 mg·kg<sup>-1</sup>。叶片硝酸盐含量依次为 T2(451 mg·kg<sup>-1</sup>)>T1(339 mg·kg<sup>-1</sup>)>T5(301 mg·kg<sup>-1</sup>)>T4(287 mg·kg<sup>-1</sup>)>T3(231 mg·kg<sup>-1</sup>)。结果表

明,与 T1 相比,T2 油菜叶片硝酸盐含量升高 33.04%,T3、T4、T5 油菜叶片硝酸盐含量分别降低了 31.86%、15.34%和 11.21%。

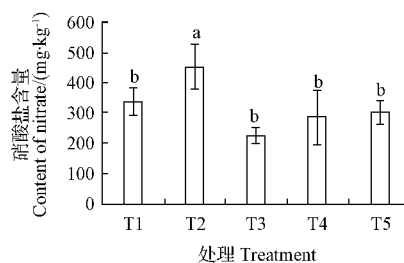


图 1 不同有机肥处理对油菜叶片硝酸盐含量的影响

Fig. 1 Effect of different organic fertilizer on the nitrate content of the rape leaves

由图 2 可知,油菜叶片亚硝酸盐含量依次为 T2(2.64 mg·kg<sup>-1</sup>)>T1(2.24 mg·kg<sup>-1</sup>)>T5(2.05 mg·kg<sup>-1</sup>)>T4(1.73 mg·kg<sup>-1</sup>)>T3(1.28 mg·kg<sup>-1</sup>)。与 T1 相比,T2 油菜叶片亚硝酸盐含量升高 15.35%。T3、T4、T5 分别降低了 42.81%、22.71%和 8.34%。

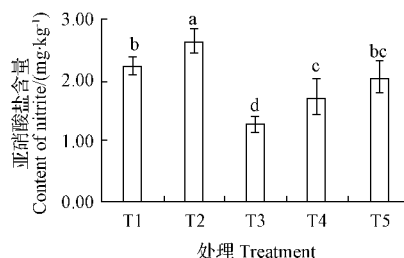


图 2 不同有机肥处理对油菜叶片亚硝酸盐含量的影响

Fig. 2 Effect of different organic fertilizer on the nitrite content of the rape leaves

### 2.3 收获期前油菜叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量

由图 3 可知,不同处理下油菜叶片硝酸盐含量与生长期有所不同,表现为 T2(229 mg·kg<sup>-1</sup>)>T5(183 mg·kg<sup>-1</sup>)>T4(180 mg·kg<sup>-1</sup>)>T1(170 mg·kg<sup>-1</sup>)>T3(131 mg·kg<sup>-1</sup>)。与 T1 相比,T2 油菜叶片硝酸盐含量升高 34.71%,T4、T5 分别升高 5.88%、7.65%,T3 比 T1 降低 22.94%,比 T2 降低 42.79%。

由图 4 可以看出,收获期前油菜叶片亚硝酸盐含量变化趋势与生长期类似,含量依次为 T2

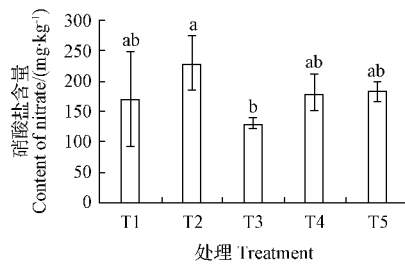


图3 不同有机肥处理对油菜叶片硝酸盐含量的影响

Fig. 3 Effect of different organic fertilizer on the nitrate content of the rape leaves

( $2.88 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) > T1 ( $2.38 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) > 处理5 ( $2.27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) > T4 ( $1.91 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) > T3 ( $1.56 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。与 T1 相比, T2 油菜叶片亚硝酸盐含量升高 17.31%, T3、T4、T5 分别降低 34.23%、19.67% 和 4.89%; 与 T2 相比, T3、T4、T5 分别降低 45.61%、33.58% 和 21.35%。

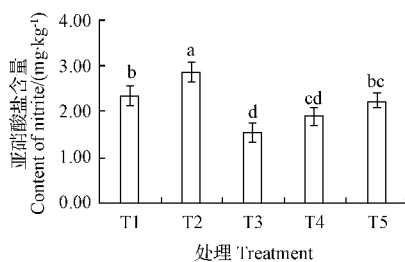


图4 不同有机肥处理对油菜叶片亚硝酸盐含量的影响

Fig. 4 Effect of different organic fertilizer on the nitrite content of the rape leaves

### 3 结论与讨论

无论是生长期还是收获期,单独施入有机肥(蚯蚓肥)后,对油菜叶片内硝酸盐和亚硝酸盐含

量都有一定程度影响。该试验的 5 个处理中, T2 油菜叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量均为最高,说明施入有机肥会提高油菜叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量。在单独施入蚯蚓有机肥基础上,再混施不同比例的竹炭有机肥却能显著降低这 2 种盐在油菜叶片内的含量,且 T3 效果最好,与 T2 相比,在其 2 个测定时期均降低 40% 以上。因此,该研究发现每  $667 \text{ m}^2$  施  $2000 \text{ kg}$  蚯蚓肥和  $6.25 \text{ kg}$  竹炭有机肥能够显著降低有机油菜叶片硝酸盐和亚硝酸盐含量。该试验预期使竹炭有机肥的应用得到进一步的推广,不仅能够提高蔬菜的产量与品质,还能够降低蔬菜内的硝酸盐和亚硝酸盐含量,同时为有机油菜安全生产提供了新的施肥技术。

### 参考文献

- [1] 栗红. 控制蔬菜中硝酸盐含量的主要途径[J]. 河北农业, 2016(8): 27-29.
- [2] 郎文培, 赵善仓, 潘文杰, 等. 设施蔬菜硝酸盐累积现状研究及对策[J]. 中国农业信息, 2016, 10(20): 81-82.
- [3] CHUNG S W C, TRAN J C H, TONG K S K, et al. Nitrate and nitrite levels in commonly consumed vegetables in HongKong[J]. Food Additives and Contaminants, 2011(4): 34-41.
- [4] 李辉, 张涛. 不同叶类蔬菜对硝酸盐积累差异的研究[J]. 安徽农业通报, 2008, 14(13): 100-102.
- [5] 沈泉, 沈颖, 徐秋芳, 等. 外源竹炭对土壤硝酸根离子的吸附效应[J]. 浙江农林大学学报, 2014, 31(4): 541-546.
- [6] 马嘉伟, 胡杨勇, 叶正钱, 等. 竹炭对红壤改良及青菜养分吸收、产量和品质的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(5): 655-661.
- [7] 刘玉学, 王耀锋, 吕豪豪, 等. 不同稻秆炭和竹炭施用水平对小青菜产量、品质以及土壤理化性质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(6): 1438-1444.
- [8] 侯福林. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [9] 张水华. 食品分析实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.

## Effects of Different Organic Manure Treatments on Nitrate and Nitrite Contents in Rape

DU Xiangge<sup>1</sup>, DONG Min<sup>1</sup>, WANG Feng<sup>1</sup>, LI Zhipeng<sup>2</sup>, MA Xiaoxiao<sup>1</sup>, LI Zhizhen<sup>1</sup>

(1. College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100083; 2. Landscaping Bureau in Beijing Huairou District, Beijing 101400)

**Abstract:** Rape was used as test material, the effects of different organic manure treatments on nitrate and nitrite contents in rape leaves at different times (before engraftment, engraftment after 30 days and

# 湟水流域农田土壤全氮空间分布特征及其影响因素分析

代子俊<sup>1</sup>, 赵霞<sup>1</sup>, 石平超<sup>1,2</sup>

(1. 青海师范大学 青海省自然地理与环境地表过程重点实验室, 青海 西宁 810008;

2. 贵州省松桃苗族自治县农牧科技局, 贵州 松桃 554100)

**摘要:**利用湟水流域已有文献中 38 个农田耕层(0~20 cm)土壤全氮数据,采用传统统计学与地统计学相结合的方法,分析了该流域农田土壤全氮空间分布及影响因素。结果表明:土壤全氮均值为  $1.33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 变异系数为 47.37%, 属中等变异。流域农田土壤全氮呈自北向南逐渐递减,由东向西先增加后减少的空间分布格局。按全国土壤全氮分级标准,高值区( $>1.50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )集中在海拔较高的大通县、海晏县,低值区( $<1.00 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )集中于海拔稍低的民和县、湟中县,65.5%的区域达全国平均水平( $1.30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。影响因子定量分析表明,不同的气候因子、土壤类型、海拔、施肥量都会影响该流域土壤全氮的空间分布,其中气温、海拔、降水为主要影响因子,对全氮变异的独立解释能力分别为 35.7%、29.0%、21.3%。该研究初步揭示了湟水流域农田土壤全氮的空间分布特征,可为流域尺度农田的科学管理提供有益参考,并为合理开展施肥工作提供参考依据。

**关键词:**土壤全氮;农田土壤;地统计;空间分布;影响因素

**中图分类号:**S 155.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)16-0131-08

土壤全氮是反映土壤质量的重要指标之一,其作为陆地生态系统不可或缺的部分不仅是影响农田生态系统环境质量的重要因子,同时也是全

球氮循环中重要的源和汇<sup>[1-2]</sup>。全氮在土壤中的分布具有高度的空间变异性<sup>[3]</sup>,其变异性受到地形、气候、植被、成土母质、土壤类型等自然因素和施肥、耕作等人为因素的共同影响。农田生态系统是陆地生态系统的重要组成部分,与人类活动关系最为密切<sup>[4]</sup>。

近几年随着地统计学和 GIS 技术的不断发展,以及基于土壤属性时空变异理论的精准农业的成功实施,国内外学者结合地理信息系统技术,从不同时间和空间尺度对土壤全氮的空间变异特征进行了分析研究,并取得了一定成果<sup>[5-7]</sup>。基于

**第一作者简介:**代子俊(1989-),女,硕士研究生,研究方向为资源环境与生态评估。E-mail:975009739@qq.com

**责任作者:**赵霞(1975-),女,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事水土资源等研究工作。E-mail:zhaoxia-qh@163.com

**基金项目:**国家自然科学基金青年资助项目(41301230);国家科技基础工作专项资助项目(2014FY110200A04)。

**收稿日期:**2017-04-11

before harvest) were studied. The results showed that the contents of nitrate and nitrite increased significantly when earthworm fertilizer was used alone. However the combining of 2 000 kg earthworm fertilizer and 6.25 kg bamboo organic fertilizer per 667 m<sup>2</sup> could reduce the contents of nitrate and nitrite by at least 40%, which was much better than the national standard.

**Keywords:**rape; bamboo charcoal organic fertilizer; earthworm fat; nitrate; nitrite