

Effects of Two Kinds of Conditioning Agents on Soil Nitrogen Transformation and Crop Nitrogen Absorption in Facility

Siwen Zhao, Xi Wang*, Yuanyuan Wang, Zhiqiang Pei, Fang Tan, Guangye Tan, Qi Wang, Yuxin Wen

Tianjin Agricultural University, Tianjin
Email: 1250604110@qq.com, *1059787477@qq.com

Received: Mar. 24th, 2019; accepted: Apr. 8th, 2019; published: Apr. 15th, 2019

Abstract

This study investigated the effects of combined application of two conditioning agents on soil nitrogen transformation and nitrogen uptake in crops. The test used humic acid and biochar as test materials, and a total of six treatments were set up. The results showed that the 1/2 humic acid + biochar treatment had better nitrogen absorption effect on sweet sorghum than on sweet sorghum with different ratios of humic acid and biochar in various treatments, and the humic acid + biochar treatment had better nitrogen conversion effect on soil, which had a positive effect on reducing the accumulation of soil nitrogen and promoting the conversion of soil nitrogen.

Keywords

Conditioning Agent, Humic Acid, Biochar, Nitrogen Conversion

两种调理剂配施对设施土壤氮素转化与作物氮素吸收的影响

赵思文, 王茜*, 王媛媛, 裴志强, 谭芳, 谈光野, 王琪, 温玉鑫

天津农学院农学与资源环境学院, 天津
Email: 1250604110@qq.com, *1059787477@qq.com

收稿日期: 2019年3月24日; 录用日期: 2019年4月8日; 发布日期: 2019年4月15日

*通讯作者。

文章引用: 赵思文, 王茜, 王媛媛, 裴志强, 谭芳, 谈光野, 王琪, 温玉鑫. 两种调理剂配施对设施土壤氮素转化与作物氮素吸收的影响[J]. 土壤科学, 2019, 7(2): 121-126. DOI: 10.12677/hjss.2019.72015

摘要

本试验研究两种调理剂配合施用对设施土壤氮素转化与作物氮素吸收的影响,以腐植酸和生物炭作为供试材料,共设六个处理。结果表明,腐植酸和生物炭以不同配比配合施用的各处理中对甜高粱对于氮素吸收效果较好的是1/2腐植酸 + 生物炭处理,对于土壤氮素转化效果较好的是腐植酸 + 生物炭处理,这些处理对降低土壤氮素积累、促进土壤氮素转化有积极作用。

关键词

调理剂, 腐植酸, 生物炭, 氮素转化

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

氮素是植物生长发育过程中的必需元素,对农作物的品质具有重要作用[1]。农户为了获得高产高效益,向设施农田中施入大量氮肥导致土壤中氮素的积累,降低氮肥利用率,影响植物对氮素的吸收,给植物的生长和土壤质量带来不良影响,并对环境造成威胁。土壤调理剂能够有效改善土壤的理化性状和养分,以及有利于土壤微生物的产生[2]。目前,国内外对于单一土壤调理剂的报道有很多,但是关于调理剂配合施用的研究较少。腐植酸作为一种天然有机物质,具有酸性、亲水性和较高的吸附能力等优势[3][4][5]。而生物炭具有较大比表面积、发达孔隙结构、较高阳离子交换量、促进植物生长的营养元素[6]等特点,两种调理剂都可以提高氮肥利用率,减少氮素淋溶等[7][8][9],本试验将两种调理剂进行不同配比,研究二者配施对设施土壤氮素转化和作物氮素吸收的影响。

2. 材料与方法

2.1. 供试材料

本试验为盆栽试验,试验于天津农学院环境科学实验室阳台进行,该区属大陆性季风气候,年平均气温在12℃~15℃,年平均降水量为550~600毫米左右,试验时间夏秋季节。以饲用甜高粱(品种:甜杂2号)作为供试作物,两种供试调理剂为腐植酸和草本生物炭(秸秆炭),供试土壤采自天津市武清区大孟庄镇后幼庄村集约化设施菜田,质地中等,全氮含量为2.46 g/kg,有机质含量为32.91 g/kg,有效磷含量为371.15 mg/kg,含盐量为4.53 g/kg,土壤酸碱性和中性,碳氮比为7.75,土壤存在氮磷积累较重、碳氮失调、酸化、盐渍化等退化问题。

2.2. 试验设计

将设施菜田土壤样品自然风干后过5 mm筛,每盆装土重3 kg(盆规格:高15 cm,口径21 cm)。共设空白对照、生物炭、腐植酸、腐植酸 + 生物炭、腐植酸 + 1/2生物炭、1/2腐植酸 + 生物炭等6个处理,每个处理3个重复,具体用量如表1所示,每盆定植2株。试验种植时间为2018年5月~11月,收获时甜高粱处于灌浆期。种植期间每隔2天灌水一次,每盆每次400~500 mL。

Table 1. The amount of humic acid and biochar used in each treatment (Unit: g/pot)**表 1.** 各处理腐植酸和生物炭用量(单位: g/盆)

| 调理剂 Conditioner | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|-------------------|----|----|-------|-------|-------|-------|
| 腐植酸 Humic acid | 0 | 0 | 1.875 | 1.875 | 1.875 | 0.938 |
| 生物炭 Biochar | 0 | 30 | 0 | 30 | 15 | 30 |

2.3. 样品采集与测定

在盆栽收获时,将饲用甜高粱根、茎、叶和穗各部位分开,置于烘箱 105℃杀青 30 min 后,在 80℃下烘干至恒重后经粉碎过筛,测定各部位全氮含量。采集一部分土样进行风干研磨,过 0.25 mm 筛测定土壤全氮,再采取一部分鲜土样测定土壤微生物量氮,土壤样品全氮、微生物量氮分别采用凯氏定氮法、熏蒸法,植物样品全氮用浓硫酸-H₂O₂ 消煮后用凯氏定氮仪进行测定[10]。

盆高粱各部位吸氮量 = 收获期高粱各部位干物质重 × 高粱各部位含氮量。

2.4. 数据处理

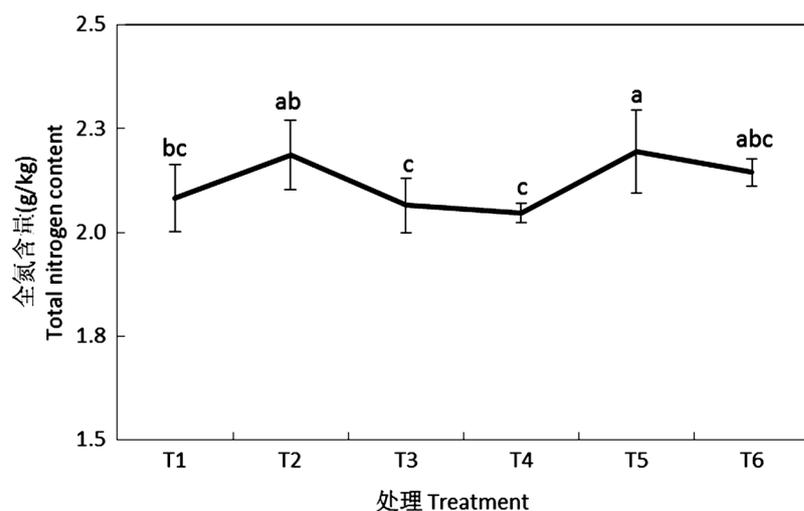
试验数据采用 Excel 2007 方法进行数据处理,采用 DPS7.05 软件进行统计分析。

3 结果与分析

3.1. 两种调理剂配施对设施土壤氮素转化的影响分析

3.1.1. 两种调理剂配合处理对土壤全氮影响

土壤全氮是评价土壤肥力高低的指标[11]。图 1 为两种调理剂配施对土壤全氮的影响。如图 1 所示,两种调理剂配施的各处理中 T4 的全氮含量最低,为 2.05 g/kg,其次是 T3,但两者间未表现出显著性差异。与 T1 相比, T5 达到显著水平,提高土壤全氮含量 5.40%,其他处理未达到显著差异。



注 1: T1-空白对照、T2-生物炭、T3-腐植酸、T4-腐植酸 + 生物炭、T5-腐植酸 + 1/2 生物炭、T6-1/2 腐植酸 + 生物炭,图上不同小写字母分别表示各处理间差异显著(P < 0.05),下同。

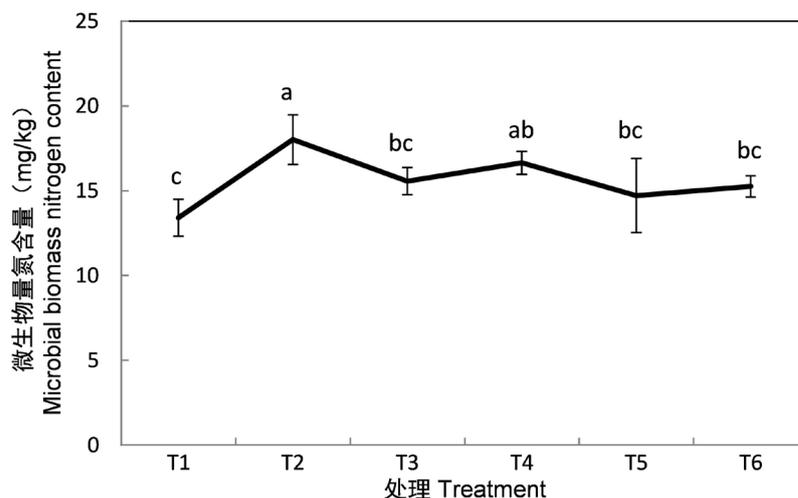
Note 1: T1-blank control, T2-biochar, T3-humic acid, T4-humic acid + biochar, T5-humic acid + 1/2 biochar, T6-1/2humic acid + biochar. Different lowercase letters on the map respectively showed significant differences between treatments (P < 0.05).

Figure 1. Soil total nitrogen condition under different treatments

图 1. 不同处理土壤全氮状况

3.1.2. 两种调理剂配合处理对土壤微生物量氮影响

土壤微生物量氮含量可以作为反映土壤微生物对氮素的矿化和固持作用的指标[12],它是植物吸收利用氮素的主要来源,土壤中大部分的矿化氮都来源于微生物量氮。图2为两种调理剂配施对土壤微生物量氮的影响,由图2表明,两种调理剂配施各处理微生物量氮含量较T1均有不同程度的提高,其中T2的增幅最大,为34.44%,T4增幅次之,达到了24.18%,T5的增幅最小,为9.77%。T2除与T4差异不显著,与其他处理均达到显著差异,说明T2有利于提高土壤微生物量氮含量。



注2: T1-空白对照、T2-生物炭、T3-腐植酸、T4-腐植酸+生物炭、T5-腐植酸+1/2生物炭、T6-1/2腐植酸+生物炭,图上不同小写字母分别表示各处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note 2: T1-blank control, T2-biochar, T3-humic acid, T4-humic acid + biochar, T5-humic acid + 1/2 biochar, T6-1/2humic acid + biochar. Different lowercase letters on the map respectively showed significant differences between treatments ($P < 0.05$).

Figure 2. Nitrogen status of microorganism in soil with different treatments

图2. 不同处理土壤微生物量氮状况

3.2. 两种调理剂配合处理对作物氮素吸收的影响分析

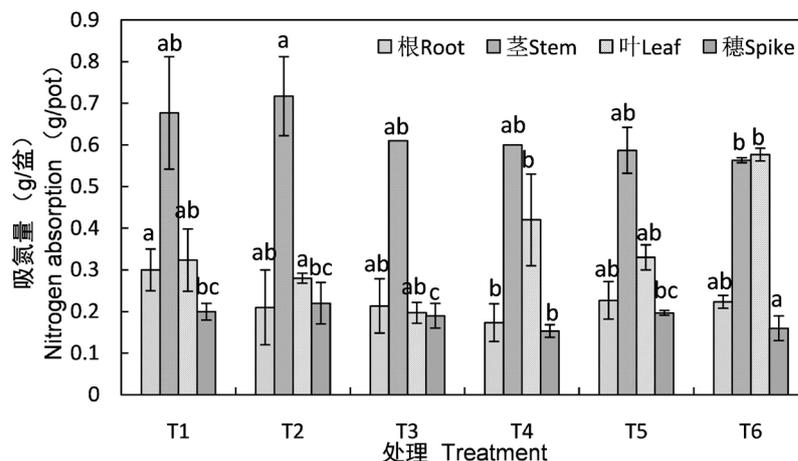
表2、图3是两种调理剂配合处理对饲用甜高粱各部位吸氮量占植株总吸氮量比例和各部位吸氮量的影响。见表2,在各部位吸氮量所占比例中以茎部最高,占37.0%~50.4%,叶部次之,为16.3%~37.9%,其次是根部,为12.9%~20.0%,穗部最低,为10.5%~15.7%,由此可见,饲用甜高粱吸氮量主要集中在

Table 2. Nitrogen absorption in different parts of sweet sorghum as a percentage of total plant nitrogen absorption under different treatments

表2. 不同处理下甜高粱各部位吸氮量占植株总吸氮量百分比

| 处理(Treatment) | 地上部(Above-ground plant parts) | | | 根(Root) |
|---------------|-------------------------------|---------|----------|---------|
| | 茎(Stem) | 叶(Leaf) | 穗(Spike) | |
| T1 | 45.11% | 21.55% | 13.33% | 20.00% |
| T2 | 50.23% | 19.63% | 15.42% | 14.72% |
| T3 | 50.41% | 16.26% | 15.70% | 17.63% |
| T4 | 44.56% | 31.19% | 11.38% | 12.87% |
| T5 | 43.78% | 24.63% | 14.68% | 16.92% |
| T6 | 36.98% | 37.86% | 10.50% | 14.66% |

茎叶部, 以 T6 茎叶部吸氮量最高, T4 次之。如图 3 所示, 对于饲用甜高粱各部位吸氮量来说, 根部吸氮量中除 T4 显著低于 T1 外, 其他处理较 T1 无显著差异; 饲用甜高粱茎部吸氮量各处理间无显著差异; 饲用甜高粱叶吸氮量 T6 显著高于 T1, 较 T1 增加 78.6%, 而其他处理较 T1 无显著差异; 穗吸氮量各处理较 T1 处理无显著差异, 其中效果相对较好的是 T2。总体来说, T6 对于饲用甜高粱氮素吸收效果较好。



注 3: T1-空白对照、T2-生物炭、T3-腐植酸、T4-腐植酸 + 生物炭、T5-腐植酸 + 1/2 生物炭、T6-1/2 腐植酸 + 生物炭, 图上不同小写字母分别表示各部位各处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note 3: T1-blank control, T2-biochar, T3-humic acid, T4-humic acid + biochar, T5-humic acid + 1/2 biochar, T6-1/2humic acid + biochar. Different lowercase letters on the graph indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$).

Figure 3. Nitrogen absorption in different parts of sweet sorghum under different treatments

图 3. 不同处理下甜高粱不同部位吸氮量

4. 讨论

土壤氮循环的核心内容是土壤氮素的转化[13], 促进氮素的形态转化可以直接影响作物对氮素的吸收利用和氮的损失[14] [15]。研究表明腐植酸能够通过与氮素结合效应[16], 调控土壤中氮素的形态转化, 提高其利用效率, 进而促进植物的生长[17]。高德才等[18]试验证明, 适量生物炭的添加可以使土壤全氮含量的降低, 并减少土壤中氮素的淋溶。本试验研究表明腐植酸和生物炭两种调理剂配施有利于土壤中氮素的转化, 促进植物对氮素的吸收, 提高氮素利用率, 这与上述研究结果一致。邬真真等[19]研究出生物炭的添加可以使氮素保持在作物根际, 更好得被作物吸收利用。有研究证实, 腐植酸刺激根系生长, 增加植物对氮素吸收[17], 但是本研究中腐植酸和生物炭两种调理剂的施加对饲用甜高粱根系的吸氮量影响效果并不显著, 与前人研究成果不同, 可能是由于盆栽试验种植时间较短, 调理剂没有发挥出其功效, 还有可能是因为盆规格较小, 不利于高粱根伸展生长, 需要进行下一步研究。

5. 结论

土壤全氮中, T4 的全氮含量最低, 为 2.05 g/kg, 其次是 T3, 但两者间未表现出显著性差异。与 T1 相比, T5 达到显著水平, 提高土壤全氮含量 5.40%, 其他处理未达到显著差异; 而对于土壤微生物量氮, T2 的增幅最大, 为 34.44%, T4 增幅次之, 达到了 24.18%, T5 的增幅最小, 为 9.77%。T2 除与 T4 差异不显著之外, 与其他处理均达到显著差异; 结合土壤全氮和微生物量氮的变化得出, T4 处理对于土壤氮素转化效果较好。从两种调理剂配合处理对饲用甜高粱各部位吸氮量占植株总吸氮量比例和各部位吸氮量的影响来看, 在各部位吸氮量所占比例中茎部最高, 占 37.0%~50.4%, 叶部次之, 为 16.3%~37.9%, 饲用甜高粱吸氮量主要集中在茎叶部, 以 T6 茎叶部吸氮量最高, T4 次之。说明 T6 对于饲用甜高粱氮素

吸收效果较好。综上所述,腐植酸和生物炭不同配比处理中对甜高粱氮素吸收效果较好的是 1/2 腐植酸 + 生物炭处理,而对于土壤氮素转化效果较好的是腐植酸 + 生物炭处理。

基金项目

天津市大学生创新训练计划项目(201810061064)。

参考文献

- [1] Marschner, P. (2013) *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Third Edition, Science Press, Beijing, 135-136.
- [2] 吴增芳. 土壤结构改良剂[M]. 北京: 科学出版社, 1976: 24-34.
- [3] 郝青, 梁亚勤, 刘二保. 腐植酸复混肥对玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 山西农业科学, 2012, 40(8): 853-856.
- [4] 罗道成, 易平贵, 陈安国, 等. 腐植酸树脂对电镀废水中重金属离子的吸附[J]. 材料保护, 2002, 35(4): 54-56.
- [5] Peuravuori, J., Zbankova, P. and Pihlaja, K. (2006) Aspects of Structural Features in Lignite and Lignite Humic Acids. *Fuel Processing Technology*, **87**, 829-839. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2006.05.003>
- [6] 房彬, 李心清, 赵斌, 等. 生物炭对旱作农田土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 生态环境学报, 2014(8): 1292-1297.
- [7] 孙志梅, 薛世川, 梁文举, 等. 不同用量的腐植酸复合肥在辣椒上的施用效应及其防衰增产机理研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(1): 81-84.
- [8] 庄振东, 李絮花. 腐植酸氮肥对玉米产量、氮肥利用及氮肥损失的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(5): 1232-1239.
- [9] Zheng, H., Wang, Z., Deng, X., *et al.* (2013) Impacts of Adding Biochar on Nitrogen Retention and Bioavailability in Agricultural Soil. *Geoderma*, **206**, 32-39.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 42-48, 93-96.
- [11] 荣勤雷, 梁国庆, 周卫, 等. 不同有机肥对黄泥田土壤培肥效果及土壤酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014(5): 1168-1177.
- [12] 赵俊晔, 于振文, 李延奇, 等. 施氮量对土壤无机氮分布和微生物量氮含量及小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(4): 466-472.
- [13] 闫钟清, 齐玉春, 董云社, 等. 草地生态系统氮循环关键过程对全球变化及人类活动的响应与机制[J]. 草业学报, 2014(6): 279-292.
- [14] Scholberg, J.M., Zotarelli, L., Tubbs, R.S., *et al.* (2009) Nitrogen Uptake Efficiency and Growth of Bell Pepper in Relation to Time of Exposure to Fertilizer Solution. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **40**, 2111-2131. <https://doi.org/10.1080/00103620902960625>
- [15] Bruun, E.W., Ambus, P., Egsgaard, H., *et al.* (2012) Effects of Slow and Fast Pyrolysis Biochar on Soil C and N Turnover Dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, **46**, 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.11.019>
- [16] 梁宗存, 武丽萍, 成绍鑫. 煤中腐植酸与尿素作用机理及其反应产物的组成结构研究[J]. 腐植酸, 1996(3): 8-10.
- [17] 张水勤, 袁亮, 林治安, 等. 腐植酸促进植物生长的机理研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(4): 1065-1076.
- [18] 高德才, 张蕾, 刘强, 等. 旱地土壤施用生物炭减少土壤氮损失及提高氮素利用率[J]. 农业工程学报, 2014(6): 54-61.
- [19] 邬真真, 程红光, 王建童, 等. 生物炭添加比例及冻融对沟渠土壤氮素淋失的影响[J/OL]. 环境科学学报, 1-9.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2329-7255，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjss@hanspub.org