

杨梢娜,郭 帅,章银柯,等. 生物炭与堆肥配施对青菜生长及土壤改良的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(21):150-153.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.026

生物炭与堆肥配施对青菜生长及土壤改良的影响

杨梢娜¹, 郭 帅², 章银柯², 黄芳晨², 贺 敏², 吴志荣²

(1. 浙江省舟山市农业技术推广中心, 浙江舟山 316021; 2. 杭州植物园/杭州市园林科学研究院, 浙江杭州 310012)

摘要:通过大棚盆栽试验,以青菜为试验材料,研究生物炭和自制堆肥不同配比模式混施对青菜性状和生物量积累的影响,以及对土壤的改良效果。结果表明,生物炭和堆肥配施对青菜物理性状改善、青菜产量增加、土壤养分含量积累均有促进作用。在生物炭和堆肥施入总质量一致的情况下,生物炭和堆肥以质量比3:1混合施入对青菜生物量积累和产量增加的促进作用最大,产量(鲜质量)增加55.2%;生物炭和堆肥以质量比1:1混合施入对土壤速效养分含量的增加效果最好;生物炭和堆肥以质量比3:1施入对土壤有机质含量的增加最显著,可提高土壤有机质含量124.7%;生物炭和堆肥以质量比1:3混合施入对提高土壤无机态氮含量有显著的促进作用,土壤铵态氮和硝态氮的含量分别比对照处理增加50.6%和77.5%。

关键词:生物炭;青菜与堆肥配施;土壤改良;氮素

中图分类号:X53;S634.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)21-0150-04

生物炭(Biochar)是指农林废弃物等生物质材料在缺氧条件下热裂解形成的富含芳香烃和单质碳或具有类石墨结构的碳产物,该物质具有理化性质稳定、抗分解能力强等特点^[1]。不同生物炭和有机肥配施方式对作物产量和品质的影响受到众多学者的关注,并且对于农业生产具有重要意义^[2]。生物炭施入土壤后能有效降低土壤容重,促进土壤团聚体形成。改善植物根系生长环境,提高肥料利用率,减少水土污染和养分损失^[3]。生物炭在土壤中分解缓慢,长期施用生物炭对土壤碳积累具有促进作用,能保持土壤碳氮比和农田生态系统平衡,

促进耕地可持续利用,满足当前农业绿色发展的要求^[4]。

随着城市化发展和园林绿化面积的不断增加,园林绿化废弃物如树木修剪物、草坪修剪物、枯枝落叶等产生量逐步增加。园林绿化废弃物有机构成单一、污染小、不含重金属等有害物质,可资源化利用程度高。园林绿化废弃物的资源化利用形式较多,其中堆肥是当前园林绿化废弃物资源化处置的主要方式。堆肥主要通过微生物对有机物的分解实现有机物的腐殖化,同时实现微生物自身的增殖。在堆肥过程中,微生物利用大量的碳作为能源,氮主要被用于原生质合成。

为探究生物炭及园林绿化废弃物堆肥不同质量比配施对青菜生长和土壤改良效果的影响,本试验以杭州植物园乔灌木生长期和休眠期的修剪物以及四季产生的园林修剪枝叶好氧发酵制成的堆

收稿日期:2020-03-06

基金项目:杭州西湖风景名胜区(市园文局、市运保委)科技发展规划(编号:2017-001)

作者简介:杨梢娜(1985—),女,浙江宁波人,硕士,农艺师,主要从事土壤资源与生态等方面的研究。E-mail:281751407@qq.com。

[26]李俊慧. 人参榕块根膨大过程细胞分裂素与相关基因表达研究[D]. 福州:福建农林大学,2012.

[27]凌宏勤. 白皮松扦插繁殖技术及生理和解剖学研究[D]. 北京:北京林业大学,2001.

[28]Isabel F, Ma A G, Belen F, et al. Endogenous plant growth regulators and rooting capacity of different walnut tissues[J]. Plant Growth Regulation, 1996, 19(2):101-108.

[29]陈婉芬,周 燮. GA₃及S3307对石刁柏生根的影响[J]. 植物生理学通讯,1994,30(1):26-28.

[30]张晓平,方炎明,黄绍辉. 杂种鹅掌楸扦插生根过程中内源激素

的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(3):79-82.

[31]黄 焱,季孔庶,方 彦,等. 珍珠黄杨春季扦插生根性状差异及内源激素变化[J]. 浙江林学院学报,2007,24(3):284-289.

[32]刘关君,李绪尧,由香玲,等. 长白落叶松插穗内源激素变化与不定根产生的关系[J]. 东北林业大学学报,2000,28(1):19-20.

[33]刘桂丰,杨传平,曲冠正,等. 落叶松杂种插穗生根过程中4种内源激素的动态变化[J]. 东北林业大学学报,2001,29(6):1-3.

肥为肥料进行比较试验,探寻生物炭和园林绿化植物废弃物制成的堆肥混合物改良土壤的最佳配比,以期对园林绿化植物废弃物资源化利用和生物炭改良土壤提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

青菜品种:小青菜,由绍兴市大江蔬菜种子有限公司生产。

试验条件:供试土壤为红壤,pH 值为 4.88,碱解氮含量 86.8 mg/kg,有效磷含量 12.0 mg/kg,速效钾含量 125.0 mg/kg,有机碳含量 10.6 g/kg。本试验于 2019 年在浙江农林大学研究基地进行,该地区平均海拔 39 m,属于中亚热带气候,年平均气温 17℃,年平均日照时数 1 847 h,年平均降水量 1 628.6 mm,全年无霜期 237 d。

供试商业生物炭:临安柴氏竹炭科技有限公司生产的新型环保竹炭。

供试自制堆肥:利用园林绿化植物废弃物(总氮含量 1.164%,有机碳含量 36.739%,碳氮比为 31.563,pH 值为 6.58)经粉碎机粉碎至粒径 2 cm 以下,通过添加尿素调节碳氮比至 25:1,添加微生物菌剂 0.5 kg(北京中农富源生物工程技术有限公司生产的国菌速腐剂微生物菌剂),保持含水量 60%左右,好氧发酵堆肥 60 d 制成。

1.2 试验设计

试验采用大棚内盆栽试验,选取平山基地较为贫瘠的土壤,混匀后,以每盆 5 kg 鲜土分装至盆中。试验共设 6 个处理:(1)空白区;(2)生物炭:堆肥 = 1:1(质量比,下同);(3)生物炭:堆肥 = 1:2;(4)生物炭:堆肥 = 2:1;(5)生物炭:堆肥 = 1:3;(6)生物炭:堆肥 = 3:1。商业生物炭和堆肥粉碎后过 20 目筛,按照不同生物炭和堆肥的配施量加入盆中,并与盆土混合均匀。所有盆栽随机区组排列,每个处理设置 3 次重复,共 18 盆。小青菜于 4 月 29 日播种,5 月 5 日移栽,各盆栽栽植密度、青菜苗的大小和每盆株数保持一致(每盆 6 株),5 月 20 日收获。每个处理以生物炭和堆肥混合物为肥料,种植前按照有机肥田间常规用量的 1% 一次性施入,保持施入质量一致,试验其他管理措施各处理均相同,盆栽日常管理保持常规田间持水量。

1.3 测定项目与数据处理

青菜收获时,每盆处理采取单采单收单烘,每

盆分别按常规方法进行整株取样,测量每株青菜株高并称取每盆青菜的整株鲜质量,烘干后称取每株青菜的干质量、地上部干质量和地下部干质量。同时测量每盆土壤样品的 pH 值、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量、有机质含量、硝态氮含量和铵态氮含量,具体测定方法参照鲁如坤主编的《土壤农业化学分析方法》^[5]。数据处理采用 Excel 2010 和 SPSS 软件。

2 结果与分析

2.1 生物炭与堆肥不同模式对青菜生长的影响

由表 1 可知,不同处理间青菜植株性状差异较大,不同处理间青菜株高依次为处理 4 > 处理 3 > 处理 6 > 处理 2 > 处理 1 > 处理 5。处理 4 的青菜植株株高最高,处理 5 的青菜株高最矮且低于处理 1 空白区,处理 4 与处理 5 间青菜株高差异显著,其他处理间均无显著性差异。与处理 1(对照)相比,只有处理 5 的株高略低,但两者差异不显著,其他各处理青菜株高与处理 1 相比均有所增加,增加幅度为 3.1%~12.5%,其中以处理 4 的青菜株高增幅最大。从整体可以看出,生物炭和堆肥配施可以改善青菜植株物理性状。由于各处理的生物炭和堆肥施入总质量一致,从处理 2、处理 4 和处理 6 可以看出,增加生物炭质量比有助于增加青菜株高,但存在生物炭和堆肥一定的适宜配比,因此当生物炭和堆肥配比为 3:1 时,青菜株高反而低于生物炭和堆肥配比为 2:1 的处理 4。同时,从处理 2、处理 3 和处理 5 也可以看出,与处理 2 生物炭和堆肥质量比为 1 相比,适当减少生物炭施入对青菜株高有促进作用,但是当生物炭与堆肥比减少至 1:3 时,青菜株高反而降低。综上所述,就生物炭和堆肥配施对青菜株高的增加效果,以生物炭和堆肥质量配比为 2:1 最佳,其次是生物炭和堆肥质量配比为 1:2。

由表 1 可以看出,青菜鲜质量、干质量、地上部干质量和地下部干质量的总体表现一致,大体上为处理 6 > 处理 3 > 处理 4 > 处理 2 > 处理 1 > 处理 5。其中处理 6 的青菜鲜质量、干质量、地上部干质量和地下部干质量与处理 1(对照)相比分别增加了 55.2%、86.6%、41.7% 和 11.7%。对比处理 2、处理 4 和处理 6 这 3 个处理的青菜生物量积累因素,可以说明,在生物炭和堆肥施入总质量一致条件下,生物炭施入质量比的增加有助于青菜生物量的各项因素增加,从而直接导致青菜产量的增加。从

表 1 生物炭与堆肥不同模式对青菜性状及生物量积累的影响

处理	株高 (cm)	鲜质量 (g/株)	干质量 (g/株)	地上部干质量 (g/株)	地下部干质量 (g/株)
1	15.06ab	14.68bc	0.82c	0.72cd	0.103a
2	15.53ab	17.06abc	0.83bc	0.73bc	0.105a
3	16.33ab	19.16ab	1.07ab	0.96ab	0.112a
4	16.94a	18.64ab	0.98abc	0.87abc	0.110a
5	14.96b	11.46c	0.58d	0.50d	0.070b
6	15.98ab	22.78a	1.53a	1.02a	0.115a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

处理 2、处理 3 和处理 5 也可以看出,生物炭施入质量比适当的减少对青菜促产没影响,但是当生物炭和堆肥配比降为 1:3 时反而会减少青菜的产量。由此表明,生物炭和堆肥配施能对青菜的生物量积累起到明显作用。从整体可以看出,处理 6 的青菜鲜质量、干质量、地上部干质量和地下部干质量高于其他处理,表明生物炭和堆肥配施质量比为 3:1 时可以更有效地提高青菜生物量积累各项因素从而提高青菜产量。

2.2 生物炭与堆肥不同模式对土壤理化性状的影响

由表 2 可知,不同处理对土壤 pH 值的影响较小,处理 2~处理 6 的土壤 pH 值较处理 1 均有所上升,但是仍偏酸性。随着生物炭和堆肥的增施,土壤 pH 值趋于中性,各处理间无显著性差异,说明增施生物炭和堆肥有助于维持土壤酸碱平衡。

表 2 生物炭与堆肥不同模式对土壤理化性状的影响					
处理	pH 值	碱解氮含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	有机质含量 (g/kg)
1	4.32a	464.14ab	397.7ab	116.73ab	7.7d
2	4.55a	529.28a	481.3a	156.91a	14.7b
3	4.48a	358.55b	357.7b	95.58b	12.6c
4	4.53a	440.04ab	425.3ab	122.90ab	15.1b
5	4.53a	418.96ab	437.0ab	131.18ab	12.3c
6	4.54a	472.05ab	413.3ab	117.96ab	17.3a

青菜种植对土壤养分含量影响较大,不施生物炭和堆肥的处理 1 土壤有机质含量普遍低于其他处理。处理 2 为生物炭和堆肥质量比 1:1,土壤碱解氮、速效钾和有效磷含量高于其他处理,显著高于生物炭和堆肥质量配比为 1:2 的处理 3。处理 3 土壤碱解氮、速效钾和有效磷含量较其他处理偏低,而其土壤有机质含量显著高于对照处理 1,由此说明处理 3 对于土壤保育和速效养分均衡也有一定效

果。综合而言,生物炭和堆肥不同模式配施有助于土壤速效养分含量的积累,对土壤有一定的改良效果。

在生物炭和堆肥施入总质量一致的条件下,不同生物炭和堆肥配施模式对土壤速效养分含量的变化均不相同,整体以处理 2 生物炭和堆肥质量配比 1:1 的土壤各速效养分含量最高。各处理的土壤碱解氮含量依次为处理 2>处理 6>处理 1>处理 4>处理 5>处理 3,土壤速效钾含量依次为处理 2>处理 5>处理 4>处理 6>处理 1>处理 3,土壤有效磷含量依次为处理 2>处理 5>处理 4>处理 6>处理 1>处理 3,表明处理 2 生物炭和堆肥质量配比 1:1 混合施入种植青菜对土壤速效养分含量的增加效果最佳。

土壤有机质能改善土壤团聚体和稳定性,有利于水土保持,促进土壤养分吸收和交换,增加土壤微生物活性,是表征土壤质量的一项重要指标。从表 2 土壤有机质含量来看,与对照处理 1 相比,其他 5 个生物炭和堆肥不同处理模式均有利于土壤有机质含量的提高,总体表现为处理 6>处理 4>处理 2>处理 3>处理 5>处理 1,增幅在 59.7%~124.7%。从处理 2、处理 4 和处理 6 的土壤有机质含量可以看出,在生物炭和堆肥施入总质量一致的情况下,生物炭施入质量比的增加有助于土壤有机质含量的提高。从处理 2、处理 3 和处理 5 也可以看出,在生物炭和堆肥施入总质量一致的情况下,堆肥施入质量比的增加反而造成土壤有机质含量的降低。

2.3 生物炭与堆肥不同模式对土壤无机态形态氮素含量的影响

无机态氮和有机态氮是土壤中氮素存在的两大形态,土壤中存在的气态氮不计入土壤氮素内^[6]。土壤中未与碳结合的含氮化合物包括铵态

氮、亚硝态氮、硝态氮、氨态氮、氨气及气态氮氧化物,一般多指铵态氮和硝态氮。易被植物吸收的无机态氮是土壤微生物活动的产物,无机态氮易挥发和流失,在土壤中的含量变化较大^[7]。

如表 3 所示,同一处理下土壤中的铵态氮含量高于硝态氮含量,不同处理模式间土壤铵态氮和硝态氮含量不同。不同处理间土壤铵态氮含量以处理 6 最低,硝态氮含量最低的为对照处理。根据表 3 土壤铵态氮的变化可知,生物炭和堆肥配施种植青菜对土壤铵态氮含量的积累在一定程度上具有促进作用,以处理 5 土壤铵态氮含量最高,比对照处理增加 50.6%。

由表 3 可知,生物炭和堆肥的混合施入有助于土壤硝态氮含量的增加。生物炭和堆肥不同处理模式的土壤硝态氮比处理 1 高 4.0%~77.5%,其中处理 5 生物炭和堆肥质量配比 1:3 混合施入的土壤硝态氮含量最高,且与对照处理有显著性差异。综上所述,生物炭和堆肥的混施还田用作土壤改良剂可以减少土壤中硝态氮和铵态氮的淋失,能增强土壤保肥能力,促进土壤对肥料养分的吸附能力,提高肥料利用率。

表 3 生物炭与堆肥不同模式对土壤无机态形态氮素含量的影响		
处理	铵态氮含量 (mg/kg)	硝态氮含量 (mg/kg)
1	170.18bc	67.14c
2	186.41b	76.08bc
3	126.02c	72.16bc
4	197.76b	96.16ab
5	256.29a	119.20a
6	119.99c	69.80bc

3 结论与讨论

本试验结果表明,生物炭和堆肥配施对改善青菜物理性状和青菜的产量增加具有促进作用。生物炭和堆肥质量配比为 2:1 配施对促进青菜株高增加最佳,生物炭和堆肥质量配比 3:1 混合施入可

更有效地提高青菜生物量积累从而提高青菜产量,鲜质量增加 55.2%。

从收获后土壤理化分析结果可以看出,生物炭和堆肥配施有助于维持土壤酸碱平衡,促进土壤速效养分含量的积累和增加土壤有机质含量,促进土壤改良效果。生物炭和堆肥质量比 1:1 混合施入对土壤速效养分含量的增加效果最好。在生物炭和堆肥施入总质量一致的情况下,生物炭施入质量比的增加有助于土壤有机质含量的提高,堆肥施入质量比的增加反而造成土壤有机质含量的降低。生物炭和堆肥质量配比 3:1 施入对土壤有机质含量的增加最显著,可提高土壤有机质含量 124.7%。

生物炭和堆肥配施种植青菜对土壤铵态氮和硝态氮含量的积累具有一定的促进作用,与对照相比,生物炭和堆肥质量比 1:3 混合施入对提高土壤铵态氮和硝态氮的含量呈显著性促进作用,分别比对照处理增加 50.6% 和 77.5%。生物炭和堆肥的配施能有效减少土壤中硝态氮和铵态氮的淋失,增强土壤保水保肥能力,提高肥料利用率,降低对农田环境污染的风险。

参考文献:

[1]季雅岚,索 龙,解 钰,等. 3 种豆科植物生物质炭对海南砖红壤性质及 N₂O 排放的影响[J]. 南方农业学报,2017,48(8): 1381-1387.

[2]丁俊男,于少鹏,李 鑫,等. 生物炭对大豆生理指标和农艺性状的影响[J]. 江苏农业学报,2019,35(4):784-789.

[3]陈温福,张伟明,孟 军. 生物炭与农业环境研究回顾与展望[J]. 农业环境科学学报,2014,33(5):821-828.

[4]宋 彬,孙茹茹,梁宏旭,等. 添加木质素和生物炭对土壤氮、磷养分及水分损失的影响[J]. 水土保持学报,2019,33(6):227-232.

[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,2000:106-137.

[6]徐兴良,白洁冰,欧阳华. 植物吸收土壤有机氮的研究进展[J]. 自然资源学报,2011,26(4):715-724.

[7]邹洪涛,陈征澳. 环境化学[M]. 广州:暨南大学出版社,2011:256.