



陈雪丽,迟凤琴,张久明,等.玉米秸秆腐熟物在蔬菜育苗基质中的应用研究[J].黑龙江农业科学,2021(1):43-46.

玉米秸秆腐熟物在蔬菜育苗基质中的应用研究

陈雪丽¹,迟凤琴¹,张久明¹,匡恩俊¹,张世杰²,李杰³,李伟群¹,万书明¹

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江雄微生物科技有限公司,黑龙江 庆安 152400;3. 黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163000)

摘要:为促进腐熟玉米秸秆的基质化应用,本文以腐熟的玉米秸秆为研究对象,以菠菜、生菜和东北臭菜3种蔬菜作为试验作物,在温室中开展蔬菜栽培基质筛选试验,调查秸秆腐熟物添加比例对3种蔬菜生长及土壤酶活性的影响。结果表明:按体积比在农田土中添加70%玉米秸秆腐熟物的栽培基质有利于菠菜和东北臭菜的产量形成,添加50%玉米秸秆腐熟物的栽培基质有利于生菜产量形成。随着秸秆腐熟物添加比例的增加,生菜和东北臭菜基质中酶活性逐渐升高,而菠菜基质中的土壤酶活性在处理之间差异不显著。

关键词:秸秆腐熟物;蔬菜;基质

腐熟秸秆即作物秸秆在厌氧或好氧条件下,经过微生物降解形成作物可以吸收利用的、有机质含量较高的有机物料^[1]。腐熟秸秆的广泛应用是促进作物秸秆资源化利用和秸秆堆腐技术推广的关键。在欧洲和加拿大,秸秆栽培基质种植蔬菜的方式已得到广泛应用^[2],在国内腐熟秸秆的主要利用方式为与草炭、炉渣、菌渣等混合作为栽培基质,开展蔬菜有机生态型无土栽培,该技术具有本土化、成本低、可再生和环保的特点^[3-5]。然而,受有机生态型无土栽培技术应用面积的局限,目前尚无法消化大量的作物秸秆资源来解决作物秸秆资源化利用的问题。

近年来随着种植技术和品种的优化,农作物产量不断提高,随之而来作物秸秆急剧增加,尤其玉米秸秆较高的纤维素含量高给资源化利用带来巨大压力和潜在环境污染风险。然而,作物秸秆在微生物作用下,木质素、纤维素、半纤维素以及粗蛋白被分解为简单的无机物、小分子有机物和腐殖质等^[6],易于作物吸收利用^[7-9]。腐熟的秸秆质地松软,适于改善设施农业中蔬菜苗床土壤板结,透水性差以及由此导致的土壤肥力降低的状况^[10]。土壤酶是土壤微生物的代谢产物,也是土

壤健康状况的重要生物学特征,常用来衡量土壤肥力和土壤养分供应能力^[11]。因此,本研究采用温室秧盘育苗的方式,以蔬菜秧苗生长发育和产量等作为考核指标,筛选最佳腐熟秸秆与农田土壤配比,旨在为腐熟玉米秸秆的基质化推广应用,提高设施蔬菜生产效率等方面提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试玉米秸秆腐熟物为黑龙江雄微生物科技有限公司采用秸秆堆沤制肥技术堆制的玉米腐熟秸秆。该腐熟物质地松软,有机质含量为 $93.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, pH6.31, 全氮 $1.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全磷 $16.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 全钾 $10.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。供试农田土壤采自哈尔滨市道外区民主乡国家现代农业科技示范展示基地。供试蔬菜种类为美国大速生菜、东北臭菜和澳洲菠菜。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 本试验于2018年11—12月在温室中进行,采用 $30.0 \text{ cm} \times 21.5 \text{ cm} \times 3.0 \text{ cm}$ 的育苗盘进行蔬菜秧苗种植试验。按体积比在育苗盘中添加秸秆腐熟物,共设5个处理,包括纯农田土,30%腐熟物+70%农田土,50%腐熟物+50%农田土,70%腐熟物+30%农田土,100%腐熟物,每个处理3次重复,共计45个育苗盘。

1.2.2 测定项目及方法 苗床基质pH采用水土比1:2.5的方法测定,有机质采用重铬酸钾容量法测定,总氮采用硫酸-过氧化氢消煮-凯氏定氮方法测定,总磷采用硫酸-过氧化氢消煮-分光光度计方法测定;总钾采用火焰光度计方法测定。

收稿日期:2020-11-06

基金项目:中央引导地方科技发展专项(ZY18A04);国家重点研发计划子课题(2016YFD0300303);黑龙江省博士后资助项目(LBH-Z17198);黑龙江省农业科学院院级课题(2018YYYF017);黑龙江省农业科学院杰出青年基金项目(2019JCN005)。

第一作者:陈雪丽(1980—),女,博士,助理研究员,从事土壤微生物生态研究工作。E-mail:xuelichen99@163.com。

土壤酶活性测定方法按照关松荫^[12]和Doran^[13]的方法进行,具体为过氧化氢酶活性利用高锰酸钾滴定法,脲酶活性采用靛酚蓝比色法测定,中性磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法,蔗糖酶采用3,5-二硝基水杨酸比色法,蔬菜鲜重即样品采集后用水洗净,室温晾干多余水分进行称重,洗净的蔬菜在105℃,3h烘干至恒重,称量蔬菜干重的。收获指数(HI)=叶部鲜重/(叶部鲜重+根部鲜重)

1.2.3 数据分析 试验数据采用SPSS 18.0进行显著性分析,采用Sigmaplot 10.0作图。

2 结果与分析

2.1 不同苗床基质的营养成分分析

腐熟玉米秸秆不仅有机质含量高,还具有调节苗床基质酸碱度的作用。由表1可知,农田土pH 7.08,100%秸秆腐熟物pH 6.31,随着秸秆腐熟物所占比例的增加,各苗床基质pH逐渐降低。

2.2 苗床基质对3种蔬菜生物量的影响

2.2.1 不同苗床基质对菠菜生物量的影响 由表2可以看出,秸秆腐熟物的添加显著增加了菠

菜叶部干鲜重。随着秸秆腐熟物添加量的增加,菠菜叶部生物量(鲜重和干重)和收获指数呈上升趋势,腐熟物添加比例为70%时生物量和收获指数均达到最高,但添加腐熟物的处理之间差异未达到显著水平。然而100%秸秆腐熟物作为苗床基质处理不利于菠菜的生长和干物质积累,其菠菜叶部生物量反而降低。菠菜根部生物量测定结果表明,农田土作为苗床基质处理菠菜的根部干物质积累高于添加秸秆腐熟物的处理,根冠比最低。由此可知,在土壤中添加70%秸秆腐熟物有利于菠菜叶部产量形成以及根部养分向叶部分配运输。

表1 蔬菜苗床基质pH

处理	pH
农田土	7.08±0.06
30%秸秆腐熟物+70%农田土	6.68±0.03
50%秸秆腐熟物+50%农田土	6.51±0.05
70%秸秆腐熟物+30%农田土	6.45±0.01
100%秸秆腐熟物	6.31±0.01

表2 不同苗床基质对菠菜生物量的影响

处理	叶部鲜重/g	叶部干重/g	根鲜重/g	根干重/g	根冠比	收获指数
农田土	5.41±1.13 b	0.11±0.10 b	0.58±0.02 b	0.17±0.02 a	1.55	0.89 b
30%秸秆腐熟物+70%农田土	38.18±7.81 a	1.69±0.44 a	2.94±0.85 a	0.13±0.01 b	0.08	0.93 a
50%秸秆腐熟物+50%农田土	54.44±24.89 a	2.17±1.13 a	3.25±1.01 a	0.15±0.10 a	0.07	0.94 a
70%秸秆腐熟物+30%农田土	62.93±18.04 a	2.69±0.71 a	3.08±1.25 a	0.14±0.20 a	0.05	0.95 a
100%秸秆腐熟物	49.03±3.72 a	2.06±0.28 a	3.44±3.62 a	0.15±0.08 a	0.07	0.94 a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下同。

2.2.2 不同苗床基质对生菜生物量的影响 由表3可以看出,与纯农田土作为基质相比,腐熟秸秆的添加显著增加了生菜叶部干鲜重。添加50%秸秆腐熟物处理生菜叶部鲜重达到最高,添加70%秸秆腐熟物处理生菜叶部干重达到最高,而100%秸秆腐解物作为基质的处理生菜叶部和

根部生长情况均较低,但腐熟秸秆不同添加量处理之间叶部和根部生长情况(除根鲜重外)差异未达到显著水平。另外,根部与叶部鲜重变化趋势基本一致。因此,综合收获指数、叶部收获物产量及根部鲜重可以得出,添加50%秸秆腐熟物作为生菜生产基质有利于生菜生长和产量形成。

表3 不同苗床基质对生菜生物量的影响

处理	叶部鲜重/g	叶部干重/g	根鲜重/g	根干重/g	收获指数
农田土	35.50±1.80 b	1.13±0.53 b	9.92±0.53 ab	0.39±0.24 a	0.78 b
30%秸秆腐熟物+70%农田土	81.79±26.55 a	2.37±0.98 ab	9.11±0.24 ab	0.17±0.12 ab	0.89 a
50%秸秆腐熟物+50%农田土	102.80±28.04 a	2.73±0.75 ab	10.85±1.75 a	0.13±0.18 ab	0.90 a
70%秸秆腐熟物+30%农田土	88.61±17.90 a	3.29±1.37 a	8.58±3.07 ab	0.06±0.05 b	0.91 a
100%秸秆腐熟物	74.78±20.98 a	2.48±0.47 ab	6.74±2.00 b	0.15±0.13 ab	0.92 a

2.2.3 不同苗床基质对东北臭菜生物量的影响

由表 4 可知,随着腐熟秸秆添加比例的增加,东北臭菜叶部生物量呈现显著升高的趋势,其中纯农田土处理为最低,100%秸秆腐熟物处理的叶部生物量最高,70%秸秆腐熟物处理次之;对东北臭菜根部生物量与叶部生物量测定结果表明秸秆腐

熟物处理比纯农田土处理显著提高了东北臭菜的生物量。另外,东北臭菜的收获指数在各处理间差异不显著。因此,综合东北臭菜生长发育指标和收获指数等,认为在东北臭菜育苗基质中添加 70%腐熟秸秆有利于东北臭菜产量形成。

表 4 不同苗床基质对东北臭菜生物量的影响

处理	叶部鲜重/g	叶部干重/g	根鲜重/g	根干重/g	收获指数
农田土	11.52±3.83 c	1.86±1.17 b	1.12±0.23 b	0.18±0.04 a	0.91
30%秸秆腐熟物+70%农田土	73.83±2.14 b	3.70±1.99 ab	8.89±2.12 a	0.24±0.19 a	0.89
50%秸秆腐熟物+50%农田土	91.38±10.84 ab	5.31±0.64 a	12.41±1.56 a	0.55±0.38 a	0.88
70%秸秆腐熟物+30%农田土	102.20±17.82 a	5.93±0.68 a	7.86±1.85 a	0.32±0.23 a	0.93
100%秸秆腐熟物	103.41±7.38 a	5.89±1.18 a	10.23±5.68 a	0.34±0.22 a	0.91

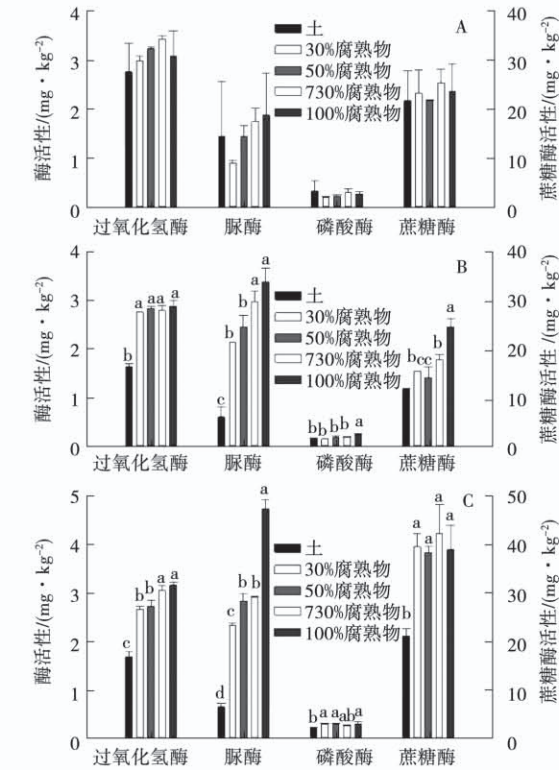
2.3 苗床基质对蔬菜收获后土壤酶活性的影响

由图 1 可知,收获后菠菜栽培基质中土壤酶活性在各处理之间差异不显著(图 1A)。生菜和东北臭菜收获后基质中的酶活性测定结果发现,与纯农田土作为苗床基质相比,添加秸秆腐熟物的处理显著增加了基质中过氧化氢酶、脲酶和蔗

糖酶活性;生菜收获后基质中的中性磷酸酶活性只有 100%秸秆腐熟物的显著高于农田土,其他处理的中性磷酸酶活性受基质组成的影响相对较小,差异未达到显著水平(图 1B)。由此可以看出,秸秆腐熟物是适于改良设施蔬菜苗床土壤板结和提高土壤生物活性的基质材料。

3 讨论

随着秸秆腐解技术的成熟和完善,以及设施农业在人们生活中承担的角色越来越重要,秸秆基质化已是必然趋势^[14-16]。腐熟的秸秆不仅富含有机态养分和矿物质,易于作物吸收利用,还具有替代传统基质的潜力^[17],而且来源稳定,处理过程简单易行,是保护珍贵泥炭资源、降低大气及农村环境污染的有效途径^[10]。研究表明,小麦秸秆与草炭 1:1 配比的基质有利于黄瓜产量形成和提高黄瓜品质^[18];稻壳灰与木屑^[19]以及炉渣、羊粪和糠醛渣^[20]等按比例混合作为番茄的栽培基质能有效提高番茄产量,缩短番茄生长周期。本研究中以腐熟的玉米秸秆作为菠菜、生菜和东北臭菜 3 种叶菜类蔬菜的基质,研究结果表明,腐熟秸秆有机物料的添加,有效地提高了叶菜类蔬菜的产量,而且对于收获后基质的土壤酶活性测定表明,添加腐熟秸秆不仅能增加基质中与碳相关的蔗糖酶活性,而且对氮素转化相关的脲酶活性也具有激发效应。因此,在设施蔬菜基质中添加有机物料不仅有利于产量形成,还可减少肥料等外源养分的投入以及延长栽培基质的更换周期。



注:不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.005$)。

图 1 菠菜(A)、生菜(B)和东北臭菜(C)收获期土壤酶活性变化

4 结 论

腐熟的秸秆具有调节土壤 pH 的作用;综合考虑蔬菜叶部产量、收获指数以及重复性等因素,认为在土壤中添加 70% 秸秆腐熟物的栽培基质有利于菠菜和东北臭菜的产量形成,添加 50% 秸秆腐熟物的栽培基质有利于生菜产量形成。而且添加腐熟秸秆的基质具有生物活性高、酸碱度适宜的特点,能有效促进养分转化和供应。

参考文献:

- [1] 朴哲,李玉敏,马帅,等.堆肥制作中微生物侵染秸秆的环境扫描电镜(ESEM)观察[J].生态与农村环境学报,2011,27(5):98-100.
- [2] Lane G, Steve D. Organic greenhouse vegetable production[J]. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, 2000, 1: 10-16.
- [3] 刘文科,张玉彬,查凌雁.采前 LED 红蓝光连续光照对不同光质与氮形态水培生菜生长及营养元素吸收的影响[J].光谱学与光谱分析,2020,40(7):2215-2221.
- [4] 张警缔,王静童,孔鑫,等.不同肥料施用对生菜生长发育和产量品质的影响[J].河南科技学院学报(自然科学版),2020,48(3):10-14.
- [5] 周新伟,王海候,陆长婴,等.秸秆堆腐物的基质化改良及育苗效应研究[J].环境科学与技术,2019,42(2):182-190.
- [6] Medina J, Monreal C, Barea J M, et al. Crop residue stabilization and application to agricultural and degraded soils: A review[J]. Waste Management, 2015, 42: 41-54.
- [7] Finek A. Fertilizer and fertilization[M]. Verlagchemic, Germany; Agricultural extension service university of Florida, 1997: 105-111.

- [8] Silva C F, Aaevedo R S, Brag A, et al. Microbial diversity in a bagasse-based compost prepared for the production of *Agaricus brasiliensis* [J]. Brazil Journal of Microbiology, 2009, 40(3): 590-600.
- [9] Singh J, Kalamdhad A S. Reduction of heavy metals during composting: A review[J]. International Journal of Environmental Protection, 2012, 2(9): 36-43.
- [10] 范如芹,罗佳,罗少华,等.农作物秸秆基质化利用技术研究进展[J].生态与农村环境学报,2016,32(3):410-416.
- [11] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [12] 关松荫.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1984.
- [13] Doran J W. Methods for assessing soil quality[M]. Madison Wisconsin; Soil Sci. Soc. Am., Inc. 1996: 247-271.
- [14] 李想,龙振华,朱彦彦,等.东北设施叶菜类蔬菜镉铅污染安全生产分区研究[J].农业环境科学学报,2020,39(10): 2239-2248.
- [15] Fan Y, Li H, Xue Z J, et al. Accumulation characteristics and potential risk of heavy metals in soil-vegetable system under greenhouse cultivation condition in Northern China[J]. Ecological Engineering, 2017, 102: 367-373.
- [16] 左绪金.我国设施蔬菜产业发展现状及其未来发展路径探析[J].现代农业研究,2019,5(18): 47-48.
- [17] Tattini M, Caselli S, Tafani R, et al. Waste materials as media for container-grown peach and olive plants[J]. Acta Horticulturae, 1991, 294: 59-65.
- [18] 任志雨,沈絮.秸秆基质对黄瓜生长、产量和品质的影响[J].天津农业科学,2007,13(2): 23-25.
- [19] 阙瑞芬,张德威,徐志豪,等.番茄不同基质无土栽培的增产效果及生理分析[J].浙江农业学报,1991,3(2): 73-78.
- [20] 秦嘉海,陈广泉,陈修斌.糠醛渣混合基质在番茄无土栽培中的应用 [J]. 中国蔬菜, 1997(4): 13-15.

Application of Compost Maize Straw as Vegetable Grow Seeding Matrix

CHEN Xue-li¹, CHI Feng-qin¹, ZHANG Jiu-ming¹, KUANG En-jun¹, ZHANG Shi-jie², LI Jie³, LI Wei-qun¹, WAN Shu-ming¹

(1. Soil Fertilizer and Environment Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Heilongjiang Xiongwei Technology Limited Company, Qing'an 152400, China; 3. Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163000, China)

Abstract: In order to promote the matrix application of rotten maize straw, in this study, the compost straw of maize used as matrix was the research object, spinach, lettuce and *Eruca sativa* Mill. as experimental crops. This experiments conducted in the greenhouse. The effects of the proportion of straw compost on the growth of three vegetables and soil enzyme activities were investigated. The results showed that the 70% straw compost combined with 30% arable soil according to the volume ratio was beneficial to the yield formation of spinach and *Eruca sativa* Mill. . And 50% of straw compost was conducive to the yield formation of lettuce. Soil enzyme activities in seeding matrix of lettuce and *Eruca sativa* Mill. showed increased with compost straw of maize adding, then they did show significant difference between treatments of spinach planting.

Keywords: straw compost; vegetable; substrate; facility agriculture