

王秋君,严少华,马 艳. 基质栽培中追施化肥对可溶性有机质及西瓜生长的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):154-157.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.043

基质栽培中追施化肥对可溶性有机质及西瓜生长的影响

王秋君,严少华,马 艳

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,江苏南京 210014)

摘要:研究有机基质栽培过程中施用化肥对基质中可溶性有机质化学结构的影响。以猪舍发酵床垫料、珍珠岩、蛭石和泥炭按体积比 4:2:2:2 混合作为西瓜栽培基质,设置不施肥(CK)、施氮钾肥(NK)、施氮磷钾肥(NPK)3 个处理,研究对西瓜生物学性状和基质化学性状的影响。结果表明,NPK 处理的西瓜果实产量较 NK 处理提高了 33.4%,处理间差异显著;植株生物量较 CK、NK 处理分别提高了 35.3%、13.8%,处理间差异显著。与 CK 和 NK 处理相比,NPK 处理显著增加了西瓜茎中的氮、磷含量,并显著降低了基质中有机质、铵态氮和速效磷含量;NPK 处理可溶性有机物的腐殖化程度高于 CK 和 NK 处理。研究结果表明,以猪舍发酵床垫料为原料的有机基质可以作为西瓜生长的载体,不同肥料处理不仅通过其自身所带养分改变了基质中养分含量,同时也可能通过改变基质中可溶性有机物质化学结构而间接影响了基质中速效养分的含量,最终改变了西瓜生物学性状。

关键词:发酵床垫料;西瓜;养分;水溶性有机物

中图分类号: S652.04;S652.06

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2017)21-0154-04

发酵床养殖技术最近几年在我国发展迅速,它在环境保护和提高畜禽福利等方面都得到学者和农户的认可^[1],但是针对使用后的发酵床垫料的处理方法目前研究较少。发酵床经过畜禽排泄的粪尿充分混合,实现了原位的吸附和分解,使得其中的养分含量丰富^[2]。发酵床垫料经过堆肥腐熟后可以作为一种优质的有机肥料。纪玉琨研究发现,将发酵床垫料作为有机肥施入土壤,明显提高了土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量,提高了土壤的肥力。利用农业废弃物作为蔬菜类作物的无土栽培基质是目前废弃物资源化领域的研究热点之一^[3]。大量研究表明,以农业废弃物为原料的有机基质中含有丰富的养分,可促进蔬菜类作物生长,提高作物的产量和

品质^[4-5]。

可溶性有机质作为土壤中的天然配位体,对土壤中养分的有效性及其迁移特性有重要影响。可溶性有机质仅占土壤有机质总量的极小部分,但却是土壤有机质中最活跃的组分之一,也是土壤有机质研究中最有意义的量化指标。土壤可溶性有机质被认为是可矿化的氮源和磷源,对土壤中养分循环和有效性具有重要的作用^[6]。可溶性有机质可以通过增加作物生长环境中氮和一些微量元素的有效性从而促进作物的生长^[7]。

在堆肥和有机基质的一些生物化学过程中,可溶性有机质起着很重要的作用^[8],且对总有机质的变化有重要的指示作用^[9]。目前,国内外学者对土壤可溶性有机质的研究较多,然而关于作物栽培基质中可溶性有机质的研究较少。

为了弥补同类研究的不足,本试验在以发酵床垫料为原料的有机基质西瓜栽培条件下,研究了施用不同的化肥对基质中可溶性有机质化学结构的影响,了解可溶性有机质与速效养分的相关性,以期以猪舍发酵床垫料在西瓜无土栽培上的高效应用提供理论依据。

转化率与对照相比有明显降低,须开展针对废弃茶树枝条处理的进一步研究,以提高其栽培白鬼笔的可用性。

参考文献:

- [1] 李能章,李能武,邱荣蓉,等. 白鬼笔菌蕾的生长发育及出菇条件初探[J]. 生物学杂志,2006,23(5):41-42.
- [2] 李泰辉,宋 斌,吴兴亮,等. 滇黔桂鬼笔科研究[J]. 贵州科学,2004,22(1):80-89.
- [3] 邹方伦. 贵州竹荪资源及生态的研究[J]. 贵州农业科学,1994(3):43-47.

收稿日期:2017-04-07

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1003-9]。

作者简介:王秋君(1983—),男,山西运城人,博士,副研究员,主要从事设施蔬菜养分管理研究。Tel:(025)84391251;E-mail:Wangqiuju461@163.com。

通信作者:马 艳,博士,研究员,主要从事设施蔬菜养分管理研究。Tel:(025)84390248;E-mail:myjaas@sina.com。

积土地利用。熟料(袋栽)适宜机械化、流水线生产,可促进菇类工厂化栽培。本试验以研究白鬼笔熟料栽培及开发利用贵州省茶区大量废弃茶树枝条为目的,以桦栎木屑添加茶枝屑培养料熟料袋栽,采用层架式框栽覆土出菇,结果表明:处理1(添加茶枝屑含量15%的培养料)白鬼笔菌丝浓密、粗壮,菌蛋产量(1.69 kg/筐)、干品菇产量(109.20 g/筐)和生物转化率(45.3%)较高。经F测验及多重比较可知,处理1干品菇产量与对照差异不显著,与其他处理间存在显著差异,可推广应用。而添加茶枝屑含量25%、35%的处理,白鬼笔菌蛋数量、单个菌蛋质量、菇体生长、单菇干质量、产量和生物

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西瓜品种为苏蜜 8 号。

供试有机基质材料为充分腐熟的发酵床垫料(原料主要是水稻秸秆,垫料厚度为 1 m,发酵时间为 1 年)、珍珠岩、蛭石、泥炭,按体积比 4:2:2:2 混合。基质容重为 0.23 g/cm^3 ,总孔隙度为 77.73%,pH 值为 6.97,EC 值为 2.61 ms/cm ,铵态氮含量 14.97 mg/kg ,硝态氮含量 167.89 mg/kg ,速效磷含量 45.02 mg/kg ,速效钾含量 2.99 g/kg ,有机质含量 261.47 g/kg ,全氮含量 24.43 g/kg ,全磷含量 12.04 g/kg ,全钾含量 28.26 g/kg 。

供试追肥为尿素、过磷酸钙(P_2O_5 含量为 16%)、硫酸钾。

1.2 试验设计

西瓜于 2014 年 8 月 25 日定植于南京市六合区江苏省农业科学院六合动物科学基地塑料大棚内,10 月 24 日拉秧。试验共设 3 个处理:以不施肥为空白对照(CK),施氮肥和钾肥处理(NK),氮磷钾肥全施(NPK)。每个处理 3 次重复,随机区组排列。

采用槽式栽培,槽长 2.4 m,宽 0.7 m,高 0.3 m。每槽装基质 115 kg,种植 12 株西瓜,行距为 0.35 m,株距为 0.40 m。定植 15 d 后第 1 次追肥,定植 40 d 后第 2 次追肥。2 次追肥量一致。NK 处理每个槽的追肥量为 174 g 尿素、298 g 硫酸钾。NPK 处理每个槽的追肥量为 174 g 尿素、492 g 过磷酸钙、298 g 硫酸钾。追肥方式采用沟施(在西瓜植株附近开沟,然后将肥料埋进去)。灌溉方式为滴灌。西瓜生育期为 60 d。

1.3 测定指标及方法

在西瓜成熟期统计西瓜产量和植株生物量,每个基质槽采取 3 个果实测定果实的可溶性糖含量和有效酸度,采取 3 株西瓜植株测定西瓜不同器官的氮、磷、钾含量。可溶性糖测定采用手持糖度计;有效酸度测定采用 pH 计。

每个基质槽用土钻采取 4 个点的基质,装入塑料袋后带回实验室,自然风干后用于理化性质的分析。铵态氮测定采用 KCl 浸提-靛酚蓝比色法;硝态氮测定采用 KCl 浸提-酚二磺酸比色法;速效磷测定采用 NaHCO_3 浸提-钼蓝比色法;速效钾采用醋酸铵浸提-火焰光度法测定;总有机质和可溶性有机碳、氮测定采用 TOC 仪;可溶性有机质的三维荧光光谱采用分子荧光光度计测定;全氮测定采用凯氏定氮法;全磷采用钼锑抗比色法;全钾采用火焰光度计法;取风干基质 10 g,加超纯水 50 ml,振荡 30 min,测定 pH 值。

1.4 数据处理

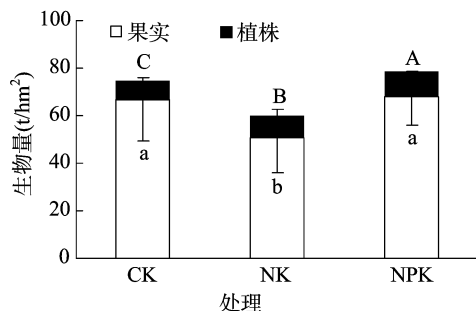
试验数据采用 SPSS 15.0 软件分析。采用单因素方差分析比较不同数据组间的差异,显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对西瓜生物量和果实品质的影响

不同施肥处理的西瓜果实产量和植株生物量见图 1。从图 1 可以看出,不同施肥处理的西瓜果实产量和植株生物量差异显著。西瓜果实产量 NPK 处理为 67.4 t/hm^2 ,与 CK 的

66.7 t/hm^2 差异不显著,但二者均显著高于处理 NK 的 50.5 t/hm^2 ,分别提高了 33.4%、32.5%。植株生物量 NPK 处理也最高,为 11.3 t/hm^2 ,显著高于 CK 的 8.4 t/hm^2 、NK 处理的 9.5 t/hm^2 ,分别增加了 35.3%、13.8%。总体来说,西瓜总生物量 NPK 处理最高,为 78.7 t/hm^2 ,较 CK 的 75.1 t/hm^2 、NK 处理 60.4 t/hm^2 分别提高了 4.8%、30.2%。



不同大写字母表示不同处理间植株生物量差异显著 ($P < 0.05$),不同小写字母表示不同处理间果实产量差异显著 ($P < 0.05$)。图2~图4同

图1 不同施肥处理西瓜果实产量和植株生物量比较

从表 1 可以看出,NPK 处理的西瓜果实数量与 CK 处理差异不显著,但二者显著高于 NK 处理。NPK 处理单果质量为 917.6 g,与 CK 处理 908.1 g 差异不显著,二者显著高于 NK 处理的 691.0 g。

表 1 不同施肥处理的西瓜产量组成

处理	果实数 (个/槽)	单果质量 (g)
CK	$13.0 \pm 1.4a$	$908.1 \pm 90.2a$
NK	$8.5 \pm 0.7b$	$691.0 \pm 37.8b$
NPK	$13.7 \pm 2.0a$	$917.6 \pm 14.4a$

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。表 2、表 3 同。

2.2 不同施肥处理对西瓜不同器官氮磷钾含量的影响

不同施肥处理对西瓜茎的含氮量有显著的影响,从图 2 可以看出,NPK 处理的茎部含氮量为 28.3 g/kg ,显著高于 CK 的 16.3 g/kg 和 NK 处理的 16.3 g/kg 。不同施肥处理对西瓜的根、叶和果实中的含氮量无显著影响。

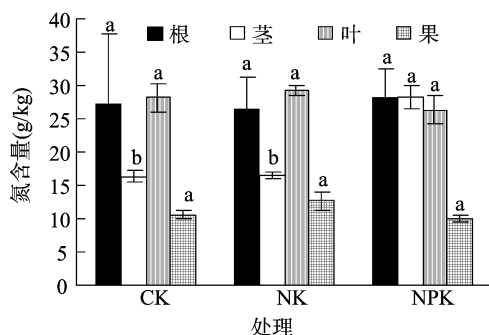


图2 不同施肥处理西瓜不同器官氮含量比较

从图 3 可以看出,NPK 处理根含磷量为 8.4 g/kg ,显著高于 NK 处理的 4.1 g/kg ;NPK 处理的茎含磷量为 6.1 g/kg ,显著高于 CK 的 3.4 g/kg 和 NK 处理的 2.4 g/kg ;NPK 处理的果实含磷量为 2.9 g/kg ,显著高于 CK 处理的 1.9 g/kg 。不同施肥处理对西瓜叶含磷量无显著影响。

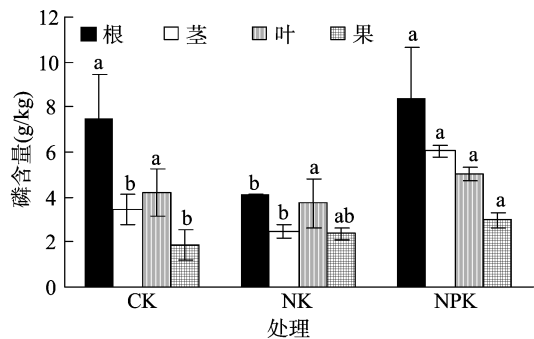


图3 不同施肥处理西瓜不同器官磷含量比较

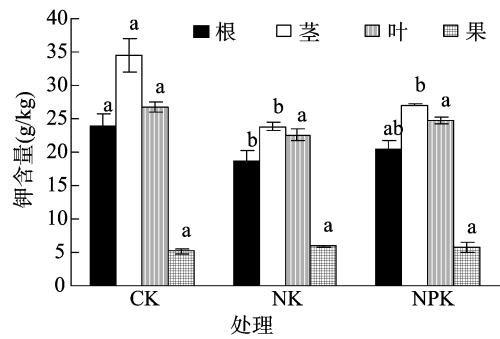


图4 不同施肥处理西瓜不同器官钾含量比较

从图 4 可以看出,CK 处理的根中含钾量为 24.0 g/kg,与 NPK 处理的 20.5 g/kg 差异不显著,但显著高于 NK 处理的 18.7 g/kg。CK 处理的茎中含钾量为 34.5 g/kg,显著高于 NPK 的 27.1 g/kg 和 NK 处理的 23.8 g/kg。不同施肥处理对西瓜叶和果的含钾量无显著影响。

2.4 不同施肥处理对基质化学性状的影响

不同施肥处理的基质化学性状见表 2。铵态氮含量 CK 为 19.5 mg/kg, NK 处理为 14.0 mg/kg, NPK 处理为 13.9 mg/kg,NK、NPK 处理显著降低了基质中铵态氮含量。NK 处理有机碳、硝态氮、速效磷含量分别为 163.5 g/kg、63.2 mg/kg、72.8 mg/kg,NPK 处理与 NK 处理比较显著降低了基质中有机碳、硝态氮、速效磷的含量。

表 2 不同施肥处理的基质化学性状比较

处理	有机碳 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	铵态氮 (mg/kg)	硝态氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (g/kg)	pH 值	灰分 (%)
CK	166.2±3.2a	22.7±1.4a	12.2±0.8a	24.0±4.1a	19.5±0.9a	37.3±2.3b	84.4±7.3a	2.3±0.4a	7.8±0.1a	26.1±0.7a
NK	163.5±6.7a	20.8±0.6a	12.3±0.7a	21.5±0.4a	14.0±0.3b	63.2±20.9a	72.8±16.1b	2.3±0.3a	7.7±0.1a	26.8±1.5a
NPK	154.5±4.9b	22.6±0.8a	11.9±0.9a	24.7±7.9a	13.9±0.1b	45.5±2.4b	63.7±21.6c	2.1±0.8a	7.6±0.2a	25.5±1.0a

2.4 不同施肥处理对基质中可溶性有机质的影响

不同施肥处理的基质可溶性有机碳、有机氮含量见表 3。不同施肥处理对基质可溶性有机碳、有机氮含量有显著的影响。NPK 处理的可溶性有机碳含量为 463.9 mg/kg,显著低于 CK 的 629.6 mg/kg、NK 处理的 579.6 mg/kg。可溶性有机氮含量 NK 处理为 181.4 mg/kg,NPK 处理为 179.3 mg/kg,显著低于 CK 的 227.3 mg/kg。不同处理的可溶性有机质的 C/N 比无显著差异。

表 3 不同施肥处理的可溶性有机碳、有机氮含量比较

处理	可溶性有机碳 (mg/kg)	可溶性有机氮 (mg/kg)	C/N
CK	629.6±65.7a	227.3±5.3a	2.7±0.2a
NK	579.6±28.5a	181.4±41.7b	3.2±0.4a
NPK	463.9±45.3b	179.3±5.4b	2.6±0.2a

2.5 不同施肥处理基质可溶性有机物三维荧光光谱

为充分了解不同施肥处理对基质中可溶性有机质组成及结构的影响,对不同施肥处理中的基质可溶性有机质进行了三维荧光光谱分析,三维荧光光谱见图 5。从图 5 可以看出,基质中可溶性有机质的三维荧光光谱中主要存在 2 个峰。NPK 处理的 2 个峰的强度都最低,CK 处理的 2 个峰的强度最高。三维荧光光谱可分为 5 个区域,每个区域分别代表基质中的不同有机物质,其中,Ⅰ、Ⅱ区代表芳香蛋白类物质。Ⅲ区为富里酸化合物的区域,Ⅳ区为微生物代谢产物区域,Ⅴ区为腐殖酸类化合物的荧光区。根据三维荧光光谱分析计算出不同区域的比例(表 4)。P_{V,n}/P_{Ⅲ,n}表示基质中可溶性有机质的腐殖化程度。从表 4 可以看出,所有处理的可溶性有机质的组成中,富里酸化合物的相对含量最高,其次是芳香蛋白类物质和腐殖酸类化合物,微生物代谢产物的相对含量最低。

3 个处理的 P_{I,n}和 P_{Ⅱ,n}的大小趋势依次为 NPK > NK > CK,与 CK 处理比较,NK、NPK 处理的可溶性有机质中芳香蛋白类物质的相对含量增加,而 P_{IV,n}、P_{V,n}、P_{V,n}/P_{Ⅲ,n}的大小趋势为 NPK < NK < CK,与 CK 处理比较,NK 和 NPK 处理的腐殖酸类物质、富里酸类物质及微生物代谢产物都降低。

3 讨论与结论

不同施肥处理对西瓜生物学性状的影响。以发酵床垫料为原料的有机基质中含有丰富的有机质和氮、磷、钾元素,是一个稳定的、具有良好根系生长环境的载体^[2]。在有机栽培过程中追施化肥,既可以满足作物前期生长所需养分,又可以避免作物生长后期有机基质释放速效养分较慢而影响作物生长^[10]。

本试验结果表明,在基质栽培条件下与不施肥料相比,施用氮磷钾肥显著增加了西瓜的植株生物量,但 2 个处理间的果实产量的差异不显著,这可能是因为在西瓜生长前期施用肥料促进了西瓜植株的生长,而随着西瓜生长至成熟期,NPK 处理中肥料养分也逐渐消耗殆尽,因此对西瓜产量无显著改变。施用氮钾肥处理的总生物量低于不施肥处理,其原因可能是施肥不平衡导致。柴喜荣等研究了以腐熟的麦糠、菇渣、玉米芯体积比为 5 : 3 : 2 混合作为大棚番茄栽培基质,并追施化肥复合肥对番茄生长的影响,结果表明,在基质栽培中追施化肥显著增加了番茄的产量和品质^[11]。杨夏等也认为,作物在有机基质栽培过程中应适时追肥^[12]。本试验中,与不施肥和施氮钾肥相比,施用氮磷钾肥显著增加了西瓜茎中的氮、磷含量,表明在以发酵床垫料为原料的西瓜基质栽培中施用适量的化肥会增加西瓜茎部对氮磷养分的吸收。

不同施肥处理对基质化学性状的影响。本试验中,与不

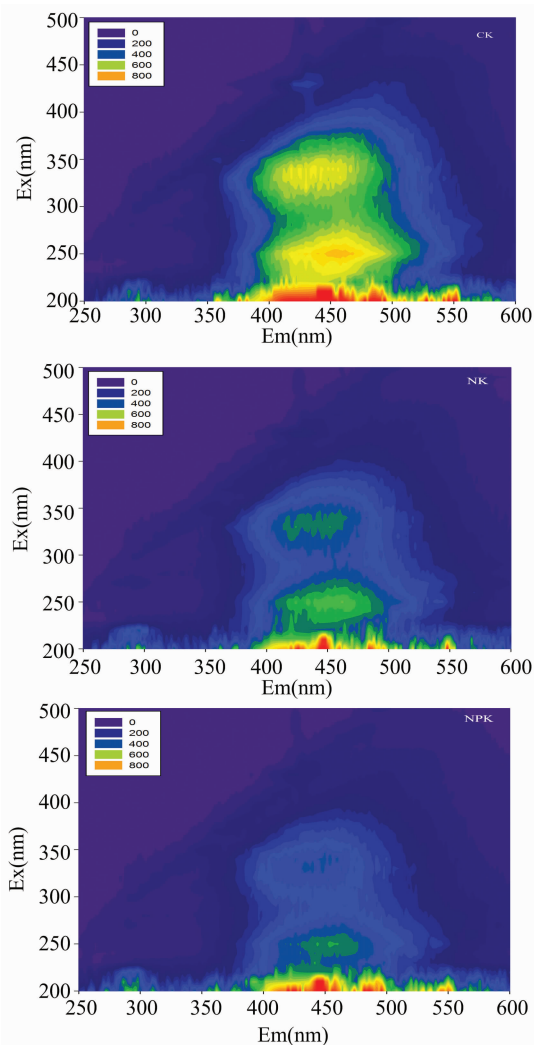


图5 不同施肥处理基质可溶性有机物的三维荧光光谱

表4 不同施肥处理的基质可溶性有机物的三维荧光光谱中区域比例

处理	$P_{I,n}$	$P_{II,n}$	$P_{III,n}$	$P_{IV,n}$	$P_{V,n}$	$P_{V,n}/P_{III,n}$
CK	0.12	0.13	0.40	0.11	0.24	0.60
NK	0.17	0.14	0.38	0.09	0.21	0.55
NPK	0.18	0.15	0.39	0.08	0.18	0.46

施肥和施氮钾肥相比,施用氮磷钾化肥显著降低了基质中有有机质、铵态氮和速效磷含量,本结论与相关研究结果不同^[13-14]。相关研究认为,施用化肥可以增加土壤或基质中养分含量。众所周知,土壤或基质中的速效养分主要来源于有机质的矿化^[15]。NPK 处理显著降低了可溶性有机碳的数量。NPK 处理的可溶性有机物的腐殖化程度较低,说明其降解率较低。由此可以推断,在西瓜生长至成熟期后 NPK 处理的基质中有机物因易降解的有机物降解率低,使得易矿化有机质的矿化率也降低,从而降低了基质中速效养分含量。

以发酵床垫料为主要原料制备的有机基质配合施用适量的化肥,可以满足西瓜生长所需养分。与 NK 处理相比,NPK 处理显著提高了西瓜的产量,与 CK、NK 处理相比,NPK 处理显著提高了植株生物量。本研究结果,不同肥料处理不仅通

过其自身所带养分改变了基质中养分含量,同时也可能通过改变了基质中可溶性有机物化学结构而间接改变了基质速效养分含量,最终改变了西瓜生物学性状。

参考文献:

- [1] 马 哈,郭海宁,李建辉,等. 发酵床垫料中有机质及氮素形态变化[J]. 生态与农村环境学报,2014,30(3):388-391.
- [2] 刘宇峰,罗 佳,严少华,等. 发酵床垫料特性与资源化利用研究进展[J]. 江苏农业学报,2015,31(3):700-707.
- [3] Kuisma E, Palonen P, Yli-Halla M. Reed canary grass straw as a substrate in soilless cultivation of strawberry [J]. Scientia Horticulturae, 2014, 178: 217-223.
- [4] Martínez F, Castillo S, Borrero C, et al. Effect of different soilless growing systems on the biological properties of growth media in strawberry[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 150(2):59-64.
- [5] Wang R, Korboulesky N, Prudent P, et al. Feasibility of using an organic substrate in a wetland system treating sewage sludge: impact of plant species[J]. Bioresource Technology, 2010, 101(1):51-57.
- [6] Haynes R J. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview [J]. Advances in Agronomy, 2005, 85(4):221-268.
- [7] Tian L, Dell E, Shi W. Chemical composition of dissolved organic matter in agroecosystems: correlations with soil enzyme activity and carbon and nitrogen mineralization[J]. Applied Soil Ecology, 2010, 46(3):426-435.
- [8] Scaglia B, Pognani M, Adani F. Evaluation of hormone-like activity of the dissolved organic matter fraction (DOM) of compost and digestate[J]. Science of the Total Environment, 2015, 514:314-321.
- [9] El Ouagoudi F Z, El Fels L, Lemée L A, et al. Evaluation of lignocellulose compost stability and maturity using spectroscopic (FTIR) and thermal (TGA/TDA) analysis [J]. Ecological Engineering, 2015, 75:217-222.
- [10] Li Y, Qin J, Mattson N S, et al. Effect of potassium application on celery growth and cation uptake under different calcium and magnesium levels in substrate culture[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 158(4):33-38.
- [11] 柴喜荣,程智慧,孟焕文,等. 追肥对农业废弃物有机基质栽培番茄生长发育和养分吸收的影响[J]. 南京农业大学学报, 2013, 36(2):20-24.
- [12] 杨 夏,裴庆松,何水平,等. 基质栽培对‘先锋’葡萄树体生长及果实品质的影响[J]. 浙江农业学报,2014,26(4):929-932.
- [13] Shisanya C A, Mucheru M W, Mugendi D N, et al. Effect of organic and inorganic nutrient sources on soil mineral Nitrogen and maize yields in central highlands of Kenya[J]. Soil & Tillage Research, 2009, 103(2):239-246.
- [14] Kang J, Amoozegar A, Hesterberg D, et al. Phosphorus leaching in a sandy soil as affected by organic and inorganic fertilizer sources[J]. Geoderma, 2011, 161(3/4):194-201.
- [15] Sun W, Huang Y, Zhang W, et al. Carbon sequestration and its potential in agricultural soils of China[J]. Global Biogeochemical Cycles, 2010, 24(3):1154-1157.