

生物炭配合有机物料对水稻育秧基质的影响

王晓燕, 方玉凤, 庞荔丹, 孟婷婷, 戴建军* (东北农业大学资源与环境学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要 [目的]为了研究生物炭配合有机物料新基质的理化性质及对秧苗生长状况的影响。[方法]以“龙稻11号”为供试品种,采用生物炭配合有机物料玉米秸秆和稻壳,同时按一定的体积比添加有机肥、草炭、沸石、细河沙、耕层土等,混合,进行新基质的水稻育秧试验。[结果]生物炭配合有机物料玉米秸秆和稻壳的基质能够提高基质最大持水量,降低基质容重,改善基质pH缓冲性,对基质碱解氮和速效钾含量的影响较大,并且能够提高秧苗的发根数和充实度。[结论]生物炭配合有机物料玉米秸秆和稻壳的基质为最优基质。

关键词 生物炭;育秧基质;理化性质;秧苗生长状况

中图分类号 S14 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-188-04

Effects of Biochar with Organic Material on Rice Seedling Substrates

WANG Xiao-yan, FANG Yu-feng, PANG Li-dan, DAI Jian-jun* et al (College of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract [Objective] The research aimed to study physical and chemical properties of biochar with organic material and its effects on seedling growth. [Method] Taking "Long Rice 11" as tested varieties, with biochar and organic materials such as corn straw and rice husks, we added organic manure, peat, zeolites, fine sand, topsoil soil and so on according to a certain volume ratio. And we conducted a rice seedling test on the new matrix. [Result] Biochar with organic material of corn stalks and rice husk could increase the maximum water holding capacity of the matrix, reduce density matrix, and improve the matrix pH buffering. The effect of nitrogen and potassium content of the matrix was large, and the numbers of seedling root and plumpness were increased. [Conclusion] Biochar with organic material of corn stalks and rice husk substrate is the best.

Key words Biological carbon; Rice seedlings substrate; Physical and chemical properties; Seedling growth

在寒地稻区推广旱育稀植栽培技术,已为寒地水稻栽培的发展做出了巨大贡献。该技术最关键的环节是大棚集中旱育苗,而育苗时需要大量的优质耕层土。耕层土育秧虽然成本较低,且已形成较完整的技术体系,但整地、取土劳动强度大,营养土的配制也常常达不到壮秧的要求^[1]。黑龙江省水稻育苗均采用旱育秧技术,每年都需要大量的优质耕层土作为育苗床土。据统计,2014年黑龙江省水稻的秧种植面积达400万hm²。黑龙江省春季气温较低,回暖晚,土壤解冻慢,造成水稻育苗取土、筛土困难,加之春季待播时间短,严重影响适时旱育苗,播种期推后,造成水稻贪青晚熟。此外,连年取土对土壤耕层破坏严重。筛选合适的水稻育秧基质,是解决上述一切采用优质耕层土育秧所带来问题的关键。

针对这些问题,已有学者开始研究用新的育秧基质替代营养土。由于稻壳纤维素含量高、密度低、渗水性差、吸水性、保水性低等,稻壳育苗没有得到大面积的推广。张阳等^[2]用3~4mm孔径的筛子粉碎加工稻壳,利用酵素菌进行稻壳发酵,再配上营养剂作基质,实现无土化育秧。研究表明,将稻壳碳化后粉碎,其渗水性、保水性得到大幅度提高。这种基质通透性好,可以培育出根系发达的壮苗^[3]。以生物质资源秸秆、牛粪、菇渣等农业废弃物经高温发酵、腐熟处理后制成的基质育苗能促进秧苗生长,提高干物质积累,而且育出的苗体健壮,秧苗整齐均匀,盘根紧实,秧片不易断裂,在栽插过程中缺棵、漏棵较少,但制作程序繁琐,育苗成本高^[4]。刘华招^[5]用珍珠岩育苗,保水性、渗水性均较强,育成

的秧苗根长、百株干重、单位苗干重、茎基粗等秧苗素质指标高,且根数多,须根多,发根力强,但用上述矿物质资源育苗普遍存在盘根性差,取秧、卷苗时易断裂,造成插秧机在插秧时不能使用等问题。

为了克服单一物质育苗的不足,笔者采用不同配比的矿物质资源和生物质资源的育秧基质。供试新基质中添加生物炭配合有机物料玉米秸秆和稻壳,同时添加有机肥、草炭、沸石、细河沙、耕层土等,按一定的体积比混合。其中,生物炭是将农作物秸秆、木屑等含碳量丰富的生物质材料在无氧或低氧的条件下热解得到的一种粒度小、多孔性的碳质材料^[6-7]。它含有较丰富的矿质养分元素如磷、钾、钙、镁及氮素,施入土壤后能够提高土壤中养分含量^[8]。生物炭呈碱性,可用于改良酸性土壤,减少或避免因施用石灰等传统方法所引起的资源浪费问题。研究还表明,施用生物炭可提高土壤持水容量和养分吸持容量^[9],提高阳离子交换量(CEC)、土壤微生物量及活性,促进土壤稳定性团聚体的形成^[10],提高土壤有机碳含量和酸性土壤pH^[11]。据统计,我国年产农林废弃物约14亿t,其中仅玉米、水稻、小麦等作物秸秆产量就达6.5亿t,但其中秸秆还田量占比不足20%^[12]。将这些农业废弃物循环利用,不仅可以减少对环境的污染,而且可以作为可再生能源。另一方面,在育苗基质中添加生物炭还可以吸附土壤中未被作物利用的水分和养分,延缓养分释放,减弱其在土壤中的迁移转化能力^[13]。笔者通过新基质水稻育苗试验,探讨不同有机物料育秧基质的理化性质和秧苗生长状况,从而筛选优质基质,旨在为水稻基质育苗应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 生物炭的制备。试验材料采用稻壳炭,将稻壳直接

基金项目 黑龙江省应用技术与开发计划(GC13B105)。

作者简介 王晓燕(1989-),女,甘肃定西人,硕士研究生,研究方向:土壤与植物营养。*通讯作者,副教授,博士,从事土壤质量和作物营养学方面的研究。

收稿日期 2015-11-16

炭化。将稻壳装入 300 ml 陶瓷坩埚, 盖上盖子, 在马弗炉内以 2 °C/min 的速率升温至 400 °C, 保持 30 min 后取出, 冷却至室温后将烧制好的稻壳炭放入自封袋中备用。

1.1.2 水稻品种。供试水稻品种为“龙稻 11 号”, 由黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所提供。

1.1.3 有机物料。供试有机物料为粉碎的玉米秸秆和稻壳, 其余配料有有机肥、草炭、沸石、细河沙、耕层土(土壤类型为黑土)。各原料都过 1 mm 筛。

1.2 水稻育苗基质的配制 水稻育苗基质由粉碎的玉米秸秆、稻壳粉、有机肥、草炭、沸石、细河沙、耕层土等按一定的比例混合而成。添加生物炭的处理为按体积比添加 5% 的生物炭, 对照为耕层土加壮秧剂(内含丰富的复合酵素、有机质、腐殖酸、有机态氮磷钾、微量元素, 还有秧苗直接吸收利用的抗生素、抗菌素、激素、有机酸等活性物质)。不同有机物料基质配比为: 耕层土 + 壮秧剂(CK); 秸秆 20% + 有机肥 10% + 草炭 20% + 沸石 10% + 细河沙 20% + 土 20% (J), 稻壳 20% + 有机肥 10% + 草炭 20% + 沸石 10% + 细河沙 20% + 土 20% (D), 秸秆 10% + 稻壳 10% + 有机肥 10% + 草炭 20% + 沸石 10% + 细河沙 20% + 土 20% (H), 秸秆 20% + 有机肥 10% + 草炭 20% + 沸石 10% + 细河沙 20% + 土 20% + 5% 生物炭(JC), 稻壳 20% + 有机肥 10% + 草炭 20% + 沸石 10% + 细河沙 20% + 土 20% + 5% 生物炭(DC), 秸秆 10% + 稻壳 10% + 有机肥 10% + 草炭 20% + 沸石 10% + 细河沙 20% + 土 20% + 5% 生物炭(HC)。最后, 将基质 pH 调节至 4.5 ~ 5.0。不同有机物料基质的理化性质见表 1。

表 1 不同有机物料理化性状含量

编号	处理	pH	有机质 %	全氮 g/kg	全磷 g/kg	缓效钾 mg/kg
CK	耕层土 + 壮秧剂	4.92	101.10	1.64	0.59	299.19
J	玉米秸秆	4.81	170.49	3.06	1.37	322.69
D	稻壳	4.83	204.19	2.68	1.36	380.75
H	秸秆 + 稻壳	4.82	208.43	2.85	1.38	390.63
JC	玉米秸秆 + 生物炭	4.85	194.23	3.15	1.37	408.80
DC	稻壳 + 生物炭	4.88	185.77	2.72	1.33	456.69
HC	秸秆 + 稻壳 + 生物炭	4.73	196.02	3.14	1.38	419.99

1.3 试验方法 试验于 2014 年在东北农业大学试验基地进行, 以水稻为研究对象, 采取大棚育苗方式育苗。2014 年 4 月 6 日将调配好的基质铺盘(育秧盘采用规格 580 mm × 280 mm 的插秧机配套软盘), 直至铺平育秧盘。该试验共设不同配比的 7 个处理, 3 次重复, 随机区组排列。水稻种子经过晒种、选种、浸种消毒以及催芽后于 2014 年 4 月 7 日播种, 分别于播种后 14、23、32、41 d 取样。

1.4 样品的采集、测定项目与方法

1.4.1 基质取样测定。首先, 测定配好基质的容重、最大持水量^[14]。分别在播种后第 14、23、32、41 天取基质样, 测定碱解氮、速效磷、有效钾的含量以及 pH。碱解氮采用碱解扩散法测定^[15]; 速效磷采用 0.5 mol/L 的 NaHCO₃ 浸提钼锑抗比色法测定; 有效钾用 1 mol/L 的 NH₄OAc 浸提火焰光度计测定。

1.4.2 水稻秧苗取样测定。分别在播种后第 14、23、32、41 天取 20 株生长情况一致的植株, 测定株高、鲜重、干重、根条

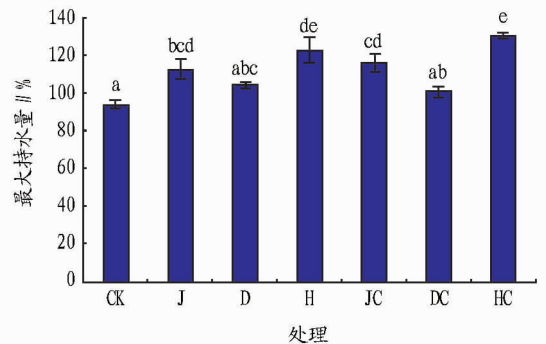
数及最大根长。植物样于 105 °C 杀青, 75 °C 烘至恒重, 称干重。在最后一次测定叶龄和叶绿素值。

1.5 数据分析 用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 20.0 等软件进行数据统计与分析。

2 结果与分析

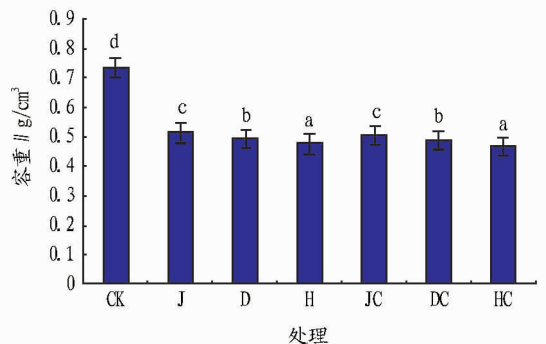
2.1 不同有机物料育秧基质理化性质的比较

2.1.1 最大持水量。由图 1 可知, 不同有机物料基质的最大持水量与对照间差异在 0.05 水平显著, 不同物料基质之间差异性不显著, 不添加生物炭的处理中处理 H 的最大持水量最高, 添加生物炭后各基质的最大持水量增大, 处理 HC 的最大持水量最大为 130.88%。这说明新基质在改善土壤最大持水量方面有良好的效果。



注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

图 1 不同育秧基质最大持水量



注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

图 2 不同育秧基质的容重

2.1.2 容重。由图 2 可知, 不同有机物料基质的容重与对照间差异在 0.05 水平显著, 新基质的容重都小于对照耕层土; 在不添加生物炭的处理中, 处理 J、处理 D、处理 H 的容重间差异在 0.05 水平显著且处理 H 的容重最小; 在添加生物炭之后, 各基质的容重都减小, 但差异性不显著, 处理 HC 的容重最小。

2.1.3 pH。由图 3 可知, 随着取样时间的增加, 育秧基质的 pH 逐渐增加。在第 1 次取样时, 基质的 pH 变化速率较大, 之后变化较小; 在取样后期, 添加生物炭的处理 JC、处理 DC 的 pH 变化较大, 比不添加生物炭的处理 J、处理 D 都高。这可能是由于生物炭本来就呈碱性, 能够提高基质的 pH, 其中添加生物炭的处理 HC 变化范围小, 即缓冲性强。虽然基质的 pH 逐渐增大, 仍都在水稻适宜的生长范围内。

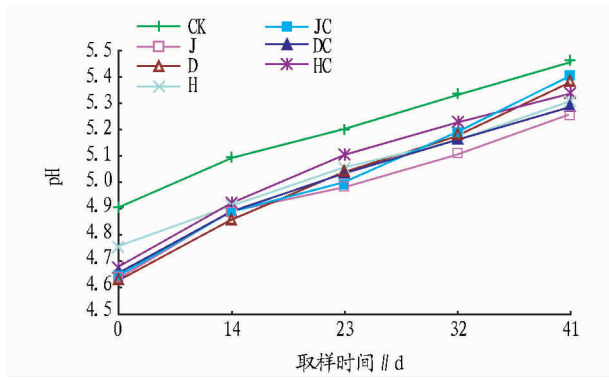


图3 不同育秧基质 pH 的变化

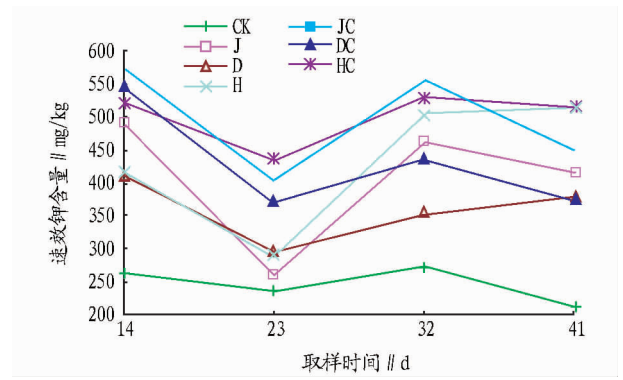


图6 不同育秧基质速效钾含量的变化

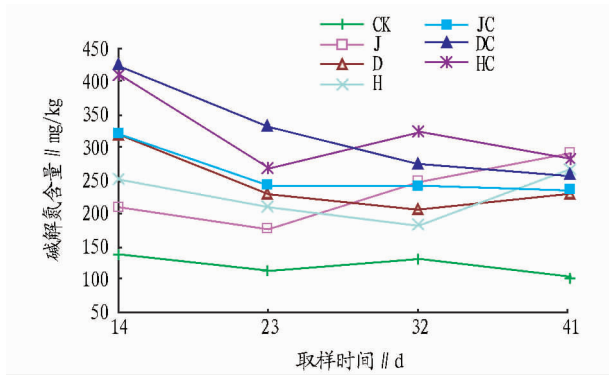


图4 不同育秧基质碱解氮含量变化

2.1.4 碱解氮含量。由图4可知,各处理碱解氮含量整体呈下降趋势,但是在播种后第32天处理J、处理HC碱解氮含量有所升高,处理JC碱解氮含量变化范围较小,处理HC碱解氮含量较高,处理DC和处理HC碱解氮含量变化较大,但仍比不添加生物炭的处理D和处理H高,即生物炭的添加对育秧基质碱解氮含量的影响较大。

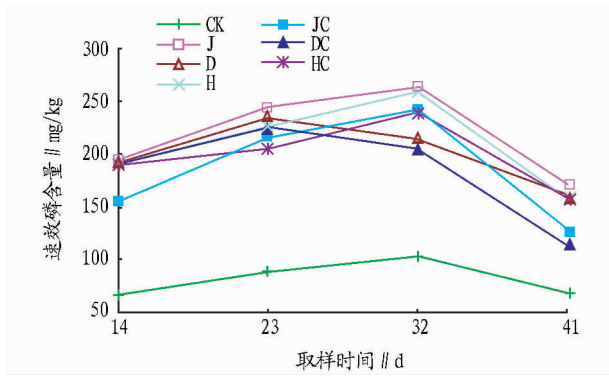


图5 不同育秧基质速效磷含量的变化

2.1.5 速效磷含量。由图5可知,各处理速效磷含量都呈先上升后下降的趋势。在添加生物炭的处理中,速效磷含量没有明显变化;在不添加生物炭的处理中,处理J的速效磷含量最高,处理H次之。也有研究表明,生物炭对土壤速效磷没有显著影响^[16]。

2.1.6 速效钾含量。由图6可知,不同育秧基质中速效钾含量先下降,在播种后第32天含量又上升;添加生物炭的处理JC、处理DC、处理HC速效钾含量都高于不添加生物炭的处理J、处理D、处理H,其中处理HC速效钾含量最高。这说明生物炭的添加对基质速效钾含量的影响较大。

2.2 不同有机物料育秧基质对秧苗生长状况的影响

2.2.1 水稻叶绿素含量。叶绿素含量与叶片中氮含量的关系密切。通过对水稻秧苗叶绿素含量的测定,发现水稻秧苗在不同处理中叶绿素和氮素的变化情况。由图7可知,不同育秧基质相比,叶绿素含量间不存在差异,各处理间叶绿素含量较接近,说明各处理中氮素含量能够满足水稻秧苗生长的需求。

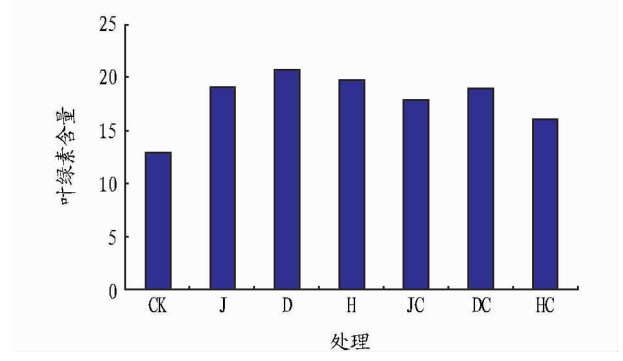


图7 不同育秧基质对叶绿素的影响

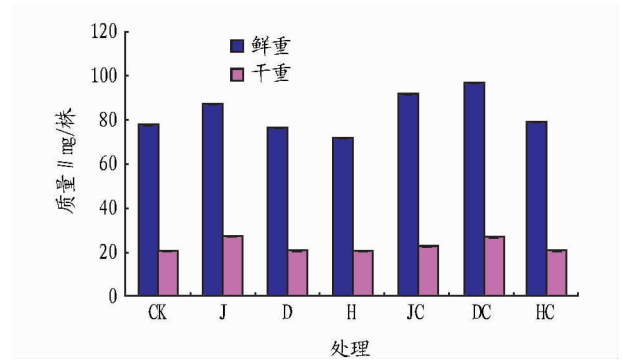
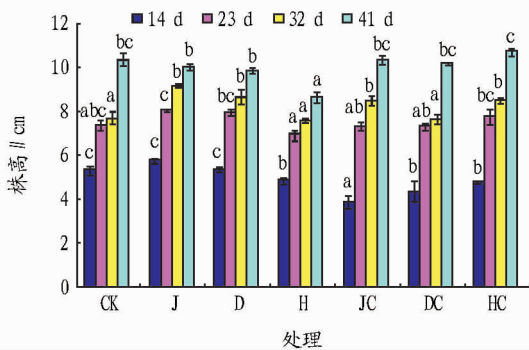


图8 不同育秧基质对干重鲜重的影响

2.2.2 秧苗鲜重、干重。由图8可知,水稻秧苗的鲜重和干重在不同育秧基质之间不存在差异。但是,添加生物炭的处理JC、处理DC、处理HC植株鲜重都高于不添加生物炭的处理J、处理D、处理H,添加生物炭的处理DC、处理HC的干重都高于不添加生物炭的处理D、处理H。

2.2.3 水稻秧苗株高。水稻的茎粗、株高是衡量水稻壮苗的重要指标。由图9可知,在育苗初期,不添加生物炭的处理株高比添加生物炭的处理高,随着取样时间的延长,在播种后第41天取样时添加生物炭处理的株高都高于不添加生

物炭处理;在播种后第 14 天取样时,添加生物炭的处理 JC、处理 DC 与不添加生物炭的处理间差异在 0.05 水平显著,处理 H 和处理 HC 间不存在差异,在播种后第 41 天取样时添加生物炭的处理 HC 与不添加生物炭的处理 H 间差异在 0.05 水平显著。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

图 9 不同育秧基质对株高的影响

2.2.4 秧苗发根力。水稻发根力是衡量秧苗是否健壮的标志。发根力强的秧苗在移栽后能够壮苗。由表 2 可知,处理 JC 中水稻秧苗的根长在 0.05 水平显著高于其他基质,处理 HC 的发根数最多为 12.2 根,添加生物炭的处理 HC 的充实度大于其他处理。

表 2 不同育秧基质水稻秧苗发根力

处理	根长//cm	发根数//根	充实度//cm/mg
CK	4.33 ± 0.33a	8.60 ± 0.70a	0.51
J	5.50 ± 0.50a	11.77 ± 0.54b	0.38
D	5.83 ± 1.09a	11.73 ± 0.98b	0.49
H	5.83 ± 1.59a	10.10 ± 0.06a	0.43
JC	6.07 ± 0.53a	11.90 ± 0.65b	0.46
DC	5.67 ± 0.33a	11.37 ± 1.17b	0.38
HC	5.03 ± 0.03a	12.20 ± 1.22b	0.52

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

3 结论与讨论

在采用不同有机物料育秧基质试验中,育秧基质的 pH 随着植株的生长逐渐升高。这可能是由基质在调节酸度后根系活动和持续浇水造成的。水稻育秧的最适 pH 为 4.5 ~ 5.5。在育秧初期将基质 pH 都调节到 4.5 ~ 5.0,育秧后期基质的 pH 接近 5.5。定期追肥可以增强基质的缓冲能力,也可能是呈碱性的生物炭对基质有一定的缓冲作用,潜在改善酸性土壤。

研究表明,处理 HC 水稻育秧基质培养的水稻植株的株高、充实度均最高,处理 H 都低,其原因可能是处理 H 的理

化性质较好。在基质的容重和最大持水量方面,处理 HC 基质的容重最小,而最大持水量最大,基质容重与最大持水量呈显著负相关,在一定范围内基质容重越小,基质的最大持水量越大,保水保肥能力越强,越适宜植株生长。水稻秧苗的干重、发根数、根长、叶绿素在不同育秧基质间差异性不显著,但都能够满足水稻秧苗生长的需求。

研究还表明,有机物料中生物炭的添加对基质碱解氮含量和速效钾含量的影响较大,对速效磷含量几乎没有影响。处理 HC 和处理 DC 的碱解氮含量变化大,处理 JC 的碱解氮含量变化小,处理 HC 和处理 J 的碱解氮含量较高;处理 HC 和处理 H 的速效钾含量高,但添加生物炭的处理速效钾的含量都高于不添加生物炭的处理。这可能与生物炭中丰富的矿质养分元素有关。

综合育秧基质理化性质变化和秧苗的生长状况,处理 HC 的基质容重最小,最大持水量最大,基质中速效氮和速效钾养分含量高。该处理下水稻秧苗的充实度最大,能达到壮秧的效果,即基质 HC 为最优基质。

参考文献

- [1] 周青,张国良,孙敏,等.有机基质育秧对水稻机插秧苗素质的影响[J].农机化研究,2005(3):75-77.
- [2] 张阳,朱雪艳,赵春玲.水稻新基质无土早育秧技术[J].黑龙江农业科学,2005(3):58-59.
- [3] 王晶英,吴旭红,赵萍.水稻代用基质育苗简介[J].黑龙江农业科学,1996(6):31-33.
- [4] 赵伯康,孙华香,王强盛.机插水稻基质育秧技术初探[J].江苏农业科学,2012,40(2):48-49.
- [5] 刘华招.水稻机插中苗育秧基质的研究[J].现代化农业,2009(3):1-3.
- [6] 卜晓莉,薛建辉.生物炭对土壤生境及植物生长影响的研究进展[J].生态环境学报,2014,23(3):535-540.
- [7] 李力,刘娅,陆宇超,等.生物炭的环境效应及其应用的研究进展[J].环境化学,2011,30(8):1411-1421.
- [8] 才吉卓玛.生物炭对不同类型土壤中磷有效性的影响研究[D].北京:中国农业科学院,2013.
- [9] KIMETU J M, LEHMANN J. Stability and stabilisation of biochar and green manure in soil with different organic carbon contents[J]. Australian journal of soil research, 2010, 48(7):577-585.
- [10] VAN ZWIETEN L, KIMBER S, MORRIS S. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility[J]. Plant and soil, 2010, 327(1/2):235-246.
- [11] LEHMANN J, GAUNT J, RONDON M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - A review[J]. Mitigation and adaptation strategies for global change, 2006, 11(2):403-427.
- [12] 石元春.中国生物质原料资源[J].中国工程科学,2011,13(2):16-23.
- [13] 褚军,薛建辉,金梅娟,等.生物炭对农业面源污染氮、磷流失的影响研究进展[J].生态与农村环境学报,2014,30(4):409-415.
- [14] 宋鹏慧,权明顺,王晓燕,等.不同有机物料水稻育秧基质的持水性及对水稻秧苗素质的影响[J].中国农学通报,2014,30(30):217-221.
- [15] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [16] 万海涛,刘国顺,田晶晶,等.生物炭改土对植烟土壤理化性状动态变化的影响[J].山东农业科学,2014,46(4):72-76.
- [17] 2006,69:53-61.
- [13] SAMELIS J, SOFOS J N, KAIN M L, et al. Organic acids and their salts as dipping solutions to control *Listeria monocytogenes* inoculated following processing of sliced pork bologna stored at 4 °C in vacuum packages[J]. Journal of food protection, 2001, 64:1722-1729.
- [14] BARMPALIA I M, GEORNARAS I, BELK K E, et al. Control of *Listeria monocytogenes* on frankfurters with antimicrobials in the formulation and by dipping in organic acid solutions[J]. Journal of food protection, 2004, 67:2456-2464.
- [15] 张春江,王宇,臧明伍,等.模糊数学综合评判发在酱牛肉感官评价中的应用[J].食品科学,2009,30(7):60-62.

(上接第 125 页)

- [10] FSIS (Food Safety and Inspection Service). Control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat and poultry products; final rule[S]. Federal register, 2003, 68:34208-34254.
- [11] GEORNARAS I, BELK K E, SCANGA J A, et al. Post-processing antimicrobial treatments to control *Listeria monocytogenes* in commercial vacuum packaged bologna and ham stored at 10 °C[J]. Journal of food protection, 2005, 68:991-998.
- [12] GEORNARAS I, SKANDAMIS P N, BELK K E, et al. Postprocess control of *Listeria monocytogenes* on commercial frankfurters formulated with and without antimicrobials and stored at 10 °C[J]. Journal of food protection,