

生物炭对番茄幼苗生长及养分吸收的影响

夏亚真^{1, 2} 田利英¹ 李胜利^{1*} 毕明明¹

(¹河南农业大学园艺学院, 河南郑州 450002; ²平顶山市种子技术推广站, 河南平顶山 467000)

摘要: 在番茄育苗基质中添加不同比例的生物炭(小麦秸秆和花生壳 1 V: 1 V 混合物经高温炭化形成的炭粉), 研究生物炭对番茄幼苗生长及养分吸收的影响。结果表明: 添加 10%~30% 的生物炭有助于改善育苗基质的通气性, 降低育苗基质的容重, 提高基质 pH 值和 EC 值; 与对照相比, 在育苗基质中添加 20% 的生物炭能够显著提高番茄幼苗的茎粗、壮苗指数、根冠比、叶绿素含量和根系活力, 增幅分别为 24.29%、62.87%、31.29%、54.87% 和 26.86%; 且显著增加了番茄幼苗对氮、磷、钾养分的吸收和积累, 有利于番茄幼苗生长。

关键词: 生物炭; 番茄; 幼苗; 生长; 养分吸收

培育健壮的秧苗是蔬菜生产的重要环节, 秧苗的质量直接关系到蔬菜的品质和产量(张轶婷等, 2011; 郝金魁等, 2012)。随着工厂化育苗的不断发展, 育苗基质的市场需求量迅速增加。草炭是国内外公认的良好育苗基质, 但草炭是一种不可再生资源, 过量开采会破坏生态环境, 加剧全球的温室效应(Ostos et al., 2008; 冯海萍等, 2017; 浩折霞等, 2017)。因此, 近年来有利于农业固体有机

废弃物改良的育苗基质成为研究热点。

生物炭是将大量的农业固体有机废弃物在缺氧和相对“较低”的温度(< 700 °C)条件下裂解形成的固态物质(何绪生等, 2011; 韦思业, 2017)。生物炭自身富含有机炭和一定量的矿物质养分, 具有微孔结构和官能团以及较大的比表面积和孔隙度, 不仅可以吸持有机质吸持的养分, 还可以吸持土壤中有机质不能吸持的养分(苏倩等, 2014), 提高土壤吸附和保持水分的能力(Glaser et al., 2002), 增强土壤水分渗透性(Lehmann et al., 2003), 减少土壤养分淋溶, 提高养分利用率, 改善微生物环境(Nguyen & Lehmann, 2009; 刘卉等, 2016)等。研究发现, 在水稻育苗基质中添加生物炭可以改善基质水分存留时间和养分淋失速

夏亚真, 女, 硕士, 助理农艺师, 专业方向: 蔬菜集约化育苗, E-mail: xiayazhen1987@126.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 李胜利, 男, 教授, 硕士生导师, 专业方向: 蔬菜集约化育苗, E-mail: lslhc@yeah.net

收稿日期: 2018-01-22; 接受日期: 2018-03-15

基金项目: 河南省大宗蔬菜产业技术体系专项 (S2010-03-03)

Creation Method and Identification Technology for Sweet-waxy Maize of Double Recessive Genotype

SONG Qiao-heng, KONG Liang-liang, LIU Jun-feng, ZHANG Yao, YANG Yue-hua

(Rice and Sorghum Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Deyang 618000, Sichuan, China)

Abstract: Sweet-waxy maize is a new type of fresh maize. The double recessive sweet-waxy maize inbred line is an essential material for the preparation of sweet-waxy fresh maize. This paper summarized the creation background and research status of double recessive sweet-waxy maize; and introduced the common method for creating and identifying technology of double recessive sweet-waxy maize. It also discussed the advantages and disadvantages of different methods, aiming at providing theoretical basis for preparation, selection and utilization of sweet-waxy maize material.

Key words: Sweet-waxy maize; Double recessive genotypes; Create; Identification; Review

率,促进水稻根系代谢速率,使秧苗更健壮(高继平等,2014)。将积砧幼苗移植到添加生物炭的基质中,对积砧株高有一定的促进作用,能有效提高基质的持水量、pH值、矿质元素含量,降低基质的容重,增加非毛管孔隙度(谢玉明等,2017)。与不施生物炭处理相比,施用生物炭可明显提高烤烟的株高、有效叶数、最大叶面积及干物质量,改善烟叶品质(高明博等,2016)。

河南是粮食生产大省,农作物秸秆资源丰富,蔬菜育苗生产中需要大量的基质。在蔬菜育苗基质中添加生物炭,不仅可以提高基质吸附和保持水分的能力,降低养分淋溶,还可以解决育苗基质资源不足的难题,废物利用、变废为宝,实现资源的再利用。本试验以小麦秸秆和花生壳为原料,按1V:1V混合后经高温炭化形成炭粉,研究不同比例生物炭替代草炭对番茄幼苗生长及养分吸收利用的影响,以期生物炭在蔬菜育苗中的合理利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种豫艺金星由河南豫艺种业公司提供。试验用基质(40%草炭,30%花生壳,10%珍珠岩,20%蛭石)由河南省洛阳市展翼农业科技有限公司提供;生物炭(小麦秸秆和花生壳1V:1V混合物经高温炭化形成的炭粉)购于商丘市三利新能源有限公司。

1.2 试验设计

试验于2015年3~9月在河南农业大学毛庄科教园区日光温室(34°16'N,112°42'E)和蔬菜栽培试验室内进行。共设3个处理,在基质中添加不同体积比的生物炭混合基质,T1,添加10%生物炭,基质中草炭含量为36%;T2,添加20%生物炭,基质中草炭含量为32%;T3,添加30%生物炭,基质中草炭含量为28%;以不添加生物炭的基质为对照(CK),基质中草炭含量为40%。

番茄种子经浸种消毒催芽后,播于72孔黑色穴盘(54cm×28cm)中,每处理6盘,3次重复,采用随机区组排列,所有处理在育苗过程中只浇灌清水,其他管理措施均按照常规的工厂化育苗进行。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 育苗基质理化性质的测定 基质容重、总孔隙度的测定采用郭世荣(2003)的方法;pH值、EC值的测定:将风干基质与蒸馏水按1V:5V混合均匀,振荡2h,pH值采用上海仪电科学仪器股份有限公司生产的PHB-4便携式pH计测定,电导率(EC)采用上海仪电科学仪器股份有限公司生产的DB-303A型电导率仪测定。

1.3.2 形态指标的测定 幼苗四叶一心时,每处理随机取10株测定株高、茎粗、幼苗地上部干质量和地下部干质量。株高采用直尺测量,茎粗采用游标卡尺测量,幼苗干质量采用烘干质量法测定,壮苗指数和根冠比参照张振贤等(1993)的方法计算。

1.3.3 生理指标的测定 番茄幼苗四叶一心时,每处理随机取15株,将根系清洗干净,采用TTC染色法测定根系活力;取番茄幼苗的第3片真叶,采用80%丙酮浸提法测定叶绿素含量(王学奎,2006);植株干样采用H₂SO₄-H₂O₂消煮法消煮,全氮含量测定采用靛酚蓝比色法,全磷含量测定采用钒钼铜比色法,全钾含量测定采用火焰光度计法(鲍士旦,2000)。

1.4 数据处理

采用SPSS 19.0软件和Excel 2003软件对试验数据进行统计分析,并运用LSD检验法对显著性差异($P < 0.05$)进行多重比较,利用Microsoft Excel 2003软件绘图。

2 结果与分析

2.1 添加生物炭对育苗基质理化性质的影响

由表1可以看出,除基质容重随着生物炭添加量的升高而降低外,基质的总孔隙度、pH值和EC值均随生物炭添加量的升高而升高。当育苗基质的总孔隙度为54%~96%,pH在5.5~6.5之间,EC值不高于2.5 mS·cm⁻¹时番茄幼苗能够正常生长(宋

表1 添加生物炭对基质基本理化性质的影响

处理	容重/g·cm ⁻³	总孔隙度/%	pH	EC/mS·cm ⁻¹
T1	0.38±0.01 b	59.98±0.85 ab	6.30±0.01 b	0.83±0.01 c
T2	0.35±0.00 c	60.72±0.58 a	6.40±0.10 ab	0.88±0.01 b
T3	0.32±0.01 d	62.11±0.74 a	6.50±0.03 a	0.92±0.01 a
CK	0.42±0.01 a	58.23±0.30 b	5.80±0.06 c	0.81±0.01 c

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下表同。

志刚, 2013), 因此在基质中添加 10%~30% 的生物炭均符合番茄幼苗生长要求。

2.2 添加生物炭对番茄幼苗生长和叶绿素含量的影响

由表 2 可以看出, 在基质中添加生物炭对番茄幼苗的形态指标有较大影响, 番茄幼苗的株高随着生物炭添加量的增加而降低, 所有处理的株高均显著低于对照。适宜的生物炭添加量有利于番茄幼苗干物质的积累与壮苗指数的提高, T2 处理(添加 20% 的生物炭)的茎粗和地下部干质量为 3.94 mm

和 29.12 mg·株⁻¹, 比对照分别显著提高了 24.29% 和 35.88%, 反映幼苗综合素质的壮苗指数和根冠比分别达到了 9.87 和 0.218 6, 显著高于对照和其他处理。

随着生物炭含量的提高, 番茄幼苗根系活力呈现先上升后下降的趋势, T2 处理的根系活力最高, 达到 301.20 mg·g⁻¹·h⁻¹, 显著高于对照(表 2)。番茄幼苗叶片的叶绿素含量则随着生物炭含量的增加呈上升趋势, T3 和 T2 处理的叶绿素含量分别比对照显著提高了 75.22% 和 54.87%(表 2)。

表 2 添加生物炭对番茄幼苗生长和叶绿素含量的影响

处理	株高/cm	茎粗/mm	地上部干质量	地下部干质量	壮苗指数	根冠比	根系活力	叶绿素含量
			mg·株 ⁻¹	mg·株 ⁻¹			mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹	mg·g ⁻¹
T1	6.59 ± 0.13 b	3.21 ± 0.01 b	131.83 ± 8.91 a	21.56 ± 1.21 c	7.47 ± 0.23 c	0.163 5 ± 0.001 3 b	212.49 ± 3.11 c	1.39 ± 0.16 c
T2	6.48 ± 0.21 b	3.94 ± 0.07 a	133.21 ± 10.17 a	29.12 ± 1.56 a	9.87 ± 0.27 a	0.218 6 ± 0.001 7 a	301.20 ± 8.35 a	1.75 ± 0.08 b
T3	6.15 ± 0.15 b	3.34 ± 0.07 ab	130.26 ± 12.45 a	24.73 ± 1.79 bc	8.42 ± 0.36 b	0.189 9 ± 0.001 3 b	273.33 ± 10.23 ab	1.98 ± 0.14 a
CK	7.86 ± 0.24 a	3.17 ± 0.04 b	128.74 ± 11.78 a	21.43 ± 1.03 c	6.06 ± 0.21 d	0.166 5 ± 0.001 4 b	237.42 ± 11.20 bc	1.13 ± 0.09 c

2.3 添加生物炭对番茄幼苗氮、磷、钾养分吸收的影响

由表 3 可以看出, 随着基质中生物炭添加量的升高, 番茄幼苗的氮、磷、钾含量和积累量整体呈现先升后降的趋势。基质中添加生物炭处理的番茄幼苗氮含量和氮积累量均显著高于对照, 其中 T2 处理的氮含量和氮积累量最高, 分别达到 3.02

mg·g⁻¹ 和 1.19 mg·株⁻¹; 基质中添加生物炭处理的番茄幼苗磷含量均显著高于对照, T2 处理的磷积累量显著高于对照, 磷含量和磷积累量分别达到 0.697 mg·g⁻¹ 和 0.275 mg·株⁻¹, 分别比对照显著增加了 64.79% 和 57.27%; T1 和 T2 处理番茄幼苗的钾含量和钾积累量均显著高于 T3 处理和对照, 其中 T2 处理的钾含量和钾积累量最高。

表 3 添加生物炭对番茄幼苗氮、磷、钾养分吸收的影响

处理	氮		磷		钾	
	含量/mg·g ⁻¹	积累量/mg·株 ⁻¹	含量/mg·g ⁻¹	积累量/mg·株 ⁻¹	含量/mg·g ⁻¹	积累量/mg·株 ⁻¹
T1	1.53 ± 0.08 b	0.52 ± 0.01 b	0.637 ± 0.012 b	0.217 ± 0.004 b	3.22 ± 0.08 ab	1.10 ± 0.13 b
T2	3.02 ± 0.05 a	1.19 ± 0.13 a	0.697 ± 0.013 a	0.275 ± 0.011 a	3.76 ± 0.14 a	1.48 ± 0.11 a
T3	1.43 ± 0.18 b	0.30 ± 0.04 c	0.609 ± 0.014 b	0.154 ± 0.026 c	2.51 ± 0.11 c	0.52 ± 0.08 c
CK	1.00 ± 0.09 c	0.16 ± 0.01 d	0.423 ± 0.015 c	0.175 ± 0.007 bc	2.31 ± 0.08 c	0.49 ± 0.12 c

3 结论与讨论

育苗基质的理化性质及养分特征与幼苗生长密切相关, 在育苗基质中适量添加生物炭, 有助于提升基质通气性, 提高基质的养分含量(徐奕等, 2016)。在本试验中, 尤以添加 20% 生物炭(T2 处理)的番茄幼苗长势最好。与常规育苗基质相比, 添加 20% 生物炭有助于提高基质通气性, 显著提高番茄幼苗的茎粗、壮苗指数、根冠比、根系活力, 增幅分别为 24.29%、62.87%、31.29% 和 26.86%, 有利于培育壮苗。因此, 将生物炭用于育苗基质的

组配是可行的, 既有利于培育壮苗, 又有助于促进农业废弃物资源化利用。

光合速率与叶片中的叶绿素含量成正比。在本试验中, 生物炭添加有利于番茄幼苗叶片叶绿素的积累, 这与赵倩雯等(2015)的研究结果一致, 但从番茄幼苗的氮、磷、钾含量和积累量变化来看, 番茄幼苗的氮、磷、钾含量和积累随生物炭添加量的升高呈现先升高后降低的趋势。生物炭对番茄幼苗促进作用的差异可能还要从生物炭本身养分持留能力、有益微生物繁殖、提升酶活性和养分利用率等途径进行研究(廖娜, 2016)。

参考文献

- 鲍士旦. 2000. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社.
- 冯海萍, 杨冬艳, 谢华, 裴红霞. 2017. 农业生物质资源木质纤维素及基质化利用研究进展. 贵州农业科学, 45 (5): 144-147.
- 高继平, 隋阳辉, 霍铁琼, 唐亮, 孟军, 张文忠, 陈温福. 2014. 生物炭用作水稻育苗基质的研究进展. 作物杂志, (2): 16-21.
- 高明博, 梁其涛, 赵殿峰, 杜兴华, 黄金辉, 朱峰. 2016. 生物炭对烤烟生长及烟叶品质的影响. 陕西农业科学, 62 (11): 56-59.
- 郭世荣. 2003. 无土栽培学. 北京: 中国农业出版社.
- 郝金魁, 张西群, 齐新, 范国昌, 刘铮, 彭发智. 2012. 工厂化育苗技术现状与发展对策. 江苏农业科学, 40 (1): 349-351.
- 浩折霞, 黄大鹏, 顾少华, 韦中, 徐阳春, 沈其荣. 2017. 酒糟-牛粪堆肥复配瓜果类蔬菜育苗基质配方筛选. 南京农业大学学报, 40 (3): 457-463.
- 何绪生, 耿增超, 余雕, 张保健, 高海英. 2011. 生物炭生产与农用的意义及国内外动态. 农业工程学报, 27 (2): 1-7.
- 廖娜. 2016. 生物炭对滴灌棉田土壤微生物的影响 [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学.
- 刘卉, 周清明, 黎娟, 张黎明, 张明发, 孙敏, 刘智炫, 陈佳亮. 2016. 生物炭施用量对土壤改良及烤烟生长的影响. 核农学报, 30 (7): 1411-1419.
- 宋志刚. 2013. 不同作物秸秆用作番茄无土栽培基质的研究 [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院.
- 苏倩, 侯振安, 赵靓, 茹思博, 翟勇, 董天宇. 2014. 生物炭对土壤磷素和棉花养分吸收的影响. 植物营养与肥料学报, 20 (3): 642-650.
- 王学奎. 2006. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社.
- 韦思业. 2017. 不同生物质原料和制备温度对生物炭物理化学特征的影响 [博士学位论文]. 北京: 中国科学院大学.
- 谢玉明, 李荣华, 谢桂先, 谢斯临, 邓子牛. 2017. 生物炭对枳容器苗生长的促进效果. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 43 (2): 161-165.
- 徐奕, 梁学峰, 赵立杰, 徐应明. 2016. 生物炭的特性及其在农业上的应用研究进展. 山东化工, 45 (20): 81-85, 89.
- 张轶婷, 崔世茂, 张晓梅, 姜伟, 单艳敏. 2011. 草炭复配基质特性及对黄瓜、番茄、辣椒幼苗生长的影响. 内蒙古农业大学学报, 32 (2): 123-128.
- 张振贤, 王培伦, 刘世璇. 1993. 蔬菜生理. 北京: 中国农业科学技术出版社: 38-39.
- 赵倩雯, 孟军, 陈温福. 2015. 生物炭对大白菜幼苗生长的影响. 农业环境科学学报, 34 (12): 2394-2401.
- Lehmann J, Silva Jr P, Christoph S, Nehls T, Zech W, Glaser B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferrasol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure, and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249: 343-357.
- Glaser B, Lehmann J, Zech W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35: 219-230.
- Nguyen B T, Lehmann J. 2009. Black carbon decomposition under varying water regimes. *Organic Geochemistry*, 40: 846-853.
- Ostos J C, Lopez-Garrido R, Murillo J M, Lopez R. 2008. Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludge-based composts in nursery growing media: effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus*. *Bioresource Technology*, 99 (6): 1793-1800.

Effects of Biochar on Growth and Nutrient Uptake of Tomato Seedlings

XIA Ya-zhen^{1, 2}, TIAN Li-ying¹, LI Sheng-li^{1*}, BI Ming-ming¹

(¹College of Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China; ²Seed Technology Extension Station of Pingdingshan City, Pingdingshan 467000, Henan, China)

Abstract: The experiment studied the effects of biochar addition on tomato seedling growth and nutrient uptake by adding biochar with different ratio (1 : 1 mixture of wheat straw and peanut shell carbonized by high temperature) into tomato nursery substrate. The result indicated that adding biochar (10%-30%) could improve vent ability, reduce unit weight, increase pH value and EC value of nursery substrate. Compared with the contrast, adding 20% biochar could significantly improve the stem thickness, healthy seedling index, root-shoot ratio, chlorophyll content and root system activity of tomato seedlings by 24.29%, 62.87%, 31.29%, 54.87% and 26.86%, respectively. Besides, biochar addition in nursery substrate could also increase the absorption and accumulation of N, P and K nutrients by tomato seedlings, which was very helpful for tomato seedling growth.

Key words: Biochar; Tomato; Seedling; Growth; Nutrient absorption