

生物质炭对西瓜植株生长性质及品质的影响

孙正国

(南通农业职业技术学院,江苏 南通 226007)

摘要:以西瓜为试材,利用控制性的大田试验栽培技术,研究了不同浓度生物质炭(对照 CK, 0 t/hm²、低生物质炭 LB, 5 t/hm²、中生物质炭 MB, 10 t/hm²、高生物质炭 HB, 20 t/hm²)对西瓜植株生长性质和品质的影响。结果表明:不同浓度生物质炭对西瓜植株的生长均具有明显的促进作用,西瓜植株各生长指标均高于对照,其中以根长的变化幅度最大;生物质炭降低了西瓜幼苗非保护酶活性,提高了保护性酶活性,不同浓度生物质炭处理下西瓜幼苗过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)活性整体呈先增加后下降趋势,苯丙氨酸解氨酶(PAL)、多酚氧化酶(PPO)活性呈逐渐降低趋势,高浓度生物质炭引起了西瓜根系细胞的失水,抑制酶活性的发挥,产生轻微的抑制作用;施入生物质炭会增加西瓜植株根区土壤 pH 值和降低根区土壤电导率;生物质炭在一定程度上对西瓜根区土壤养分的累积作用和改良土壤肥力作用,但对磷素并没有显著的影响,土壤钾素的增加幅度高于土壤其它养分指标;施用生物质炭后,西瓜植物体内全碳和全氮含量均随生物质炭浓度的增加呈先增加后降低趋势,全磷含量呈降低趋势,全钾含量呈增加趋势,并且显著高于对照($P < 0.05$);以中水平生物质炭(MB)处理下西瓜植株品质最高,而高水平生物质炭(HB)可能会降低西瓜植株的品质。总之,生物质炭在一定程度上可以提高西瓜植株生长特性和根区土壤理化养分含量,但这还与土壤类型、西瓜种类、土壤肥力和生态环境等密切相关。

关键词:生物质炭;西瓜植株;生长特性;品质

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)24-0157-07

生物质炭是由植物生物质在缺氧条件下经热裂解、炭化而形成的一类高度芳香化、难溶性的固态物质^[1-2]。在农业生产中,我国每年将产生逾 7 亿 t 生物秸秆,其中约 23%被焚烧,不仅带来了严重的环境污染,也造成了资源的极大浪费^[3-4]。农业秸秆的合理利用成为协调农业资源、环境以及可持续发展的重大问题^[5-7]。近年来,将农业生物质废弃物低温热裂解制成生物质炭用于农业生产受到了广泛的关注^[1-4]。大量研究表明,施用生物质炭可提高土壤持水容量、养分吸持容量、阳离子交换量(CEC)和土壤微生物活性,促进土壤稳定性团聚体形成,提高土壤有机碳含量和酸性土壤 pH 值^[5-7]。因此,生物质炭可作为改良和培肥土壤、提高农作物的生产效率、促进农作物增产的农业可持续发展有效措

施^[3-4]。目前在农业上进行生物质炭对土壤肥力和西瓜生长影响的研究较多,我国学者也已着重研究生物质炭对于农业生产的作用,但多数研究都集中在生物质炭的理化特性和环境功能等方面^[3-4,8-9],对于典型的贫瘠土壤上生物质炭对西瓜植株生长性质及品质的影响尚鲜见报道。有鉴于此,该研究以贫瘠土壤为基质,采用室外盆栽试验,对施用生物质炭后西瓜植株生长状况、根区土壤性质、植株体内养分含量及品质等进行研究,试图探明生物质炭对西瓜植株生长性质及品质的影响,以期为生物质炭在农业推广上的应用、提高土壤生产力、促进我国农业的可持续发展提供重要的科学依据和理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2014 年 5 月在南通农业职业技术学院农学院的日光温室内进行,供试土壤为江苏省典型土壤,供试西瓜品种为“郑抗 1 号”,西瓜品种和生物质炭均购于

作者简介:孙正国(1966-),男,江苏南通人,本科,副教授,研究方向为农业生态。E-mail:zhengguosun@163.com

基金项目:江苏省农业三项工程资助项目(SXGC(2012)134)。

收稿日期:2015-07-27

江苏省农业科学院,种子安全贮存半年度过休眠期,挑选籽粒饱满、无病虫害、大小均匀、色泽一致的种子,用

75%乙醇消毒 20~30 min,蒸馏水反复冲洗数次,4℃保存以备。供试土壤及生物质炭的基本特性见表 1。

表 1

试供土壤及生物质炭的基本特性

Table 1

Basic properties of biochar charcoal

材料 Material	pH 值 pH value	有机碳 Soil organic carbon /(g · kg ⁻¹)	全氮 Total nitrogen /(g · kg ⁻¹)	全磷 Total phosphorus /(g · kg ⁻¹)	有效磷 Available phosphorus /(mg · kg ⁻¹)	碱解氮 Available nitrogen /(mg · kg ⁻¹)	表面积 Superficial area /(m ² · g ⁻¹)
生物质炭 Biomass charcoal	10.62	498.56	6.27	2.39	54.78	13.14	8.41
典型贫瘠土壤 The poor soil	7.83	5.21	0.76	0.51	76.52	54.79	—

1.2 试验方法

设置 4 个处理,即生物质炭当季施用量分别为 CK(对照,0 t/hm²)、LB(低浓度生物质炭,5 t/hm²)、MB(中浓度生物质炭,10 t/hm²)、HB(高浓度生物质炭,20 t/hm²),每处理设置重复 5 次(共 15 个小区),采用裂区试验设计,每个小区面积 4 m×6 m,小区与小区之间留 20 cm 缓冲带,株距为 35 cm,行距为 15 cm,播种深度 2~5 cm,播种量 20~30 kg/hm²,在西瓜种子播种前施入生物质炭,翻耕使生物质炭与土壤充分混合。除生物质炭用量不同外,各处理氮、磷、钾肥作基肥,用量为 0.235 kg/m² NH₃HCO₃,0.175 kg/m² P₂O₅,0.132 kg/m² K₂O。2014 年 5 月 15 日种植,全生育期无人工灌溉,试验期间采取同样的管理措施(大田管理措施),分别在播种后、苗期、初花期灌水 3 次,自然条件生长,试验期间不追肥,定期除草,最大程度上保证其长势一致,10 月 15 日收获。在西瓜生长期根据天气及西瓜生长状况适量灌水,以满足西瓜正常生长发育所需。

1.3 项目测定

1.3.1 西瓜植株质量及产量测定 在西瓜生长期,每处理小区随机采取足够多西瓜植株上、中、下部的叶片混合,洗净 65℃烘箱烘干,粉碎后过 1.5 mm 筛,叶片全碳和全氮含量采用元素分析仪测定(Element,德国),叶片全磷含量采用钒钼黄吸光度法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT 光还原法)测定;过氧化氢酶(CAT)活性采用过氧化氢分解法测定;多酚氧化酶(PPO)活性采用分光光度法测定;苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性采用液氮分离纯化法测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法测定^[10]。叶面积及叶比重:应用数字图像处理技术测定叶面积(包括叶柄),叶比重(SLW)=单位面积叶干重/单位叶面积^[10]。株高:每个处理小区固定选取有代表性的西瓜成熟植株 10 株,每 10 d 测定绝对高度(从地面至植株最高部位的高度)。根长及生物量:通过人工壕沟挖掘法将西瓜植株根系从土壤挖取出来,将每株地上与地下部分用塑料袋分开,带回实验室用 40 目筛网流水冲洗,用镊子拉直两端测定单株根系总长度(精确到 0.1 mm,活根),然后在 65℃烘干后测定其生物量干重(精确到 0.001 g)。营养

成分:西瓜生长后期取叶片样品粉碎后进行常规分析,测定西瓜植株叶片粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分含量^[11]。

1.3.2 西瓜植株根区土壤养分测定 采集生长期西瓜植株根区土壤,每处理小区重复取样 3 次,四分法取 0~20 cm 西瓜植株根区土壤混合样品,自封袋盛装,自然风干(20 d)去除有机碎片后研磨,过 0.5 mm 筛用于土壤养分测定。pH 值采用电极电位法测定(1:2.5 土水比);电导率采用多功能测定仪测定;有机质采用重铬酸钾氧化-外加热法测定;全磷采用 NaOH 碱溶-钼锑抗比色法测定;全氮采用半微量凯氏定氮法测定;全钾采用火焰光度计法测定^[13]。

1.4 数据分析

Excel 2007 和 SPSS 18.0 软件包进行数据的统计和方差分析,单因素方差分析(One-way ANOVA),LSD 法比较各处理间差异显著性($P<0.05$ 和 $P<0.01$),用 Origin 8.2 软件作图。

2 结果与分析

2.1 生物质炭对西瓜植株生长特性的影响

由表 2 可知,不同浓度生物质炭对西瓜植株的生长均具有明显的促进作用,株高、根长、叶面积指数、比叶重、地上和地下生物量均高于对照。随着生物质炭浓度的增加,西瓜植株高、根长、叶面积指数、比叶重、地上和地下生物量均呈先增加后降低的趋势,在 MB 处理下西瓜植株高、根长、叶面积指数、比叶重、单株地上生物量达到最大,并且显著高于对照($P<0.05$),从单株地下生物量来看,不同浓度生物质炭处理下的单株地下生物量与对照没有显著差异($P<0.05$),随着生物质炭浓度的增加,西瓜单株地下生物量呈逐级增加趋势。与对照相比,随着生物质炭浓度的增加,LB、MB 和 HB 植株高分别增加了 9.50%、44.27%和 24.96%,根长分别增加了 26.86%、67.00%和 54.93%,叶面积指数分别增加了 7.96%、33.33%和 17.24%,比叶重分别增加了 11.25%、56.48%和 52.44%,单株地上生物量分别增加了 15.72%、36.41%和 26.05%,单株地下生物量分别增加了 6.63%、9.73%和 19.11%,其中以根长的变化幅度最大。

表 2 生物质炭对西瓜生长特性的影响(单株)

生物质炭 Biomass charcoal	株高 Plant height /cm	根长 Root length /cm	叶面积指数 Leaf area index	比叶重 Specific leaf weight /(mg·cm ⁻²)	地上生物量 Aboveground biomass /(g·m ⁻²)	地下生物量 Underground biomass /(g·m ⁻²)
CK	13.26±2.56 c	9.12±1.23 c	12.18±1.08 c	4.71±1.23 b	23.15±3.58 c	14.18±3.79 a
LB	14.52±3.87 c	11.57±3.57 b	13.15±2.13 b	5.24±2.56 b	26.79±4.27 b	15.12±2.14 a
MB	19.13±5.15 a	15.23±2.98 a	16.24±1.56 a	7.37±1.78 a	31.58±2.15 a	15.56±3.56 a
HB	16.57±4.34 b	14.13±5.14 a	14.28±1.19 b	7.18±2.39 a	29.18±4.58 a	16.89±4.42 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。
Note: Different lowercase letters show significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 生物质炭对西瓜植株酶活性的影响

由表 3 可知,不同浓度生物质炭处理下西瓜幼苗保护酶(SOD、POD、CAT)活性整体呈先增加后下降趋势。MB 浓度处理下,西瓜幼苗保护酶活性达到最大,LB 和 MB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶活性均显著高于对照($P<0.05$),而 HB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶活性显著低于对照($P<0.05$),与对照相比,随着生物质炭浓度的增加,LB 和 MB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶 POD 活性分别增加了 9.31%和 19.83%,HB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶 POD 活性降低了 20.99%;LB 和 MB 浓度处

理下西瓜幼苗保护酶 SOD 活性分别增加了 9.14%和 24.29%,HB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶 SOD 活性降低了 22.21%;LB 和 MB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶 CAT 活性分别增加了 10.25%和 27.30%,HB 浓度处理下西瓜幼苗保护酶 CAT 活性降低了 14.67%;随着生物质浓度的增加,西瓜幼苗非保护酶(PAL、PPO)活性呈逐渐降低趋势,与对照相比,西瓜幼苗非保护酶 PAL 活性分别降低了 12.31%、21.46%和 40.51%,西瓜幼苗非保护酶 PPO 活性分别降低了 8.07%、22.83%和 23.80%。

表 3 生物质炭对西瓜植株酶活性的影响

生物质炭 Biomass charcoal	过氧化物酶活性 Peroxidase activity /(U·g ⁻¹)	超氧化物歧化酶活性 Superoxide dismutase activity /(U·g ⁻¹)	过氧化氢酶活性 Catalase activity /(mg·g ⁻¹)	苯丙氨酸解氨酶活性 Phenylalanine ammonialyase activity /(U·g ⁻¹)	多酚氧化酶活性 Polyphenol oxidase activity /(U·g ⁻¹ ·h ⁻¹)
CK	113.24±19.24 c	197.68±24.10 c	29.45±5.20 c	27.45±1.58 a	24.79±3.56 a
LB	123.78±23.15 b	215.74±38.52 b	32.47±4.37 b	24.07±2.54 ab	22.79±2.74 b
MB	135.69±18.13 a	245.69±42.37 a	37.49±3.15 a	21.56±3.78 b	19.13±2.56 bc
HB	89.47±15.41 d	153.78±25.74 d	25.13±4.43 d	16.33±2.25 c	18.89±1.78 c

2.3 生物质炭对西瓜根区土壤化学性质的影响

由图 1 可知,生物质炭显著改变了西瓜根系土壤化学性质,施入生物质炭会增加西瓜植株根区土壤 pH 值和降低根区土壤电导率。西瓜幼苗植株根区土壤 pH 值变化范围在 6.50~8.01 之间,与对照相比,西瓜幼

苗植株根区土壤 pH 值分别增加了 4.14%、15.95%和 22.85%;西瓜幼苗植株根区土壤电导率变化范围在 65.7~120.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间,与对照相比,分别降低了 8.05%、22.66%和 45.48%。

2.4 生物质炭对西瓜植物根区土壤养分的影响

图 2 表明,生物质炭对西瓜植物根区土壤养分影响较为显著,施用生物质炭后,西瓜植物根区土壤养分含量均随生物质炭浓度的增加呈先增加后降低趋势。MB 浓度处理下,西瓜植物根区土壤养分含量达到最大,不同浓度生物质炭处理下的西瓜植物根区土壤有机碳、全氮和全钾均显著高于对照($P<0.05$),而不同浓度生物质炭处理下的西瓜植物根区土壤与对照没有显著差异($P>0.05$),并且各处理间差异均不显著($P>0.05$)。与对照相比,随着生物质炭浓度的增加,LB、MB 和 HB 浓度处理下西瓜植物根区土壤有机碳分别增加了 59.86%、134.95%和 77.16%,土壤全氮分别增加了 49.40%、91.57%和 53.01%,土壤全磷分别增加了 10.87%、11.96%和 6.52%,土壤全钾分别增加了 21.57%、48.98%和 39.21%。

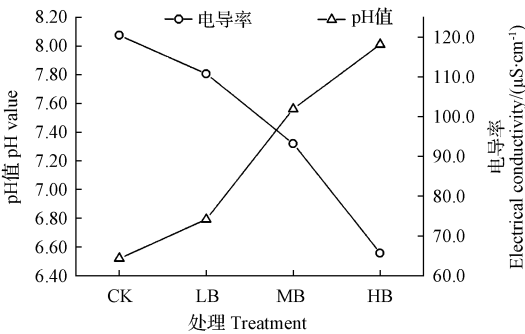
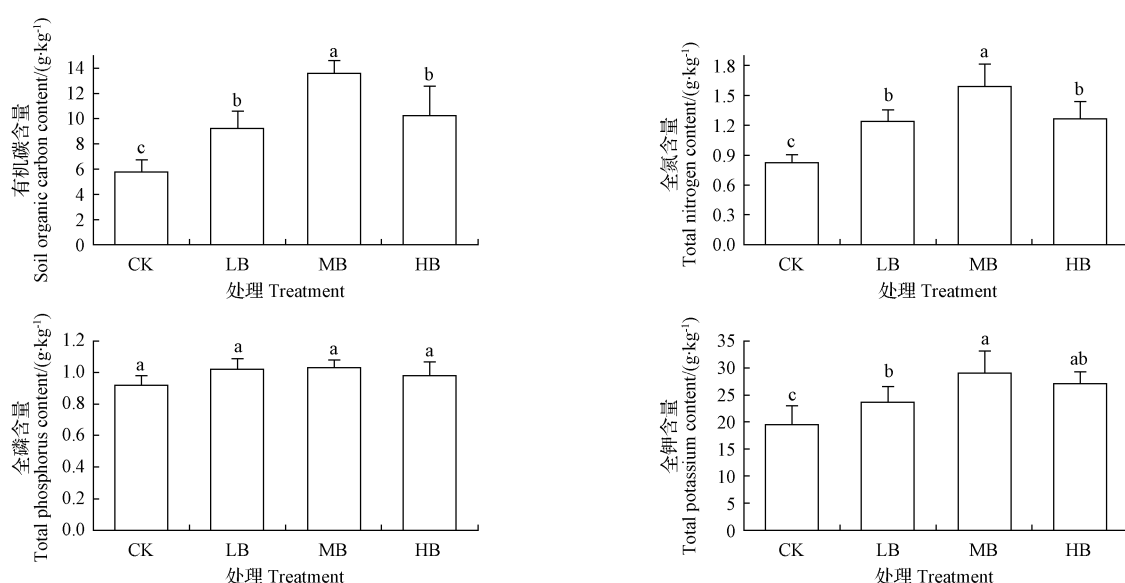


图 1 生物质炭对西瓜根区土壤 pH 值和电导率的影响

Fig. 1 Effect of biomass charcoal addition on pH value and soil electric conductivity of the root area of watermelon



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level, the same below.

图2 生物质炭对西瓜植物根区土壤养分的影响

Fig. 2 Effect of biomass charcoal addition on soil nutrient of the root area of watermelon

2.5 生物质炭对西瓜植株内养分含量的影响

图3表明,生物质炭对西瓜植物体内养分的影响较为显著,施用生物质炭后,西瓜植物体内全碳和全氮含量均随生物质炭浓度的增加呈先增加后降低趋势,MB浓度处理下,西瓜植物体内全碳和全氮含量达到最大,并且不同浓度生物质炭处理下的西瓜植物体内全碳和全氮含量均显著高于对照($P < 0.05$),并且各处理间西瓜植物体内全碳差异显著($P < 0.05$);全磷含量随生物质炭浓度的增加呈降低趋势,不同浓度生物质炭处理下的西瓜植物体内全磷含量与对照没有显著差

异($P > 0.05$),并且各处理间差异均不显著($P > 0.05$);全钾含量随生物质炭浓度的增加呈增加趋势,不同浓度生物质炭处理下的西瓜植物体内全钾含量显著高于对照($P < 0.05$),并且各处理间西瓜植物体内全钾含量差异显著($P < 0.05$)。与对照相比,随着生物质炭浓度的增加,LB、MB和HB浓度处理下西瓜植物体内全碳分别增加了16.89%、54.71%和34.53%,全氮分别增加了10.29%、30.88%和18.06%,全磷分别降低了11.79%、15.38%和37.95%,全钾分别增加了13.79%、48.17%和66.98%。

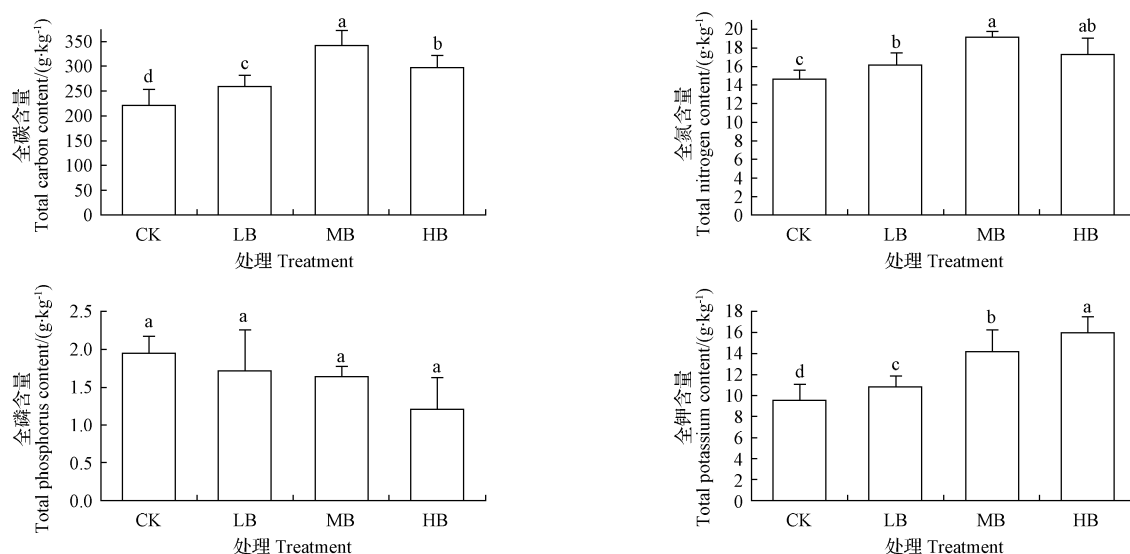


图3 生物质炭对西瓜植株内养分含量的影响

Fig. 3 Effect of biomass charcoal addition on total nutrient of watermelon plant

2.6 生物质炭对西瓜品质的影响

由图4可知,施用生物质炭后,西瓜植物品质总体上随着生物质炭浓度的增加呈先增加后降低趋势,MB浓度处理下,西瓜植物体内粗蛋白、粗脂肪、粗纤维和粗灰分均达到最大,并且均高于对照,不同浓度生物质炭处理下西瓜植株粗灰分含量与对照没有显著差异($P>0.05$),并且各处理间差异均不显著($P>0.05$)。与对照相比,随着生物质炭浓度的增加,LB、MB和HB浓度处理下西瓜植株体内粗蛋白分别增加了6.94%、30.26%和9.21%,粗脂肪分别增加了24.02%、55.39%和52.94%,粗纤维分别增加了9.74%、22.05%和17.57%,粗灰分分别增加了7.24%、52.85%和12.72%。

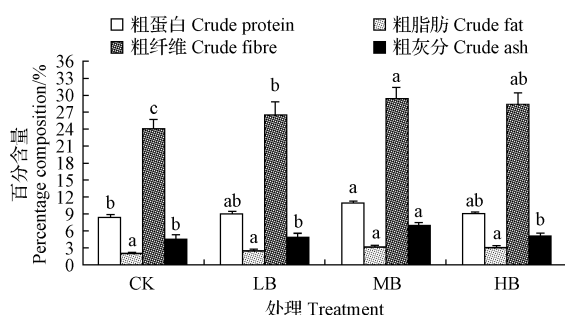


图4 生物质炭对西瓜品质的影响

Fig. 4 Effect of biomass charcoal addition on quality of watermelon

3 讨论与结论

生物质炭处理下西瓜植株株高增长较快,叶面积较大,根系发育较快;不同生物质炭处理下西瓜植株株高、根长、叶面积指数、比叶重、地上和地下生物量均高于对照,表明生物质炭能够促进西瓜植株的生长。随着生物质炭浓度的增加,西瓜植株生长各指标以中水平生物质炭(MB)处理下达到最大,但生物质炭在高用量时可能会产生轻微抑制作用。地下生物量可以描述和显示植物的抗旱能力,减少地上部分的相对重量适应生态环境^[14-15]。该研究中,以中水平生物质炭处理下西瓜植株抗旱能力最强,从地上和地下生物量来看,西瓜单株地上生物量高于地下生物量,并且地下生物量随生物质炭浓度的增加逐渐增加,表明了生物质炭改变了地上与地下生物量的分配比例,倾向于将更多的生物量分配到地下,这是生物质炭处理后西瓜植株自身调节的一种繁殖策略^[14,16-17]。

生物质炭对西瓜幼苗保护酶活性具有显著的影响($P<0.05$),不同浓度生物质炭处理下西瓜幼苗非保护酶(PAL、PPO)活性与保护酶(SOD、POD、CAT)活性的变化不一致,生物质炭降低了西瓜幼苗非保护酶活性,提高了保护性酶活性。当西瓜幼苗体内氧化产物累积到一定水平时,酶活性可能下降,也即当生物质炭过高时,西瓜幼苗体内保护酶(SOD、POD、CAT)和非保护酶

(PPO、PAL)活性急剧降低,其根本原因是高浓度生物质炭引起了西瓜根系细胞的失水,抑制酶活性的发挥,从而降低了根系的各项生理功能^[18-19]。由此可知,一定浓度下的生物质炭能够诱导保护酶(SOD、POD、CAT)和非保护酶(PPO、PAL)活性的升高,但另一方面,高浓度生物质炭造成了西瓜植株生理代谢紊乱,最终导致其受到伤害和各项生理指标均有所降低等^[18-19]。

生物质炭比表面积大,可以增强土壤对阳离子的吸附能力^[5-7,14]。在生物或非生物作用下,生物质炭表面可部分被轻度氧化形成羰基、酚基和醚基等官能团,其电荷量增大,从而增大土壤电导率^[5-7,20]。随生物质炭浓度的增加,西瓜植株土壤含水量和电导率呈先增加后降低趋势,生物质炭的输入增加了土壤中可溶性离子数目,导致土壤电导率较高^[1-2,5-7];同时,通过降低土壤pH值增加土壤养分以及有效养分的吸收和利用。施用生物质炭后可能导致土壤微生物活性增加、团聚性增强,从而使土壤结构得到改善有关^[1-2,5-7]。由此可知,生物质炭施用技术是改善土壤肥力、提高土壤生产力的重要措施。

生物质炭在农业生产上的应用效应已经引起越来越多的关注^[8-9,21-22]。该研究结果表明,生物质炭对西瓜植株土壤养分的影响表现为一定程度的增加效应,随生物质炭的增加西瓜植株土壤养分呈先增加后降低趋势,表明了西瓜植株在一定程度上对土壤养分的累积作用和改良土壤肥力作用,其增幅随生物质炭用量的增加而增加^[21-22]。一方面,生物质炭具有较大的比表面积,通过表面催化活性促进小的有机分子聚合形成土壤有机质,同时也能够吸附多种离子,提高土壤的保肥性能,通过激发效应促进土壤有机质的分解,养分含量迅速提高^[5-7];另一方面,生物质炭的稳定性较高,随着生物质炭的逐季施入,土壤中累积的生物质炭增多,一些极细小的生物质炭颗粒可能附着于土壤表面^[1-2];此外,生物质炭具有多芳香环和非芳香环的复杂结构,使其表现出高度的化学和微生物惰性,施入土壤后难以被微生物利用^[3-4]。MB浓度处理下,西瓜植株土壤养分各指标达到最大,主要是由于生物质炭引起了根区土壤pH值的降低,从而促进了土壤养分的吸收和利用,在生长繁殖过程中会加大对土壤中有效养分的吸收利用,但生物质炭浓度较高时,可能造成西瓜植株对土壤养分的吸收性降低,具体表现为西瓜植株体内养分含量随生物质炭浓度的增加呈先增加后降低趋势,该试验施用生物质炭显著增加土壤养分,且增幅随生物质炭用量的增加而增加,这与前人室内培养试验结果一致^[1-2,21-22]。而不同浓度生物质炭处理下西瓜植株根区土壤全磷和植株体内全磷含量与对照差异并不显著($P>0.05$),表明了生物质炭有利于西瓜土壤系统营养物质的循环和腐殖质的形成等,促进土壤有效养分的增加,但对磷素的吸收和利

用并没有显著的影响。其中土壤钾素的增加幅度高于土壤其它养分指标,主要是由于西瓜需要吸收较多的钾素以供生长繁殖;磷素作为一种沉积性的惰性元素,短期的生物质炭输入并没有导致其含量增加^[6,23]。各浓度生物质炭处理下,西瓜植株土壤氮素和钾素的变化幅度较大,可能是由于西瓜植株根区少量的固氮作用有利于提高土壤氮素含量,根系产生一些有机分泌物和部分腐烂根系^[5-7,21-22],增加了土壤中养分含量,可以将钾素可以看作不同水平生物质炭处理后土壤养分变化的敏感指标。此外,西瓜植株除了吸收和利用土壤中的养分外,养分的固定和淋洗作用也是值得考虑的因素^[5-7,24]。因此,在西瓜的高产栽培过程中需合理控制生物质炭浓度。而对于西瓜栽培过程中土壤本身的肥力特性也是影响生物质炭效应的重要因素。生物质炭对西瓜生长的效应需从土壤肥力、西瓜类型、施炭水平以及管理措施等多方面因素加以综合考虑^[5-8,15]。

西瓜的营养物质含量是衡量其品质优劣的重要指标。该研究综合比较可知,以中水平生物质炭处理下西瓜品质最高,而高水平生物质炭可能导致西瓜自身碳、氮代谢的失衡而影响西瓜植株的品质^[5,24]。综合比较可知生物质炭对西瓜植株土壤性质会造成一定影响,但关于其内在作用机制仍不清楚,未来应重点研究生物质炭对西瓜土壤养分、光合作用产物、根系分泌物的分配等方面的影响。此外,西瓜在生长过程中需要大量营养元素,仅靠土壤提供是远远不够的,还需外界营养物质的输入^[5-8,15]。而该研究中,生物质炭的输入可能会导致西瓜土壤养分失去平衡,因此,在生产实践中应合理施用和调节其它元素以保证土壤养分平衡。

参考文献

- [1] TANAKA M, KAMIYA R, KATO S, et al. Increase in thermal stability of proteins adsorbed on biomass charcoal powder prepared from plant biomass wastes[J]. *Journal of Biomedical Science & Engineering*, 2011(11): 692-698.
- [2] DEMIRBAS A. Biomass to charcoal, liquid, and gaseous products via carbonization process[J]. *Energy Sources*, 2001, 23(6): 579-587.
- [3] 刘玉学, 刘微, 吴伟祥, 等. 土壤生物质炭环境行为与环境效应[J]. *应用生态学报*, 2009, 20(4): 977-982.
- [4] 袁金华, 徐仁扣. 生物质炭的性质及其对土壤环境功能影响的研究进展[J]. *生态环境学报*, 2011, 20(4): 779-785.
- [5] 花莉, 张成, 马宏瑞, 等. 秸秆生物质炭土地利用的环境效益研究[J]. *生态环境学报*, 2010, 19(10): 2489-2492.
- [6] 王典, 张祥, 姜存仓. 生物质炭改良土壤及对作物效应的研究进展[J]. *中国生态农业学报*, 2012, 20(8): 963-967.
- [7] 章明奎. 生物质炭对土壤有机质活性的影响[J]. *水土保持学报*, 2012, 26(2): 127-131.
- [8] 刘玉学. 生物质炭输入对土壤氮素流失及温室气体排放特性的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [9] 曲晶晶, 郑金伟, 郑聚峰, 等. 小麦秸秆生物质炭对水稻产量及晚稻氮素利用率的影响[J]. *生态与农村环境学报*, 2012, 28(3): 288-293.
- [10] 于晓娜, 朱萍, 毛培胜. 氮磷处理对老芒麦根系及种子产量的影响[J]. *草地学报*, 2011, 19(4): 637-643.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [12] JANSSENS I A, DIELEMAN W, LUYSSAERT S, et al. Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition[J]. *Nature Geoscience*, 2010, 3(5): 315-322.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] 刘秀萍, 陈丽华, 陈吉虎. 刺槐和油松根系密度分布特征研究[J]. *干旱区研究*, 2007, 24(5): 647-651.
- [15] 王均华, 苏波, 马冲, 等. 植物抗旱基因工程研究进展[J]. *生物技术通报*, 2008(1): 20-24.
- [16] 王洪义, 王正文, 李凌浩, 等. 不同生境中克隆植物的繁殖倾向[J]. *生态学杂志*, 2005, 24(6): 670-676.
- [17] 张科, 田长彦, 李春俭. 一年生盐生植物耐盐机制研究进展[J]. *植物生态学报*, 2009, 33(6): 1220-1231.
- [18] BAIER M, DIETZ K J. Chloroplasts as source and target of cellular redox regulation: a discussion on chloroplast redox signals in the context of plant physiology[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2005, 56(416): 1449-1462.
- [19] CHAVES M M, FLEXAS J, PINHEIRO C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell[J]. *Annals of Botany*, 2009, 103(4): 551-560.
- [20] NORITOMI H, ISHIYAMA R, KAI R, et al. Immobilization of Lysozyme on biomass charcoal powder derived from plant biomass wastes[J]. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 2012, 3(4): 446-452.
- [21] 黄超, 刘丽君, 章明奎. 生物质炭对红壤性质和黑麦草生长的影响[J]. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2011, 37(4): 439-445.
- [22] 郭伟, 陈红霞, 张庆忠, 等. 华北高产农田施用生物质炭对耕层土壤总氮和碱解氮含量的影响[J]. *生态环境学报*, 2011, 20(3): 425-428.
- [23] 周桂玉, 窦森, 刘世杰. 生物质炭结构性性质及其对土壤有效养分和腐殖质组成的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2011, 30(10): 2075-2080.
- [24] 花莉, 陈英旭, 吴伟祥, 等. 生物质炭输入对污泥施用土壤-植物系统中多环芳烃迁移的影响[J]. *环境科学*, 2009, 30(8): 2419-2424.

Effect of Biomass Charcoal on Growth Characteristics and Quality of Watermelon

SUN Zhengguo

(Nantong Agricultural College, Nantong, Jiangsu 226007)

Abstract: By controlling the fields experiment of cultivation technique to study the responses of growth and photosynthetic physiological characteristics of watermelon to different biomass charcoal addition levels (CK 0 t/hm², LB 5 t/hm², MB 10 t/hm², HB 20 t/hm²). The results showed that biomass charcoal addition stimulated the growth and photosynthetic physiological characteristics of watermelon, the index of photosynthetic physiological characteristics of watermelon were higher than CK, which showed MB>HN>LN>CK with biomass charcoal addition, and the larger rangeability was the root area. Biomass charcoal addition decreased the seedlings of non-protective enzyme activity of watermelon and increased

不同覆盖方式对土壤物理性状和苹果叶片的影响

王荣莉, 王倩, 曹欣冉

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以2年生“红富士”苹果为试材,对比分析了不同覆盖方式(园艺地布、黑地膜、秸秆覆盖及清耕对照)对土壤含水量、容重和叶片百叶重、叶绿素含量及树体净光合速率的差异。结果表明:不同处理土壤含水量明显高于清耕对照,且地布覆盖>地膜覆盖>秸秆覆盖。3种覆盖处理均能显著降低土壤容重,其中秸秆覆盖效果最为明显。不同覆盖处理较对照显著提高百叶干重,秸秆覆盖和地布覆盖显著提高总叶绿素含量。地布覆盖、地膜覆盖、秸秆覆盖的净光合速率 P_n 日变化曲线为单峰型,清耕对照的日变化曲线为双峰型。综合分析,旱地苹果园树盘覆盖均可以改善土壤和树体状况,其中园艺地布覆盖的效果最好。

关键词:苹果园;地布覆盖;土壤含水量;叶片质量;净光合速率

中图分类号:S 661 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)24-0163-04

西北黄土高原是世界公认的苹果优生区^[1]。该地区干旱缺水,降水分布不均,加之果园土壤管理以清耕为主,导致水土流失、土壤肥力退化,已成为限制黄土高原区雨养苹果业健康发展的重要制约因素^[2-3]。旱地果园水分高效利用是实现苹果提质增效的关键,以往对土壤地表覆盖的保墒、改善土壤微生态环境的作用研究较多^[4],但缺乏具有集雨保墒、肥水结合的省力化高效覆盖方式。该试验将园艺地布、地膜和秸秆等几种覆盖保

墒方式和施肥、集雨有机结合,发挥“肥水膜一体化”的效应,通过对比分析不同覆盖方式对土壤物理性状、苹果叶片及净光合速率的影响,以期提出适合旱地苹果园的省力化高效覆盖方式。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2013—2014年在西北农林科技大学延安市洛川苹果试验站内进行,该地处于北纬35°48′,东经109°29′,暖温带半湿润大陆性季风气候,平均海拔1 072 m,年平均降水量620 mm,年均温9.2℃,日照2 525 h,日照率达58%,年总辐射量为55.41 kJ/cm²,≥10℃积温为3 040℃,土壤质地为疏松的黑垆土。

第一作者简介:王荣莉(1967-),女,农艺师,现主要从事果树栽培技术研究工作。E-mail:xfyy668@163.com

基金项目:陕西省科技统筹资助项目(2011KTZB02-02)。

收稿日期:2015-07-27

the protective enzyme activity, which the protective enzyme activity were first increased and then declined with the increasing biomass charcoal addition, and the non-protective enzyme activity were gradually declined. While high concentrations of biomass charcoal (HB) could cause the cells of watermelon root to lose water and inhibit the activity of enzyme. Biomass charcoal addition increased the pH and decreased the soil electric conductivity of the root area of watermelon. To a certain extent, biomass charcoal had an effect on the accumulation of the soil nutrient and improved soil fertility of the root area of watermelon, but had no effect on the accumulation of P, and the increase of soil potassium was higher than other soil nutrient index. The content of total carbon and total nitrogen of watermelon plant was first increased and then declined with the increasing biomass charcoal addition, the total phosphorus content showed a trend of decrease, and the total potassium was contrary to the total phosphorus. The quality of watermelon was higher with the middle concentrations of biomass charcoal (MB), while HB could decrease the quality of watermelon. All in all, a certain range of biomass charcoal addition could improve the growth and photosynthetic physiological characteristics of watermelon, and increase soil nutrient and fertility of the root area of watermelon, but that was closely related to soil type, watermelon type, soil fertility and ecological environment.

Keywords: biomass charcoal; watermelon plant; growth characteristics; quality