

生物炭对马铃薯脱毒苗生长发育的影响

李天鹤¹, 张露文¹, 陈姗姗^{1*}, 张越², 宋述尧¹, 李东庭¹, 李艳¹

(1. 吉林农业大学园艺学院, 长春 130118; 2. 长春市土壤肥料工作站, 长春 130000)

摘要:以马铃薯脱毒苗‘夏波蒂’‘延薯4号’两个品种为试验材料,研究了基质(以草炭蛭石体积比2:1)中施入不同量生物炭(质量比为:0、0.3%、0.5%、0.7%、0.9%)对马铃薯脱毒苗生长发育的影响。结果表明:生物炭有效地促进了两个品种脱毒苗的根系活力及农艺性状,使脱毒苗生长发育良好。生物炭处理明显提高了脱毒苗产量及品质,产量呈先增高后降低的趋势。‘夏波蒂’‘延薯4号’脱毒苗在生物炭施用量为0.5%、0.3%时,产量较CK分别提高了39.3%、24.4%,淀粉含量提高了16.4%、13.8%。

关键词:马铃薯;脱毒苗;生物炭;产量;基质栽培

中图分类号:S532

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2021)05-0087-04

Effect of Biochar on Growth and Development of Potato Virus-free Seedlings

LI Tianhe¹, ZHANG Luwen¹, CHEN Shanshan^{1*}, ZHANG Yue², SONG Shuyao¹, LI Dongting¹, LI Yan¹

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. Changchun City Soil and Fertilizer Workstation, Changchun 130000, China)

Abstract: The effects of different amounts of biochar (mass ratio: 0, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9%) on the growth and development of potato virus-free plantlet ‘Shapoti’ and ‘Yanshu 4’ were studied using peat vermiculite volume ratio of 2:1. The results showed that biochar effectively promoted the root activity and agronomic traits of the two strains of virus-free seedlings, which made the virus-free seedlings grow well. Biochar treatment significantly improved the yield and quality of virus-free seedlings, and the yield increased first and then decreased. When the biochar application rate was 0.5% and 0.3%, the yields of ‘Xiaboti’ and ‘Yanshu 4’ were increased by 39.3% and 24.4%, respectively, and the starch content increased by 16.4% and 13.8%, respectively.

Key words: Potato; Virus-free seedling; Biochar; Yield; Substrate cultivation

马铃薯原原种生产以基质栽培为主,生产周期较长,基质配方不当时会出现通透性差,发生病害等问题,成为限制种薯产量的主要原因^[1],解决基质栽培中的弊端是提高原原种产量的有效途径之一。生物炭是农用秸秆、植物残体以及动物粪便等有机物在缺氧条件下经过高温裂解产生的稳定性高、碳素含量高的一种难溶性物质^[2]。陈温福等^[3]率先将生物炭引用到作物上,提出生物炭有优化耕地生产性能与作物增产的能力,近年来越来越多的报道表明生物炭可使作物达到优质增产的效果。生物炭可提高番茄产量56.1%^[4],提

高玉米产量7.6%~20.3%^[5],对于烤烟的品质也有很大的提升^[6]。生物炭应用于马铃薯商品薯栽培的报道主要集中在土壤速效养分含量、肥料配施等方面^[7-8],而在马铃薯原原种生产上目前尚未见报道。本研究以‘夏波蒂’和‘延薯4号’脱毒苗为试验材料,探究生物炭对马铃薯脱毒苗生长发育的影响,明确生物炭在马铃薯原原种基质栽培上的效应,为生产应用提供理论依据。

1 材料与amp;方法

供试马铃薯品种为‘夏波蒂’(品种A)和‘延薯4号’(品种B),脱毒苗组织培养采用MS培养基,组培苗瓶龄25 d(苗高7~9 cm)时定植。

供试生物炭由沈阳农业大学生物炭研究所提供(玉米秸秆为原料),基质以草炭:蛭石体积比为2:1构成。

马铃薯品种‘夏波蒂’,生物炭设0(CK)、0.1%

收稿日期:2019-12-16

基金项目:吉林省发展和改革委员会项目(2016C067)

作者简介:李天鹤(1993-),男,在读硕士,主要研究方向为蔬菜生理生态及设施园艺工程。

通讯作者:陈姗姗,女,博士,副教授, E-mail: chenshanshan0919@126.com

(A₁)、0.3%(A₂)、0.5%(A₃)、0.7%(A₄)、0.9%(A₅)6个处理,3次重复;‘延薯4号’生物炭设0(CK)、0.1%(B₁)、0.3%(B₂)、0.5%(B₃)、0.7%(B₄)、0.9%(B₅)6个处理,3次重复,采用随机区组设计。

2017年5月20日定植在吉林农业大学农业科学设施农业教学基地塑料大棚,小区面积3.6 m²。定植前1~2 d将组培苗瓶盖打开进行炼苗。定植时地上部露出2 cm、株行距为5 cm×10 cm。

每隔10 d取样,采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定根系活力。在脱毒苗薯块膨大期测量株高、茎粗、叶片数、地上部干重、地下部干重。采收时测量单薯重、单株结薯重、单株结薯数。采收后测定蛋白质、VC、可溶性糖、淀粉含量^[9]。

采用Excel 2007、DPS 15.10软件进行数据统计与分析。

2 试验结果与分析

2.1 不同生物炭施用量对脱毒苗农艺性状的影响

试验所有生物炭处理对两个品种脱毒苗生长均有明显促进作用。脱毒苗的株高、茎粗、干质量都随生物炭施用量的增加呈现先升后降的趋势。在施用量为0.5%~0.9%时,两个品种干质量显著高于CK,‘夏波蒂’在施用量为0.5%时株高与0.7%时的茎粗与对照差异达到显著水平,‘延薯4号’在0.3%处理时,株高与茎粗均显著高于CK。其中,‘夏波蒂’在施用量为0.5%时,除茎粗外,其他指标均显著高于对照,茎粗在A₄处理达到最大值,为8.91 mm。‘延薯4号’在0.3%施用量时,所有指标差异与CK均达到显著性水平,提高最明显。说明不同指标以及不同品种对生物炭施用量的响应浓度范围不同(表1)。

表1 不同生物炭施用量对2个品种马铃薯脱毒苗农艺性状的影响

品种	生物炭浓度(%)	株高(cm)	茎粗(mm)	叶片数(片)	地上部干重(g)	地下部干重(g)
夏波蒂(A)	CK	53.53b	8.07b	22.33b	2.146b	0.0934c
	0.1%	56.23ab	8.40ab	24.00a	2.184b	0.1012c
	0.3%	57.37ab	8.70ab	24.00a	2.370b	0.1291b
	0.5%	60.10a	8.76ab	25.00a	3.260a	0.1641a
	0.7%	57.88ab	8.91a	25.00a	3.227a	0.1516ab
	0.9%	57.67ab	8.80ab	25.00a	3.173a	0.1475ab
延薯4号(B)	CK	43.67b	6.96b	24.67d	1.889c	0.0619c
	0.1%	46.17ab	7.07ab	26.67ab	2.180b	0.0829b
	0.3%	54.77a	8.52a	27.00a	2.712a	0.1128a
	0.5%	53.00ab	8.42ab	26.00abc	2.626a	0.0964b
	0.7%	46.57ab	7.92ab	25.67bcd	2.5851a	0.0931b
	0.9%	47.27ab	7.37ab	25.33cd	2.3454b	0.0845b

注:处理间同一个品种同列不同小写字母表示在P<0.05水平下差异显著,下同

2.2 不同生物炭施用量对脱毒苗根系活力的影响

生物炭提高了脱毒苗的根系活力,延缓了根系的衰老。在整个测量时期‘夏波蒂’根系活力变化趋势大体相近,在5月12日至5月22日,生物炭对脱毒苗的根系活力影响不大,在5月22日之后,所有生物炭处理的根系活力明显优于CK(图1)。

‘延薯4号’B₂处理根系活力在6月1日至6月11日增长速度优于其他处理,并在6月11日达到峰值531.52 μg/(g·h),B₁处理与CK根系活力接近(图2)。

2.3 不同生物炭施用量对马铃薯产量构成的影响

由表2可知,生物炭是通过影响单株结薯数及平均单薯重来影响原原种的单株产量。生物炭增加了2个品种脱毒苗的单株结薯数,B₂与CK差

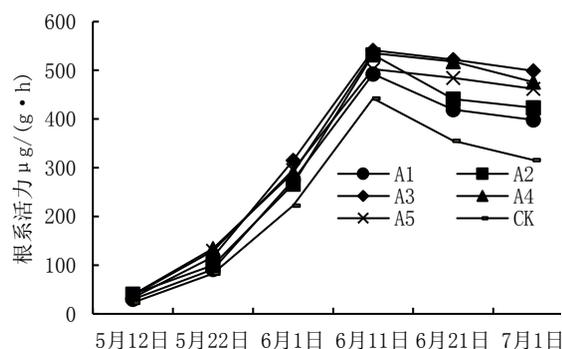


图1 不同生物炭施用量对‘夏波蒂’根系活力的影响

异达到了显著水平,其他处理与对照无显著性差异,A₃、B₂单株结薯数最多,分别比CK多出0.8个、1.2个。生物炭在增加了单株结薯数的同时也提高了平均单薯重,两个品种各处理间均无显著性差异,A₃处理、B₅处理分别达到了11.31 g、11.73 g。

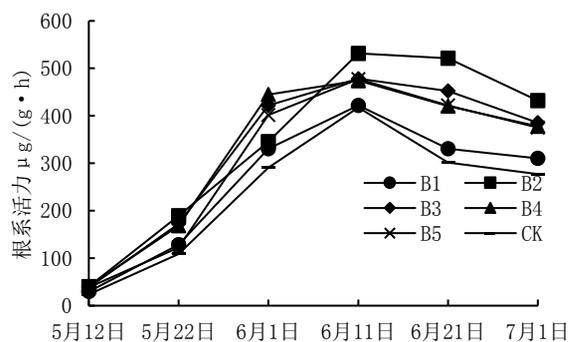


图2 不同生物炭施用量对‘延薯4号’根系活力的影响

‘夏波蒂’平均单株产量较CK提高了17.8%~39.3%, A_2 、 A_3 与对照有显著性差异, A_3 单株产量最高, 达到了72.38 g。‘延薯4号’平均单株产量较CK显著提高了9.2%~24.4%, B_2 单株产量最高, 达到了72.13 g。

2.4 不同生物炭施用量对马铃薯原原种品质的影响

生物炭对马铃薯种薯的各项品质影响不一。生物炭提高了两个品种原原种的Vc、淀粉、可溶性蛋白含量, 降低了可溶性糖的含量。由表3可知, 随着生物炭施用量的增加, 马铃薯原原种的淀粉

表2 不同生物炭施用量对2个品种马铃薯原原种产量影响

品种	生物炭浓度(%)	单株结薯数(个/株)	平均单薯重(g)	平均单株产量(g/株)
夏波蒂 (A)	CK	5.6a	9.28a	51.97b
	0.1%(A_1)	6.0a	10.41a	62.46ab
	0.3%(A_2)	6.2a	10.50a	65.10a
	0.5%(A_3)	6.4a	11.31a	72.38a
	0.7%(A_4)	6.0a	10.21a	61.26ab
	0.9%(A_5)	6.0a	10.20a	61.20ab
延薯4号 (B)	CK	5.2b	11.15a	57.98b
	0.1%(B_1)	6.0ab	11.21a	67.26a
	0.3%(B_2)	6.4a	11.27a	72.13a
	0.5%(B_3)	6.0ab	11.50a	69.18a
	0.7%(B_4)	5.6ab	11.35a	63.56a
	0.9%(B_5)	5.4ab	11.73a	63.34a

表3 不同生物炭施用量处理对2个品种马铃薯原原种品质影响

品种	生物炭浓度(%)	Vc (mg/100 g·FW)	可溶性糖 (mg/g)	可溶性蛋白质 (mg/g)	淀粉 (%)
夏波蒂 (A)	CK	37.01b	2.01a	3.32b	23.85e
	0.1%(A_1)	38.38ab	1.97ab	3.36b	25.46d
	0.3%(A_2)	39.60a	1.83bc	3.46b	26.12cd
	0.5%(A_3)	40.16a	1.71c	4.26a	27.08ab
	0.7%(A_4)	39.21a	1.74c	3.37b	27.76a
	0.9%(A_5)	37.03b	1.72c	3.52b	26.78bc
延薯4号 (B)	CK	35.54c	1.96a	3.44c	26.50d
	0.1%(B_1)	36.74b	1.68b	3.50bc	27.34cd
	0.3%(B_2)	37.90a	1.60bc	4.56a	30.17a
	0.5%(B_3)	36.99ab	1.47c	4.20ab	29.30ab
	0.7%(B_4)	37.59ab	1.47c	4.09abc	29.30ab
	0.9%(B_5)	37.07ab	1.50c	3.60bc	28.40bc

含量呈开口向下的抛物线形式, Vc、可溶性蛋白以及可溶性糖没有相同变化规律。

‘夏波蒂’在生物炭施用量为0.3%~0.7%时, Vc含量均显著高于CK, A_3 的Vc含量最高, 达到了40.16 mg/100 g·FW, 比CK提高了8.5%; 所有处理淀粉含量均显著高于CK, A_4 的淀粉含量最高, 达

到了27.76%; A_3 的可溶性蛋白含量显著高于其他处理, 较对照提高了28.3%。

‘延薯4号’的Vc含量比CK显著提高了3.4%~6.7%, B_2 的Vc含量最高, 为37.9 mg/100 g·FW。 B_2 处理淀粉含量最高, 为30.17%, 比CK提高了13.8%, 可溶性蛋白在生物炭施用量为0.3%时提

高最明显,与对照相比显著提高了32.6%。

3 讨论与结论

本试验结果表明,生物炭可有效提高脱毒苗的根系活力,促进伸长生长、茎部增粗、叶片数增多及干质量增加。黄修梅等^[10]认为生物炭是通过改变马铃薯根际的真菌群落提高马铃薯的根系活力。根系是土壤与植株地上部供养的媒介,发达的根系促使植株地上部的旺盛发育。研究表明,生物炭施入土壤后,使水稻生物量提高166%,小麦干质量提高66.7%^[11],生物炭与氮肥配施时,可提高烤烟株高、茎粗、叶片数^[12],这与本试验结果一致。

当‘夏波蒂’生物炭施用量超过0.5%、‘延薯4号’超过0.3%时,产量有下降趋势,说明过量的生物炭会使原原种减产。研究表明生物炭提高了小麦和糜子的产量,但在施用量为20 t/hm²时对产量产生了轻微抑制^[13]。本试验结果也与此相符。不同报道在生物炭对马铃薯产量增幅上持有不同观点,付春娜^[14]将生物炭按2~4 t/hm²施入大田后,马铃薯产量提高3.27%~23.11%,也有人在土壤中施入20 t/hm²(0.1%)的生物炭使马铃薯产量提高106%^[12]。与本试验增产(9.2%~39.3%)不同的原因可能是栽培基质的不同及试材选用不同导致。生物炭优化了栽培基质^[15],增强了马铃薯脱毒苗的农艺性状,使原原种产量得到提高。

生物炭对品质改善的效应已有一些报道,生物炭能够提高樱桃番茄Vc、可溶性蛋白含量^[16];提高马铃薯块茎中淀粉含量^[14]。本试验的结果也与此相符。关于生物炭对马铃薯淀粉含量提高的作用机制,目前尚不明确。

马铃薯脱毒苗不同品种及不同指标对生物炭的施用量反应不同,本试验条件下,综合各项指标初步认为,最适合‘夏波蒂’‘延薯4号’脱毒苗优质高产的生物炭施用量分别为0.5%、0.3%。生物炭施用量过低不能有效促进增产,但施用量过高脱毒苗生长发育会受到抑制,甚至会降低原原种产量。对生物炭是如何影响微生物环境以及土

壤中的营养元素,从而提高马铃薯原原种产量有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 刘志文,闫明明,郭晶.脱毒马铃薯六种酶的活性变化分析[J].东北农业科学,2014,39(2):71-73.
- [2] 何绪生,耿增超,余雕,等.生物炭生产与农用的意义及国内外动态[J].农业工程学报,2011,27(2):1-7.
- [3] 陈温福,张伟明,孟军.农用生物炭研究进展与前景[J].中国农业科学,2013,46(16):3324-3333.
- [4] 李昌见,屈忠义,勾芒芒,等.生物炭对土壤水肥利用效率与番茄生长影响研究[J].农业环境科学学报,2014,33(11):2187-2193.
- [5] 房彬,李心清,赵斌,等.生物炭对旱作农田土壤理化性质及作物产量的影响[J].生态环境学报,2014(8):1292-1297.
- [6] 刘新源,刘国顺,刘宏恩,等.生物炭施用量对烟叶生长、产量和品质的影响[J].河南农业科学,2014,43(2):58-62.
- [7] 王贺东,吕泽先,刘成,等.生物炭施用对马铃薯产量和品质的影响[J].土壤,2017(5):33-37.
- [8] 张国辉,张新学,郭鑫年,等.生物炭对宁南山区马铃薯土壤理化性状及水分运移的影响[J].贵州农业科学,2016,44(11):73-76.
- [9] 孔祥生.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008:126-139.
- [10] 黄修梅,李明,戎素萍,等.生物炭添加对马铃薯根际土壤真菌多样性和产量的影响[J].中国蔬菜,2019(1):51-56.
- [11] Noguera D, Marco Rondón, Laossi K R, et al. Contrasted effect of biochar and earthworms on rice growth and resource allocation in different soils[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2010, 42(7):1017-1027.
- [12] 陈敏,杜相革.生物炭对土壤特性及烟草产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2015(1):80-83.
- [13] 陈心想,何绪生,耿增超,等.生物炭对不同土壤化学性质、小麦和糜子产量的影响[J].生态学报,2013,33(20):6534-6542.
- [14] 付春娜.生物炭对不同马铃薯品种生长及产量的影响[D].哈尔滨:东北农业大学,2016.
- [15] 张千丰,王光华.生物炭理化性质及对土壤改良效果的研究进展[J].土壤与作物,2012,1(4):219-226.
- [16] 曹雪娜,孟军,杨铁鑫,等.生物炭对樱桃番茄果实品质及产量的影响[J].江苏农业科学,2018,46(4):101-104.

(责任编辑:刘洪霞)