

叶面喷施秸秆源提取物对草莓果实产量和品质的影响

葛佳¹, 李博¹, 李然然¹, 申琳^{2,*}, 生吉萍³, 安顺伟⁴

(1.北京恒源嘉达科技有限公司, 北京 100080; 2.中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;

3.中国人民大学农业与农村发展学院, 北京 100872; 4.北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘要: 为了提高设施温室种植草莓的生产效率和产品附加值, 以草莓品种‘红颜’为试材, 在冬季设施温室内, 通过叶面喷施的方式以秸秆源提取物对草莓植株进行处理, 探讨不同喷施量的处理对草莓的产量、单果质量、感病率和采后果实的可溶性糖、尤其是抗坏血酸、花青素、总酚物质等抗氧化性营养指标的影响。结果表明: 叶面喷施秸秆源提取物的最适喷施方法为: 用量1 200 mL/(hm²·次), 每隔10 d喷施1次, 共喷施3次, 能够显著提高草莓果实的产量、单果质量和营养品质, 尤其对果实抗坏血酸含量的提高作用最明显, 草莓果实商品价值得到了显著提升。

关键词: 草莓; 产量; 病害; 抗氧化; 抗坏血酸

Effect of Foliar Spraying with Straw Extract on the Yield and Quality of Strawberry Fruits

GE Jia¹, LI Bo¹, LI Ran-ran¹, SHEN Lin^{2,*}, SHENG Ji-ping³, AN Shun-wei⁴

(1. Beijing Hengyuan Jiada Science and Technology Co. Ltd., Beijing 100080, China;

2. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

3. School of Agricultural Economics and Rural Development, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

4. Beijing Agricultural Technical Extending Station, Beijing 100029, China)

Abstract: Straw extract was sprayed on the leaves of strawberry fruits to explore the effect of different treatment doses on the yield, single fruit weight, infection incidence, and soluble sugar content, especially antioxidants (ascorbic acid, anthocyanidin, and total phenols) of strawberry fruits. The results showed that the optimum spraying conditions of straw extract were 1 200 mL per hm² once every 11 days for three doses. Under these conditions, the yield, single fruit weight, and nutrients, especially ascorbic acid of strawberry fruits were significantly improved, and the commercial value of strawberry fruits was greatly enhanced.

Key words: strawberry; yield; disease; antioxidant; ascorbic acid

中图分类号: S627; TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)06-0200-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201406043

草莓营养丰富, 富含抗坏血酸、花青素等, 种植经济效益好, 已成为我国重要的特种经济作物之一。北京市自2002年起发展草莓种植业, 近几年发展迅速, 草莓已经成为北京市特色农产品之一。随着草莓种植业的发展, 设施种植草莓也迅猛发展, 2010年北京市共种植日光温室草莓7 710亩, 主要分布在昌平区^[1-2]。随着产业规模的扩大, 设施草莓连作种植面积增加, 连作障碍逐年加重, 产量和品质下降, 已成为草莓产业发展的瓶颈^[3]。除了种植过程的合理施肥、病虫害控制等植物保护手段

之外, 在植株和果实发育过程中的一些采前处理手段也是提高果实品质的重要途径, 尤其对封闭环境中的设施作物的改善不失为一种有效措施。采前处理已被越来越多的人运用以改善果实采后品质和贮藏特性, 运用氨基乙氧基乙烯基甘氨酸^[4]和一氧化氮^[5]等化学药物采前处理园艺作物在提高其抗性、改善品质方面均起到一定积极作用, 采用草酸^[6]、苹果酸^[7]等有机酸处理能提高果实的抗氧化能力, 从而减缓某些生理病害的发生, Abel等^[8]证明了采前钙处理能够抑制果实中某些细胞壁降解酶的活

收稿日期: 2013-04-10

基金项目: 北京市农业科技试验示范项目(20110123)

作者简介: 葛佳(1986—), 女, 硕士, 研究方向为农产品加工及贮藏。E-mail: gejia05@163.com

*通信作者: 申琳(1964—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为果蔬采后生理与农副资源综合利用。E-mail: shen5000@cau.edu.cn

性,从而延缓果实细胞壁降解,同时能够促进采收时香气成分的迸发,提高其品质。秸秆源提取物是秸秆经过分级解离后提取的富含多种微量元素和营养物质的混合物,实验重点研究秸秆源提取物叶面喷施处理对北京地区设施草莓的果实产量、抗病性和果实采后营养品质尤其是抗氧化性物质的影响,以期为设施草莓产业化推广提供借鉴。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

供试材料为‘红颜’草莓,于2011年11月—2012年3月在北京市顺义区贾山村设施草莓温室中进行。

秸秆源提取物为中国农业大学农副产品综合利用研究室研制,是经特定微生物固态发酵、多种酶分级解离后,通过水溶超声提取法提取的富含多种微量元素和营养物质的混合物,原液干物质含量3%,4℃保存,保存期6个月。

1.2 方法

1.2.1 秸秆源提取物喷施处理

采用不同用量的秸秆源提取物叶面喷施的方式进行,初花期(2011年11月25日)开始施用,每隔10 d喷施1次,共3次。以清水为溶剂,喷施总量为180 L/(hm²·次),根据秸秆源提取物的不同用量设5个处理。处理1:秸秆源提取物的用量为0 mL/(hm²·次);处理2:秸秆源提取物的用量为600 mL/(hm²·次);处理3:秸秆源提取物的用量为1200 mL/(hm²·次);处理4:秸秆源提取物的用量为1800 mL/(hm²·次);处理5:秸秆源提取物的用量为2400 mL/(hm²·次)。每个处理设3个小区重复,各个小区随机分布。

1.2.2 指标测定

1.2.2.1 果实产量、单果质量的测定

在2012年2月草莓果实成熟季,分别统计不同处理的果实总产量;每个处理中,随机抽取20个草莓,称质量,计算平均单果质量。

1.2.2.2 果实感病率测定

于2012年2月果实成熟季节,调查草莓果实的病害发生情况,每个小区随机选取一畦统计成熟果实的数量以及病害果实的数量,按下式计算感病率。

$$\text{感病率}/\%=(\text{发病果实数}/\text{调查总果实数})\times 100$$

1.2.2.3 果实营养品质测定

2012年2月果实成熟季节开始,约每隔1个月(即每茬成熟果)采摘成熟草莓果实并测定果实的品质,共采摘测定3次(第1茬成熟果的采摘时间为2012年2月9日,第2茬成熟果的采摘时间为2012年3月15日,第3茬成熟果

的采摘时间为2012年4月12日)。按照果实发育程度的10个阶段^[9]:小绿(SG,坐果后约7 d)、大绿(LG,座果后约20 d)、白熟(W,果实个体已转白)、5%红、25%红、50%红、75%红、100%红、鲜红和紫红,实验选择100%红的草莓果实为测定对象。每个小区随机采摘成熟的草莓果实,采后立即运回检测室,从中选择大小一致、无病虫害、无损伤挤压的果实为试材,每个处理分别取15个果实,用液氮速冻并研磨成粉,混合均匀,贮于-80℃超低温冰箱中。测定果实以下品质:可溶性糖、抗坏血酸、总酚物质、类黄酮、花青素。可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法^[10];抗坏血酸含量的测定采用2,4-二硝基苯肼比色法^[11];总酚物质、花青素含量的测定采用比色法^[12],花青素含量以 $\Delta A/g$ 表示, $\Delta A=A_{530\text{ nm}}-A_{600\text{ nm}}$ 。

1.3 数据处理

数据使用SPSS 18.0软件进行ANVOA统计分析,数据结果以平均数±标准差($n=3$)表示,并进行显著性检验($P\leq 0.05$),实验重复3次。

2 结果与分析

2.1 叶面喷施不同用量的秸秆源提取物对草莓果实产量的影响

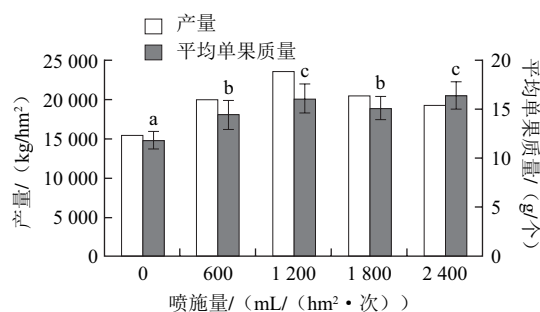


图1 不同用量处理对草莓果实产量和平均单果质量的影响

Fig.1 Effect of spraying dose on the yield and average single fruit weight of strawberry

由图1可知,与不喷施秸秆源提取物的对照相比,喷施不同用量的秸秆源提取物均能够提升草莓果实产量,当用量为1200 mL/(hm²·次)(处理3)时,产量最大,可达23578.5 kg/hm²,比对照增加53.4%。

喷施秸秆源提取物的处理与不喷施秸秆源提取物的处理相比,草莓果实的平均单果质量显著增加,当秸秆源提取液的喷施量为1200 mL/(hm²·次)(处理3)和2400 mL/(hm²·次)(处理5)时,平均单果质量增加最为显著,分别为16.05 g/个和16.34 g/个,比对照增加36.25%和38.71%。

喷施秸秆源提取物对草莓果实的总产量和平均单果

质量的影响几乎一致(除喷施量为2 400 mL/(hm²·次)时不一致外),并且当喷施量为1 200 mL/(hm²·次)(处理3)时,二者均达到了最大值。

2.2 叶面喷施不同用量的秸秆源提取物对草莓果实品质的影响

2.2.1 对草莓果实感病率的影响

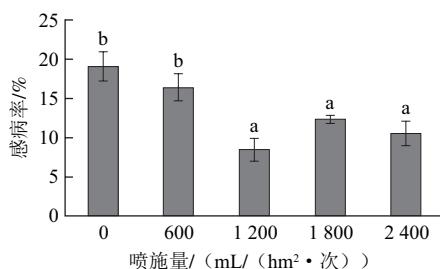


图2 不同用量处理对草莓果实感病率的影响

Fig.2 Effect of spraying dose on infection incidence of strawberry fruits

草莓生长后期,常常会有病害产生,主要为霉菌感染的白粉病和红蜘蛛病。由图2可知,秸秆源提取物的用量为1 200 mL/(hm²·次)、1 800 mL/(hm²·次)和2 400 mL/(hm²·次)时的草莓果实感病率显著下降,且当用量为1 200 mL/(hm²·次)时的感病率最低。

2.2.2 对草莓果实营养品质的影响

2.2.2.1 对草莓果实可溶性糖含量的影响

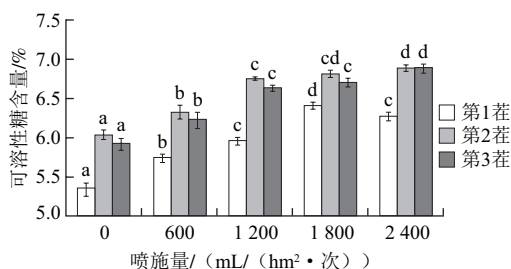


图3 不同用量处理对草莓果实可溶性糖含量的影响

Fig.3 Effect of spraying dose on the content of soluble sugar in strawberry fruits

由图3可知,不同时期采摘的草莓果实,喷施秸秆源提取物的处理组比不喷施秸秆源提取物的对照组均可显著提高可溶性糖含量,且随着秸秆源提取物浓度的增加,可溶性糖含量呈递增趋势。成熟后第1茬采摘的草莓中,当秸秆源提取物的喷施量为1 800 mL/(hm²·次)时,可溶性糖含量最高。第2茬和第3茬采摘的草莓中,秸秆源提取物的喷施量为2 400 mL/(hm²·次)时的可溶性糖含量最高。从采摘时期来看,三月份采摘的草莓的可溶性糖含量高于其他两个月份。

2.2.2.2 对草莓果实抗坏血酸含量的影响

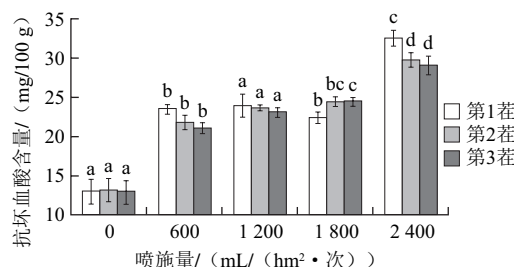


图4 不同用量处理对草莓果实抗坏血酸含量的影响

Fig.4 Effect of spraying dose on the content of ascorbic acid in strawberry fruits

由图4可知,不同时期采摘的草莓果实,叶面喷施秸秆源提取物处理组的抗坏血酸含量显著高于未喷施秸秆源提取物的对照组,且随着喷施量的增大,抗坏血酸含量呈递增趋势,3次采摘的草莓果实抗坏血酸含量的最大值均出现在秸秆源提取物的喷施量为2 400 mL/(hm²·次)时,3次采摘最大时的抗坏血酸含量比对照分别提高150.77%、125.95%和125.58%。

2.2.2.3 对草莓果实花青素含量的影响

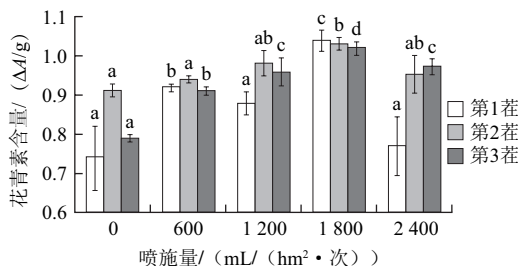


图5 不同用量处理对草莓果实花青素含量的影响

Fig.5 Effect of spraying dose on the content of anthocyanidin in strawberry fruits

由图5可知,不同成熟时期采摘的草莓果实,叶面喷施秸秆源提取物的处理组的花青素含量显著高于未喷施秸秆源提取物的对照组,且随着喷施量的增大,花青素含量呈先上升后下降的趋势,当秸秆源提取物的喷施量为1 800 mL/(hm²·次)时,花青素含量最高,分别比对照提高了40.55%、13.19%和29.11%。不同的采摘时期之间相比,花青素含量的差异不显著。

2.2.2.4 对草莓果实总酚物质含量的影响

由图6可知,综合3个不同成熟时期采摘的草莓果实,叶面喷施秸秆源提取物的处理组的总酚物质含量显著高于未喷施秸秆源提取物的对照组,且随着喷施量的增大,总酚物质含量呈先上升后下降的趋势,当秸秆源提取物的喷施量为1 800 mL/(hm²·次)时,总酚物质含量最高,分别比对照提高了7.92%、10.20%和21.99%。不同的采摘时期之间相比,花青素含量的差异不显著。

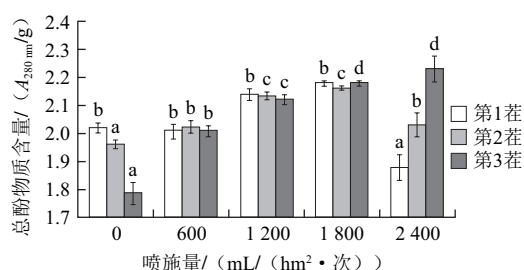


图6 不同用量处理对草莓果实总酚物质含量的影响

Fig.6 Effect of spraying dose on the content of total phenols in strawberry fruits

3 讨论与结论

叶面喷施作为一种施肥方式,使得营养功能性物质通过叶片进入作物内部,能够实现营养物质和其他功能性调节物质的快速吸收,在构筑“立体施肥”的模式中,叶面喷施可以说是最便捷、最灵活的施肥方式^[13]。秸秆源提取物喷施到叶片上,主要经叶片吸收和转运,无论是在草莓果实的产量、抗病性还是营养品质方面,均发挥了显著的改善效应。

在草莓果实产量、平均单果质量和抗病性这3个方面,喷施秸秆源提取物能够起到显著的提升作用,并且,最适的喷施量为:1200 mL/(hm²·次),每隔10 d喷施1次,共喷施3次。其中,对果实总产量的提升效果最为明显,因为对果实总产量的提升是平均单果质量和抗病性提升的综合效应,抗病性的提升保证了可采摘的果实数量,平均单果质量的增加保证了质量。秸秆源提取物的这种提升作用,说明它能够促进营养物质在草莓果实上的积累,改善草莓的免疫性质而提高抗病害的能力。

叶面喷施秸秆源提取物能够显著提升草莓果实的可溶性糖、抗坏血酸、花青素和总酚物质等营养品质,并且,对可溶性糖和抗坏血酸改善的最适喷施量为:2400 mL/(hm²·次),每隔10 d喷施1次,共喷施3次,对花青素和总酚物质改善的最适喷施量为:1800 mL/(hm²·次),每隔10 d喷施1次,共喷施3次。秸秆源提取物对草莓果实可溶性糖的提升作用表明它能够通过调节糖代谢而促进果实糖分的积累,这可能与影响糖代谢相关酶活性的变化有关^[14]。抗氧化能力是草莓果实品质的重要方面,值得一提的是,秸秆源提取物对草莓果实中抗坏血酸、花青素和总酚物质的改善作用,尤其是促进抗坏血酸含量的成倍增加,草莓果实色泽、衰老和采后耐藏性有重要意义^[15]。大量的研究表明,草莓果实中的抗坏血酸、花青素和总酚物质含量与草莓果实成熟衰老过程中的抗氧化能力、抗病能力有密切关系^[9,16-19],果实中抗坏血酸、花青素和总酚等含量高有助于清除自由基、延缓果实的衰老和变质、提高采后耐贮藏

性^[20-24]。秸秆源提取物对改善草莓果实抗氧化性成分的显著作用,可能与其参与调节相关次生代谢活动有联系,秸秆源提取物作用的机理可能为:活性小分子肽、抗氧化物质、有机无机营养物的复合体形成免疫性作物营养稳态供应体系从而调节作物次生代谢,明确的作用机制研究正在进行中。总之,综合叶面喷施秸秆源提取物对草莓果实产量、抗病性和营养品质的提升作用,考虑成本问题,最终确定的最适喷施方法为喷施量1200 mL/(hm²·次),每隔10 d喷施1次,共喷施3次。

参考文献:

- [1] 张天琪,任荣,徐成响,等.北京市草莓生产的问题与对策[J].北京农业职业学院学报,2011,25(2):9-13.
- [2] 王立府.北京市昌平区草莓生产状况调查[J].温室园艺,2008(6):26-27.
- [3] 甄文超,代丽,胡同乐,等.连作对草莓生长发育和根部病害发生的影响[J].河北农业大学学报,2004,27(5):68-71.
- [4] ESCALADA V S, ARCHBOLD D D. Preharvest aminooxyvinylglycine plus postharvest heat treatments influence apple fruit ripening after cold storage[J]. HortScience, 2009, 44(6): 1637-1640.
- [5] 刘零怡,于萌萌,郑杨,等.采后一氧化氮处理调控番茄果实茉莉酸类物质合成并提高灰霉病抗性[J].食品科学,2010,31(22):58-62.
- [6] ZHENG Xiaolin, TIAN Shiping. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit[J]. Food Chemistry, 2006, 96: 519-523.
- [7] 温晓丽,毕阳,高晓辉,等.采前喷施苹果酸对苹果梨采后黑皮病的抑制[J].甘肃农业大学学报,2009,44(5):111-115.
- [8] ABEL O, JORDI G, ISABEL L. Preharvest calcium applications inhibit some cell wall-modifying enzyme activities and delay cell wall disassembly at commercial harvest of 'Fuji Kiku-8' apples[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 62(2): 161-167.
- [9] FERREYRA R M, VINA S Z, MUGRIDE A, et al. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 112: 27-32.
- [10] 张治安,张美善,蔚荣海.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004:116-119.
- [11] 国家标准化管理委员会. GB/T 5009.86—2003 蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定:2,4-二硝基苯法[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [12] 曹健康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:35-42.
- [13] 奚振邦.现代化学肥料科学[M].北京:中国农业出版社,2003:96-97.
- [14] 陶红,崔纪芳,卮兰春.果实糖分积累研究进展[J].安徽农业科学,2010(1):25-28.
- [15] 罗娅,唐勇,冯珊,等.6个草莓品种营养品质与抗氧化能力研究[J].食品科学,2011,32(7):52-56.
- [16] 杨剑平,郝玉兰,张秋芝,等.草莓果实中氧化和过氧化作用的变化[J].北京农学院学报,1995(2):23-26.
- [17] SHIN Y, RYU J A, LIU Ruihai, et al. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 49(2): 201-209.
- [18] OLSSON M E, EKVALL J, GUSTAVSSON K E, et al. Antioxidants, low molecular weight carbohydrates, and total antioxidant capacity in strawberries (*Fragaria ananassa*): effects of cultivar, ripening and storage[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(9): 2490-2498.
- [19] 徐变娜,王敏,曹静,等.不同时期梨枣茶叶抗氧化成分组成及活性差异的分析[J].食品科学,2013,34(13):34-38.
- [20] CHIEN Y W, SHIOW Y W, YIN Junjie, et al. Enhancing antioxidant, antiproliferation and free radical scavenging activities in strawberries with essential oils[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55: 6527-6532.
- [21] 李铨军,崔胜云.抗坏血酸清除DPPH自由基的作用机理[J].食品科学,2011,32(1):86-90.
- [22] 孙智达,石翠芳,杨尔宁,等.沙枣果肉原花青素的提取、纯化及清除·OH能力初探[J].食品工业科技,2006,27(9):88-93.
- [23] 钟兰兰,屠迪,杨亚,等.花青素生理功能研究进展及其应用前景[J].生物技术进展,2013,3(5):346-352.
- [24] 涂宝军.高氧和高二氧化碳处理对绿芦笋采后衰老的影响[J].食品科学,2011,32(2):305-309.