

## 不同硼肥对草莓生长发育·产量和品质的影响

刘彬<sup>1</sup>, 吴文强<sup>1</sup>, 张蕾<sup>1\*</sup>, 朱文<sup>2</sup>, 颜芳<sup>1</sup>, 韩宝<sup>2</sup>

(1. 北京市土肥工作站, 北京 100029; 2. 北京市房山区农业科学研究所, 北京 102446)

**摘要** [目的]探讨不同硼肥对草莓生长发育、产量和品质的影响。[方法]以草莓品种红颜为试材,从现蕾期开始分别对草莓喷施清水、硼砂、八硼酸钠4次,于初花期和果实成熟期测定草莓株高、茎粗、叶面积、叶柄长度等生长指标,于采收期测定草莓单果重等产量指标,于果实成熟期测定V<sub>C</sub>、含糖量、有机酸等品质指标。[结果]施用八硼酸钠促进了草莓植株生长,株高和叶面积较对照显著增加,根冠比与对照间差异不显著。喷施硼肥后,草莓单果重和产量均显著增加,其中,喷施八硼酸钠和硼砂处理单果重分别较对照增加20.14%和4.86%,产量分别较对照提高17.28%和4.02%,同时改善了草莓品质,V<sub>C</sub>、可溶性固形物和糖酸比均较对照和硼砂处理显著增加。喷施硼肥后草莓叶片硼素含量升高,硼素含量由高到低依次为八硼酸钠处理、硼砂处理、对照。[结论]喷施八硼酸钠在一定程度上可促进草莓植株生长,显著提高草莓产量,同时改善草莓品质。

**关键词** 草莓;八硼酸钠;生长;品质;产量

中图分类号 S668.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)01-0041-03

**Effects of Different Boric Fertilizer on Growth, Yield and Quality of Strawberry**LIU Bin, WU Wen-qiang, ZHANG Lei<sup>\*</sup> et al (Beijing Soil and Fertilizer Work Station, Beijing 100029)

**Abstract** [Objective] To investigate the effects of different boric fertilizer on growth, yield and quality of strawberry. [Method] With a strawberry cultivar Red as the test material, strawberry by spraying water, borax and foliar Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O 4 times from the squaring stage were treated. The plant height, stem diameter, leaf area and petiole length and other growth indicators of each sampled strawberry were measured in the early flowering date and the harvest time. The V<sub>C</sub>, sugar content, organic acids and other quality indicators of the strawberry fruit were measured at the harvest time. [Result] The results showed that the growth of strawberry was promoted by foliar Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O, reflected that the plant height and leaf area were increased significantly compared with no foliar treatment. However, the root shoot ratio did not show significant difference between them. Both single fruit weight and yield of strawberry were increased after foliar borax fertilization. Compared with no foliar treatment, the single fruit weight of foliar Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O treatment and foliar borax treatment was increased by 20.14% and 4.86%, while the yield of strawberry was increased by 17.28% and 4.02%, respectively. Moreover, foliar Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O treatment also improved the quality of strawberry, shown as the Vitamin C concentration, the soluble solid content and the sugar-acid ratio were increased significantly compared with foliar borax treatment and no foliar treatment. The B content in the leaf of strawberry was increased after foliar B fertilization, while the treatment of foliar Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O achieved the highest, higher than foliar borax treatment and no foliar treatment. [Conclusion] Spraying foliar Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O can promote the growth, yield and quality of strawberry.

**Key words** Strawberry; Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub> · 4H<sub>2</sub>O; Growth; Quality; Yield

草莓为一种多年生草本植物,其营养价值高,是所有水果中Vc含量较高的种类之一,同时又是保健水果,含钙、铁、磷、锌等矿物质及微量元素,入药则有消炎止痛、解热、通经、驱毒等功能,对促进消化系统功能、预防心血管疾病和癌症等均有很好的效果。我国草莓生产发展迅速,栽培面积已突破6万hm<sup>2</sup>,位列世界第一<sup>[1]</sup>。

目前草莓施肥问题逐渐显现,重视氮磷钾肥而忽视中微量元素肥料的施用,特别是硼素缺乏的问题愈加突出。硼是植物生长发育必需的微量营养元素之一,硼以硼酸分子(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)的形态被植物吸收利用,在植物体内不易移动。硼能促进根系生长,对光合作用的产物——碳水化合物的合成与转运具有重要作用,对受精过程的正常进行有特殊作用。缺硼会造成草莓雌蕊严重退化,花器官枯死,导致花而不果<sup>[2-3]</sup>,且影响花托膨大期碳水化合物的运输和积累,使鲜果糖分下降,同时畸形果数量增加,影响农民经济效益,因此补充硼肥对草莓生长至关重要<sup>[4]</sup>。目前,农业上普遍施用的硼肥是硼砂,溶解性差,40℃时才缓慢溶解,难以被吸收,八硼酸钠作为新型硼肥,具有水溶性好、用量少、植物吸收利用

率高、土壤残留少等特点<sup>[5-7]</sup>。笔者通过在田间草莓上应用硼砂和八硼酸钠,研究二者对草莓生长发育、品质 and 经济效益的影响,旨在为施用优质、高效硼肥提供参考。

**1 材料与方法**

**1.1 试验地概况** 试验地设在北京市房山区长阳镇佛满村的日光温室,面积747m<sup>2</sup>,长×宽为83m×9m,温室种植草莓4年。试验地pH7.3,有机质7.700g/kg,全氮0.527g/kg,碱解氮24.0mg/kg,速效磷11.8mg/kg,速效钾53.0mg/kg。

**1.2 试验材料** 供试草莓品种为红颜。

**1.3 试验方法** 试验于2012年11月20日至2013年3月20日进行,试验小区面积56m<sup>2</sup>,草莓于2012年8月28日定植,株距30cm,行距40cm,株数129000株/hm<sup>2</sup>,栽培方式为土培,基肥施用有机肥(鸡粪45m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>+牛粪90m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)、复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=18:9:18)300kg/hm<sup>2</sup>、过磷酸钙750kg/hm<sup>2</sup>;每次追施滴灌专用水溶肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=16:10:32)225kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾37.5kg/hm<sup>2</sup>,全生育期追肥5次。

试验设3个处理,每个处理重复3次。①对照处理:常规施肥+喷施清水;②硼砂处理:常规施肥+喷施0.1%硼砂;③八硼酸钠处理:常规施肥+喷施0.1%八硼酸钠。每茬草莓硼肥从现蕾期开始,整个生长期共喷施3~4次<sup>[2]</sup>。

**1.4 测定项目与方法** 生长指标:初花期、果实成熟期每处理选10株草莓,测定草莓株高、茎粗。同时每株选定3枚叶

**作者简介** 刘彬(1974—),男,河北保定人,农艺师,从事新型肥料与高效施肥技术研究与推广。\*通讯作者,农艺师,硕士,从事高效施肥技术研究与推广。

**收稿日期** 2016-11-21

片,测定叶片面积、叶柄长度,用游标卡尺每次测定相同部位,旺盛生长期称量地上和地下部分鲜重,测定根冠比。产量:采用定株测产方法,选择处理区代表性的草莓植株10株,采收期记录草莓单果重并累计产量。品质:果实成熟后测定 $V_c$ 、含糖量、有机酸等。含糖量采用BX-1数显手持糖度计测定, $V_c$ 含量采用2,6-二氯酚测定,总酸含量采用标准滴定法测定。

**1.5 数据分析** 试验数据采用SPSS 10.0软件和Excel 2003进行处理。

## 2 结果与分析

**2.1 不同硼肥对草莓生长指标的影响** 由表1可知,喷施硼肥促进了草莓植株的生长。喷施硼肥显著提高了草莓植株的株高,八硼酸钠处理和硼砂处理均高于对照,其中,八硼酸钠处理株高最大,较硼砂处理高4.91%。硼砂处理和八硼酸钠处理较对照叶面积分别提高12.10%和12.39%,2个硼肥处理间无显著差异。八硼酸钠处理的根冠比与对照处理差异不显著。

表1 不同处理草莓植株生长指标

Table 1 Strawberry plant growth index in different treatments

处理 Treatment	茎粗 Stem diameter cm	株高 Plant height cm	叶柄长 Petiole length cm	叶面积 Leaf area cm <sup>2</sup>	根冠比 Root shoot ratio
①	0.81 a	25.23 c	8.72 a	27.11 b	0.45 b
②	0.82 a	28.74 b	8.63 a	30.39 a	0.58 a
③	0.83 a	30.15 a	9.14 a	30.47 a	0.41 b

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: The different small letters in the same column indicated significant difference between treatments ( $P < 0.05$ )

**2.2 不同硼肥对草莓单果重和产量的影响** 由表2可知,喷施硼肥后,草莓单果重显著增加。其中,喷施硼砂和八硼酸钠处理分别较对照增加4.86%和20.14%,八硼酸钠处理草莓单果重最大,为17.30 g,较硼砂处理草莓单果重增加14.57%,差异显著。喷施硼肥各处理不同程度地提高了草莓产量。八硼酸钠处理的草莓产量最高,为35 175.50 kg/hm<sup>2</sup>,较对照增产17.28%,差异达显著水平;硼砂处理较对照处理增产4.02%,差异显著。其中,八硼酸钠处理较硼砂处理增加12.75%,八硼酸钠在提高草莓产量方面效果显著,按照22元/kg计算,草莓增加收益118 514元/hm<sup>2</sup>,极大地提高了农民收益。

表2 不同处理草莓单果重和产量

Table 2 Strawberry single fruit weight and yield in different treatments

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight // g	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	增产率 Increasing rate // %
①	14.50 c	29 992.50 c	—
②	15.10 b	31 198.50 b	4.02
③	17.30 a	35 175.50 a	17.28

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: The different small letters in the same column indicated significant difference between treatments ( $P < 0.05$ )

**2.3 不同硼肥对草莓品质的影响** 由表3可知,喷施硼砂

对草莓 $V_c$ 含量影响不显著,喷施八硼酸钠处理较对照 $V_c$ 含量提高8.42%。硼砂和八硼酸钠处理草莓可溶性固形物含量分别较对照高11.41%和21.38%,其中,八硼酸钠处理草莓可溶性固形物含量显著高于硼砂处理。糖酸比是反映果实品质的一个重要指标<sup>[8]</sup>。喷施硼肥处理糖酸比均显著高于对照,硼砂和八硼酸钠处理糖酸比分别比对照高9.33%和20.24%,八硼酸钠处理糖酸比较硼砂处理高9.97%。

表3 不同处理草莓品质指标

Table 3 Strawberry quality index in different treatments

处理 Treatment	$V_c$ 含量 $V_c$ content mg/kg	可溶性固形物 Soluble solid %	总酸 Total acid g/kg	糖酸比 Sugar acid ratio
①	569.2 b	11.04 c	10.2 a	10.82 c
②	572.3 b	12.30 b	10.4 a	11.83 b
③	617.1 a	13.40 a	10.3 a	13.01 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: The different small letters in the same column indicated significant difference between treatments ( $P < 0.05$ )

**2.4 不同硼肥对草莓叶片硼素含量的影响** 喷施硼肥能提高草莓叶片中硼素含量处理①、②、③叶片硼素含量分别为47.19、77.92、122.61 mg/kg。硼砂和八硼酸钠处理草莓叶片硼素含量分别为对照的1.65倍和2.60倍,表明喷施硼肥对草莓叶片硼素含量影响显著。其中,八硼酸钠处理的硼素含量较硼砂处理高57.35%,差异显著。

**2.5 草莓各指标间的相关关系分析** 由表4可知,叶片硼含量与单果重和可溶性固形物含量均呈极显著正相关,可溶性固形物含量和单果重相关性不明显。这表明叶片硼含量是影响可溶性固形物含量和单果重的重要指标,通过叶片硼含量可以及时反映草莓生长过程中硼含量的缺失情况,从而及时、有效地指导草莓生产。

表4 各指标间相关关系分析

Table 4 Correlation analysis between different indexes

指标 Index	可溶性固形物 Soluble solid	单果重 Single fruit weight	叶片硼含量 Boron content of leaves
可溶性固形物 Soluble solid			
单果重 Single fruit weight	0.32		
叶片硼含量 Boron content of leaves	0.78**	0.85**	

注: \*\* 表示极显著相关( $P < 0.01$ )

Note: \*\* stands for extremely significant relation ( $P < 0.01$ )

## 3 讨论

土壤中硼供应不足时,影响草莓生长发育,草莓在形态上也表现出某些专一的特殊症状,草莓早期缺硼表现为幼龄叶片出现皱缩和叶焦,叶片边缘呈黄色,生长点受伤害,根短粗、色暗,随着缺硼加重,老叶的叶脉间失绿或叶片向上卷曲。缺硼植株的花小,授粉和结实率低,果实畸形或呈瘤状,果小种子多,果品质量差。该试验在草莓上喷施八硼酸钠,及时供给了草莓所需的硼营养,提高了草莓产量和品质,与居立海等<sup>[9]</sup>研究结果一致,施用硼肥均可提高作物产量和品质。

根据草莓硼缺乏症发生的部位和表现特征,叶面喷施硼肥进行对症施用,才能取得良好的防治效果。该试验在草莓

现蕾期叶面喷施 0.1% 八硼酸钠,选择在晴天 10:00 前或 16:00 后喷施,可以显著提高草莓产量和品质,叶片中硼素含量显著上升。该研究仅针对 1 种作物 1 个八硼酸钠用量进行了试验,由于硼营养过剩会对作物产生毒害作用<sup>[10]</sup>,因此,有必要对不同作物硼肥用量进行探索,以指导农业生产。

#### 4 结论

(1) 八硼酸钠在一定程度上促进了草莓植株生长。株高和叶面积较对照和硼砂处理均显著增加,植株长势增强,有利于营养物质的吸收。八硼酸钠处理的根冠比与对照处理差异不显著,说明八硼酸钠处理对草莓植株地上部生长具有明显的促进作用<sup>[11]</sup>。

(2) 喷施硼肥可以提高草莓单果重和产量,其中,八硼酸钠处理效果最好,单果重和产量分别较对照和硼砂处理增加 19.31%、14.57% 和 17.28%、12.75%,差异显著。

(3) 八硼酸钠处理改善了草莓品质, $V_c$ 、可溶性固形物和糖酸比均较对照显著增加。硼酸钠具有硼素含量高、黏附性强、渗透性好、吸收率高的特点,在生产中值得推广应用。

(上接第 40 页)

该试验结果表明,施用生物质炭的烤后烟叶外观质量、经济学性状均显著高于常规施肥,评吸质量均高于常规施肥。从烤烟的外观质量来看,随着生物质炭施用量的增加,烤后烟叶的外观质量得到改善。这可能是因为施用生物质炭促进了烟叶干物质的积累,从而提高了烟叶的叶片结构、身份、油分。其中,施用 3.75 和 4.50 t/hm<sup>2</sup> 生物质炭的烤后烟叶外观质量较好。从烤烟的经济效益来看,随着生物质炭施用量的增加,烤后烟叶的等级随之提高,从而产值升高。该结果与牛玉德等<sup>[14]</sup>的研究结果不符,这可能与大理烟区土壤保肥能力较差有关。从烤烟的评吸质量来看,随着生物质炭施用量的增加,烤后烟叶的余味更舒适、杂气较少,烤后烟叶评吸质量明显提高。

综上所述,在大理烟区施用生物质炭有利于改善田间烟叶的生长发育,并显著提高烤后烟叶的外观质量及经济学性状,且当生物质炭施用量控制在 4.50 t/hm<sup>2</sup> 时效果最佳。然而不同品种对土壤肥力的需求存在差异,因此还需对不同品种的适宜施炭量进行深入的试验与验证。

#### 参考文献

[1] 凌爱芬,王勇,王剑.烟草专用植物营养调节剂对烤烟产质量的影响

#### 参考文献

- [1] 赵永彬,江景勇,卢秀友.不同栽培基质对草莓生长及果实品质的影响[J].北方园艺,2012(13):30-31.
- [2] 宋志声.论硼肥在作物生长中的作用及施用[J].辽宁化工,2012,41(11):1169-1171.
- [3] 韦海忠,徐杏林,杜梦青.不同浓度硼素对草莓生长、糖度和贮运性的影响[J].浙江农业科学,2010(5):964-966.
- [4] 高遐虹,李梅,王有年.草莓三高栽培技术[M].北京:中国农业大学出版社,1997:57-65.
- [5] 蒋桂华,谢鸣,方丽,等.硼、钙和农药对草莓花粉萌发和花粉管生长的影响[J].果树学报,2007,24(2):234-236.
- [6] 杨天军,张科.浅谈硼肥在主要农作物上的应用[J].安徽农学通报,2010,16(16):56-57.
- [7] 唐梁楠,杨秀媛.草莓硼、锌、铁缺乏症及其防治[J].山西果树,1994,51(1):42-47.
- [8] 陆景陵.植物营养学:上册[M].北京:中国农业大学出版社,1994:82-87.
- [9] 居立海,徐广辉,高凤云,等.硼肥在油菜上施用效果研究[J].安徽农学通报,2013,19(1/2):50-51.
- [10] 马欣.硼肥 Etibor-48 和 Colemanite 硼释放特性及其对作物产量和品质的影响[D].武汉:华中农业大学,2011.
- [11] 黄益鸿,王建潮,雷东阳.不同配方基质对草莓生长和产量的影响[J].江苏农业科学,2013,41(4):148-150.

- [12] 赵世翔,于小玲,李忠徽,等.不同温度制备的生物质炭对土壤有机碳及其组分的影响:对土壤活性有机碳的影响[J].环境科学,2017(1):1-13.
- [13] 王冬冬,徐琪,杨洋,等.基施生物质炭对菜用大豆植株营养吸收及土壤养分供应初报[J].大豆科学,2013,32(1):72-75.
- [14] 文静,杨丹丹,林启美,等.生物质炭复混肥对土壤肥力与玉米和大豆生物量的影响[J].中国土壤与肥料,2015(3):74-78.
- [5] 黄杏秀.生物质炭发电废弃物及生物质炭肥对苗期小麦和水稻生长的影响[D].南京:南京农业大学,2013.
- [6] 李志刚,张继光,申国明,等.烟秆生物质炭对土壤碳氮矿化的影响[J].中国烟草科学,2016,37(2):16-22.
- [7] 管恩娜,管志坤,杨波,等.生物质炭对植烟土壤质量及烤烟生长的影响[J].中国烟草科学,2016,37(2):36-41.
- [8] 骆园,张欢欢,熊德中.培肥措施对植烟土壤主要理化性状及烟草经济效益的影响[J].江苏农业学报,2016,32(2):351-356.
- [9] 王晶,冯小虎,程谦,等.不同施炭量对烟叶化学成分和香气的影响[J].江西农业学报,2016,28(3):16-19.
- [10] 叶超,徐茜,陈志厚,等.不同揭膜时期对福建省南平烟区烟叶品质的影响[J].安徽农业科学,2016,44(20):30-33.
- [11] 夏冰冰,梁永江,张扬,等.遵义烟区上部烟叶化学成分与感官评吸的相关性[J].中国烟草科学,2015(1):30-34.
- [12] 牛玉德,杜鸿波,李金峰,等.不同生物质炭施用量及类型对汉中烤烟生长发育及产量·产值的影响[J].安徽农业科学,2015,43(11):35-38.
- [13] 赵殿峰.不同生物质炭施用量对烤烟土壤理化性状及烤烟生长的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [14] 牛玉德,王国良,李金峰,等.不同生物质炭施用量对汉中烤烟生长发育·产量产值和品质的影响[J].江西农业学报,2016(1):60-63.

## 科技论文写作规范——缩略语

采用国际上惯用的缩略语。如名词术语 DNA(脱氧核糖核酸)、RNA(核糖核酸)、ATP(三磷酸腺苷)、ABA(脱落酸)、ADP(二磷酸腺苷)、CK(对照)、CV(变异系数)、CMS(细胞质雄性不育性)、IAA(吲哚乙酸)、LD(致死剂量)、NAR(净同化率)、PMC(花粉母细胞)、LAI(叶面积指数)、LSD(最小显著差)、RGR(相对增长率),单位名缩略语 IIRRI(国际水稻研究所)、FAO(联合国粮农组织)等。对于文中有些需要临时写成缩写的词(如表及图中由于篇幅关系以及文中经常出现的词而写起来又很长时),则可取各主要词首字母写成缩写,但需在第一次出现处写出全称,表及图中则用注解形式在下方注明,以便读者理解。