



秦萍,王正,孙兆军,等.不同浓度 CO<sub>2</sub>施肥对温室枣树果实品质及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2019(11):65-67.

# 不同浓度 CO<sub>2</sub>施肥对温室枣树果实品质及产量的影响

秦萍<sup>1,2</sup>,王正<sup>3,4</sup>,孙兆军<sup>1,2</sup>,李茜<sup>1,2</sup>

(1. 宁夏大学 环境工程研究院,宁夏 银川 750021;2. 宁夏(中阿)旱区资源评价与环境调控重点实验室,宁夏 银川 750021;3. 宁夏大学 土木与水利工程学院,宁夏 银川 750021;4. 宁夏大学 新华学院,宁夏 银川 750021)

**摘要:**为促进温室枣树增产,以灵武长枣为研究对象,研究不同浓度 CO<sub>2</sub>施肥对温室枣树果实品质及产量的影响。通过预设各隔间的 CO<sub>2</sub>浓度,且在枣树果实成熟过程中维持在设定值,其中处理 T1~T4 依次为 600, 800, 1 000, 1 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,对照(CK)为 400  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。结果表明:随着 CO<sub>2</sub>浓度的升高,枣果的总糖含量、还原性糖含量、维生素 C 含量、糖酸比及产量有显著的增效;整体来看,当施入 CO<sub>2</sub>浓度为 800  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 时,效果最佳,其中总糖含量较 CK 提高 70.16%,还原性糖含量提高 64.46%,维生素 C 含量提高 55.81%,糖酸比提高 25.71%,产量提高 27.84%;差异较 CK 显著( $P<0.05$ ),但与增施高浓度差异并不显著( $P>0.05$ )。因此,CO<sub>2</sub>浓度施肥能有效改进温室枣树果实的品质及产量,但增施过多的 CO<sub>2</sub>并不能有效提高产量。

**关键词:**枣树;CO<sub>2</sub>浓度;果实品质;产量

灵武长枣又名马牙枣,口感酥脆,酸甜爽口,有丰富的维生素 C 含量,研究表明,每 100 g 灵武长枣中维生素 C 的含量超过 600 mg 以上<sup>[1-3]</sup>,拥有“活维生素丸”“百果之王”的美誉。2014 年,宁夏灵武长枣种植系统被农业部列入第二批中国重要农业文化遗产名录。为满足社会需求,灵武长枣的温室栽培面积已达总种植面积的 40% 左右<sup>[4]</sup>。而温室设施是通过调节环境因素以达到植物生长的适宜条件,其中 CO<sub>2</sub> 又是诸多可控环境因素中最重要的因素之一。与此同时,在冬季温室栽培枣树的环境中,其空间相对封闭,空气不能及时流通,再加之枣树在生长过程中的不断消耗,使得温室内的 CO<sub>2</sub> 浓度严重不足,大约在 100~250  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ <sup>[5]</sup>。综上所述,CO<sub>2</sub> 浓度成为影响冬季温室枣树生长的关键因素<sup>[6-8]</sup>。

目前,国内外学者对温室蔬菜进行 CO<sub>2</sub> 施肥的研究较多,主要集中在番茄<sup>[9-13]</sup>、黄瓜<sup>[14]</sup>、大白菜<sup>[15]</sup>、甜椒<sup>[16]</sup>、蒜薹<sup>[17]</sup> 等蔬菜上,而对于温室设

施内枣树的 CO<sub>2</sub> 施肥技术鲜有研究。本文通过研究增施 CO<sub>2</sub> 对温室枣树果实品质及产量的影响,为温室设施果树增产保质,选择适宜的 CO<sub>2</sub> 施肥浓度提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验在灵武长枣产业园区日光温室内进行,以已栽培的灵武长枣果树为试验材料。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 本试验共设置 5 个浓度处理,CK(400  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )、T1(600  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )、T2(800  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )、T3(1 000  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )、T4(1 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ),实际释放值在设置值的  $\pm 3\%$  范围内上下浮动。

试验于 2018 年 12 月至 2019 年 7 月进行,供试枣树为 3~4 年生矮化密植灵武长枣,属性均一旦生长良好,2017 年春进行了重剪,灌水方式采用滴灌。在温室设施内用塑料膜隔离出 15 个独立的小隔间,每个隔间长 7 m,宽 2 m,枣树株行距为 2 m $\times$ 3 m,每个隔间均有 3 颗枣树,每个浓度处理设置 3 次重复,各处理从萌芽展叶期开始对其进行 CO<sub>2</sub> 施肥处理,CO<sub>2</sub> 气体的释放设备采用外接 CO<sub>2</sub> 压缩钢瓶和智能控制系统,气体由风机从通气管道向隔间内均匀施入,智能控制

收稿日期:2019-07-17

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划重大(重点)项目(2018BFG02016);国家自然科学基金项目(31660133)。

第一作者简介:秦萍(1967-),女,学士,实验师,从事植物生理生态方面研究。E-mail:418096067@qq.com。

通讯作者:王正(1988-),男,博士,讲师,从事农业水土工程数值计算与模拟研究。E-mail:wangzshxc@163.com。

系统则对隔间内的 CO<sub>2</sub> 浓度进行实时监测和补给。施放时间为晴天早上保温帘被卷起 30 min 后开始,温室内温度超过 35 ℃ 时停止施放,下午继续释放直到保温帘被降下为止。晴天施肥时间大约 5 h,遇雨雪天气不施加。其他管理统一按照时令进行。

1.2.2 测定项目及方法 果实完全成熟后进行采摘,对各处理(包含重复)的每一颗枣树果实品质和产量进行统计记录。采摘过程中,按照不同方位对枣树果实分别取样,并利用四分法随机选取测定样品,从而消除人的主观臆想对试验结果的影响。实验室测定的品质指标包括总糖含量、还原性糖含量、维生素 C 含量、糖酸比及产量,测定方法可参考文献[18]。

1.2.3 数据处理 使用 Matlab R2016a 对数据进行处理和作图,利用 SPSS 21.0 对试验数据进行方差分析和比较。

2 结果与分析

2.1 枣果总糖与还原性糖含量

从图 1 可知,增施不同浓度 CO<sub>2</sub> 条件下,枣果总糖和还原性糖含量均有显著提升( $P<0.05$ ),果实总糖含量分别上升 29.08%、70.16%、70.11%和 57.43%,且 T2 和 T3CO<sub>2</sub> 施肥处理之间并无明显差异( $P>0.05$ );同时,随着 CO<sub>2</sub> 浓度的不断增大,枣果还原性糖也有显著提升( $P<0.05$ ),分别升高 12.21%、64.46%、58.91%、52.49%,且 T2、T3 与 T4 三个 CO<sub>2</sub> 施肥处理与 T1 和 CK 差异显著( $P<0.05$ ),T1 和 CK 之间并无明显差异( $P>0.05$ )。可以看出,枣树在进行不同浓度 CO<sub>2</sub> 施肥后,随着 CO<sub>2</sub> 浓度的不断升高各处理枣果的总糖与还原性糖含量会显著上升,而且 T2 处理相较于 CK 增幅达到最大。

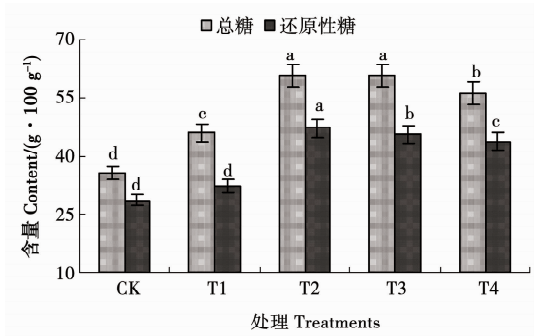


图 1 枣果总糖与还原性糖含量  
Fig. 1 Total sugar and reductive sugar content in jujube fruit

2.2 枣果糖酸比、维生素 C 与产量

糖酸比的高低决定枣果的口味与唇感。而且,维生素对于人体来说是非常重要的抗氧化物质,有助于人体抗衰老和增强免疫等作用。所以枣果的糖酸比与维生素 C 的含量是其重要的品质指标。由表 1 可知,随着 CO<sub>2</sub> 浓度的升高,枣果的维生素 C 含量、糖酸比,均与 CK 有显著提升( $P<0.05$ ),且 T2 处理的 CO<sub>2</sub> 处理浓度下维生素 C 的优势最为显著。所以在此次试验中,T3 处理下的枣果口感相对比来说可能会好一些。

表 1 枣果糖酸比、维生素 C 与产量对比  
Table 1 Comparison on fructose-acid ratio, vitamin C and yield of jujube

处理 Treatments	产量 Yield/ (kg·666.7 m <sup>-2</sup> )	糖酸比 Fructose-acid ratio	维生素 C Vitamin C/ (mg·100 g <sup>-1</sup> )
CK	1207 d	54.18 b	258 d
T1	1324 c	60.16 a	306 bc
T2	1543 b	68.11 a	402 a
T3	1566 a	69.98 a	317 b
T4	1478 b	68.02 a	301 c

由表 1 还可以看出,不同 CO<sub>2</sub> 浓度处理的枣果产量形成先增加后下降的趋势,而且 T3 处理下的枣树产量最优,增产效果明显( $P<0.05$ ),相较于 CK 处理提高了 29.74%。所以,增施 CO<sub>2</sub> 可以有效的提高枣树产量,但浓度过大时增产的效果并不明显( $P>0.05$ ),甚至会导致减产。

3 结论

本文研究 CO<sub>2</sub> 浓度对枣果品质及产量的影响,结果表明,进行不同 CO<sub>2</sub> 浓度施肥能使枣果营养品质及产量得到提升。枣果内总糖、还原性糖、维生素 C 在 CO<sub>2</sub> 浓度为 800 μmol·mol<sup>-1</sup> 时含量最高,提升最为显著。而在 CO<sub>2</sub> 浓度为 1 000 μmol·mol<sup>-1</sup> 时,有较高的糖酸比和产量。另外,CO<sub>2</sub> 浓度施肥能有效改进温室设施枣树果实的品质及产量,但增施过多的 CO<sub>2</sub> 并不能有效提高产量。

参考文献:

[1] 刘艳红,曹兵,万仲武,等.灵武长枣设施栽培不同模式下营养生长期果实品质的调查与分析[J].农业科学研究,2019,39(1):38-43.  
[2] 曹兵,李占文,万仲武.宁夏灵武长枣优树收集区群体优良

- 性状表现研究[J]. 宁夏林业, 2019, 37(2): 49-55.
- [3] 杨晓玉, 刘贵珊, 丁佳兴, 等. 灵武长枣 VC 含量的高光谱快速检测研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2019, 39(1): 230-234.
- [4] 谢志强, 夏湛河, 杨勇. 灵武长枣产业发展存在的问题及对策[J]. 现代农业科技, 2019, 47(13): 87, 90.
- [5] Zhang Z, Liu L, Zhang M, et al. Effects of carbon dioxide enrichment on health-promoting compounds and organoleptic of tomato fruits grown in greenhouse[J]. Food Chemistry, 2014, 153(12): 157.
- [6] 李清明, 刘彬彬, 邹志荣, 等. CO<sub>2</sub> 浓度倍增对干旱胁迫下黄瓜幼苗光合特性的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(5): 963-971.
- [7] 赵冠艳, 朱世东, 李东林, 等. CO<sub>2</sub> 加富处理甜瓜幼苗光合特性的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S2): 103-105.
- [8] 董金龙, 李汛, 段增强, 等. CO<sub>2</sub> 施肥对设施黄瓜生长和土壤氮素转化的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 195-200.
- [9] 李靖, 孙胜, 刑国明, 等. 不同浓度 CO<sub>2</sub> 施肥对温室番茄果实积晒效应的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2019, 55(1): 102-107.
- [10] 李靖, 孙胜, 刑国明. 不同浓度 CO<sub>2</sub> 施肥对温室番茄果实品质的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2018, 82(6): 43-48, 70.
- [11] 张振花, 袁宏霞, 刘洋, 等. 温室番茄对增施不同浓度 CO<sub>2</sub> 的光合响应[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(4): 1810-1818.
- [12] 孙培良, 邱东风, 谢志明, 等. 日光温室内不同浓度 CO<sub>2</sub> 对番茄产量的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(13): 64-67.
- [13] 张振花, 孙胜, 刘洋, 等. 增施 CO<sub>2</sub> 对温室番茄结果期叶片光合特性的影响[J]. 生态学杂志, 2018, 36(5): 1398-1402.
- [14] 刘洋, 孙胜, 刑国明, 等. 不同浓度 CO<sub>2</sub> 施肥对温室黄瓜生长与产量的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2018, 82(2): 53-58.
- [15] 高文瑞, 李德翠, 徐刚, 等. CO<sub>2</sub> 施肥对大白菜生长及光合的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 43(9): 228-230.
- [16] 杨志刚, 崔世茂, 胡栓红, 等. 长期 CO<sub>2</sub> 加富对日光温室秋冬茬甜椒光合生理及低温适应性的影响[J]. 北方园艺, 2017, 40(13): 84-90.
- [17] 王向鹤, 裴占江, 王粟, 等. CO<sub>2</sub> 气肥对北方棚室蒜薹生长发育及品质的影响[J]. 湖北农业科学, 2015, 60(12): 2919-2923, 2953.
- [18] 胡永祥, 李援安, 张莹, 等. 调亏灌溉对黄土高原地区枣树生长与果实品质和产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2016, 44(6): 181-188.

## Effects of Different Concentrations of CO<sub>2</sub> on the Fruit Quality and Yield of Jujubes in Greenhouse

QIN Ping<sup>1,2</sup>, WANG Zheng<sup>3,4</sup>, SUN Zhao-jun<sup>1,2</sup>, LI Qian<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Environmental Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. China Ningxia(China-Arab) Key Laboratory of Resources Assessment and Environmental Regulation in Arid Regions, Yinchuan 750021, China; 3. School of Civil Engineering and Hydraulic Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 4. Department of Xinhua, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** In order to promote yield increase of jujube trees in greenhouse, we investigated the effects of CO<sub>2</sub> fertilization on fruit quality and yield of Lingwu jujube in greenhouse. By presupposing the CO<sub>2</sub> concentration in each compartment and maintaining the same compartment at the set value during fruit ripening, the treatments T1~T4 were 600, 800, 1 000 and 1 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ , and the CK was 400  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ . The results showed that with the increase of CO<sub>2</sub> concentration, the total sugar content, reducing sugar content, vitamin C content, sugar-acid ratio and yield of jujube fruits increased significantly; Overall, when the CO<sub>2</sub> concentration was 800  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ , the effect was the best, in which the total sugar content was increased by 70.16%, the reducing sugar content increased by 64.46%, and the vitamin C content increased by 55.81%, the ratio of sugar to acid increased by 25.71%, and the yield increased by 27.84%. The difference was significant compared with CK ( $P < 0.05$ ), but the difference was not significant with the increase of high concentration ( $P > 0.05$ ). Therefore, CO<sub>2</sub> concentration fertilization could effectively improve the quality and yield of jujube fruit in greenhouse, but too much CO<sub>2</sub> could not effectively improve the yield.

**Keywords:** jujube; CO<sub>2</sub> concentration; fruit quality; yield