

贾永华, 李晓龙, 牛锐敏, 等. 叶面喷锌对苹果叶片生长及产量品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(12): 218–220.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.12.073

# 叶面喷锌对苹果叶片生长及产量品质的影响

贾永华, 李晓龙, 牛锐敏, 许泽华, 窦云萍, 王春良

(宁夏农林科学院种质资源研究所, 宁夏银川 750002)

**摘要:**以 18 年生富士苹果树为试验材料, 研究叶面喷施锌肥对其叶片生长及产量品质的影响。结果表明, 叶面喷施锌肥后, 可明显促进苹果叶片生长, 提高产量品质和果实锌含量, 其中用 0.2 g/L 糖醇锌于膨大期喷施 3 次, 套袋果实含锌量是其对照的 3.36 倍, 未套袋果实含锌量是其对照的 5.21 倍。

**关键词:**苹果; 锌肥; 品质

**中图分类号:** S661.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)12-0218-03

锌是所有生物必需的微量元素之一, 在发展中国家锌营养缺乏已成为疾病和死亡的第五大诱因<sup>[1]</sup>, 我国卫生部和国家标准化管理委员会于 2011 年已废止 GB 13106—1991《食品中锌限量卫生标准》。人体缺锌易引起脱发、智力衰退, 富锌苹果保健神经大脑, 可维持正常人体的新陈代谢, 增强免疫力, 适当提高果实中的锌含量, 对提高苹果果实品质、改善人类健康具有重要意义。土壤施锌受 pH 值、土壤湿度、氧化物等多种因素的影响<sup>[2-3]</sup>, 因此由土壤供锌, 果树根系吸收和向地上部运输阻力大、时间长、效率低, 通过根外补锌是一种经济有效快速补充锌元素的措施<sup>[4]</sup>。因此, 笔者进行了叶面喷施锌肥的试验研究, 同时对喷锌后叶片生长及果实产量品质的影响进行了检测, 以期对富锌苹果的生产及果实品质提高提供理论支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

以 18 年生正常生长的盛果期富士果树为试验材料, 株行距为 3 m × 5 m, 于 2013 年在宁夏中宁县鸣沙林场苹果园 (105.87° E, 37.54° N) 进行相关研究。该区海拔高度 1 200 m, 无霜期 166 d, 光照充足, 昼夜温差大, 年太阳总辐射

收稿日期: 2014-07-19

基金项目: 宁夏回族自治区自然科学基金 (编号: NZ1182); 现代农业产业技术体系建设专项资金 (编号: CARS-28)。

作者简介: 贾永华 (1979—), 男, 山西柳林人, 硕士, 助理研究员, 从事果树栽培技术研究。E-mail: jiayh@yeah.net。

通信作者: 王春良, 研究员, 从事园艺作物病虫害的生态控制技术 & 果树优质高效栽培技术的研发和推广。E-mail: wangcl0713@sina.com。

需种量 300 g/hm<sup>2</sup> 左右, 定植密度 4.95 万 ~ 5.70 万株/hm<sup>2</sup>。

### 4.2 水肥管理

定植前施有机肥 75 t/hm<sup>2</sup>, 施硼砂 22.5 kg/hm<sup>2</sup>。追施 3 次肥: 定植后 15 d 施发棵肥, 施复合肥 150 kg/hm<sup>2</sup>; 封垄前施开盘肥, 追施尿素 450 kg/hm<sup>2</sup> + 氯化钾 150 kg/hm<sup>2</sup>; 现蕾后 0.2% 硼砂 + 0.2% 磷酸二氢钾根外追肥。定植后要求连续数天每天浇水, 保证活棵。保持湿润, 可沟灌, 宜浅灌, 速灌速

6 053.39 MJ/m<sup>2</sup>, 平均年日照时数为 2 979.9 h, 年均气温 9.5 °C, 年降雨量在 200 mm 左右, 有引黄河之水灌溉的便利。供试果园面积 4 hm<sup>2</sup>, 果园土壤为壤土, 土壤养分状况详见表 1。

表 1 供试果园土壤主要养分状况

土层深度 (cm)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	有效锌 (mg/kg)
0~20	65.3	25.2	286.1	13.41	1.82
20~40	41.5	10.6	231.8	7.85	1.21
40~60	21.3	8.1	160.7	1.62	0.75
60~80	5.7	3.2	69.3	0.32	0.27

### 1.2 供试药剂

供试锌肥 2 种: (1) 欧迈斯流体锌, 高纯度完全可溶的悬浮剂, 锌含量 ≥ 700 g/L, 英国欧麦思农用流体有限公司制造, 分装单位是江苏省农垦生物化学有限公司。(2) 糖醇锌, 液体螯合锌, 锌含量 ≥ 160 g/L, 美国赛乐斯 (SOLEL) 生物工程集团公司技术支持, 陕西信邦肥业有限公司出品。

### 1.3 研究方法

锌肥田间试验设计见表 2, 富士苹果果实设套袋与未套袋 2 种, 坐果期试验果实均未套袋, 其中处理 5 为对照 (CK)。每个处理选长势和挂果率基本一致的果树 3~5 株, 每个处理重复 3 次, 分别于坐果期 (5 月中旬至 6 月中旬) 和果实膨大期 (8 月初至 8 月底) 晴朗天气 17:00 后完成喷施; 喷施方式为稀释同样浓度, 每隔 7 d 喷施 1 次, 连续喷施 2~3 次。处理间设保护株, 在叶片正反面均匀喷布, 喷到叶面微滴水, 树干和枝梢至皮层湿润、液体微滴即可。在果实成熟时 (10 月 15 日) 对叶片和果实分别采样, 每株树从东南西北不同部位的树冠外围、每个重复采 4 个果实进行分析。

排, 浸润畦土为宜。

### 4.3 病虫害防治

苏青 3 号抗病性较强, 栽培季节温度低不易发病。若发生黑霉病、软腐病可用 75% 百菌清可湿性粉剂 600 倍液或 70% 代森锰锌可湿性粉剂 500 倍液防治; 小菜蛾、菜青虫、菜螟可用 5% 定虫隆乳油 1 200 倍或 2.5% 多杀菌素悬浮剂 1 500 倍液防治。

表 2 田间试验设计

处理	试验锌肥	稀释浓度 ( 锌含量)	喷施时期、次数
1	欧迈斯流体锌	0.2 g/L	坐果期喷锌肥 3 次、膨大期喷清水 3 次
2	欧迈斯流体锌	0.2 g/L	坐果期喷清水 3 次、膨大期喷锌肥 3 次
3	糖醇锌	0.2 g/L	坐果期喷锌肥 3 次、膨大期喷清水 3 次
4	糖醇锌	0.2 g/L	坐果期喷清水 3 次、膨大期喷锌肥 3 次
5(CK)	清水		坐果期喷清水 3 次、膨大期喷清水 3 次

1.4 测定项目与方法

1.4.1 叶片指标 叶面积用手持式激光叶面积仪 CI-203 测定;叶绿素含量用 SPAD-502 仪测定;百叶干质量用百分之一电子天平测定;叶片锌含量的测定采用 HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> 混合消化法,PE-2100 原子吸收分光光度计测定。

1.4.2 果实指标 果实单果质量用百分之一电子天平测定;株产量以同样果实个数计算;果形指数用数显游标卡尺测定;花青苷含量用乙醇浸提,比色法测定;果肉硬度用 FHM-5 型水果硬度计测定;可溶性固形物含量用 WYT-32 型手持折光仪测定;有机酸含量用 NaOH 滴定法测定;果实锌含量用 GB/T 5009.14—2003《食品中锌的测定》的相关方法测定。

所有数据测定均重复 3 次,数据统计分析处理采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 软件,其中显著性分析利用 LSD 法,在 0.05

水平上测试。

2 结果与分析

2.1 不同处理对叶片生长的影响

试验结果(表 3)表明,喷施锌肥各处理的叶面积、叶绿素含量、百叶干质量、叶片锌含量与对照相比均显著提高;对同一处理这 4 项指标与果实套袋与否关系不大。对于叶面积的增大,锌肥喷施时期为坐果期要好于膨大期,处理 3 与对照相比叶面积平均增大了 23.4%;对于叶绿素含量、百叶干质量、叶片锌含量的增大,锌肥喷施时期为膨大期好于坐果期。除叶面积外,处理 4 的各指标都明显高于其他处理,由此可见,糖醇锌对苹果叶片各指标数值的提高效果好于欧迈斯流体锌。

表 3 各处理对叶片生长的影响

处理	叶面积(cm <sup>2</sup> )		叶绿素含量(SPAD 值)		百叶干质量(g)		叶片锌含量(mg/kg)	
	套袋	未套袋	套袋	未套袋	套袋	未套袋	套袋	未套袋
1	29.07b	29.11b	52.97c	53.01c	25.35c	25.38c	38.80d	38.75d
2	27.64c	27.60c	57.58a	57.51a	26.69b	26.55b	46.94b	47.02b
3	32.30a	32.33a	55.43b	55.56b	25.47c	25.43c	43.17c	42.84c
4	27.70c	27.68c	57.79a	57.73a	28.25a	28.34a	54.18a	53.92a
5(CK)	26.16d	26.20d	48.36d	48.32d	23.06d	23.24d	34.59e	34.68e

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

2.2 不同处理对果实外观品质和产量的影响

喷施锌肥使果实膨大加快,调节了光合产物及其他营养物质向果实中运转,对提高果实的产量和等级作用明显。果形指数是评价果实外观的一项重要指标<sup>[5]</sup>,花青苷是苹果色泽(红色)的重要标志,一般花青苷含量高,苹果的色泽就

红<sup>[6]</sup>。试验结果(表 4)表明,喷施锌肥处理与对照相比显著提高了富士果实的外观品质和产量;对于同一处理的各指标而言,套袋果实降低了花青苷含量,提高了果形指数、单果质量、株产量数值,综合比较 4 项指标,处理 4 的效果最好。

表 4 各处理对果实外观品质和产量的影响

处理	果形指数(纵径/横径)		花青苷含量(总吸收度/100 cm <sup>2</sup> )		单果质量(g)		单株产量(kg)	
	套袋	未套袋	套袋	未套袋	套袋	未套袋	套袋	未套袋
1	0.83c	0.80b	152.30c	163.79c	245.61c	237.61b	58.88c	55.14b
2	0.86b	0.81b	173.66b	178.38b	253.43b	244.45a	60.82b	55.76b
3	0.86b	0.81b	134.06d	145.32d	238.18d	228.72c	55.02d	52.68c
4	0.88a	0.83a	188.49a	203.17a	266.97a	248.15a	64.22a	60.24a
5(CK)	0.81d	0.78d	112.57e	128.06e	218.79e	215.43e	50.87e	48.16e

试验结果(表 5)表明,喷施锌肥可以提高果肉硬度、可滴定酸、可溶性固形物和果实含锌量;对于果实锌含量而言,对照处理中套袋与未套袋的含量基本相同;此外,套袋明显降低了其余各处理的各指标的数值;综合比较可知,处理 4 效果最显著,套袋果实含锌量是其对照的 3.36 倍,未套袋果实含锌量是其对照的 5.21 倍。

3 讨论

中国耕地资源十分紧张,苹果产业今后发展方向应该是控制种植面积,提高果园管理水平,增加果园单产,提高苹果品质,并以此增加果农收入,增强我国苹果的国际竞争力<sup>[7]</sup>。苹果是世界四大水果之一,苹果的品质对人类健康具有重要

表 5 各处理对果实内在品质的影响

处理	果肉硬度(kg/cm <sup>2</sup> )		可溶性固形物含量(%)		可滴定酸含量(%)		鲜果实锌含量(mg/kg)	
	套袋	未套袋	套袋	未套袋	套袋	未套袋	套袋	未套袋
1	7.50b	9.33c	10.75b	13.65bc	0.30c	0.41c	0.40d	0.72c
2	7.75a	9.63b	11.81a	13.99ab	0.32c	0.48b	0.64b	0.96b
3	7.52b	9.66b	10.69b	13.12cd	0.34b	0.46b	0.52c	0.64c
4	7.76a	10.50a	11.84a	14.40a	0.37a	0.50a	0.74a	1.25a
5(CK)	7.31c	9.30c	9.43c	12.49d	0.28d	0.40c	0.22e	0.24e

意义,研究锌与苹果果实品质的关系,对改善我国苹果果实品质有着重要意义<sup>[8-9]</sup>。

本试验与陈涛等的研究结果<sup>[8-13]</sup>基本一致,喷施锌肥可以促进苹果叶片生长,提高果实中的含锌量和改善果实品质。张勇等于不同物候期对 13 年生富士苹果树进行喷锌(ZnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O)处理,结果表明喷锌显著提高了果实中的锌含量和成熟期果实中的还原糖含量<sup>[10]</sup>。张勇等分析认为,喷锌通过提高苹果叶片的叶绿素含量、叶面积及叶面积指数,延缓叶片衰老,提高光合速率,增大源强;在果实中,通过提高山梨醇脱氢酶、蔗糖合成酶、酸性转化酶的活性,来增大库强,从而增加了果实中的糖积累,改善了果实品质<sup>[8,11]</sup>。喷锌改善了果实中的锌营养水平,锌营养水平的提高促进了钙的吸收与积累。众人研究表明,喷施锌肥确实能够促进苹果叶片生长、提高产量和果实品质。

本试验中,套袋与否对叶片生长基本无影响;同一处理中,套袋与未套袋的果实各指标比较可知,套袋果实的果形指数、单果质量、株产量增加了,套袋果实降低了果实硬度、花青苷含量、可溶性固形物含量、可滴定酸、果实锌含量。这可能是因为苹果的绿色果皮具有叶片 1/10 的碳同化能力,光合产物可直接贮于果实中<sup>[14]</sup>,所以果实套袋后,由于果袋的遮光作用,果实基本不具备光合能力,不利于糖、酸的积累<sup>[15]</sup>。虽然套袋降低了果实花青苷含量,然而其光洁度、鲜亮度都要好于未套袋果实。

喷锌提高果实品质的关键时期为萌芽前、花后 3 周以及果实膨大期<sup>[8,11]</sup>;笔者认为膨大期要好于其他时期,结论与刘汝亮等的<sup>[12]</sup>一致;在锌肥种类的选择上,笔者近 2 年试验结果与张勇等的<sup>[8,11]</sup>基本一致,认为螯合态的锌肥好于硫酸锌。

对可滴定酸含量而言,与对照相比,刘汝亮等<sup>[12]</sup>、陈涛等<sup>[9]</sup>、张勇<sup>[11]</sup>的喷锌各处理结果都有不同程度的降低,而笔者的试验结果是各处理都不同程度提高,可能与宁夏特殊的自然地理环境有关(宁夏被认为是全国高酸苹果生产的绝佳之地),其具体原因有待进一步研究。此外,对其他指标而言,可以看出处理 4 的总体效果最好。

4 结论

叶面喷锌能显著促进叶片生长、提高果实锌含量和果实品质。喷锌时期为膨大期比坐果期效果好,锌肥效果以糖醇锌优于欧迈斯流体锌。用螯合态的糖醇锌在果实膨大期喷施 3 次,富士套袋果实的含锌量可达到对照的 3 倍以上。

参考文献:

[1] White P J, Broadley M R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine [J]. New Phytologist, 2009, 182 (1): 49 – 84.

[2] Sarkar A, Wynjones R G. Effect of rhizosphere pH on the availability and uptake of Fe, Mn and Zn [J]. Plant and Soil, 1982, 66 (3): 361 – 372.

[3] Sarong L Q, Bouldin D R, Reid W S. Total and labile zinc concentrations in water extracts of rhizosphere and bulk soils of oats and rice [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1989, 20 (3/4): 271 – 289.

[4] Sánchez E E, Righetti T L. Misleading zinc deficiency diagnoses in pome fruit and inappropriate use of foliar zinc sprays [J]. Acta Hort, 2002, 594: 363 – 368.

[5] 张英利, 马爱生, 杨岩荣, 等. 陕西苹果产区土壤养分状况研究初报 [J]. 土壤肥料, 2003, 16 (5): 41 – 42.

[6] 栾东珍, 李丙智, 韩明玉, 等. 育果纸袋与膜袋在富士苹果上的应用研究 [J]. 西北林学院学报, 2003, 18 (2): 47 – 50.

[7] 王征兵. 新形势下中国苹果产业发展方向浅析 [J]. 中国果业信息, 2012 (3): 25 – 26.

[8] 张勇, 付春霞, 张洪毅, 等. 根外补锌对苹果品质的影响 [C] // 泰安: 山东植物生理学会第七次代表大会暨植物生物学与现代农业研讨会论文集, 2012: 265 – 272.

[9] 陈涛, 张勇, 付春霞, 等. 根外喷锌对富士苹果品质的影响 [J]. 落叶果树, 2013, 45 (5): 21 – 22.

[10] 张勇, 付春霞, 刘飞, 等. 叶面施锌对苹果果实中糖代谢相关酶活性的影响 [J]. 园艺学报, 2013, 40 (8): 1429 – 1436.

[11] 张勇. 根外施锌对苹果果实品质及糖代谢相关酶活性的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2013.

[12] 刘汝亮, 同延安, 樊红柱, 等. 喷施锌肥对渭北旱塬苹果生长及产量品质的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25 (3): 62 – 65, 72.

[13] 湛有光. 70% 内森锌可湿性粉剂对苹果树补锌作用试验 [J]. 西北园艺: 果树, 2013 (5): 47 – 48.

[14] 高华君, 王少敏, 刘嘉芬. 红色苹果套袋与除袋机理研究概要 [J]. 中国果树, 2000 (2): 49 – 51.

[15] 魏建梅, 范崇辉, 郑玉良. 套袋对苹果果实品质影响的研究进展 [J]. 河北果树, 2006 (5): 2 – 4.