

树干注射铁肥对金丝小枣产量及品质的影响

牛晓琳^{1,2}, 梁 军³, 马文凤³, 张宏彦^{1,2*}

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2. 中国农业大学曲周实验站, 河北 曲周 057250;
3. 山东乐陵市农业局, 山东 乐陵 253600)

摘要: 叶片缺铁黄化是制约金丝小枣优质高产的重要生产问题。为改善金丝小枣果实品质及产量, 采用树干注射方式在金丝小枣生育期补充树体铁素营养, 以期研究注射铁肥对金丝小枣树体生长指标、产量及品质的影响。试验设置注射不含铁基础营养液、含 0.2、0.3 和 0.4 g/L Fe-EDTA 基础营养液 4 个处理。结果表明, 树干注射不同浓度铁均能促进金丝小枣的生长, 0.2 g/L Fe-EDTA 处理显著促进了果实的生长发育, 使横径、纵径、单果重、可溶性糖含量相对基液对照分别提高了 6.6%、4.2%、6.2% 和 7.9%, 0.3 g/L Fe-EDTA 处理显著提高了一级枣果比例。因此, 采用注射方式对金丝小枣补施铁肥是金丝小枣高产、优质、高效率生产的有效技术途径。

关键词: 金丝小枣; 铁肥; 树干注射; 产量; 品质

中图分类号: S143.7⁺2; S665.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257 (2018) 03-0155-06

金丝小枣是我国枣树资源中品质极其优良的品种之一, 在国内外享有较高的声誉。金丝小枣色泽美观, 核小肉丰、金丝绵绵、甘甜可口, 营养丰富, 素有天然“维生素丸”之称, 是传统滋补佳品。金丝小枣还具有重要的医疗保健效果, 这与其含有丰富的微量元素尤其是对人体健康有重要作用的铁密切相关^[1-2]。

铁是植物生长发育的必需微量元素, 其作为植物体内多种酶的组成成分和重要的活化剂, 参与蛋白质合成、核酸代谢、氧化还原反应以及电子传递等多种活动, 直接或间接影响植物的光合、呼吸作用和物质能量的转换, 并且在植物体内氮素代谢及碳水化合物代谢中发挥着重要作用^[3]。铁含量的丰缺对植物的生长发育以及品质都有重要的影响^[4]。乐陵是我国金丝小枣的原产地, 金丝小枣栽培面积达 20 000 hm², 占山东全省金丝小枣树栽培面积的 56%, 是农民收入的主要来源^[5]。由于受地形、地貌、母质、气候等因素的影响, 乐陵地区土壤主要为潮土和盐碱土两大土类, 其中盐碱土占到耕地面积的 40% 以上。土壤中碳酸盐、硫酸盐、氯化物等

易溶盐类和钠离子在土壤表层含量较高^[6]。2014 年中国农业大学在乐陵市枣区建立科技小院, 通过对大样本农户土壤的分析发现, 该地区枣园土壤 pH 值在 8 以上, 有效铁含量较低^[7], 枣树缺铁黄化现象不同程度地存在, 影响产量和品质。虽然有多种方式可改善作物铁营养, 但由于在旱地土壤中铁离子极易被氧化成三价铁而无法被植物吸收利用, 因此采取土壤施铁肥的方式往往难以满足作物对铁素营养的需求^[8]。根外追施也是补充作物营养的一种较好方法, 但往往只能得到局部或暂时的效果, 并不能从根本上解决植物对铁的需求^[9]。近年来, 树干输液/注射方法在国内外的园艺作物如石榴^[10]、梨^[11]、枣^[12]等的矿质营养改善中得到逐步应用, 表现出良好的效果。但在金丝小枣上的研究却并不多见。为此, 本研究通过田间试验研究树干输液方法对改善金丝小枣铁营养及其对枣果产量、品质以及矿质养分含量的影响中的效果并探究其可能机理, 为金丝小枣优质高产高效生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

乐陵市 (117°12'E, 37°44'N) 位于山东省西北部, 是华北平原的一部分, 该区土壤盐碱化程度高, 土壤中铁含量为 3.48 mg/kg^[7], 低于标准土壤养分含量。土壤中营养失衡尤其是铁营养缺乏问题

收稿日期: 2017-08-24; 最后修订日期: 2017-11-04

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目 (2016YFD0200401)。

作者简介: 牛晓琳 (1992-), 女, 山东临沂市人, 在读硕士, 主要从事植物营养方向的研究, E-mail: 18763890307@163.com。

通讯作者: 张宏彦, E-mail: zhanghy@cau.edu.cn。

突出^[13], 枣园常见因缺铁导致的金丝小枣叶片黄化现象。

1.2 试验设计

于2016年4月选择典型的20年生乐陵“金丝小枣”果园进行试验。枣园位于乐陵市朱集镇王清宇村, 枣园土壤硝态氮含量77 mg/kg, 铵态氮含量14 mg/kg, 有效磷含量45 mg/kg, 速效钾含量94 mg/kg, 有机质含量为0.53%, pH值7.8。栽培密度600株/hm²。

选取生长良好、长势一致、健康无病虫害的树为试验试材。于枣树开花前5 d (5月5日), 花后20 d (5月30日), 花后45 d (6月24日), 分3次^[14-15]以注射施肥^[16]的方式施入以铁肥(Fe-EDTA)为主的复混液体肥, 每次注射用量均为1 L。该复合营养液主要成分包括: Fe-EDTA+基础营养液(该基础营养液为除铁元素外的Hoagland营养液^[17])。试验设置3个不同Fe-EDTA浓度梯度, 分别为0.2、0.3和0.4 g/L^[18], 同时设置不含铁素的基础营养液作为对照处理, 具体试验方案见表1。每个处理为连续排列的5棵树, 每个处理重复3次。随机排列。在树干根茎部, 距地面40~50 cm处用电钻在树干上钻孔, 钻孔斜向下与树干成45°, 且3次均于树干同一位置进行注射。每次施肥完成后, 用木条塞入注射孔, 周围涂抹凡士林防治病虫害侵染。

表1 试验处理设计方案

处理1	处理2	处理3	处理4
基础营养液 (不含铁素, 对照)	0.2 g/L Fe-EDTA + 基础营养液	0.3 g/L Fe-EDTA + 基础营养液	0.4 g/L Fe-EDTA + 基础营养液

1.3 测定项目与方法

1.3.1 生长量

在果实膨大期(7月25日)、白熟期(8月26日)和收获期(9月28日)对叶片、果实进行生长指标的测定。在每株枣树的东西南北4个方向随机选取100个枣果、100片叶片。用日本柯尼卡美能达叶绿素计SPAD-502plus叶绿素测定仪测量叶片SPAD值;用游标卡尺测量果实横、纵径,纵径/横径即为果形指数;用电子天平测量单果重。果实成熟期,采摘整株树的枣果进行称量测定单株产量,按照栽培密度计算单位面积产量。

1.3.2 矿质养分含量

在坐果期(6月25日)、幼果期(7月25日)、膨大期(8月26日)和收获期(9月28日)对叶片进行样本采集,收获期(9月28日)对果实进行样本采集。在每株枣树的东西南北4个方向随机采摘100个枣果、100片叶片带回实验室,清洗后,放入120℃烘箱中杀青30 min,然后放入80℃烘箱中进行烘干至恒重,粉碎后放入阴凉干燥处保存,用于养分含量测定。采用蒽酮比色法进行枣果可溶性糖的测量;用硝酸-高氯消煮法、ICP测定果实和叶片中铁含量^[19]。

1.3.3 果实分级

采收期,根据果实表面光泽度、病果率、烂果率对金丝小枣鲜果进行分级,每个处理随机选取200个果进行鲜果分级。将一、二、三级鲜果分别分开晾晒,晒干后对分出的一、二、三级枣果再次进行干果分级^[20];具体分级标为:一级枣果,表面鲜亮、有光亮,无伤疤,无裂痕,市场价格在8~10元/kg;二级枣果,轻微裂痕或斑点,不影响外观品质,市场价格在5~8元/kg;三级枣果,裂痕或病斑面积达果面40%以上,影响商品品质,市场价格在2~4元/kg;四级枣果,严重裂痕、病斑,面积超过70%,严重影响销售,市场价格在0.2~1元/kg。

1.4 数据分析

采用Excel 2013软件对试验数据进行处理;采用SAS 8.1系统分析软件进行显著性分析。不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 树干注射铁肥对金丝小枣果实生长动态的影响

由图1可以看出,果实横、纵径随生育期的延长均不断增大。树干注射铁肥对果径的影响从膨大期开始出现。膨大期(7月24日),0.2、0.3 g/L Fe-EDTA处理果实横径相对基液处理分别增大8.5%和9.3%,0.4 g/L Fe-EDTA处理与基液处理间差异不明显。白熟期(8月24日),各铁肥处理之间差异性不显著。成熟期(9月27日),以0.2 g/L Fe-EDTA效果最为显著($P < 0.05$),显著高于基液处理6.6%。

膨大期(7月24日),0.2、0.3、0.4 g/L Fe-EDTA各处理果实纵径相对基液对照分别增大7.9%、9.1%和2.4%,其中0.2和0.3 g/L Fe-EDTA处理果实纵径显著大于基液处理。白熟期

(8月24日),各铁肥处理之间差异性不显著。成熟期(9月27日),以0.2 g/L Fe-EDTA处理效果最为显著,相对基液处理显著提高4.2%。

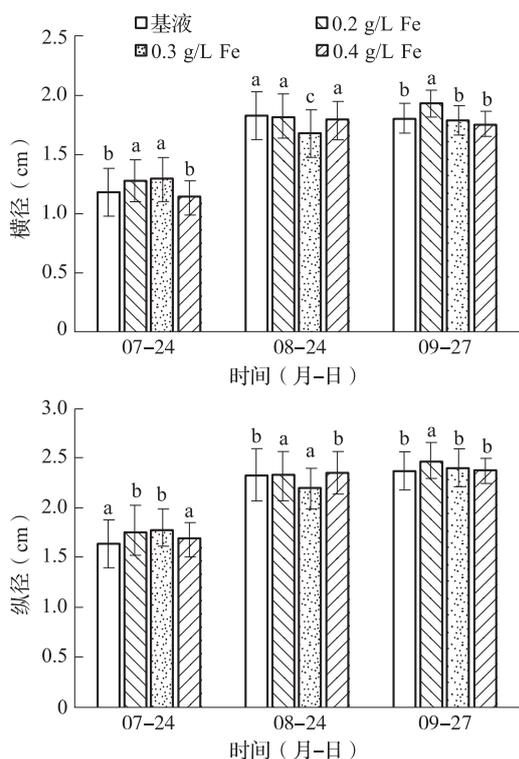


图1 树干注射铁肥对金丝小枣果径的影响

注:不同小写字母表示差异达显著水平 ($P < 0.05$)。下同。

不同浓度铁肥处理对果实单果重的影响效果不同,膨大期(7月24日)各处理间差异性不显著;白熟期(8月24日),0.3和0.4 g/L Fe-EDTA处理使单果重显著高于不含铁基础营养液处理,且处理之间单果重随着营养液中铁浓度的提高而增大。成熟期,0.2 g/L Fe-EDTA处理较基液处理单果重显著增大,0.3和0.4 g/L Fe-EDTA处理与不含铁基础液处理间单果重无明显差异(图2)。

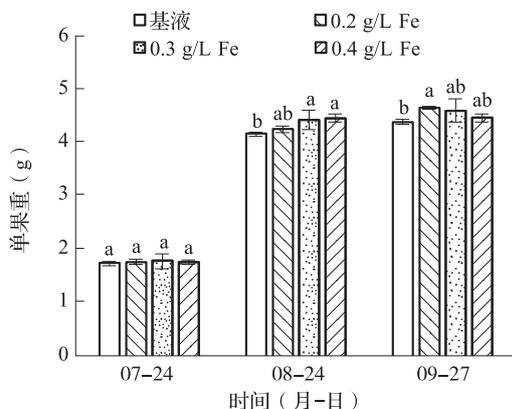


图2 树干注射铁肥对单果重的影响

2.2 树干注射铁肥对金丝小枣产量、可溶性糖含量与果实商品品质的影响

由图3可知,不同处理间金丝小枣产量(鲜重)未达到显著性差异。单就平均值而言,相对于基础液对照,注射不同浓度铁营养液处理产量均有不同程度增加,0.2、0.3、0.4 g/L Fe-EDTA处理相对基液处理分别提高2%、3.9%、3.8%。

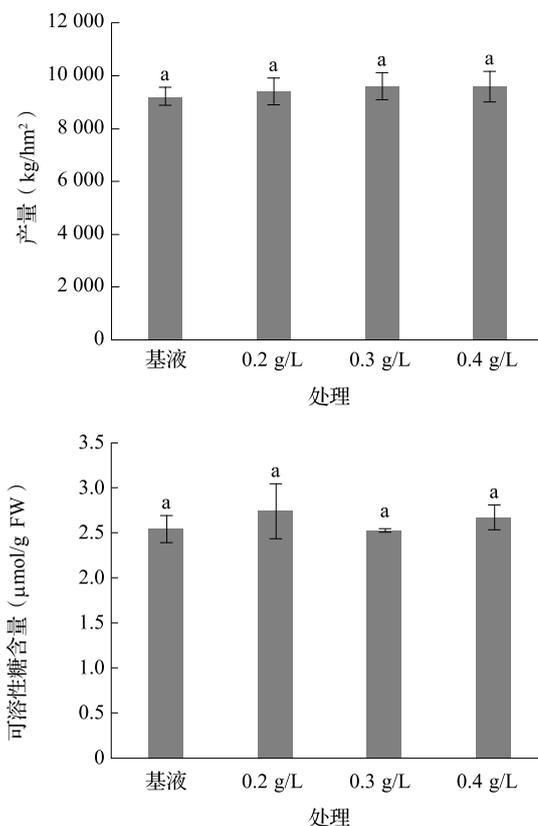


图3 树干注射铁肥对金丝小枣产量、可溶性糖含量的影响

树干注射不同浓度铁肥可使果实可溶性糖含量不同程度地提高,其中,0.2、0.4 g/L Fe-EDTA处理相对基液处理分别提高7.9%、5.1%,但处理之间可溶性糖含量差异不明显。

对金丝小枣果实进行分级,由表2可知,与基础液对照相比,树干注射铁肥能不同程度地提高一级优质枣果比例,处理2、3、4的一级枣果比例相对基液分别提高2.5%、20%、12.5%,其中处理3(0.3 g/L处理)与基液对照处理间差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。树干注射铁肥对二、三级果分级比例的影响不明显,0.3 g/L铁肥处理降低了四级果实的分级比例,使得四级枣果降低30%,但差异性不显著。

表2 树干注射铁肥对各等级果实比例的影响 (%)

	基液	0.2 g/L	0.3 g/L	0.4 g/L
一级	40 ± 2b	41 ± 5ab	48 ± 4a	45 ± 5ab
二级	23 ± 6a	26 ± 6a	26 ± 4a	20 ± 5a
三级	27 ± 7a	20 ± 3a	19 ± 2a	19 ± 1a
四级	10 ± 2ab	14 ± 4a	7 ± 3b	16 ± 5a

注：同行数据后不同字母表示处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

2.3 树干注射铁肥对金丝小枣叶片 SPAD 值的影响

由图4可以看出,叶片 SPAD 值随生育期的延长呈不断增加趋势,幼果期(6月25日),以低(0.2 g/L)、中(0.3 g/L)浓度铁肥处理的叶片 SPAD 值显著高于基液处理。膨大期(7月25日),以低(0.2 g/L)、高(0.4 g/L)浓度铁肥处理的叶片 SPAD 值显著高于基液处理。白熟期(8月26日),各处理与基液对照之间差异性不显著。成熟期(9月28日),不同铁肥处理叶片 SPAD 值均显著高于基液对照。说明,注射铁肥营养液能促进叶片 SPAD 值的提高。

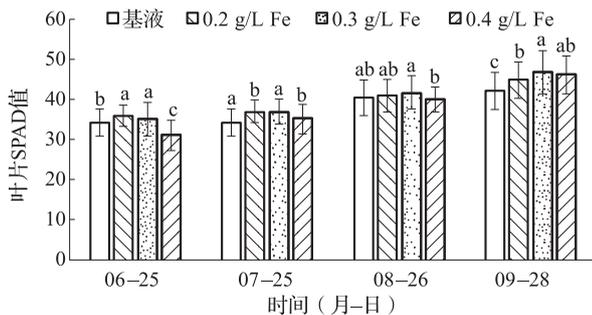


图4 树干注射铁肥对叶片 SPAD 的影响

2.4 树干注射铁肥对金丝小枣铁含量的影响

不同浓度铁肥使果实中 Fe 含量相对基液分别提高 15.1%、15.8%、21.1%,各铁肥处理与基液处理之间均达到显著性差异水平。

叶片中铁含量随生育期的延长呈先降低后增加的变化趋势。幼果期(6月25日),不同铁肥处理叶片含铁量均高于基液对照,不同铁肥处理叶片含铁量随着铁浓度的提高而增大,其中处理4(0.4 g/L)较基液处理显著增大。膨大期(7月25日)和白熟期(8月26日),不同铁肥处理之间含铁量与基液处理相比差异不明显。成熟期,树干注射铁肥使叶片中铁含量较基液对照有明显提高,其中高(0.4 g/L)浓度铁肥处理的叶片铁含量显著高于基液对照。

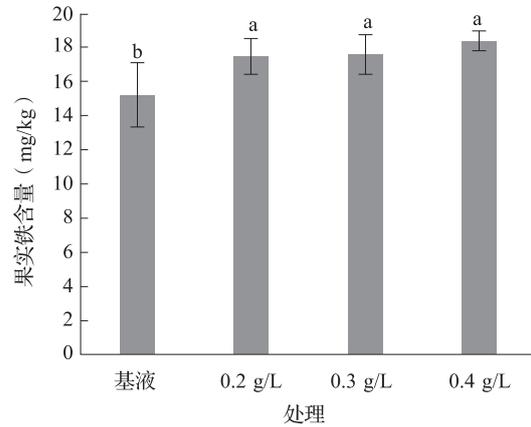


图5 树干注射铁肥对收获期果实铁含量的影响

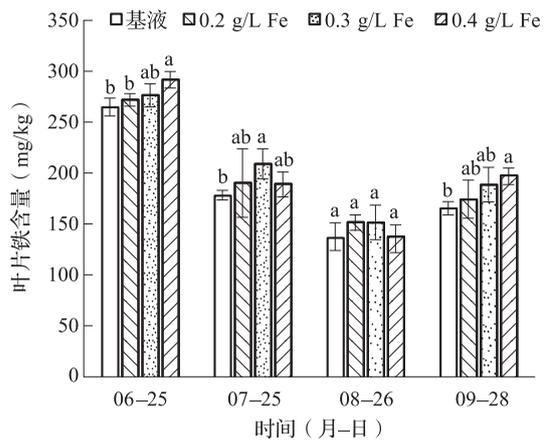


图6 树干注射铁肥对叶片铁含量的影响

3 讨论

铁是叶绿素合成的必需成分,对植物的生长发育及品质的形成具有重要作用。果树缺铁将会导致树体生理代谢紊乱,影响树体正常的生长发育,出现叶脉失绿、叶肉黄化等症状,严重影响树体果实产量及品质。研究表明,苹果树缺铁黄化会导致大幅度减产或整株死亡^[21],桃树缺铁将会导致单果重及坐果率降低,影响果实着色及品质^[22]。本试验结果证明,注射铁肥可使金丝小枣果实产量增加,果径及单果重也达到显著水平,这与前人研究结果一致,如牛惠杰等^[23]的研究表明,施铁肥能促进梨枣新梢及叶片生长,促进梨枣单果重及产量的提高,且低浓度铁肥处理效果更佳;宋锋惠等^[4]通过试验证明,在萌芽期、花期、果实生长期分3次对灰枣注射铁肥,枣果径、含糖量以及产量显著提高。本研究所用的注射液为不同铁含量的混合营养液,也显著提高了果径、糖含量,但果实产量并未获得显著性提高,可能是养分浓度未达到促进果

实增产的产量,因此需要对注射施肥的最佳养分浓度继续进行探究。郭秀珠等^[24]通过对瓯柑施用铁肥,使得果实可溶性糖含量以及果实品质显著提高,本试验中,通过注射铁肥使金丝小枣可溶性糖含量不同程度地提高,同时显著提高了一级枣果比例,且低浓度铁肥处理(0.2、0.3 g/L)效果显著高于高浓度铁肥处理(0.4 g/L)及基液对照处理。姜远茂等^[25]表示,果树生长所需营养元素有一合适的比例,当比例恰当时,能够提高果实的产量和品质。绿色植物大约有80%的铁元素被固定在叶绿素中,叶绿体类囊体膜上固定的铁元素约占叶片铁含量的60%^[26],铁的供应水平和绿色植物中叶绿素含量成正相关,铁直接或间接地参与叶绿体蛋白质的合成,缺铁条件下,生长旺盛的新生组织中铁与叶绿素的含量呈正相关^[27]。试验证明,通过注射铁肥,金丝小枣叶片SPAD值显著提高,且0.3、0.4 g/L浓度处理显著高于基液处理,说明铁能促进金丝小枣叶片SPAD值的提高,这与王光州等^[28]研究结果一致。而注射铁肥提高叶片SPAD值,进而改善光合作用可能是其提高果实可溶性糖含量、增加果实商品质量的重要原因。

果树的生长发育需要各种矿质养分的参加,而铁肥作为植物必需的营养元素,在果树的生长发育过程中发挥着至关重要的作用^[29]。但树干注射需要耗费人力、物力,对于大面积枣林,不宜进行多次注射,如果进行生产上大面积应用,还需对注射施肥用量进行改进,减少注射次数,使其达到一次性注射满足整个生长季的养分需求。本试验通过对金丝小枣树干注射铁肥不仅促进果实的生长与膨大,促进果实品质改善,也使果实和叶片中矿质养分含量显著提高。通过树干施肥技术,不仅能实现果树产量的提高,也能促进果实品质的提升,对金丝小枣产业的可持续发展具有重要作用。但是,树干注射施肥的方式还存在一些技术上的不足,例如钻孔力度过大或过小、钻孔深度不够等都会影响液体流速,另外,如若输液浓度控制不当,将会导致果树产生病害或死亡,故在大面积注射前,需要进行预试验,同时在技术水平及养分补充方面还需继续研究完善,才能为枣产业的发展做出实质性贡献。

4 结论

本试验结果表明,采用注射的方式能对金丝小

枣补充一定浓度的铁肥,能够促进枣果的生长发育及养分积累,从而实现金丝小枣优质高产。其中注射液Fe-EDTA浓度以0.2、0.3 g/L效果最好。

参考文献:

- [1] 王存龙, 赵西强, 谢跃春, 等. 山东乐陵金丝小枣种植区土壤地球化学特征 [J]. 地球与环境, 2013, 41 (1): 56-64.
- [2] 盛学斌, 戴昭华, 孙建中, 等. 乐陵金丝小枣区生态环境地质特征 [J]. 应用生态学报, 1998, (5): 40-43.
- [3] 于会丽, 司鹏, 乔宪生, 等. 喷施不同铁肥对草莓铁养分吸收和品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2016, (5): 73-78.
- [4] 宋锋惠, 张萍, 史彦江. 树干注射铁肥对新疆灰枣产量和品质的影响 [J]. 西北农业学报, 2013, 22 (6): 102-107.
- [5] 张琼, 谭淑玲, 王中堂, 等. 山东省枣栽培现状分析 [J]. 落叶果树, 2014, 46 (6): 15-17.
- [6] 孙建敏. 乐陵市土壤盐碱化现状及改良方案 [J]. 山东农业科学, 2009, (8): 75-76.
- [7] 牛晓琳, 陈桂敏, 李建丽, 等. 山东乐陵“金丝小枣”生产现状调查及发展建议 [J]. 中国果树, 2017, (2): 84-87.
- [8] 高一宁. 铁肥虹吸输液矫正苹果缺铁失绿症及机理研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [9] 刘文科, 杜连凤, 刘东臣. 果树铁营养诊断及缺铁失绿症的施肥矫治研究现状 [J]. 中国农学通报, 2002, (4): 67-70.
- [10] Parish C L, Raese J T. Stress - alleviating injections for pome fruit trees [C] //Proceedings of the international congress of plant physiology. New Delhi, India, February, 1988. 15 - 20.
- [11] Peryea F J, Kammereck R. Use of Minolta SPAD - 502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid - summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees [J]. Journal of plant nutrition, 1997, 20 (11): 1457-1463.
- [12] 张萍, 宋锋惠, 史彦江. 树干注射锰肥对新疆灰枣生长和品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19 (4): 1018-1024.
- [13] 郑世英, 曾强成, 沈亮, 等. 乐陵金丝小枣品质优良的气候与土壤生态分析 [J]. 德州学院学报 (自然科学版), 2004, (4): 70-72.
- [14] 马幸幸, 薛进军, 刘贵巧, 等. 不同铁肥输液滴干矫治苹果缺铁黄化病效应 [J]. 河北果树, 2017, (4): 6-7.
- [15] 董英, 吴其飞, 黄达明, 等. 茎部施锌对金桔生长和果实品质的影响 [J]. 农业机械学报, 2003, (2): 61-64.
- [16] 袁积股, 马骥. 果树施肥新法——注射施肥法 [J]. 西北园艺, 2001, (4): 16-17.
- [17] 马宗琪, 邱念伟. 植物营养液的配制与应用 [J]. 生物学教学, 2012, 37 (2): 57-58.
- [18] 庞占军, 赵志军, 高彦魁, 等. 铁肥品种对苹果叶片叶绿

- 素和铁含量及光合速率的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (31): 13529 - 13530.
- [19] 魏永生, 宁坚刚, 郑敏燕, 等. 微波消解 - ICP - OES 法分析测定狭叶红景天中的矿质元素 [J]. 应用化工, 2011, 40 (4): 728 - 731.
- [20] 苑赞, 卢艳清, 赵锦, 等. 枣抗裂果种质的筛选与评价 [J]. 中国农业科学, 2013, 46 (23): 4968 - 4976.
- [21] 于绍夫, 曲复宁. 苹果的铁素营养 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1985.
- [22] Larbi A, Morales F, Abadia J, et al. Effects of branch solid Fe sulphate implants on xylem sap composition in field - grown peach and pear: changes in Fe, organic anions and pH [J]. J. Plant Physiol, 2003, 160, 1473 - 1481.
- [23] 牛惠杰, 徐福利, 王渭玲, 等. 施用 Fe、Zn 对山地梨枣生长及品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2015, (3): 55 - 61.
- [24] 郭秀珠, 刘冬峰, 陈巍, 等. 叶面铁肥对浙江海涂地缺铁‘瓯柑’叶片及果实的影响 [J/OL]. 果树学报, 2017, 34 (6): 692 - 697.
- [25] 姜远茂, 张宏彦, 张福锁. 北方落叶果树养分资源综合管理理论与实践 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [26] 郭世伟, 邹春琴, 江荣凤, 等. 提高植物体内铁再利用效率的研究现状及进展 [J]. 中国农业大学学报, 2000, (3): 80 - 86.
- [27] Tagliavini M, Scudellari D, Marangoni B, et al. Acid - spray regreening of kiwifruit leaves affected by lime - induced iron chlorosis [J]. Iron Nutrition in Soils and Plants, 1995, 59: 191 - 195.
- [28] 王光州, 韩慧韬, 车金鑫, 等. 不同铁制剂对石灰性土壤条件下猕猴桃缺铁黄化的矫治效果 [J]. 果树学报, 2011, 28 (1): 61 - 65.
- [29] White J G, Zas oski R J. Mapping soil micronutrients [J]. Field Crops Res, 1999, 60: 11 - 26.

Effects of trunk injection of Fe solution on the yield and quality of *Ziziphus jujuba* cv. golden silk jujube

NIU Xiao-lin^{1,2}, LIANG Jun³, MA Wen-feng³, ZHANG Hong-yan^{1,2*} (1. College of Resources and Environment, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. Quzhou Experimental Station, China Agricultural University, Quzhou Hebei 057250; 3. Agricultural Bureau of Shandong Laoling, Laoling 253600)

Abstract: Leaf yellowing caused by iron (Fe) deficiency is one of the most important limiting factors for high yield and high quality production of Jujube. In order to provide a theoretical basis for increasing yield and improving quality of golden thread jujube production in Laoling, Fe fertilization experiment was conducted to study the impact of injection different concentrations of Fe-EDTA solution in tree trunk on nutrient content, fruit development, yield and quality of golden silk thread jujube. Four treatments were set up, included non-ferrous basic nutrient solution, 0.2 g/L Fe-EDTA basic nutrient solution, 0.3 g/L Fe-EDTA basic nutrient solution and 0.4 g/L Fe-EDTA basic nutrient solution. The preliminary results showed that the trunk injection of different concentration of Fe-EDTA solution improved the growth and fruit development of jujube. The 0.2 g/L Fe-EDTA basic nutrient solution treatment significantly promoted the growth and development of fruit, and increased the ratio of transverse diameter, longitudinal diameter, single fruit weight and soluble sugar content by 6.6%, 4.2%, 6.2% and 7.9% respectively. The 0.3 g/L Fe-EDTA basic nutrient solution treatment significantly increased the proportion of high quality jujube. Thus, trunk injection of Fe fertilizer was a useful ways for high yield and high quality golden silk jujube production.

Key words: *Golden silk jujube*; Fe fertilizer; trunk injection; yield; quality