

生草栽培对橘园土壤肥力和红肉脐橙果实品质的影响

郭昌勋 谢宗周 潘志勇 彭抒昂

华中农业大学园艺林学学院/园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070

摘要 选取南北向种植的红肉脐橙结果树, 设置白三叶草生草处理组和清耕种植对照组, 生草栽培 5 a 后(2015 年), 测定果园土壤速效矿质元素的变化, 同时分析生草栽培 4~5 a 后(2014—2015 年)脐橙果实品质的变化。结果表明: 与对照组相比, 生草栽培 5 a 后橘园土壤速效 P 和有效 Fe 的含量显著提高; 生草栽培显著增加了单果质量、果形指数和可食率, 其中, 单果质量第 4 年增加 15.71%, 第 5 年增加 28.98%; 果皮厚度下降 0.28 mm(2014 年)和 0.18 mm(2015 年); 果形指数提升了 0.04; 可食率提升 2.3%(2014 年)和 2.1%(2015 年); 生草栽培对红肉脐橙可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量等内在品质无显著影响。白三叶草生草栽培能增强红肉脐橙果园土壤肥力, 提高脐橙单果质量, 改善果实品质, 具有较好的生态和经济效益, 适宜推广利用。

关键词 红肉脐橙; 橘园; 白三叶草; 生草栽培; 土壤肥力; 果实品质

中图分类号 S 666.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2016)04-0025-04

我国现行的橘园土壤管理措施主要是清耕除草, 易导致水土流失、土壤矿质养分含量低。前人研究发现, 在果园进行生草栽培可以保水保肥、显著提高土壤肥力^[1-2]。

刘蝴蝶等^[3]关于多种生草栽培对果园土壤养分影响的研究结果表明, 种植鸭茅草、扁莲黄苗、百脉根、白三叶草, 土壤肥力均显著高于清耕对照。生草栽培对果实的单产和品质也有显著的影响: 生草栽培使苹果^[4]的单果质量从 112.81 g 提升到 142.45 g; 贵阳李^[5]单株产量提升了 21.65%, 总糖含量从 7.63% 提升到 10.42%。柑橘上, 李国怀等^[6]研究了生草栽培对温州蜜柑果园土壤养分和果实品质的影响, 结果发现在柑橘园种植百喜草和白三叶草的初期降低了土壤有效 N、速效 P 和多种中微量元素的含量, 但 2 a 后, 土壤有效 K、Fe 和 Zn 等含量高于清耕; 生草栽培使得温州蜜柑的可溶性固形物的含量从 10.11% 提升到 10.87%。但生草栽培对柑橘园土壤及果实品质的长期效应如何尚不清楚, 且在其他柑橘种类上是否有类似效果也是值得探讨的问题。

红肉脐橙是源于华盛顿脐橙的芽变, 果肉中含

有丰富的有利于人体健康的番茄红素和 β 胡萝卜素, 极具商品价值。本研究于 2010 年起在红肉脐橙果园开展白三叶草栽培试验, 分析红肉脐橙果园中长期种植白三叶草的土壤和清耕对照组土壤中速效元素含量的差异及生草栽培对红肉脐橙果实内外品质性状的影响, 旨在为生草栽培技术在红肉脐橙果园的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验地点为武汉市华中农业大学国家柑橘育种中心试验基地(114.35°E, 30.47°N)。于 2010 年分别选取 2 组南北向种植的各 8 棵红肉脐橙结果树作为 8 个重复, 设置白三叶草生草处理组和清耕种植对照组。日常土壤的管理保持一致。生草栽培 5 a 后(2015 年), 测定果园土壤速效矿质元素的改变。生草栽培 4 a(2014 年)和 5 a 后(2015 年), 分析果实品质的变化。

1.2 试验方法

土壤样品取自 0~20 cm 土层。土样经过风干、研磨、过 2 mm 筛, 混合后装瓶。土壤碱解氮测定采

收稿日期: 2016-01-28

基金项目: 国家自然科学基金创新群体项目(31521092); 高校自主科技创新基金项目(培育专项 2662015PY061)

郭昌勋, 硕士研究生。研究方向: 果树栽培生理。E-mail: gcx@webmail.hzau.edu.cn

通信作者: 谢宗周, 工程师。研究方向: 果树学。E-mail: xiezz@webmail.hzau.edu.cn

用碱解-扩散吸收法;有效磷测定采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;速效钾测定采用 1 mol/L 的 NH_4OAc 浸提-火焰光度法;交换性钙和镁测定采用乙酸铵交换-原子吸收分光光度法;铁、铜和锌用稀盐酸溶液提取土壤中有效态 Fe、Cu、Zn 采用原子吸收光谱法测定其含量。测定方法参照文献[7]。

生草栽培组和对照组,分别选取 8 棵果树,每棵果树随机挑选 10 个红肉脐橙果实。依次进行如下品质测验:电子天平(精度度 0.01 g)测定果实的质量;游标卡尺测量果皮厚度;测定果实纵径 H 和横径 D ,计算果形指数(H/D);称量测算可食部分百分率;用 2,6-二氯酚靛酚滴定法,测算 Vc 的含量,参考文献[8]的方法略有改动;总酸的滴定采用氢氧化钠滴定法^[9]略有改动;用手持式测糖仪(0~53%,

日本 Atago 公司)测可溶性固形物的含量。

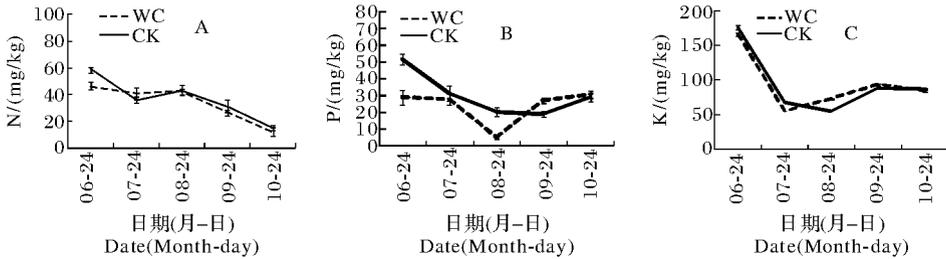
1.3 数据处理

使用 Excel 2007 进行图表处理,用 IBM SPSS Statistics 19 软件进行(ANOVA)差异显著性分析(Duncan's 新复极差法)。

2 结果与分析

2.1 生草栽培对土壤速效养分含量的影响

如图 1 所示,生草栽培处理对土壤碱解 N(图 1A)和速效 K(图 1C)的影响不显著。在红肉脐橙果实膨大期(6-9 月),生草栽培组土壤中速效 P 的含量显著高于清耕对照组(图 1B)。果实在膨大期和成熟期消耗了土壤大量的速效 N、P、K。在不加施其他肥料的情况下,生草栽培并不能改变土壤速



WC:白三叶草生草栽培组 White clover culture; CK:清耕对照组 Control.下同 The same as follows.

图 1 生草栽培对红肉脐橙果园土壤碱解 N(A)、速效 P(B)和速效 K(C)的影响

Fig.1 Effects of white clover culture on Cara Cara naval orange orchard soil hydrolysis N (A), available P (B) and available K (C)

效 N、P、K 的绝对含量下降的趋势。

如图 2 所示,生草栽培组土壤有效 Fe 含量在 7-9 月高于对照(图 2A)。生草栽培组土壤有效 Cu(图 2B)和 Zn(图 2C)含量相对稳定并随季节变化有所下降,而对照组土壤有效 Cu(图 2B)和 Zn(图 2C)含量随时间波动幅度较大。这表明生草栽培对保持土壤有效 Fe、Cu、Zn 含量的稳定有显著作用。然而,我们检测到 10 月份的生草栽培组土壤有效 Fe、Cu、Zn 含量均低于对照组。可能的原因是,白三叶草在秋冬季节依旧生长旺盛,会与红肉脐橙树木争夺土壤中的矿质营养。

与对照相比,生草栽培显著降低土壤交换性 Ca 和 Mg 元素的含量。土壤交换性 Ca 含量随时间推移有显著的增加(图 2D);土壤交换性 Mg 的含量一直保持相对稳定(图 2E)。

2.2 生草栽培对红肉脐橙果实品质的影响

如表 1 所示,与清耕对照相比,生草栽培组的红

肉脐橙平均单果质量 2014 年从 157.88 g 增加至 209.54 g,提升 15.71%,达显著水平;2015 年从 153.13 g 增加至 197.51 g,提升 28.98%,达极显著水平。生草栽培组红肉脐橙果形指数为 0.99(2014 年)、1.01(2015 年),对照组为 0.95(2014 年)、0.97(2015 年),生草栽培组红肉脐橙果实更圆润。果皮厚度下降 0.28 mm(2014 年)和 0.18 mm(2015 年)。果皮厚度变化尽管没有达到显著差异,但是由于生草栽培组果皮变薄,果皮质量占整个果实质量比值下降,从而果实可食率显著提升。果实可食率从 71.04% 上升至 72.71%,提高 2.3%(2014 年);从 75.14% 上升至 77.24%,提高 2.1%(2015 年)。

表 2 数据表明,与对照组相比,生草栽培对红肉脐橙的 Vc、可溶性固形物和总酸的含量没有显著影响。2014 年和 2015 年相比,红肉脐橙的 Vc、可溶性固形物和总酸的含量差异较大,这与果实采摘的时间和果实成熟度的差异有关。

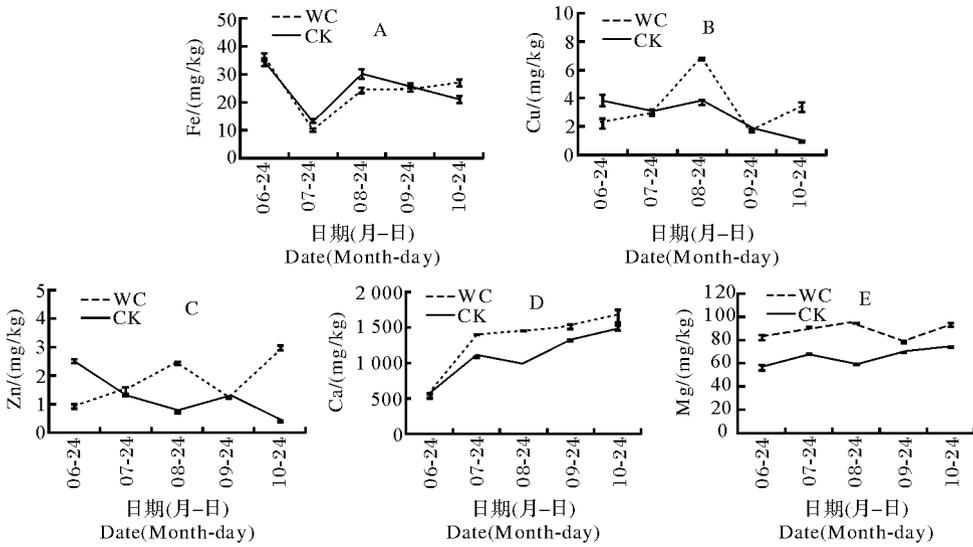


图 2 生草栽培对红肉脐橙果园土壤有效 Fe(A)、Cu(B)、Zn(C)、Ca(D)和 Mg(E)的影响
 Fig.2 Effects of white clover culture on Cara Cara naval orange orchard soil available Fe (A), Cu (B), Zn (C), exchangeable Ca (D) and Mg (E)

表 1 生草栽培对红肉脐橙果实单果质量、果形指数、果皮厚度和可食率的影响

Table 1 Effects of white clover culture on Cara Cara naval orange fruit weight, fruit shape index, fruit peel thickness and fruit edible rate

年份 Year	处理 Treatments	单果质量/g Weight	果形指数 H/D	果皮厚度/mm Peel thickness	可食率/% Edible rate
2014	WC	209.54±33.57*	0.99±0.03	4.28±0.62	72.71±3.75
	CK	157.88±37.46	0.95±0.04	4.56±0.90	71.04±3.73
2015	WC	197.51±22.57**	1.01±0.03*	3.01±0.13	77.24±1.45*
	CK	153.13±8.33	0.98±0.01	3.19±0.22	75.14±0.91

注 * 表示显著性差异水平达到 $P < 0.05$, ** 表示显著性差异水平达到 $P < 0.01$ 。Note: * indicate significant differences at $P < 0.05$, ** indicate significant differences at $P < 0.01$.

表 2 生草栽培对红肉脐橙果实维生素 C、可溶性固形物和总酸含量的影响

Table 2 Effects of white clover culture on Cara Cara naval orange vitamin C, total soluble substance and total acid content

年份 Year	处理 Treatments	维生素 C/(mg/100 mg) Vc	可溶性固形物/ (g/100 g) TSS	总酸/(mg/100 mg) TA	固酸比 TSS/TA
2014	WC	10.87±1.57	11.01±0.87	0.88±0.12	12.76±2.28
	CK	10.13±1.61	9.76±1.04	0.94±0.13	10.6±1.96
2015	WC	7.71±0.86	11.18±0.32	1.31±0.05	8.57±0.37
	CK	7.58±0.38	11.16±0.11	1.29±0.08	8.69±0.62

3 讨论

白三叶草栽培 4~5 a 后,红肉脐橙果园 0~20 cm 土层中速效 P 和有效 Fe 的含量显著提升,这对红肉脐橙树木生长和果实发育有利。速效 P 和有效 Fe 含量的提升可能与白三叶草和红肉脐橙产生的根系分泌物以及土壤中微生物的代谢和酶活性有关^[10-11]。虽然生草栽培的土壤交换性 Ca 和 Mg 元素相比对照有所降低,但其绝对含量依然维持在高水平^[7],不会对脐橙生长造成大的妨碍。土壤中其他矿质养分的含量变化受时间(季节)变化的影响较

大。李国怀等^[6]的研究发现,生草栽培的年限不同,对土壤中矿质元素含量的影响也很大。王艳廷等^[11]总结我国果园生草实践指出,生草在初期(1~3 a)会与果树争夺矿质养分,造成土壤主要的有效矿质养分含量下降;而在经过 4~7 a 长期生草后,大部分土壤速效养分会得到恢复和显著提升。本研究土壤取样时间刚好处于生草栽培的短期与长期的过渡区间,这可能是本研究中生草栽培没有对大多数矿质养分含量产生大的影响的原因。

本研究发现,白三叶草生草栽培对红肉脐橙果实内在品质影响并不显著。李国怀等^[6]的研究也表明,白三叶草对温州蜜柑的品质影响不大,而百喜草

却能显著促进果实品质的提升。据此推测,柑橘品种以及生草品种的不同对果实品质的影响很大。值得注意的是,在不影响红肉脐橙果实品质的前提下,白三叶草生草栽培极大地提升了红肉脐橙的单果质量,并且生草时间越长,果实增大效应越显著。红肉脐橙的单果质量在生草栽培第 4 年后增加了 15.71%,第 5 年增加了 28.98%。何炎森等^[10]的研究也发现,自然生草生盖提升了琯溪蜜柚的产量,第 1 年提升了 8%,第 2 年提升了 8.6%。生草栽培改善了土壤矿质元素的含量、影响了微生物环境、调节了植物根系的生长,从而有利于树体营养水平的提升、促进树体的光合作用^[3],进而促进果实生长、增加了单果质量。

综上,本研究结果表明,利用白三叶草生草栽培技术可以影响红肉脐橙果园土壤条件,提升果实质量和相关品质。

参 考 文 献

[1] 钟云,曾继吾,姜波,等.不同草种生草对幼树柑桔园土壤肥力

的影响[J].广东农业科学,2010(10):90-92.

[2] 赵明新.梨园生草效应研究[D].保定:河北农业大学,2010.

[3] 刘蝴蝶,郝淑英,曹琴,等.生草覆盖对果园土壤养分、果实产量及品质的影响[J].土壤通报,2003,34(3):184-186.

[4] 和润喜,邵扶民,石卓功.生草覆盖对苹果产量及果实品质的影响[J].河南农业科学,2008(5):100-103.

[5] 刘术新,丁枫华,朱伟清,等.山地李园生草对土壤理化性质和果实品质的影响[J].中国果树,2014(5):39-41.

[6] 李国怀,伊华林.生草栽培对橘园土壤水分与有效养分及果实产量、品质的影响[J].中国生态农业学报,2005,13(2):161-163.

[7] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2000:265-271.

[8] 李合生.植物生理生化试验原理与技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[9] 李锡香.新鲜果蔬的品质及其分析方法[M].北京:中国农业出版社,1994.

[10] 何炎森,翁锦周,李瑞美,等.自然生草覆盖对琯溪蜜柚果园土壤养分和果实产量的影响[J].亚热带农业研究,2005(4):47-50.

[11] 王艳廷,冀晓昊,吴玉森,等.我国果园生草的研究进展[J].应用生态学报,2015(6):1892-1900.

Effects of white clover culture on orchard soil fertility and fruit quality of Cara Cara naval orange

GUO Changxun XIE Zongzhou PAN Zhiyong PENG Shu'ang

College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University/
Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, Wuhan 430070, China

Abstract To study the effects of white clover culture on soil fertility and fruit quality of Cara Cara naval orange (*Citrus sinensis* Osbeck), soil available mineral elements content of orchard were measured 5 years after sod culture (in 2015). The fruit qualities of Cara Cara naval orange were measured 4-5 years after sod culture (in 2014 and 2015). The results showed that available P (phosphorus) and Fe (iron) content were significantly up regulated in white clover culture treated soil compared with the control. The white clover culture significantly increased fruit weight, fruit shape index and edible rate compared with the control. Fruit weight in 2014 and 2015 was increased by 15.71% and 28.98%. Fruit peel thickness thinning in 2014 and 2015 was increased by 0.28 mm and 0.18 mm. Fruit shape index was increased by 0.04. Fruit edible rate in 2014 and 2015 was increased by 2.3% and 2.1%. The total soluble content, total acid and vitamin C of fruit were not significantly affected under the white clover culture. The white clover culture increased soil fertility of orchard and improved fruit quality of Cara Cara naval orange. The white clover culture has the potential to be popularized on Cara Cara naval orange orchard.

Keywords Cara Cara naval orange; citrus orchard; the white clover; sod culture; soil fertility; fruit quality

(责任编辑:张志钰)