

doi: 10.11838/sfsc.20170302

不同氮肥用量对石榴果实产量和品质的影响

赵登超¹, 孙 蕾^{1*}, 王小芳¹, 唐贵敏², 舒秀阁¹, 梁 静¹, 梁 燕¹, 郝兆祥³

(1. 山东省林业科学研究院, 山东 济南 250014;

2. 山东英才学院艺术学院, 山东 济南 251400; 3. 山东省枣庄市石榴研究中心, 山东 枣庄 277300)

摘 要:以‘秋艳’石榴为试验材料,研究了不同氮肥用量对其果实产量和品质的影响。结果表明,施用氮肥可显著提高石榴果实产量,适量施用氮肥可增加石榴果实可溶性固形物、Vc、糖含量,降低石榴果实酸含量,提高石榴果实糖酸比,改善石榴果实的风味;施用氮肥对石榴百粒重、籽粒硬度无显著影响;石榴籽氮元素含量高于石榴皮,石榴汁中氮含量很低,中高氮处理的石榴汁中氮元素含量显著降低,石榴皮和石榴籽中氮元素含量变化不显著;本试验5年生石榴树纯氮施肥用量宜以 $0.4\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 为宜。

关键词:石榴;氮肥;果实;产量;品质

中图分类号: S143.1; S665.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257(2017)03-0006-04

山东省枣庄市峄城区为我国石榴主产区之一,随着枣庄峄城石榴产业的发展,种植规模也不断扩大,石榴已成为当地农民收入的主要来源之一^[1]。近年来,山东省石榴产业发展较快,2015年石榴栽培面积达 0.93 万 hm^2 ,年产量达 8.48 万 t 。由于气候、土壤条件和栽培管理的差异,不同果园土壤养分存在的问题也有所不同。近年来,由于不合理施肥造成果园土壤养分失衡,果品生理病害严重,施肥的产量效应降低等问题。石榴是多年生落叶灌木或小乔木,石榴树在不同生长过程中对土壤中矿质营养元素的需求种类、吸收量和比例不同,使个别石榴园土壤中出现某种或某些营养元素超量累积或亏缺的现象,导致石榴园地养分比例失调,对石榴树生长发育产生不良影响,导致果实产量和品质下降。国内对石榴主产区的石榴果园施肥现状有一些报道,氮、磷、钾单施和配施均对石榴生长和产量的形成有重要作用^[2-7]。‘秋艳’石榴为山东省林业科学研究院与枣庄市石榴研究中心联合培育的新品种^[8],具有成熟晚、籽粒大、抗裂果等特性,经济效益高于当地主栽品种,从而深受当地石榴种植户和企业欢迎。

氮肥施用量与果树的生长发育和果实的品种密切相关,不合理施用氮肥,易引发氮肥增产效益降低、生产成本增加,严重时造成环境污染等问题。目前关于山东省石榴主产区氮肥施用量、施用技术的研究未见报道,为此,笔者在枣庄市石榴园土壤养分测定分析的基础上^[9],针对当前土壤养分氮元素缺失的问题开展试验研究,以当地主栽石榴品种‘秋艳’为试验材料,研究不同氮肥用量对该品种石榴果实产量及籽粒品质的影响,以期对石榴园氮肥的科学施用提供理论依据和科学技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于2015年7~11月在枣庄市石榴种质资源圃进行。试验园为红页岩风化土,试验园土壤理化性质:土壤pH值7.42,有机质 $13.31\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 $15.80\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷 $10.91\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $85\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。供试石榴品种为‘秋艳’石榴,2011年定植于大田,株行距为 $3\text{ m}\times 4\text{ m}$ 。选择长势一致、无病虫害的植株进行试验处理,以单株为小区,每个小区之间设置保护行以防止氮素迁移。采用放射状施肥方法,于树体周围挖放射沟一次性施用肥料。

研究以仅施用磷、钾肥为对照,在此基础上设不同氮素水平,以突出施用氮肥的肥料效应,氮、磷、钾肥分别选用尿素(N46%)、过磷酸钙

收稿日期:2016-03-14;最后修订日期:2016-05-22

基金项目:国家林业公益性行业科研专项项目(201204402)。

作者简介:赵登超(1980-),男,山东茌平人,硕士,高级工程师,研究方向为经济林木育种与栽培技术。E-mail:zdc-1@163.com。

通讯作者:孙蕾,E-mail:sun7776@163.com。

(P_2O_5 16%) 和硫酸钾 (K_2O 50%), 按施 N 量分为 5 个处理, 分别为 CK: 不施氮, N1: 低氮 ($100\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$), N2: 中氮 ($200\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$), N3: 中高氮 ($400\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$), N4: 高氮 ($600\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$), 5 次重复, 随机区组排列; 各试验处理统一施用磷肥、钾肥各 $200\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 以保证树木正常生长。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 果实产量测定

单株果实成熟后, 果实全部采摘后称重。

1.2.2 石榴果实品质分析

于石榴成熟期 (2015 年 10 月 23 日), 每个处理果实随机取 10 个, 分别测定各品质指标。百粒重用百分之一天平称重; 可溶性固形物含量用数显手持糖度计 PAL-3 (日本生产) 测定; 籽粒硬度利用 TA.XT plus 质构仪 (英国生产) 测定; 可滴定酸采用碱式滴定法; 可溶性糖含量用蒽酮比色法; Vc 含量采用钼蓝滴定法。

1.2.3 石榴果实不同部位氮含量的测定

随机取成熟的石榴果实 10 个, 分取石榴籽、石榴汁液和石榴皮进行测定, 氮含量采用凯氏定氮法。

1.3 数据分析

运用 Excel 2007 和 SPSS 20.0 软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥用量对单株产量的影响

图 1 表示的是当磷、钾肥处于等量供应下, 不同氮肥用量对石榴产量的影响。试验结果表明, 不施肥、低氮、中氮、中高氮、高氮处理石榴单株产量分别为 17.58、23.35、27.48、30.37 和 27.12 kg, 其中低氮、中氮、中高氮、高氮处理分别比对照增加产量 32.82%、56.31%、72.75%、54.27%; 施用氮肥可以提高石榴果实产量, 较对照不施肥处理, 不同氮肥施用量间石榴单株产量增加差异显著, 其中以中高氮施肥量增产效果较佳。

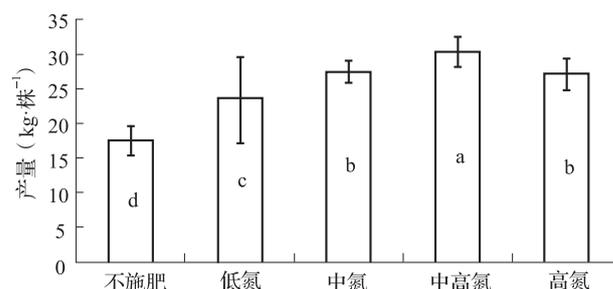


图 1 不同氮肥用量对石榴产量的影响

注: 不同字母表示不同处理间果实产量差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2 不同氮肥用量对石榴籽粒性状的影响

石榴籽为石榴可食用的部分, 百粒重、可溶性固形物含量、籽粒硬度、含糖量、酸含量为石榴重要的品质指标。结果 (表 1) 表明, 施用氮肥可增

表 1 不同氮肥用量对石榴果实品质的影响

处理	百粒重 (g)	可溶性固形物 (%)	籽粒硬度 (kg)	还原性 Vc ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)	糖含量 ($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)	酸含量 ($\text{g}\cdot \text{kg}^{-1}$)
不施肥	67.66a ± 4.60	14.28b ± 0.23	6.29a ± 0.33	27.63b ± 0.73	12.57a ± 0.21	3.84a ± 0.05
低氮	72.37a ± 3.78	14.79a ± 0.19	4.78a ± 0.27	27.20b ± 1.74	12.57a ± 0.12	3.73ab ± 0.12
中氮	72.62a ± 8.72	14.64a ± 0.53	5.49a ± 0.32	26.27b ± 1.46	13.07a ± 0.40	3.61bc ± 0.09
中高氮	71.00a ± 5.43	14.83a ± 0.25	4.85a ± 0.42	33.30a ± 2.27	13.20a ± 0.36	3.58c ± 0.06
高氮	77.92a ± 4.32	14.89a ± 0.36	4.78a ± 0.46	29.53b ± 2.10	11.50b ± 0.56	3.52c ± 0.03

注: 还原性 Vc、糖、酸含量均为石榴汁测定数据, 总酸以乳酸计。同列数据后不同字母表示不同处理差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

加石榴果实百粒重, 与不施肥相比, 低氮、中氮、中高氮、高氮处理石榴籽粒百粒重分别增加 6.97%、7.33%、4.94%、15.16%, 各施肥处理与对照之间差异不显著, 分析原因可能是石榴籽粒性状为质量性遗传性状。施用氮肥可增加石榴果实可溶性固形物含量, 低氮、中氮、中高氮、高氮处理分别比不施肥处理增加 3.57%、2.52%、3.85%、4.27%, 但

不同用量氮肥处理间差异不显著; 施用氮肥可使石榴籽粒硬度降低, 与不施肥相比, 氮肥处理间无显著差异。不同用量氮肥处理间对石榴汁品质影响显著, 中高氮处理可显著增加石榴汁中还原性 Vc 的含量, 低氮、中氮、高氮处理与不施肥处理间差异不显著; 水果中的酸含量和糖酸比是影响并决定果实风味品质的重要因素, 酸含量太高、糖酸比较低会

使果实口感变酸。适量施用氮肥可使石榴汁中糖含量增加,高氮处理时,石榴汁中糖含量显著降低;增施氮肥使石榴汁酸含量显著下降,低氮、中氮、中高氮、高氮处理石榴汁酸含量分别比不施肥处理降低2.86%、5.99%、6.77%、8.33%。适量施用氮肥可以增加石榴汁糖含量,降低石榴汁酸含量,提高糖酸比,改善石榴果实的风味,本试验研究中综合施用氮肥处理对石榴果实百粒重、可溶性固形物含量、籽粒硬度、含糖量、酸含量等品质指标的影响,认定中高氮肥处理最为适宜。

2.3 不同氮肥用量对石榴果实不同部位氮含量的影响

石榴果实不同部位氮元素含量差异较大,其中石榴籽粒含氮量最高,为0.48%~0.60%;其次是石榴皮,为0.11%~0.16%;石榴汁中的氮含量很低,仅为0.007 1%~0.014 4%。施用氮肥后可影响氮元素在不同部位的分配,但对石榴不同部位氮元素含量无明显规律变化,作为鲜食石榴品种,中高氮处理使石榴汁中氮元素含量显著降低,石榴皮和石榴籽中氮元素影响不显著。

表2 不同氮肥用量对石榴果实不同部位氮含量的影响 (%)

处理	石榴皮	石榴汁	石榴籽
不施肥	0.14b ± 0.01	0.008 5c ± 0.000 6	0.48c ± 0.01
低氮	0.16a ± 0.01	0.007 5cd ± 0.000 4	0.60a ± 0.02
中氮	0.11c ± 0.01	0.014 4a ± 0.000 6	0.52b ± 0.01
中高氮	0.14b ± 0.02	0.007 1d ± 0.000 7	0.48c ± 0.02
高氮	0.14b ± 0.01	0.009 8b ± 0.000 7	0.52b ± 0.02

3 讨论与结论

氮是植物生长发育最重要的营养元素之一,对器官构建、生理代谢过程具有不可替代的作用。果树上氮的施用量不仅影响产量,而且还会显著影响果实品质^[10-11]。因此,研究石榴氮肥施用与品质形成的关系,对调控果实品质具有参考价值。新疆南疆石榴单施氮肥可显著提高新梢长度和叶片重量,而施用磷、钾肥的作用明显降低,甚至无显著影响;单施氮、磷、钾肥均对石榴座果和产量有显著影响^[12]。彭世逞选取纯氮、纯磷、纯钾、硼肥和有机肥施用量5个因素作为决策变量,以产量为目标函数,建立石榴产量与5个因素的数学模型,获得了密植石榴单株产量为15 kg以上的施肥配套方案:氮

肥98.8~128.7 g·株⁻¹,磷肥1.3~1.5 kg·株⁻¹,钾肥263.5~285.8 g·株⁻¹,硼肥5.5~6.1 g·株⁻¹,有机肥64.9~67.2 kg·株⁻¹,要提高密植石榴的单株产量,首先应当注意氮肥和钾肥的施用^[13]。本试验在前期枣庄市土壤养分调查的基础上^[8],保证磷钾肥施用量一致,主要开展不同氮肥用量处理对果实产量和品质的影响,结果表明,5年生‘秋艳’石榴氮肥用量以每株施纯氮0.4 kg(折合尿素为0.87 kg)表现最好。试验中氮肥增加后,磷、钾肥不同用量对石榴产量、品质和树体生长发育的影响需进一步研究。

有研究表明,石榴籽粒硬度可能是多基因控制,并可能存在主效基因^[14],施用氮肥后对石榴果实百粒重(即籽粒大小)、籽粒硬度等性状会产生影响,即百粒重增加,籽粒硬度下降,但与对照相比差异不显著。研究表明,‘净皮甜’石榴单施氮、磷、钾可明显提高籽粒含汁率、汁液的可溶性固形物、总糖以及Vc含量,降低其总酸含量,而且随着施肥量增加,效果越明显;氮、磷、钾的影响效果以钾最明显,氮、磷、钾配施对品质的影响效果高于单施氮、磷、钾^[15]。本试验研究表明适量施肥可提高果实糖含量,过量施用氮肥后糖含量没有提高反而略有下降,这与赵智中等^[11]在温州蜜桔上的试验结论相一致。有研究表明,适量的氮肥能够提高果实的蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨醇含量,过量施用氮肥会使果糖和葡萄糖含量下降从而使总糖含量下降,本试验中施用不同量或不同种类氮肥对其糖组分的影响还需进一步试验进行说明。同时适量施用氮肥使石榴果实中酸含量显著降低,增加果实糖酸比,利于提高石榴果实品质。本试验研究了施肥对‘秋艳’石榴产量及果实品质的影响,施用氮肥提高了‘秋艳’石榴果实产量和品质,故而能够显著提高果农的经济收入,根据试验结果认为施氮肥量0.4 kg·株⁻¹最为适宜。

参考文献:

- [1] 曹尚银,侯乐峰.中国果树志:石榴卷[M].北京:中国林业出版社,2013.
- [2] 杜琳辉,赵素琴.配方施肥对石榴幼树早期丰产的作用[J].北方果树,2003,(3):36.
- [3] 程亚东,刘洪莲,王春立.石榴的施肥效果[J].果树科学,1996,13(1):35.
- [4] 梁存才,刘洪莲.石榴施肥试验[J].落叶果树,1994,(1):51.

- [5] 朱毅. 青石山地泰山红石榴施肥试验初报 [J]. 落叶果树, 2005, 37 (6): 42-43.
- [6] 娄志, 李占社, 詹其厚, 等. 怀远石榴施肥试验初报 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13 (17): 86.
- [7] 刘艳红, 张德刚, 刘杰, 等. 云南蒙自石榴园土壤养分状况及施肥情况调查 [J]. 北方园艺, 2010, (16): 39-41.
- [8] 侯乐峰, 郝兆祥, 孙蕾, 等. 石榴大粒抗裂果新品种秋艳的选育 [J]. 中国果树, 2015, (2): 9-10, 26, 85.
- [9] 赵登超, 孙蕾, 刘方春, 等. 山东枣庄石榴园土壤养分状况研究 [J]. 中国农学通报, 2013, 29 (22): 212-215.
- [10] 彭福田, 姜远茂, 顾曼如, 等. 不同负荷水平下氮素对苹果果实生长发育的影响 [J]. 中国农业科学, 2002, 35 (6): 690-694.
- [11] 赵智中, 张上隆, 刘拴桃, 等. 高氮处理对温州蜜柑果实糖积累的影响 [J]. 核农学报, 2003, 17 (2): 119-122.
- [12] 梁智, 邹耀湘. 新疆南疆石榴树平衡施肥技术试验研究 [J]. 新疆农业科学, 2010, 47 (2): 345-350.
- [13] 彭世逞. 密植石榴综合施肥措施的数学模型研究 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (34): 15066-15067, 15123.
- [14] 陆丽娟, 巩雪梅, 朱立武. 中国石榴品种资源种子硬度性状研究 [J]. 安徽农业大学学报, 2006, 33 (3): 356-359.
- [15] 张立新, 翟永林, 刘永忠, 等. 氮磷钾肥单施和配施对石榴产量、品质和经济效益的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2012, (1): 43-47.

Effects of application of N fertilizers on yield and quality of pomegranate

ZHAO Deng-chao¹, SUN Lei^{1*}, WANG Xiao-fang¹, TANG Gui-min², SHU Xiu-ge¹, LIANG Jing¹, LIANG Yan¹, HAO Zhao-xiang³ (1. Shandong Academy of Forestry, Jinan Shandong 250014; 2. School of Art, Shandong Yingcai University, Jinan Shandong 251400; 3. Zaozhuang Pomegranate Research Center, Zaozhuang Shandong 277300)

Abstract: In this paper, different levels of nitrogen fertilizer were applied in Qiuyan varieties (*Punica granatum* L.) to study their effect on fruit yield and quality. The results indicated that the contents of soluble solids, vitamin C and sugar were increased when proper quantity of nitrogen fertilizer was applied. The yield was increased significantly when nitrogen fertilizer was applied, but the content of acid were decreased. The ratio of sugar to acid were increased. Nitrogen fertilizer application had no effect on the seed weight and seed hardness. The nitrogen content of pomegranate seeds was higher than that of pomegranate peel, and the nitrogen content in pomegranate juice was very low. The content of nitrogen in pomegranate juice was significantly decreased in middle and high nitrogen treatment, and the change of nitrogen content of pomegranate peel and pomegranate seed was not significant. In this experiment, the optimal nitrogen fertilizer application amount for the 5-year-old pomegranate trees was 0.4 kg · plant⁻¹.

Key words: pomegranate; N fertilizers; fruit; yield; quality