

Study on Balanced Fertilization Technology of Walnut Soil in High Altitude Area

Pingsheng Wang¹, Shiming Yang^{2*}, Weihong Qi¹, Xiaming Kang¹, Shiquan Wang¹

¹Linxia Academy of Agricultural Sciences of Gansu Province, Linxia Gansu

²Linxia Forest Pest Control and Quarantine Station of Gansu Province, Linxia Gansu

Email: lxwps8861@sina.com, *yangshm@163.com

Received: Apr. 4th, 2020; accepted: Apr. 16th, 2020; published: Apr. 23rd, 2020

Abstract

Taking 8a raw “qingxiang” walnuts as the research object for 2 consecutive years (2018-2019), the effects of different nitrogen, phosphorus, and potassium ratios on yield and growth were studied, with a view to formulating a balanced fertilization technology for walnuts in high altitude areas to provide a theory. The results showed that the fertilization treatment effect was higher than that without nitrogen fertilizer treatment. Under the same conditions of phosphorus and potassium fertilizer, the yield, fertilization benefit, leaf area, SPAD value, and nutrient content showed a parabolic model with the increase of nitrogen application rate. It is a peak value at the horizontal N2 level, and the DBH, side branches, and tree height show a linear positive growth model. Under the condition of reasonable combination of nitrogen, phosphorus, and potassium, excessive application of phosphorus or potassium fertilizer will significantly reduce the benefit of fertilizer application; the nutritional imbalance of the tree body will affect tree organs and the normal growth of the leaves. The former increases the accumulation of lateral branches, and the latter promotes the growth of the trunk. The reasonable fertilization rate for walnuts in high altitude areas is 0.6 kg of nitrogen + 0.4 kg of phosphorus + 0.3 kg of potassium, which can coordinate the growth and development of the tree body, achieve the purpose of high yield and efficiency, and should be widely applied in this area.

Keywords

Walnut, Fertilization Benefit, DBH, Standard Branch, Leaf Morphology, Photosynthetic Index

高海拔区核桃土壤平衡施肥技术研究

王平生¹, 杨世民^{2*}, 祁维红¹, 康夏明¹, 王世全¹

¹甘肃省临夏州农业科学院, 甘肃 临夏

²甘肃省临夏州森林病虫害防治检疫站, 甘肃 临夏

Email: lxwps8861@sina.com, *yangshm@163.com

*通讯作者。

收稿日期：2020年4月4日；录用日期：2020年4月16日；发布日期：2020年4月23日

摘要

本文连续2年(2018~2019)以8a生“清香”核桃为研究对象,研究了不同氮、磷、钾配比对产量及生长发育的影响,以期制定高海拔区核桃平衡施肥技术提供理论依据。结果表明,施肥处理效果高于不施氮肥处理;在磷钾肥相同的条件下,随着施氮量的增加,其产量、施肥效益、叶面积、SPAD值和养分含量呈抛物线模型,当N2水平时为峰值,而胸径、侧枝和树高呈线形正增长模型;在氮磷钾合理配施的条件下,过量施磷或钾肥,施肥效益明显降低,树体营养失衡,影响树体各器官及叶片的正常生长,前者提高侧枝的生长累积量,后者促进主干生长。高海拔区核桃合理的施肥量为氮0.6 kg + 磷0.4 kg + 钾0.3 kg,能协调树体生长发育,实现高产高效的目的,在该区应大面积推广应用。

关键词

核桃, 施肥效益, 胸径, 标准枝, 叶片形态, 光合指标

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

核桃是重要的坚果和木本油料树种,具有很高的营养和经济价值,名列四大干果之首[1]。随着国家重点林业工程的稳步推进和农村产业结构调整,早实核桃具有早果、丰产、收益快等特点[2],甘肃积石山县大河家镇的高海拔区,虽属核桃气候次适宜区[3],但生产的鸡蛋皮核桃产品已成功注册“大河家地蛋皮”和“大河家物里”商标,荣获“甘肃名牌产品”和“国家地理标志保护”产品[4],也是甘肃传统核桃生产的重点集聚区域,种植面积逐年扩大,已成为当地农村经济的支柱产业,也是群众的主要经济来源之一。核桃树树体高大,根系较为发达,生长发育所需肥量较大,且定植后长期生长在特定的区域内,持续从土壤中吸收大量的营养元素,而核桃树体吸收养分元素的种类和数量各异,造成土壤营养元素的不平衡。核桃生产中养分管理粗放,普遍存在施肥不合理,过量与不足并存,甚至依靠其自生自长来获取收益;养分比例配施不均衡,从而导致树体长势变弱或早衰[5],发病率高且危害严重的趋势,抗逆性降低,产量低而不稳,品质下降、商品价值不高,同时施肥引起农业面源污染,严重影响其经济和施肥效益。平衡施肥技术是调节核桃的生长发育,促使其营养器官的建成,提高单产、改善品质、降低种植成本、培肥土壤地力、减少肥料污染和降低不可再生资源消耗速度的重要措施[6][7]。目前国内研究核桃平衡施肥的较多,但集中在海拔较低的种植集聚区域,对较高海拔区域的鲜有报道。施肥效应与气候、土壤等差异较大,为此,开展此项试验,旨在研究不同施肥配方对核桃生长发育及产量的影响,以期核桃的合理施肥提供理论依据,并为推广应用提供技术支撑。

2. 材料与amp;方法

2.1. 试验地概况

2018~2019年在甘肃省积石山县大河家镇(35°49.937N, 102°45.994E)开展,该镇位于甘青两省四县(永

靖、民和、循化、化隆)交界处的黄河岸边,距县城 27 公里,属典型的大陆性季风气候,冬春季干燥,夏秋季湿润,海拔 1816 m,年日照时数 2323.4 h,年平均气温 8.0℃,≥0℃积温 2552.5℃,≥10℃积温 ≥1760.3℃,年降水量 660.2 mm,无霜期 153 d。试验地有灌溉条件,土壤为川谷地麻红土,质地中壤,耕层容重 1.18 g/cm³,耕层理化性状有机质 10.5 g/kg,全氮 0.636 g/kg,碱解氮 31.85 mg/kg,全磷 0.707 g/kg,有效磷 14.7 mg/kg,缓效钾 0.872 g/kg,速效钾 188.36 mg/kg, pH8.39。

2.2. 试验设计与方法

试验以 8a 生当地主栽品种“清香”为研究对象,该品种属晚实类型中结果早,中冠树形,适应性广,丰产性好,抗逆性和嫁接亲和力强。在核桃园中选取树龄、树干粗度、树高、栽植密度等相同,要求小区土壤肥力、水分等条件相近,立地条件一致,历年产量接近的核桃树挂牌标记,设 6 个处理(表 1),每处理为 1 株树,3 次重复,共 18 株树。试验在施磷钾肥相同条件下,氮素组分为 60%无机氮素与 40%有机氮素肥(F6M4),基肥用量根据处理先计算有机氮的用量,按有机无机复混肥中氮含量计算,不足部分用过磷酸钙和硫酸钾补充;追肥用尿素。

Table 1. Test treatment and fertilization amount

表 1. 试验处理及施肥量

处理	养分量(kg/tree)				
	TN	MN	FN	P ₂ O ₅	K ₂ O
N0	0	0	0	0.4	0.3
N1	0.3	0.12	0.18	0.4	0.3
N2	0.6	0.24	0.36	0.4	0.3
N3	1.2	0.48	0.72	0.4	0.3
+P	0.6	0.24	0.36	0.6	0.3
+K	0.6	0.24	0.36	0.4	0.6

有机无机复混肥(含 N 9%、P₂O₅ 6%、K₂O 3%、有机质 25%)、氮肥为尿素(含 N 46%)、磷肥为过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%),钾肥为硫酸钾(含 K₂O 51%)。60%氮肥、磷肥和钾肥在核桃萌芽期(4 月 19 日)基施,40%氮肥在幼果膨大期(6 月 10 日)追施。施肥方式为双侧沟施法,长 × 宽 × 深为 100 cm × 40 cm × 30 cm,肥料施入后覆土并及时灌溉,其它田间管理与当地相同。

2.3. 数据采集与方法

胸径年增加量测定,在春季(4 月 19 日)与秋季(10 月 21 日)距地面 1 m 处用测树钢围尺测量树干周长值之差;标准枝直径增加量测定,每处理选择 3 棵标准枝,在距主枝 5 cm 处用数显游标卡尺测量其直径;用克萊期顿测高仪测量树高。叶绿素测定,用 SPAD-502 叶绿素测定仪测定,选择晴天 10:30~12:00 光照充足且天气情况相对稳定时测定,每处理测量 20 个叶片,对中部叶片避开叶脉部位测定,取平均值。叶片样本采集,于果实缓慢生长期(8 月 7 日)采集,每个处理每株采样树的东、西、南、北 4 个方向各取发育枝中部成熟健康的叶片(含叶柄) 20 片,每处理 60 个叶为一个样品。鲜叶重经 1/1000 天平称取叶片重量;叶面积选用干净纸绘制成单位网格,用重量与面积换算为线形模型方程,再将纸与叶片重叠并剪呈叶片形状,称其叶片状的纸片重量,用模拟方程测算其叶片面积;叶片干重经烘干至恒重后称取其重量;叶片营养成分测定,烘干后的叶片样研磨后用 H₂SO₄-H₂O₂ 消解,全氮用全自动凯氏定氮仪测定,全磷采用钒钼黄比色法测定,全钾用火焰光度法测定。

试验数据为3株树的平均值,采用Microsoft Excel 2007和SPSS19.0统计软件进行统计分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同施肥处理对产量及施肥效益的影响

2年试验结果表明,在磷钾肥配施的条件下,施氮肥各处理均比不施氮处理增产16.4%~32.1%,说明氮素是限制核桃产量的关键营养元素。表2看出,N2、N3和+P处理的2年单株平均产量居前三位,与不施氮肥处理相比较,增产率分别为32.1%、29.1%和23.0%,两年产量差异均达明显水平;N1和+K两处理2018年达显著水平,说明氮磷钾配施才能达到增产的目的。+P和+K两处理,与N2处理相比较,分别减产6.88%和11.93%,说明过量增施磷钾肥造成核桃树体营养失衡而导致减产,而过量施用钾肥减幅较大。氮素用量与核桃产量呈抛物线模型, $y = -0.181x + 1.38x + 1.652$ $R^2 = 0.999$ 。且施氮量与产量相关性极高,用效应方程推算[8]每棵核桃最高产量施氮肥为0.56kg。

表2还可看出,各处理其效益有较大的差异,试验以N2处理的单株产值43.6元,施肥投入11.4元,施肥效益32.2元为最高,+K处理24.6元为最低,两处理相比较,前者其施肥效益提高了30.9%。说明合理配施氮磷钾肥能明显提核桃的施肥效益。

Table 2. Analysis of yield and benefits of balanced fertilization and different fertilizer treatments

表 2. 平衡施肥不同施肥处理对产量及施肥效益分析

处理	产量(kg/tree)			较 N0 增产率(%)	产值(元/tree)	施肥投入(元/tree)	施肥效益(元/tree)
	2018 年	2019 年	X				
N0	1.40 b	1.90 b	1.65		33.0	4.7	28.3
N1	1.67 a	2.33 ab	2.00	21.2	40.0	7.9	32.1
N2	1.80 a	2.63 a	2.18	32.1	43.6	11.4	32.2
N3	1.73 a	2.47 a	2.13	29.1	42.6	17.4	25.2
+P	1.70 a	2.37 a	2.03	23.0	40.6	12.6	28.0
+K	1.63 a	2.20 ab	1.92	16.4	38.4	13.8	24.6

注:商品核桃20元/kg,复混肥2.5元/kg,尿素1.9元/kg,过磷酸钙0.7元/kg,硫酸钾4.0元/kg;同列数值后不同小写字母分别表示各处理间差异显著水平,下同。

3.2. 不同施肥处理对树体生长的影响

不同施肥处理对核桃树体生长影响较大。表3可知,树体胸径、标准枝直径和树高的年增量,随着施氮量的增加而呈线型正增长模型,其模拟方程分别为 $y = 0.5757X + 1.206$, $R^2 = 0.8439$, $y = 0.459X + 0.964$, $R^2 = 0.8675$, $y = 0.5179X + 1.085$, $R^2 = 0.9886$,从方程的系数中可解释出氮素在树体不同器官分配次序是胸径 > 树高 > 标准枝,说明施氮过量或不足,严重影响结果枝的氮素养分供应。

在氮磷钾平衡施肥的条件下,+P和+K处理与N2相比较,胸径周年增加量分别提高了-23.7%和-13.3%,标准枝直径周年增量42.3%和-8.1%,树高周年增量-27.8%和4.3%。说明过量增施磷和钾肥,均不利于树干的年物质累积量,前者提高标准枝的累积量而抑制树高生长,后者促进树体的高度而抑制侧枝生长,氮磷钾平衡施肥能均衡树体对营养分配,提高核桃当季产量,促进各器官健壮生长。

Table 3. Effects of different balanced fertilization on tree growth**表 3.** 平衡施肥不同施肥处理对树体生长的影响

处理	胸径增量(cm)			标准枝直径增量(cm)			树高增量(m)		
	2018 年	2019 年	X	2018 年	2019 年	X	2018 年	2019 年	X
N0	1.07 c	1.09 b	1.08	1.12 a	0.93 a	1.03	0.78	0.90	0.84
N1	1.23 bc	1.68 ab	1.46	1.40 a	0.80 a	1.1	0.98	1.13	1.06
N2	1.62 a	1.76 ab	1.69	1.51 a	0.70 a	1.11	1.10	1.20	1.15
N3	1.42 ab	2.20 a	1.81	1.50 a	1.65 a	1.58	1.28	1.26	1.27
+P	1.20 bc	1.38 b	1.29	1.45 a	1.70 a	1.58	0.85	0.80	0.83
+K	1.35 abc	1.58 ab	1.47	1.21 a	0.83 a	1.02	1.27	1.13	1.20

3.3. 不同施肥处理对叶片生长发育的影响

试验结果表明,不同施肥处理对核桃叶片生长及其光合作用影响较大。从表 4 看出,在磷钾肥相同的条件下,随着氮肥用量的增加,叶面积变化呈抛物线模型,当 N2 处理时达到峰值,为 75.4 cm²,再增施氮肥呈下降趋势,其施氮效应方程 $y = -19.06X^2 + 28.62X + 79.90$, $R^2 = 0.999$, 方程推算出最大叶片面积施氮量为 0.75 kg;百叶鲜重和百叶干重的变化均呈线性正增长模型,效应方程分别为 $y = 25.10X + 124.8$, $R^2 = 0.945$, $y = 13.28X + 36.4$, $R^2 = 0.952$, 结果说明,叶片有奢侈吸收氮素的功能。在氮磷钾肥用量相同的条件下,增施磷肥叶面积、百叶鲜重和干重分别提高了 5.88%、9.46% 和 14.73%,而增施钾肥其值分别提高 -11.75%、-9.16% 和 -9.50%,说明在平衡施肥的基础上,再增施磷肥,抑制了叶片面积的增长,而提高了叶片物质的累积量,而增施钾肥严重影响叶片面积与质量的正常生长。

不同施肥处理对叶片氮磷钾养分含量影响较大,进而影响叶片的光合作用。表 4 还可看出,在磷钾肥用量相同的条件下,随着施氮量的增加叶片中的氮、磷和钾含量均呈现抛物线模型的趋势,当施氮量在当 N2 处理时达到峰值,再增加氮肥用量,叶片中的氮磷钾含量均呈下降趋势,特别是磷和钾含量下降幅度较大。在氮磷钾平衡施肥的条件下,再增施磷或钾肥,叶片中只提高对应的磷或钾的含量,对其余养分含量的均呈下降趋势。说明过量施用氮、磷、钾营养肥料,均有抑制其它营养元素的吸收。叶绿素 SPAD 值是反应叶片光合作用和生理活性的重要指标。试验结果表明,SPAD 值与叶面积变化基本一致,随着氮肥用量增加,SPAD 值也呈抛物线模型, $y = -14.96X^2 + 22.19X + 31.07$, $R^2 = 0.990$, 相关性极高,用效应方程推算出 SPAD 值最大值时的施氮量为 0.74 kg。过量增施磷肥特别是钾肥,其值明显下降,不利于叶片的光合作用。

Table 4. Effects of different fertilization rates on leaf growth and development**表 4.** 不同施肥量对叶片生长发育影响

处理	叶面积(cm ²)	百叶鲜重(g)	百叶干重(g)	氮(N)	磷(P ₂ O ₅)	钾(K ₂ O)	SPAD
N0	79.9	126.4	37.0	1.266	0.098	1.365	30.9
N1	86.8	133.3	41.1	1.668	0.103	1.680	36.8
N2	90.2	135.3	42.1	1.784	0.114	1.681	38.7
N3	86.8	157.0	53.3	1.778	0.102	1.457	36.2
+P	84.9	148.1	48.3	1.426	0.191	1.390	37.8
+K	79.6	122.9	38.1	1.433	0.101	1.740	34.6

4. 结果与讨论

刘杜玲[2]等研究表明,核桃单株施氮 0.345 kg、磷 0.345 kg、钾 30.45 kg 时,其单位冠幅产量、单果重、亚油酸含量最高;彭少兵[6]等结果表明,单株最高产量施肥量为氮 1.0091 kg、磷 0.1904 kg、钾 1.2276 kg,最佳施用量为氮 0.9875 kg、磷 0.1648 kg、钾 1.2260 kg;闵安民[9]等结果表明,核桃年施肥量的最佳配比折合纯养分为氮 0.55 kg、磷 0.18 kg、钾 0.47 kg。本研究结果表明,单株施肥量为氮 0.6kg + 磷 0.4 kg + 钾 0.3 kg 时,其产量和产值为最高,用效应方程推算最佳用量为氮 0.56 kg + 磷 0.4 kg + 钾 0.3 kg 时,此结论与前人研究基本一致。

张正军等[10]结果表明,氮磷配施处理与不施肥相比较,核桃地径增量 1.54 cm,树高增加 0.59 m,新梢枝生长量增加 28.35 cm。沈阳[11]试验结果表明,施氮肥比对照高出 1.82~9.57 cm,对茎鲜重增加 1.41~2.30 g、茎干重增加 1.11~1.9 g。梁智[12]等结果表明,在一定的施肥量范围内,氮磷钾配施能提高核桃的干周增长量和新梢枝长度,且随着其用量的增加而增加,配施氮肥分别增加 3.6%~16.1%和 94.6%~113%,配施磷肥增加 1.8%~5.3%和 15.7%~17.5%,配施钾肥增加 1.8%~7.0%和 8.6%~12.4%;叶片重量呈现先增加后下降的趋势。本研究结果表明,随着配施氮肥用量的增加其胸径增长量、侧枝直径增长量和树高均呈线形正增长模型;过量配施磷肥促进侧枝物质累积,抑制胸径和树高的生长;过量配施钾肥促进树高生长,抑制胸径和侧枝生长,高海拔区核桃合理的施肥量为氮 0.6 kg + 磷 0.4 kg + 钾 0.3 kg,能满足树体营养生长和生殖生长的要求,此结论与前人研究基本一致。

肥料可以提高核桃的光合能力、产量和品质,不同的肥料效果不同[13],叶片养分水平与果实之间养分供应源库关系明显[14]。杨波等[15]试验结果表明,土施不同浓度梯度 N、P、K 肥能显著或极显著提高扁桃叶片中 N、P、K 含量,且施用量和叶片吸收的元素含量间存在线性关系。陈汝等[16]苹果研究表明,定量配施氮肥处理的单叶面积、百叶厚、SPAD 值、叶鲜质量、叶干质量等叶片参数均显著高于过高或不足的其他处理。本研究结果表明,在 N2 处理水平时,其叶片面积、百叶重量、叶片氮磷钾养分含量和 SPAD 值相对较高,有利于提高核桃光合效率,实现增产增收的目的。

基金项目

积石山县低产核桃提质增效技术示范推广(编号[2017] ZYTG13 号)资助。

参考文献

- [1] 汪卫祥. 四川核桃生产现状及产业化发展建议[J]. 中国园艺文摘, 2015(10): 60-62.
- [2] 刘杜玲, 张博勇, 彭少兵, 等. 氮磷钾配方施肥对核桃产量和品质指标的影响[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(6): 113-117.
- [3] 贺春燕. 甘肃省核桃气候适宜性分区评价与种植区划[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(4): 77-81.
- [4] 孔令波. 积石山县大河家蛋皮核桃种植农民专业合作社[J]. 甘肃农业, 2015(6): 58.
- [5] 赵莉. 核桃需肥特性及科学施肥技术[J]. 西北园艺, 2015(8): 38-40.
- [6] 彭少兵, 成艳霞, 董文浩, 刘杜玲. 核桃“3414”肥料效应试验及推荐施肥量的回归分析[J]. 经济林研究, 2018, 36(4): 27-32.
- [7] 陈林, 程滨, 赵瑞芬, 张一弓. 核桃养分需求规律研究[J]. 山西农业科学, 2012, 40(5): 555-558.
- [8] 李银水, 鲁剑巍, 邹娟, 等. 湖北省油菜氮肥效应及推荐用量研究[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(2): 218-223.
- [9] 闵安民, 王勇, 莫开林, 等. 肥料配合施用对核桃产量的影响[J]. 四川林业科技, 2018, 39(2): 18-22.
- [10] 张正军, 任锦涛, 朱岩峰. 核桃幼树配方施肥试验初报[J]. 山西果树, 2016(5): 4-6.
- [11] 沈阳. 氮肥对核桃楸育苗质量的影响[J]. 中国林副特产, 2014, 128(1): 16-17.
- [12] 梁智, 邹耀湘, 张计峰. 新疆南疆核桃树氮磷钾肥料效应试验研究[J]. 新疆农业科学 2010, 47(5): 958-963.

- [13] 贺奇, 王贵, 常月梅, 等. 早实核桃光合特性的初步研究[J]. 山西农业大学学报, 2010, 30(3): 197-200.
- [14] 童根平, 王卫国, 张圆圆, 等. 大田条件下山核桃林地土壤和叶片养分变化规律[J]. 浙江林学院学报, 2009, 26(4): 516-521.
- [15] 杨波, 车玉红, 徐叶挺, 等. 外源 N、P、K 肥对扁桃叶片矿质营养元素含量的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(4): 127-131.
- [16] 陈汝, 王金政, 薛晓敏, 等. 追肥对苹果树体结构、叶片及果实品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(8): 166-168.