

DOI:10.11937/bfyy.201512041

根施氮磷钾肥对“新温 185 号”核桃坚果粗脂肪含量的影响

胡 渊, 潘存德, 陈 虹

(新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆教育厅干旱区林业生态与产业技术重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要:以“新温 185 号”核桃为试材, 采用“3414”肥料效应田间试验, 检验根施 N、P、K 肥对其坚果的粗脂肪含量效应, 为“新温 185 号”核桃生产园的施肥与土壤养分管理提供科学依据。结果表明:“新温 185 号”核桃坚果粗脂肪含量百分数($E\%$)分子的反正弦($\text{Arcsin } E$)同 P 肥施用量(纯 P_2O_5 量, P)、P 肥施用量的自乘($P \times P$ 或 P^2)、K 肥施用量(纯 K_2O 量, K)、K 肥施用量的自乘($K \times K$ 或 K^2)存在极显著($P < 0.001$)的线性相关关系。在中等土壤养分条件下, 当 P 肥施用量(纯 P_2O_5 量)小于 0.4840 kg/株和/或 K 肥施用量(纯 K_2O 量)小于 0.1975 kg/株时, 对“新温 185 号”核桃的坚果粗脂肪含量均存在正效应, 反之则存在负效应。在新疆南疆盆地“新温 185 号”核桃生产园田间施肥与土壤养分管理中须根据土壤养分状况适度施用 P、K 肥。

关键词:“新温 185 号”; 坚果; 粗脂肪含量; N 肥; P 肥; K 肥

中图分类号:S 664.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)12-0152-04

核桃(*Juglans regia* L.)是世界主要坚果树种之一^[1-2], 其果实既可以作为干果食用, 也可以作为榨油原料^[2-3], 粗脂肪含量是衡量其果实化学品质的重要指标^[4-5]。进入 21 世纪以来, 随着农业产业结构的调整, 特色林果产业在新疆南疆盆地迅猛发展, 其中以新疆林业工作者在本土选择培育的“新温 185 号”(J. regia ‘Xinwen 185’)等为主栽品种的核桃已经成为其主要果树树种之一, 并且面积已超过 $3.1 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[6]。但是, 长

期以来由于缺乏对核桃根施 N、P、K 肥的坚果品质效应研究, 使得乱施肥或不施肥导致的坚果品质问题十分突出^[7-8]。该研究以“新温 185 号”核桃为试材, 采用“3414”肥料效应田间试验, 旨在分析和检验中等土壤养分条件下“新温 185 号”核桃根施 N、P、K 施肥量与其坚果粗脂肪含量之间的效应关系, 以期为南疆盆地核桃生产园的田间施肥与土壤养分管理提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验样园选择在新疆阿克苏地区乌什县阿克托海乡喀塔尔玉吉买村的核桃生产园(北纬 $41^\circ 12' 53.69'' \sim 41^\circ 13' 12.26''$, 东经 $79^\circ 15' 47.24'' \sim 79^\circ 16' 02.13''$; 海拔 1 394 m)。阿克托海乡地处天山南麓的塔里木盆地西北缘, 位于乌什县城以东 3 km, 属暖温带大陆性干旱气候, 年平均气温 9.4°C , $\geq 10^\circ\text{C}$ 的年积温为 $3\,200 \sim 3\,600^\circ\text{C}$, 年均降水量 91.5 mm, 年均蒸发量 2 003.8 mm, 全年日照时数 2 750~2 850 h, 无霜期 250~286 d。

第一作者简介:胡渊(1988-), 女, 新疆库尔勒人, 硕士研究生, 研究方向为植物营养与生态。E-mail: kaixinhuyuan@163.com.

责任作者:潘存德(1964-), 男, 新疆奇台人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为森林生态与经营。E-mail: pancunde@163.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区“十二五”重大科技专项资助项目(201130102-2); 新疆维吾尔自治区林业科技专项资助项目(新林计发(2014)40 号)。

收稿日期:2015-03-19

Abstract: ‘Hajiao 8’ is a new sweet pepper F_1 hybrid bred by crossing sweet pepper inbred line ‘H22’ as female parent with inbred line ‘C272’ as male parent. Its fruit is lantern shaped; the fruit is green color at green ripening stage, red color in mature stage, 9.3 cm in length, 7.1 cm in diameter, 1.3 in fruit shape index, 0.47 cm in fruit wall thickness and 113.4 g per fruit. It is resistant to virus disease and high resistant to anthracnose, bacterial wilt and epidemic disease and suitable for protected cultivation.

Keywords: sweet pepper; ‘Hajiao 8’; F_1 hybrid

1.2 试验材料

试验样园面积 2 hm²,主栽核桃品种“新温 185 号”,授粉品种“新新 2 号”(J. regia ‘Xinxin2’),东西行向栽植,株行距 5 m×6 m,园相整齐,树龄 11 年,树形为疏散分层形,树体生长健康,无病虫害。试验样园土壤为土层深厚的灌淤土,经土壤采样和养分分析得到,施肥前土壤中有有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N、有效 P、速效 K 含量分别为 10.70、2.62、1.24、8.79、77.69、14.34、77.31 mg/kg。根据全国第 2 次土壤普查养分分级标准^[9],试验样园土壤碱解 N 为 4 级、有效 P 为 3 级、速效 K 为 4 级,综合土壤养分条件属中等。

1.3 试验方法

采用“3414”肥料效应田间试验^[10],即:肥料因素为氮(N)、磷(P)、钾(K),4 个施肥水平分别为 0(不施肥)、1(0.5 倍常规施肥量)、2(常规施肥量)、3(1.5 倍常规施肥量),共 14 个处理(表 1),每处理设 3 个重复小区,共 42 个试验小区(记为 T_{ij},i=1,2,3,……,14;j=1,2,3),随机排列。每试验小区 10 株树,共 420 株“新温 185 号”核桃样株,样株树体大小一致。样株 N、P、K 常规施肥量(纯量)分别为 1.5、0.6、0.2 kg。

N 肥选用含 N 46% 的尿素(CO(NH₂)₂,新疆塔里木油田石化分公司生产),P 肥选用含 P₂O₅ 46% 的重钙(Ca(H₂PO₄)₂,云南云天化国际化工有限公司生产),K 肥选用含 K₂O 51% 的硫酸钾(K₂SO₄,国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司生产)。每处理 N 肥使用量的 60% 和全部 P、K 肥在核桃萌芽前采用环状沟施的方式一次性施入,剩余 40% 的 N 肥在果实速生长期前采用同样方式追施,施肥位置位于树冠 2/3 处,施肥深度为 50 cm。田间施肥分别于 2013、2014 年 3 月下旬至 5 月中旬实施。

表 1 “新温 185 号”核桃施肥田间试验方案

Table 1 Field experiment scheme of fertilizer for J. regia ‘Xinwen 185’

序号 No.	处理 Treatment	施肥量 Fertilizing amount/kg		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0.00	0.00	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0.00	0.60	0.20
3	N ₁ P ₂ K ₂	0.75	0.60	0.20
4	N ₂ P ₀ K ₂	1.50	0.00	0.20
5	N ₂ P ₁ K ₂	1.50	0.30	0.20
6	N ₂ P ₂ K ₂	1.50	0.60	0.20
7	N ₂ P ₃ K ₂	1.50	0.90	0.20
8	N ₂ P ₂ K ₀	1.50	0.60	0.00
9	N ₂ P ₂ K ₁	1.50	0.60	0.10
10	N ₂ P ₂ K ₃	1.50	0.60	0.30
11	N ₃ P ₂ K ₂	2.25	0.60	0.20
12	N ₁ P ₁ K ₂	0.75	0.30	0.20
13	N ₁ P ₂ K ₁	0.75	0.60	0.10
14	N ₂ P ₁ K ₁	1.50	0.30	0.10

于 2013、2014 年“新温 185 号”核桃坚果成熟期(9 月 15 日),分别从试验小区每样株东、西、南、北 4 个方向随机采摘 4 个坚果并编号。将每年每试验小区采集的坚果去外果皮(青皮)烘干后取出种仁碾碎混合为 1 个样品。

1.4 项目测定

采用索氏萃取法^[11]测定粗脂肪含量百分数(E%)。

1.5 数据分析

将每试验小区每年的坚果粗脂肪含量百分数(E%)的分子进行反正弦(ArcsinE)变换后,采用多元线性逐步回归分析(multiple linear stepwise regression analysis)建立肥料效应回归方程,并对回归方程残差的正态、独立、等方差假设进行检验,以判断所得的回归关系是否成立和可靠^[12]。回归方程残差的正态分布采用检验、独立性采用 Durbin-Watson(DW)检验、方差齐性采用 Levene's(W)检验^[13]。统计分析采用 SPSS 21.0 软件;数据整理、计算以及绘图采用 Microsoft Excel 2013 软件。

2 结果与分析

2.1 施肥量与坚果粗脂肪含量的关系

根据“3414”肥料效应田间试验测得的“新温 185 号”核桃坚果粗脂肪含量数据,以坚果脂肪含量百分数(E%)分子的反正弦(ArcsinE)为因变量,以 N、P、K 三元二次多项式的非常数项(N、P、K、N×P、N×K、P×K、N²、P²、K²)为自变量进行多元线性逐步回归分析(选入变量 $\alpha \leq 0.05$,剔除变量 $\alpha \geq 0.1$),所得回归方程如下: $\text{Arcsin}\hat{E} = 0.5407 + 0.2759P - 0.2850P^2 + 1.1412K - 2.8887K^2$ (n=84, $r^2=0.5051$, $P=0.0000$, $\hat{\sigma}^2=0.0488^2$)。回归方程入选自变量 P 的显著性水平 $P=0.0002$, P² 的显著性水平 $P=0.0017$, K 的显著性水平 $P=0.0010$, K² 的显著性水平 $P=0.0001$ 。

对试验小区粗脂肪含量百分数(E%)分子的反正弦(ArcsinE)与回归方程估计值(Arcsin \hat{E})的残差 e_{ijk} (i=1, 2, 3, …, 14; j=1, 2, 3; k=1, 2)进行正态分布、一阶自相关和方差齐性检验,检验结果为:残差正态分布 χ^2 检验 $\chi^2=11.669 < \chi_{0.1}^2(7)=12.017$,说明残差 e_{ijk} 服从正态分布(图 1),即: $e \sim N(0, 0.0488^2)$;在样本量为 84,变量数为 4, $\alpha=0.05$ 显著性水平下,残差独立性 Durbin-Watson 检验 $DW=1.672 \in [1.662, 2.338]$,说明残差之间相互独立,不存在一阶自相关;残差方差齐性 Levene's(W)检验 $W=1.33 < F_{0.05}(13, 70)=2.09$,说明残差方差差异不显著。由图 2 可知,残差表现为方差齐性。

以上检验结果表明粗脂肪含量百分数(E%)分子的反正弦与 P、P²(或 P×P)、K、K²(或 K×K)之间的线性关系假设成立。此外,残差最大绝对值为 0.1303,均小于 3 倍标准差 0.1464,说明“3414”肥料效应田间试验小

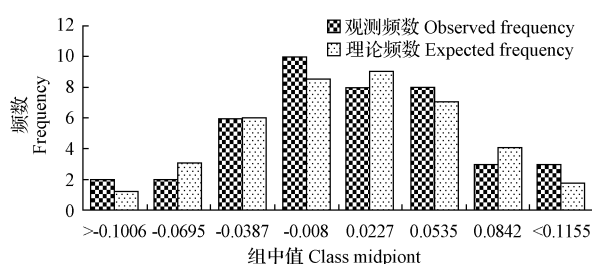


图1 坚果粗脂肪含量效应回归方程残差分布

Fig. 1 Residual histogram of regression equation of nut crude fat content effects (n=84)

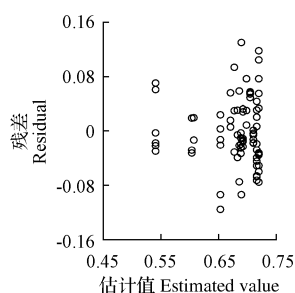


图2 坚果粗脂肪含量效应回归方程残差散点

Fig. 2 Residual scatter plot of regression equation of nut crude fat content effect (n=84)

区粗脂肪含量(E%)分子的反正弦无奇异值。

2.2 施肥量对坚果粗脂肪含量的效应

由施肥量与坚果粗脂肪含量百分数分子反正弦的线性相关关系得到,在中等土壤养分条件下当P肥施用量(纯 P_2O_5 量)小于0.4840 kg/株时,对“新温185号”核桃的坚果粗脂肪含量存在正效应,反之则存在负效应。同时,当K肥施用量(纯 K_2O 量)小于0.1975 kg/株时,对“新温185号”核桃的坚果粗脂肪含量存在正效应,反之则存在负效应。另外,N、P、K肥的施肥量与坚果粗脂肪含量百分数分子反正弦的线性相关关系也反映出N肥与P肥的交互作用($N \times P$)、N肥与K肥的交互作用($N \times K$)、P肥与K肥的交互作用($P \times K$)、N肥施用量(纯N量)以及N肥施用量的自乘(N^2)对“新温185号”核桃的坚果粗脂肪含量效应不显著($P > 0.1$)。

3 讨论与结论

试验结果表明,当P肥施用量(纯 P_2O_5 量)小于0.4840 kg/株和/或K肥施用量(纯 K_2O 量)小于0.1975 kg/株时,对“新温185号”核桃的粗脂肪含量皆存在正效应,反之则存在负效应。有研究表明,核桃在其种仁脂化过程中需要大量的P元素来合成磷化物^[5],并且当年从土壤中吸收的P元素主要分布在种仁中^[14]。可见,土壤中的有效P对核桃坚果的种仁发育有重要影响。核桃坚果脂化过程中脂肪的积累主要依赖于光合产物的转化^[15],而元素P直接参与光合作用过程,其丰

缺状况会影响叶绿素的合成^[16],进而影响光合产物的合成。然而,P元素过多能够导致植物生理活动过强,造成生理活动的超负荷运转,不仅会影响与其它营养元素之间的平衡,加快植株衰老^[17],而且还会影响植物的光合作用,减少坚果种仁脂化所需的光合产物供给^[18]。可见,当P肥施用量过多时不利于核桃坚果种仁脂肪含量的提高。

K元素也是核桃坚果生长发育过程中不可或缺的营养元素^[19],其对核桃坚果脂类的生物合成起着十分重要的作用^[20],施K能够提高核桃坚果产量和种仁油脂含量^[21]。如有研究表明,美国山核桃(*Carya cathayensis*)叶片中K浓度高的,其坚果脂肪含量也高,反之则较低^[22]。在对一些高油作物的研究中,不乏施K能增加种仁脂肪含量的研究报道^[23-24],但是K肥施用过多,植物对K的利用反而会降低^[25]。有研究表明,在富K的土壤施用K肥的效应不仅不明显,而且还会因K过量导致核桃坚果种仁粗脂肪含量下降^[26]。这可能与K元素浓度过高,会导致植物体内阳离子失衡,造成植物出现Mg、Ca缺乏^[27]有关。可见,当K肥施用量过多时不利于核桃坚果种仁脂肪含量的提高。

另外,该研究结果还表明,N肥施用量对坚果粗脂肪含量效应不显著,这与梁智等^[28]对核桃的施肥研究结果相类似。这可能是因为N肥对植物营养器官的生长作用较大^[29],试验样株的N肥施用量没有对其坚果粗脂肪含量产生直接影响。不过在此需要特别指出,该研究只进行了N肥施用量与核桃坚果粗脂肪含量之间关系的探讨,N肥施用量对粗脂肪含量的影响是否会通过其它方式来表现,还有待进一步研究。另外,高等植物的必需元素除N、P、K外,还有Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Mo、Zn、B等微量元素^[2,30],各元素之间是否会通过相互协调作用,对坚果粗脂肪含量产生影响,该研究中没有探讨,在今后的研究中有待进一步完善。

在中等土壤养分(碱解N 77.69 mg/kg,有效P 14.34 mg/kg,速效K 77.31 mg/kg)条件下,当P肥施用量(纯 P_2O_5 量)小于0.48480 kg/株和/或K肥施用量(纯 K_2O 量)小于0.1975 kg/株时,对“新温185号”核桃的坚果粗脂肪含量均存在正效应,反之则存在负效应。在新疆南疆盆地“新温185号”核桃生产园田间施肥与土壤养分管理中须根据土壤养分状况适度施用P、K肥,过量会降低坚果种仁的粗脂肪含量,影响其坚果品质。

参考文献

- [1] 郝荣庭,张毅萍.中国核桃[M].北京:中国林业出版社,1992:1-2.
- [2] Wilkinson J. Nut Grower's Guide; The Complete Handbook for Producers and Hobbyists[M]. Melbourne: Landlinks Press, 2005: 189-209.
- [3] 吴开志,肖千文,唐礼贵,等.核桃种仁粗脂肪和氨基酸含量的差异性分析[J].经济林研究,2007,25(2):15-18.
- [4] 张洪波,邢永,张海臣,等.粗脂肪含量检验方法的探讨[J].中国油

脂,2000,25(1):52.

[5] 盖素芬,赵宝军,郑庆田,等. 早实核桃不同生育期主要器官氮,磷,钾含量变化规律及特征[J]. 经济林研究,2002,20(2):63-66.

[6] 潘俨,车凤斌,郑素慧,等. 温 185 核桃一年生枝条的抗寒力测定分析[J]. 新疆农业科学,2012,49(3):454-460.

[7] 罗宇年,田英,英犁,等. 新疆主栽核桃品种的营养品质评价[J]. 现代食品科技,2014,30(5):258-261.

[8] 虎海防,孙丽,刘凤兰,等. 新疆于内地核桃品种的品质差异分析[J]. 新疆农业科学,2013,50(11):2060-2066.

[9] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京:农业出版社,1992:87.

[10] 张福锁,江荣风,陈新平,等. 测土配方施肥技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2011:80-83.

[11] 魏红,钟红舰,汪红. 索氏抽提法测定粗脂肪含量的改进[J]. 中国油脂,2004,29(6):52-54.

[12] 唐守正,李勇. 生物数学模型的统计学基础[M]. 北京:科学出版社,2002:262-276.

[13] Draper N R, Smith H. Applied Regression Analysis (Third Edition) [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998:47-77.

[14] 肖红喜,宏宏涛. 氮肥施用方法和时期对椒样薄荷精油产量和品质的影响[J]. 陕西农业科学,2010(3):10-12.

[15] Ramos D E. Walnut Production Manual[M]. Oakland: University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3373, 1985: 141-142.

[16] 山东省农业科学院玉米研究所. 玉米生理[M]. 北京:农业出版社,1987:166-176.

[17] 唐敏. 磷对不同种源马尾松种子及幼苗影响的研究[D]. 贵阳:贵州大学,2007.

[18] 战秀梅,韩晓日,佟晔,等. 高产施肥条件下玉米的光合特性研究[J]. 杂粮作物,2008,28(4):251-254.

[19] 于冬梅,盖素芬. 核桃主要器官钾含量及分配的动态规律[J]. 辽宁林业科技,2011(1):13-15.

[20] 张志华,高仪,王文江,等. 核桃果实成熟期间主要营养成分的变化[J]. 园艺学报,2001,28(6):509-511.

[21] Hunter J H. Progress report with sprays of nitrate of potash on pecan [J]. Proceedings of the Southeastern Pecan Growers Association, 1966, 59:46-50.

[22] Hunter J H, Hammer H E. Relation of oil contents of pecan kernels to chemical components of leaves as measure of nutrient status[J]. Soil Science, 1956, 82(4):261-270.

[23] 王海泉,朱继强,汪建学. 钾对高油大豆产量和品质的影响[J]. 黑龙江农业科学,2005(6):19-21.

[24] 史瑞和. 植物营养原理[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1989:206-209.

[25] 李银水,鲁剑巍,廖星,等. 钾肥用量对油菜产量及钾素利用效率的影响[J]. 中国油料作物学报,2011,33(2):152-156.

[26] 高同雨,李天红,张永,等. 施钾对核桃钾素营养及粗脂肪含量的影响[J]. 北方园艺,2007(11):4-6.

[27] Kalra Y P. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis[M]. Boca Raton: CRC Press, 1998:7-10.

[28] 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.

[29] 李文庆,樊小林,林常华. 氮素在果树成花过程中的作用[J]. 土壤通报,2007,38(6):1203-1206.

[30] 黄建国. 植物营养原理[M]. 北京:中国林业出版社,2003:12-13.

Effect of Root Fertilizing with Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers on Nut Crude Fat Content of *Juglans regia* ‘Xinwen 185’

HU Yuan, PAN Cun-de, CHEN Hong

(College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Key Laboratory of Forestry Ecology and Industry Technology in Arid Region, Education Department of Xinjiang, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract: Taking *Juglans regia* ‘Xinwen 185’ as the research object, the effects of the root fertilizing with nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) fertilizers on nut crude fat content of *J. regia* ‘Xinwen 185’ was tested to provide a scientific basis for field fertilizing and soil nutrient management of the walnut orchards based on ‘3414’ fertilizer. The results showed that the inverse sine of the numerator ($\text{Arcsin}E$) in nut crude fat content percentage ($E\%$) of *J. regia* ‘Xinwen 185’ had a highly significantly linear correlation relationship ($P < 0.001$) with the fertilizing amount of P fertilizer (pure P_2O_5 amount, P) and its square ($P \times P$ or P^2), K fertilizer (pure K_2O , K) and its square ($P \times P$ or P^2). Under the medium soil nutrient condition, if the fertilizing amount of P fertilizer (pure P_2O_5 amount) was less than 0.4840 kg per tree and/or the fertilizing amount of K fertilizer (pure K_2O amount) was less than 0.1975 kg per tree, the fertilizer application amount had positive effects on the nut crude fat of *J. regia* ‘Xinwen 185’; otherwise it had negative effects. Therefore, it was essential for the appropriate fertilizing amount of N and K fertilizers based on soil nutrient status in the field soil fertilizing and soil nutrient management of *J. regia* ‘Xinwen 185’ orchards in the Southern Xinjiang Basin.

Keywords: *Juglans regia* ‘Xinwen 185’; nut; crude fat content; nitrogen fertilizer; phosphorus fertilizer; potassium fertilizer