

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201410039

张鹤华, 薛进军, 侯延杰, 等. 管道输液滴干对核桃生长、果实的影响 [J]. 广西植物, 2016, 36(6):635-639

ZHANG HH, XUE JJ, HOU YJ, et al. Effects of pipeline trunk transfusion and drip on walnut growth and fruit [J]. *Guihaia*, 2016, 36(6):635-639

管道输液滴干对核桃生长、果实的影响

张鹤华, 薛进军*, 侯延杰, 陈千付

(广西大学农学院, 南宁 530005)

摘要: 为了探索核桃提质增效新途径, 该研究采用管道输液滴干技术, 对‘辽核’核桃树进行水、肥、药一体化管理, 将管道输液滴干处理与土壤施肥处理、常规管理进行对比, 测定叶片 SPAD 值、叶面积、新梢长度、新梢粗度、干周、土壤含水量、单株产量、单果重、出仁率、黑果率等指标。结果表明: 管道输液滴干处理的叶片 SPAD 值比土壤施肥处理和常规管理分别提高了 28.37% 和 53.23%; 核桃叶片叶面积值分别提高了 18.27% 和 51.54%; 新梢长度分别提高了 7.03% 和 13.73%; 新梢粗度分别提高了 21.92% 和 27.14%; 干周分别提高了 20.52% 和 24.28%; 0~20 cm 土层的土壤含水量分别增加了 8.66% 和 8.52%; 单株产量分别提高了 21.62% 和 73.08%; 单果重分别提高了 14.55% 和 23.53%; 出仁率分别提高了 11.45% 和 12.37%; 黑果率分别降低了 88.76% 和 91.55%。这说明管道输液滴干技术可以促进树体生长, 提高核桃产量和果实品质以及抗病性, 降低果实的黑果率, 确保核桃丰产稳产。该研究结果能达到既节水、省工, 又高效利用肥料、农药, 提高核桃产量和品质的目标, 从而为管道输液滴干技术在果木生产上的推广应用提供了依据。

关键词: 核桃, 管道输液滴干, 营养器官, 果实

中图分类号: Q945, S667.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2016)06-0635-05

Effects of pipeline trunk transfusion and drip on walnut growth and fruit

ZHANG He-Hua, XUE Jin-Jun*, HOU Yan-Jie, CHEN Qian-Fu

(Department of Agronomy, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: We studied the integrated management of water and fertilizer pesticide on walnut cv. Liaohe with pipeline trunk transfusion and drip irrigation technology, in order to achieve the goal of water conservation, efficient use of fertilizers and pesticides, get better yields and improve quality so as to explore a new way for the quality and efficiency of walnut. We Compared with the soil fertilization treatment and conventional management, and Determined the leaf SPAD, leaf area, new shoots length, new shoots diameter, soil water content, yield per plant, single fruit weight, kernel rate, black fruit rate, and so on. The result showed that compared with soil fertilization treatment and conventional management, the pipeline trunk transfusion and drip irrigation treatment increased the leaf SPAD value by 20.39% and 75.27%, leaf area increased by 18.27% and 51.54%, new shoots length increased by 7.03% and 13.73%, new shoots diameter increased by 21.92% and 27.14%, trunk girth increased by 20.52% and 24.28%, soil water content of 0-20 cm soil layer increased by 8.63% and 8.52%, yield per plant increased by 21.62% and 73.08%, single fruit weight increased by 14.55% and 23.53%, the kernel rate increased by 11.40% and 12.44%, the black fruit rate decreased by 88.97% and

收稿日期: 2014-10-23 修回日期: 2015-03-26

基金项目: 国家荔枝龙眼产业技术体系(CARS-33-09)[Supported by the National Industrial Technology System of Litchi and Longan(CARS-33-09)]。

作者简介: 张鹤华(1991-), 女, 河南鹤壁人, 硕士研究生, 主要从事园艺作物栽培技术研究与推广研究, (E-mail) 1609136466@qq.com。

*通讯作者: 薛进军, 教授, 主要从事果树栽培及生理、作物营养调控, (E-mail) xuejinjun@163.com。

91.74%, respectively. It showed that pipeline trunk transfusion and drip irrigation technology could greatly promote the growth of tree, improve the yield of walnut and walnut fruit quality. This mode could strengthen the resistance ability of walnut, reduce the black fruit rate, and achieve the goal of high yield and stable yield of walnut. This experiment provides a sufficient basis for popularization and application of pipeline trunk transfusion and drip irrigation technology.

Key words: walnut, pipeline trunk transfusion and drip, vegetative organs, fruit

果树林木管道输液滴干(薛进军等,2014)是在管道输液(薛进军等,2012)、虹吸输液(薛进军和吕鸣群,2009)的基础上发展而来的。主要特点是将水肥药混合溶液通过滴头插入树干进行滴干。这种模式将常规滴灌的滴土壤变为滴树干,具有如下特点:(1)水肥药滴入树干的孔中,可以在叶片蒸腾拉力的作用下通过木质部导管直接进入叶片等器官,进入速度快,发挥效果快。(2)水肥药顺树干流入根系和根际,利用了树干对水肥药的吸收作用,同时有利于防治树干害虫。(3)水肥药顺树干直接流入根系,有利于根对水肥药的吸收,而且克服了输液在树冠上分配的局限性。(4)滴干每株树只需1个滴头,而滴灌每株成龄树一般需要4~6个滴头,不仅降低了滴灌材料的成本,而且水肥用量是常规滴灌的1/6~1/4。(5)滴灌一般是水肥一体化,滴干可以水肥药一体化,农药直接运输到叶片和通过树干吸收直接防治病虫害,通过根系吸收进入树体也能够防治病虫害。(6)操作比滴灌显著简单,而且滴头插在树干上,不存在常规滴灌滴头容易堵塞的问题。核桃是四大干果之首,在我国北方和南方都是极为重要的果树。2012年,据联合国粮农组织统计,我国核桃收获面积达425万 hm^2 ,为我国农民致富、绿化荒山野岭发挥了重要作用。本研究以核桃为材料进行管道输液滴干试验,旨在探索核桃资源节约、环境友好、优质高产的栽培途径。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

试验于2014年4~9月在河北省邯郸市涉县更乐镇更乐村核桃园进行,供试品种辽核于2007年定植,株行距4 m × 5 m;土壤为石灰性褐土,pH值为8.11~8.36,管理水平一般。

1.2 试验设计

试验分为3个处理:(1)管道输液滴干(T1):水塔体积500 kg,置于距地面140 cm高处;主管为PPR管,伸入行内的支管为蛇皮管,在蛇皮管上插

上80 cm长直径为6 mm × 4 mm的PU小管(毛管),毛管上安装流速为每小时2 L滴头(购自以色列);在树干上用型号为4.5的钻头打孔,将滴头插入树上的孔中。水塔中加入水肥药后依靠重力进行输液滴干。从4月18日~8月18日,每月通过管道输液滴干装置输500倍水溶肥(N:P₂O₅:K₂O=20:20:20,河北萌帮水溶肥料有限公司生产),按照每株树0.5 kg水溶肥+30 L水,输5次,共输12.5 kg水溶肥。另外,于4月18日输2 L的300倍氧化乐果+300倍井冈霉素溶液,5月20日输2 L的300倍高渗苯氧威液,6月10日、7月10日输2 L的800倍甲基托布津液防病治虫;(2)土壤施肥(T2):每株树每次施0.5 kg水溶性复合肥,具体做法是沿主干1 m处挖10 cm深的环形沟,施入肥料后倒入30 kg水,再覆土,时间和次数同T1处理。喷药种类和次数同T1;(3)对照为果园常规管理(T3):10月在树冠投影范围挖40~50 cm深的沟或穴,每株树施用50 kg腐熟的农家肥。6月上旬每株树施用0.5 kg氮肥,漫灌浇水,喷施农药同T1。单株小区,5次重复,共15株树。

1.3 测定方法

1.3.1 叶片样品指标的测定方法 于4月18日和8月18日分别从每株试验树外围东、西、南、北四个方向采集第2张复叶的第2张小叶,每个方向两片,每株树8片,每处理共计40片叶子,带回实验室擦干净后用日产SPAD-502Plus测定叶片叶绿素含量;用面积仪(CI-202)测定叶面积值。

1.3.2 土壤样品的测定方法 于8月18日分别在每株树的东、南、西、北4个方向的距离主干30 cm处,利用取土钻取0~20 cm土层土样,用密封袋装好,采集完成后立即带回实验室。用烘干法测定含水量。

1.3.3 果实样品的测定方法 于6月18日至8月18日,每月18日测定一次新梢长度和粗度,共测3次。测定方法:在田间随机从每株树东、南、西、北四个方向,选取长势中庸,生长势一致的四个新梢,用卷尺测定新梢长度,用游标卡尺测定新梢粗度,每个新梢

表 1 不同处理对叶片 SPAD 值和叶面积的影响
Table 1 Effects of different treatments on SPAD of leaves and leaf area

处理 Treatment	叶片 SPAD 值 SPAD of leaves			叶面积 Leaf area (cm ²)		
	4 月 18 日 Apr. 18	8 月 18 日 Aug. 18	增加量 Recruitment	4 月 18 日 Apr. 18	8 月 18 日 Aug. 18	增加量 Recruitment
T1	28.9	57.4	28.5a	42.1	106.2	64.1a
T2	27.7	49.9	22.2b	45.5	99.7	54.2b
T3	27.4	46.1	18.6c	40.2	82.5	42.3c

注:同一列中无相同字母表示在 $P<0.05$ 水平显著。下同。

Note: Values followed by different letters in the column are significant ($P<0.05$). The same below.

重复测量 3 次,每个处理共 60 个重复。计算 3 次的新梢长度和粗度平均值。于 6 月 18 日至 8 月 18 日,每月 18 日田间测离地 50 cm 的干周,共测 3 次,计算 3 次的干周平均值。

1.3.4 黑果率的测定方法 果实黑果率测定:核桃出现黑果是由核桃举肢蛾、黑斑病、桃蛀螟和核桃炭疽病共同危害的结果(张文虹,2010)。主要是举肢蛾在核桃青皮内纵横串食,被害处变黑后全果变黑,使青皮果变成皱缩“黑果”(董福香,2012)。采收时取样测单株黑果数,黑果率=黑果数/单株总果数。

1.3.5 数据统计与分析 所有数据采用 Excel 及 SPSS18.0 数据分析软件进行统计和方差分析及数据图的制作,用 Duncan's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对核桃叶片 SPAD 值、叶面积的影响

不同的施肥方式处理核桃树,4 个月后叶片 SPAD 值的变化情况如表 1。T1、T2、T3 的核桃叶片 SPAD 值增加量分别为 28.5、22.2、18.6,T1 的核桃叶片 SPAD 值增加量比 T2 的增加量高出 28.37%,T1 的核桃叶片 SPAD 值增加量比 T3 的增加量高出 53.23%。这表明输液滴干有效地提高了叶片生理活性和叶绿素含量,提高了树体光合作用的效率。

由表 1 可知,经不同处理后,T1、T2、T3 的核桃树叶片的叶面积值均有所提高,增加量分别为 64.1、54.2、42.3 cm²。T1 的核桃叶片叶面积值增加量比 T2 高出 18.27%,差异显著,比 T3 高出 51.54%,差异显著。这说明管道输液滴干处理促进了植株对有机养分的转化,改善了树体代谢,有利于叶片营养物质的积累,提高了叶片的叶面积值。

表 2 不同处理对树体和土壤含水量的影响

Table 2 Effects of different treatments on the tree and soil water content

处理 Treatment	新梢长度 Branch length (cm)	新梢粗度 Branch diameter (mm)	干周 Trunk girth (cm)	土壤含水量 Soil water content (%)
T1	47.2a	8.9a	55.8a	82.8a
T2	44.1b	7.3b	46.3b	76.2b
T3	41.5b	7.0b	44.9b	76.3b

2.2 不同处理对树体和土壤含水量的影响

由表 2 可知,T1、T2、T3 的新梢长度分别为 47.2、44.1、41.5 cm;T1、T2、T3 的新梢粗度分别为 8.9、7.3、7.0 mm;T1、T2、T3 的干周平均值分别为 55.8、46.3、44.9 cm。T1 的核桃树体新梢长度、新梢粗度、干周的平均值比 T2 提高了 7.03%、21.92%、20.52%,且差异显著。T1 的核桃树体新梢长度、新梢粗度、干周比 T3 提高了 13.73%、27.14%、24.28%,且差异显著。这说明运用输液滴干技术,一方面,水肥通过木质部和韧皮部高效运输。另一方面水肥通过树干缓慢入渗土壤的过程中,供水强度低,其孔隙水流速度小,机械弥散作用小,从而水肥以及土壤养分向下运移速度慢,入渗时间长,入渗结束后,养分浓度集中分布在土壤表层作用的主根区内,有利于树体的吸收利用。同时输液滴干技术可根据核桃需肥规律,在各个生长阶段平衡施肥,而且肥料溶于水后施在根部,使核桃更好地吸收养分,减少肥料损失,提高肥料利用率,从而促进核桃树体的生长。

由表 2 可知,T1、T2、T3 的 0~20 cm 土层的土壤含水量分别为 82.8%、76.2%、76.3%。T1 的 0~20

表3 对产量、品质、黑果率的影响

Table 3 Effects of different treatments on the yield, quality and black fruit rate

处理 Treatment	三径平均 3 diameters average (cm)	单果重 Single nut weight (g)	青皮率 Pericarpium citrireticulatae viride rate (%)	出仁率 Kernel rate (%)	单株产量 Yield of each plant (kg)	黑果率 Black fruit rate (%)
T1	3.6a	12.6a	60.8a	54.5a	4.5a	1.9b
T2	3.5b	11.0b	59.1b	48.9b	3.7b	16.9a
T3	3.4b	10.2c	58.0b	48.5b	2.6c	22.5a

cm 土层的土壤含水量比 T2 增加了 8.66%，差异显著；T1 的土壤含水量比 T3 增加了 8.52%，且差异显著。这说明输液滴干技术是滴头按一定流速将水肥药输入树体，大部分沿树干流入根和根际处，通过均匀、定时、定量浸润作物根系发育区域避免了土壤深层及表土水分蒸发等损失，大大节省了水资源。保证树体生长在一个变化不大且适宜的土壤水势范围，避免了水分胁迫。

2.3 不同处理对果实影响

由表 3 可知，T1、T2、T3 核桃果实三径平均值分别为 3.6、3.5、3.4 cm；单果重分别为 12.6、11.0、10.2 g。青皮率分别为 60.8%、59.1%、58.0%。出仁率分别为 54.5%、48.9%、48.5%。T1 核桃果实三径平均值、单果重、青皮率、出仁率，比 T2 分别提高了 2.86%、14.55%、2.88%、11.45%，且差异显著。T1 的核桃果实三径平均值、单果重、青皮率、出仁率比 T3 分别提高了 5.88%、23.53%、4.83%、12.37%，且差异显著。这说明输液滴干技术对促进果实膨大和提高果实出仁率的作用显著，一部分水肥通过果树通过蒸腾拉力和根压向枝叶运输，另一部分水肥顺着树干滴入到根部，有利于保持土壤水分和改善土壤结构，在核桃树须根区存储的水分多，有利于根系的生长发育和养分的吸收，进而为果实的膨大和果实营养物质的积累提供了保障。

T1、T2、T3 的单株产量分别为 4.5、3.7、2.6 kg。T1 单株产量比 T2 提高了 21.62%，比 T3 提高了 73.08%，差异显著。这说明输液滴干技术极大地改善了核桃产量，输液滴干技术的应用对改进目前核桃产量普遍较低的现象有积极的意义。

由表 3 可知 T1、T2、T3 核桃果实黑果率分别为 1.9%、16.9%、22.5%。T1 的黑果率比 T2 减少了 88.76%，比 T3 减少了 91.55%，T1 与 T2、T3 均差异显著。这表明通过输液滴干方式，提高了核桃树体

的抗性。通过输液滴干输农药，比直接滴入土壤不但增加了树干吸收部位，同时农药直接运输到叶片和通过树干吸收直接防治病虫害，比滴灌减少病虫害的发生效果更明显。通过输液滴干输农药也避免了喷施农药受天气、树高、人工等因素的影响。

3 讨论与结论

(1) 灌溉施肥是目前国内外农业节水灌溉和高效利用肥料的主要途径，在农业生产中发挥的作用越来越大。灌溉施肥主要的方法是滴灌，是将肥料溶于水后滴入土壤，由于没有径流，大大提高了水肥利用效率。但是由于果树的根分布深而广，果树滴灌水肥利用率远不如根分布浅而密的农作物。而且滴灌要求水肥缓慢进入土壤，滴速不能太快，导致滴头容易堵塞。加上滴灌设备成本比较高，推广受到一定限制。输液滴干将滴头直接插入树干，滴头按一定流速将水肥药输入树体。输液滴干有三种作用：树体输液、滴灌树干、根际滴灌，一部分营养液进入树干，随着蒸腾拉力和树体的水分运动而发生纵向运输和横向扩散，既能够向树冠叶片运输和扩散，同时某些矿质营养元素能随下行液流经韧皮部导管转入到根部，或直接从木质部向铺皮部转移、传输和扩散(胡江川, 2010)，一部分营养液沿着主干直接流到根系，通过根系吸收。输液滴干技术对水肥的高效利用提高了树体的叶片指标。输液滴干比滴入土壤的优点是增加了叶片和树干吸收器官，可以加入农药和生长调节剂。由于管道输液滴干每株树只需 1 个滴头，比常规滴灌节省支管和滴头，成本大为降低，因此，管道输液滴干可以取代滴灌在木本果树上广泛应用。

(2) 目前树冠喷化学农药仍是防控果树病虫害的主要方法，注射农药防治虫害在国外受到重视。

他们认为,喷农药只有 29%~56%的农药落在树冠,其余都进入大气和飘落的土壤,大大降低其效益,并污染环境,将农药直接注射到树干能够显著提高农药效率并减少对环境的污染,是一种资源节约、环境友好的病虫害防控方式(Van Woerkom et al, 2014; Frank et al, 2014)。邓立军(2011)报道,膜下滴灌技术可以减少马铃薯灌溉病虫害的发生,各种病虫害发生率降低 25%~30%。注射需要注射机,而且由于注射速度慢比较费工,管道输液滴干防治果树病虫害能够有效弥补注射的弊端。

(3) 叶片叶绿素含量是影响树体光合作用的产物基础,叶绿素含量的多少反映光合作用的强弱,是叶片生理活性的主要指标。本研究中,管道输液滴干施肥技术对树体的影响,通过管道输液滴干技术输营养液可以促进树体生长。T1 的叶片 SPAD 值增加量比 T3 提高 53.23%,叶面积值增加量比 T3 提高了 51.54%,新梢长度、新梢粗度和干周比常规管理提高 13.73%、27.14%、24.28%,效果显著。

(4) 管道输液滴干施肥技术对果实品质的影响,从果实三径平均值、单果重、青皮率、出仁率、单株产量均比其它处理高。T1 的单株产量比 T3 的单株产量高出 73.08%,效果尤为显著。肖艳等(2004)通过研究石灰性土壤中畦灌和滴灌方式对番茄产量的影响,结果表明:滴灌施肥处理比畦灌与常规施肥处理增产 9.2%。黑龙江省东宁县在苹果、梨上应用该项技术,苹果、梨增产 40%~60%(何明莉等, 2005)。李和兵等(2013)通过研究成龄核桃的不同的灌水方式,结果表明:滴灌比漫灌节水 54.3%,增产 7.1%;沟灌比漫灌节水 35.0%,增产 8.4%;低压软管灌比漫灌节水 54.3%,增产 4.5%,成龄核桃灌水方式以滴灌最优,其次为低压软管灌和沟灌。张耀辉等(2006)在芒果上采用吊瓶输液施肥,从开花到结果时间里向树干木质部输液结果表明,单果重增产 22.77%,总产量增产 52.06%。而输液滴干技术比常规管理单株产量提高了 73.08%,比滴灌技术和输液技术提高的产量更明显。

通过管道输液滴干输营养液的方式显著地提高了果实产量同时优质了果实品质。通过输液滴干输营养液的方式显著地提高了果实的抗性,大大减少了举肢蛾幼虫危害,T1 的核桃树的黑果率比 T3 减少了 91.55%。

(5) 水分既是矿质营养溶解的媒介,又是矿质养分迁移的载体。矿质养分迁移方式主要有两种:

质流和扩散。土壤水分是质流的主要动力,影响着土壤中的养分浓度和养分向根系的迁移速度(Radin et al, 1989)。当水分供应充足时,土壤湿度处于适宜含水状态,土壤空气含量得当,有利于根系生长,有利于作物对养分的吸收和运输,同时为植株地上部分健壮生长提供了保证。水分供应不足时根系与地上部分存在养分和光合产物的竞争,土壤水分含量明显地影响到植物体内叶绿素的生物合成(李昭楠, 2012)。根系成为光合产物的优势库,根系养分含量增加(陈竹君等, 2001)。随着土壤含水量的增加,单果重增加(Ismail et al, 2008)。本研究中,管道输液滴干施肥技术对 T1 与 T2 和 T3 相比,明显提高了 0~20 cm 土层的含水量,防治土壤板结,改善土壤结构,为根系提供了很好的水分环境,有利于养料的运输。

参考文献:

- VANWOERKOM AH, ACIMOVIC SG, SUNDIN GW, et al, 2014. Trunk injection: an alternative technique for pesticide delivery in apples [J]. *Orig Res Art Crop Prot*, 65:173-185.
- CHEN ZJ, LIU CG, ZHOU JB, et al, 2001. Effects of different combinations of water and fertilizers on the growth and nutrients uptake of winter wheat [J]. *Agric Res Arid Areas*, 19(3):30-35. [陈竹君, 刘春光, 周建斌, 等, 2001. 不同水肥条件对小麦生长及养分吸收的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 19(3):30-35.]
- DENG LJ, 2011. Membrane effect of drip irrigation technology in the application of potato planting [J]. *Mod Agric*, (2):45-46. [邓立军, 2011. 膜下滴灌技术在马铃薯种植中的应用效果 [J]. *现代农业*, (2):45-46.]
- DONG FX, 2012. Control technology of Walnut Black [J]. *Hebei Fruits*, (1):48-49. [董福香, 2012. “核桃黑”防治技术 [J]. *河北果树*, (1):48-49.]
- FRANK J. BYRNE, ROBERTL, et al, 2014. Seasonal timing of neonicotinoid and organophosphate trunk injections to optimize the management of avocado thrips in California avocado groves [J]. *Orig Res Art Crop Prot*, 57:20-26.
- HE ML, BING SL, ZHAO XB, 2005. Drought resistant cultivation and the application of water-saving irrigation technology in fruit trees [J]. *Northern Fruits*, (2):24-26. [何明莉, 郝素玲, 赵新兵, 2005. 抗旱栽培及节水灌溉技术在果树上的应用 [J]. *北方果树*, (2):24-26.]
- HU JC, 2010. Present status and prospect of the infusion fertilization technology on fruit tree [J]. *Fruit Grow Friend*, (7):4. [胡江川, 2010. 果树输液施肥技术发展现状及前景 [J]. *果农之友*, (7):4.]
- ISMAL SM, OZAWA K, KHONDAKER NA, 2008. Influence of single and multiple water application timings on yield and water use efficiency in tomato [J]. *Agric Water Manag*, 95:116-122.
- LI HB, MU ZX, HONG M, 2013. Optimization of irrigation methods for grown walnut in arid and semi-arid region [J]. *Water Sav Irrig*, (6):38-42. [李和兵, 穆振侠, 洪明, 2013. 干旱半干旱地 (下转第 673 页 Continue on page 673)