

# 沼液施用对核桃高效生产的影响研究

毕婷婷<sup>1</sup>, 胡 涵<sup>2</sup>, 刘丽春<sup>3</sup>, 郭德芳<sup>3</sup>, 王昌梅<sup>1</sup>, 赵兴玲<sup>1</sup>, 吴 凯<sup>1</sup>, 杨 斌<sup>1</sup>,  
尹 芳<sup>1</sup>, 张无敌<sup>1\*</sup>

(1. 云南师范大学, 昆明 650500; 2. 红河州农业环保工作站, 云南 蒙自 661199; 3. 丽江市农村能源管理站, 云南 丽江 674100)

**摘 要:** 本文综述了沼肥自身营养及其施用于不同农作物的效果, 以及沼液在提高核桃品质和产量、防治核桃病害发生、改善核桃土壤理化性质、提高土壤肥力等方面的研究进展, 以期核桃种植生产中合理施用沼液提供理论基础。在保证核桃品质的前提下, 为种植有机核桃甚至是更高品质核桃奠定基础, 促进核桃产业可持续发展。

**关键词:** 核桃; 沼液; 品质和产量; 土壤肥力

中图分类号: S664.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)06-0119-03

## Effects of Biogas Slurry Application on High Efficient Production of Walnut

BI Tingting<sup>1</sup>, HU Han<sup>2</sup>, LIU Lichun<sup>3</sup>, GUO Defang<sup>3</sup>, WANG Changmei<sup>1</sup>, ZHAO Xingling<sup>1</sup>, WU kai<sup>1</sup>, YANG Bin<sup>1</sup>,  
YIN Fang<sup>1</sup>, ZHANG Wudi<sup>1\*</sup>

(1. Yunnan Normal University, Kunming 650500; 2. Honghe Prefecture Agriculture Energy Station, Mengzi 661199; 3. Rural Energy Management Station of Lijiang, Lijiang 674100, China)

**Abstract:** In this paper, the self-nutrition of marsh fertilizer and its application effect on different crops were summarized, and the research progress of biogas slurry in improving walnut quality and yield, preventing and controlling walnut disease, improving physical and chemical properties of walnut soil, and improving soil fertility were reviewed, so as to provide theoretical basis for rational application of biogas slurry in walnut planting and production. Under the premise of ensuring walnut quality, it lays a foundation for planting organic walnut or even higher quality walnut, and promotes sustainable development of walnut industry.

**Key words:** Walnut; Biogas fertilizer; Quality and yield; Soil fertility

核桃又名胡桃、羌桃, 是世界上最重要的坚果类果树和木本油料树种之一。核桃仁被视为上好的滋补品和食品加工原料, 含脂肪约 65%、蛋白质 15% 左右、粗纤维 5.8%、碳水化合物 10% 以上, 同时含有维生素及磷(0.32%)、钾(0.39%)、钙(0.10%)等多种矿物质<sup>[1]</sup>, 营养丰富, 具有一定的药用价值。核桃木材质地坚韧, 纹理美观, 具有不翘不裂耐冲击等特点, 适宜制作高档用具。核桃树冠多呈半圆形, 树型高大, 枝叶繁茂, 根系发达, 有净化空气和保护环境的作用, 在山丘、坡麓、梯田、堰边

栽植时具有涵养水源、保持水土的作用。

我国的核桃虽然产量居世界首位, 但在种植管理方面仍然存在很多问题。主要表现在经验施肥、多多益善施肥、盲目施肥、根本不施肥等方面<sup>[2]</sup>, 忽视了核桃树真正的需肥量。部分农户延续几百年祖辈留下的老传统、老方法经营管理核桃, 不注重新科技、新技术的应用, 重栽轻管的思想还普遍存在, 一般只进行果农混种, 以耕代抚, 基本上不进行施肥、修剪、防治病虫害等科学措施, 导致产量低、效益差。目前核桃单株产量较优良单株产量相差甚远。大量施用化肥、农药等, 不仅破坏了土壤的营养结构, 还会造成水体和空气污染, 最终影响核桃的质量和产量。

## 1 核桃需肥及沼肥

### 1.1 核桃需肥

核桃是一种经济价值很高的木本油料作物,

收稿日期: 2018-12-26

基金项目: 云南省农村能源工程重点实验室基金(2017KF03); 云南省科技特派员(2015IA022); 西南地区可再生能源研究与开发协同创新中心项目(05300205020516009)

作者简介: 毕婷婷(1992-), 女, 在读硕士, 研究方向为农业科技组织与服务。

通讯作者: 张无敌, 男, 研究员, E-mail: wootichang@163.com

在整个生长发育周期中需要很多的营养物质,且自身植株高大,根系发达,从幼苗期到衰老期所需时间长,需肥量(特别是氮肥)相比于一般果树要多1~2倍,核桃园的施肥是核桃栽培中重要的技术之一,为了保证核桃的丰产丰收,必须要搞好核桃的施肥管理。美国和法国的研究表明,每生产100 kg核桃就从土壤中带走纯氮、磷、钾、钙、镁元素分别为1.46 kg、0.19 kg、0.47 kg、0.16 kg、0.04 kg<sup>[3]</sup>。适当的氮、钾肥可以改善核桃仁的品质,但是核桃处于不同发育时期的需肥量有很大差异,在规范生产确定施肥标准时,将核桃的生长周期划分为:幼龄期、结果初期、盛果期和衰果期四个时期,其施肥标准见表1。核桃在生长过程中要吸收大量元素、中量元素和微量元素<sup>[3]</sup>。

表1 核桃树施肥时期及施肥标准

时期	树龄 (年)	每株树平均施肥量 (有效成分)(g)			有机肥 (kg)
		氮	磷	钾	
幼龄期	1~3	50	20	20	5
	4~6	100	40	50	5
结果初期	7~10	200	100	100	10
	11~15	400	200	200	20
	16~20	600	400	400	30
盛果期	21~30	800	600	600	40
	>30	1 200	1 000	1 000	>50

## 1.2 沼肥营养

沼肥由沼液和沼渣组成,是通过利用畜禽粪便、作物秸秆等在严格的厌氧条件下经微生物发酵的产物,是遵循生态农业的循环发展思路,以“减量化、资源化、再利用”的发展原则生产的一种绿色、优质、无污染的生物有机肥<sup>[4]</sup>。已经广泛应用于瓜、果、蔬菜、茶的栽培中。沼液占沼肥总量的88%左右<sup>[5]</sup>,含有磷、钾、氮、镁、钙等多种矿物质元素且富含氨基酸、蛋白质、抗菌素和维生素等<sup>[6-7]</sup>,参与作物的营养生长和促进新陈代谢,沼液的速效性很强,养分可利用率高,能迅速被作物吸收利用,是一种多元速效复合肥料。毛晓月等<sup>[8]</sup>采用养牛场的牛粪尿发酵的沼液和化肥来探讨对芥菜生长发育的影响,当代替化肥施用的沼液量在91 667~108 333 kg/hm<sup>2</sup>时,芥菜生长、产量、品质最佳,沼液代替农药进行喷洒控制在2 250~2 500 kg/hm<sup>2</sup>时,对病虫害的防治效果最佳。沼渣占沼肥总量的12%左右<sup>[5]</sup>,富含有机质(30%~50%)、腐殖酸(10%~20%)、氮(0.8%~2.0%)、磷(0.4%~1.2%)、钾(0.6%~2.0%)、微量元素和粗蛋白等

营养物质<sup>[9]</sup>,施入农田能提高作物的质量、产量,还能增加土壤肥力、改善土壤结构。陈霞等<sup>[10]</sup>研究表明:施入沼肥可以改良果园土壤结构,提高氮、磷、钾等养分含量,提高了柑橘的品质和产量。沼肥可以代替部分化肥施用,促进茶树的生长发育,以及增加叶面积、百芽重和单叶重,从而进一步提高产量<sup>[11]</sup>。

## 2 沼液施用对核桃生长发育的作用

目前,在我国已有较多学者做了沼肥种植核桃的试验和示范。有施用沼肥与其它肥料对核桃品质、产量影响的对比试验<sup>[12-16]</sup>,有施用沼液对核桃病虫害影响的试验<sup>[17]</sup>,有施用沼液对核桃园土壤影响的试验<sup>[14-15, 18]</sup>。

### 2.1 沼液对核桃品质的影响

由于沼气发酵残留物中含有丰富的维生素、矿物质元素以及植物激素等营养元素,施用沼肥能明显提高核桃的质量。朱立红研究表明:施用沼液、沼渣的核桃平均干核重为11.7 g,比对照组(不施用肥料)核桃树平均干核重增加了1.9 g,增加的重量比为19.4%,从外观标准来看,较对照核桃果均匀、核型增大、核仁饱满、核桃仁味香、口感甜等,其氨基酸、蛋白质、脂肪等都有所提升,内在品质有了很大改善<sup>[12]</sup>;董照锋等研究表明:冬季施用沼渣作基肥50 kg,且配施50%沼液20 kg,盛花期时再用50%沼液10 kg,连续喷洒两次,结果膨大期株施用沼液30 kg,提高了核桃的单株产量和坐果率,单果和果仁的重量也有所增加,且核大、仁白、饱满等均比对照有所提高<sup>[13]</sup>;张晓婕等研究表明:灌溉沼肥的核桃与不施肥相比,其果实中磷、锰、锌分别增加13.1 g/kg、3.68 mg/kg、0.89 mg/kg<sup>[14]</sup>。采用沼肥种植的核桃树,能够提高核桃的内、外品质,其效果依次是:沼肥>复合肥>厩肥>不施肥。

### 2.2 沼液对核桃产量的影响

沼液的施用一定程度上也能提高核桃的产量。灌溉沼液的清香核桃比不施肥增加了树冠的体积,提高了核桃的营养生长,其总枝量、短枝、中枝分别增加了22.2%、122.6%、88.4%,促进了核桃的花芽分化,单叶面积、总叶面积、叶面积指数相应提高了2.8%、8.1%、4.7%,增加了光合作用的能力,增加了单株结果数19.4%、增加了单果重15.3%、增加了单位面积产量72.2%<sup>[15]</sup>;灌溉施用沼液的核桃树比不施肥增加了单果质量2.8 g,核桃坐果率提高了25.6个百分点,产量增加了55.5 kg/667 m<sup>2</sup>,空仁

率下降 13 个百分点<sup>[14]</sup>;使用沼肥相比于全程施用猪粪促进了核桃树的营养生长,促使花芽分化和雌花增多,百果重 240 g,增产率为 23.0%<sup>[16]</sup>;采用沼肥和农家肥在核桃树周围施追肥,沼液、复合肥溶液和清水进行,选用树龄 6a 云新 14 号核桃,施用沼肥的核桃相比于农家肥平均单株产量提高了 18.3%,相比于施用复合肥平均单株增产 10.6%<sup>[17]</sup>;研究表明:将盛果期的核桃和生长结果期的核桃分别在果实第一次迅速膨大初期施沼液(200 kg、100 kg),9~10 月深施沼渣作基肥(30 cm,300 kg,100 kg),核桃生长结果期相比于不施肥,平均坐果率为 94.5%,比不施肥提高了 44.9%,株鲜核果产量平均达到了 41.7 kg,相比于不施肥提高了 22.0 kg,核桃盛果期株鲜核果产量平均达到了 316.1 kg,相比于施用前提高了 54.2%<sup>[12]</sup>。就增产效果来说,依次是:沼肥>复合肥>厩肥>不施肥。

### 2.3 沼液对核桃病虫害的影响

沼液有“生物农药”的称号,含有大量抑菌和提高植物抗逆性的激素、抗菌素等有益物质,可用于提高植物的抗逆性并防治植物病虫害,且含有吡啶乙酸、容重较高的氨和铵盐、赤霉素等,能够抑制刺蛾、介壳虫、蚜虫、金龟子等害虫的繁殖,对核桃的主要害虫金龟子和刺蛾起到很好的防治作用,提高核桃树的抗病能力。采用沼肥(正常产气的沼气池)、农家肥(采用饲养牛、羊的粪、尿和松毛等的腐熟肥)和一般复合肥,进行对比,试验树种为树龄 6 年的云新 14 号核桃,喷施沼液的核桃树的树叶虫口率为 2%,且树叶生长茂密、浓绿,比对照相应喷施清水、复合肥、畜粪尿溶液核桃树的树叶虫口率相应减少 36.3%、23.1%、18.4%<sup>[17]</sup>;喷施沼液对核桃树防病、虫效果,依次是:沼液>畜粪尿溶液>复合肥>清水。

### 2.4 沼液对核桃土壤的影响

沼肥可以改善土壤的物理性质,显著降低土壤容重,改善土壤结构,增加土壤容积,激发土壤酶活力和增加土壤的微生物数量等。张晓婕等研究表明,施入土壤的沼肥深度在 0~60 cm,能显著提高和改良土壤中的氮、磷、钾、锌、镁、钙、铁等营养元素的含量、活性和利用状态,随着土壤深度加深效果有所减弱,土壤中氯离子的含量在 0~20 cm 土层中随着灌溉年限的增加而增加<sup>[14]</sup>;将沼液、沼渣混合液稀释 10 倍以后施入核桃树相比于不施肥处理,灌溉层厚度在 0~60 cm,能增加土壤有机质、有机碳的含量,改善了土壤的

孔隙度和容重,显著提高了土壤中氮、磷、钾、锌、镁、钙、铁等营养元素的含量,当灌溉层的厚度在 0~40 cm 土壤层厚度时,沼肥的施用能够加快核桃树的生长,且深层根系活动对养分的损失减少<sup>[15]</sup>;云新 14 号树龄 6 年的核桃树施用沼肥、农家肥、复合肥后均能不同程度提高土壤有机质含量,沼肥能够显著提升土壤 pH 值,有效减少速效磷的亏缺<sup>[18]</sup>。沼肥对土壤改良方面效果依次是:沼肥>农家肥>复合肥>不施肥。

## 3 小 结

沼肥是一种缓效有机肥,发酵以后本身的虫卵病菌已被杀死,养分保留全面,具有肥效高、营养元素全、品质优等特点,施入沼肥不仅能够提高作物的产量和质量,还能增强作物抗旱抗寒的能力<sup>[19]</sup>。施用沼肥对核桃生产有着非常可观的综合效益,促进了核桃的营养生长,提高了品质和产量,其产品市场前景、价格、大众接受度等都优于化肥、农家肥、复合肥等其他传统肥料,其衍生品也更加具有挖掘深度和市场竞争能力。通过沼气的布局和建设,以沼气及其沼肥等为纽带,使种植业和养殖业形成一种局部的协同效应,沼气厌氧发酵成为农业废弃物再利用的高效载体和再生产的肥料来源。沼肥施用不仅能够满足核桃自身生长的营养元素,还能进一步减少化肥、农药的施用,改善由于两者的过量施用所造成的土壤板结、酸化、水体污染及食品质量农残超标等一系列问题<sup>[20]</sup>。沼液中含有吡啶乙酸、容重较高的氨和铵盐、赤霉素等,可以抑制核桃树的主要害虫金龟子和刺蛾。实际操作中应注意:(1)不能盲目施用沼肥,应考虑核桃树品种、生长周期、土壤类型等因域、因地、因景、因树制宜施用沼肥,促进核桃生长,改善和维持土壤肥力;(2)沼肥属于缓效优质肥,应该合理连续长期施用,逐渐改善;(3)在施用沼液作叶面肥或防治病虫害喷施时,要注意将沼液进行一定浓度的稀释,叶背面喷施等,以有效促进核桃树生长发育。沼肥施用实现资源多级利用,无污染,环保节约,进一步减少农业面源污染,发展绿色农业,促进农业的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 王子栋.关于山西核桃产业发展的几点建议[J].山西林业,2013(5):6-7.
- [2] 张婷婷.不同施肥处理对核桃生长、产量和坚果品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.

基础设施投资力度,升级改造老旧灌溉设施,提升灌溉用水效率。

参考文献:

[ 1 ] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J].European Journal of Operational Research, 1978, 2(6):429-444.

[ 2 ] 王 征,束 锐,王天祯,等.基于数据包络分析的灌区农业生产综合效率评价与分析[J].灌溉排水学报,2017,36(11):107-114.

[ 3 ] 尚 丽.基于DEA模型的陕西省粮食生产效率评价及影响因素研究[J].东北农业科学,2018,43(5):47-54.

[ 4 ] 傅东平,王 鑫.农业生产效率、收敛性与气候变化—以广西为例[J].生态经济,2017,33(5):155-159.

[ 5 ] Fried H O, Lovell C K, Schmidt S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J].Journal of Productivity Analysis, 2002, 17(1): 157-174.

[ 6 ] 刘子飞,王昌海.有机农业生产效率的三阶段DEA分析—以陕西洋县为例[J].中国人口·资源与环境,2015,25(7):105-112.

[ 7 ] 胡逸文,霍学喜.不同规模农户粮食生产效率研究[J].统计与决策,2017(17):105-109.

[ 8 ] 单玉红,朱 枫,刘梦娇.湖北省县际种植业生产要素调控对策研究—基于三阶段DEA模型[J].资源科学,2017,39(2):367-377.

[ 9 ] 熊 鹰,郭耀辉,景晓卫,等.四川省重点生态功能区有机农业生产效率研究—基于三阶段DEA模型的实证分析[J].中国农业资源与区划,2017,38(10):162-170.

[ 10 ] Jondrow J, Lovell C K, Materov I S, et al. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model[J]. Journal of Econometrics, 1982, 19(2): 233-238.

[ 11 ] 罗登跃.三阶段DEA模型管理无效率估计注记[J].统计研究,2012,29(4):104-107.

[ 12 ] 陈巍巍,张 雷,马铁虎,等.关于三阶段DEA模型的几点研究[J].系统工程,2014,32(9):144-149.

[ 13 ] 戴 俊.广西种植业结构效率分析——基于随机前沿分析(SFA)方法[J].中国农业资源与区划,2016,37(3):11-16.

[ 14 ] Simar L, Wilson P W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes[J]. Journal of Econometrics, 2007, 136(1): 31-64.

[ 15 ] 张建国,郭 平.广西财政支农的效率问题研究[J].湖北农业科学,2018,57(1):141-145.

[ 16 ] 王 谦,李 超.基于三阶段DEA模型的我国财政支农支出效率评价[J].财政研究,2016(8):66-77,90.

[ 17 ] 刘文明.基于农户角度的吉林省耕地可持续利用分析[J].东北农业科学,2018,43(3):39-42.

[ 18 ] 郭军华,倪 明,李帮义.基于三阶段DEA模型的农业生产效率研究[J].数量经济技术经济研究,2010,27(12):27-38.

[ 19 ] 华 坚,李政霖,吴祠金.基于三阶段DEA-Malmquist模型的我国农业全要素生产率增长研究[J].江西农业学报,2015,27(10):134-141.

[ 20 ] 叶 春,杨敏丽,李艳大,等.广西丘陵山区水稻机械化生产装备结构优化分析[J].中国农机化学报,2015,36(2):305-309,317.

[ 21 ] 冯保清.我国不同尺度灌溉用水效率评价与管理研究[D].北京:中国水利水电科学研究院,2013.

(责任编辑:王丝语)



(上接第121页)

[ 3 ] 张兴旺.核桃的需肥特性与施肥方法[J].云南林业,2008(1):25.

[ 4 ] 王 瀚,卓平清,王让军,等.核桃腐烂病研究进展[J].东北农业科学,2019,44(3):23-27.

[ 5 ] 黎鑫林.柑橘园生草间作和施用沼肥对土壤环境及果实品质的影响[D].南昌:江西农业大学,2015.

[ 6 ] 沈其林,单胜道,周健驹,等.猪粪发酵沼液成分测定与分析[J].中国沼气,2014,32(3):83-86.

[ 7 ] 陈 为,孟红英,王永军.沼渣、沼液的养分含量及安全性研究[J].安徽农业科学,2014,42(23):7960-7962.

[ 8 ] 毛晓月,伍 钧,孟晓霞,等.沼液对芥菜产量、品质及病虫害防治的影响[J].华北农学报,2017,32(S1):283-289.

[ 9 ] 李嘉祺,刘 卓,关法春,等.玉米秸秆与粪水低温发酵不同阶段的堆肥质量评价[J].东北农业科学,2020,45(2):125-128.

[ 10 ] 陈 霞,罗友进,吴纯清,等.沼肥深施对果园土壤性质及柑橘产量的影响[J].水土保持学报,2016,30(5):177-183,189.

[ 11 ] 樊战辉,孙家宾,郑 丹,等.沼渣、沼液在茶叶生产上的应用现状与展望[J].中国沼气,2014,32(6):70-73.

[ 12 ] 朱立红.沼气发酵残留物在昌宁县核桃栽培中的应用[J].林业调查规划,2011,36(4):86-89.

[ 13 ] 董照锋,马榜芳,李 琳,等.核桃施用沼肥的效果试验[J].浙江农业科学,2013(3):278-279.

[ 14 ] 张晓婕,周龙海,韩建伟,等.灌溉沼肥对土壤理化性质及核桃果实品质的影响[J].河北果树,2016(3):6-8.

[ 15 ] 郭淑霞,丁岐峰,石利平,等.沼肥对核桃树生长结果的影响试验[J].河北林业科技,2016(3):40-42.

[ 16 ] 王启勇,姚源海,雷友造,等.野生山核桃施沼肥的效果[J].农技服务,2007(2):39.

[ 17 ] Jin F L, Bin L U, Yong F Z, et al. Application of Biogas Fertilizer to Walnut Production[J]. Forest Inventory & Planning, 2012.

[ 18 ] 赵永丰,刘金凤,苏智良,等.不同施肥处理对山地核桃园土壤肥力的影响[J].广西林业科学,2018,47(1):110-113.

[ 19 ] 宫国辉,孙 凯,姜淑兰,等.沼肥与化肥配施对辣椒和番茄生长发育及品质的影响[J].东北农业科学,2017,42(2):34-38.

[ 20 ] 殷大伟,金 梁,郭晓红,等.生物炭基肥替代化肥对砂壤土养分含量及青贮玉米产量的影响[J].东北农业科学,2019,44(4):19-24,88.

(责任编辑:王丝语)