

# 水肥耦合对黄冠梨叶片光合效能及果实品质的影响

王立飞<sup>1</sup>, 刘水林<sup>1</sup>, 李英丽<sup>1,2</sup>, 乐文全<sup>3</sup>, 徐金涛<sup>3</sup>, 张建光<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省梨工程技术研究中心, 河北 保定 071001;

3. 河北省农林科学院 昌黎果树研究所, 河北 昌黎 066600)

**摘 要:**以6年生黄冠梨为试材,研究了不同水肥处理对黄冠梨叶片光合效能和果实品质的影响,从而筛选出最佳的水肥耦合方式。结果表明:水分是影响水肥耦合效能的主导因子,半量水和倍量水处理对梨树叶片光合效率及果实品质均有不利影响,无水条件下施肥不良影响最大;在不同水肥耦合方式中,常量水+半量肥处理(NH)表现最佳,叶片净光合速率、果实可溶性固形物以及可滴定酸含量最高,分别为  $13.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、13.70%和 0.111%,显著高于对照和其它多数处理,而果实硬度则与其它处理并无显著差异;因此,从经济用肥以及提高果实品质的角度考虑,在对梨树追肥时,推荐采用常量水+半量肥(NH)的水肥耦合方式。

**关键词:**梨;黄冠梨;水肥耦合;光合效能;果实品质

**中图分类号:**S 661.201 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)17-0001-04

水肥耦合效应对果树生长和结果具有很大的影响<sup>[1]</sup>。水分和肥料都是影响果树生长发育的重要因子,肥料必须在水溶状态下才能被果树根系吸收,但是,如果水分过多,造成地表径流或向土壤深层的渗漏也会造成肥料的损失,或者根系呼吸不畅也会影响吸收效能。同时,过量施肥还会导致环境污染。

果树的产量在很大程度上取决于树体的光合效能。果树在物质代谢过程中,通过光合作用将无机养分转变为有机养料,净光合速率是衡量果树光合效能的主要指标。只有土壤水分和养分协调一致,才能最大限度地发挥果树的光合效能,从而有利于果树生长和发育<sup>[2-3]</sup>。黄冠梨是近年来我国发展较快的新品种<sup>[4]</sup>,通过合理施肥提高其产量和果实品质也是生产上急需解决的问题。该试验旨在研究不同水肥耦合处理对叶片光合效能以及果实品质的影响,以为黄冠梨优质高效栽培提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为6年生黄冠梨,栽植株行距  $2 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ,土壤为褐土,管理水平较高。试验施用的肥料种类为:

**第一作者简介:**王立飞(1989-),男,硕士研究生,研究方向为果树栽培生理。E-mail:wesleywang2012@163.com.

**责任作者:**张建光(1957-),男,博士,教授,现主要从事果树结实生理与分子生物学等研究工作。E-mail:zhjg570315@sina.com.

**基金项目:**国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-29)。

**收稿日期:**2015-05-21

尿素(含氮 46%)、磷酸二铵(含氮 18%、含  $\text{P}_2\text{O}_5$  46%)以及氮磷钾复合肥(含氮 15%、含  $\text{P}_2\text{O}_5$  15%、含  $\text{K}_2\text{O}$  15%)。

### 1.2 试验方法

试验于2013年3—12月在河北省农林科学院昌黎果树研究所孔庄科技创新基地进行,试验共分为9个处理,双株小区,随机区组设计,3次重复。为防止处理树与相邻株之间的相互影响,不同处理间均设有2~3棵保护株。施肥量处理分为全量和半量2个水平(表1)。施肥处理分在萌芽期、坐果期和果实膨大期,共3次。根据梨树生长发育的特点,考虑到实际需要和生产惯例,每次追施肥料的种类有所不同(表2)。

表 1 田间试验处理

Table 1 Field experiment treatment			
处理编号 Treatment No.	灌水量 Irrigation amount/kg	施肥量 Fertilizing amount/g	区组编号 Group No.
I	7.5(半量)	250(全量)	HT
		125(半量)	HH
II	15.0(常量)	250(全量)	NT
		125(半量)	NH
III	30.0(倍量)	250(全量)	DT
		125(半量)	DH
IV	无水	250(全量)	ZT
		125(半量)	ZH
V	无水	无肥	CK

表 2 追肥时期及种类

Table 2 Topdressing time and type			
追肥日期 Fertilizing date/月-日	03-22	05-06	07-12
物候期 Phenological period	萌芽期	坐果期	果实膨大期
追肥种类 Topdressing type	尿素	磷酸二铵	氮磷钾复合肥

肥水施用方法:在树冠外缘两侧开宽 30 cm、深度 15 cm、长度 1 m 浅沟,肥料与水配制成溶液后,分两半均匀地倒入两侧沟中,然后用原来的表土掩埋浅沟,整平土壤。

### 1.3 项目测定

1.3.1 光合指标测定 在生长季 5—7 月,选择晴天进行。在树冠中上部,选择外围新梢中上部成熟叶片,用 LI-6400 光合仪(美国 LI-COR 公司)于 9:00—11:00 测定叶片净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)及胞间 CO<sub>2</sub> 浓度(Ci),测定时光照强度为 1 000  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,温度为  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,CO<sub>2</sub> 浓度约为  $(400 \pm 10) \mu\text{mol/L}$ 。

1.3.2 果实品质测定 每个处理随机选取 10 个果实,重复 3 次,分别测定单果重、果实硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸含量。单果重用电子秤称重,取平均值。果实硬度用 GY-1 型手持硬度计测定去皮硬度,取平均值。可溶性固形物含量用 WYT-J 型手持折光仪测定,取平均值。可滴定酸含量采用 0.1 mol/L 氢氧化钠滴定法测定,取平均值。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2003 软件整理和绘图,DPS 7.05 软件进行 Duncan's 多重比较分析,不同小写字母表示  $\alpha=0.05$  水平上差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 水肥耦合对叶片光合效能的影响

2.1.1 叶片净光合速率 不同水肥耦合方式对叶片净光合速率有显著的影响。由图 1 可以看出,不同水肥耦合方式下的净光合速率有较大差异,变化范围在 7~14  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,其中,常量水+半量肥(NH)的处理净光合速率最高,达到了 13.4  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,显著高于对照及其它处理。在灌水量相同的条件下,半量肥的叶片净光合速率比全量肥的叶片净光合速率高(HH>HT;NH>NT;DH>DT)。此外,尽管不同水肥耦合处理之间的净光合速率不同,但都显著高于对照和无水处理;对照的净光合速率与只施肥不灌水的处理没有显著差异,说明水分对于肥料的吸收起着至关重要的

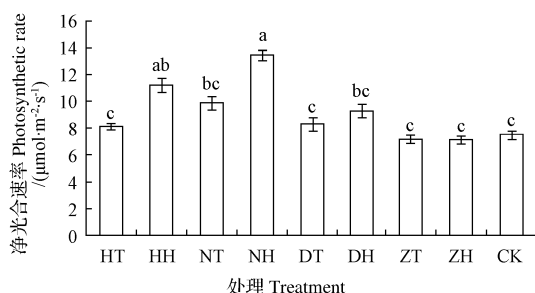


图 1 不同水肥处理对黄冠梨叶片净光合速率的影响

Fig. 1 The dynamic of the photosynthetic rate in leaves of different treatment

作用。半量水或倍量水都会在一定程度上降低叶片的净光合速率。

2.1.2 叶片其它光合参数 由图 2 可知,不同水肥耦合处理下叶片的气孔导度之间存在显著差异,气孔导度最大值出现在常量水+半量肥(NH),达到  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,气孔导度最低值  $0.36 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  出现在无水+全肥处理(ZT)。由图 3 可知,不同水肥处理下梨叶片的蒸腾速率的差异比较明显,在倍量水+全量肥(DT)处理下蒸腾速率最高,约为  $5.24 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,最低值为无水+半量肥(ZH)处理,约为  $4.39 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由图 4 可以看出,不同处理间胞间 CO<sub>2</sub> 含量并没有显著的差异。

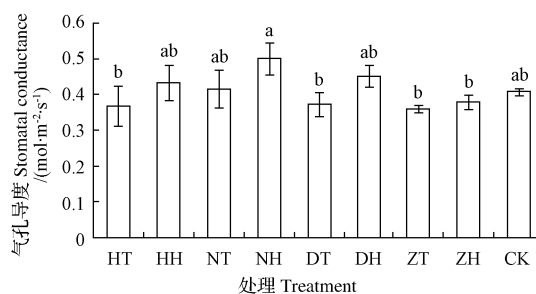


图 2 不同水肥处理对黄冠梨叶片气孔导度的影响

Fig. 2 The dynamic of the stomatal conductance in leaves of different treatments

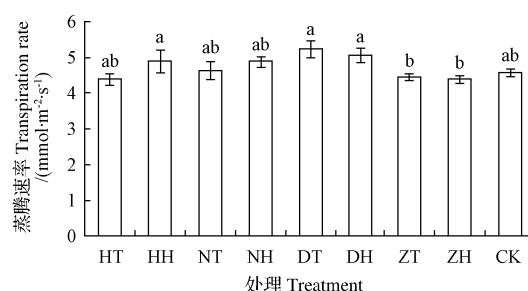


图 3 不同水肥处理对黄冠梨叶片蒸腾速率的影响

Fig. 3 The dynamic of the transpiration rate in leaves of different treatments

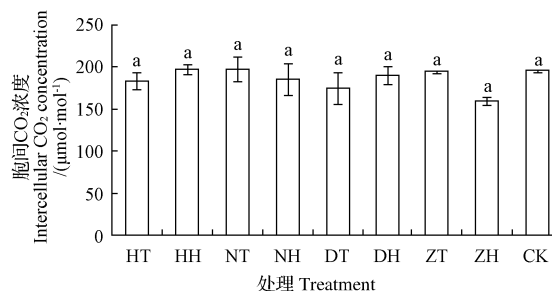


图 4 不同水肥处理对黄冠梨叶片胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的比较

Fig. 4 The dynamic of the intercellular CO<sub>2</sub> concentration in leaves of different treatments

### 2.2 水肥耦合对果实品质的影响

由表 3 可以看出,不同水肥耦合处理对黄冠梨果实品质的影响有所不同。与对照相比,NH 和 DT 处理单果重显著增大;就果实硬度而言,各肥水耦合处理的果

实与对照相比有降低的趋势,但从统计角度上看无显著差异。就可溶性固形物而言,NT、NH、DT、DH、ZT 5 个处理均比对照显著增高,并以常量水+半量肥(NH)处理最高,为 13.70%,比对照高出了约 16.2%;常量水+半量肥(NH)处理可滴定酸含量显著高于其它处理,比对照提高了 7.77%。

表 3 不同水肥耦合方式对果实品质的影响

Table 3 Comparison of fruit quality indexes among different treatments				
处理 Treatment	单果重 Single fruit weight /g	硬度 Hardness /(kg·cm <sup>-2</sup> )	可溶性固形物含量 Soluble solid content /%	可滴定酸含量 Soluble acid content /%
HT	245.54b	5.97a	12.48ab	0.071cd
HH	262.4ab	6.38a	12.57ab	0.086bc
NT	254.42ab	6.54a	13.16a	0.058d
NH	268.71a	6.12a	13.70a	0.111a
DT	269.18a	5.93a	13.43a	0.075cd
DH	246.61b	6.56a	13.59a	0.103ab
ZT	241.45b	5.98a	13.17a	0.066cd
ZH	254.42ab	6.54a	12.16ab	0.058d
CK	246.61b	6.56a	11.79b	0.103ab

### 3 讨论

#### 3.1 水分对于叶片光合效能的影响

水是光合作用的主要原料之一,也是土壤矿质营养赖以溶解的重要溶剂。植物体内的水分状况会随着土壤水分的变化而改变,从而引起植物光合活性的变化<sup>[5]</sup>。该试验研究表明,在不同水肥耦合方式下,梨叶片净光合速率、蒸腾速率和气孔导度有所不同,从而导致叶片光合作用方面出现一定程度的差异。在有水的条件下施肥,才能充分发挥肥效,该试验中采用肥水耦合与有肥无水处理的显著差异就证明了这一点。在有水的前提下,水多(倍量水)和水少(半量水)也会对于肥料利用率产生影响。在水少的情况下,肥料不能渗入根系主要分布层,会导致吸收率降低;而在水过多的情况下,不仅根际实际养分浓度降低,而且由此导致的地表径流以及深层渗漏也会导致矿质养分的流失,从而降低了吸收利用效率。只有在水分适宜的条件下,养分能够相对集中在根系分布层,因而吸收效率最高。这就较好地解释了常量水下施肥效果较好的原因。此外,常量水还有利于增大气孔开度和提高蒸腾效率。然而,在常量水前提下,比较全量肥和半量肥的效果,可以看出,实际上全量肥处理叶片光合效率并不如半量肥,原因可能是半量肥(这里是参考生产常规使用的量)已经能够满足梨树光合作用的需要;如果再增加肥料用量,无形中增

大了土壤溶液的浓度,反而对于根系吸收水分和矿质营养可能会造成负面影响。尽管倍量水+全量肥(DT)单果重与常量水+半量肥(NH)相同,但后者显然具有节肥效果。因此,根据地力条件和树体需肥水平,合理的肥水配比对于保障根系顺利吸收水分和营养具有重要的意义。所以,从某种意义上来说,水分在肥水耦合效能发挥中起着主导的作用。

#### 3.2 肥水耦合方式对果实品质的影响

肥料和水分是影响果实品质的 2 个重要因子,适宜的水分和营养供应,能够协调作物生长和发育的关系,因而,有利于提高作物产量和品质<sup>[6-10]</sup>。前人已对施肥和灌水与果实品质的关系方面做了大量的研究,认为肥料与水协调配合施用对提高产量果品以及改善品质有重要作用<sup>[11-13]</sup>。该试验结果表明,无水或半水条件下,果实大小、可溶性固形物含量以及可滴定酸含量均偏低;倍水条件下,果实品质与常量水相近(硬度)或不及(可溶性固形物、可滴定酸含量)。因此,从提高果实品质以及经济角度考虑,梨园追肥推荐采用常量水半量肥(NH)组合。当然,不同梨园由于品种、树龄、土质条件存在差异,所以,在追肥前应该确定适宜的“常量水”范围。

#### 参考文献

- [1] 梁运江,依艳丽,许广波,等. 水肥耦合效应的研究进展与展望[J]. 湖北农业科学,2006,45(3):385-388.
- [2] 郑文君,范崇辉,韩明玉. 不同天气对苹果叶片光合特性的影响[J]. 西北农业学报,2007,16(6):124-127.
- [3] 梁运江,谢修鸿,许广波,等. 水肥耦合对保护地辣椒叶片光合速率的影响[J]. 核农学报,2010,24(3):650-655.
- [4] 张玉星. 果树栽培学各论[M]. 北京:中国农业出版社,2003:45.
- [5] 古谷雅树. 植物生理学讲座[M]. 5 卷. 北京:科学出版社,1976.
- [6] 谷利敏. 小麦玉米周年氮水耦合对麦季氮素流向和利用效率的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2014.
- [7] 中国土壤学会土壤农业化学专业委员会. 土壤氮素的矿化和供应[M]. 北京:科学出版社,1986:34-45.
- [8] 王士超,周建斌,陈竹君,等. 温度对不同年限日光温室土壤氮素矿化特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(1):121-127.
- [9] 彭显龙,刘洋,于彩莲,等. 寒地稻田土壤氮素矿化特征的研究[J]. 中国农业科学,2014(4):702-709.
- [10] 朱兆良,文启孝. 中国土壤氮素[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1992:37-59.
- [11] 薛莲,刘国彬,张超,等. 黄土高原丘陵区坡改梯后的土壤质量效应[J]. 农业工程学报,2011,27(4):310-316.
- [12] 路超. 苹果水肥耦合效应及树体生理响应研究[D]. 泰安:山东农业大学,2014.
- [13] 隋岩,冯志文,王翠玲,等. 水肥耦合对设施草莓生长、产量品质及水分利用效率的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2011,42(3):369-375.

## Effect of Water and Fertilize Coupling Modes on Leaf Photosynthetic Efficiency and Fruit Quality in Huangguan Pears

WANG Lifei<sup>1</sup>, LIU Shuilin<sup>1</sup>, LI Yingli<sup>1,2</sup>, LE Wenquan<sup>3</sup>, XU Jintao<sup>3</sup>, ZHANG Jianguang<sup>1,2</sup>

DOI:10.11937/bfyy.201517002

# 不同修剪方法对蓝莓新梢生长和枝量形成的影响

杨 芩<sup>1,2</sup>, 李 性 苑<sup>1,2</sup>, 付 燕<sup>3</sup>, 李 东 平<sup>1,2</sup>, 岳 阳<sup>1</sup>, 张 杰<sup>1</sup>

(1. 凯里学院 环境与生命科学院, 贵州 凯里 556000; 2. 凯里学院 蓝莓研究所, 贵州 凯里 556000;

3. 黔东南民族职业技术学院, 贵州 凯里 556000)

**摘 要:**以 2 年生‘夏普蓝’、‘园蓝’和‘杰兔’为试材,研究了回缩、重截、中截和轻截 4 种修剪方法对其幼树期植株新梢生长和枝量形成的影响。结果表明:对 2 年生的‘夏普蓝’、‘园蓝’和‘杰兔’幼树进行轻截、中截、重截和回缩 4 种修剪处理后,虽然轻截处理的萌芽率显著低于对照的萌芽率,但这 4 种方法修剪的植株枝量和成枝力均显著高于对照处理,且采用回缩修剪处理植株的枝量和成枝力均显著高于重截、中截和轻截 3 种修剪方法,表明在蓝莓幼树期充分利用其芽潜伏能力强与寿命长的特点,对植株进行回缩处理,并适时的对新梢进行摘心处理有利于树冠的形成,实现早结丰产。

**关键词:**蓝莓;修剪方法;新梢生长;枝条类型

**中图分类号:**S 663.205<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)17-0004-04

蓝莓(*Vaccinium* Spp)属杜鹃花科越橘属植物,由于果实的颜色呈现蓝色,所以商品名俗称“蓝莓”。蓝莓的

**第一作者简介:**杨芩(1983-),男,博士,副教授,现主要从事果树生长发育系统调控与生态高效栽培技术等研究工作。E-mail: yangqin1028518@126.com.

**基金项目:**贵州省教育厅“125 计划”重大科技专项资助项目(黔教合重大专项字[2013]028);贵州省科技厅自然科学基金资助项目(黔科合 J 字[2012]2300 号);贵州省科技厅联合基金资助项目(黔科合 J 字 LKK[2013]10 号);黔东南州科技计划资助项目(黔东南科合 J 字[2014]4005);凯里学院院级规划资助项目(Z1302)。

**收稿日期:**2015-05-19

栽培历史约有 100 年,但真正的开始商业化生产销售只有 80 年左右,于 20 世纪 30 年代率先在美国开始<sup>[1]</sup>。现在全世界有 400 余种蓝莓品种,主要分布在北半球地区。我国从 1981 年开始引进蓝莓种植,种植地区包括了黑龙江、吉林、重庆、贵州等地,栽培区域从东北扩展到了西南,特别是近 10 年以来我国蓝莓产业得到了迅速的发展<sup>[2]</sup>。然而蓝莓产业的迅速发展亦给我国的蓝莓种植者和研究人员提出了更为严峻的难题和迫切的科研需求。例如蓝莓的整形修剪就是目前急需解决的难题,修剪是果树栽培种植中一项重要的管理技术,修剪技术的应用对果树树体长势、树形培养、优质高产的实现具

(1. College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Pear Engineering and Technology Research Center of Hebei Province, Baoding, Hebei 071001; 3. Changli Fruit Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Changli, Hebei 066600)

**Abstract:** With six-year-old Huangguan pear trees as test materials, the effect of water and fertilize coupling modes on leaf photosynthetic efficiency and fruit quality was studied in order to screen out the best mode for water and fertilizer coupling. The results showed that water was the contributing factor influencing the efficacy on water and fertilizer coupling, the treatments with half amount and double amount of water were not as excellent as normal amount of water with respects to leaf phytosynthetic efficiency and fruit quality, the adverse effect was the severest if no water was applied. Among different treatments, the normal water+half fertilizer(NH) was the best, with the highest leaf Pn, SSC and titratable acidity being  $13.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 13.70% and 0.111%, respectively, significantly higher than the control and most of treatments. However, there was no significant difference in fruit firmness among all the treatments. Therefore, for sake of economical fertilization and favorable effect on improving fruit quality, the NH mode was recommended when pear trees were being dressed.

**Keywords:** pear; Huangguan pear; water and fertilizer coupling; phytosynthetic efficiency; fruit quality