

谢昶琰, 王 迪, 安祥瑞, 等. 滴灌减量施肥对梨树体养分及果实产量、品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(6): 1526-1533.
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2021.06.022

滴灌减量施肥对梨树体养分及果实产量、品质的影响

谢昶琰^{1,2}, 王 迪¹, 安祥瑞¹, 吴中营³, 王东升³, 魏树伟⁴, 王少敏⁴, 董园园⁵,
徐阳春¹, 董彩霞¹

(1.南京农业大学江苏省固体有机废弃物资源化高技术研究重点实验室/江苏省有机固体废弃物协同创新中心/教育部资源节约型肥料工程技术研究中心, 江苏 南京 210095; 2.江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所, 江苏 淮安 223001; 3.河南省农业科学院园艺研究所, 河南 郑州 450002; 4.山东省果树研究所, 山东 泰安 271000; 5.江苏省常州市农业技术推广中心, 江苏 常州 213000)

摘要: 采用田间试验,以9年生中梨1号梨树为试材,连续2年以常规施肥枪施肥为对照,以3种水溶肥35-10-7、17-17-16-TE和18-9-24-TE分别在采后、幼果期和膨大期以组合“套餐”形式,通过水肥一体化滴灌方式施肥。探讨水肥一体化滴灌施肥方式下梨树水溶肥组合对树体生长、果实产量及品质的影响,为梨树减肥提质增效提供科学的施肥依据。结果表明:1)2种施肥方式下各生育期内大、中量元素含量基本表现为短梢叶高于长梢叶,处理间无显著差异;微量元素Fe、Cu、B含量均表现为滴灌施肥方式下较高。2)果实中的N、P、K大量元素含量和Fe、Mn、B、Zn微量元素含量变化趋势较一致,均在果实发育中前期较高;在二次膨大期至成熟期,滴灌施肥方式下果实N、K元素和Ca元素含量显著高于对照。3)与对照相比,滴灌施肥方式能显著提高产量,2018年和2019年单株产量分别比对照高15.5%和52.9%;果实纵横径和果形指数无显著差异,可溶性固形物含量在2018年试验中无显著差异,而2019年低于对照,与负载量过大有关系。综上所述,滴灌施肥方式下梨树水溶肥组合套餐可显著提高产量,尤其是提高了商品果产量,对果实单果质量、大小和果形指数影响不大。同时生产中应注意负载量应与供肥量协调。

关键词: 梨; 滴灌施肥; 水溶肥; 水肥一体化; 产量; 品质

中图分类号: S661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2021)06-1526-08

Effects of drip irrigation and reducing fertilization on tree nutrient, fruit yield and quality of pear

XIE Chang-yan^{1,2}, WANG Di¹, AN Xiang-rui¹, WU Zhong-ying³, WANG Dong-sheng³, WEI Shu-wei⁴,
WANG Shao-min⁴, DONG Yuan-yuan⁵, XU Yang-chun¹, DONG Cai-xia¹

(1.Jiangsu Provincial Key Lab of Solid Organic Waste Utilization/Jiangsu Collaborative Innovation Center of Solid Organic Wastes/Educational Ministry Engineering Center of Resource-saving Fertilizers, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2.Huaiyin Institute of Agricultural Sciences of Xuhuai Region in Jiangsu, Huai'an 223001, China; 3.Institute of Horticulture, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 4.Shandong Institute of Pomology, Tai'an, 271000, China; 5.Changzhou Agricultural Technology Extension Center, Jiangsu Province, Changzhou 213000, China)

收稿日期: 2021-02-24

基金项目: 国家重点研发项目(2018YFD0201400); 现代果园灌溉施肥精准管理关键技术与示范项目(2018CXGC0208); 江苏省重点研发计划项目(BE2018389); 现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-28)

作者简介: 谢昶琰(1990-),女,河南开封人,硕士,主要从事果树养分管理、农业废弃物资源化利用研究。(E-mail) 1139908946@qq.com

通讯作者: 董彩霞, (E-mail) cxdong@njau.edu.cn

Abstract: In this study, field experiments were conducted with the nine-year-old Zhongli No. 1 as test material. The conventional fertilization was used as control for two consecutive years. Three kinds of water soluble fertilizers (35-10-7, 17-17-16-TE and 18-9-24-TE) were supplied by drip irrigation in the form of combination at post-harvest, young fruit stage and expansion stage, respectively. The effects of water soluble fertilizer on pear growth, fruit yield and quality under drip irrigation of inte-

grative water and fertilizer were investigated to provide scientific fertilization basis for reducing fertilization, improving quality and efficiency of pear tree. The results showed that the contents of large and medium elements in short-shoot leaves during different growth stages were higher than those in long-shoot leaves under two fertilization methods, and there was no significant difference between treatments. The contents of Fe, Cu and B were higher under drip irrigation. The contents of N, P, K, Fe, Mn, B and Zn in fruits showed a consistent trend, which were higher in the early and middle stages of fruit development. The contents of N, K and Ca in fruits under drip irrigation were significantly higher than those under the control from secondary expansion stage to maturity stage. Compared with the control, drip irrigation treatment could significantly improve the yield. The yield per plant in 2018 and 2019 under drip irrigation treatment was 15.5% and 52.9% higher than that under the control, respectively. However, there were no significant differences in fruit transverse diameter, vertical diameter and shape index. The soluble solid content showed no significant difference in 2018, but it was lower than that in control in 2019, which was related to excessive load. In summary, the combination of water-soluble fertilizers under drip irrigation can significantly increase the yield of pear tree, especially the yield of commodity fruit, and has little effect on the weight, size and shape index of the fruit. In production, it should be noted that the load should be coordinated with the amount of fertilizer.

Key words: pear; drip irrigation; water soluble fertilizer; water and fertilizer integration; yield; quality

梨是中国种植范围最广的果树之一,其栽培面积和产量分别占世界总栽培面积和总产量的 69.1% 和 68.4%^[1]。现阶段中国梨园施肥仍较为粗放,尤其忽视施肥时期和养分投入比例,施肥方式以树下撒施或浅埋尿素或复合肥为主,造成了一系列土壤生态和树体养分失衡问题,导致资源浪费和环境污染^[2-3]。同时,中国水资源供需矛盾明显,农业用水量增幅极小,水资源胁迫度增加^[4]。水肥一体化技术是将肥料溶解在水里,通过灌溉系统输送到作物根部,符合根系对水分和养分的同时吸收特性,可有效解决作物需水和需肥问题^[5-6],也是近年来在化肥和农药“双减”中大力推广的“减肥增效”措施。王立飞^[6]研究结果表明在常量水+半量肥的水肥处理下,黄冠梨叶片氮、钾和铁含量显著高于对照,且果实可溶性固形物和可滴定酸含量表现为最佳。李双双^[7]研究发现水肥耦合处理能提高蓝莓果实产量以及枝条和叶片氮、磷、钾的含量,而对果实可溶性固形物和横径无显著影响。陆树华等^[8]采用改进过的实用型灌溉施肥系统,可显著提高柑桔产量和果实品质,相比传统灌溉施肥方式在节水、增产方面均有明显优势。施肥枪技术是一种简易的水肥同时施用模式,是在容器中将肥料溶解在一定量水中,通

过人工手持施肥枪在每棵树下施用,与传统施肥相比,一定程度上减少了化肥的使用量,提高了肥料利用率和施肥效率。水肥一体化滴灌方式是一种最佳的水肥耦合方式,本研究以 9 年生早熟中梨 1 号梨树为试验材料,以当地较多采用的施肥枪施肥方式为对照,连续 2 年采用滴灌方式研究水肥耦合对全生育期树体矿质养分及果实产量和品质等方面的影响,探讨水肥耦合效应在施肥枪减肥的基础上进一步发挥的化肥减施增效潜力,以期对梨树优质高产栽培提供科学的施肥依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2017–2019 年在河南省农业科学院现代农业科技试验示范基地国家梨产业技术体系郑州综合试验站进行。供试材料为 9 年生中梨 1 号梨树 (*Pyrus bretschneideri* Rehd. cv. Zhong Li No.1),株行距 2 m×4 m,试验面积约 0.2 hm²。该试验基地位于原阳县(E 113°36', N 34°55'),属于暖温带大陆性季风型气候,年平均日照时间为 1 925.1 h,年平均降水量为 573.3 mm。土壤类型为砂壤土,其基本理化性质如表 1 所示。

表 1 试验地土壤基本理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of soil in experimental field

pH	有机质 (g/kg)	铵态氮 (mg/kg)	硝态氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	有效钾 (mg/kg)	有效钙 (mg/kg)
7.7±0.1	12.9±1.2	38±0.9	11±0.6	13.9±0.1	412.1±70	3 798.3±49.1

1.2 试验设计

试验设置 2 个处理:(1)对照(T1),为当地常规习惯施肥,施肥种类和用量为当地果农提供,全年投入 N、P₂O₅、K₂O 总量分别为 486 kg/hm²、243 kg/hm² 和 534 kg/hm²,分别于 4 月 28 日(幼果期)、5 月 29 日(新梢停长期)、6 月 24 日(果实膨大期)采用施肥枪施肥,3 个时期肥料施用量相同;(2)滴灌减量施肥处理(T2),根据梨树不同生育期对养分的需求特征,以 3 种水溶肥 35-10-7、17-17-16-TE 和 18-9-24-TE 分别在采后、幼果期和膨大期以组合“套餐”形式提供,全年投入 N、P₂O₅、K₂O 总量分别为 132.75 kg/hm²、73.50 kg/hm²、137.25 kg/hm²,施肥方式为智能水肥一体机滴灌施肥,3 个时期肥料施用量相同。每年秋季 2 个处理均施商品有机肥 15 000 kg/hm²,其他管理按常规进行,疏花、疏果后套袋。

1.3 样品采集

梨树各生育期花和叶片样品采集时间分别为 2017 年 10 月 26 日(老叶)、2017 年 12 月 5 日(落叶期)、2018 年 4 月 6 日(花期)、2018 年 4 月 28 日(幼果期)、2018 年 6 月 11 日(二次膨大期)、2018 年 7 月 25 日(成熟期)。

花期花采集:挑选长势基本一致的梨树,于东南西北 4 个方位采集花和幼叶部分,每个处理 6 棵树,每 2 棵树为一个重复,每个重复 8~10 个样品。

叶片采集:挑选长势基本一致的梨树,于东西南北 4 个方位分别采集梨树新梢中上部和结果枝叶片,每个处理 6 棵树,每 2 棵树为一个重复,每个重复 8~10 个样品。

果实采集:2018 年每个处理随机选取 6 棵树,在每棵树体外围东西北 4 个方位随机摘取 8 个大小相似无机械损伤和无病虫害的果实,装入保鲜冰盒低温运回实验室进行称量和品质分析。2019 年果实采收时采用自动选果机对果实进行分级:每个处理随机选取 6 棵树,将果实全部采下,通过自动选果机按照梨果的大小进行分级,根据中梨 1 号市场定位,将单果质量在 250 g 以上的果实定为商品果,低于 250 g 的果实定为非商品果,在单果质量大于 400 g 和 250~400 g 2 个等级中各随机选取 6 个果实称量后进行品质分析。

1.4 指标测定

1.4.1 产量测定 在果实成熟期测定梨产量。将 2 个处理下各试验树果实全部采下,用电子秤称取株

产量。

1.4.2 果实品质测定 用电子天平称量果实单果质量。用游标卡尺测量果实横纵径,果形指数=纵径/横径。采用 FT 327 型硬度计(意大利 BREUZZI 公司)测定果实硬度。采用 PAL-1 型电子折光仪(日本 ATAGO 公司)测定可溶性固形物含量。

1.4.3 矿质养分含量测定 将植株样品用去离子水洗净,于 105 ℃杀青 30 min,70 ℃下烘至恒质量,研磨后放置自封袋中。参考鲍士旦^[9]的方法,采用 H₂SO₄-H₂O₂消煮植株后用 Auto Analyzer3 流动分析仪测定全氮含量。参考本实验室方法^[10]采用浓硝酸:高氯酸=4:1 消煮后用 ICP-OES(电感耦合等离子体发射光谱仪)测定其他矿质元素含量。

1.5 数据分析

采用 SPSS 20 统计分析软件对数据进行分析,Origin8.5 和 Microsoft Excel 2016 进行图表制作。

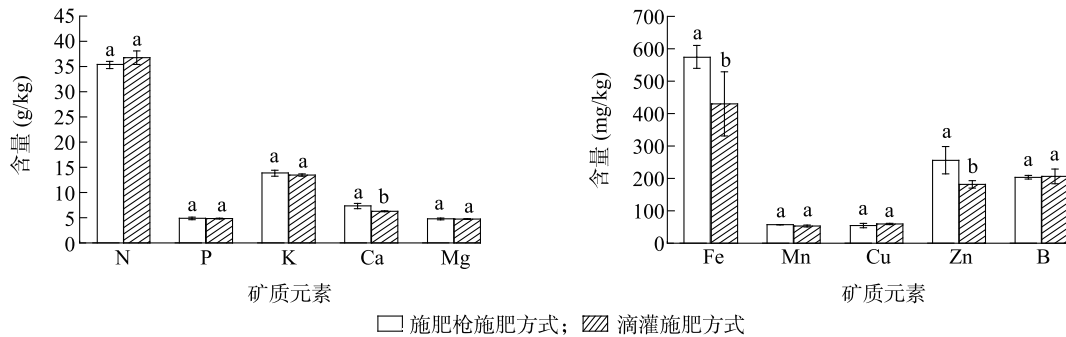
2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对梨树花矿质养分含量的影响

如图 1 所示,花中除了钙、铁、锌 3 种元素外,不同施肥方式下其他元素含量无显著差异。与对照相比,滴灌处理下钙、铁、锌元素含量分别下降 14.4%、33.7%和 41.2%。

2.2 不同施肥处理对梨树叶片矿质养分含量的影响

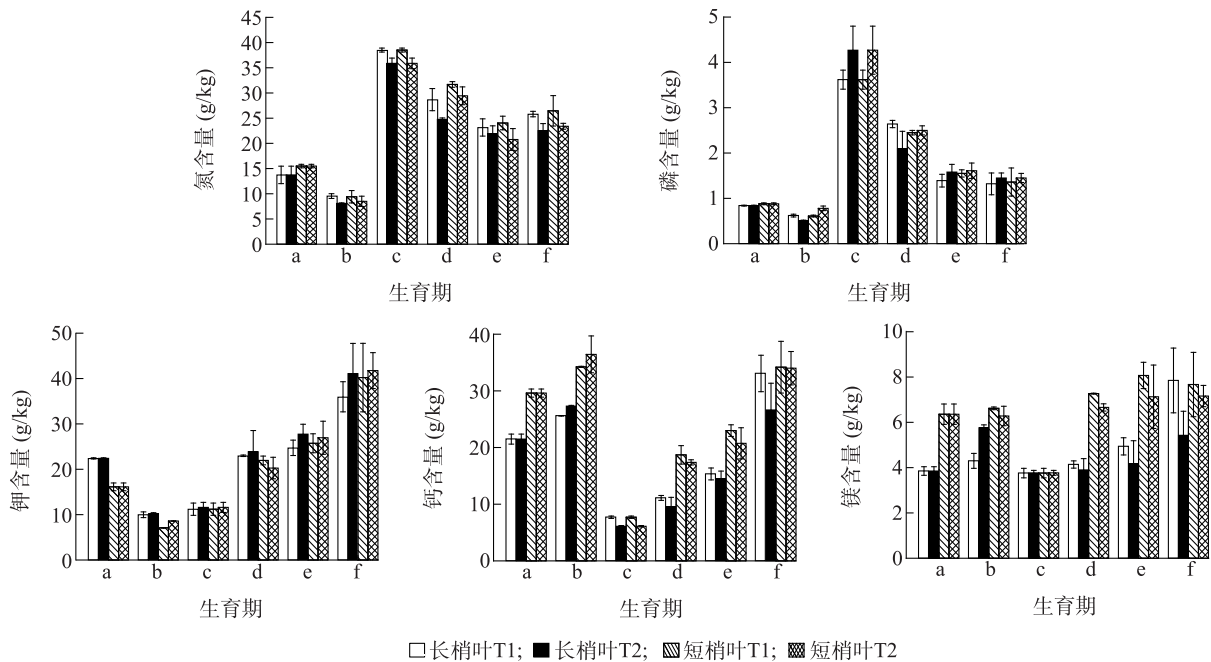
2.2.1 对大、中量元素含量的影响 各处理下不同部位叶片大、中量元素含量呈现相同的变化趋势,基本表现为短梢叶>长梢叶(图 2)。随着生育期的变化,不同处理下氮、磷元素含量在落叶前 40 d 至落叶期显著降低并处于最低值,初花期施肥后、盛花期含量达到最高值,于幼果期、二次膨大期、成熟期缓慢降低。不同部位叶片不同处理下钾元素含量的年周期变化趋势为先显著降低花期施肥后迅速上升,在成熟期达到最大值。不同处理的长梢叶片 Ca、Mg 元素含量年周期变化趋势一致,由 2017 年落叶前 40 d 到落叶期含量显著上升,但盛花期含量最低,随后持续上升,于成熟期达到最大值。结果枝叶 Ca、Mg 元素含量在各个生育期中变化趋势一致,为先降后升,均在盛花期达到最小值,不同的是,Ca 元素含量趋势为由花期之后逐渐上升至最大值,而 Mg 元素含量则上升至二次膨大期之后降低。



相同矿质元素不同小写字母表示元素含量在不同施肥方式下的差异达 0.05 水平显著。

图1 不同施肥方式中梨1号梨花矿质元素含量

Fig.1 The contents of mineral elements in flowers of Zhongli No.1 pear under different fertilization treatments



T1:施肥枪施肥方式;T2:滴灌施肥方式。a:落叶前40 d;b:落叶期;c:盛花期;d:幼果期;e:二次膨大期;f:成熟期。

图2 不同施肥处理对中梨1号梨树不同生育期叶片大、中量元素含量的影响

Fig.2 Effects of different fertilization treatments on the contents of major elements in leaves of Zhongli No.1 pear at different growth stages

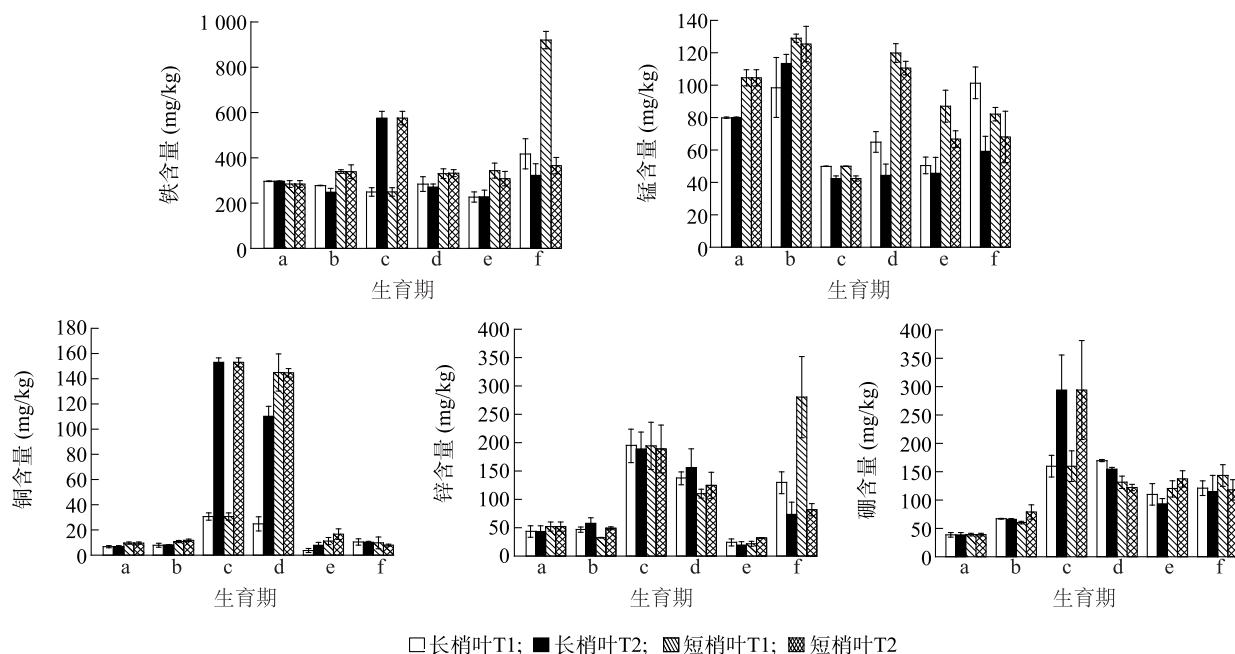
2.2.2 对微量元素含量的影响 2个处理不同部位叶片微量元素含量各生育期表现出较大差异,短梢叶各生育期 Fe、Mn、Cu 元素含量均明显高于长梢叶,不同部位叶片 2 个处理 Zn、B 元素含量基本无明显差异(图 3)。从叶片不同部位来看,不同施肥方式下梨长梢叶微量元素 Fe、Cu、B 元素含量变化趋势基本一致,且均为 T2 处理盛花期时处于最大值,分别为 575.6 mg/kg、153.0 mg/kg 和 294.0 mg/kg,是同一时期对照(T1)的 2.3 倍、5.0 倍和 1.8 倍。而短梢叶的 Fe 元素含量各处理不同生育期趋势均为先上升后下降再升高,且与对照(T1)相比,盛花期滴灌施肥处理(T2)显著增加 151.8%,成

熟期滴灌施肥处理(T2)显著减少 60.3%。各处理 Zn 元素含量在不同部位各生育期变化趋势一致,均为先升后降再升高,成熟期达到最高,且 T1 对照显著高于 T2 处理。

2.3 不同施肥处理对梨树果实矿质养分含量的影响

2.3.1 对大、中量元素的影响 各果实发育期不同施肥方式的果实中 N、P、Mg 元素含量变化趋势较一致,均在幼果期含量最高,而 N、Ca 元素含量在幼果期至二次膨大期降幅较大,分别约为 61.3%~62.0% 和 69.1%~72.2%(图 4)。从不同施肥处理来看,对照中 N、K、Ca 元素含量在幼果期-二次膨大期明显高于滴灌施肥处理,之后至成熟期则趋势相反,P 元

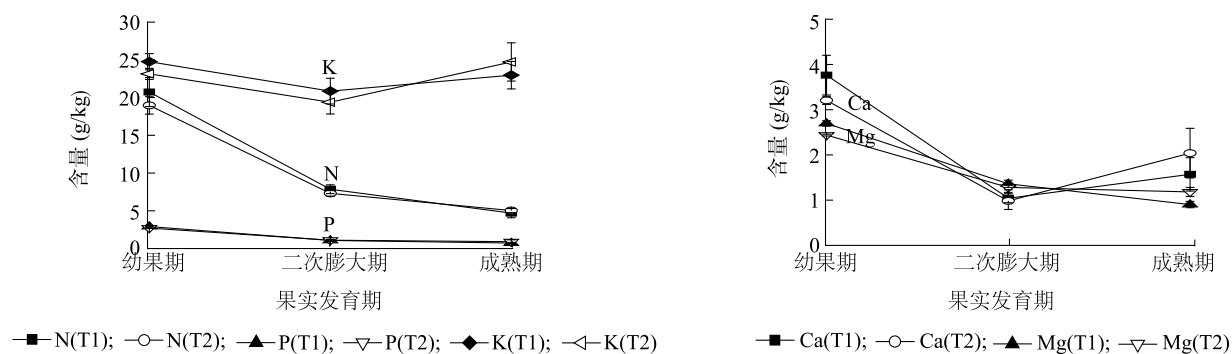
素含量在 2 个处理间无明显差异。



T1: 施肥枪施肥方式; T2: 滴灌施肥方式。a: 落叶前 40 d; b: 落叶期; c: 盛花期; d: 幼果期; e: 二次膨大期; f: 成熟期。

图 3 不同施肥处理对中梨 1 号梨树不同生育期叶片微量元素含量的影响

Fig.3 Effects of different fertilization treatments on the contents of microelements in leaves of Zhongli No.1 at different growth stages



T1: 施肥枪施肥方式; T2: 滴灌施肥方式。

图 4 不同施肥处理对中梨 1 号梨树果实大、中量元素含量的影响

Fig.4 Effects of different fertilization treatments on the contents of major elements in fruits of Zhongli No.1 pear

2.3.2 对微量元素的影响 不同施肥方式的果实中 Fe、Zn 元素含量变化趋势较一致,均在幼果期含量最高,至二次膨大期含量降到最低值,随后升高(图 5)。其中滴灌施肥处理 Fe 元素含量在幼果期-二次膨大期降幅较大,约为 81.0%,且显著高于对照,对于 Mn、B、Zn 元素,幼果期-二次膨大期对照显著高于滴灌施肥处理,二次膨大期-成熟期表现为相反趋势。不同施肥方式的 Cu 元素含量变化趋势为从幼果期开始就一直降低,幼果期,对照是滴灌施肥处理的 4.6 倍;二次膨大期时,与滴灌施肥处理相比,对照降低

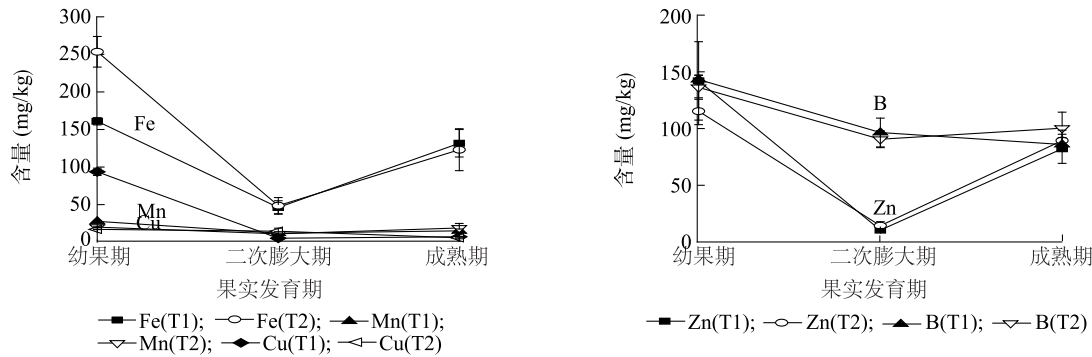
197.57%;成熟期时,对照是滴灌处理的 1.2 倍。

2.4 梨树不同部位叶片大、中量元素含量的相关性

对中梨 1 号梨树长梢叶和短梢叶大、中量元素含量进行相关性分析(表 2)。长梢叶幼果期 Ca、Mg 元素含量呈显著正相关关系;二次膨大期 K、Mg 元素含量呈显著负相关关系,而 N、Mg 元素含量呈显著正相关关系;成熟期时 N 元素含量与 Ca、Mg 元素含量呈显著正相关关系,而 Ca 元素含量与 Mg 元素含量呈显著正相关关系。短梢叶幼果期 N、P 元素含量分别与 Ca、Mg 元素含量有显著正相关性,P 元

素含量与 K 元素含量呈极显著负相关关系,K 元素含量与 Ca、Mg 元素含量呈极显著负相关关系,Ca 元素含量与 Mg 元素含量呈显著正相关关系;二次膨大期时 K 元素含量与 Ca、Mg 元素含量呈极显著负相关关系,Ca 元素含量与 Mg 元素含量呈极显著

正相关关系;成熟期时 N 元素含量与 K、Ca、Mg 元素含量有显著正相关性,P 元素含量与 K 元素含量呈显著正相关关系,P 元素含量与 Ca 元素含量呈显著负相关关系,Ca 元素含量与 Mg 元素含量呈极显著正相关关系。



T1:施肥枪施肥方式;T2:滴灌施肥方式。
图 5 不同施肥处理对中梨 1 号梨树果实微量元素含量的影响
Fig.5 Effects of different fertilization treatments on the contents of microelements in fruits of Zhongli No.1 pear

表 2 不同果实发育期梨树叶片大、中量元素含量间的相关性

Table 2 Correlation between large and medium elements contents in leaves of pear at different fruit development stages

时期	长梢叶片大、中量元素					短梢叶片大、中量元素				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
幼果期	N	1.000				1.000				
	P	0.643	1.000			0.689	1.000			
	K	-0.046	0.178	1.000		-0.466	-0.897 **	1.000		
	Ca	0.155	0.534	0.574	1.000	0.766 *	0.820 **	-0.739 **	1.000	
	Mg	0.03	0.187	0.396	0.730 **	1.000	0.782 *	0.883 **	-0.769 **	0.843 **
二次膨大期	N	1.000				1.000				
	P	-0.061	1.000			-0.283	1.000			
	K	-0.142	0.360	1.000		0.033	0.017	1.000		
	Ca	0.192	-0.285	0.324	1.000	0.193	0.087	-0.633 **	1.000	
	Mg	0.629 **	-0.303	-0.463 *	0.253	1.000	0.136	0.007	-0.745 **	0.822 **
成熟期	N	1.000				1.000				
	P	0.027	1.000			-0.098	1.000			
	K	0.311	0.201	1.000		0.488 **	0.540 **	1.000		
	Ca	0.684 **	-0.233	0.047	1.000	0.482 **	-0.388 *	-0.055	1.000	
	Mg	0.718 **	-0.016	0.133	0.727 **	1.000	0.815 **	-0.333	0.186	0.539 **

** 表示在 0.01 水平(双尾)上相关性显著,* 表示在 0.05 水平(双尾)上相关性显著。

2.5 不同施肥处理对中梨 1 号梨树产量的影响

2 年试验结果(表 3)表明,施肥枪施肥(对照)和滴灌施肥处理 2018 年株产量分别为 45.38~52.84 kg 和 43.53~75.33 kg,2019 年株产量分别

为 18.9~33.45 kg 和 45.0~57.65 kg,2 年中滴灌施肥处理产量比对照分别高 15.5%(2018)和 52.9%(2019)。2018 年和 2019 年两种施肥方式下平均单果质量均无显著差异。2019 年通过对整株梨树

果实进行分级测定,发现两种施肥方式下果实商品率及品级内的果实平均单果质量亦无显著差

异,但滴灌施肥处理大于 250 g 的商品果产量比对照高 51.9%。

表 3 不同施肥处理中梨 1 号梨树果实产量

Table 3 Fruit yield of Zhongli No.1 pear under different fertilization treatments

处理	株产量(kg)		平均单果质量(g)		2019 年		商品果株产量 (g)	商品果单果质量(g)	
	2018 年	2019 年	2018 年	2019 年	商品率(%)	非商品率(%)		>400 g	250~400 g
常规施肥	48.63±3.12b	23.54±6.74b	408.54±46.43a	300.70±72.86a	61.39	38.61	15.39±9.6b	402.43±40.29a	274.28±41.51a
滴灌施肥	57.56±3.53a	49.97±4.92a	381.86±64.64a	323.09±64.06a	63.24	36.76	32.02±11.91a	431.37±57.03a	294.28±30.36a

同列数据后不同字母表示处理间差异达 0.05 显著水平。

2.6 不同施肥处理对梨树果实品质的影响

2 年试验结果(表 4、表 5)表明,果实横纵径、果形指数在处理间无显著差异。不同年份间果实硬度存在差异,2019 年 2 个施肥处理的果实硬度明显高于 2018 年;不同处理间,2018 年滴灌施肥处理果实硬度平均值高于对照,2019 年则无明显差异。2018

年 2 个处理果实可溶性固形物含量无显著差异,2019 年滴灌施肥处理明显下降,比对照降低了 6.7%,分析发现降低与大于 400 g 果实的可溶性固形物含量较低有关,这可能与大果高负载量有关(表 5)。

表 4 2018 年不同施肥处理中梨 1 号梨树果实品质

Table 4 Fruit quality of Zhongli No.1 pear under different fertilization treatments in 2018

处理	横径 (mm)	纵径 (mm)	果形指数 (%)	硬度 (lb)	可溶性固形物含量 (%)
常规施肥	91.9±4.18a	78.29±6.43a	0.85±0.09a	5.32±0.65b	11.29±0.97a
滴灌施肥	90.0±4.44a	78.81±7.34a	0.88±0.07a	5.94±0.55a	11.5±0.99a

同列数据后不同字母表示处理间差异达 0.05 显著水平。

表 5 2019 年不同施肥处理中梨 1 号梨树果实品质指标

Table 5 Fruit quality of Zhongli No.1 pear under different fertilization treatments in 2019

处理	横径 (mm)	纵径 (mm)	果形指数 (%)	硬度(lb)			可溶性固形物含量(%)		
				总硬度	>400 g	250~400 g	总含量	>400 g	250~400 g
常规施肥	87.71±6.91a	73.85±6.6a	0.84±0.07a	6.62±0.79a	6.34±0.57a	6.9±0.87a	12.55±1.23a	12.76±1.12a	12.35±1.32a
滴灌施肥	90.53±7.97a	75.62±7.54a	0.84±0.06a	6.34±0.66a	6.24±0.72a	6.46±0.57a	11.71±0.92b	11.38±1.01b	12.00±0.72a

同列数据后不同字母表示同一指标不同处理间差异达 0.05 显著水平。

3 讨论

3.1 滴灌减量施肥对梨树树体矿质养分的影响

叶片是植物制造养分的主要器官,也是为当年果实生长发育和花芽分化提供和积累贮藏养分的重要“源”器官,因此果树叶片的矿质元素含量变化规律在一定程度上反映果树的营养特性^[11]。本研究结果表明,盛花期至二次膨大期和落叶前 40 d 至落叶期 2 个阶段,不同部位叶片中氮、磷元素含量降幅较大,这与姜继元等^[12]研究结果相似,2 个处理间氮、磷元素含量各生育期无明显变化。钾含量则是落叶前 40 d 至落叶期显著下降后逐步上升,与武晓

等^[13]发现的叶片钾含量随着果树生长发育降低的趋势相悖,我们推测可能与施肥方式有关,后者采用传统施肥模式,即在萌芽前和膨大期土壤穴施钾肥,而本研究中 2 种施肥方式都是将肥料溶解于水里少量多次供应。果实中 N、P、K 大量元素含量和 Fe、Mn、B、Zn 微量元素含量变化趋势较一致,均在果实发育中前期含量较高,发育后期变化较小,这可能与果实迅速膨大的稀释作用有关。谢凯^[11]对丰水梨及黄金梨树体矿质元素含量分析也发现,叶片中氮、磷含量随叶龄增加而降低,果实中矿质元素含量随果实膨大呈递减趋势。不同施肥方式下梨树长梢叶和短梢叶 Fe、Zn 元素含量在盛花期至二次膨大期表

现下降趋势,至成熟期显著上升,这与朱海峰等^[14]和彭福田等^[15]研究结果相似。滴灌施肥与常规施肥处理叶片的矿质养分含量存在一定差异,一定程度上反映了施肥量的多少,但从整株产量看,某些元素含量的降低并没有影响产量。梨树长梢叶和短梢叶大、中量元素含量间相关性表明:K元素含量与Ca、Mg元素含量间有时表现为拮抗关系,而Ca元素含量与Mg元素含量之间存在协同关系,尤在短梢叶的幼果期和二次膨大期时表现最为显著,与何香^[16]研究结果相似,这为梨树坐果后到成熟前的养分管理方案提供了重要的借鉴。

3.2 滴灌减量施肥的提质增效作用

2年试验中,梨树专用水溶肥处理较施肥枪施肥处理均能显著提高梨产量,与荣传胜等^[17]、何流等^[18]研究结果相一致。本研究发现2年试验条件下果实横纵径、果形指数差异不明显,可溶性固形物含量在第2年大于400g的果实中表现为下降,造成这种差异的原因可能与施肥枪处理下留果数量少、单株产量低及单果质量大有关,这与彭良志等^[19]在柑橘上开展的滴灌施肥研究结果较一致。严程明等^[20]指出,滴灌施肥下菠萝果实品质无下降但商品率得到大幅度提高。这些结果启发我们,果树的负载量应与水肥管理严格一致,否则可能造成果实品质降低或树体生长过旺。

4 结论

连续2年试验结果表明,与施肥枪施肥方式相比较,滴灌施肥方式下梨树水溶肥组合套餐可显著提高产量,尤其是提高商品果产量,而对果实单果质量、大小、果形指数影响不大。生产中应注意负载量应与供肥量协调。

参考文献:

- [1] 张绍铃,谢智华.我国梨产业发展现状、趋势、存在问题与对策建议[J].果树学报,2019,36(8):1067-1072.
- [2] 李鹏,李春越,王益权,等.施肥方式和园龄对洛川苹果园土壤钙素退化的影响[J].应用生态学报,2017,28(5):1611-1618.
- [3] 李燕青,丁文涛,李壮,等.辽宁省苹果主产区果园施肥状况调查与评价[J].中国果树,2017(6):94-98.
- [4] 王浩,汪林,杨贵羽,等.我国农业水资源形势与高效利用战略举措[J].中国工程科学,2018,20(5):17-23.
- [5] 自由路.我国肥料产业面临的挑战与发展机遇[J].植物营养与肥料学报,2017,23(1):1-8.
- [6] 王立飞.水肥耦合方式对土壤营养及梨树生长发育的影响[D].保定:河北农业大学,2015.
- [7] 李双双.水肥耦合对蓝莓生长发育及果实的影响效应[D].贵阳:贵州大学,2017.
- [8] 陆树华,王新桂,李冬兴,等.漓江上游丘陵山地柑桔滴灌施肥种植技术研究及应用[J].节水灌溉,2015(12):89-92.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:1-329.
- [10] 刘慧冉,谢昶琰,康亚龙,等.不同裂解温度对梨树枝条生物炭理化性质的影响[J].南京农业大学学报,2019,42(5):895-902.
- [11] 谢凯.不同有机肥对梨树生长及土壤性状的影响[D].南京:南京农业大学,2012.
- [12] 姜继元,李铭,郭绍杰,等.弗雷葡萄叶中氮、磷、钾含量年动态变化规律研究[J].安徽农业科学,2012,40(32):15603-15605.
- [13] 武晓,申长卫,丁易飞,等.黄冠梨果实和叶片钾素积累特征及其对施钾的响应[J].植物营养与肥料学报,2016,22(5):1425-1432.
- [14] 朱海峰,马建江,刘艳,等.不同产量库尔勒香梨叶片中微量矿质元素含量的年变化研究[J].新疆农业科学,2017(5):65-74.
- [15] 彭福田,魏绍冲,姜远茂,等.生长季苹果硼素营养变化动态及诊断[J].果树学报,2001,18(3):136-139.
- [16] 何香.不同施肥处理对库尔勒香梨树体营养积累与抗寒性的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.
- [17] 荣传胜,刘秀春,周朝辉,等.滴灌减量施肥对果树产量、品质的影响[J].北方果树,2019(2):5-7.
- [18] 何流,刘晓霞,于天武,等.果实膨大期施用黄腐酸水溶肥对苹果叶片生长、果实品质及产量的影响[J].山东农业科学,2018,50(4):79-83.
- [19] 彭良志,淳长品,江才伦,等.滴灌施肥对特罗维它甜橙生长结果的影响[J].园艺学报,2011,38(1):1-6.
- [20] 严程明,张江周,石伟琦,等.滴灌施肥对菠萝产量、品质及经济效益的影响[J].植物营养与肥料学报,2014,20(2):496-502.

(责任编辑:张震林)