

水肥一体化对山地栽培菠萝生长及品质的影响

刘传和¹, 陈少华², 黎锦洪²

(1. 广东省农业科学院果树研究所农业部南亚热带果树生物学与基因资源利用重点实验室, 广州 5106401; 2. 广东省中山市神湾镇农业服务中心, 广东 中山 528462)

摘要: 在山地条件下,研究了水肥一体化栽培对‘神湾’菠萝植株生长,果实大小及理化品质、香气物质组成等的影响。结果表明,水肥一体化栽培的‘神湾’菠萝自然抽蕾时的青叶数、叶长、叶宽以及株高明显高于对照。水肥一体化栽培后,‘神湾’菠萝果实的果长、果径、单果鲜质量、折算单产显著增加;果实的可溶性固形物、蔗糖、可滴定酸质量分数显著提高,全糖及VC质量分数变化不明显,还原糖质量分数降低;果实中酯类香气物质总质量分数略微提高,烯类香气物质组分数减少、总质量分数略微降低。

关键词: 水肥一体化; 菠萝; 山地栽培; 生长; 品质

中图分类号: S275.6; S668.3

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggpps.2017.01.018

刘传和,陈少华,黎锦洪. 水肥一体化对山地栽培菠萝生长及品质的影响[J]. 灌溉排水学报,2017,36(1):102-106.

0 引言

水肥一体化是将施肥与灌溉紧密结合的农业新技术,其利用灌溉系统将由固体或液体肥料配兑而成的肥液均匀、准确地输入到作物根部的土壤。水肥一体化能有效控制灌溉用水量和施肥量,提高水肥利用效率^[1],具有显著的节水、节肥、节约、省工、高产、高效以及减少对环境的污染等优点和特点^[2-5]。研究^[6]认为,水肥一体化栽培的生姜分枝数和根茎鲜质量比常规灌溉施肥明显增加,茎膨大期植株的根系活力增强,全生育期植株对氮、磷、钾的吸收量明显增加,水分生产效率和肥料偏生产力提高,对生姜品质无显著影响。采用水肥一体化技术能显著提高苹果的产量,改善苹果果实品质。但是水肥一体化在不同生态区的苹果果园(渭北旱塬区和关中平原区)应用其效果存在明显差异^[7]。

菠萝[*Ananas comosus* (L.) Merr.]又称凤梨,是著名的热带水果。广东是我国菠萝生产第一大省,主要集中在湛江、潮汕及中山等地。在地势较平整的湛江菠萝产区,水肥一体化栽培明显促进了菠萝植株生长,单果鲜质量、产量增加,商品果率提高,且可极大节省菠萝生产的人工投入^[8]。与常规施肥相比,在菠萝上使用滴灌施肥技术,可增产39.04%,果实内在品质无下降,但商品品质得到大幅度提高^[9]。

‘神湾’菠萝主产于广东中山市神湾镇,以其色泽金黄,果肉香甜、爽脆而远近闻名。与湛江菠萝产区不同,‘神湾’菠萝几乎全种植在坡度45°以上的山地。有关水肥一体化对山地栽培菠萝生长、产量、品质等的影响研究鲜见报道。为此,以‘神湾’菠萝为材料,在中山市山地进行菠萝水肥一体化田间试验,调查比较水肥一体化栽培与常规管理菠萝植株生长,果实产量、理化品质以及香气物质组成,旨在为山地菠萝种植水肥一体化技术的应用提供一定理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在广东省中山市神湾镇锦洪果场进行,试验地土壤为沙壤土,试验地土壤有机质量1.50%、水解性

收稿日期:2016-06-30

基金项目:农业部公益性行业(农业)科研专项经费项目(201203021);广东省省级科技计划项目(2013B060400035);中山市科技计划项目(2013A3FC0238)

作者简介:刘传和(1976-),男,副研究员,博士,主要从事菠萝栽培及选育种研究。E-mail: founderich@126.com

通信作者:陈少华(1968-),男,主要从事农业技术示范推广工作。

氮、有效磷、速效钾质量分数分别为91.05、18.55、27.0 mg/kg, pH 值为4.0。试验地所在区域年平均气温22.2℃, 月平均气温以1月最低, 为13.6℃, 7月最高, 达28.5℃。雨水多集中于5—8月, 10月至次年1月较干旱少雨, 年平均降水量1791 mm。

1.2 试验设计

2014年3月开始整地起垄, 4月开始进行试验处理。试验材料为叶片数、大小相对一致的‘神湾’菠萝吸芽苗, 约35 cm长。试验设1个处理, 即水肥一体化(简称一体化)栽培, 以常规施肥为对照; 3次小区重复, 每个小区面积15 m×20 m。试验小区分割成种植畦, 畦宽1.2 m, 长20 m, 畦与畦间隔60 cm。3个对照小区按常规施肥量一次性施完全部肥, 每小区均匀施鸡粪550 kg、复合肥(N、P、K质量比为15:15:15)23 kg。3个处理小区在种植前各施550 kg鸡粪作基肥; 复合肥暂不施, 按相同量的复合肥溶解于2 m×2 m×1.5 m池中成水肥, 铺设管道输送到各处理小区, 滴灌, 设计流量为100 L/h。每次滴灌1 h, 根据天气情况及植株需肥期进行滴灌, 在菠萝整个生育期中分20次将池中水肥全部用完, 其中菠萝叶片生长期14次, 花果生长期6次; 滴灌开始前将池中水肥搅拌均匀。对照小区每次滴灌相同量的清水。

菠萝种植时间为2014年4月18日, 株行距为30 cm×40 cm。除水肥管理外, 其他管理如田间杂草管理等均一致。

1.3 研究方法

在菠萝植株自然抽蕾时, 在每个小区随机选15棵植株, 统计每棵植株的青叶数, 用直尺测量植株株高、叶长和叶宽(最长叶片的长度、宽度)。

果实成熟时采收果实, 果长、周径用软皮尺测定, 测定时避开果眼; 单果质量用电子天平测定; 测定果实可溶性固形物、还原糖、蔗糖、全糖、可滴定酸、VC质量分数^[10], 可滴定酸质量分数用柠檬酸表示。

香气物质通过固相顶空微萃取, 用GC-MS联用仪分析测定^[11]。对采集到的质谱图通过NIST谱库搜索, 确定其香气成分的化学组成, 再用峰面积归一法定量, 得到各组分的质量分数。

1.4 数据处理

采用Excel 2003进行数据分析, 采用SPSS17.0进行显著性分析(*t*检验)。

2 结果与分析

2.1 水肥一体化对‘神湾’菠萝植株生长、果实大小及单产的影响

从表1可以看出, 在神湾菠萝植株自然抽蕾时, 水肥一体化栽培菠萝植株与对照菠萝植株的生长存在明显差异。水肥一体化栽培的青叶数、叶长、叶宽、株高分别比对照增加了12.90%、12.10%、13.72%、8.77%。其中青叶数、叶长、株高均与对照差异显著($P<0.05$)。水肥一体化栽培后菠萝果实的果长、果径、单果鲜质量均显著增加, 分别比对照增加了9.80%、6.46%、17.95%; 产量由对照的40 950 kg/hm²增加到48 300 kg/hm²。

表1 水肥一体化对神湾菠萝植株生长、果实大小及单产的影响

处理	青叶数	叶长/cm	叶宽/cm	果长/cm	果径/cm	单果鲜质量/kg	产量/(kg·hm ²)	株高/cm
水肥一体化	35±0.7*	57.4±2.5*	5.8±0.5	17.02±0.33*	36.09±0.27*	0.92±0.02*	48 300±1032.00*	64.5±1.7*
对照	31±0.6	51.2±2.1	5.1±0.3	15.50±0.22	33.90±0.30	0.78±0.02	40 950±1084.50	59.3±1.9

注 数据为平均值±标准误; 同列数据后*表示差异显著(0.05水平), 下同。

2.2 水肥一体化对‘神湾’菠萝果实品质的影响

表2列出了水肥一体化栽培与对照菠萝果实品质指标。由表2可以看出, 水肥一体化栽培菠萝果实的可溶性固形物、蔗糖、全糖、VC质量分数均有不同程度地升高, 分别比对照升高了10.39%、20.53%、1.43%、9.13%。而还原糖质量分数降低, 比对照降低了31.22%。另外, 水肥一体化栽培后菠萝果实的可滴定酸质量分数也较对照增加了22.0%。经分析, 水肥一体化处理可溶性固形物、蔗糖、可滴定酸质量分数与对照间差异显著($P<0.05$)。

表2 水肥一体化对神湾菠萝果实品质的影响

处理	可溶性固形物/%	还原糖量/%	蔗糖量/%	全糖量/%	可滴定酸量/%	VC量/(mg·10 ⁻² ·g ⁻¹)
水肥一体化	17.00±0.11*	3.37±0.32	10.10±0.05*	13.47±0.26	0.61±0.05*	14.70±0.80
对照	15.40±0.50	4.90±0.12*	8.38±0.48	13.28±0.54	0.50±0.04	13.47±0.99

2.3 水肥一体化对‘神湾’菠萝果实香气物质的影响

表3列出了水肥一体化栽培与对照菠萝果实中检测到的香气物质组分及其质量分数。水肥一体化栽培与对照菠萝果实均检测出7种酯类香气物质。水肥一体化中的总质量分数高于对照,在水肥一体化及对照菠萝果实中质量分数较高的酯类香气物质均是己酸乙酯、己酸甲酯、辛酸甲酯、辛酸乙酯,但其分数值有一定的差异,在水肥一体化果实中分别占36.34%、26.83%、14.95%、5.38%,在对照果实中分别占25.10%、16.74%、22.59%、14.02%。

表3 水肥一体化对神湾菠萝果实香气物质组分及质量分数的影响

种类	名称	分子式	质量分数/%	
			水肥一体化	对照
酯类	己酸甲酯	C ₈ H ₁₆ O ₂	26.83	16.74
	己酸乙酯	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	36.34	25.10
	庚酸乙酯	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	0.63	0.62
	辛酸甲酯	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	14.95	22.59
	辛酸乙酯	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	5.38	14.02
	壬酸甲酯	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	0.06	0.13
	癸酸甲酯	C ₁₄ H ₂₆ O ₂	0.41	0.84
烯类	反式-β-罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	0.40	0.52
	β-罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	2.82	5.06
	1,3,5,8-十一碳四烯	C ₁₁ H ₁₆	0.73	0.87
	可巴烯	C ₁₅ H ₂₄	0.50	0.98
	β-可巴烯	C ₁₅ H ₂₄	0.05	0.11
	α-衣兰油烯	C ₁₅ H ₂₄	0.24	0.37
	3-长松针烯	C ₁₀ H ₁₆	—	0.03
	2-长松针烯	C ₁₀ H ₁₆	—	0.05
	E,E-2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯	C ₁₀ H ₁₄	—	0.31
	(E,Z)-2,6-二甲基-2,4,6-辛三烯	C ₁₀ H ₁₆	—	0.06

注 “—”表示未检测到或不存在。

水肥一体化栽培菠萝果实中检测出烯类香气物质6种,对照果实中检测出10种。而水肥一体化栽培菠萝果实中的烯类香气物质组分明显少于对照,其总质量分数也较对照低(表4)。水肥一体化中质量分数较高的烯类香气物质有β-罗勒烯、1,3,5,8-十一碳四烯、可巴烯、反式-β-罗勒烯,分别占2.82%、0.73%、0.50%、0.40%。在对照果实中质量分数较高的烯类香气物质也是β-罗勒烯、可巴烯、1,3,5,8-十一碳四烯、反式-β-罗勒烯,分别占5.06%、0.98%、0.87%、0.52%。

表4 水肥一体化对神湾菠萝果实香气物质种类及总质量分数的影响

种类	总质量分数/%		总组分数	
	水肥一体化	对照	水肥一体化	对照
酯类	84.60	80.04	7	7
烯类	4.74	8.36	6	10
总计	89.34	88.40	13	17

3 结论与讨论

合理、高效的水肥管理是农业生产发展的基础与前提,这在广大的平原及水田种植区是如此,在丘陵山地也同样如此。水肥一体化滴灌施肥技术能有效促进作物生长,提高作物单产^[5,12]。本研究中,水肥一体化栽培的‘神湾’菠萝植株青叶数、叶长、叶宽以及株高显著增加;果实的果长、果径、单果鲜质量均显著增加,单产提高。结合已有的在地势相对平坦的菠萝产区研究结果^[8-9,13],表明水肥一体化不仅对地势平坦地种植的菠萝具有提高单产的作用,对山坡地种植的菠萝也具有明显促进生长、提高单产的作用。

水肥一体化促进作物生长、提高作物单产的原因是多方面的。水肥一体化栽培提高单产与其促进根系生长、增加了根系总长有关^[14]。水肥一体化技术把定量的溶解态肥料直接输送到作物根部,使土壤溶液中的养分特别

是硝态氮和无机态氮维持适当水平的稳定状态,氮肥消耗量和氮素流失负荷显著降低,肥料利用效率提高也是其高产的主要原因之一^[15]。本研究中,山地菠萝水肥一体化栽培根据菠萝生长需要,及时以水肥的形式追肥。与对照相比,有效减少了化肥的流失,追施的化肥及时补充菠萝的生长需要,菠萝植株生长旺盛,青叶数、叶长、叶宽以及株高明显增加,即增加了菠萝植株生物量,这是水肥一体化栽培菠萝单产提高的主要原因。

水肥一体化不仅提高了作物单产,而且还有助于提高作物果实品质^[16-17]。樱桃番茄果实的外观形态品质和总糖、VC质量分数等营养品质有所改善和提高,硝酸盐质量分数下降^[18]。路永莉等^[17]则认为,水肥一体化栽培能显著提高苹果单产和改善品质;但是不同生态型(陕西渭北旱塬区和关中平原区)果园水肥一体化栽培对苹果品质的影响不同,渭北旱塬区水肥一体化对可溶性固形物、可溶性糖质量分数影响不明显,降低了可滴定酸质量分数,提高了固酸比;关中平原区水肥一体化对可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸质量分数及固酸比的影响均不明显。本研究中,山地条件下水肥一体化栽培提高了菠萝果实的可溶性固形物、蔗糖及可滴定酸质量分数;水肥一体化栽培菠萝果实的酯类香气物质质量分数略高,而烯类香气物质组分数减少、质量分数略降低。本研究表明水肥一体化栽培的菠萝果实高糖、高酸,风味浓郁。而严程明等^[19]在湛江产区以‘巴厘’菠萝为材料研究表明,水肥一体化滴灌栽培对菠萝果实内在品质没有促进作用,与常规施肥相当。由此可见,水肥一体化栽培对菠萝果实品质的影响也因果园的立地条件不同而存在一定的差异,这与路永莉等^[17]在苹果上的研究结果具有相似之处。水肥一体化提高作物品质在于水肥一体化能创造适宜的植物营养条件和土壤供水条件,植物依靠地上部良好的生长和地下部庞大根系的吸收,维持较高的叶片叶绿素质量分数和净光合速率及蒸腾速率,保证其营养生长旺盛,从而制造更多光合产物^[19-20]。本研究中,水肥一体化条件下,菠萝植株生长壮旺,叶片增宽增厚,长度增加,植株生物量增加,导致光合产物碳水化合物积累增加,这是水肥一体化栽培提高菠萝果实品质的主要原因。

参考文献:

- [1] 刘永华,沈明霞,蒋小平,等.水肥一体化灌溉施肥机吸肥器结构优化与性能试验[J].农业机械学报,2015,46(11):76-81.
- [2] KENNEDY T L, SUDDICK E C, SIX J. Reduced nitrous oxide emissions and increased yields in California tomato cropping systems under drip irrigation and fertigation[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2013, 170: 16-27.
- [3] FUESS L T, GARCIA M L. Implications of stillage land disposal: A critical review on the impacts of fertigation[J]. Journal of Environmental Management, 2014, 145: 210-229.
- [4] RAVIKUMAR V, VIJAYAKUMAR G, SIMUNEK J, et al. Evaluation of fertigation scheduling for sugarcane using a vadose zone flow and transport model[J]. Agricultural Water Management, 2011, 98: 1 431-1 440.
- [5] QIN W, HEINEN M, ASSINCK F B T, et al. Exploring optimal fertigation strategies for orange production, using soil - crop modeling[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2016, 223: 31-40.
- [6] 刘虎成,孙承菊,徐坤.水肥一体化对生姜根系活力及产量品质的影响[J].山东农业科学,2012,44(12):41-44.
- [7] 路永莉,白凤华,杨宪龙,等.水肥一体化技术对不同生态区果园苹果生产的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(11):1 281-1 288.
- [8] 谢盛良,刘岩,周建光,等.水肥一体化技术在菠萝上的应用效果[J].福建果树,2009(4):33-34.
- [9] 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.
- [10] 仝月澳,周厚基.果树营养诊断法[M].北京:农业出版社,1982.
- [11] LIU C, LIU Y, YI G, et al. Effects of film mulching on aroma components of pineapple fruits[J]. Journal of Agricultural Science, 2011, 3(3): 196-201.
- [12] 李彬,妥德宝,程满金,等.水肥一体化条件下内蒙古优势作物水肥利用效率及产量分析[J].水资源与水工程学报,2015,26(4):216-222.
- [13] 刘亚男,马海洋,张江周,等.不同菠萝品种滴灌施肥养分吸收特性和产量品质差异[J].中国南方果树,2016,45(1):62-65.
- [14] 孔清华,李光永,王永红,等.不同施肥条件和滴灌方式对青椒生长的影响[J].农业工程学报,2010,26(7):21-25.
- [15] 杜少平,马忠明,薛亮.适宜施氮量提高温室砂田滴灌甜瓜产量品质及水氮利用率[J].农业工程学报,2016,32(5):112-119.
- [16] AL-QURASHI A D, AWAD M A, ISMAIL S M. Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of tissue culture-regenerated ‘Barhee’ date palms grown in a newly established orchard as affected by NPK fertigation[J]. Scientia Horticulturae, 2015, 184: 114-122.
- [17] 魏廷珍,孔小平.青海地区“红地球”葡萄水肥一体化技术研究[J].北方园艺,2016(11):38-40.
- [18] 张兰勤,唐新莲,黎晓峰,等.水肥一体化减量施肥对樱桃番茄产质量的影响[J].南方农业学报,2015,46(7):1270-1274.
- [19] 杨小振,张显,马建祥,等.滴灌施肥对大棚西瓜生长、产量及品质的影响[J].农业工程学报,2014,30(7):109-118.
- [20] 韩广泉,冯雪程,郑群,等.灌溉施肥技术对温室辣椒生长、产量和品质的影响[J].中国农学通报,2013,29(7):88-92.

Effects of Fertigation on Growth and Fruit Quality of Pineapple at Mountain Condition

LIU Chuanhe¹, CHEN Shaohua², LI Jinhong²

(1. Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of South Subtropical Fruit Biology and Genetic Resource Utilization, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510640, China; 2. Agricultural Service Centre of Shenwan Town, Zhongshan 528462, China)

Abstract: The effects of fertigation on growth, fruit quality of pineapple cultivar ‘Shenwan’ was investigated. The results suggested that the number of green leaves, length and width of leaf, as well as height of pineapple plant at the point of naturally flower budding were significantly increased by fertigation treatment. The length, circumference and individual weight of pineapple fruits, as well as the yield were notably enhanced by fertigation treatment. Fertigation treatment also significantly increased the mass fractions of TSS, sucrose and titratable acid. Fertigation slightly affected the mass fractions of total sugar and VC of pineapple fruits, as well as declined the mass fraction of reducing sugar. The total mass fraction of ester aroma components of pineapple fruits was slightly increased. While the total mass fraction and number of alkene aroma components were slightly reduced by fertigation.

Key words: fertigation; pineapple; mountain condition; growth; fruit quality

责任编辑:陆红飞