

滴灌施肥技术对生姜产量及水肥利用率的影响

刘虎成, 徐坤*, 张永征, 孙敬强

(作物生物学国家重点实验室/农业部黄淮地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室/
山东农业大学园艺科学与工程学院, 泰安 271018)

摘要: 为提高生姜产量和水肥利用效率, 该文以‘莱芜大姜’为试材, 研究了常规沟灌不施肥(CK0)、常规沟灌施肥(CK)、滴灌等量施肥(T1)及滴灌减量施肥 20%(T2)等不同灌溉施肥方式对生姜生长及水分和氮磷钾利用率的影响。结果表明, 滴灌施肥有利于生姜植株各器官的平衡生长, 虽然生物产量与常规沟灌施肥无显著差异, 但 T1、T2 的根茎经济产量分别比 CK 提高 17.94% 和 15.78%。T1、T2 的氮钾吸收量分别比 CK 增加 12.54%、13.53% 和 6.09%、7.01%, 而磷素吸收量 T1、T2 与 CK 间无显著差异; T1、T2 的氮磷钾利用率分别比 CK 提高 19.85%、12.38%、19.66% 和 37.06%、30.66%、37.76%; T1、T2 的灌溉水利用效率分别比 CK 提高 112.71% 和 110.64%。表明滴灌施肥处理可显著提高生姜根茎产量、氮磷钾的吸收量和利用率以及水分的利用率。

关键词: 滴灌, 水, 肥, 利用效率, 生姜, 产量, 滴灌施肥, 氮磷钾利用率

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.z1.018

中图分类号: S275.6; S632.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-Supp.1-0106-06

刘虎成, 徐坤, 张永征, 等. 滴灌施肥技术对生姜产量及水肥利用率的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(增刊 1): 106-111.

Liu Hucheng, Xu Kun, Zhang Yongzheng, et al. Effect of drip fertigation on yield, water and fertilizer utilization in ginger[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(Supp.1): 106-111. (in Chinese with English abstract)

0 引言

滴灌施肥是基于滴灌系统发展而成的节水、节肥农业工程技术, 可根据土壤特性、作物根系特征及需水规律精确调控土壤水分和养分^[1], 因此, 滴灌施肥可显著提高作物的产量和水肥利用效率^[2], 降低养分的损失, 达到高产、优质、高效的目标^[3]。Zotarelli 等^[4]研究指出, 滴灌比常规灌溉番茄产量提高 21%~51%, 节水 15%~51%, 15~30 cm 表层土壤根量提高了 15%~28%。刘建英等^[5]对黄瓜的研究表明, 水肥一体化较常规灌溉施肥节水 31.4%, 节肥 58%; 黄瓜产量和水分利用效率分别提高了 32.95% 和 64.84%^[6]; 方剑等^[7]研究得出, 黄瓜水肥一体化节水、节肥率分别达 26.7% 和 26.0%, 水分生产效率提高 21.0%, 氮磷钾利用率分别提高 138.4%、1.0% 和 127.2%, 增产率达 17.6%。

生姜(*Zingiber officinale* Rose.) 起源于热带雨林地区, 生长期长, 根系不发达, 对养分需求量大^[8-9], 但养分利用效率较低^[10], 且其产量形成对水分极为敏感^[11],

因此, 合理进行水肥管理是保证生姜高产的关键^[12]。目前生姜生产中, 水肥管理多以沟灌和传统施肥为主, 虽然可维持较高产量, 但水肥利用率较低, 资源浪费、化肥污染等问题日益突出。为此, 本文研究了滴灌施肥技术对生姜产量和水肥利用率的影响, 以期生姜高效利用水肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2010 年在山东农业大学园艺实验站进行。供试土壤为壤土, pH 值为 6.72, 有机质 11.09 g/kg, 全氮 0.80 g/kg, 碱解氮(N) 141.7 mg/kg, 速效磷(P₂O₅) 120.2 mg/kg, 速效钾(K₂O) 192.3 mg/kg。供试品种为‘莱芜大姜’, 于 4 月 16 日播种, 10 月 20 日收获, 栽培行距 65 cm, 株距 20 cm。

试验根据灌溉、施肥方式不同设 4 个处理, 分别为 CK0(沟灌不施肥)、CK(沟灌常规施肥)、T1(滴灌等量施肥)、T2(滴灌减量施肥 20%)。常规施肥氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)用量分别为 750、375、1 125 kg/hm², 供试肥料分别为尿素(N46%)、磷酸二铵(N18%, P₂O₅46%)及硫酸钾(K₂O50%)。试验各处理 N、P₂O₅、K₂O 均分 4 个时期施用, 其中基肥分别占总施肥量的 25%、40%、15%, 提苗肥分别占 20%、20%、15%, 发棵肥分别占 40%、40%、40%, 膨大肥分别占 15%、0、30%。CK 的肥料分别于 4 月 16 日、6 月 12 日、7 月 31 日、9 月 12 日在田间开沟施用, T1、T2 基肥于 4 月 16

收稿日期: 2011-08-25 修订日期: 2012-04-16

基金项目: 国家公益性行业(农业)科技专项(200903018); 山东省现代农业产业技术体系(2010-03)。

作者简介: 刘虎成(1985-), 男, 山东寿光人, 主要从事蔬菜栽培生理生态方面的研究。泰安 作物生物学国家重点实验室/农业部黄淮地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室/山东农业大学园艺科学与工程学院, 271018。Email: superus@sdau.edu.cn

*通信作者: 徐坤(1964-), 男, 山东安丘人, 教授, 主要从事蔬菜栽培生理生态方面的研究。Tel: 0538-8241783, Email: xukun@sdau.edu.cn

日开沟施入，其余肥料分别在幼苗期（5月20日—7月10日）、发棵期（7月11日—8月31日）、根茎膨大期（9月1日—10月15日）分次溶于施肥罐后，通过滴灌设备分期随水施于植株根部，每株配置1个滴头，滴头出水量为2 L/h，每次灌溉水量为300 m³/hm²左右，全生育期共灌水20次。试验小区面积26 m²，重复3次，随机区组排列。

1.2 试验方法

生姜全生育期灌溉水均以水表计量，并在田间设置雨量器测量降雨量。生姜齐苗后，每隔30 d左右取样一次，每次每小区取5株，分别测定株高、茎粗、分枝数及各器官鲜质量，后将根、茎、叶、根茎置干燥箱内105℃杀青30 min，75℃烘干至恒重备用。生姜收获时，按小区计产，并折算为hm²产量。

植株样品用H₂SO₄-H₂O₂消煮至澄清，以半微量凯氏定氮法测全氮，钼蓝比色法测全磷，火焰光度法测全钾^[13]。所有光密度均采用日本岛津UV-240紫外分光光度计测定。

依据植株生物量和作物吸收养分量计算肥料利用率^[14] (fertilizer utilization rate, *FUR*)

$$FUR = \frac{Y - Y_{CK0}}{F} \quad (1)$$

式中，*FUR*为氮磷钾肥料利用率，%；*Y*为施肥区作物氮磷钾吸收量，kg/hm²；*Y_{CK0}*为不施肥区作物氮磷钾吸收量，kg/hm²；*F*为肥料中氮磷钾有效量，kg/hm²。

依据植株生物产量和灌水量计算灌溉水利用效率

(irrigation WUE, *iWUE*) 和水分生产效率 (water productivity, *WP*)

$$iWUE = \frac{Y_B}{W_C} \quad (2)$$

$$WP = \frac{Y_B}{W_I} \quad (3)$$

式中，*iWUE*为灌溉水利用效率，kg/m³；*WP*为水分生产效率，kg/m³；*Y_B*为生物产量，kg/hm²；*W_C*为灌溉水量，m³/hm²；*W_I*为水分供应总量（灌溉水与降水之和），m³/hm²。

1.3 数据处理

试验数据均以Excel软件处理，以DPS软件进行统计分析，处理间差异显著性检验采用Duncan新复极差法。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉施肥方式生姜植株各器官生物量变化动态

图1表明，生姜不同器官鲜重均随生长的进行迅速增加，至9月16日后，根、茎、叶鲜重增长速率显著降低，但根茎生长量则快速增加。生姜全生育期内，T1、T2的根、茎、叶鲜重与CK无显著差异，但三者均显著高于CK0，且随着生长的进行，差异逐渐加大。T1、T2的根茎鲜重自7月21日后即显著高于CK和CK0，至收获时分别达1112.76、1098.78、998.07和589.41 g，T1、T2分别比CK、CK0增加11.49%、10.09%和88.79%、86.42%，CK亦比CK0增加69.33%。

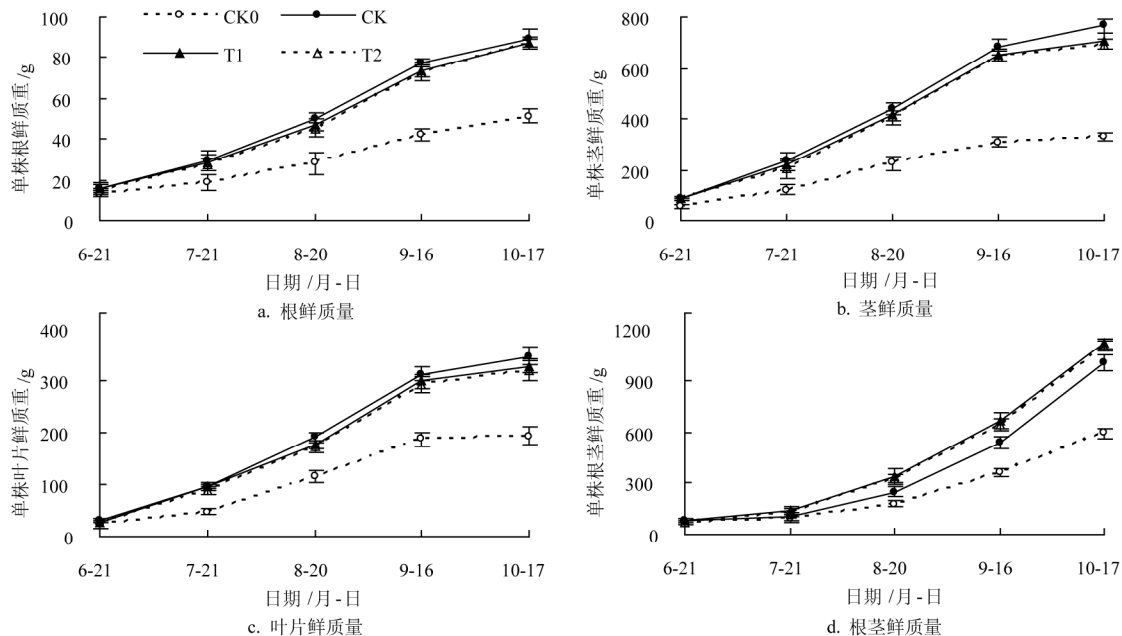


图1 不同处理对生姜植株各器官生物量的影响

Fig.1 Effects of different treatments on single plant biomass of different ginger organs

2.2 不同灌溉施肥方式对生姜生长及产量的影响

由表1看出，CK、T1、T2的株高、茎粗分枝数均极显著高于CK0，且CK的株高显著高于T1、T2，而分枝数则相反。

收获时，CK、T1、T2的产量分别达74830.81、88257.40和86636.75 kg/hm²，分别比CK0增加67.87%、97.99%和94.36%，T1、T2分别比CK高17.94%和15.78%，但T1、T2无显著差异。

表 1 不同处理对生姜生长及产量的影响

Table 1 Effects of different treatments on growth and yield of ginger

处理	株高/cm	茎粗/mm	分枝数	产量/(kg·hm ⁻²)	增产率/%	经济系数
CK0	75.21cC	13.72bB	10.40cB	44575.62cC	—	0.507aA
CK	102.35aA	19.12aA	17.20bA	74830.81bB	67.87	0.454cB
T1	98.82bAB	19.88aA	18.40aA	88257.40aA	97.99	0.497bAB
T2	97.24bB	19.81aA	18.20aA	86636.75aA	94.36	0.500abAB

注：表中同列数值后不同大、小写字母分别表示差异达极显著 ($P < 0.01$) 和显著 ($P < 0.05$) 水平，下同。

2.3 不同灌溉施肥方式对生姜氮磷钾吸收量的影响

由图 2 看出，生姜对氮、磷、钾的吸收量随着生长的进行而逐渐增加，至 9 月 16 日后，其对氮、磷的吸收量减缓，但对钾的吸收量则持续增加，表明生姜生长后期对钾素仍有较高需求。

生姜对氮的吸收量以 T1、T2 较高，CK 次之，CK0 较低，收获时分别达 416.42、392.54、370.02 和 136.46 kg/hm²，T1、T2、CK 分别比 CK0 高 205.16%、187.66%、171.15%，T1、T2 亦分别比 CK 高 12.54%和 6.09%。

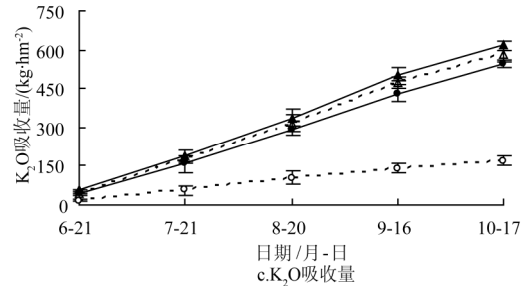


图 2 不同处理生姜的氮磷钾吸收动态

Fig.2 Dynamic of nitrogen, phosphorus and potassium absorption in ginger plants under different treatments

不同处理生姜对钾的吸收量与氮有相似的变化趋势，收获时，T1、T2、CK 分别比 CK0 高 263.38%、242.53%、220.08%，T1、T2 分别比 CK 高 13.53%和 7.01%。生姜对磷的吸收量 T1、T2 与 CK 间无显著差异，但均极显著高于 CK0，分别达 93.70%、87.15%、83.38%。

2.4 不同灌溉施肥方式对生姜氮磷钾利用率的影响

由表 2 看出，不同处理生姜对氮磷钾的吸收量和利用率均存在显著差异，以 T1 的吸收量较高，T2 次之、CK 较低，但均极显著高于 CK0。由于 T2 的施肥量较 CK、T1 减少 20%，因此，T2 的氮、磷、钾利用率表现较高，分别达 42.68%、21.95%和 45.68%，分别比 CK 高 37.06%、30.66%和 37.76%，T1 分别比 CK 高 19.85%、12.38%、19.66%，T2 亦比 T1 分别高 14.36%、16.26%、15.12%。

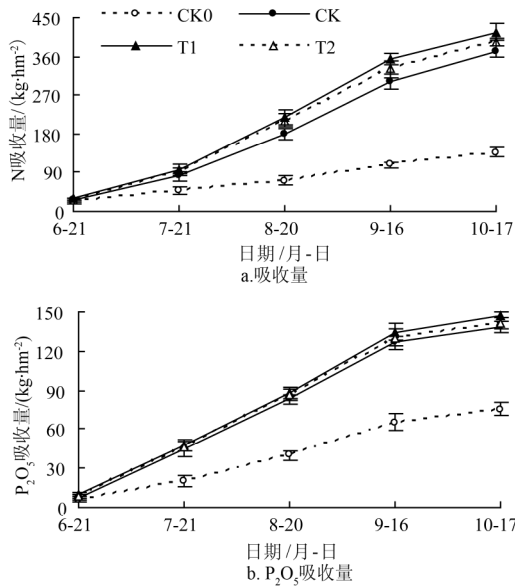


表 2 不同处理对生姜氮磷钾吸收量及肥料利用率的影响

Table 2 Effects of different treatments on NPK uptake and fertilizer utilization rate of ginger

处理	养分施用量/(kg·hm ⁻²)			养分吸收量/(kg·hm ⁻²)			肥料利用率/%		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK0	0	0	0	136.50cC	75.60bB	169.50dC	—	—	—
CK	750	375	1125	370.05bB	138.60aA	542.55cB	31.14cC	16.80cB	33.16cC
T1	750	375	1125	416.40aA	146.40aA	615.90aA	37.32bB	18.88bB	39.68bB
T2	600	300	900	392.55abAB	141.45aA	580.65bAB	42.68aA	21.95aA	45.68aA

2.5 不同灌溉施肥方式对生姜水分利用效率的影响

表 3 显示，生姜全生育期 T1、T2 的灌溉水量极显著低于 CK、CK0。T1、T2 的灌溉水利用效率分别达 28.78 和 28.50 kg/m³，分别比 CK 高 112.71%和 110.64%，包括降雨量在内的总水分生产效率 T1、T2 也分别比 CK 高 61.46%和 59.27%。

CK0 因肥料严重不足，限制了生姜的生长，其灌溉水及总水分利用效率仅分别为 7.13 和 5.06 kg/m³，分别为 T1 的 24.76%和 32.66%。

表 3 不同处理对生姜水分消耗量和水分利用效率的影响

Table 3 Effects of different treatments on water consumption and water use efficiency of ginger

处理	水分消耗量/(m ³ ·hm ⁻²)		生物产量/(kg·hm ⁻²)	水分利用效率/(kg·m ⁻³)	
	灌溉水量	降雨量		灌溉水利用效率	水分生产效率
CK0	12562.08aA	5127.06	89540.56bB	7.13cC	5.06cC
CK	12513.06aA	5127.06	169275.61aA	13.53bB	9.60bB
T1	5980.55bB	5127.06	172139.77aA	28.78aA	15.50aA
T2	5930.80bB	5127.06	169043.95aA	28.50aA	15.29aA

3 讨论

邓兰生等^[15]研究表明, 滴灌施肥处理的马铃薯植株生物量较常规灌溉施肥增加 35.8%~52.0%, 产量增加 37.31%~47.39%。杜文波^[16]研究指出, 番茄水肥一体化较常规漫灌增产 11.83%~14.41%, 水肥一体化减量施肥 30%条件下, 增产率仍达 8.64%。许恩军等^[17]研究认为, 滴灌施肥较沟灌施肥的大棚蔬菜增产率达 19.5%~36.0%。本试验结果表明, 滴灌施肥较常规沟灌施肥虽然对生姜生物产量无显著影响, 但根茎经济产量提高了 17.94%, 即使减量施肥 20%的滴灌施肥处理亦比常规沟灌施肥增产 15.78%。这与滴灌施肥抑制了生姜植株地上茎叶徒长, 显著增加分枝数, 有利于植株各器官的平衡生长有关^[18]。

樊小林等^[19]研究认为, 一般作物对氮、磷、钾肥的当季利用率约分别为 30%~35%、10%~20%和 30%~50%, 而滴灌施肥则可显著降低养分及水分流失, 提高水肥利用效率^[17,20]。黄丽华等^[21]研究表明, 滴灌施肥的梨、大豆和玉米的单位产量总氮流失量分别比常规施肥减少 45.2%~56.4%、14.5%~49.7%和 26.3%~51.8%, 氮素消耗量分别降低 22.8%~29.7%、26.6%~65.8%和 21.5%~30.8%; Zotarelli 等^[22]研究表明, 番茄滴灌较常规灌溉氮素利用效率提高 50%左右, 水分生产效率提高 99.49%^[23], 节水率达 46.5%, 且有利于控制植株长势, 增加根冠比。韦彦等^[24]研究也表明, 黄瓜滴灌比沟灌增产率达 11.1%~11.9%, 水分利用效率提高 43.5%~54.6%, 硝态氮淋洗量减少 32.0%~43.7%。本研究结果表明, 滴灌施肥处理的生姜植株氮磷钾吸收量较常规沟灌施肥显著增加, 甚至在肥料减量 20%条件下, 仍分别高 6.09%、2.06%和 7.01%, 因此, 滴灌施肥技术显著提高了生姜对氮磷钾的利用率, 且灌溉水利用效率分别比常规沟灌施肥处理提高 112.71%和 110.64%。关于滴灌施肥处理姜田水分、养分的迁移规律正在研究中。

4 结论

本研究表明, 在滴灌减量施肥 20%条件下, 生姜产量达 86 636.75 kg/hm², 与滴灌等量施肥无显著差异, 但比常规沟灌施肥增产 15.78%; 滴灌减量施肥 20%处理生姜的氮、磷、钾利用率分别比常规沟灌施肥高 37.06%、30.66%和 37.76%, 较滴灌等量施肥分别高 14.36%、16.26%、15.12%。滴灌减量施肥 20%与等量滴灌施肥的灌溉水利用效率和总水分生产效率无显著差异, 但比常规沟灌施肥分别增加 110.64%和 59.27%, 表明滴灌减量施肥 20%对生姜生产更为有利。

[参 考 文 献]

- [1] 康跃虎, 王凤新, 刘士平, 等. 滴灌调控土壤水分对马铃薯生长的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 66-72. Kang Yuehu, Wang Fengxin, Liu Shiping, et al. Effects of water regulation under drip irrigation on potato growth[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2004, 20(2): 66-72. (in Chinese with English abstract)
- [2] Hartz T K, Hochmuth G J. Fertility management of drip-irrigated vegetables[J]. Hort Technology, 1996, 6(3): 168-172.
- [3] 樊兆博, 刘美菊, 张晓曼, 等. 滴灌施肥对设施番茄产量和氮素表观平衡的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(4): 970-976. Fan Zhaobo, Liu Meiju, Zhang Xiaoman, et al. Effect of dripper fertigation on tomato yield and apparent N balance in a greenhouse[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2011, 17(4): 970-976. (in Chinese with English abstract)
- [4] Zotarelli L, Scholberg J M, Dukes M D. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(1): 23-34.
- [5] 刘建英, 赵宏儒, 张丽清, 等. 保护地黄瓜水、肥一体化高效栽培技术[J]. 华北农学报, 2005, 20(S1): 206-208. Liu Jianying, Zhao Hongru, Zhang Liqing, et al. High-effective culture technique of unopen cucumber with trickle irrigation of moisture and fertilizer integrated[J]. Agriculturae Boreali-Sinica, 2005, 20(S1): 206-208. (in Chinese with English abstract)
- [6] 杜社妮, 白岗栓, 梁银丽. 灌溉方式对黄瓜生长、产量及水分利用效率的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2010, 36(4): 433-439. Du Sheni, Bai Gangshuan, Liang Yinli. Effects of irrigation methods on cucumber growth, yield and water use efficiency[J]. Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Sciences), 2010, 36(4): 433-439. (in Chinese with English abstract)
- [7] 方剑, 王春青, 徐建东, 等. 水肥一体化技术对冬暖大棚黄瓜生产的影响[J]. 河北农业科学, 2010, 14(5): 43-45. Fang Jian, Wang Chunqing, Xu Jiandong, et al. Effects of integrated management of water and fertilizer on cucumber production in warm plastic film-covered shed[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2010, 14(5): 43-45. (in Chinese with English abstract)
- [8] 王馨笙, 徐坤, 杨天慧. 生姜对氮、磷、钾吸收分配规律研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(6): 1515-1520. Wang Xinsheng, Xu Kun, Yang Tianhui. Absorption and distribution of nitrogen, phosphorus and potassium in ginger [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2010, 16(6): 1515-1520. (in Chinese with English abstract)
- [9] Lee M T, Asher C J. Nitrogen nutrition of ginger (*Zingiber officinale*) -Effects of sources, rates and times of nitrogen application[J]. Plant and Soil, 1981, 62(1): 23-34.
- [10] 徐坤, 赵德婉, 蒋先明. 应用 ¹⁵N 示踪研究生姜吸氮规律[J]. 园艺学报, 1993, 20(2): 150-155. Xu Kun, Zhao Dewan, Jiang Xianming. Studies on the nitrogen absorption rule in ginger by using isotope ¹⁵N[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1993, 20(2): 150-155. (in Chinese with English abstract)

- [11] 徐坤, 邹琦, 赵燕. 土壤水分胁迫与遮荫对生姜生长特性的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1645—1648.
Xu Kun, Zou Qi, Zhao Yan. Effects of soil water stress and shading on growth characteristics of ginger[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(10): 1645—1648. (in Chinese with English abstract)
- [12] 赵德婉, 徐坤, 艾希珍, 等. 生姜高产栽培(第二次修订版)[M]. 北京: 金盾出版社, 2005.
Zhao Dewan, Xu Kun, Ai Xizhen, et al. Ginger cultivation (Second revision)[M]. Beijing: JinDun Publishing House, 2005. (in Chinese with English abstract)
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007, 3: 265—268.
Bao Shidan. Soil and agricultural chemistry analysis[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2007, 3: 265—268. (in Chinese with English abstract)
- [14] 王小燕, 王焱, 田小海, 等. 纳米碳增效尿素对水稻田面水氮素流失及氮肥利用率的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(1): 106—111.
Wang Xiaoyan, Wang Yi, Tian Xiaohai, et al. Effects of NMUrea on nitrogen runoff losses of surface water and nitrogen fertilizer efficiency in paddy field[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(1): 106—111. (in Chinese with English abstract)
- [15] 邓兰生, 林翠兰, 涂攀峰, 等. 滴灌施肥技术在马铃薯生产上的应用效果研究[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(6): 321—324.
Deng Lansheng, Lin Cuilan, Tu Panfeng, et al. Application of drip-fertigation to potato production[J]. China Potato, 2009, 23(6): 321—324. (in Chinese with English abstract)
- [16] 杜文波. 日光温室番茄应用滴灌水肥一体化技术初探[J]. 山西农业科学, 2009, 37(1): 58—60.
Du Wenbo. Effects of drip fertigation on tomato in the solar greenhouse[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2009, 37(1): 58—60. (in Chinese with English abstract)
- [17] 许恩军, 闫鹏, 孔晓民, 等. 大棚蔬菜滴灌施肥技术的效应分析[J]. 土壤肥料, 2004, (2): 37—40.
Xu Enjun, Yan peng, Kong Xiaomin, et al. Effect analysis of the fertilizing technique for shed vegetables by dropping irrigation[J]. Soil Fertilizer, 2004, (2): 37—40. (in Chinese with English abstract)
- [18] 徐坤, 赵德婉. 生姜农艺性状与产量的关系分析[J]. 河北农业技术师范学院学报, 1994, 8(4): 5—8.
Xu Kun, Zhao Dewan. Studies on path analysis of the factors of yield forming in ginger[J]. Journal of Hebei Agrotechnical Teachers College, 1994, 8(4): 5—8. (in Chinese with English abstract)
- [19] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 219—223.
Fan Xiaolin, Liao Zongwen. Increasing fertilizer use efficiency by means of controlled release fertilizer (CRF) production according to theory and techniques of balanced fertilization[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 1998, 4(3): 219—223. (in Chinese with English abstract)
- [20] Maisiri N, Senzanje A, Rockstrom J, et al. On farm evaluation of the effect of low cost drip irrigation on water and crop productivity compared to conventional surface irrigation system[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2005, 30(11-16): 783—791.
- [21] 黄丽华, 沈根祥, 钱晓雍, 等. 滴灌施肥对农田土壤氮素利用和流失的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 49—53.
Huang Lihua, Shen Genxiang, Qian Xiaoyong, et al. Impacts of drip fertilizer irrigation on nitrogen use efficiency and total nitrogen loss load[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(7): 49—53. (in Chinese with English abstract)
- [22] Zotarelli L, Dukes M D, Scholberg J M, et al. Tomato nitrogen accumulation and fertilizer use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(8): 1247—1258.
- [23] 杨丽娟, 张玉龙, 须晖, 等. 灌溉方法对保护地土壤耗水量与番茄水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(3): 49—51.
Yang Lijuan, Zhang Yulong, Xu Hui, et al. Effect of irrigation methods on soil water loss and water use efficiency of tomato in greenhouse[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2004, 23(3): 49—51. (in Chinese with English abstract)
- [24] 韦彦, 孙丽萍, 王树忠, 等. 灌溉方式对温室黄瓜灌溉水分配及硝态氮运移的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 67—72.
Wei Yan, Sun Liping, Wang Shuzhong, et al. Effects of different irrigation methods on water distribution and nitrate nitrogen transport of cucumber in greenhouse[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(8): 67—72. (in Chinese with English abstract)

Effect of drip fertigation on yield, water and fertilizer utilization in ginger

Liu Hucheng, Xu Kun, Zhang Yongzheng, Sun Jingqiang

(State Key Laboratory of Crop Biology/ Ministry of Agriculture Key Laboratory of Horticultural Crop Biology and Germplasm Creation in Huang-Huai Region/ College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: In order to increase yield and the utilization for water and fertilizer, the effects of different irrigation styles such as conventional irrigation without fertilization (CK0), conventional irrigation and fertilization (CK), drip fertigation (T1) and 20% reduction of fertilizer in drip fertigation (T2) on the growth as well as water and NPK utilization were analyzed in the cultivar 'Laiwu large ginger'. Compared with CK, the economical yield of ginger increased by 17.94% and 15.78%, respectively, but the biological yield of ginger in T1, T2, CK did not show significant difference. Although the absorptions of P_2O_5 were not significantly different among T1, T2 and CK, the absorption of N, K_2O in T1, T2 increased by 12.54%, 6.09% and 13.53%, 7.01% over CK, respectively. In addition, the utilization rates of N, P_2O_5 , K_2O increased by 19.85%, 12.38%, 19.66% and 37.06%, 30.66%, 37.76%, respectively, in T1, T2 compared with CK. Meanwhile, irrigation water use efficiency increased by 112.71% and 110.64%, respectively, in T1 and T2 compared with CK. The results indicated that drip fertilization favors the balanced growth of various organs of ginger. Therefore, the drip fertigation can noticeably improve the yield, the uptake and utilization rates of NPK and water use efficiency in ginger.

Key words: drip irrigation, water, fertilizers, use efficiency, ginger, yield, drip fertilization, utilization rate of NPK