

通风与氮钾肥对温室甜瓜生长及品质的影响

张艳丽, 李建明, 王静静, 邹志荣, 赵智明

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**探讨温室不同通风环境下, 氮钾肥施用量对甜瓜品质和产量的影响。**【方法】**以厚皮甜瓜为试验材料, 采用盆栽试验研究 3 种不同通风环境(TL:通风量 90%; TM:通风量 50%; TT:通风量 10%)下, 不同氮、钾肥施用水平(高水平: N 18.4 g/株+K₂O 25 g/株; 中水平: N 13.8 g/株+K₂O 20 g/株; 低水平: N 9.2 g/株+K₂O 15 g/株)对温室甜瓜植株生长及果实品质的影响。**【结果】**在 TT 环境下, 中水平施肥的甜瓜植株茎粗、叶面积最大, 单果质量最高; 高水平施肥甜瓜果实糖含量最高。在 TL 环境下, 低水平施肥甜瓜果实可溶性固形物含量最高, 但可溶性蛋白质含量最低。在 TM 环境下, 中水平施肥甜瓜果实 V_C 含量最高。3 种通风环境下, 3 种施肥处理的甜瓜叶片全 K 含量均呈上升趋势; 高水平和低水平施肥处理甜瓜叶片全 N 含量呈下降趋势, 但中水平施肥处理在定植后 45 d 内全 N 含量上升。**【结论】**秋季温室甜瓜生产中, 在通风量为 10%、日平均气温较高、单株施肥量为 N 13.8 g+K₂O 20 g 的条件下, 甜瓜品质和单果质量均较高。

【关键词】 厚皮甜瓜; 温室; 通风条件; 氮肥; 钾肥

【中图分类号】 S626

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)02-0117-06

Effects of ventilation, nitrogen and potassium on growth and quality of melon in solar greenhouse

ZHANG Yan-li, LI Jian-ming, WANG Jing-jing, ZOU Zhi-rong, ZHAO Zhi-ming

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**In order to improve yield and quality of muskmelon, the optimum amount of nitrogen and potassium fertilization under the different ventilations in greenhouse was studied. **【Method】**With muskmelon as test material, the effects of the different fertilization amounts of nitrogen and potassium on growth and quality of muskmelon under the three different ventilation environments(TL:ventilation rate 90%, TM:ventilation rate 50%, TT:ventilation rate 10%) were studied by using pot culture. **【Result】**The stem diameter, leaf area and the quality reached the maximum under the conditions of the TT ventilation and moderate fertility (N 13.8 g/plant+K₂O 20 g/plant), and sugar content of the fruit reached the maximum under these conditions and high fertility (N 18.4 g/plant+K₂O 25 g/plant). The soluble solid content of the fruit reached the maximum under the conditions of the TL ventilation and the low fertility, but the content of soluble protein was the lowest. The vitamin C content of the fruit reached the maximum under the conditions of the TM ventilation and the moderate fertility. The absorption of the K elements showed rising trend under the three ventilation conditions and the three fertilizer treatments in melon's leaf. The absorption of the N elements showed downward trend under the treatment of the high and low fertility, but a rising trend after 45 days. **【Conclusion】**In autumn, the yield and quality of muskmelon are

* [收稿日期] 2009-07-15

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD79B00)

[作者简介] 张艳丽(1983—), 女, 甘肃平凉人, 在读硕士, 主要从事栽培生理生态研究。E-mail: zyanli114@163.com

[通信作者] 李建明(1966—), 男, 陕西洛川人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事设施园艺栽培与生理生态研究。

E-mail: lijian2ming66@163.com

improved under such conditions as fertilizer rate N 13.8 g/plant + K₂O 20 g/plant, ventilation; and 10% higher daily average temperature.

Key words: muskmelon; solar greenhouse; ventilation; nitrogen; potassium

目前,我国西北地区已发展拱棚厚皮甜瓜 3 300 多 hm²,成为全国重要的厚皮甜瓜生产基地^[1-2]。科学施肥是日光温室栽培获得高品质甜瓜和高效益的基本条件。近年来,甜瓜生产中施肥过多和偏施氮肥的现象比较严重,导致果实品质下降。厚皮甜瓜在供氮量低于 393.8 kg/hm² 时,增加供氮量可提高产量,也可增加单果质量、V_C 含量和蛋白质含量;当供氮量超过 330.1 kg/hm² 时,总糖含量会随着供氮量的增加而降低^[3]。林多等^[4]研究表明,在较低钾水平下,网纹甜瓜的 V_C 含量随着钾肥施用量的增加而增大,但当营养液中含 K 量较高(360 mg/L)时,V_C 含量则有所下降。增施钾肥对甘蓝、菠菜、西瓜和茄子等果实中糖的合成与积累均有促进作用^[5],但洋葱的含糖量与钾肥施用量呈负相关^[6]。姜丽娜等^[7]认为,后期配施钾肥可提高大蒜头的产量。周艺敏^[8]研究认为,大白菜的含糖量与钾肥施用量没有明显的相关性。可见不同的蔬菜种类对氮、钾肥的反应有较大差异。

尽管目前关于施肥对甜瓜生长及品质、产量的研究较多,但在温室环境下进行施肥量研究的报道相对较少。本试验在前人研究的基础上,采用盆栽方式,探讨了在 3 种通风环境下,施用氮、钾肥对温室甜瓜生长、品质及产量的影响,以期对甜瓜施肥与环境耦合的优化管理提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于 2008-07—2008-10 在西北农林科技大学园艺学院实验场日光温室内进行。供试温室东西长 71 m、南北宽 6 m。

1.2 材料

供试材料为厚皮甜瓜,品种是“一品天下 208”,由陕西杨凌千普农业开发有限公司提供。

1.3 试验设计

采用盆栽定植,盆高 48 cm,直径 40 cm。盆栽基质由土、牛粪、草炭按照 5:3:2 的质量比配制而成,每盆装基质 12.5 kg。基质中有机质含量为 610 g/kg,速效 N、P、K 含量分别为 912,212 和 911 mg/kg。供试氮肥为尿素,含 N 46%;钾肥为硫酸钾,含 K₂O 50%。2008-07-14 播种育苗,08-01 定

植,10-28 拉秧结束。单蔓整枝,在第 10~14 片真叶之间的侧枝上选留形状端正的幼瓜,当幼瓜鸡蛋大小时,选果形指数好的瓜每株留 1 个,其他幼瓜全疏掉。水分按照常规管理进行。试验采用二因素三水平三裂式组合设计,N、K 肥单株施用量根据日本山崎配方^[9]设 3 个水平:F1 N 18.4 g/株 + K₂O 25 g/株;F2 N 13.8 g/株 + K₂O 20 g/株;F3 N 9.2 g/株 + K₂O 15 g/株。3 个施肥水平分别在同一温室的 3 种通风环境中进行(用 PC 板隔开),3 种通风环境为:通风口和薄膜全开,通风量 90%(TL);薄膜封闭,通风口全开,通风量 50%(TM);通风口和薄膜全封闭,通风量 10%(TT)。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 日光温室中气温、湿度的测定 采用河北清胜电子科技有限公司生产的温湿光记录仪(JL-18),分别记录 3 种通风环境中的气温、湿度等因子,每小时记录 1 次,最后计算气温、湿度的日平均值。环境数据采集时间为 08-01—11-01。

1.4.2 甜瓜植株生长指标的测定 在定植后 15 d,每处理选生长一致的植株 5 株,分别测定甜瓜株高、茎粗、叶片数和叶面积,每 7 天测定 1 次,共测 5 次。

1.4.3 甜瓜品质指标的测定 参考文献[10]的方法,维生素 C 含量用钼蓝比色法测定,可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定,可溶性固形物含量用手持测糖仪测定,可溶性蛋白质含量用考马斯亮蓝-250 法测定。

1.4.4 甜瓜果实单果质量的测定 在甜瓜果实成熟时,统一采收,统计每处理的果实总质量,计算平均单果质量。

1.4.5 叶片中全 N、全 K 含量的测定 处理后每 15 天采集 1 次甜瓜植株相同节位的叶片,烘干用于测定全 N、全 K 含量。参考文献[11]的方法,全 N 含量采用凯氏定氮消煮法(定氮消解仪为 YH220 恒温加热消解仪)测定,全 K 含量采用火焰分光光度计法(火焰分光光度计为 BWB PLUS 型)测定。

2 结果与分析

2.1 通风量对日光温室气温和湿度的影响

由图 1 可以看出,通风对日光温室气温和湿度有较大影响;在 3 种通风环境中,TT 的日平均气

温、湿度均高于 TL 和 TM。TL、TM、TT 的日平均气温分别为 21.8、24.9 和 29.6℃,日平均湿度分别为 70.3%、75.6%和 78.6%。

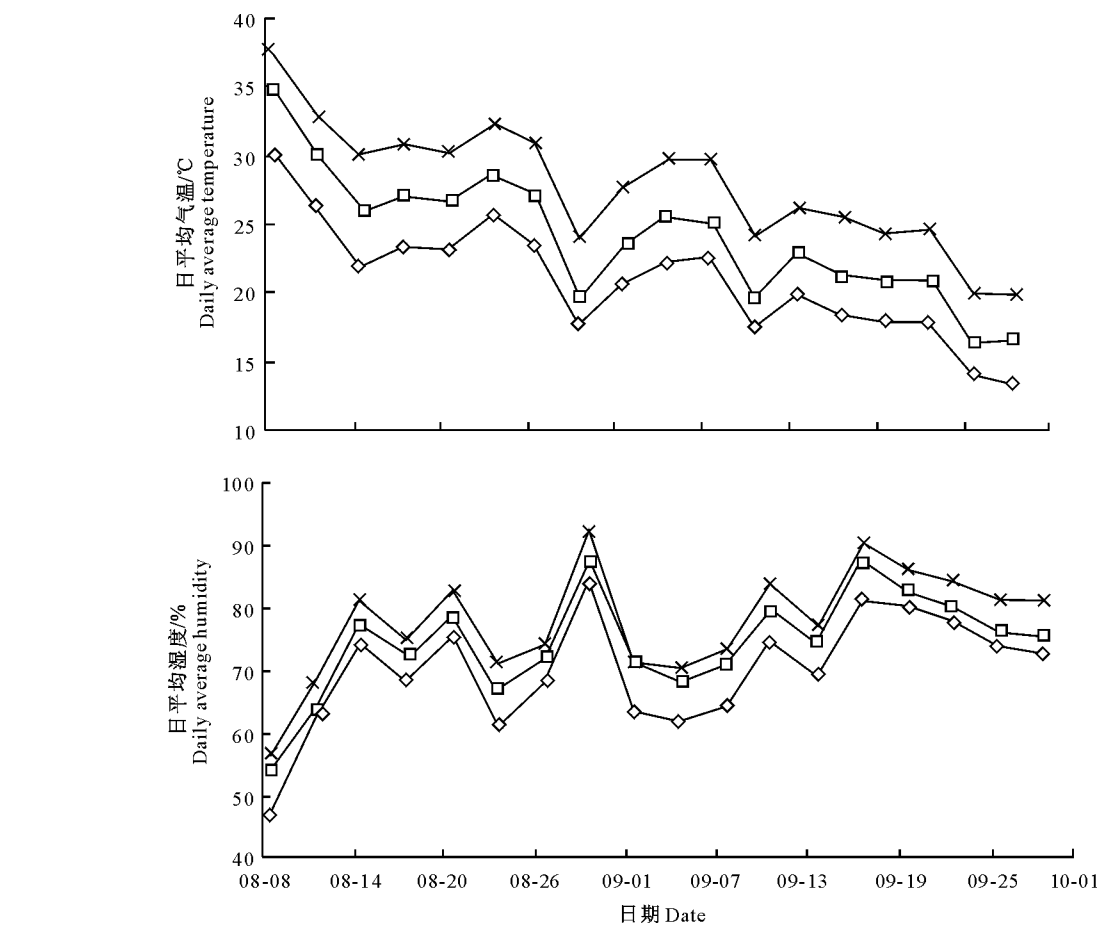


图 1 通风量对日光温室气温和湿度的影响
—◇—, TL; —□—, TM; —×—, TT

Fig. 1 Effect of ventilation on the daily average temperature and humidity in greenhouse

2.2 通风环境与 N、K 肥施用水平对甜瓜植株生长的影响

在甜瓜植株生长指标的 5 次测定结果中,第 1 次测量结果差异小,没有规律性;第 5 次测定误差较大,故本研究采用第 2 次(营养生长期)、第 3 次(孕蕾期)、第 4 次(抽蕾期)的测定结果进行分析。由表 1 可知,在 3 种通风环境中,施肥对不同生长阶段的甜瓜株高的影响均表现为 F1>F2>F3。在营养生长期,不同通风环境对甜瓜株高的影响均表现为 TT>TL>TM;但在抽蕾期,F1 和 F2 施肥处理表现为 TT>TM>TL,而 F3 处理为 TL、TM>TT;在孕蕾期,通风环境对甜瓜株高的影响规律不明显。TM+F1 处理甜瓜的株高在孕蕾期比营养生长期增长了 71 cm,增幅与同期 3 种通风环境中其他各个施肥处理的增幅差异显著 ($P<0.05$)。在 TL 和 TM 环境下,施肥对整个生长期甜瓜茎粗的影响均表现为 F3>F2>F1,但在 TT 环境下均表现为 F2

>F3>F1。TT+F1 处理的甜瓜茎粗在孕蕾期比营养生长期增加了 2.2 mm,增幅与同期 3 种通风环境中其他各个施肥处理的增幅差异显著 ($P<0.05$)。整个生长期,在 3 种通风环境下,施肥对甜瓜叶面积的影响均表现为 F2>F1>F3;在营养生长期和抽蕾期,3 种通风环境对甜瓜叶面积的影响均表现为 TT>TM>TL,但在孕蕾期表现为 TM>TT>TL。

2.3 通风环境与 N、K 肥施用水平对甜瓜品质的影响

由图 2 可知,在 3 种通风环境下,3 种施肥处理对甜瓜可溶性总糖和可溶性蛋白质含量的影响均表现为 F1>F2>F3;3 种通风环境对甜瓜果实可溶性糖含量的影响均表现为 TT>TM>TL;在 TL 环境中,各施肥处理的可溶性蛋白质含量极显著低于 TM、TT 环境中相应的各施肥处理 ($P<0.01$)。3 种通风环境下,3 种施肥处理对可溶性固形物含量的影响均表现为 F3>F2>F1;TL 环境中,各施肥

处理的可溶性固形物含量明显高于 TM、TT 环境中相应的各个施肥处理。在 TM、TT 环境下,3 种施肥处理对甜瓜果实 Vc 含量的影响均表现为 F2>F1>F3,而在 TL 环境下表现为 F1>F2>F3。

表 1 不同通风环境下施肥水平对甜瓜植株生长的影响

生长期 Growth period		TL			TM			TT		
		株高/cm Height	茎粗/mm Stem diameter	叶面积/cm ² Leaf area	株高/cm Height	茎粗/mm Stem diameter	叶面积/cm ² Leaf area	株高/cm Height	茎粗/mm Stem diameter	叶面积/cm ² Leaf area
营养生长期 Vegetative growth stage	F1	59.0±5.4	5.0±1.2	234.0±64.0	57.3±6.7	5.3±1.1	271.9±18.7	63.7±4.6	5.2±1.1	276.7±33.0
	F2	57.3±7.3	5.9±1.0	335.2±60.0	55.3±7.3	6.0±0.8	343.0±39.2	58.3±6.6	6.5±0.9	357.0±17.0
	F3	53.0±8.7	6.1±0.9	212.4±35.3	50.3±10.6	6.7±0.8	230.8±29.8	53.3±9.7	6.0±0.6	252.0±44.7
孕蕾期 Bud stage	F1	127.3±9.3	6.4±0.8	900.6±72.3	128.3±6.5	7.0±0.8	1 016.4±147.1	131.7±10.2	7.4±0.7	1 014.5±63.4
	F2	121.0±8.7	6.9±0.7	1 004.8±54.8	120.7±7.3	7.4±0.8	1 366.0±47.1	117.3±8.3	7.9±0.7	1 056.3±45.2
	F3	106.7±8.2	7.8±0.8	824.3±28.0	115.7±8.3	7.9±0.7	853.1±46.1	93.7±9.9	7.6±0.5	836.6±54.3
抽蕾期 Pumped bud stage	F1	170.0±10.1	7.7±0.8	1 160.3±95.8	173.7±9.6	8.2±0.7	1 418.5±66.3	175.3±6.8	8.0±0.8	1 522.0±32.5
	F2	164.0±6.7	8.5±0.7	1 212.5±91.8	165.7±8.0	8.7±1.2	1 630.6±35.0	167.7±8.3	9.8±0.8	1 662.0±94.7
	F3	158.3±6.5	8.8±0.8	1 128.3±76.5	158.3±8.2	8.8±0.7	1 407.4±80.0	153.7±9.7	9.4±0.7	1 470.4±62.5

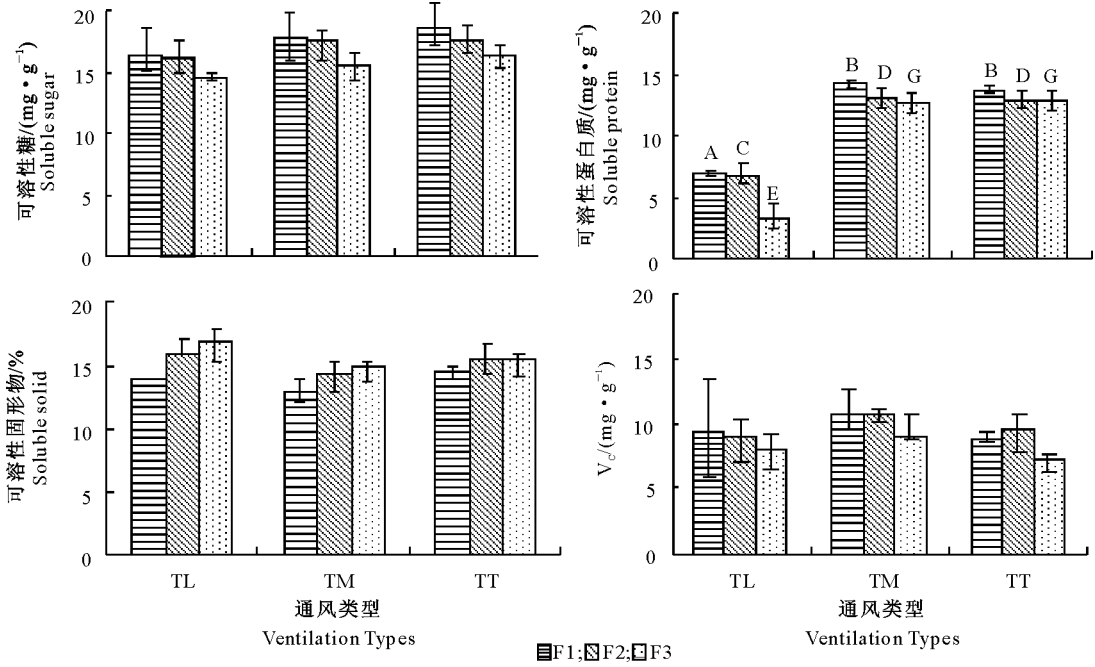


图 2 不同通风环境下施肥水平对甜瓜品质的影响

不同大写字母表示同一施肥处理不同通风条件下差异极显著($P<0.01$)

Fig. 2 Effects of fertilization on the quality of melon under different ventilations

Different capital letters mean extremely significant difference ($P<0.01$) with the same fertilization under different ventilation type.

2.4 通风环境与 N、K 肥施用水平对甜瓜单果质量的影响

由图 3 可以看出,通风环境和施肥水平对甜瓜单果质量均有较大影响。不同通风环境对产量的影响表现为 $TT>TM>TL$;施肥水平对产量的影响表现为 $F2>F3>F1$;3 种通风环境中,F1 与 F2 处理的单果质量差异均达极显著水平($P<0.01$)。

2.5 通风环境与 N、K 肥施用水平对甜瓜叶片全 N、全 K 含量的影响

通风环境与 N、K 肥施用水平对甜瓜叶片全 N、

全 K 含量的影响见图 4。由图 4 可知,在 TL、TM 环境中,F1、F3 处理甜瓜叶片全 N 含量呈逐渐下降的趋势,但 F2 处理在定植后 45 d 内全 N 素含量上升,且在 TM 环境下显著高于 TL 环境($P<0.05$);在 TT 环境中,甜瓜叶片全 N 含量在定植后 15 和 60 d 时,F1 与 F2、F3 处理差异分别达显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)水平。在 3 种通风环境下,3 种施肥处理甜瓜叶片全 K 含量均呈上升趋势,且在定植后 45~60 d 明显增加。

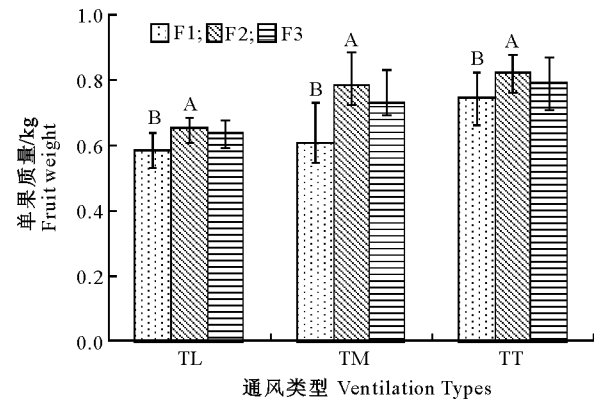


图 3 不同通风环境下施肥水平对甜瓜单果质量的影响
不同大写字母表示同一通风条件下,
不同施肥处理差异极显著 ($P<0.01$)

Fig. 3 Effects of fertilization on the fruit weight of melon under different ventilations
Different capital letters means extremely significant difference ($P<0.01$) with different fertilization under the same ventilation type

3 结论与讨论

本研究结果表明,每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 的高肥处理,其甜瓜株高在 3 种通风条件下均最高,营养生长旺盛;而其茎粗却在各施肥处理中最低。每株施 N 9.2 g+K₂O 15 g 的低肥处理,在 TL 和 TM 条件下茎粗均最大,说明在此通风条件下,低肥有利于茎粗生长;但在 TT 条件下,每株施 N 13.8 g+K₂O 20 g 的中肥处理茎粗最大,这可能与高温提高了植株

的营养吸收效率有关。

前人有关氮、钾肥对甜瓜品质影响的研究结果不尽一致。林多等^[4]研究了钾素对甜瓜可溶性蛋白含量的影响,结果表明,氮肥一定的情况下,高钾有利于可溶性蛋白质的合成。本试验结果表明,每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 的高肥处理,甜瓜可溶性蛋白含量最高,这可能与高氮肥促进了钾肥的大量吸收有关。本研究结果还表明,在 TL(温度较低)条件下,施肥对可溶性蛋白含量的提高作用不大,这说明对甜瓜可溶性蛋白质的积累而言,温度可能是比施肥更重要的影响因子。詹长庚等^[12]研究了钾肥对西瓜品质的影响,结果表明,后期增施钾肥可提高西瓜含糖量。高俊杰等^[13]研究了氮肥对甜瓜糖含量的影响,结果表明,一定程度的高氮有利于糖的积累。本试验结果显示,在每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 的高肥处理下,甜瓜可溶性糖含量达到了最高水平,这与高俊杰等^[13]的试验结果一致。甜瓜可溶性固形物含量与可溶性糖含量的变化相反,以每株施 N 9.2 g+K₂O 15 g 的低肥处理最高,而高肥处理最低。甜瓜 V_C 含量在高肥、中肥处理之间差别不大,且在日平均气温较高的条件下,高肥处理的 V_C 含量有一定的下降趋势,这可能与高氮肥抑制了甜瓜 V_C 的合成有关。因此,从营养角度来看,每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 的高肥处理对甜瓜的养分并不是最理想的,在不同的温度条件下,需要配合不同的施肥量。

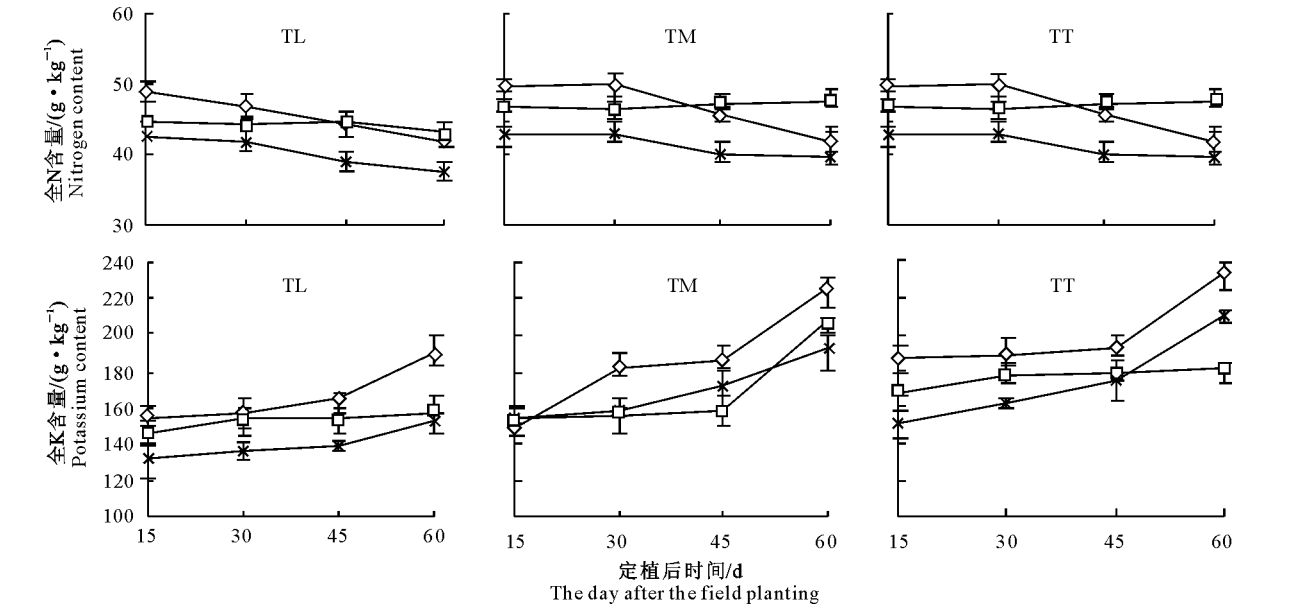


图 4 不同通风环境下施肥水平对甜瓜叶片全 N、全 K 含量的影响
—◇—, F1; —□—, F2; —×—, F3

Fig. 4 Influence of the nitrogen and potassium by ferlizing under different ventilations in melon's leaf

温度和施肥对甜瓜单果质量都有较大影响。TT 条件下的甜瓜产量明显比 TM、TL 高,其中 TL (低温)环境产量最低。每株施 N 13.8 g+K₂O 20 g 的产量最高,每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 的产量最低,甚至比低肥处理的产量还低,这可能是由于高氮促进了营养生长,延迟了开花结果期,从而进一步影响了产量。

通风环境对甜瓜叶片全 N、全 K 含量有较大影响。甜瓜在生长前期,着重吸收 N 素,这可能与甜瓜的营养生长有关;对 K 素的吸收一直呈上升趋势,且在生长后期较为明显。但在日平均气温较高的 TT 环境中,在每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 的高肥处理下,甜瓜叶片全 N 含量在后期表现为上升趋势,而全 K 含量在生长后期更为显著,这可能与高温环境可提高植物对营养元素的吸收有关。

在日平均气温较高的 TT(29.6℃)环境中,甜瓜对 N、K 素的吸收量普遍高于日平均气温相对较低的 TL 和 TM 环境;TT 环境下每株施 N 18.4 g+K₂O 25 g 处理的甜瓜可溶性糖、可溶性蛋白含量也高于另外 2 种环境,但此环境中每株施 N 13.8 g+K₂O 20 g 处理的甜瓜产量最高。

[参考文献]

[1] 徐福利,梁银丽,杜社妮,等. 杨凌示范区日光温室蔬菜施肥现状及存在问题对策 [J]. 西北农业学报,2003,12(3):72-77.
Xu F L,Liang Y L,Du S N,et al. Fertilization situation analysis and question countermeasure of vegetable in sunlight green house of Yangling demonstration zone [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica,2003,12(3):72-77. (in Chinese)

[2] 潘百涛,刘晓红,印东生,等. 中国北方地区节能日光温室的研究现状及发展趋势 [J]. 农业工程技术(温室园艺),2005(2):15-17.
Pan B T,Liu X H,Yin D S,et al. The advance and trend of energy saving sunlight greenhouse in northern regions of China [J]. Agricultural Engineering Technology (Greenhouse&Horticulture), 2005(2):15-17. (in Chinese)

[3] 牛在垒,刘建辉,杜军志,等. 不同氮、钾施肥量对厚皮甜瓜产量和品质的影响 [J]. 北方园艺,2008(10):8-12.
Niu Z L,Liu J H,Du J Z,et al. Effects of different amounts of nitrogen and potassium on yield and quality of musk melon [J]. Northern Horticulture,2008(10):8-12. (in Chinese)

[4] 林 多,黄丹枫. 钾素水平对基质栽培网纹甜瓜光合及品质的影响 [J]. 园艺学报,2003,30(2):221-223.
Lin D,Huang D F. Effects of potassium levels on photosynthe-

sis and fruit quality of muskmelon in medium culture [J]. Acta Horticulturae Sinica,2003,30(2):221-223. (in Chinese)

[5] 郭熙盛,刘才宇,王文军,等. 钾肥对洋葱产量、品质及养分吸收的影响 [J]. 中国蔬菜,1999(2):12-14.
Guo X S,Liu C Y,Wang W J,et al. The effect of K fertilizer on the yield, qualities and nutrient uptake of onion [J]. China Vegetables,1999(2):12-14. (in Chinese)

[6] 许前欣,赵振达,李秀文,等. 钾肥对蔬菜产量品质效应的研究 [J]. 土壤肥料,1999(2):23-25.
Xu Q X,Zhao Z D,Li X W,et al. Study on effect of potassium fertilizer on yield and quality of vegetable crops [J]. Soils and Fertilizers,1999(2):23-25. (in Chinese)

[7] 姜丽娜,詹长庚,符建荣,等. 钾硫对大蒜头优质高产的效应及相互关系初探 [J]. 土壤肥料,1997(1):28-31.
Jiang L N,Zhan C G,Fu J R,et al. Effect of potassium and sulphur on fine quality and high yield of garlic and their interrelation [J]. Soils and Fertilizers,1997(1):28-31. (in Chinese)

[8] 周艺敏. 钾及其他元素配合施用对几种作物产量和品质的影响 [J]. 土壤肥料,1995(1):18-21.
Zhou Y M. Effect of combined application of potassium and other elements on yield and quality of some crops [J]. Soils and Fertilizers,1995(1):18-21. (in Chinese)

[9] 张剑国. 日本营养液栽培 [J]. 北方园艺,2003(4):67.
Zhang J G. Hydroponic cultivation in Japan [J]. Northern Horticulture,2003(4):67. (in Chinese)

[10] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术 [M]. 北京:科学出版社,2002:135-173.
Chen Y Q. Method and technology of biochemistry experiment [M]. Beijing:Science Press,2002:135-173. (in Chinese)

[11] 郭亚芬,张忠学,栾非时,等. 氯化钾和硫酸钾对蔬菜产量品质的效应 [J]. 北方园艺,1999(1):1-2.
Guo Y F,Zhang Z X,Luan F S,et al. Effect of KCl and K₂SO₄ on the yield and quality of vegetables [J]. Northern Horticulture,1999(1):1-2. (in Chinese)

[12] 詹长庚,姜丽娜. 配施钾肥对改善番茄、西瓜、榨菜和红麻产品品质的影响 [J]. 浙江农业科学,2000(2):86-88.
Zhan C G,Jiang L N. Effect of combined application of potassium fertilizers on quality of tomato,muskmelon,mustard and hemp [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences,2000(2):86-88. (in Chinese)

[13] 高俊杰,焦自高,于贤昌,等. 施肥量对温室基质栽培甜瓜生理特征和产量品质的影响 [J]. 西北农业学报,2005,14(5):92-96,113.
Gao J J,Jiao Z G,Yu X C,et al. Effect of fertilization on physiologic character and yield and quality of muskmelon in solar greenhouse [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2005,14(5):92-96,113. (in Chinese)