中国蔬菜 2009 (24): 24 - 29
CHINA VEGETABLES

钾对厚皮甜瓜成熟果实中芳香物构成及含量的影响

王锐竹 王怀松 贺超兴* 张志斌
(中国农业科学院蔬菜花卉研究所，北京 100081)

摘 要： 以4种不同钾肥量追施处理厚皮甜瓜中蜜5号后，采用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)测定了成熟果实中的芳香物成分，分别在低量钾肥、中量钾肥(CK)、中高量钾肥和高量钾肥处理中检测出32、35、34、39种芳香成分，各占其总峰面积的96.78%、98.39%、95.27%、90.95%。随钾肥施用量增加，果实中挥发性酯类物质与醇类物质的相对含量变化趋势相反。不同钾肥量处理成熟甜瓜果实特征芳香成分中，(E,Z) 3,6-壬二烯-1-醇、(Z)-6-壬烯-1-醇乙酸酯、2,3-丁二醇二乙酸酯、2-甲基丁酸乙酯、(6Z) 壬烯-1-醇、(Z) 3-壬烯-1-醇等相对含量存在显著性差异，特征香气含量随钾肥施用量的增加而呈现先增加后降低的趋势，以适量钾肥处理(9.6 g·株$^{-1}$)为最佳，果实品质最好。

关键词： 甜瓜；施钾量；芳香成分；GC-MS分析
中图分类号： S652 **文献标识码：** A **文章编号：** 1000-6346(2009)24-0024-06

Effects of Different Potassium Dosage on Aroma Components and Contents in Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Fruit

WANG Rui-zhu, WANG Huai-song, HE Chao-xing*, ZHANG Zhi-bin
(*Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing* 100081, *China*)

Abstract: Aroma components of muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits 'Zhongmi No. 5' were analyzed by Gas Chromatograph-Mass Spectrometry (GC-MS) treated by 4 different potassium fertilizer dosage applications. The results showed that 4 treatments low-K, middle-K (CK), middle and high-K, high-K contained 32, 35, 34, 39 aroma components, respectively, which represented about 96.78%, 98.39%, 95.27%, 90.95% peak area of the total. Along with the increasing dosage of potassium fertilizer, the ester and alcohols contents in muskmelon fruit were inverse ratio. The aroma components, such as 3,6-Nonadien-1-ol (E,Z), (6Z)-Nonen-1-ol, (Z)-3-Nonen-1-ol, 2,3-Butanedioldiacetate, Butanoic acid, 2-methyl-ethyl ester, 6-Nonen-1-ol-acetate and 3-Nonen-1-ol, (Z)- had significant differences in relative contents. The aroma components will follow the trend of increasing first then decreasing afterwards along with the increase of potassium fertilizer dosage. The best quality of muskmelon fruit will be achieved by suitable potassium fertilizer treatment (9.6 g per plant).

Key words: Muskmelon fruit; Potassium dosage; Aroma components; GC-MS analysis

收稿日期： 2009-03-25；**接受日期：** 2009-05-19
基金项目： 国家科技支撑计划项目(2008BADA6B03，2006BAD07B04)，公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-007)，农业部园艺作物遗传改良重点开放实验室资助
作者简介： 王锐竹，硕士研究生，专业方向：设施蔬菜栽培，E-mail: wrz_str@163.com
* 通讯作者(Corresponding author)：贺超兴，副研究员，硕士生导师，专业方向：设施蔬菜栽培，E-mail: ivf_sszp@mail.caas.net.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 具有特殊的香气，其芳香物质在果实成熟、贮藏或催熟过程中逐渐形成和释放[1]。各种芳香成分的相对含量和配比对甜瓜风味品质有着重要影响[2]。据研究报道[3]，甜瓜中已检测出240多种芳香物质，一半以上为酯类物质，有些成分含有硫化物，其余的物质以醛和醇为主[4]。其中碳9族的酯类、醇类和醛类为甜瓜香气成分中的重要物质和主体成分。Kemp等[5]在甜瓜中检测出(Z,Z)-3,6二壬烯-1醇，该物质被称为甜瓜特征香气物质。Wang等[6]确定了丁酸乙酯、2-甲基丁酸甲酯及2-乙基丙酸甲酯为甜瓜香气的重要组成部分，此外，他们也确定了2-甲基丁酸乙酯、2,3-丁二醇二乙酸酯、(Z)-6-壬烯-1-醇乙酸酯、硫代丁酸甲酯为甜瓜特征香气物质。关于甜瓜挥发性芳香成分的报道国外很多，国内较少。本试验以厚皮甜瓜中蜜5号为试材，对不同施钾肥量条件下成熟甜瓜果实中芳香物成分和相对含量进行了研究，以确定甜瓜果实高风味品质形成的最佳钾肥施用量，为甜瓜合理施肥提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试材料为厚皮甜瓜中蜜5号，黄皮白肉，折光糖含量为16%~18%。试验于2008年2~5月在中国农业科学院蔬菜花卉研究所日光温室中进行，采用砖槽基质栽培方式，基质由腐熟麦秸、生物有机肥和普通土壤按比例配制，基本理化性状: pH值7.1，有机质121 g·kg^{-1}，速效磷158 mg·kg^{-1}，速效氮443 mg·kg^{-1}，速效钾532 mg·kg^{-1}。栽培槽长6 m，宽0.5 m，深0.2 m，双行种植，每行15株，每槽共30株。

1.2　试验设计

采用营养钵育苗，基质为草炭+蛭石(草炭∶蛭石=1 *V*∶1 *V*)，苗期采用常规管理。

施钾量处理: 每生产1 kg甜瓜果实植株需吸收氮3.00 g、磷1.09 g、钾4.64 g。根据往年中蜜5号产量，以目标产量25 348 kg·hm^{-2}时的需K量为标准钾肥施用量，设4个钾肥处理: ① 低钾(K1)，6.2 g·株$^{-1}$; ② 标准施肥(适量钾肥CK)，9.6 g·株$^{-1}$; ③ 倍量施肥(中高量钾肥K2)，19 g·株$^{-1}$; ④ 3倍量施肥(高量钾肥K3)，28 g·株$^{-1}$。随机区组排列，3次重复，每次追施量均采用标准施肥量，倍量施肥分2~3次溶解后于坐果期施入。

1.3　芳香物检测方法

样品前处理: 每处理随机选取成熟甜瓜果实5个，粉碎后混匀，取0.5 kg样品用果汁机粉碎搅匀成果汁浆，采用溶剂萃取法，用60、40、30 mL重蒸二氯甲烷分别萃取3次，合并有机相，浓缩至5 mL，用硫酸钠脱水后浓缩至1 mL，供气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)分析。

香气成分测定方法: 用岛津(SHIMADZU) GCMS-2010 plus气相色谱-质谱联用仪，色谱柱ov1701(30 m×0.25 mm×0.25 μm)，进样口温度250 ℃，进样量10 μL，不分流，气压为47.3 kPa，起始温度35 ℃，保留5 min，以5 ℃·min^{-1}上升到120 ℃，再以10 ℃·min^{-1}上升到250 ℃，保留15 min，载气为高纯氦气，电离方式为EI，电子能量为70 eV，扫描模式为全扫描。特征香气成分参考文献〔4-5〕确定。

2　结果与分析

2.1　不同施钾量处理对总芳香物构成的影响

通过GC-MS检测，不同量钾肥处理的甜瓜果实香气成分的总离子流图见图1，运用计算机检索与图谱库(NIST05)的标准质谱图对照，结合文献〔7-8〕，确计香气物质的各个化学成分，采用峰面积归一化法进行相对定量(表1)。从各处理成熟甜瓜中共检测出98种芳香物质，其中相对含量较高(大于0.1%)的芳香物质53种，主要以酯类、醇类、醛类及酮类为主，其中醇

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

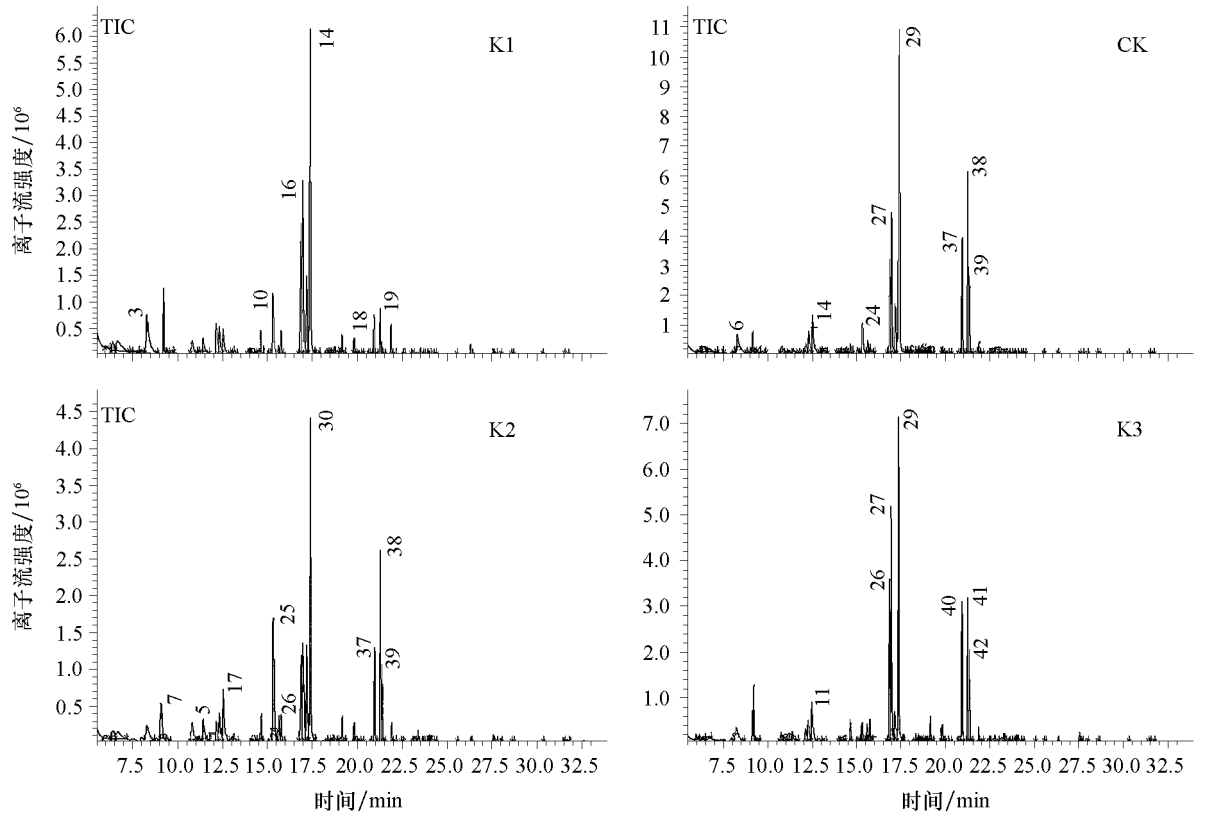


图 1 不同施钾量处理甜瓜挥发性物质 GC – MS 总离子流图

类物质与酯类物质的总量占到所有芳香物质的 70 % 以上。相对含量较高的组分有(Z) 3 – 壬烯 – 1 – 醇、(E,Z) 3,6 – 壬二烯 – 1 – 醇、(Z) – 6 – 壬烯 – 1 – 醇乙酸酯、乙酸己酯、乙酸壬酯、1 – 十四碳烯 – 3 – 炔、2 – 甲基 – 1 – 丁醇乙酸酯、(Z) – 6 – 壬烯醛、乙酸叶醇酯、Z – 10 – 十五烯 – 1 – 醇、1 – 十一醇,乙酸苯甲酯、(6Z) 壬烯 – 1 – 醇等,但这些芳香组分在各处理间的含量差异明显。中蜜 5 号甜瓜检测出的乙酸酯类物质较多,它们是甜瓜中的主要香气成分。低钾处理(K1) 检测出 32 种含量相对较高的芳香组分,占总峰面积的 96.78 %;适量钾肥处理(CK) 检测出 35 种含量相对较高的芳香组分,占总峰面积的 98.39 %;中高量钾肥处理(K2) 检测出 34 种含量相对较高的芳香组分,占总峰面积的 95.27 %;高量钾肥处理(K3) 检测出 39 种含量相对较高的芳香组分,占总峰面积的 90.95 %。

由检测结果可见,适量钾肥(CK) 可使成熟甜瓜果实中总芳香物质的含量明显增加,而施钾肥量不足(K1) 或施钾量过多(K2、K3),芳香物质的含量均有所降低。所以正确施用钾肥对保证甜瓜果实香气的最佳状态具有重要作用。

2.2 不同施钾量处理对有机芳香类成分含量的影响

甜瓜果实中的芳香物质以酯类为主,表 1 表明,通过 GC – MS 检测出了含量较高的醇类物质 10 种,酯类物质 30 种,醛类、炔类、烷类物质共 13 种。不同钾肥处理其芳香物成分比例明显不同(图 2),低钾处理(K1) 中各种成分含量分别为:酯类 34.97 %,醇类 45.14 %,其他(包括醛类、酮类等) 16.67 %。适量钾(CK) 的各成分含量分别为:酯类 53.50 %,醇类 26.15 %,其他 18.74 %。中高钾量处理(K2) 各成分含量分别为:酯类 50.07 %,醇类 30.79 %,其他 14.41 %。高钾处理(K3) 各成分含量分别为:酯类 48.90 %,醇类 31.47 %,

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1　不同施钾量处理对甜瓜果实芳香成分的 GC－MS 分析结果

序号	香气成分	相对含量/%				序号	香气成分	相对含量/%			
		K1	CK	K2	K3			K1	CK	K2	K3
1	乙酸丁酯	2.29	4.84	3.33	2.68	29	6－庚基乙酸酯	—	—	—	1.55
2	1－辛烯－3－醇酯	1.56	1.24	2.37	1.03	30	反式2，4－丁二烯基辛基乙酸酯	1.68	—	—	—
3	乙酸己酯	2.39	4.17	5.15	7.86						
4	（Z）－6－壬烯－1－醇乙酸酯	8.19	10.51	8.61	8.33	31	1－己醇	0.42	0.38	1.44	1.89
5	乙酸壬酯	1.64	3.29	3.30	3.48	32	（Z）3－壬烯－1－醇	4.34	5.03	3.15	2.26
6	乙酸辛酯	—	0.64	0.37	0.44	33	（E,Z）3，6－壬二烯－1－醇	9.25	10.53	7.15	7.67
7	乙酸苯甲酯	4.00	5.60	7.12	11.77	34	苯甲醇	1.02	0.53	0.84	1.52
8	4－庚酸乙酯	0.41	1.01	0.26	0.93	35	1－辛醇	0.43	0.14	0.33	0.18
9	乙酸庚酯	0.85	2.30	1.77	—	36	1－庚醇	0.60	0.62	0.38	0.54
10	丁酸乙酯	0.38	1.01	—	0.85	37	（6Z）壬烯－1－醇	12.19	11.34	9.67	8.98
11	乙酸戊酯	—	0.34	0.47	0.44	38	Z－10－十五烯－1－醇	3.46	—	7.83	6.43
12	（Z）－2－戊烯醇乙酸酯	—	0.54	—	—	39	1－十一醇	10.89	—	—	1.23
13	2－乙基己基乙酸酯	—	1.64	—	0.25	40	2－壬烯－1－醇	2.54	0.58	—	0.77
14	邻苯二酸酐	0.20	—	0.18	0.20	41	苯甲醛	3.20	—	0.47	2.32
15	4－辛酸乙酯	0.14	—	—	0.27	42	1－十四碳烯－3－炔	4.68	2.94	6.23	5.97
16	庚酸乙酯	0.19	0.20	—	0.25	43	2,5－二甲苯基乙酮	2.19	0.23	0.26	1.68
17	2,3－丁二醇二乙酸酯	0.98	1.19	0.84	0.73	44	（Z）－6－壬烯醛	6.38	—	3.07	—
18	2－甲基－1－丁醇乙酸酯	7.00	8.52	6.26	2.31	45	1,3,5－三氧杂环已烷	—	—	0.12	—
19	2－甲基丁酸乙酯	1.44	1.50	0.89	0.59	46	苯乙酮	—	—	0.24	0.19
20	3－己烯－1－醇乙酸酯	1.63	4.07	3.65	—	47	1－壬炔	—	5.14	—	—
21	己酸乙酯	—	—	—	0.72	48	螺（4,4）－1－壬烯	—	—	—	0.14
22	乙酸叶醇酯	—	—	2.35	1.69	49	甲氧基苯基肟	—	—	2.46	—
23	2－甲氧基－4－（2－丙烯基）苯酚乙酸酯	—	0.11	—	0.18	50	2－甲氧基－3－（2－丙烯基）苯酚	0.22	—	—	—
24	草酸辛基丙酯	—	0.32	0.38	—	51	1－乙基－4，5二乙烯基环己烯	—	—	—	0.28
25	5－癸烯－1醇乙酸酯	—	0.36	—	0.4						
26	辛酸甲酯	—	0.10	—	—	52	2,5－二甲基二苯甲酮	—	2.29	1.56	—
27	4－己烯－1－醇乙酸酯	—	—	2.77	—	53	1－十三炔	—	5.14	—	—
28	庚基乙酸酯	—	—	—	1.95	占总峰面积的百分数/%		96.78	98.39	95.27	90.95

其他10.58 %。从图2中还可看出，适量钾肥的酯类物质含量最高，而钾不足则酯类物质显著降低，增施钾肥酯类物质反有所下降，醇类物质含量的走势与酯类物质正好相反。醛类、烷类、酮类物质含量较少，只占检测出的芳香物质总量的10 %～20 %，其含量随施钾量的增加而减少。

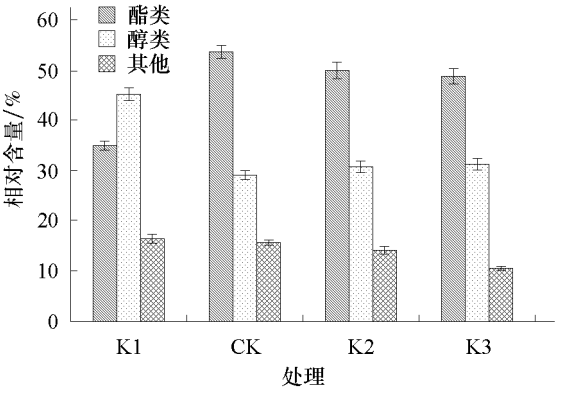


图2　不同施钾量处理各种芳香物质含量

2.3　不同施钾量对甜瓜果实特征香气的影响

对6种特征香气成分含量的方差分析表明（表2），6种特征香气成分含量均呈先增加后降低的趋势。所有香气成分均以适量处理（CK）的含量较高。其中（E,Z）3,6－壬二烯－1－醇、（Z）3－壬烯－1－醇的相对含量4个处理间差异最为明显，且适量处理（CK）的（E,Z）3,6－壬二烯－1－醇含量分别比K1、K2、K3高13.84 %、47.27 %、37.29 %，差异均达显著水

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

平;(Z)3-壬烯-1-醇的含量分别比K1、K2、K3高15.90%、59.68%、122.57%,差异均达显著水平。其他物质含量各处理间增减趋势一致。其中(Z)-6-壬烯-1-醇乙酸酯、2,3-丁二醇二乙酸酯以适量处理(CK)显著高于其他处理。(6Z)壬烯-1-醇、(E,Z)3,6-壬二烯-1-醇能够散发出清新的甜味,且在所有特征香气物质中其含量为最高,两种物质的总含量占特征香气成分总含量的一半以上,因此这两种醇为中蜜5号甜瓜主要的成香物质。

表2 不同施钾量处理甜瓜果实中含有特征香气成分及含量 %

序号	特征香气成分	K1	CK	K2	K3
1	(E,Z)3,6-壬二烯-1-醇	9.25 b	10.53 a	7.15 c	7.67 c
2	(6Z)壬烯-1-醇	12.19 a	11.34 a	9.67 b	8.98 c
3	(Z)3-壬烯-1-醇	4.34 b	5.03 a	3.15 c	2.26 d
4	2,3-丁二醇二乙酸酯	0.98 b	1.19 a	0.84 c	0.73 c
5	2-甲基丁酸乙酯	1.44 ab	1.50 a	0.89 b	0.59 c
6	(Z)-6-壬烯-1-醇乙酸酯	8.19 b	10.51 a	8.61 b	8.33 b
总量		36.39	40.10	30.31	28.56

注:表中同行数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$)。

3 讨论

3.1 甜瓜中的成香物质

成熟甜瓜果实香气是由各种芳香成分共同作用而形成的,虽然各种芳香物质只占甜瓜果实鲜质量的0.01%~0.001%,但对果实风味品质起着很重要的作用[7]。在所有的芳香成分中,各芳香物质对果实香气的贡献是依据其香气值(相对含量/香气阈值)来划分的[8]。其中,具有较高香气值的成分形成成熟甜瓜果实特征香气,称为特征香气成分[9]。Beaulieu等[3]研究了网纹甜瓜果实成熟过程中挥发性物质的变化,结果表明,未成熟甜瓜果实挥发性物质主要为小分子的醛类物质,如己醛、(E)-2-己烯醛、(Z)-3-己烯醛、2-庚烯醛、庚醛、2-辛烯醛、壬醛、2-壬烯醛、2,6-壬二烯醛等,成熟果实挥发性物质主要为乙酸己酯、乙酸苯甲酯、2-甲基丁酸甲酯、2-甲基丙酸乙酯、丁酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯、己酸乙酯等酯类物质。

本试验对厚皮甜瓜中蜜5号在施入不同量钾肥条件下果实中芳香物质的种类和含量进行测定分析,结果表明成熟甜瓜果实的芳香物质以酯类、醇类、醛类为主,共检出78种挥发性物质,其中含量在0.1%以上的物质共53种,各处理共同含有的芳香物质19种,其中(E,Z)3,6-壬二烯-1-醇、(Z)3-壬烯-1-醇、(Z)-6-壬烯-1-醇乙酸酯、2,3-丁二醇二乙酸酯、2-甲基丁酸乙酯、(6Z)壬烯-1-醇为中蜜5号的特征香气成分[9],这些特征香气成分在适量施钾肥量下含量最高,钾肥不足或过多均呈减少的趋势,说明适量施用钾肥能够提高瓜果的香气[10]。

本试验中未检测出含硫化合物,其含量极低。瓜果中有些芳香物质虽然相对含量较高,但其香气值较低,不能构成成熟甜瓜果实的特征香气,被称为非特征香气成分。如中蜜5号中的1-十四碳烯-3-炔、1-十三炔、(Z)-6-壬烯醛等芳香物质虽然相对含量比较高,但是它们的香气值是比较低的,因此对香气形成影响不大。

3.2 钾对甜瓜果实中芳香物质含量的影响

在甜瓜果实的芳香物质中以酯类物质的含量最高,它主要来源于氨基酸的代谢以及醇类物质的转化。氨基酸通过转氨基作用形成酮酸,经脱羧或脱氢形成醇和酰基(CoA),再经过醇脱氢酶(ADH)和醇酰基转化酶(AAT)的催化形成酯类物质。AAT能够催化不同的醇类与乙酰-CoA结合生成不同的酯类,这些酯类物质成为果实中主要的香气[11]。AAT的活性与受体醇类物质有很大的关系,这在香蕉、草莓和甜瓜上都有研究报道[12]。在甜瓜中AAT主要对异戊醇、丁醇、异丁

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

醇的转化作用较为明显，对戊醇几乎没有作用[13]。另一种名为苯甲醇酯化酶（BEAT）的物质能够催化苯基醇与乙酰－CoA结合生成苯基酯，苯基酯是茉莉和栀子花中的主要成香成分[14]。

本试验中，随着钾肥施用量的增加，甜瓜果实中酯类物质有减少的趋势，而醇类物质含量却有所增加，二者呈负相关，过多钾肥施用降低了醇类向酯类转化的能力，究其原因可能是由于果实中K^+含量的过量增加影响了甜瓜植株对Mg^{2+}的吸收[15]，而Mg^{2+}又是乙酰－CoA合成酶的活化剂，二者存在着醋酸盐＋ATP→乙酰－AMP＋PPi（Mg^{2+}），乙酰－AMP＋CoA（K^+）→乙酰－CoA＋AMP。因此，果实中钾离子含量的增加会加速乙酰CoA的合成，但是当钾离子含量到达一定程度的情况下，植物对Mg^{2+}的吸收效率降低，使得乙酰－AMP的合成受到阻碍，而乙酰－AMP又是乙酰CoA的原料，所以过量施用钾肥会导致果实中乙酰CoA的含量降低，从而导致醇类物质向酯类物质的转化受阻。因此，只有适量施用钾肥才有利于甜瓜芳香成分尤其是特征香气成分的合成；过量施钾将造成植株的营养生长与生殖生长失调，果实风味品质下降；钾不足则影响前体物向芳香成分的转化，导致芳香物质含量低。因此，生产上通过合理施用钾肥，才能使甜瓜达到最佳的风味品质。根据本试验结果，推荐在本试验小区条件下，以每株中蜜5号甜瓜追施9.6 g硫酸钾的钾肥量果实品质最优。

参考文献

〔1〕 Elazar F，Sharon A T，Batia H，Azika C，Victor R，Yair A，Detlef U，Hartwig S. Characterisation of ‘Galia’ melon aroma by GC and mass spectrometric sensor measurements after prolonged storage〔J〕. Post Bio Tech，2001，22：85－91.

〔2〕 齐红岩，魏敏，刘圆，王宝驹. 嫁接对薄皮甜瓜果实香气物质影响的初步研究〔J〕. 中国蔬菜，2008（2）：21－24.

〔3〕 Beaulieu J C，Grimm C C. Identification of volatile compounds in cantaloupe at various developmental stages using solid phase micro extraction〔J〕. Journal of Agricultural and Food Chemistry，2001，49：1345－1352.

〔4〕 Nijssen L M，Visscher C A，Maarse H，Willemsens L C，Boelens M H. In Volatile compounds in food：qualitative and quantitative data（7th ed.）〔M〕. Zeist. The Netherlands：TNO Nutrition and Food Research Institute，1996.

〔5〕 Kemp T R，Stoltz L P，Knavel D E. Volatile components of musk-melon fruit〔J〕. J Agric Food Chem，1972，20（2）：196－198.

〔6〕 Wang Y M，Wyllie S G，Leach D N. Chemical changes during the development and ripening of the fruit of *Cucumis melo*（Cv. Makdimon）〔J〕. Journal of Agricultural and Food Chemistry，1996，44（1）：210－216.

〔7〕 Forney C F，Kalt W，Jordan M A. The composition of strawberry aroma is influenced by cultivar，maturity，and storage〔J〕. Hort Science，2000，35（6）：1022－1026.

〔8〕 Larsen M，Poll L. Odour thresholds of some important aroma compounds in strawberries〔J〕. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung，1992：120－123.

〔9〕 Ioannis Zabetakis，Mark AHolden. Strawberry flavour：analysis and biosynthesis〔J〕. Journal of the Science of Food and Agriculture，1997，74：421－434.

〔10〕 孙晓琦，陈茂学，杜栋良，赵楷，艾希珍. 氮、钾营养对日光温室黄瓜风味品质的影响〔J〕. 内蒙古农业大学学报：自然科学版，2007，28（3）：182－190.

〔11〕 El-Sharkawy I，Manriquez D，Flores F B，Regad F，Bouzayen M，Latche A，Pech J C. Functional characterization of a melon alcohol acyl-transferase gene family involved in the biosynthesis of ester volatiles. Identification of the crucial role of a threonine residue for enzyme activity〔J〕. Plant Molecular Biology，2005，59：345－362.

〔12〕 Ueda Y，Tsuda A，Bai J H，Fujishita N，Chachin K. Characteristic pattern of aroma ester formation from banana，melon and strawberry with reference to the substrate specificity of ester synthethase and alcohol contents in pulp〔J〕. J Jpn Soc Food Sci Technol，1992，39：183－187.

〔13〕 Shalit M，Katzir N，Tadmor Y. Acetyl-CoA：alcohol acetyltransferase activity and aroma formation in ripening melon fruits〔J〕. J Agric Food Chem，2001，49：794－799.

〔14〕 Aharoni A，Keizer L C P，Bouwmeester H J，Sun Z K，Alvarez-Huerta M，Verhoeven H A，Blass J，van Houwelingen A M M L，de Vos R C H，van der Voet H，Jansen R C，Guis M，Mol J，Davis R W，Schena M，van Tunen A J，O'Connell A P. Identification of *SAAT* gene involved in strawberry flavor biogenesis by use of DNA microarrays〔J〕. Plant Cell，2000，12：647－662.

〔15〕 林多，黄丹枫，杨延杰. 钾肥对网纹甜瓜叶片矿质营养元素含量影响的研究〔J〕. 北方园艺，2002（6）：54－55.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net