嫁接对甜瓜果实发育及风味品质的影响

张新英　付秋实　朱慧芹　王怀松*

（中国农业科学院蔬菜花卉研究所，北京 100081）

摘　要：采用白籽南瓜京欣砧 3 号为砧木，厚皮甜瓜 IVF117 和薄皮甜瓜 IVF09 为接穗，研究嫁接对甜瓜果实生长发育、果实中糖含量和成熟果实芳香物质相对含量及种类的影响。结果表明：嫁接显著增加了果实的膨大速度及单瓜质量，促进了果实发育。嫁接降低了成熟甜瓜果实中的葡萄糖、果糖、蔗糖以及总的可溶性糖的含量。嫁接厚皮甜瓜成熟果实中产生 7 种特异性物质，占总成分的 6.35%，而缺失了自根苗中的 14 种物质，占总成分的 15.75%。嫁接薄皮甜瓜成熟果实中总芳香物质相对含量降低了 24.38 个百分点，其中主要酯类乙酸乙酯的相对含量降低了 23.44 个百分点。嫁接甜瓜中芳香物质种类和含量的改变，是导致厚皮甜瓜异香产生、薄皮甜瓜香气变淡的原因。

关键词：嫁接；甜瓜；果实生长发育；可溶性糖含量；芳香物质

甜瓜（*Cucumis melo* L.）是世界十大水果之一，而中国甜瓜产量一直保持在世界第一位。为了提高甜瓜的产量和抗性，在甜瓜生产中常常采用嫁接栽培。有研究表明，甜瓜嫁接在植株抗性增强、产量提高的同时，往往出现品质下降的问题（许传强 等，2005；魏敏 等，2006；赵依杰 等，2012），嫁接降低了甜瓜果肉的果糖、葡萄糖、蔗糖和总糖含量（魏敏 等，2007），改变了甜瓜蔗糖积累模式（许传强 等，2006）。田晓彬等（2012）研究表明，嫁接一方面延迟了果实成熟，从而影响了果实品质和香气合成相关酶的活性，另一方面，嫁接从转录水平降低了香气合成相关酶基因的表达，最终影响了果实的香气和品质。齐红岩等（2008）研究表明，嫁接降低了薄皮甜瓜果实中香气物质总量及特征酯类物质的相对含量，在一定程度上使薄皮甜瓜果实中令人愉快的芳香物质含量减少，使果实香气变淡。然而，厚皮甜瓜与薄皮甜瓜的香味差异较大，且嫁接对不同的甜瓜品种的影响不完全一样。因此，明确嫁接对甜瓜果实品质影响的生理机制，对进一步调控甜瓜果实品质形成具有重要的意义。本试验研究了嫁接对厚皮甜瓜和薄皮甜瓜果实生长发育、可溶性糖含量及成熟果实中芳香物质的影响，以期为甜瓜优质高产栽培提供理论依据。

张新英，女，硕士研究生，专业方向：甜瓜遗传育种，E-mail：zhxinying@foxmail.com

* 通讯作者（Corresponding author）：王怀松，男，副研究员，硕士生导师，专业方向：甜瓜遗传育种，E-mail：wanghuaisong@caas.cn

收稿日期：2014-01-09；接受日期：2014-04-04

基金项目：国家自然科学基金项目（31201642），现代农业产业技术体系建设专项（CARS-26-07）

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试接穗品种为厚皮甜瓜 IVF117、薄皮甜瓜 IVF09，由中国农业科学院蔬菜花卉研究所甜瓜课题组提供；白籽南瓜砧木京欣砧 3 号购自北京市农林科学院蔬菜研究中心。厚皮甜瓜 IVF117，果实发育期 40 d 左右，果实高圆形，果皮黄色，中心折光糖含量 16% 左右。薄皮甜瓜 IVF09，果实发育期 32 d 左右，果实梨形，果皮白色，中心折光糖含量 12% 左右。

1.2　试验方法

试验于 2012 年 3～10 月在本所科研基地蔬菜大棚内进行。对砧木和接穗的种子进行催芽处理，种子露白时播种，砧木播种 2 d 后播种接穗。待砧木子叶展平真叶显露，接穗子叶展平时，选择长势一致的砧木进行嫁接，采用顶插接法。试验设 4 个处理：自根厚皮甜瓜（CK1），自根薄皮甜瓜（CK2），南瓜砧木嫁接厚皮甜瓜（T1），南瓜砧木嫁接薄皮甜瓜（T2）。每处理 90 株，3 次重复。采用单干整枝，主干 8 节以上留瓜，薄皮甜瓜单株留瓜 2 个，

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org

厚皮甜瓜单株留瓜 1 个。开花授粉后，薄皮甜瓜每 8 d 取样 1 次，厚皮甜瓜每 10 d 取样 1 次。

1.3　测定方法

采用直尺测量瓜蒂到瓜脐的长度为纵径、果实中间位置的宽度为横径，台秤称量单个瓜鲜质量。

参照李仁勇等（2009）的方法，采用 ICS–3000 型离子色谱仪（美国 Dionex 公司）测定果实中葡萄糖、果糖、蔗糖、棉子糖、水苏糖含量。将各个取样时期果实中5种糖含量相加即为总可溶性糖含量。

每处理随机选取成熟果实 3 个，取中部果肉榨成匀浆。利用岛津（SHIMADZU）GCMS–2010 plus 气相色谱 – 质谱联用仪（日本，Shimadzu）进行 GC–MS 分析。经 NIST08 和 Wiley9 标准谱库联机检索、并与标准图谱对照，得到定性结果。通过积分得到各化合物峰面积，参考 Kemp 等（1972）和 Maarse 等（1989）的方法确定特征香气成分。

采用 DPSv 7.05 软件进行差异显著性分析，采用 Microsoft Office Excel 软件作图。

2　结果与分析

2.1　嫁接对厚皮甜瓜、薄皮甜瓜果实发育的影响

从图 1 可以看出，授粉后 0 ~ 20 d 是果实的迅

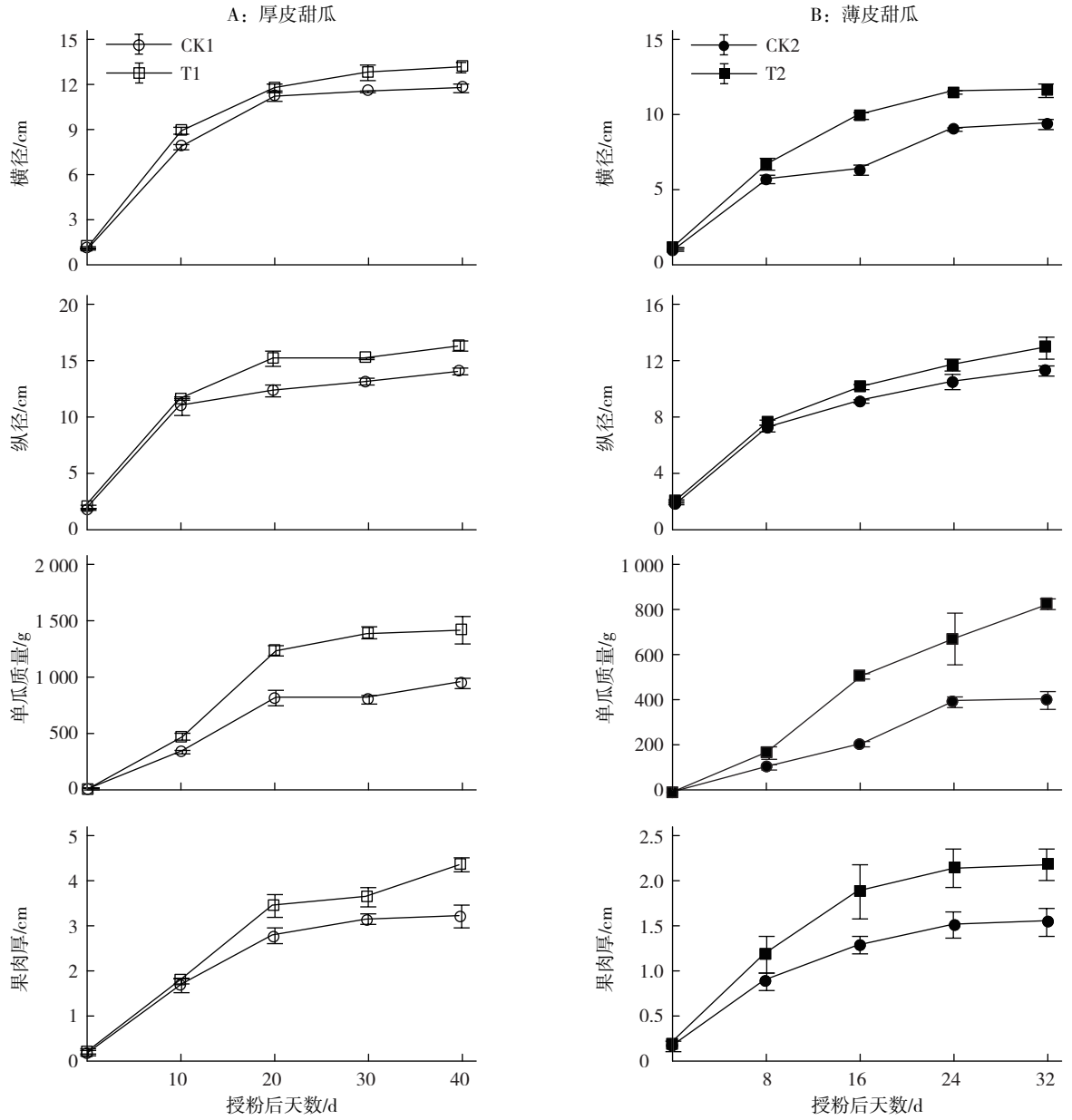


图 1　嫁接对厚皮甜瓜和薄皮甜瓜果实发育的影响

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org

速膨大期，嫁接显著增加了果实的横径、纵径、单瓜质量及果肉厚。授粉后 40 d，嫁接厚皮甜瓜果实的横径、纵径、单瓜质量及果肉厚分别比自根苗增加了 12.71%、17.64%、61.32%、35.19%。授粉后 32 d，嫁接薄皮甜瓜果实的横径、纵径、单瓜质量及果肉厚分别比自根苗增加了 24.37%、14.41%、29.41%、102.9%。

2.2 嫁接对厚皮甜瓜和薄皮甜瓜果实发育过程中可溶性糖含量的影响

在甜瓜果实发育过程中，2 个甜瓜品种果实中的葡萄糖、果糖的含量均随着果实的发育呈逐渐上升的趋势。授粉后 40 d，厚皮甜瓜自根苗果实中的葡萄糖和果糖的含量分别为 19.02、18.33 mg·g^{-1}（FW），嫁接苗果实中的葡萄糖和果糖的含量分别为 18.82、17.01 mg·g^{-1}（FW）。蔗糖含量在果实发育后期迅速增加，授粉后 40 d，自根苗和嫁接苗中的蔗糖含量分别为 70.82、68.65 mg·g^{-1}（FW），占可溶性总糖含量的 65.84%、65.29%。随着果实的生长发育，嫁接厚皮甜瓜果实中可溶性总糖的含量略有下降（图 2–A）。薄皮甜瓜果实中的葡萄糖、果糖和蔗糖的含量显著低于厚皮甜瓜。授粉后 32 d，薄皮甜瓜自根苗果实中的葡萄糖、果糖、蔗糖和可溶性总糖的含量分别为 15.09、9.62、34.68、59.49 mg·g^{-1}（FW），嫁接苗果实中的葡萄糖、果糖、蔗糖和可溶性总糖的含量分别为 11.49、8.15、31.51、51.24 mg·g^{-1}（FW），嫁接显著降低了薄皮甜瓜果实中可溶性总糖的含量（图 2–B）。

甜瓜是棉子糖运转型植物，但是甜瓜果实中的棉子糖和水苏糖含量很低。厚皮甜瓜自根苗果实成熟时，棉子糖和水苏糖的含量仅为 0.01 mg·g^{-1}（FW）；而薄皮甜瓜自根苗果实成熟时，几乎检测不到棉子糖，水苏糖含量也仅为 0.103 mg·g^{-1}（FW）。

2.3 嫁接对甜瓜芳香物质含量及种类的影响

通过 GC–MS 分别在 CK1、T1、CK2、T2 中检

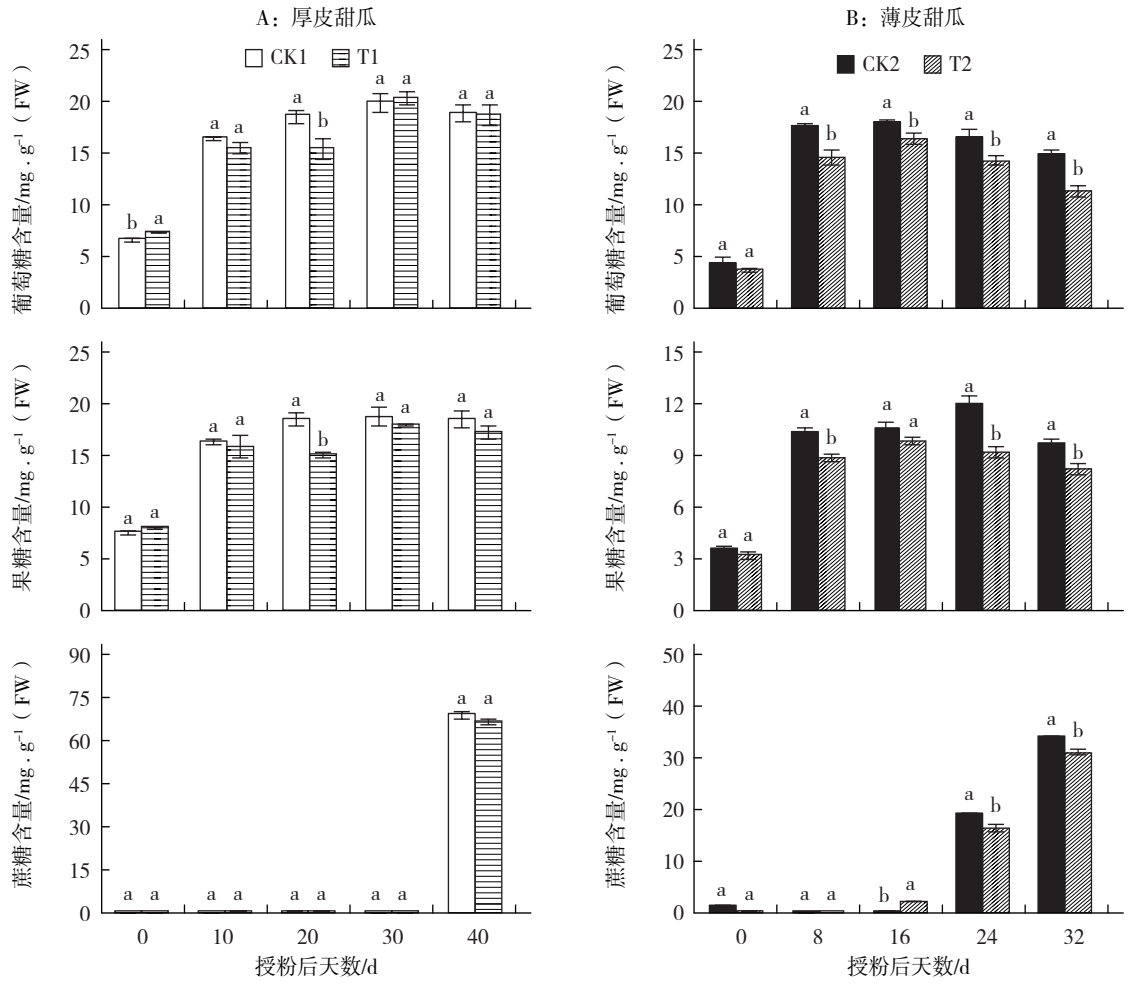


图 2 嫁接对厚皮甜瓜和薄皮甜瓜果实中葡萄糖、果糖、蔗糖含量的影响

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org

测出 26、19、46、44 种芳香物质，各占其峰面积的 45.32%、40.23%、80.81%、56.43%。厚皮甜瓜中含量较高的酯类物质 17 种，醇类物质 5 种，酮类物质 1 种，醛类物质 6 种，其他芳香物质 4 种（表 1）。薄皮甜瓜中检测出酯类物质 39 种，醇类物质 6 种，酮类物质 4 种，醛类物质 4 种，其他芳香物质 17 种（表 2）。薄皮甜瓜中芳香物质的种类及总相对含量都显著高于厚皮甜瓜。厚皮甜瓜自根苗成熟果实中的主要芳香物质：（Z）–3– 壬烯 –1– 醇、1，9– 壬二烯醇、（Z）–6– 壬烯醛的相对含量分别为 12.05%、5.48%、10.56%（表 1）。薄皮甜瓜自根苗成熟果实中的主要芳香物质：乙酸乙酯、乙酸异丁酯、乙酸丁酯、乙酸己酯、丁酸乙酯、巯基丙酸异辛酯的相对含量分别为 38.07%、4.48%、6.52%、5.20%、3.50%、7.33%（表 2）。

表 1　嫁接对厚皮甜瓜芳香物质的含量和种类的影响

序号	化合物	相对含量/%		序号	化合物	相对含量/%	
		CK1	T1			CK1	T1
酯类 17				1	苄醇	0.30 ± 0.05 b	0.50 ± 0.01 a
1	乙酸异丁酯	0.24 ± 0.02 b	0.58 ± 0.04 a	2	（Z）–3– 壬烯 –1– 醇	12.05 ± 1.00 b	17.78 ± 2.30 a
2	乙酸己酯	1.06 ± 0.06 a	0.88 ± 0.10 b	3	1，9– 壬二烯醇	5.48 ± 0.50 a	5.06 ± 0.20 b
3	乙酸戊酯	0.34 ± 0.01 b	3.28 ± 0.26 a	4	2– 乙基己醇	0.65 ± 0.10	—
4	乙酸辛酯	0.67 ± 0.01	—	5	癸醇	0.14 ± 0.04	—
5	十一烷酸甲酯	0.41 ± 0.04	—	酮类 1			
6	棕榈酸甲酯	0.16 ± 0.02	—	1	橙花基丙酮	—	0.60 ± 0.01
7	1，2– 苯二酸二丁酯	0.16 ± 0.02	—	醛类 6			
8	L– 丙氨酸乙酯	—	0.62 ± 0.03	1	壬醛	—	2.50 ± 0.10
9	十二烷酸甲酯	0.26 ± 0.01	—	2	（Z，Z）–3，6– 壬二烯醛	0.71 ± 0.03	—
10	辛酸甲酯	3.10 ± 0.20 a	0.31 ± 0.02 b	3	苯甲醛	—	0.64 ± 0.01
11	庚酸甲酯	0.34 ± 0.03	—	4	十一醛（香橙）	0.22 ± 0.02	—
12	4– 辛烯酸甲酯	0.30 ± 0.01 b	0.39 ± 0.09 a	5	3，4– 壬二烯醛	—	0.90 ± 0.10
13	4– 丁基 –2–（1– 甲基 –2– 硝基乙基）–2，2– 二甲基 –2– 甲酯	—	0.59 ± 0.04	6	（Z）–6– 壬烯醛	10.56 ± 0.58	—
14	S–（3– 羟丙基）硫代乙酸酯	1.99 ± 0.01 a	0.46 ± 0.06 b	其他 4			
15	11，14，17– 十二碳三烯酸甲酯	0.14 ± 0.01	—	1	硫代特戊酸	1.16 ± 0.35 b	1.44 ± 0.25 a
16	顺 9– 油酸甲酯	1.10 ± 0.20 a	0.64 ± 0.01 b	2	1–（2– 甲氧基甲基）–4–（1– 甲氧基 –1– 甲基己基）苯	2.45 ± 0.15 b	2.56 ± 0.06 a
17	5，6– 二氢豆甾醇乙酸酯	0.25 ± 0.02	—	3	癸烷	—	0.50 ± 0.11
醇类 5				4	十一碳烯	1.08 ± 0.11	—

注：—表示未检测到；数据后不同小写字母表示处理与对照间差异显著（α=0.05）；下表同。

嫁接明显改变了厚皮甜瓜中芳香物质的种类。在 T1 中检测到了 L– 丙氨酸乙酯、4– 丁基 –2–（1– 甲基 –2– 硝基乙基）–2，2– 二甲基 –2– 甲酯、橙花基丙酮、壬醛、苯甲醛、3，4– 壬二烯醛、癸烷等 7 种特异性物质，占总成分的 6.35%。缺失了 CK1 中的 14 种物质：乙酸辛酯、十一烷酸甲酯、棕榈酸甲酯、1，2– 苯二酸二丁酯、十二烷酸甲酯、庚酸甲酯、11，14，17– 十二碳三烯酸甲酯、5，6– 二氢豆甾醇乙酸酯、2– 乙基己醇、癸醇、（Z，Z）–3，6– 壬二烯醛、十一醛、（Z）–6– 壬烯醛、十一碳烯，占总成分的 15.75%（表 1）。嫁接显著降低了薄皮甜瓜中芳香物质含量。CK2 中最主要的香气物质乙酸乙酯占总成分的 38.07%，而 T2 中乙酸乙酯仅占总成分的 14.63%（表 2）。

可见，嫁接厚皮甜瓜芳香物质成分改变，嫁接薄皮甜瓜主要芳香物质的含量显著降低是导致嫁接后厚皮甜瓜异香产生、薄皮甜瓜香气变淡的原因。

3　结论与讨论

嫁接对甜瓜果实生长影响显著。许传强等（2005）研究表明，嫁接能够促进网纹甜瓜果实横径、纵径的增大，加快果实膨大速度，果实中果肉厚度增加。本试验结果与前人相似，这可能是因为嫁接后南瓜砧木的根系取代了甜瓜的根系，改变了甜瓜植株的吸收水分和养分的能力，导致果实生长发生变化。在其他作物上的研究也表明，嫁接可使黄瓜（Zhong & Bie，2007；张宇 等，2011）、番茄（袁

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org

表 2 嫁接对薄皮甜瓜芳香物质的含量和种类的影响

序号	化合物	相对含量/%		序号	化合物	相对含量/%	
		CK2	T2			CK2	T2
酯类 39				38	十六碳烯酸乙酯	—	0.03 ± 0.02
1	甲酸乙酯	—	3.47 ± 0.50	39	D，L–2，3– 丁二醇双乙酸酯	0.36 ± 0.05 b	3.11 ± 0.11 a
2	甲基，2– 甲氧基乙酯	—	0.36 ± 0.15	醇类 6			
3	乙酸乙酯	38.07 ± 3.1 a	14.63 ± 1.52 b	1	苄醇	1.77 ± 0.25 a	0.12 ± 0.03 b
4	乙酸丙酯	—	1.81 ± 0.20	2	乙酰氧基，2– 丁醇	0.37 ± 0.08	—
5	乙酸异丁酯	4.48 ± 0.50	—	3	（Z）–3– 壬烯 –1– 醇	0.60 ± 0.10	—
6	乙酸丁酯	6.52 ± 0.50 a	4.04 ± 1.00 b	4	3，6– 壬二烯 –1– 醇	0.09 ± 0.01	—
7	乙酸己酯	5.20 ± 0.26 a	0.12 ± 0.02 b	5	1，9– 壬二醇	0.51 ± 0.10	—
8	乙酸苯乙酯	0.05 ± 0.01	—	6	醋酸苯甲醇	—	0.07 ± 0.01
9	乙酸戊酯	0.09 ± 0.01 a	0.06 ± 0.02 b	酮类 4			
10	乙酸庚酯	0.08 ± 0.01	—	1	芷香酮	0.17 ± 0.02 a	0.06 ± 0.02 b
11	乙酸辛酯	0.14 ± 0.04	—	2	香叶基丙酮	0.07 ± 0.01 b	0.08 ± 0.01 a
12	乙酸苄酯	—	1.70 ± 0.20	3	橙花基丙酮	0.13 ± 0.06	—
13	乙酸壬酯	—	0.04 ± 0.02	4	2，5– 二氧基 –4– 硝基 –3– 己酮	0.20 ± 0.10	—
14	乙酸（1– 甲基乙氧基）乙酯	—	0.94 ± 0.20	醛类 4			
15	乙酸 –2– 乙基已酯	—	0.09 ± 0.02	1	壬醛	0.17 ± 0.07 b	4.05 ± 0.15 a
16	丁酸乙酯	3.50 ± 0.50 b	4.50 ± 0.45 a	2	苯甲醛	1.00 ± 0.20 b	0.05 ± 0.01 b
17	己酸甲酯	0.29 ± 0.09 a	0.30 ± 0.10 a	3	2– 康烯醛	—	0.10 ± 0.01
18	己酸乙酯	0.10 ± 0.01	—	4	十一醛（香橙）	0.08 ± 0.02	—
19	2– 甲基丁酸乙酯	0.99 ± 0.08	—	其他 17			
20	1– 丁醇，2– 甲基乙酯	2.20 ± 0.20 b	7.51 ± 0.50 a	1	三十三烷	1.19 ± 0.20	—
21	巯基丙酸异辛酯	7.33 ± 0.65	—	2	2，4– 二乙酰氧戊烷	1.14 ± 0.15 a	0.24 ± 0.05 b
22	1，2– 乙二醇乙酸酯	0.30 ± 0.10	—	3	甲氧基丁烷	0.04 ± 0.01	—
23	间 2，3– 丁二醇二醋酸酯	0.25 ± 0.05 b	0.56 ± 0.15 a	4	正三十四烷	0.09 ± 0.01 a	0.04 ± 0.01 b
24	戊酸，2，2– 二甲基甲酯	0.42 ± 0.02	—	5	1，5– 二异丙基 –2，3– 二甲基环己烷	—	0.14 ± 0.05
25	1，7– 辛二烯 –3– 醇，乙酸酯	0.07 ± 0.01	—	6	硫代特戊酸	0.11 ± 0.03	—
26	E–3– 十二碳烯基乙酸酯	0.04 ± 0.01 a	0.03 ± 0.01 b	7	乙基苯甲酸	—	3.90 ± 0.40
27	2– 己烯 –1– 醇，乙酸酯	0.15 ± 0.05	—	8	甲酸酐醋酸	—	1.36 ± 0.25
28	十一烷酸甲酯	0.04 ± 0.01 a	0.02 ± 0.01 b	9	棕榈酸	0.03 ± 0.02	—
29	苯丙醇，乙酸酯	0.03 ± 0.01	—	10	金合欢烯	—	0.32 ± 0.13
30	十三烷酸甲酯	0.07 ± 0.01	—	11	1– 壬炔	—	0.20 ± 0.10
31	E–5– 癸烯 –1 醇，乙酸酯	0.35 ± 0.05	—	12	乙酰基，1–（2，4– 二甲基苯基）	0.21 ± 0.02	—
32	乙酸（Z）–5– 十二烯醇酯	—	0.03 ± 0.01	13	2– 甲氧基 –4–（2– 丙烯基）苯酚	0.03 ± 0.01 b	0.05 ± 0.01 a
33	（Z）–4– 辛烯酸乙酯	—	0.20 ± 0.10	14	N– 丙基丁酰胺	—	0.35 ± 0.05
34	（Z）–6– 壬烯 –1– 醇，乙酸酯	—	0.02 ± 0.01	15	3，5– 二氢，2，6– 二甲基吡啶	—	1.36 ± 0.37
35	邻苯二异丁基二甲基二丁酯	—	0.08 ± 0.01	16	1–（二甲氧基甲基）–4–（1– 甲氧基 –1– 甲基氧基）苯	1.69 ± 0.36 a	0.35 ± 0.15 b
36	棕榈酸甲酯	—	0.08 ± 0.01				
37	1，2– 苯二酸二丁酯	—	0.03 ± 0.01	17	α – 异松油烯	—	0.09 ± 0.06

亭亭 等,2011；金嘉丰 等,2013）、茄子（赵青春 等，1997）果实产量显著提高。

葫芦科作物光合产物是以棉子糖和水苏糖的形式运输，但最终运到果实的糖分仍是蔗糖（Gross & Pharr，1982）。本试验甜瓜果实中棉子糖和水苏糖的含量非常低。在果实发育早期果糖和葡萄糖的含量稍高，到成熟期稍有下降或维持不变；蔗糖含量则相反，发育早期含量很低，中后期急剧增加（汤谧，2010）。焦自高等（2000）、刘慧英等（2004）、高玉英等（2002）、高梅秀等（2001）对嫁接黄瓜、西瓜、番茄、茄子的研究结果表明：嫁接后作物的抗病性和增产效果明显，但果实风味品质、可溶性固形物、VC 含量均有所下降。张继海和葛志东（2002）研究表明薄皮甜瓜通过嫁接栽培可明显增强植株生长势，提高产量和抗病性，但降低了果实的总糖含量。本试验结果表明：嫁接厚皮甜瓜成熟

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org

果实中可溶性总糖含量略有下降，嫁接显著降低了薄皮甜瓜果实发育过程中葡萄糖、果糖含量，降低了成熟果实中可溶性总糖含量，对薄皮甜瓜的影响大于厚皮甜瓜。

甜瓜不同品种之间风味差异较大（唐贵敏 等，2007；徐晓飞 等，2012），如 Cantaloupe Charentais 甜瓜香气浓郁，而 *C.melo* var. *reticulates* Naud 甜瓜香气较淡（Aubert & Bourger，2004）。即使同一品种甜瓜，其芳香物质形成也受很多因素影响，如果实成熟期，所有酯类物质从甜瓜授粉至成熟期不断增加，完熟期又开始下降（Senesi et al.，2002）。嫁接影响果实中香气物质早有报道，对苹果的研究表明（牛自勉 等，1996），矮化砧显著提高苹果中乙酸乙酯和丁酸乙酯的含量，降低果肉中乙醇的含量，而砧木 14–58 则明显降低乙酸乙酯的含量。齐红岩等（2010）通过定量分析，得出玉美人甜瓜嫁接后，提高了果皮和果肉中乙酸乙酯含量，降低了乙酸己酯和乙酸苯甲酯含量；提高了果皮中乙酸 –2– 甲基 –1– 丁酯含量，但降低了其在果肉中的含量。

在本试验中共检测到芳香物质 90 种，而 2 个品种成熟果实中芳香物质成分均少于 47 种，说明不同品种间芳香物质种类的交叉很少，每个品种均有其区别于其他品种的芳香物质。试验中薄皮甜瓜芳香物质种类较多，酯类是最主要的芳香物质，其中乙酸乙酯相对含量达 38.07%；厚皮甜瓜中（Z）–3– 壬烯 –1– 醇和（Z）– 6– 壬烯醛的相对含量分别达 12.05% 和 10.56%。嫁接后厚皮甜瓜和薄皮甜瓜中芳香物质的种类均发生变化。嫁接厚皮甜瓜检测到了 L– 丙氨酸乙酯、4– 丁基 –2–（1– 甲基 –2– 硝基乙基）–2，2– 二甲基 –2– 甲酯、橙花基丙酮、壬醛、苯甲醛、3，4– 壬二烯醛、癸烷等 7 种特异性物质，表明嫁接厚皮甜瓜有异香产生。嫁接薄皮甜瓜中总的芳香物质相对含量降低了 24.38 个百分点，其中主要酯类乙酸乙酯的相对含量降低了 23.44 个百分点，乙酸己酯的相对含量降低了 5.08 个百分点。乙酸乙酯有令人愉快的水果气味（Wyllie & Leach，1992），乙酸己酯有类似菠萝的果实香与酒香，所以在一定程度上嫁接使薄皮甜瓜果实中令人愉快的芳香物质含量减少，使果实香气变淡。嫁接可能影响了有机酸、醛、酮、醇类和酯类的转化，从而导致醇类和醛类物质发生变化，有关嫁接影响果实香气种类和含量的原因，还需进一步研究。

综上所述，南瓜砧木嫁接能够促进厚皮甜瓜和薄皮甜瓜果实膨大，增加成熟果实单瓜质量和果肉厚，但却降低了果实中的葡萄糖、果糖、蔗糖以及总的可溶性糖的含量，嫁接改变了厚皮甜瓜成熟果实中芳香物质的种类，显著降低了薄皮甜瓜成熟果实中特征香气含量。

参考文献

高梅秀，李树和，刘玉芹，孙世海，赵仁顺，汴凤梅，闫秀凤. 2001. 不同砧木对茄子抗病性、生理活性及产量的影响. 园艺学报，28（5）：463–465.

高玉英，宋玉琛，门国强. 2002. 番茄嫁接苗与自根苗的对比试验. 辽宁农业科学，（2）：53.

焦自高，王崇启，董玉梅，何启伟，孙春华. 2000. 嫁接对黄瓜生长及品质的影响. 山东农业科学，（1）：26.

金嘉丰，王群，荣传胜，王东. 2013. 不同嫁接方法对番茄生长、光合特征及产量的影响. 长江蔬菜，（6）：19–20.

李仁勇，梁立娜，牟世芬，蔡亚岐. 2009. 离子色谱 – 脉冲安培检测白醋和豆腐水中单糖和大豆低聚糖. 分析化学，37（5）：725–728.

刘慧英，朱祝军，钱琼秋，葛志平. 2004. 砧木对小型早熟西瓜果实糖代谢及相关酶活性的影响. 园艺学报，31（1）：47–52.

牛自勉，王贤萍，孟玉萍，林桂荣，许月明. 1996. 不同砧木苹果品种果肉芳香物质的含量变化. 果树科学，13（3）：153–156.

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

齐红岩，关小川，李岩，李金燃，邱丽妍. 2010. 嫁接对薄皮甜瓜果皮和果肉中主要酯类、游离氨基酸及酯类合成相关酶活性的影响. 中国农业科学，43（9）：1895–1903.

汤谧. 2010. ‘风味甜瓜’系列果实高糖高酸品质形成的机理研究〔博士论文〕. 武汉：华中农业大学.

唐贵敏，于喜艳，赵登超，王利平. 2007. 不同品种厚皮甜瓜果实成熟过程中挥发性物质成分分析. 中国蔬菜，（4）：7–11.

田晓彬，齐红岩，李岩，靳亚忠，刘文玮，徐晓飞. 2012. 不同砧木嫁接对薄皮甜瓜成熟期品质、香气合成相关酶活性及基因表达的影响. 中国农业科学，45（9）：1766–1774.

魏敏，齐红岩，里程辉. 2006. 嫁接对薄皮甜瓜养分吸收和果实品质的影响. 沈阳农业大学学报，37（3）：437–441.

魏敏，齐红岩，张多娇，佟多多，谢德利. 2007. 嫁接对薄皮甜瓜糖含量及蔗糖代谢相关酶活性的影响. 沈阳农业大学学报，38（6）：788–791.

许传强，李天来，齐红岩，王浩. 2005. 嫁接对网纹甜瓜生长发育、产量及品质的影响. 中国蔬菜，（6）：12–14.

许传强，李天来，齐红岩. 2006. 嫁接对网纹甜瓜果实发育、糖含量及蔗糖代谢相关酶活性的影响. 园艺学报，33（4）：773–778.

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org

徐晓飞，齐红岩，姜岩岩，刘文玮，田晓彬，刘芷彤. 2012. 不同风味类型甜瓜果实发育过程中风味品质比较. 华北农业学报，27（2）：127–132.

袁亭亭，宋小艺，王忠宾，杨建平，徐坤. 2011. 嫁接与施肥对番茄产量及氮、磷、钾吸收利用效率的影响. 植物营养与肥料学报，17（1）：131–136.

张继梅，葛志东. 2002. 嫁接技术在薄皮甜瓜上的应用效果. 中国西瓜甜瓜，（1）：26–27.

张宇，刘世琦，张自坤，杨晓健，马琳，黄治军. 2011. 甜瓜中间砧对嫁接黄瓜生长和果实品质的影响. 中国农业科学，44（13）：2730–2737.

赵青春，赵娜，张力，黄三文. 1997. 嫁接对茄子生长发育和黄萎病抗性的影响. 中国蔬菜，（6）：7–9.

赵依杰，张小红，林航，陈贻钊. 2012. 白籽南瓜砧木对薄皮甜瓜生长、产量及品质的影响. 农学学报，2（5）：40–43.

Aubert C，Bourger N. 2004. Investigation of volatiles in charentais cantaloupe melons（*Cucumis melo* var. *cantalupensis*）characterization of aroma constituents in some cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry，52（14）：4522–4528.

Gross K C，Pharr D M. 1982. A potential pathway for galactose metabolism in *Cucumis sativus* L.，a stachyose transporting species. Plant Physiology，69：117–121.

Kemp T R，Stoltz L P，Knavel D E. 1972. Volatile components of muskmelon fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry，20（2）：196–198.

Maarse H，Visscher C A，Willemsens L C，Boelens M H. 1989. Volatile compounds in food：qualitative and quantitative data. The Netherlands：TNO Nutrition and Food Research Institute.

Senesi E，Scalzo R L，Prinzivalli C，Testoni A. 2002. Relationships between volatile composition and sensory evaluation in eight varieties of netted muskmelon（*Cucumis melo* L. var. *reticulates* Naud）. Journal of the Science of Food and Agriculture，82：655–662.

Wyllie S G，Leach D H. 1992. Sulfur–containing compounds in the aroma volatiles of melons（*Cucumis melo*）. Journal of Agricultural and Food Chemistry，40（2）：253–256.

Zhong Y Q，Bie Z L. 2006. Effect of grafting on the growth and quality of cucumber fruits. Acta Hort，761：341–347.

Effects of Grafting on Melon Fruit Growth and Quality

ZHANG Xin–ying，FU Qiu–shi，ZHU Hui–qin，WANG Huai–song*

（*Institute of Vegetables and Flowers*，*Chinese Academy of Agricultural Sciences*，*Beijing 100081*，*China*）

Abstract：Taking pumpkin ‘Jingxinzhen No.3’ as rootstock and muskmelon IVF117 and oriental melon IVF09 as sclon，this paper studied the influences of grafting on melon fruit growth and development，fruit sugar contents，and relative amount and types of aroma substances in ripe melon fruit. The results showed that grafting significantly increased the fruit enlargement rate and single fruit weight，and promoted the fruit development. The contents of glucose，fructose，sucrose and total soluble sugars in ripe grafted melon fruit were lower than that of own–rooted melon fruit. There were 7 new aroma compounds in grafted muskmelon fruit，accounting for 6.35% of the total composition，but 14 kinds of aroma compounds were missing，which accounted for 15.75% of total composition. The total relative content of aroma compounds in grafted oriental fruit was reduced by 24.38 percentage point，among which the content of ethyl acetate was reduced by 23.44 percentage point. The changes in kinds and contents of aroma compounds in grafted melon fruit was the main reason for flavor changes in melon.

Key words：Graft；Melon；Fruit growth and development；Soluble sugar content；Aromatic substances

·信息·

海口 5.85 亿元建蔬菜大棚 实行退出机制

5 月 22 日，海南省海口市政府常务会通过《海口市 2014 ~ 2015 年常年蔬菜设施大棚建设实施方案》，计划 2014～2015 年投资 5.85 亿元，新建高标准钢架蔬菜大棚 333 hm^2（5 000 亩），建成后可年新增蔬菜产量 3 万 t。大棚建设补贴对象为本年新建连片 6.7 hm^2（100 亩）以上常年蔬菜设施大棚的农业生产企业、农民专业合作社和种植大户（可联户建设），优先扶持建设集中连片 33.3 hm^2（500 亩）以上（含已建大棚）规划的蔬菜大棚基地。大棚建设重点扶持农业龙头企业在马坡洋、新坡洋和那力洋等地区建设上规模设施大棚。2014 年计划投资 3.51 亿元，其中政府补贴资金 2.48 亿元，新建 200 hm^2（3 000 亩）大棚设施；2015 年计划投资 2.34 亿元，其中政府补贴 1.66 亿元，新建 133.3 hm^2（2 000 亩）大棚设施。

大棚建设全部采用造价 11.42 万元·（667 m^2）$^{-1}$ 的连栋钢管遮阳网温室，使用年限要确保达到 8 年以上。若业主没有被农业部门认可的理由，连续 4 个月不种菜、造成大棚闲置，业主必须无条件按原土地裸地流转价格将大棚转包给其他单位或者个人种植蔬菜，确保设施的高使用率。（新华网）

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org