

# 有机胡萝卜风味品质分析

唐晓伟, 何洪巨, 宋曙辉, 王文琪, 高丽朴, 梁 毅

(北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 北京 100097)

**摘 要:** 采用 SPME 结合 GC-MS 方法对有机种植的胡萝卜进行挥发性成分分析测定, 研究有机胡萝卜风味化合物及其风味品质。结果表明: 有机种植的胡萝卜京红五寸样品中鉴定出 34 种挥发性化学组分, 主要以单萜和倍半萜为主, 占总量的 93.85%。这些组分分别对有机胡萝卜的口感风味品质具有重要作用。对照样品中共检测出 25 种风味组分, 有 16 种组分与有机样品的化合物相同, 但含量有差别。

**关键词:** 有机胡萝卜; 挥发性组分; 风味品质

**中图分类号:** S 631.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0009-04

胡萝卜 (*Daucus carota* L.) 是伞形科胡萝卜属 2 a 生草本植物, 俗称土人参, 雅称金笋或金参, 是一种质脆味美、营养丰富的家常蔬菜。它既是普通的家常菜肴, 又是具有极高营养价值和神奇疗效功能的保健食品, 中医认为它可以补中气、健胃消食、壮元阳、安五脏, 治疗消化不良、久痢、咳嗽、夜盲症等有较好疗效。胡萝卜除含维生素、粗蛋白及微量元素外, 主要成分是胡萝卜素, 尤其是  $\beta$ -胡萝卜素, 它可以预防、延缓和治疗某些疾病, 尤其是癌症, 同时也能提高机体免疫功能<sup>[1]</sup>。研究表明, 我国绝大多数地区生产的胡萝卜中, 胡萝卜素含量高达 4~13 mg/100g, 其中  $\beta$ -胡萝卜素含量在所有蔬菜中最高。从营养价值来讲, 胡萝卜在 38 种水果蔬菜中的排名第 10 位<sup>[2]</sup>。

近些年来, 在关注健康的同时更加关注蔬菜的有机生产, 有机蔬菜的生产必须按照有机食品的生产环境质量要求和生产技术规范, 以保证它的无污染、富营养高质量的特点。在美国人们更愿意花费比普通种植的蔬菜高几倍的价钱购买有机蔬菜, 而且人们越来越青睐有机蔬菜<sup>[3-6]</sup>。然而从化学成分的角度讲, Woese 的试验结果表明, 有机种植的胡萝卜和普通种植的胡萝卜除硝酸盐含量比较低外, 几乎没有什么不同<sup>[7]</sup>, 但 Worthington 的试验却给出更明显的差别<sup>[8]</sup>; 另外, Nilsson 和 Kerpen 分别给出有机胡萝卜比普通胡萝卜含有更高的干物重<sup>[9-10]</sup>; 但对有机种植的胡萝卜和普通种植的胡萝卜从

风味品质上的差别, 目前尚未见报道。该试验的目的是研究有机种植的胡萝卜和普通种植的胡萝卜从风味品质上的差别, 为有机蔬菜的生产提供基础技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为北京金六环有机蔬菜种植园的胡萝卜, 对照为北京蔬菜研究中心实验田种植的胡萝卜, 胡萝卜品种均为“京红五寸”。

### 1.2 试验仪器

岛津气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2010, 组织捣碎机及高速匀浆机, 温度可调数字显示恒温水浴装置, 固相微萃取 SPME-PDMS 100  $\mu$ m 萃取头。

### 1.3 试验方法

取 3 kg 左右样品在组织捣碎机中捣碎, 称取 5.0 g 捣碎后的样品于 15 mL 样品瓶中, 加入 1.5 mL 饱和 NaCl 溶液后迅速用聚四氟乙烯隔热垫密封, 在 35℃ 恒温水浴中萃取 30 min 后, 将萃取头插入 GC 进样口, 解吸 1.0 min。每个样品重复 3 次。采用 SPME-GC/MS 方法测定。

色谱条件: DB-5MS 毛细管色谱柱, 长 30 m。内径 0.25 mm, 液膜厚 0.25  $\mu$ m, 载气高纯 He, 分流比 10:1, 恒流 1 mL/min, 进样口温度 250℃, 接口温度 250℃, 柱温起始温度 60℃ 保持 2 min, 以 8℃/min 升温至 220℃ 保持 20 min。质谱条件: 离子源温度 200℃, 电离方式 EI, 电子能量 70 eV, 质量范围 30~550 u。

### 1.4 数据分析

运用计算机检索并与图谱库 (NIST05) 的标准物质谱图比较, 结合相关文献 [11-12] 对检测出的物质进行质谱解析, 确认其化学成分。

第一作者简介: 唐晓伟 (1965-), 女, 黑龙江双城人, 硕士, 副研究员, 研究方向为蔬菜风味品质及安全。E-mail: tangxiaowei@ner-cv.org。

基金项目: 国家 863 计划资助项目 (2008A A100803)。

收稿日期: 2010-04-16

表 1 昌平产有机胡萝卜京红五寸及对照中挥发性化学组分及其相对百分含量

Table 1	Identified composition and relative content of volatile flavour in organic carrots and in conventional			
化合物名称 Compounds	分子量 MW	分子式 MF	有机胡萝卜各组分相对百分含量 RA(有机)/ %	对照中各组分相对百分含量 RA(对照)/ %
乙醇 Ethano	46	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	0.53	
β- 伞花烃 Beta- cy- mene	134	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>		0.19
α- 蒎烯 Alpha- Pinene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	1.2	1.35
苈烯 Camphene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	1.07	0.11
β- 水芹烯 Beta- Phellandrene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	1.41	0.39
β- 蒎烯 Beta- Pinene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	3.81	1.79
β- 月桂烯 Beta- Myrcene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	1.01	1.55
α- 水芹烯 Alpha- Phellandrene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.05	0.39
β- 水芹烯 Beta- phellandrene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.12
萜烯 2-carene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.06	0.08
百里香素 p- cymol	134	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	0.91	
D- 柠檬烯 D- Limonene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	1.31	2.33
萜烯 3- carene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.35	
α- 蒎烯 Alpha- Pinene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	9.46	
β- 顺- 罗勒烯 Beta- Ocimene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.19
γ- 松油烯 γ- Terpinen	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		0.93
正辛醇 1-Octanol	130	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	0.05	
萜烯(+)-4- Carene	136	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	8.65	27.93
正十一烷 Undecane	156	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	0.06	0.13
樟脑 1- camphor	152	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	0.16	
冰片 Borneol	154	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	0.49	
乙酸冰片酯 Bomyl acetate	196	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	3.51	0.44
异喇叭烯 Isoledene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		0.03
可巴烯 Copaene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.05	
石竹烯 Caryophyllene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	32.22	29.97
γ- 杜松烯 γ- Cadinene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		0.29
2,6- 二甲基- 6-(4- 甲基- 3- 戊烯基)- 双环[ 3.1.1]- 七碳- 2- 烯	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.89	0.53
Heptad[ 3.1.1] hept- 2- ene, 6- dimethyl- 6-(4- methyl- 3- pentenyl)-				
3-(1,5- 二甲基- 4- 己烯基)- 6- 亚甲基环己烯	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.08	
Cyclohexene, 3-(1,5- dimethyl- 4- hexenyl)- 6- methyl- ene-				
顺- 7,11- 二甲基- 3- 亚甲基- 1,6,10- 十二碳- 三烯	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.44	
1,6,10- Dodecatriene, 7,11- dimethyl- 3- methyl- ene-, (E)-				
6- 亚甲基- 3-(1,5- 二甲基- 4- 己烯基)- 环己烯	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.09	
Cyclohexene, 3-(1,5- dimethyl- 4- hexenyl)- 6- methyl- ene-				
雪松烯 Cedrene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.83	
香橙烯 Aromadendrene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.2	
香柑油烯 Bergamotene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.19	0.29
甜(红)没药烯 Alpha- Bisabolene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.31	
α- 萜澄茄油烯 α- cubebene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		0.12
胡椒烯 Copaene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		0.06
姜烯 Zingiberene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>		0.18
顺式- α- 甜(红)没药烯 Cis- , Alpha- Bisabolene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1.24	0.31
反式- α- 香柑油烯 trans- Alpha- Bergamotene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	4.71	
香芹醇 Carveol	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.05	
α- 金合欢烯 Alpha- Farnesene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	16.24	0.64
反式- α- 甜(红)没药烯 Cis- Alpha- Bisabolene	204	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	5.5	
2,3- 蒎二醇 2,3- Pinandiol	170	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	0.06	

注: 1,2 号峰为空气峰 21 号峰为萃取头流失物峰 表中未列出。  
Note: No. 1, 2 peak were air peak No. 21 peaks was the loss thing of solvent extraction, not listed in the table.

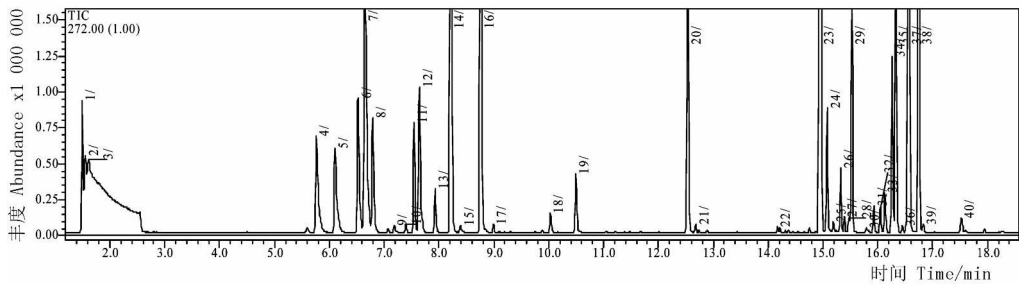


图 1 昌平有机胡萝卜京红五寸挥发性组分总离子流

Fig. 1 Total ion chromatogram of volatile components in Jinghong five cun carrot cultivated in Changpin

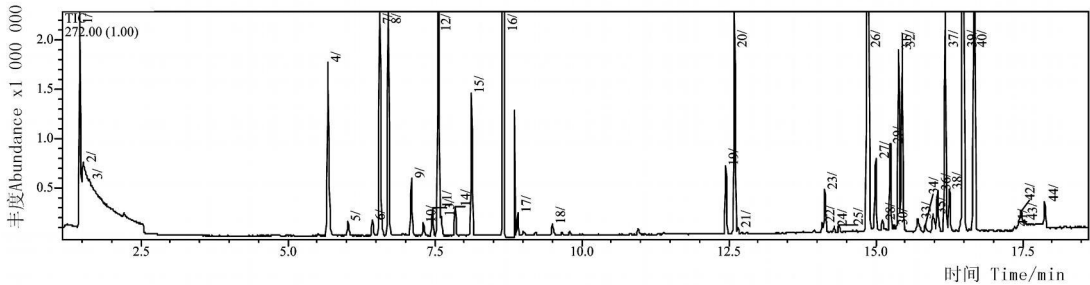


图 2 对照胡萝卜京红五寸挥发性组分总离子流

Fig. 1 Total ion chromatogram of volatile components in conventonal carrot

2 结果与分析

北京昌平金六环有机胡萝卜“京红五寸”样品中共鉴定出 34 种挥发性风味化学组分,以单萜或倍半萜烯为主, 占总含量 93. 85% 以上。主要挥发性组分为  $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、 $\beta$ -月桂烯、D-柠檬烯、 $\alpha$ -石竹烯、 $\beta$ -石竹烯、萜烯、 $\alpha$ -金合欢烯等(表 1), 这与文献 [11—12] 报道相符。

对照样品中共检测出 25 种风味组分,有 16 种组分与有机样品的化合物相同,但含量有差别。但是在有机样品中有的化合物在对照中没发现,而也有部分化合物在对照样品中鉴定出来而有机样品中没有,比如  $\gamma$ -杜松烯、 $\beta$ -顺-罗勒烯、异喇叭烯、胡椒烯等。

3 讨论

影响胡萝卜风味的化合物包括游离糖类、挥发性萜类化合物、含羰基化合物、多酚、吡嗪类化合物和游离氨基酸等<sup>[13]</sup>。胡萝卜中含有大量的次级代谢产物,这些物质的胡萝卜的味道和风味具有非常重要的作用<sup>[14]</sup>。挥发性化合物中以萜烯为主,主要成分有  $\gamma$ -红没药烯、石竹烯、萜品油烯,但其特征香气化合物为顺、反- $\gamma$ -红没药烯和胡萝卜醇。

该试验的胡萝卜样品中含有大量的单萜和倍半萜,其中的主要组分石竹烯(Caryophyllene)含量占总量的 32. 2%, 属于双环倍半萜类化合物,具有特异气味,其香味处于丁香和松节油之间,具有平喘、镇咳、祛痰作用,

临床上用于治疗气管炎;另一个含量比较高的风味组分为  $\alpha$ -金合欢烯(Alpha-Farnesene), 其相对百分含量为 16. 24%。 $\alpha$ -金合欢烯(Alpha-Farnesene)具有木香、青蔬菜香气,微有花香香调,稍显药草香和柑橘香后韵;该烯在 10~20 mg/kg 的浓度下,具有新鲜蔬菜风味,带有芹菜和干草的香调,稍有脂肪气及热带水果的后味,主要存在于新鲜苹果、红橘、柠檬皮、生姜、薄荷油、胡椒、茶等多种植物精油中。萜烯(carene)是双环单萜类化合物,有令人愉快的气味,2-萜烯和 3-萜烯 2 种异构体在植物中广泛存在。 $\alpha$ -蒎烯( $\alpha$ -Pinene)是松节油的最主要成分,具有松萜特有的气味, $\alpha$ -蒎烯具有特有的松木香气,氧化后具有类似松香的香气,天然  $\alpha$ -蒎烯存在于 400 多种精油中,含量较高的有欧莠草、三齿蒿、法国薰衣草、橙花、柠檬、山苍子等; $\beta$ -蒎烯( $\beta$ -Pinene)是松节油的次主要成分。雪松烯主要存在于柏木油中,有  $\alpha$ -、 $\beta$ -的 2 种异构体,具有柏木、檀香香气。香橙烯(Aromadendrene)是一种倍半萜烯,存在于桉树科植物(蓝桉等的香精油(桉叶油)中)。甜(红)没药烯是一种单环倍半萜烯,具较强的膏香气。香芹醇(carveol)具暖和的药草香,稍有辛香及葛缕子气息。 $\alpha$ -水芹烯(Alpha-Phellandrene)具有柑橘、辛香和黑胡椒的香气。正辛醇具有类似于柑橘-玫瑰的香气。

在胡萝卜中, $\beta$ -月桂烯( $\beta$ -Myrcene)、反式-石竹烯

(trans-Caryophyllene)、金合欢烯(farnesene)这几种萜类物质与胡萝卜的萜味、清香味、土星味、苦味、余味等风味具有很大正相关<sup>[15]</sup>。胡萝卜中萜类物质的含量对胡萝卜的甜度影响很高,或者说降低某些萜类的含量比单纯提高胡萝卜的含糖量更能显著提高其口感甜度<sup>[16]</sup>。

在有机种植的胡萝卜中鉴定出更多的萜类物质,这与有机种植不施农药,植物自身免疫系统分泌(代谢)产生更多的萜类化合物抵抗昆虫的侵袭有关。但总的来讲有机胡萝卜口感更甜,这与有机条件下不施用化肥,特别是不用氮肥有关。降低氮肥的使用可以提高胡萝卜的总糖含量,提高胡萝卜的整体风味、使其口感更甜,增强其水果味,风味浓郁,降低苦味、辛辣味和土星味<sup>[17-18]</sup>,这也与该试验结论相同。

### 参考文献

- [1] 唐刘蕴泉,蔡皓.β-胡萝卜素应用的研究进展[J].肠外与肠内营养, 2005, 12(2): 121-123.
- [2] Alasalvar C, Grigor J M. Comparison of Volatiles Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49: 1410-1416.
- [3] Economic Research Service(ERS). Data sets; state fact sheets; North Carolina. USDA/ ERS, Washington, D. C. 2008.
- [4] Lucier G, Plummer C. Vegetables & melons outlook. USDA, Electronic Outlook Report from the ERS[M]. Washington, D. C. VGS-2004, 303: 1-24.
- [5] Organic Trade Association. 2004. Food Facts. 14 Oct. 2008 <http://www.ota.com/organic/mt/food.html>.
- [6] Organic Trade Association. 2008. Industry statistics and projected growth[EB/OL]. <http://www.ota.com/organic/mt/business.html>. 14 Oct. 2008.
- [7] Woese K, Lange D, Boess G et. al. ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich-Eine literaturstudie Teil I und II, 1995.
- [8] Worthington V. Effect of agricultural methods on nutritional quality: A

- comparison of organic with conventional crops[J]. Alternative Therapies 1998, 4(1): 58-69.
- [9] Nilsson, T. Avkastning, lagringsförmåga kvalitet och kemisk sammansättning hos moröt, vitkål och purjo vid konventionell och organisk gödsling[M]. Institutionen för Trädgårdsvetenskap, SLU, Alnarp. 1979.
  - [10] Kerpen J. Untersuchungen zum Vergleich von Möhren(*Daucus carota* L.) aus ökologischem und onventionellem Landbau[M]. Berlin: Technische Universität. 1988.
  - [11] Ishihara Kazuo, Suzuki Hiroyuki, Tuchi et al. Change in Volatile Compounds in Carrot Stored under Snowy Ground[J]. Horticultural Research(Japan), 2005, 4(3): 353-357.
  - [12] Frank Kjeldsen, Lars P. Christensen, Merete Edelenbos. Changes in Volatile Compounds of Carrots(*Daucus carota* L.) During Refrigerated and Frozen Storage[J]. J. Agric. Food Chem., 2003, 51(18): 5400-5407.
  - [13] Simon Pattee P W, Editor H E. Carrot flavor: Effects of genotype, growing conditions, storage and processing[M]. Evaluation of Quality of Fruits and Vegetables. Westport, CT: AVI; 1985: 315-328.
  - [14] Kjeldsen F, Christensen L P, Edelenbos M. Changes in volatile compounds of carrots(*Daucus carota* L.) during refrigerated and frozen storage[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003(51): 5400-5407.
  - [15] Rosenfeld H J, Aaby K, Lea P. Influence of Temperature and Plant Density on Sensory Quality and Volatile Terpenoids of Carrot Root[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture 2002, 82(12): 1384-1390.
  - [16] Rosenfeld H J. Sensory, Chemical and Morphological Changes in Carrots as influenced by climatic Factors. As: Agricultural University of Norway, Department of Plant and Environmental Sciences. 2003.
  - [17] Schaller R G, Brode R G, Schnitzler W H. Chemische, chemosensorische und humansensorische Untersuchungen zu Geschmack und Aroma von Möhren[J]. Nahrung. 1998, 42: 400-405.
  - [18] Schaller R G, Schnitzler W H. Nitrogen nutrition and flavour compounds of carrots(*Daucus carota* L.) cultivated in Mitscherlich pots[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture 2000, 80: 49-56.

## Analysis of Aroma Components and Flavor Sensory in Organic Carrots

TANG Xiao-wei, HE Hong-jia, SONG Shu-hui, WANG Wen-q, GAO Li-pu, LIANG Yi  
(Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forest, Beijing 100097)

**Abstract:** The aroma components and flavor sensory of organic carrots cultivation which species is ‘Jinhong five cun’ were investigated. The aroma compounds of organic carrots cultivated in ‘Jinliuhuan’ organic farm in Beijing were analyzed by the SPME combined with GC-MS. The results showed that 34 aroma components identified in organic carrots of ‘Jinhong five cun’, mono- and sesquiterpenes account for about 93.85% of the total volatile compounds in the samples.

**Key words:** organic carrots; aroma components; flavor sensory