

猕猴桃品种间果香成分的 GC/MS 分析*

涂正顺¹, 李 华¹, 李嘉瑞¹, 李可昌², 卢家烂²

(1 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨陵 712100;

2 中国科学院 广州地球化学研究所 有机分析测试中心, 广州 510640)

[摘 要] 对猕猴桃“魁蜜”、“早鲜”食用期果实, 采用溶液萃取法提取香气成分, 经气相色谱-质谱联机分析, 魁蜜检测出 26 种成分, 占总峰面积的 99.08%, 主要为高级不饱和酯、饱和脂肪酸、烯醛、环酮类化合物以及法呢醇、香草醛等成分; 早鲜检测出 44 种成分, 占总峰面积的 96.08%, 主要为高级饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、饱和脂肪酸酯、低级脂肪酸及其酯类、萜烷、烯醛等化合物。相同成分有 2-己烯醛、(E)-2-己烯醇、(E,E)-2,4-庚二烯醛、(E,E)-2,4-癸二烯醛、(E,E)-1,3,6-辛三烯、辛酸、十六酸(棕榈酸)等, 构成果实特有的清香, 但其相对含量存在很大差异。结果表现出猕猴桃品种间果香成分的异同, 可应用于果实的品种识别、鲜食及加工产品的质量鉴定。

[关键词] 猕猴桃; 果实; 香气成分; 气相色谱/质谱法

[中图分类号] S663.409⁺.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)02-0096-05

猕猴桃(*Actinidia chinensis*)原产我国, 又称阳桃、羊桃、藤梨等, 属猕猴桃科猕猴桃属, 起源于侏罗纪至第三纪中新世间。以我国为中心, 分布于东起台湾省、朝鲜、日本, 西达西藏的雅鲁藏布江, 南至赤道附近的苏门答腊, 北抵黑龙江及西伯利亚东部等国家及地区。由于其美味可口, 且富含 Vc 及人体必需的多种氨基酸和矿物成分, 深受广大消费者的喜爱, 被誉为“Vc 之王”、“水果之王”。但随着我国果品产业的发展, 南北大宗水果如柑桔、苹果等的生产已出现相对过剩, 猕猴桃也是如此。更因其属典型的呼吸跃变型果实, 不耐贮藏, 常温存放期短, 因此, 猕猴桃等水果的贮藏保鲜、加工利用已成为我国果业发展的当务之急。

香气成分是构成和影响果品鲜食、加工质量及典型性的主要因素^[1]。目前, 有关猕猴桃采后果实香气成分变化的研究甚少。因此, 本研究对采后猕猴桃不同时期果实, 用溶液萃取法提取香气成分, 利用气相色谱/质谱法分析其变化, 以求为我国猕猴桃果业发展、果品加工利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

品种选用魁蜜(*Actinidia chinensis* Kuimi)、早

鲜(*Actinidia chinensis* Zaoxian), 分别于 2000-10-07 及 2000-09-10 采自中华猕猴桃主产区江西省奉新县。以感官分析为基础, 辅以手持测糖仪测定, 决定采收、分析时期。采收时, 魁蜜、早鲜可溶性固形物分别达到 65, 55 g/kg, 完成生理成熟^[2]。采后用 20 kg 果箱盛装, 常温下带至试验地——中国科学院广州地球化学研究所有机测试分析中心常温保存。在食用期(品尝最佳时), 魁蜜采后 10 d、早鲜采后 9 d, 可溶性固形物分别为 85, 78 g/kg 时, 进行其果实香气成分的检测分析。

1.2 方法

取果实样品 5 kg, 快速去皮, 果肉用果汁机破碎搅匀成果汁浆, 采用溶液萃取法, 取汁浆 350 mL, 用 100, 60, 60 mL 的二氯甲烷分别萃取 3 次, 合并为有机组, 浓缩至 5 mL, 硫酸钠脱水, 浓缩至 1 mL, 供 GC/MS 分析。分析中做重复, 实验结果一致。

GC/MS 分析: 美国 HP GC6890/MS5972 MSD 气相色谱/质谱联用仪。HP-NNOWAX 30 m × 0.25 mm × 0.17 μm。色谱条件: 进样口温度 250, 起始温度 60, 保留 3 min, 以 6 /min 升至 240, 保留 30 min, 载气 He, 检测器温度 280。质谱条件: 电离方式 EI, 电离电压 70 eV, 恒压 68.8 kPa, 连接杆温度 280, 进样口温度为 250^[3]。

* [收稿日期] 2001-04-09

[基金项目] 国家教委博士基金资助项目(980402)

[作者简介] 涂正顺(1964-), 男(土家族), 湖南永顺人, 在职博士生, 主要从事葡萄酒酿造研究。现在青岛大学生物系工作, 山东青岛 266071

2 结果与分析

离子图, 各组分质谱经计算机谱库(NBS/W L E Y)
检索及资料分析^[4], 检出的香气成分如表 1 所示。

图 1 为所得的魁蜜、 早鲜果香成分 GC/MS 总

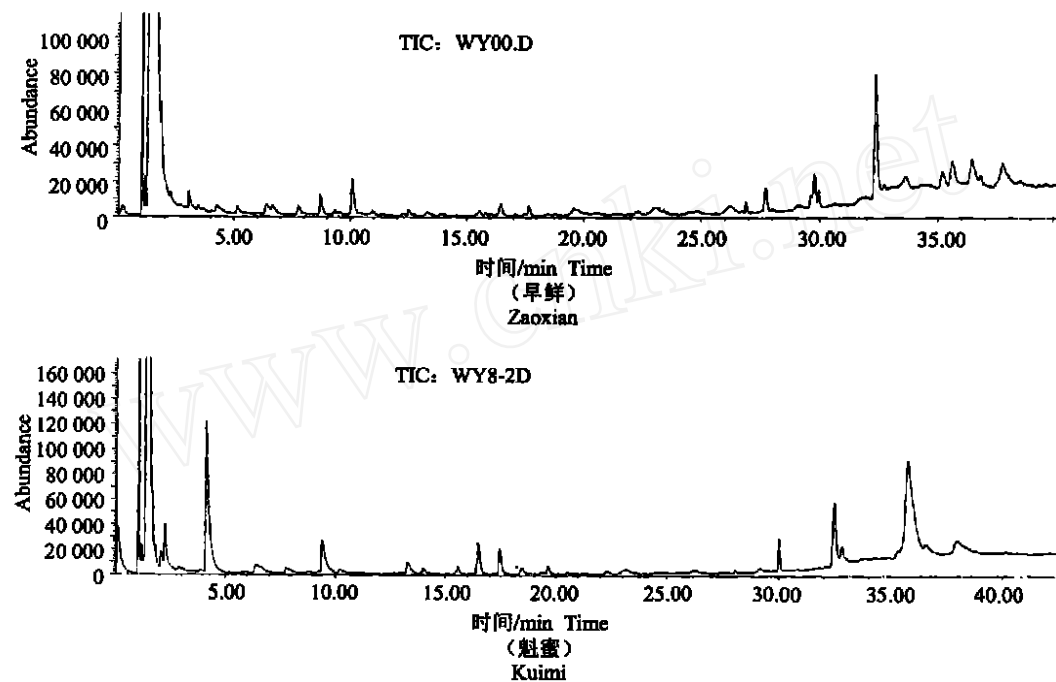


图 1 猕猴桃果实香气成分 GC/MS 总离子图

Fig. 1 Total ion current of aroma components of Kiwifruit fruit

表 1 采后猕猴桃果实香气成分 GC/MS 分析结果

Table 1 GC/MS analysis of aroma components of kiwifruit fruit after harvest

编号 No.	保留时间/min Ret. time		化合物名称 Component name	相对含量/% Relative content		分子式 Molecular formula	分子质量/u Molecular weight
	魁蜜 Kuimi	早鲜 Zaoxian		魁蜜 Kuimi	早鲜 Zaoxian		
1		3.069	3-烯-2-戊醇 3-Penten-2-ol		2.02	C ₅ H ₁₀ O	86
2	2.064		(E)-2-丁烯醛 2-Butenal, (E)	2.52		C ₄ H ₆ O	70
3	2.238		己醛 Hexanal	3.04		C ₆ H ₁₂ O	100
4	4.108	4.277	2-己烯醛 2-Hexenal	*	2.90	C ₆ H ₁₀ O	98
5		5.142	3-羟基-2-丁酮 2-Butanone, 3-hydroxy-		1.52	C ₄ H ₈ O ₂	88
6		6.007	(E)-1-甲氧基-2-丁烯 2-Butene, 1-methoxy-, (E)-		0.02	C ₅ H ₁₀ O	86
7	4.302		(E)-2-己烯醛 2-Hexenal, (E)-	12.99		C ₆ H ₁₀ O	98
8		6.418	(E)-2-庚烯醛 2-Heptenal, (E)-		2.32	C ₇ H ₁₂ O	112
9		6.689	己醇 1-Hexanol		2.38	C ₆ H ₁₄ O	102
10	6.486		(Z)-2-庚烯醛 2-Heptenal, (Z)-	2.67		C ₇ H ₁₂ O	112
11	7.885	7.798	(E)-2-己烯醇 2-Hexen-1-ol, (E)-	0.95	2.03	C ₆ H ₁₂ O	100
12		8.780	未鉴定 Unidentified		3.65		
13	9.344	9.371	(E, E)-2, 4-庚二烯醛 2, 4-Heptadienal, (E, E)-	4.98	0.10	C ₇ H ₁₀ O	110
14	10.060		(E, E)-2, 4-庚二烯醛 2, 4-Heptadienal, (E, E)-* *	0.68		C ₇ H ₁₀ O	110
15	13.285		(E)-2-癸烯醛 2-Decenal, (E)-	2.00		C ₁₀ H ₁₈ O	154
16		10.105	3-羟基丁酸乙酯 Butanoic acid, 3-hydroxy-, ethyl ester		4.97	C ₆ H ₁₂ O ₃	132
17		10.577	5-甲基-2-己醇 2-Hexanol, 5-methyl-		0.03	C ₇ H ₁₆ O	116
18		10.962	8-甲基-1, 8-壬二醇 1, 8-Nonanediol, 8-methyl-		0.12	C ₁₀ H ₂₂ O ₂	174
19		11.372	2-庚醇 2-Heptanol		0.02	C ₇ H ₁₆ O	116
20		12.211	丁酸 Butanoic acid		0.31	C ₄ H ₈ O ₂	88
21		12.386	二氢化-2(3H)-呋喃酮 2(3H)-Furanone, dihydro-		2.33	C ₄ H ₆ O ₂	86
22		13.338	苯甲酸乙酯 Benzoic acid, ethyl ester		0.90	C ₉ H ₁₀ O ₂	150
23		13.784	2-甲基-3-庚烯 3-Heptene, 2-methyl-		0.64	C ₈ H ₁₆	112
24		14.527	5-氧基-己酸乙酯 Hexanoic acid, 5-oxo-, ethyl ester		0.20	C ₈ H ₁₄ O ₃	158

续表 1 Continued table 1

25	13 940	2-环己烯-1-酮 2-Cyclohexen-1-one	0.47		C ₆ H ₈ O	96
26	15 530	15 488 (E, E)-2, 4-癸二烯醛 2, 4-Decadienal, (E, E)-	0.57	1.28	C ₁₀ H ₁₆ O	152
27	15 759	二氢-3, 5-二甲基-2(3H)呋喃酮 2(3H)-Furanone, dihydro-3, 5-dimethyl-		0.39	C ₆ H ₁₀ O ₂	114
28	15 934	2-丙烯酸-2-甲基 2-羟基丙酯 2-Propenoic acid, 2-methyl-, 2-hydroxypropyl ester		0.07	C ₇ H ₁₂ O ₃	144
29	16 379	2, 4-癸二烯醛 2, 4-Decadienal		2.35	C ₁₀ H ₁₆ O	152
30	17 000	苯甲醇(苄醇) Benzyl alcohol		0.03	C ₇ H ₈ O	108
31	16 448	5-甲基-2-(1-甲乙基叉)-环己烷酮 Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethylidene)	3.11		C ₁₀ H ₁₆ O	152
32	17 400	17 384 (E, E)-1, 3, 6-辛三烯 1, 3, 6-Octatriene, (E, E)-	2.47	0.05	C ₈ H ₁₂	108
33	18 475	法呢醇 Farnesol	0.60		C ₁₅ H ₂₆ O	222
34	18 772	2, 6-二甲基-4-己酮 4-Heptanone, 2, 6-dimethyl	0.18		C ₉ H ₁₆ O	142
35	19 297	2-甲基环己烷酮 Cyclohexanone, 2-methyl-	0.23		C ₇ H ₁₂ O	112
36	19 629	4-庚烯醛 4-Heptenal	0.63		C ₇ H ₁₂ O	112
37	17 603	苯乙酸 Phenylethyl alcohol		1.47	C ₈ H ₁₀ O	122
38	18 450	(E)-丁酸-3-己烯酯 Butanoic acid, 3-hexenyl ester, (E)-		0.06	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	170
39	18 608	噻嗪并[2-3-c]吡啶 Thieno[2-3-c]pyridine		0.02	C ₇ H ₅ N ₂ S	135
40	18 712	5-壬酮 5-Nonanone		0.10	C ₉ H ₁₈ O	142
41	19 551	1, 5-二甲基-7-氧杂二环[4, 1, 0]庚烷 7-Oxabicyclo[4, 1, 0]heptane, 1, 5-dimethyl		1.69	C ₈ H ₁₄ O	126
42	20 240	20 137 辛酸 Octanoic acid	0.87	6.19	C ₈ H ₁₆ O ₂	144
43	20 494	1, 4-二甲基环己烯 1, 4-Dimethyl-cyclohexene	0.57		C ₈ H ₁₄	110
44	24 950	4-甲基-5-硝基-1-氢-咪唑 1H-Imidazole, 4-methyl-5-nitro	0.20		C ₄ H ₅ O ₂ N ₃	127
45	25 501	2, 5, 5-三甲基-1, 6-庚二烯 1, 6-Heptadiene, 2, 5, 5-trimethyl-	1.00		C ₁₀ H ₁₈	138
46	27 965	香草醛(3-甲氧基-4-羟基苯甲醛) Vanillin	0.48		C ₈ H ₈ O ₃	152
47	30 001	羟基-6-胞嘧啶 Hydroxy-6-cytosine	11.14		C ₄ H ₅ O ₂ N ₃	127
48	23 387	3-乙基-4-甲基-1-氢-吡咯-2, 5-二酮 1H-Pyrrole-2, 5-dione, 3-ethyl-4-methyl		1.16	C ₇ H ₉ O ₂ N	139
49	24 217	4-氧基-戊酸 Pentanoic acid, 4-oxo-		1.18	C ₅ H ₈ O ₃	116
50	24 401	2, 3-二氢噻吩 Thiophene, 2, 3-dihydro-		1.21	C ₄ H ₆ S	86
51	24 881	1, 2, 4-三羟基-(对)-萘烷 1, 2, 4-Trihydroxy-pmenthane		4.35	C ₁₀ H ₂₀ O ₃	188
52	26 716	十二酸(月桂酸) Dodecanoic acid		0.12	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200
53	26 839	3, 4-二氢-8-羟基-3-甲基-1-氢-2-苯并吡喃-1-酮 1H-2-Benzopyran-1-one, 3, 4-dihydro-8-hydroxy-3-methyl-		1.37	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	178
54	27 721	1, 2-苯二甲酸-丁基-2-甲基丙酯 1, 2-Benzenedicarboxylic acid, butyl-2-methylpropyl ester-		2.13	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278
55	29 618	十四酸(肉豆蔻酸) Tetradecanoic acid		1.92	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228
56	29 784	1, 2-苯二甲酸双(2-甲氧乙基)酯 1, 2-Benzenedicarboxylic acid, bis (2-methoxyethyl) ester		3.29	C ₁₄ H ₁₈ O ₆	282
57	29 950	1-甲基-5-硝基-1-氢-咪唑 1H-Imidazole, 1-methyl-5-nitro-		1.31	C ₄ H ₅ O ₂ N ₃	127
58	32 421	32 353 十六酸(棕榈酸) Hexadecanoic acid	14.56	22.02	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256
59	32 779	十六酸(棕榈酸) Hexadecanoic acid * *	5.47			
60	35 698	(Z, E)-4, 8, 12-三甲基-3, 7, 11-三烯十三酸甲酯 3, 7, 11-tridecatrienoic acid, 4, 8, 12-trimethyl-, methyl ester, (Z, E)-	10.67		C ₁₇ H ₂₈ O ₂	264
61	35 201	十八酸(硬脂酸) Octadecanoic acid		3.05	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284
62	35 594	油酸(9-十八烯酸) Oleic acid		6.01	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282
63	36 451	(Z, Z)-9, 12-十八二烯酸 9, 12-Octadecadienoic acid, (Z, Z)-		4.41	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280
64	37 900	(Z, Z, Z)-9, 12, 15-三烯十八酸甲酯 9, 12, 15-Octadecatrienoic acid, methyl ester (Z, Z, Z)-	16.03		C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292
65	37 770	11, 14, 17-三烯二十酸甲酯 11, 14, 17-eicosatrienoic acid, methyl ester		2.39	C ₂₁ H ₃₆ O ₂	320
合计占总峰面积/%			99.08	96.08		

注: *. 4 与 7 号峰值近, 未标出相对含量; * *. 同上成分, 相近峰值。

Note: * Means the 4th and 7th peak values are similar; * * means with the same ingredient, the peak value is similar.

从以上结果可知, 猕猴桃魁蜜果香主要成分为: (Z, Z, Z)-9, 12, 15-三烯十八酸甲酯、十六酸(棕榈酸)、2-己烯醛、羟基-6-胞嘧啶、(Z, E)-4, 8, 12-三甲基-3, 7, 11-三烯十三酸甲酯、(E, E)-2, 4-庚二烯醛、5-甲基-2-(1-甲乙基叉)-环己烷酮等, 属高级不饱和酯、饱和脂肪酸、烯醛及环酮类化合物; 另有相对含量虽低, 却构成鲜食品果香重要成分的法呢醇、香草醛等, 检测出的 26 种成分, 占总峰面积的 99.08%。

早鲜果香主要成分为: 十六酸(棕榈酸)、辛酸、9-十八烯酸(油酸)、3-羟基丁酸乙酯、(Z, Z)-9, 12-十八二烯酸、1, 2, 4-三羟基-(对)-萜烷、1, 2-苯二甲酸双(2-甲氧基乙基)酯、十八酸(硬脂酸)、2-己烯醛等, 属高级饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、酯、萜烷、烯醛类化合物, 另有己醇、二氢化-2(3H)呋喃酮等特有组分, 检测出的 44 种成分, 占总峰面积的 96.08%。

由表 1 可以看出, 早鲜与魁蜜果香相同成分有: 2-己烯醛、(E)-2-己烯醇、(E, E)-2, 4-庚二烯醛、(E, E)-2, 4-癸二烯醛、(E, E)-1, 3, 6-辛三烯、辛酸、十六酸(棕榈酸)等, 它们构成猕猴桃特有的清香^[5], 但其相对含量存在很大差异, 表现出猕猴桃品种间果香成分的异同。反映在鲜食时品质上为魁蜜优于早鲜。在同等分析条件下, 早鲜检出的果香成分远多于魁蜜, 有如萜烷、呋喃酮类等化合物, 加工利用中可转化成特有香气^[6], 其加工品质较优。

3 讨 论

美味猕猴桃(*Actinidia deliciosa*)随着果实硬度降低, 挥发性酯类、3-戊酮和乙烯的产生增加, C₆ 醛类、C₆ 醇类及乙醇的含量则表现出很少变化, 在新

鲜成熟的采后果实中, 乙酯是整体发挥物质中的主要成分。高的杂味酸比率与果实硬度、低水平挥发酯类、可溶性固形物相关, 高甜度与果实软化和高的挥发酯含量具有相关性, 杂味酸是最能预见的感官特征^[5]。而本试验分析结果表明, 属中华猕猴桃种群的魁蜜、早鲜两品种硬果期时可溶性固形物 6.5%, 5.5% 到食用期时分别增加到 8.5%, 7.8%, 甜度最高, 果实变软, 但魁蜜果实却以甲酯类、高级不饱和脂肪酸、饱和脂肪酸、烯醛及环酮类等为果香主要成分, 早鲜是以乙酯类、高级饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、酯、萜烷、烯醛类化合物为主要成分, 从而反映出猕猴桃属中不同种群间果香成分的异同。

成分分析及感官评价研究表明, 猕猴桃品种间果实的香气和风味成分具有很大差别, 且与果实整体质量密切相关^[7]。如贵州猕猴桃特征香气为: 丁酸甲酯、丁酸乙酯、2-己烯醇、(E)-2-己烯醇、己醇、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、氧化芳樟醇等^[8]; 庐山春则以乙酸乙酯、(E)-2-己烯醇、(E)-2-己烯醛为主香成分^[6]。本试验结果, 魁蜜虽无贵州猕猴桃的丁酸甲酯、丁酸乙酯、氧化芳樟醇等成分, 却发现具有优美甜花香的法呢醇、英兰豆香气的香草醛等特有成分; 早鲜有萜烷、呋喃酮类等特有组分。两品种都具有的(E)-2-己烯醇、(E)-2-己烯醛等有强烈的青草清香、叶子样气体, 综合表现为猕猴桃独特的清香, 但魁蜜与早鲜有别, 总体感官特性优于早鲜。说明品种间香气成分差异造成了香味感觉差别, 这可应用于猕猴桃果实鲜食品质及加工产品的质量鉴定。但特征香气成分的鉴定必须有人体嗅觉感官分析的参与才能完成^[9], 本试验结果将结合感官分析做进一步研究。

[参考文献]

- [1] 李 华. 葡萄与葡萄酒研究进展——葡萄酒学院年报[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000. 92- 95
- [2] 李嘉瑞, 白晋和. 猕猴桃栽培与加工[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988. 3- 37
- [3] 汪正范, 杨树民, 吴侔天, 等. 色谱联用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001. 63- 120
- [4] 中国质谱学会有机专业委员会. 香料质谱图集[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 13- 239
- [5] Paterson V J, Macrae E A, Young H. Relationships between sensory properties and chemical composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) [J]. J Sci Food Agric, 1991, 57(2): 235- 251
- [6] 李剑芳, 张 灏. 发酵猕猴桃汁的研究 II. 香气成份鉴定[J]. 食品与发酵工业, 1999, 25(6): 14- 18
- [7] Esti M, Messia M C, Bertocchi P, et al. Chemical compounds and sensory assessment of kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Planch.) var *chinensis*): electrochemical and multivariate analysis[J]. Food Chem, 1998, 61(3): 293- 300
- [8] 陈 雪, 韩 琳. 猕猴桃及其皮渣香气成分的研究[J]. 化学通报, 1995, (6): 45- 47
- [9] 小林彰夫. 食品香气成分の化学的研究-最近の进步[J]. 日本农业化学会杂志, 1999, 73(1): 23- 30

GC/MS analysis of fruit aroma components of kiwifruit varieties

TU Zheng-shun¹, LI Hua¹, LI Jia-rui¹, LI Ke-chang², LU Jia-lan²

(1 College of Enology, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Organic Analytical Center, Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In the edible period of two kiwifruit varieties ‘Kuimi’ and ‘Zaoxian’, the Aroma components were extracted by solvent extraction. According to the analysis of gas chromatography/mass spectrometry, 26 components in ‘Kuimi’ fruit were identified, they represented 99.08% of the total peak area. The main components were higher unsaturated esters, saturated fatty acids, olefine aldehydes, cyclonem, farnesol and vanillin, etc; 44 components were identified in ‘Zaoxian’ fruits and represented 96.08% of total peak area. They were mainly higher saturated and unsaturated fatty acids and esters, lower fatty acids and esters, menthanes, olefine aldehydes, etc. The common constituents included 2-Hexenal; 2-Hexen-1-ol, (E)-; 2, 4-Hepadienal, (E, E)-; 2, 4-Decadienal, (E, E)-; 1, 3, 6-Octatriene, (E, E)-; Octanoic acid and Hexadecanoic acid, etc, they formed the characteristic aroma of kiwifruits, but their relative contents showed considerable differences. The result indicated the same and different points of aroma components between kiwifruit varieties. These could be used for identification of kiwifruit varieties and quality judgement of edible and processing products.

Key words: kiwifruit; fruit; aroma component; gas chromatography/mass spectrometry

西北农林科技大学 2000 年基金论文数位居全国高校第 24 名

据中国科技信息研究所 2000 年度中国科技论文统计与分析年度报告报道, 我校 2000 年度基金论文数在全国高校中位居第 24 位, 在农业高校中位居第一, 详见下表。

附表 2000 年我国高等学校基金论文前 50 名

名次	高等学校	论文数	名次	高等学校	论文数
1	浙江大学	1 570	26	大连理工大学	463
2	清华大学	1 535	27	北京航空航天大学	440
3	北京大学	1 294	27	中山医科大学	440
4	上海交通大学	960	29	国防科技大学	419
5	西安交通大学	950	30	第三军医大学	410
6	四川大学	835	31	北京师范大学	406
7	华中理工大学	797	32	华中科技大学	386
8	哈尔滨工业大学	794	33	南开大学	381
9	中国科技大学	764	34	厦门大学	373
10	复旦大学	757	34	中国地质大学	373
11	中南大学	742	36	西安电子科技大学	351
12	吉林大学	717	37	中国农业大学	345
13	南京大学	691	38	郑州大学	343
14	武汉大学	687	39	重庆大学	333
15	华南理工大学	680	40	上海第二医科大学	318
16	天津大学	679	41	第一军医大学	308
17	第四军医大学	619	42	石油大学	292
18	山东大学	615	43	青岛海洋大学	287
19	第二军医大学	523	44	北京科技大学	284
20	同济大学	504	45	武汉理工大学	279
21	中山大学	485	46	北京理工大学	274
22	西北工业大学	482	47	上海大学	263
23	东北大学	476	48	南京农业大学	261
24	东南大学	467	49	西北大学	257
24	西北农林科技大学	467	50	电子科技大学	254