

苹果酒的香气(综述)

宫英振¹,王 颀²,李长文³,张 伟¹

1.河北农业大学食品科学技术学院,河北 保定 071001;2.中国农业大学食品学院,北京 100083;

3.天津科技大学食品科学与生物工程学院,天津 300222)

摘 要: 苹果的香气由几十种甚至上百种物质构成,这些香气物质主要来源于原料苹果中固有的挥发性香气物质和苹果酒发酵过程中酵母的代谢产物。苹果原料中主要是一类香气物质;发酵过程中产生的主要是二类香气物质。影响香气物质生成量的因素有:原料、酵母菌种、发酵工艺、苹果酸—乳酸发酵。(孙悟)

关键词: 发酵酒; 苹果酒; 苹果酒香气; 一类香气物质; 二类香气物质

中图分类号: TS262.7; TS261.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9286(2003)03-0068-03

Aroma of Cider (Overview)

GONG Ying-zhen¹, WANG Jie², LI Chang-wen³ and ZHANG Wei¹

1. Food Science & Techniques College of Hebei Agriculture University, Baoding, Hebei 071001; 2. Food Science College of China Agriculture

University, Beijing 100083; 3. Food Science and Bioengineering College of Tianjing Science & Technology University, Tianjing 300222, China)

Abstract: The combined effects of dozens of even hundreds of components eventually formed the aroma of cider and these components were mainly the inherent volatile matters in apples treated as primary aroma components and the metabolic products of yeast during the fermentation of cider treated as secondary aroma components. The influencing factors of the formation of aroma components included raw materials, yeast strain, fermentation techniques and malolactic fermentation. (Tran. by YUE Yang)

Key words: fermented wine; cider; aroma of cider; primary aroma components; secondary aroma components

苹果酒的香气很复杂,有几十甚至上百种物质参与苹果酒香气的构成,这些物质不仅气味各异,而且它们之间还通过累加、协同、分离以及抑制等相互作用,从而使苹果酒香气千变万化、多种多样。它们一部分来源于原料苹果中固有的挥发性香气物质,一部分是苹果酒发酵过程中由于酵母的代谢活动而产生的。

1 苹果原料中的固有香气(一类香气)

1.1 苹果中的香气物质

苹果酒香气的主要特征是不程度的“芳香和苹果香”^[1]。典型的苹果香由300多种挥发性物质产生^[2],包括酯类、醇类、醛类、酮类和醚类,其中最主要是酯类(占78%~92%)和高级醇类(占6%~16%)^[3]。在苹果酒发酵中,高级醇和酯类化合物是发酵过程中形成的除乙醇外最重要的成分。

有研究者提出,对苹果风味有贡献的挥发性化合物^[4]: (E)-2-己烯醛、2-甲基丁酸乙酯、丁酸乙酯、(E)-2-己烯醇、乙酸己酯、丁酸己酯、己酸己酯、己醛、正丁醇、正己醇、(Z)-3-己烯醛、(Z)-3-己烯醇、乙酸-(E)-2-己烯酯、β-大马烯酮、己酸乙酯、2-甲基丁酸丙酯和两种未知化合物。其中,(E)-2-己烯醛、2-甲基丁酸乙酯、丁酸乙酯、(E)-2-己烯醇化合物对于苹果风味的重要性得到较多研究者的确认,并且(E)-2-己烯醛具有消费者习惯的苹果清香气味。最近的研究还从苹果的提取物中发现一些化合物。如萜烯醇、6-甲基-5-庚烯醇、2-甲基丙基酯类可能是苹果汁的风味成分。还有Z-5-辛烯醇、辛二烯醇和Z-5-辛烯-1,2-二醇及其酯类也在某些苹果中被鉴定出来。

1.2 苹果原料中香气物质含量

收稿日期 2002-12-31

作者简介:宫英振(1977-),男,河北人,在读硕士,主要从事果酒发酵方面的研究,发表论文数篇。

因苹果品种的不同,苹果汁中各种酯类、醇类和醛类的含量及其相对比例有较大差异(详见表1)^[5]。另外,还受苹果产地、收获年份以及制汁时果实的成熟度、生理和生物损伤程度的影响。但是,苹果酒中由原料产生的挥发性成分含量甚微,这是苹果酒与其他饮料酒的区别所在。并且,苹果的主要挥发性香气成分中除乙酸苯乙酯、丁酸苯乙酯对苹果酒有贡献外,其他醇、酯类对苹果酒的作用不大^[6]。另据Beech研究发现,在用数个品种苹果所发酵的苹果酒,大部分品种的苹果香气在加工过程中损失,只有金冠等有典型风味的苹果品种,其果实香气还可以在压榨和发酵后辨别出来,而其他苹果酿造的苹果酒,一般不能闻出其果香^[7]。所以苹果中的挥发性香气组分对苹果酒的香气质量的影响有限。

2 发酵过程中产生的香气(二类香气)

2.1 酒精发酵过程中的产香

2.1.1 发酵过程中产生的香气物质

在酒精发酵过程中,酵母菌在代谢糖类而生成酒精和二氧化碳的同时,还产生很多副产物。这些副产物在苹果酒的感官质量方面具有重要的作用,构成了苹果酒的二类香气或称发酵香气。

Williams曾用无菌糖溶液单独发酵,发酵液中生成的一系列醇类、醛类和酯类,其中大部分都能在苹果酒中找到。另外一个试验是用脱去挥发性物质的Sweet Coppin苹果汁接种酿酒酵母AWY350R进行发酵,这种无香气的苹果汁经酵母发酵后,通过气相色谱分离出了256种微量中性挥发组分,以气-质联用鉴定了其106种,发现这256种物质中很多物质有苹果香气特征。例如:2-甲基丁酸乙酯、乙酸己酯、3-甲基丁酸、2-甲基(或3-甲基)丁

表 1 不同品种苹果汁中主要挥发性香气成分含量 (mg/L)						
组分	富士	金冠	史密斯	红元帅	皇家嘎拉	华丽
乙醇	89.16	未检出	101.94	12.90	268.62	5.22
正丙醇	1.68	3.66	未检出	1.14	3.96	2.04
正丁醇	72.15	104.12	3.18	23.98	188.40	49.58
正戊醇	1.32	0.88	未检出	未检出	1.50	1.41
己醇	13.26	5.00	3.16	1.43	18.36	9.59
2-和3-甲基丁醇	24	4.8	5.1	2.8	5.2	11.1
乙酸乙酯	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
乙酸丙酯	未检出	2.04	未检出	1.63	4.90	未检出
乙酸丁酯	10.79	52.43	未检出	9.63	46.86	8.58
乙酸戊酯	未检出	0.91	未检出	未检出	0.26	未检出
乙酸己酯	3.31	10.66	1.58	3.31	14.54	2.88
乙酸-2-甲基丁酯	9.49	4.29	未检出	3.64	4.16	4.16
丙酸乙酯	0.41	0.41	0.71	未检出	未检出	0.31
丁酸乙酯	1.10	1.21	1.43	0.33	未检出	1.43
戊酸乙酯	1.69	1.95	1.95	1.69	0.78	1.69
己酸乙酯	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
丁酸-2-甲基乙酯	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
乙醛	未检出	未检出	未检出	未检出	2.20	未检出
己醛	2.90	9.20	4.10	未检出	7.20	1.90
反式-1-己烯醛	15.29	16.27	27.73	12.15	11.17	19.60

酯、乙酸苯乙酯、苯乙酸乙酯、己酸丁酯、己酸异丁酯等等,还有几种有苹果酒香气特征的组分(如丁酸苯乙酯)^[8]。Peter Schreier以红玉苹果汁为原料生产苹果酒,并且测定了生产发酵过程中挥发性香气成分的变化(见表2)^[9]。可见,苹果酒的香气主要是酵母在发酵过程中产生的。

表 2 Jonathan 苹果酒中的主要醇类、酯类和原料苹果汁中相应成分比较 (μg/L)		
组分	苹果酒	苹果汁
3-甲基丁酸己酯	48	未检出
辛酸乙酯	790	未检出
癸酸乙酯	990	未检出
乳酸乙酯	10820	未检出
琥珀酸二乙酯	760	未检出
乙酸苯乙酯	50	12
丁酸苯乙酯	8	未检出
己酸乙酯	356	未检出
辛酸异戊酯	52	5
异丁醇	1830	4
异戊醇	86890	425
苯乙醇	36040	19

2.1.2 影响香气物质生成量的因素

在不同的苹果酒产品中,由于构成发酵香气的各物质间比例的变化,苹果酒的二类香气类型及其优雅度可发生很大的变化,从而也就有了各种风味类型的苹果酒。影响这些酒中香味成分比例的有发酵原料、酵母菌种和发酵条件3种主要因素。

2.1.2.1 原料的影响

二类香气决定于苹果的含糖量,含糖量越高,二类香气越浓。此外,苹果原料中氮源的种类也会影响二类香气的结构,如果氨态氮含量过高,酵母菌就会较少地利用有机氮,生成的高级醇量亦少;氨基酸的种类也会影响到异戊醇或苯乙醇的比例。维生素有利于酵母菌合成自身所需要的酶,亦有利于芳香物质的形成。

2.1.2.2 酵母菌的影响

酵母菌种类也是影响二类香气的重要因素之一。在酵母产香方面,同一酵母属的各种酿酒酵母所产生的挥发性物质有较大差别,从而对苹果酒的风味产生影响,不同属酵母所产生的挥发性物质的差异更大。与葡萄酒酵母(*Saccharomyces euisoideus*)相比,尖端酵母(*Kloeckera apiculata*)形成更多的酯和戊醇,并且在非酿酒酵母属中产高级醇能力最强;而球拟酵母所产生的高级醇浓度最低;类酵母(*Saccharomycodes*)则形成更多的异丁醇^[9]。在同属酵母中,Leguerinel 研究发现各种酵母在发酵过程中的主要区别是降糖速率的不同,在同一糖度下各种酵母所产生挥发性物质的浓度虽有不同,但其果香、酒香、尖酸辛辣得分值彼此很接近,不同酵母菌株对苹果酒风味影响很小^[10,11]。天然酵母与人工酵母所发酵生产的苹果酒的香气也是有区别的。传统的英国苹果酒采用混菌发酵,使酒呈甜苹果味,以乙酸乙酯和丁酸乙酯为衬托香,而20世纪60年代后的英国苹果酒主要采用人工酵母发酵,使得酒风味纯净新鲜,类似淡白葡萄酒^[12]。国外还有人研究发现,野生酵母能产生更多的香气物质,形成风格典型的苹果酒,而人工培养的酵母产香弱,能产生具有淡雅香气的苹果酒^[7]。

2.1.2.3 工艺条件的影响

发酵前的SO₂处理、澄清处理、低温发酵及较低的pH可以降低高级醇的生产量。Carr在苹果酒酿造过程中叙述,pH对苹果酒的香气有很大影响,pH3.0~3.5使苹果酒的高级醇和酯类含量更低,香气更纯净,果香更浓^[1]。SO₂的加入量对苹果酒的香气也有重要影响。Jarvis等发现,当存在过量的SO₂(游离SO₂大于30 mg/L)时,一些酵母会产生大量的双乙酰,对苹果酒产生不利影响,而压榨后立即加入SO₂比压榨后12~14 h加入SO₂所生产的苹果酒香气纯净、较淡^[1]。较低的发醇温度可以降低高级醇的生成量,英国苹果酒酿造者认为22~25℃有利于最佳香气的产生,而法国和德国的酿酒师则认为15~18℃长时间发酵则最有利,这可能是口味的不同^[1]。另外,Karrwoska等还研究了浑浊的和澄清的Bosshoop果汁所生产的苹果酒风味的差别,结果发现由浑浊汁生产的苹果酒含更多的挥发性物质,香气浓郁,有典型的“苹果酒特征”,澄清汁得到的苹果酒香气弱,呈中性特征^[7]。

2.2 苹果酸—乳酸发酵过程中的产香

苹果酒含大量的苹果酸,在其老熟过程中,苹果酸—乳酸发酵是很必要的,降低苹果酒酸度,同时还丰富了酒的芳香。最近Saurageot和Vivier(1997)研究表明,苹果酸—乳酸发酵对于果酒口感特征的不利影响是非常低的。

在苹果酸—乳酸发酵中,由于植物性香味减少,从而能使水果风味更好地展现出来。酒用明串珠球菌具有β-葡萄糖苷和β-半乳糖苷酶活性,这两种酶在苹果酸—乳酸发酵过程中可以分解香味前体物质,释放出具有果香风味的萜烯化合物,乳酸菌还会产生强烈的像奶油、坚果、橡木等的香味物质,这些香气能很好地与苹果酒中的水果风味相融合,增加了酒的香气复杂性。这些风味之一的奶油香气是通过乳酸菌产生的双乙酰表现出来的。在苹果酸—乳酸发酵早期或中期,乳酸菌能产生双乙酰,同时所有的乳酸菌也具有把双乙酰还原成乙偶姻的能力。适当的双乙酰会提高酒的品质,但过多的双乙酰会给酒带来不良味道。

在橡木桶中进行的苹果酸—乳酸发酵,使得乳酸味与橡木香味很好地融合在一起,而太明显的乳酸味往往是不为人所接受的。

由于细菌的活动,乳酸乙酯伴随着苹果酸的降解而大量合成,并且,乙酸乙酯含量也大大提高。在不锈钢罐中发酵的酒提高了25%,在橡木桶中的含量也平均提高了20%~25%,而没有经历苹

果酸—乳酸发酵的苹果酒,在成熟过程中仅提高了10%。

苹果酸—乳酸发酵后酒风味的不同,是由于进行苹果酸—乳酸发酵的不同乳酸菌作用的结果,酒明串珠球菌一般产生所希望的风味变化。在橡木桶中的苹果酸—乳酸发酵产生的香味特性与不锈钢罐中的苹果酸—乳酸发酵所产生的香味不同。

3 讨论

国外科研人员对影响苹果酒香气因素的研究,主要集中在发酵过程中各因素的影响,而对贮存过程及其他环节研究较少,对许多香气物质的形成机理尚不清楚,因而也不能控制它们的生成量,以适应人们的口味。国内对于苹果酒的研究多限于工艺方面,而进一步对于苹果酒香气的研究不如其他酒饮料(如白酒、啤酒、葡萄酒等)深入,甚至可以说鲜见报道。因此,借鉴国外的研究经验及国内在葡萄酒、啤酒、白酒和果汁等领域的香气研究方法、分析方法,是有必要的,以期对我国苹果酒尤其对其主要香气成分的研究进行指导,生产出各种香气风格的苹果酒,满足不同口味消费者的需求。

近年来,随着人们生活水平的提高,饮食结构的改善及“果酒替代粮食酒”的提倡,苹果酒以其诱人的色泽、醇和清香、柔细清爽的风味,丰富的营养而博得大家的喜爱,将流行为一种类似于葡萄酒的国际性饮料酒,发展苹果酒有着广阔的前景。

参考文献:

- Jarvis B, Forster M J, Kinsella W P. Factor affecting the development of cider flavor[J]. Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement, 1995, 79: 5-18.
- Dimick P S, Hoskin J C. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1983, 18: 387-409.
- Paillard N M M, The flavour of apple, pears and quinces. Food Flavor, Part C-. The flavour of fruits[M]. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Press, 1990.
- 朱国斌, 鲁红军. 食品风味原理与技术[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996.
- Dixon J, Hewett E W. Exposure to hypoxia conditions alters volatile concentrations of apple cultivars[J]. Journal of the Science Food and Agriculture, 2001, 81: 22-29.
- Schreier P, Drawert F, Schmid M C. Changes in the composition of neutral volatile components during the production of apple brandy[J]. Journal of the Science Food and Agriculture, 1978, 29: 728-736.
- Durr P. The Flavor of cider. Food Flavor, Part B- The Flavor of Beverages[M]. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Press, 1986, 85-97.
- Williams A A. Flavor research and the cider industry[J]. Journal of the Institute of Brewing, 1974, 80: 455-470.
- 李华. 葡萄酒的香气[J]. 酿酒, 1990, (5): 5-9.
- Leguerinel I, Cleret J J, Bourgeois C, Mafart P. Yeast strain and the formation of flavor components in cider[J]. Journal of the Institute of Brewing, 1988, 96: 391-395.
- Leguerinel I, Cleret J J, Bourgeois C, Mafart P. Yeast strain and kinetic aspects of the formation of flavor components in cider[J]. Journal of the Institute of Brewing, 1989, 95: 405-409.
- Beech F W. Yeasts In Cider-making. Yeasts Technology, the Yeasts[M]. Vol. 5. London: Academic Press, 1993.
- Sauvageot F, Vivier P. Effects of malolactic fermentation on sensory properties of four Burgundy wines[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1997, (48): 187-192.

中国轻工业出版社图书邮购目录

书 名	定 价 (元/册)	邮 费 (元/册)	书 名	定 价 (元/册)	邮 费 (元/册)
酒精工业手册	30.00	5.00	葡萄酒工业手册	48.00	8.00
酒精与蒸馏酒工艺学	55.00	10.00	*白兰地工艺学	20.00	4.00
酒精工艺学(中专教材)	18.00	3.00	*新版配制酒配方	20.00	4.00
酒精蒸馏技术(第二版)	56.00	10.00	果酒工艺学(中专教材)	20.00	4.00
*生料酿酒技术	36.00	6.00	特种啤酒酿造技术	24.00	4.00
*玉米酒精生产新技术	50.00	10.00	啤酒工业手册	98.00	12.00
白酒生产技术全书	120.00	18.00	啤酒生产问答(修订版)	32.00	6.00
固态法白酒生产技术	12.00	2.00	啤酒生产工艺(技工教材)	48.00	10.00
白酒生产指南	32.00	5.00	啤酒工艺学(中专教材)	36.00	7.00
白酒工人培训教程	55.00	10.00	黄酒工艺学(中专教材)	18.00	3.00
低度白酒生产技术	30.00	6.00	黄酒生产工艺(第二版)	36.00	7.00
白酒勾兑技术问答	16.00	3.00	*药酒生产实用技术	28.00	5.00
小曲白酒生产指南	22.00	4.00	药酒配方 800 例	15.00	3.00
白酒工艺学(中专教材)	15.00	3.00	酶制剂应用手册	28.00	5.00
白酒生产问答	40.00	6.00	酶制剂应用技术	20.00	4.00
酿造酒工艺学(第二版)	50.00	10.00	新编调酒师手册	36.00	7.00
*英汉意法葡萄酒词典	45.00	7.00	调酒师教程	40.00	6.00
*葡萄酒酿造学—原理及应用(引进版)	88.00	14.00	工业微生物实验技术手册	30.00	6.00
*国际葡萄酒药典——葡萄酒辅料标准	28.00	5.00	英汉发酵工业词汇	30.00	6.00
*葡萄酒品尝法	20.00	4.00	*发酵食品微生物学(引进版)	85.00	12.00
葡萄酒酿造与欣赏	16.00	3.00	生物工程设备	50.00	8.00

(1) 邮购办法: 收款地址: 北京东长安街 6 号 中国轻工业出版社·发行部 收款人: 读者服务部
 邮政编码: 100740 联系电话: 010-65241695 传真: 010-65129020

(2) 字迹务必清楚, 以免误投。在汇款单的“附言”栏内注明所购书名和册数 (3) 有*号为近期出版的新书。