

苹果酒香气成分研究进展^{*}

汪立平 徐 岩 王 栋 徐文琦 赵光整 T526 A

(江南大学生物工程学院, 教育部工业生物技术重点实验室, 无锡, 214036)

摘 要 苹果酒是苹果深加工的主要产品之一。香气是苹果酒风味的重要因素。文章中综述了苹果品种、酵母和发酵条件等因素对苹果酒香气形成的研究进展, 并对今后此方面的研究提出了建议。

关键词 苹果酒, 香气成分, 研究进展

国际上苹果酒(cider)的香气的主要特征不是不同程度的“芳香和苹果香”^[2]。本世纪初以来, 国外科研人员采用 GC-MS 和嗅闻 GC 流出物定性办法, 已鉴定出 200 多种对苹果酒风味有作用的物质^[2], 主要是高级醇和酯类, 另外有一些羰基化合物、低级脂肪酸、缩醛、内酯和萜烯等以微量存在于苹果酒中^[3]。苹果酒各组成中, 2-苯乙醇及其酯类和低级脂肪酸构成苹果酒香气的基本骨架, 而脂肪酸酯特别是 2-甲基丁酸乙酯赋予苹果酒的苹果香^[4]。在苹果酒香气形成研究方面, 国外科研工作者主要研究了酿造原料、酵母和发酵条件对苹果酒香气形成的影响, 国内相关报道甚少。本文介绍了国外对形成苹果酒香气的影响因素的研究进展, 以期对我国苹果酒的研究提供参考。

1 酿造原料

苹果酒的酿酒原料既可以是新鲜苹果汁, 也可以是浓缩苹果汁, 可以选用酿酒专用苹果, 如 Court Royal, Sweet Coppin, Yarlington Mill, Ashton Bitter, Dabinett, Tremlett's Bitter, Somerset Redstreak, Bulmer's Norman, 也可以用鲜食苹果, 例如 Worcester Pearmain, Bramley Seedling, Cox's Orange Pippin, 还可以以一定比例混用^[2]。在酿造过程中, 可以用加入果胶酶经过预澄清的果

汁发酵, 也可以用浑浊果汁发酵^[2]。由于酿造原料的多样性, 使酵母发酵时产生香味的前体物质也有可能不同, 从而对成品苹果酒的香气产生影响。为了确定酿造原料对成品苹果酒香气的影响, 人们对苹果的固有挥发性香气成分、果汁的浓缩、果汁的预处理对苹果酒香气形成的影响进行了研究。

1.1 苹果原料中固有挥发性香气成分对苹果酒香气形成的影响

典型的苹果香由 300 多种挥发物产生^[5], 包括醇类、醛类、酯类、酮类和醚类, 其中大多数是酯(78%~92%)和醇(6%~16%)^[6]。苹果品种和苹果汁浓缩程度不同, 各种酯、醇和醛的种类及相对比例有较大差异(见表 1)^[7,8]。此外, 还受到苹果产地、收获年份以及压榨时果实的成熟度、生理和生物损伤程度的影响^[2]。

Williams 在研究苹果中挥发性物质对苹果酒香气的影响时, 用除去挥发性香气的 Sweet Coppin 苹果汁生产苹果酒, 通过气相色谱分离了酒中 256 种微量中性挥发性组分, 以气质联用鉴定了其中的 106 种, 发现这 256 种物质中, 很多物质有苹果汁香气特征, 还有 2 个组分有苹果酒香气特征。由于用于酿造的苹果汁已除掉挥发性香气, 所以以这种果汁生产的苹果酒中的香气主要不是来源于苹果固有的挥发性香气成分。即使苹果固

第一作者: 博士研究生。

* 国家“十五”攻关项目(No. 2001BA501A0F)

收稿日期: 2002-05-08

有的挥发性香气成分对苹果酒的香气有影响,其影响也很小^[9]。Peter 跟踪了以 Jonathan 苹果汁为原料生产 Jonathan 苹果酒

的发酵过程中 Jonathan 苹果汁的主要醇类和酯类物质的变化,其结果见表 2^[10]。

表 1 不同品种苹果汁中主要挥发性香气组分质量浓度^{[7][8]}

mg/L

	Cox's Orange Pippin	Fuji	Golden Delicious	Granny Smith	Sciros	Red Delicious	Royal Gala	Splend Odur	Sciglo	浓缩苹果 汁 Imperial
乙醇	337.26	89.16	未检出	101.94	未检出	12.90	268.62	5.22	58.14	未检测
正丙醇	2.16	1.68	3.66	未检出	未检出	1.14	3.96	2.04	0.60	未检测
正丁醇	77.26	72.15	104.12	3.18	19.24	23.98	188.40	49.58	98.12	未检测
正戊醇	0.62	1.32	0.88	未检出	0.53	未检出	1.50	1.41	2.20	未检测
己醇	11.94	13.26	5.00	3.16	4.79	1.43	18.36	9.59	19.07	3.35
2-和 3-甲丁醇	1.1	24	4.8	5.1	3.3	2.8	5.2	11.1	7.6	未检测
乙酸乙酯	0.264	0.088	0.088	0.088	未检出	0.088	0.088	0.088	0.176	未检测
乙酸丙酯	4.39	未检出	2.04	未检出	0.82	1.63	4.90	未检出	4.08	未检测
乙酸丁酯	62.99	10.79	52.43	未检出	6.38	9.63	46.86	8.58	49.53	未检测
乙酸戊酯	1.56	未检出	0.91	未检出	未检出	未检出	0.26	未检出	2.21	未检测
乙酸己酯	17.28	3.31	10.66	1.58	2.45	3.31	14.54	2.88	15.26	未检测
乙酸-2-甲丁酯	2.86	9.49	4.29	未检出	2.99	3.64	4.16	4.16	7.54	未检测
丙酸乙酯	未检出	0.41	0.41	0.71	未检出	未检出	未检出	0.31	未检出	未检测
丁酸乙酯	未检出	1.10	1.21	1.43	1.32	0.33	未检出	1.43	0.88	未检测
戊酸乙酯	未检出	1.69	1.95	1.95	1.95	1.69	0.78	1.69	2.47	未检测
己酸乙酯	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.29	未检测
丁酸-2-甲乙酯	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.06
乙醛	3.74	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	2.20	未检出	0.84	未检测
己醛	7.50	2.90	9.20	4.10	2.80	未检出	7.20	1.90	8.50	0.17
反式-1-己烯醛	46.65	15.29	16.27	27.73	8.63	12.15	11.17	19.60	35.57	0.30

表 2 发酵过程中 Jonathan 苹果汁中主要醇类和酯类的变化^[10]

μg/L

	2-甲基 丁酸己酯	异丁酸 丁酯	辛酸异 戊酯	己酸丁酯+ 丁酸己酯	辛酸丁酯+ 己酸己酯	丁酸苯 乙酯	乙酸 己酯	乙酸 戊酯	乙酸苯 乙酯	异丁醇	异戊醇	苯乙醇
Jonathan 苹果汁	390	79	5	310	231	0	4010	103	12	4	425	19
Jonathan 苹果酒	48	86	52	2	35	8	15	3	50	1 830	8 890	36 040

根据表 2, 苹果中一些固有的酯类除 2-甲基丁酸己酯、异丁酸丁酯外,其他酯类如辛酸异戊酯、己酸丁酯、丁酸己酯、辛酸丁酯、己酸己酯、乙酸戊酯和乙酸己酯已进一步降解,在苹果酒中只存在微量;苹果酒香气主要成分 2-苯乙醇的酯类乙酸苯乙酯、丁酸苯乙酯与苹果汁相比增加幅度不大。苹果酒中高级醇类的浓度比苹果汁中高,其中异丁醇、异戊醇、苯乙醇增幅较大。由于在发酵过程中苹果汁固有酯类的降解,固有醇类远低于其在苹果酒中的最终浓度,所以苹果的主要挥发

性香气成分中除乙酸苯乙酯、丁酸苯乙酯对苹果酒香气有贡献外,其他醇、酯类对苹果酒的作用不大,苹果汁中的挥发性醇、酯物质对苹果酒香气的作用似乎不显著^[10]。

另根据 Peter 的研究,大多数情况下,苹果的大部分品种香在加工过程中损失,只有 Golden Delicious 等有典型风味的苹果,其品种香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,一般不能闻出其品种香^[3]。

所以,苹果中的挥发性香气组分对苹果

酒的香气质量影响有限。

1.2 苹果汁加工的影响

传统的苹果酒在每年收获苹果后生产,由于苹果酒的产量日益增长,要求人们全年生产苹果酒,因此,现在许多苹果酒部分用浓缩苹果汁或全部用浓缩苹果汁生产^[2]。

Beech 对比了以浓缩苹果汁和相应的新鲜苹果汁发酵的苹果酒风味,发现即使考虑在香气汽提过程中损失的正己醇和正丁醇,以稀释的浓缩果汁酿造的苹果酒比相应的新鲜的苹果果汁所酿造的酒高级醇浓度低;在酶处理过的汽提过的果汁中保留悬浮颗粒,会提高苹果酒中的高级醇浓度;果汁浓缩过程中,各个加工阶段以及各个阶段进行的顺序都对高级醇的浓度有影响^[11]。

在不同品种浓缩苹果汁对苹果酒风味影响研究方面,Leguerinel 等以 13 株葡萄汁酵母研究了 2 种不同工业浓缩苹果汁 A、B 在 8℃ 和 18℃ 发酵对苹果酒风味的影响。A 果汁果糖、葡萄糖和总氮含量较高,蔗糖、苹果酸、乳酸含量低。于 8℃ 和 18℃ 下发酵,由果汁 A 生产的苹果酒乙酸、乙醛、乙酸乙酯均比果汁 B 的低或接近;正丙醇、异丁醇、戊醇、2,3-丁二醇均比 B 果汁的高。感官上, A 果汁生产的苹果酒更酸、更辛辣,果汁组成影响苹果酒的辛辣感、尖酸感和果香,但不影响苹果酒的刺激感^[12]。

另外,在浓缩汁对苹果酒异味影响方面,由于苹果汁在浓缩过程中需要加热到 40℃,以收集苹果中的香气^[11],所以呈各种煮熟味和饼干味,这些味道可能会带到苹果酒中,从而降低苹果酒的质量^[2]。

总之,人们普遍认为浓缩果汁生产的苹果酒香气比新鲜苹果汁生产的香气淡,且有可能给苹果酒带来异味,不同浓缩汁生产的苹果酒在香气组成上不同,果香和辛辣感上也有所差别。

1.3 果汁预处理的影响

苹果酒可以用不加果胶酶预处理的浑浊果汁直接发酵,也可以由加入果胶酶预处理

澄清后的果汁生产。

Karwowska 等研究了浑浊的和澄清的 Boshoop 果汁生产的苹果酒风味的差别。由浑浊汁生产的苹果酒含更多的挥发性物质,香气更浓郁,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。2 种苹果酒经巴氏杀菌后,挥发性物质都减少^[3]。

2 发酵条件

在发酵条件对香气的影响方面,主要研究了发酵温度、pH 值、压力和 SO₂ 对产香的影响。

2.1 温度对苹果酒香气影响

大多数情况下,传统发酵的苹果酒不控制发酵温度,所以最终发酵温度冬天约 4℃,夏天约 30℃ 以上。现代发酵工厂越来越多地使用一定的温度控制措施,采用外部热交换器系统,使发酵液循环,根据需要加热或冷却发酵液。

Pollard 采用不加酵母,以 SO₂ 处理过的果汁,在 10, 15, 20, 25, 30 和 35℃ 下发酵完全,分析了各种发酵温度下苹果酒中高级醇形成量(见表 3)。发现发酵温度对苹果酒的高级醇生成量影响较大,高级醇在 15~25℃ 之间保持恒定,在此温度范围外迅速下降^[13]。

另外,可能是口味的不同,英国苹果酒酿造者认为 22~25℃ 有利于最佳香气的产生,而法国和德国则认为 15~18℃ 长时间发酵则最有利^[2]。除此之外,Leguerinel 等用 2 种不同的工业浓缩苹果汁,以 13 株葡萄汁酵母研究了 8℃ 和 18℃ 2 种发酵温度对苹果酒风味的影响。8℃ 生产的苹果酒中乙酸、乙醛、乙酸乙酯比 18℃ 时高或接近;醇类中,正丙醇比 18℃ 时高,异丁醇、戊醇、2,3-丁二醇则低。与原料、酵母相比,发酵温度是影响戊醇、异戊醇形成的主要因素^[12]。

2.2 pH 值对苹果酒香气的影响

由于苹果品种的不同,酿造苹果酒的苹果汁的 pH 值大约为 3.2~4.2。Carr 发现 pH

表3 发酵温度对高级醇产生量的影响^[13]

苹果汁	苹果酒中高级醇的质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$					
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
Sweet Coppin	128	232	235	211	未检测	未检测
Kingston Black	131	153	1769	229	183	未检测
混合汁1	未检测	未检测	未检测	255	未检测	135
混合汁2	207	294	未检测	未检测	未检测	未检测

对苹果酒的香气有很大的影响, pH3.0~3.5使苹果酒的高级醇和酯类含量更低, 香气更纯净、果香味更浓^[2]。

2.3 压力对苹果酒香气的影响

传统的苹果酒发酵是在容积较小的橡木桶中进行, 80年代开始用大容积的不锈钢发酵罐, 发酵罐的静压对发酵速度和香气有很大影响, 压力超过1.5 Pa时, 使发酵速率大大降低, 并使苹果酒的酯香味浓, 但果香不如低压生产的苹果酒, 因此, 为了生产果香味浓的苹果酒, 设计发酵罐时, 应考虑使发酵液的液层高度<48英尺(约15 m), 从而使发酵液产生的静压<1.5 Pa^[2]。

2.4 SO_2 对苹果酒香气的影响

SO_2 的加入量对苹果酒的香气有重要影响。Jarvis等发现, 当存在过量的 SO_2 (游离 $\text{C}_{\text{SO}_2} > 30 \text{ mg/L}$)时, 一些酵母会产生大量的双乙酰, 对苹果酒的风味产生不利影响。压榨后立即加入 SO_2 比压榨后12~24 h加入 SO_2 所生产的苹果酒香气纯净、较淡。推迟加入则使野生酵母和细菌生长, 产生一定的“青草味”^[2]。因此, SO_2 的加入量应尽量少, 并在果汁压榨后或压榨过程中及时加入。

3 酵母菌种

传统的苹果酒只由野生酵母发酵。传统发酵中当乙醇体积分数上升至2%~4%前, 涉及到的是非酿酒酵母(*non Saccharomyces* spp.), 主要有假丝酵母(*Candida pulcherrima*), 现在称为梅氏酵母(*Metschnikowia pulcherrima*), 还有毕赤氏酵母(*Pichia*)、圆形酵母(*Torulopsis*)、汉森酵母(*Hansenula*)、柠檬形克氏酵母(*Kloeckera apiculata*); 当乙

醇体积分数上升至2%~4%后, 占优势的酵母是酿酒酵母[*Saccharomyces cerevisiae* (uvarum)]。现代的苹果酒发酵趋向于纯种酿酒酵母(*Saccharomyces*)发酵, 用1种酵母或2种酵母进行人工接种, 在整个酿造过程中酿酒酵母占优势^[1]。

人们对苹果酒的酵母的产香情况主要集中在以下3个方面进行了研究: 发酵过程中挥发性物质的变化以判断酵母在形成苹果酒挥发性组分中的相对重要性; 比较与发酵过程有关的各种酵母所产挥发性物质的能力, 以判断各种酵母在形成苹果酒香气中的作用; 操作不当使酵母给苹果酒带来的异味。

3.1 发酵过程中挥发性物质的变化

Williams用无菌糖溶液发酵, 得到的发酵液中含有一系列的醇类、醛类和酯类, 这些物质的大部分都能在苹果酒中找到^[11]。Williams等脱去Sweet Coppin苹果汁的挥发性物质, 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, 含有大量呈苹果香和苹果酒香的挥发性组分^[9]。Peter Schreier跟踪了以Jonathan苹果汁为原料生产苹果酒发酵过程中中性挥发性物质的变化, 并对比了Jonathan苹果酒的主要挥发性成分酯类和醇类和其酿造原料Jonathan苹果汁的相应成分的含量, 发现苹果酒中主要挥发性物质醇和酯在苹果汁中不存在或含量很低(见表4)^[10]。

可见, 苹果酒的香气主要是酵母在发酵过程中产生, 与原料本身的挥发性香气成联系较小。

3.2 人工酵母和天然酵母生产的苹果酒的挥发性物质区别

表 4 Jonathan 苹果酒中的主要醇类、酯类和酿造原料苹果汁中相应成分比较^[10]

	3-甲基 丁酸乙酯	辛酸 乙酯	癸酸 乙酯	乳酸 乙酸	琥珀酸 乙酯	乙酸苯 乙酯	丁酸苯 乙酯	异丁醇	异戊醇	苯乙醇	己酸 乙酯
Jonathan 苹果酒	48	790	990	10820	760	50	8	1830	86890	36040	356
Jonathan 苹果汁	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	12	未检出	4	425	19	未检出

Wucherpennig 和 Brettbauer 分别研究了野生酵母[主要是葡萄酒酵母(*Apiculatus yeast*)]和人工培养的酵母(*Geisenheim Nr. 49*)生产的苹果酒的风味,发现野生酵母能产生更多的挥发物质,形成风格典型的苹果酒,人工培养的酵母产香弱,能生产香气淡雅的苹果酒。能产更多醇类的酵母也能产更多的酯,这种情况在厌氧条件下更为明显^[3]。Pollard 以加入 SO₂ 处理过的苹果汁比较了加入人工酵母 (Port 350R) 的现代苹果酒和不加入人工酵母以天然酵母发酵的苹果酒中高级醇含量,发现天然发酵的苹果酒所产的高级醇、2-苯乙醇含量均比人工酵母发酵的苹果酒高^[13]。

另外,传统的英国苹果酒采用野生酵母发酵,20 世纪 60 年代以来,英国苹果酒采用人工酵母发酵^[11]。传统的英国苹果酒由于采用混菌发酵,使酒呈甜苹果味,以乙酸乙酯和丁酸乙酯为衬托香,而 60 年代以后的英国苹果酒风味纯净、新鲜,类似淡白葡萄酒^[11]。

总的来说,天然酵母产香丰富,而人工酿酒酵母产香较淡,纯净。

3.3 纯种酵母所产挥发性物质区别

Pollard 比较了从苹果汁中分离的各种酵母和人工酵母所产高级醇、苯乙醇浓度,并与自然发酵的天然酵母进行了对比^[13]。发现非酿酒酵母属酵母产高级醇能力差别很大,球拟酵母(*Torulopsis datilla*)所产高级醇浓度最低,柠檬形克勒克酵母(*Klonekera apiculata*)所产高级醇浓度最高;除 1 种从苹果汁中分离到的酿酒酵母外,各种酿酒酵母所产的高级醇浓度相似。但不管是从果汁中分离出的酵母,还是人工酵母,所产 2-苯乙醇的浓度均比天然发酵的苹果酒低^[3]。

Williams 以 2 株酿酒酵母和 1 株葡萄汁酵母发酵研究了高级醇和酵母菌株之间的关系,3 种酵母所产正丙醇、异丁醇、正丁醇、2,3-甲基丁醇、己醇和 2-苯乙醇的量相差很大,苹果酒中高级醇含量主要取决于所用发酵酵母的类型。正丙醇的产生和酵母菌株之间存在很强的依赖关系^[4]。Giudici 等认为,不产 H₂S 的菌株能产高浓度的正丙醇^[14]。但 Giudici 发现异丁醇和戊醇则和酵母菌株的联系较小^[15]。

在同属酵母的产香方面,Leguerinel 研究了 13 株从苹果酒中分离出的葡萄汁酵母对苹果酒风味的影响。各种酵母在发酵过程中的主要区别是降糖速率的不同。同一残糖浓度(34g/L 和 17g/L)下,虽然各种酵母产生的挥发性物质的浓度不同,但其果香、酒香、尖酸辛辣得分彼此很接近,不同酵母菌株对苹果酒风味影响很小^[12,16]。

综上所述,在酵母产香方面,同一酵母属的各种酿酒酵母所产挥发性物质有较大差别,从而对苹果酒的风味产生影响,不同属酵母所产的挥发性物质有更大的差异,非酿酒酵母柠檬形克勒克酵母(*Klonekera apiculata*)能产更多的高级醇。Leguerinel^[12,16]用 13 株酵母发酵得出的结论是同属酿酒酵母的不同葡萄汁酵母对苹果酒风味没有影响,可能是评定苹果酒风味的计算机统计方法带来的误差。因为该统计方法得分的依据是葡萄糖、果糖、苹果酸、乳酸和乙酸、乙酸乙酯、异丁醇、2,3-丁二醇、戊醇、乙醇和可滴定酸等 11 个组分在苹果酒中的浓度,这 11 个组分可能不能反映苹果酒的风味。

3.4 酵母异味

Durr 和 Jarvis 认为,发酵完全的苹果酒在好气条件下贮存可能会感染醋酸菌、酒香酵母和膜酵母,它们会氧化乙醇。醋酸菌产生高浓度的乙酸^[2],酵母会给苹果酒带来“氧化”味^[2]、老鼠味^[3]。Jarvis 报道,有些酵母可在苹果酒中产生大量的双乙酰,特别是苹果汁中含有过量的 SO_2 时(游离 $\text{C}_{\text{SO}_2} > 36 \text{ mg/L}$),会产生过量的双乙酰^[2]。苹果汁中缺乏缬氨酸、肌醇时,接种比率过大、发酵温度过高、通气或呼吸缺乏,都会增加双乙酰的含量^[11]。

另外,各种酵母产 H_2S 的能力不同,同一种酵母在不同培养情况下,产 H_2S 的量也不相同,Beech 报道当苹果汁中缺乏泛酸钙时,有利于 H_2S 的形成,当苹果汁中含甲硫氨酸时,能抑制 H_2S 的形成。如果苹果酒贮藏时,不适当地通入空气或加入了 SO_2 ,酵母会产生更不愉快的乙硫醇^[11]。

由于操作不当酵母会产生异味,所以,一方面在筛选菌种时,要尽量选择产异味量少的菌种,另一方面,控制好发酵条件,避免异味的产生。

4 讨论

国外研究者认为酵母是形成苹果酒香气最重要的因素,苹果酒的绝大部分香气在发酵过程中形成。发酵条件是第二重要因素。苹果固有的挥发性品种香在发酵过程中大部分被降解,因此在成品苹果酒中起的作用很小。

国外科研工作人员对影响苹果酒香气的因素的研究,主要集中在发酵过程中各因素的影响,而对贮藏过程等其他环节研究较少。对许多香气物质的形成机理尚不清楚,因而不能控制它们的产生量。例如,苹果酒中高含量的 2-苯乙醇,人们认为可能来源于苹果本身,根据 Schwab 和 Schrier^[17,18] 报道,苹果中含有 2-苯乙醇等物质的非挥发性糖苷前体,当苹果破碎时,2-苯乙醇的糖苷体可以被植物酶水解,或在发酵过程中被酵母产生

的酶(酵母糖苷酶)水解,释放为带香气的 2-苯乙醇。2-苯乙醇也可能由酵母在发酵过程中形成,酵母中存在 2-苯乙醇合成途径,能以苹果中存在的基质合成苹果酒中的 2-苯乙醇。到底是哪条合成途径,与此有关的机理研究还未见相关报道加以证实,只停留在假设阶段。

尽管近年来,随着仪器分析水平的不断提高,对苹果酒中一些香味物质的剖析也取得了显著的成果,但苹果酒中的仍有大量香气成分没有定性,一些挥发性物质的呈香特征、香气阈值没有确定,使人们难以确定对苹果酒香气影响最重要的化合物,从而难以确定生产某种风格苹果酒最适的酵母、苹果品种和工艺条件,给苹果酒的香气研究带来盲目性。

今后,有必要借鉴国内外葡萄酒、啤酒、果汁等领域的香气实验、分析方法,对我国苹果酒的主要香气成分及其形成机理进行研究,控制好影响苹果酒香气形成的因素,以生产出各类香气风格的苹果酒。

参考文献

- 1 Lea A G H. Fermented Beverage Production. Ed by Lea A G H, Piggott J R. London: Blackie Academic and Professional Press, 1995. 66-67
- 2 Jarvis B, Forster M J, Kinsella W P. Journal of Applied Bacteriology (Symposium Supplement), 1995, 79: 5S-18S.
- 3 Durr P. The Flavour of Cider. In Food Flavour B- The Flavor of Beverages. Ed by Morton I D, Macleod A G. Amsterdam Netherlands: Elsevier Science Press, 1986. 85-97
- 4 Williams A A. J. Inst. Brew., 1974, 80: 455-470
- 5 Paillard N N M. The Flavour of Apple, Pears and Quinces, in Food Flavours, Part C. The Flavor of Fruits. Ed by Morton I D, MacLeod A G. Amsterdam Netherlands: Elsevier Science Press, 1990. 1-41
- 6 Dimick P S, Hoskin J C. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 1983, 18: 387-409
- 7 Dixon J, Hewett E W. J. Sci. Food Agri., 2000,

- 81:22~29
- 8 Koneczal J B, Harte B R, Hoqjjat P, Giacini J R. J. Food Sci., 1992, 57, 4: 967~970
 - 9 Williams A A, Tucknott O G. J. Sci. Fd. Agric., 1978, 29: 381~397
 - 10 Schreier P, Drawert F, Schmid M. C. J. Sci. Fd. Agric., 1978, 29: 728~736
 - 11 Beech F W. Yeasts in Cider-making. In the Yeasts, Vol. 5: Yeast Technology. Ed by Rose A H, Harrison J S. London: Academic Press, 1993. 169~214
 - 12 Leguerinel I, Cleret J J, Bourgeois C, Mafart P. J. Inst. Brew., 1988, 96: 391~395
 - 13 Pollard A, Kieser M E, Beech F W. J. Appl. Bacteriol., 1966, 29: 253~259
 - 14 Giudici P, Kunkee R E. Am. J. Enol. Vitic., 1994, 45: 107~112
 - 15 Giudici P, Zambonell C, Kunkee R E. Am. J. Enol. Vitic., 1993, 44, 17~21
 - 16 Leguerinel I, Mafart P, Cleret J J, Bourgeois C. J. Inst. Brew., 1989, 95: 405~409
 - 17 Schwab W, Schreier P. J. Agric. Food Chem., 1990, 38: 757~763
 - 18 Schwab W, Schreier P S. J. Agric. Food Chem., 1988, 36: 1238~1242

Research Progress on Aroma Components of Cider

Wang Liping Xu Yan Wang Dong Xu Wenqi Zhao Guangao

(Key Laboratory of Industrial Biotechnology of Ministry of Education, School of Biotechnology, Southern Yangtze University, Wuxi, 214036)

ABSTRACT Cider is one of the main products of apple processing. Aroma makes important contribution to the flavor of cider. Factors affecting the development of cider aroma, including raw material variety, fermentation conditions and yeast species are reviewed in this article, and a suggestion for the trend of apple wine aroma research in the future is also put forward.

Key words cider, aroma components, research progress

信
F&T
窗

卫生部公布保健食品禁用物品

卫生部日前公布的《保健食品禁用物品名单》中,列入禁用的物品的有:八角莲、八里麻、千金子、土青木香、山茱萸、川乌、广防己、马桑叶、马钱子、六角连、天仙子、巴豆、水落石出银、长春花、甘遂、生关夏、生白附子、生狼毒、白降丹、石蒜、关木通、农吉利、夹竹桃、朱砂、米壳(糯粟壳)、红升丹、红豆杉、红茴香、红粉、羊角拗、羊蹄蛄、两山山慈姑、京大戟、昆明山海棠、河豚、闹羊花、青娘虫、鱼藤、洋地黄、洋金花、牵牛子、砒石(白砒、红砒、砒霜)、草乌、香加皮(杠柳皮)、骆驼蓬、鬼臼、莽草、铁棒锤、铃兰、雪上一枝蒿、黄花夹竹桃、斑蝥、硫磺、雄黄、雷公藤、颠茄、藜芦、蟾酥。

市场动态
F&T

我国浓缩苹果汁出口占国际市场三分之一

果汁进出口形势如火如荼,2001年,我国出口水果汁共16.4989万t,2002年1~6月,共出口水果汁12.2134万t,创汇8413万美元,其中浓缩苹果汁出口为11.9431万t,同比增长了76%左右,其占整个果汁出口市场份额的97%。目前,我国浓缩苹果汁已在国际市场上占有三分之一的份额。