

浓香白酒绵甜感官与风味构成相关性研究

胡景辉¹, 常强³, 蒋超³, 宋涛², 陈彬², 江伟², 韩兴林^{2*}, 李楠^{1*}

1(广西大学 生命科学与技术学院, 广西 南宁, 530004) 2(中国食品发酵工业研究院, 北京, 100027)

3(安徽文王酿酒股份有限公司, 安徽 临泉, 236400)

摘 要 采用感官品评方法对 13 款浓香白酒原酒进行分析, 将样品按不同绵甜度分成 3 类。对比样品风味构成得出, 乳酸和乳酸乙酯等风味在 A 类最绵甜的酒样中含量相对较高, 其乳己比稳定在 1.2~1.5 之间, 乙乳比稳定在 1.0 以下, 酸酯比稳定在 0.6 左右, 醇酯比控制在 0.15~0.20。通过多元线性回归方程建立浓香白酒绵甜型感官指数模型, 其中乳己比和酸酯比对白酒的绵甜感官具有正向作用, 在一定范围内乳己比和酸酯比越高, 酒体绵甜度越高。

关键词 绵甜型; 感官指数; 判别分析; 多元线性回归分析

白酒是我国国酒, 历史悠久, 是世界六大蒸馏酒之一。白酒中的主要成分是乙醇和水(占总量的 98%~99%), 其余 1%~2% 是种类众多的风味物质, 是白酒中重要的呈香呈味物质, 其含量及其之间的比例关系构成了白酒的不同风格, 是决定白酒质量和感官的直接因素^[1-2]。浓香型白酒作为传统四大香型白酒之一, 是我国白酒的主导香型, 深受消费者喜爱, 是白酒中最有影响力的酒种之一, 前人研究确定了己酸乙酯和乙酸乙酯分别是浓香型和清香型白酒的主体香成分^[3-6], 范文来等^[7-8]验证了己酸乙酯等是浓香型洋河大曲的关键香气成分。

白酒的品评讲究“色、香、格、味”, 其中色占 10 分, 香占 15 分, 格占 15 分, 味占 50 分。“味”的占比最大, 对于广大消费者来说, 口感成为首要的考虑因素。根据前人研究, 白酒中大量的常规风味物质均带有一定的甜味, 一定浓度范围内在酒体中单独品尝都能尝出甜味^[9-11]。

白酒的绵甜感官, 不仅仅是某物质单一作用的结果, 更多是多种风味物质之间协调的均衡作用, 本研究通过专业的品评, 根据其绵甜感官程度进行评分, 通过多元线性回归分析等方法分析不同感官白酒之间的风味物质差异, 旨在了解浓香型白酒酒体中不同的风味构成对其绵甜感官的影响, 以期为企业在工艺改进和酒体设计等方面提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

不同感官、年份、等级的浓香型原酒酒样 13 款, 均由某浓香白酒生产企业提供。

表 1 酒样

Table 1 The liquor samples

编号	生产年份	酒精度/% vol
1#	2008	63.6
2#	2009	68.7
3#	2013	69.7
4#	2013	69.7
5#	2013	66.7
6#	2012	71.7
7#	2011	64.6
8#	2012	62.6
9#	2012	65.6
10#	2013	62.6
11#	2013	73.7
12#	2013	68.7
13#	2013	64.6

NaCl(分析纯)、无水乙醇(色谱纯), 北京化工厂; 标准品(色谱图): 己酸乙酯、乳酸乙酯、乙酸乙酯等, ACROS ORGANICS 公司; 乳酸、乙酸、己酸等, Sigma-Aldrich 公司; 正丙醇、正丁醇、异戊醇、乙醛、乙缩醛等, Fluka 公司, 纯度 $\geq 97\%$ 。

1.2 仪器与设备

AutoSystem XL 气相色谱仪、CP-Wax 57CB 毛细管色谱柱(50 m \times 0.25 mm \times 0.2 μ m), 美国 PerkinElmer 公司; ICS-3000 型离子色谱仪, 配有 EG40 淋洗液自动发生器、电导检测器和 Chromeleon

第一作者: 硕士研究生(韩兴林高级工程师和李楠副教授为共同通讯作者, E-mail: hanian2009@163.com; linan97690612@163.com)。

基金项目: 农业部大麦青稞产业技术体系(CARS-05)

收稿日期: 2019-06-27, 改回日期: 2019-09-17

6.80 色谱工作站,美国 Dionex 公司;Ionpac AS11-HC 型分离柱(250 mm×4 mm)、Ionpac AG11-HC 型保护柱(50 mm×4 mm),美国 Thermo 公司;ASRS-ULTRA 阴离子抑制器,美国 Dionex 公司。

1.3 方法

1.3.1 样品分析方法

①气相色谱分析方法^[12]

柱温程序:起始温度 30 ℃,恒温 5 min,以 5 ℃/min 程序升温至 60 ℃,以 6 ℃/min 程序升温至 120 ℃,恒温 5 min,以 8 ℃/min 程序升温至 210 ℃,恒温 5 min;载气(高纯 N₂):流速 1 mL/min,分流比:

10:1;氢气:流速为 45 mL/min;空气:流速为 450 mL/min;检测器温度 260 ℃;进样器温度 240 ℃;进样量 1 μL。

②离子色谱分析方法^[13]

柱温 30 ℃;流动相:EG 淋洗液发生器自动产生淋洗液梯度淋洗;流速 1.1 mL/min;抑制器再生模式:外加水电抑制;电导器检测器检测;进样量 25 μL。

1.3.2 感官品评分析方法

5 名国家品酒师及经过筛选、培训的 5 名研究生组成感官评价小组。品评员对每一个酒样样品进行品评,评价指标和规则见表 2。

表 2 浓香白酒绵甜口感评价指标及定义

Table 2 Evaluation index and definition of soft-sweet taste of Strong flavor Chinese spirits

口感	指标	定义	评分规则
绵感	醇和感	入口和顺,不感觉到强烈的刺激	在“0~5”的分值范围内进行评分,其中: “0”表示未察觉, “1”表示感觉微弱, “2”表示感觉较弱, “3”表示感觉适中, “4”表示感觉稍强, “5”表示感觉较强
	绵长感	饮后酒香持续时间长	
	陈香感	白酒老熟的香气味道,醇厚而柔和	
	丰满感	酒体内容丰富	
	协调感	各种口感相互配合,酒味全面	
甜感	醇甜感	酒体醇和而有甘甜滋润感	
	回甜感	回味时有甜的感觉	
	和润感	和顺圆润,回味悠长	
	甘爽感	舒适而愉快的甜	
	甜净感	味甜而纯净,甜味散后无余杂感	

2 结果与分析

2.1 感官品评分析

由感官评价小组对 13 款酒样按要求进行品评评分,各酒样得分见表 3。

表 3 酒样绵甜口感得分结果

Table 2 The score result of liquor's soft-sweet taste

酒样	绵感得分	甜感得分	总分
1#	23.7	12.3	26.0
2#	15.7	17.1	32.8
3#	16.5	18.5	35.0
4#	18.2	19.5	37.7
5#	19.5	21.7	41.2
6#	13.3	15.3	28.6
7#	22.6	19.5	42.1
8#	23.0	23.8	46.8
9#	20.4	20.9	41.3
10#	21.7	24.2	45.9
11#	16.1	13.8	29.9
12#	14.9	14.6	29.5
13#	21.2	20.2	41.4

由表 3 可知,在 13 款酒样中 5#、7#、8#、9#、10# 和 13# 酒样最终得分达到 40 分以上,称之为 A 类酒样;

2#、3# 和 4# 酒样得分在 30~40 分之间,称之为 B 类酒样;1#、6#、11# 和 12# 酒样得分小于 30 分,称之为 C 类酒样。

2.2 风味物质定量分析

对酒体中的风味物质进行定量分析,选取其中的部分主要物质进行分析。

2.2.1 酯类物质含量分析

酯类是白酒中最主要的风味成分,在浓香型白酒中约占风味总量的 60% 左右,是含量最多且影响最大的风味成分,对白酒形成各种典型风格起决定性作用。其中四大乙酯(己酸乙酯、乙酸乙酯、乳酸乙酯和丁酸乙酯)是最主要的酯类成分,其含量占总酯的 90%~95%^[14-15]。研究发现浓香白酒中,乙酸乙酯、乳酸乙酯与己酸乙酯之间的比例关系(乙己比、乳己比、乙乳比)对酒质均有一定的影响^[16]。各酒样中 4 大乙酯的含量对比见表 4。A 类酒样中除 5# 外,其余酒样乳酸乙酯>己酸乙酯/乙酸乙酯>丁酸乙酯;C 类酒样中除 1# 外,其余酒样乙酸乙酯>己酸乙酯/乳酸乙酯>丁酸乙酯,其中 11# 酒样乙酸乙酯含量相对较高,与乙酸乙酯含量持平;在 B 类酒样中己酸乙酯

> 乙酸乙酯/乳酸乙酯 > 丁酸乙酯。所以,乳酸乙酯和乙酸乙酯可能是影响白酒绵甜口感的因素之一。其中,A 类酒样中除 5#外乳己比含量约为 1.2 ~ 1.5,

表 4 不同酒样四大乙酯含量

Table 4 Four main kinds of ethyl ester contents in different liquor samples								
酒样	己酸乙酯/ (mg · L ⁻¹)	乙酸乙酯/ (mg · L ⁻¹)	乳酸乙酯/ (mg · L ⁻¹)	丁酸乙酯/ (mg · L ⁻¹)	总和/ (mg · L ⁻¹)	乙己比	乳己比	乙乳比
A 类	5#	4 542.78	2 915.46	2 298.34	821.03	1 0577.61	0.64	0.51
	7#	2 059.57	2 444.88	2 539.53	547.74	7 591.72	1.19	1.23
	8#	2 087.66	1 751.91	3 029.64	537.02	7 406.23	0.84	1.45
	9#	2 158.83	2 482.41	2 728.61	582.21	7 952.06	1.15	1.26
	10#	2 092.86	1 773.09	2 609.73	535.28	7 010.96	0.85	1.25
	13#	1 815.31	1 640.77	2 782.81	560.03	6 798.92	0.90	1.53
B 类	2#	5 463.47	3 305.23	2 159.77	957.20	11 885.67	0.60	0.40
	3#	6 140.90	3 875.56	2 382.89	1 056.57	13 455.92	0.63	0.39
	4#	6 290.71	3 360.72	3 270.49	982.13	13 904.05	0.53	0.52
C 类	1#	4 603.21	1 985.65	1 635.69	838.37	9 062.92	0.43	0.36
	6#	1 255.91	2 404.38	995.39	251.51	4 907.18	1.91	0.79
	11#	2 370.20	2 320.48	1 266.59	314.25	6 271.52	0.98	0.53
	12#	1 626.47	1 937.23	1 948.85	338.25	5 850.80	1.19	1.20

2.2.2 有机酸类物质含量分析

白酒中绝大部分酸是有机酸,占风味总量的 14% ~ 16% ,在浓香型白酒风味成分中处第 2 位,是白酒的主要呈味物质。酸类是形成酯类的前体物质,同时也可以构成其他风味物质。适量有机酸可使酒

体丰满醇厚、回味悠长。浓香型白酒中己酸、乙酸、乳酸和丁酸含量最高,其总和占总酸含量的 90% 以上^[15, 17-18]。白酒的酸酯平衡是一个重要的质量指标,掌握酸酯平衡是勾调的关键^[19]。各酒样中 4 大有机酸的含量对比见表 5。

表 5 不同酒样四大有机酸含量

Table 5 Four main kinds of organic acids contents in different liquor samples						
酒样	己酸/(mg · L ⁻¹)	乙酸/(mg · L ⁻¹)	乳酸/(mg · L ⁻¹)	丁酸/(mg · L ⁻¹)	总和/(mg · L ⁻¹)	酸酯比
A 类	5#	2 152.11	1 168.09	1 251.45	972.34	5 543.98
	7#	1195.07	979.97	1 630.81	637.49	4 443.34
	8#	1 365.50	571.04	1 937.35	768.46	4 642.35
	9#	1262.14	1 025.98	1 557.90	772.95	4 618.96
	10#	1 310.06	477.88	1 967.95	735.95	4 491.84
	13#	1 070.23	483.80	1 803.54	810.94	4 168.50
B 类	2#	2 572.59	1 392.57	1 060.09	1 023.26	6 048.51
	3#	1 588.94	1 142.29	625.68	1 044.84	4 401.75
	4#	1 982.67	1 215.01	901.63	1 077.25	5 176.56
C 类	1#	2 705.91	993.69	1 125.51	1 234.84	6 059.93
	6#	480.93	833.49	405.90	269.20	1 989.51
	11#	868.87	864.14	463.66	355.71	2 552.37
	12#	772.80	782.02	1 013.63	443.04	3 011.48

从表 5 可知,A 类酒样中除 5#外,其余酒样中乳酸 > 己酸 > 乙酸/丁酸;C 类酒样中除 1#和 12#外,其余酒样中乙酸/己酸 > 乳酸 > 丁酸;在 B 类酒样中己酸 > 乙酸 > 丁酸/乳酸,同 A 类酒样相比,B、C 类酒样中乙酸含量相对较高,乳酸含量相对较低。所以,乳酸和乙酸可能是影响白酒绵甜口感的因素之一,乳酸和乙酸分别是形成乳酸乙酯和乙酸乙酯的前体物

质,这与 2.2.1 中的分析一致。其中 A 类酒样的酸酯比在 0.60 左右,高于 B 类和 C 类酒样(除 1#外)。

2.2.3 高级醇类物质含量分析

高级醇指一般含 3 个及以上碳的一元醇类,俗称杂醇油,是白酒的主要助香成分,具有衬托酯香的作用,使酒体醇甜、丰满,在浓香型白酒中占风味成分总量的 12% 左右,能与酸发生酯化反应生成酯类物质,

但含量若超过一定限度,易上头、头痛,对人体健康造成危害^[15, 20-21]。选择其中6种主要的高级醇物质进行分析,其结果见表6。3类酒样中主要高级醇类物质总量相对较高,主要原因是因为酒样均为酒精度60% vol 以上的原酒,酒体内各类风味物质含量处于较高水平,除高级醇外,其他如酯类、酸类物质含量也

相对较高。A类酒样中高级醇类物质总含量在1 200 mg/L左右,明显低于B类和C类酒样;A类酒样醇酯比为0.15~0.20,高于B类酒样,低于C类酒样。说明酒体中高级醇含量对于白酒的绵甜口感具有一定的影响。

表6 不同酒样主要高级醇含量

Table 6 Major higher alcohol contents in different liquor samples

酒样	正丙醇/ (mg · L ⁻¹)	异丁醇/ (mg · L ⁻¹)	正丁醇/ (mg · L ⁻¹)	活性戊醇/ (mg · L ⁻¹)	异戊醇/ (mg · L ⁻¹)	正己醇/ (mg · L ⁻¹)	总和/ (mg · L ⁻¹)	醇酯比
A类	5#	269.40	217.13	227.39	139.93	561.67	1 587.55	0.15
	7#	251.02	163.09	161.70	88.77	388.02	1 146.74	0.15
	8#	280.38	180.25	185.68	123.18	504.84	1 390.62	0.19
	9#	257.08	179.42	190.57	94.51	407.21	1 233.89	0.16
	10#	234.94	169.68	178.45	117.68	477.46	1 287.47	0.18
	13#	296.23	150.47	235.27	90.05	383.15	1 243.04	0.18
B类	2#	311.44	197.27	326.13	102.35	416.29	1 573.25	0.13
	3#	303.51	227.67	261.47	120.14	495.33	1 536.05	0.11
	4#	302.06	260.93	313.24	149.18	601.08	1 788.31	0.13
C类	1#	431.86	200.45	422.45	128.14	470.33	1 966.60	0.22
	6#	213.04	248.01	89.80	130.77	533.33	1 265.04	0.26
	11#	245.08	208.87	109.76	122.10	520.11	1 303.95	0.21
	12#	252.14	228.31	146.50	126.60	518.98	1 348.20	0.23

2.3 判别分析

判别分析又称“分辨法”,其基本原理是按照一定的判别准则,建立一个或多个判别函数,用研究对象的大量资料确定判别函数中的待定系数,并计算判别指标。浓香型白酒中存在种类众多的微量风味成分,各种成分之间存在一定的联系,因此可利用判别分析方法对其进行分析。将A、B、C三类酒样分为组1、组2、组3,采用SPSS软件对3组酒样进行判别分析,其结果见图1。

从图1中可以发现,组质心代表每类酒样的中心值,组质心差异距离越远,代表差异越大。3类酒样之间的差异非常显著,组1(A类)和组3(C类)之间的差距较大,代表2类酒样风味比较差距较远。组1(A类)中的6种酒样中有5种位置接近,聚拢度高,代表其酒样的风味成分含量接近。

2.4 绵甜型感官指数(Y)的建立与分析

从上述的分析中可以发现,不同风味构成的酒样所引起的绵甜感官程度不一,同类酒样的风味数据相近,这表明酒体中的风味构成与绵甜感官有一定的关联性。选用酒样的感官评分作为因变量,将不同酒样中的乙己比、乳己比、酸酯比和醇酯比作为自变量,利用spss软件进行多元回归分析,并建立多元线性回归模型,最终得到方程^[22]:

$$Y = 10.734 \times \text{乳己比} + 8.265 \times \text{酸酯比} - 0.403 \times \text{乙己比} - 100.049 \times \text{醇酯比} + 41.109$$
 (1)

该模型 $R^2 = 0.873$,显著性 $P = 0.013 < 0.05$,具有良好线性关系和显著性。Y值为绵甜型感官指数,Y值越高,则表明该酒样感官越绵甜,越低则绵甜程度越差。可以看出,乳己比和酸酯比是正向因素,说明乳己比和酸酯比越高,在一定程度内越容易提升白酒的绵甜感官;相反,乙己比和醇酯比为反向因素,说明乙己比和醇酯比越高,在一定程度内越容易降低白

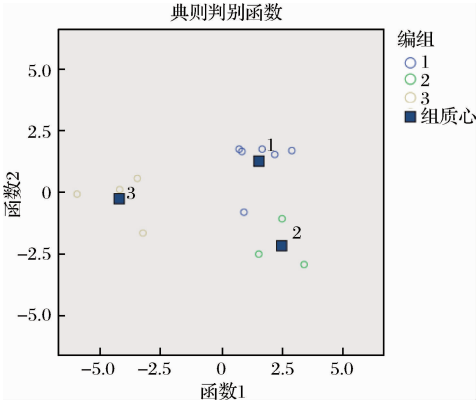


图1 不同感官酒样风味物质判别分析

Fig. 1 Discriminant analysis of flavor compounds in liquor samples with different senses

酒的绵甜感官。

3 结论

通过感官评价小组对第 1 批 13 款不同感官、年份、等级的浓香白酒原酒酒样进行感官品评,确定了其中 5#、7#、8#、9#、10#和 13#等 6 款酒样的评分在 40 分以上,为 A 类酒样;2#、3#和 4#等 3 款酒样的评分在 30~40 分之间,为 B 类酒样;1#、6#、11#和 12#等 4 款酒样的评分低于 30 分,为 C 类酒样。

分析不同酒样之间风味构成的差异,在 A 类感官最绵甜的酒样中乳酸、乳酸乙酯等风味含量相对较高,其乳己比稳定在 1.2~1.5,乙乳比稳定在 1.0 以下,酸酯比稳定在 0.6 左右,醇酯比控制在 0.15~0.20。结合判别分析发现,A 类和 C 类酒样组质心在判别分析图中差异距离较远,表明 2 组酒样的风味数据差异较大,且 A 类 6 种酒样中有 5 种酒样在判别分析图中聚拢度高,说明 A 类酒样的风味成分含量接近。通过多元线性回归方程模型建立浓香白酒绵甜型感官指数,其中乳己比和酸酯比对白酒的绵甜感官在一定范围内具有正向作用,乳己比和酸酯比越高越容易提升白酒的绵甜感官;而乙己比和醇酯比具有负面作用,一定范围内乙己比和醇酯比越高越容易降低白酒的绵甜度。

以上分析是基于对该企业原酒酒体绵甜感官的品评分析得出,未结合酒体香气及其他企业的白酒进行综合性分析,实验结论有待进一步研究并完善。

参 考 文 献

- [1] 沈怡方. 白酒生产技术全书[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998.
- [2] 辛磊. 白酒微量成分与酒体风格特征关系的探讨[J]. 食品与机械, 2004, 20(2): 49-50.
- [3] 沈怡方. 试论浓香型白酒的流派[J]. 酿酒, 1992, 19(5): 10-13.
- [4] 范文来, 徐岩. 从微量成分分析浓香型大曲酒的流派[J]. 酿酒科技, 2000(5): 92-94.
- [5] 郎召伟. 泸型酒酿造过程中风味物质变化分析[D]. 无锡:江南大学,2015.
- [6] XIANG W L, LI K, LIU S, et al. Microbial succession in the traditional Chinese luzhou-flavor liquor fermentation process as evaluated by ssu rna profiles[J]. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2013, 29(3): 559-567.
- [7] FAN W L, QIAN M C. Headspace solid phase microextraction and gas chromatography-olfactometry dilution analysis of young and aged chinese “yanghe daqu” liquors[J]. J Agric Food Chem, 2005, 53(20): 7 931-7 938.
- [8] FAN W L, QIAN M C. Identification of aroma compounds in Chinese “Yanghe Daqu” liquor by normal phase chromatography fractionation followed by gas chromatography olfactometry[J]. Flavour & Fragrance Journal, 2010, 21(2): 333-342.
- [9] 李大和. 试论中国白酒的甜味(上)[J]. 酿酒科技, 2004(6): 26-28.
- [10] 朱广生, 陈亦清, 陈翔. 绵柔型白酒的创新与实践[J]. 酿酒, 2008, 35(6): 16-18.
- [11] 尹爱玲. 中国白酒风格新流派确立——洋河酒厂“中国绵柔型风格白酒的研制与开发”项目技术成果通过鉴定[J]. 新食品, 2010(15): 126-127.
- [12] 王鹏, 蒋超, 崔磊, 等. 安徽地产白酒风味构成的分析研究[J]. 中国酿造, 2018, 37(5): 37-41.
- [13] 唐坤甜, 赵彩云, 韩兴林, 等. 白酒味觉成分有机酸含量分析及其对酿造工艺的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(7): 202-208.
- [14] 沈怡方. 白酒中四大乙酯在酿造发酵中形成的探讨[J]. 酿酒科技, 2003(5): 28-31.
- [15] 张金修, 张雪飞. 探讨浓香型白酒中微量成分与酒质的关系[J]. 酿酒科技, 2013(7): 72-74.
- [16] 李莉, 王秋叶, 盛夏, 等. 白酒中酯类对酒质的影响[J]. 食品安全导刊, 2016(12X): 130.
- [17] 张方, 张宿义, 苏占元, 等. 有机酸对浓香型白酒品质及其酿造过程影响的研究进展[J]. 酿酒科技, 2016(1): 94-97.
- [18] 贾巧唤, 任石苟. 浅述酸、酯、醇等成分对白酒的影响[J]. 食品工程, 2008(4): 12-13.
- [19] 曾祖训. 对白酒酒体的认识、体验与创新[J]. 酿酒, 2014, 41(2): 3-5.
- [20] 曾朝珍, 张永茂, 康三江, 等. 发酵酒中高级醇的研究进展[J]. 中国酿造, 2015, 34(5): 11-15.
- [21] 罗杰, 敖宗华, 王松涛, 等. 浓香型白酒不同类别基酒中杂醇油相关性研究[J]. 酿酒科技, 2015(1): 43-44.
- [22] 王成, 陈明, 涂京霞, 等. 啤酒饮后舒适度及其与主要风味成分相关性研究[J]. 中外酒业, 2018, 81(23): 30-27.

(下转第 78 页)