

不同种类白酒香气成分分析研究进展

蔡凌逸

北京工商大学，北京，100048；

摘要：该文介绍了白酒的发展起源和白酒香气成分的研究、分析及前处理方法。不同种类白酒香气成分复杂，致香成分存在异同，其中主要介绍酱香型、兼香型、浓香型、和清香型白酒的主要风味物质及研究动态，通过综述白酒香气成分研究进展，以期对国内外深入研究白酒提供参考。

关键词：白酒；概述与发展起源；风味物质；分析方法

DOI：10.64216/3080-1486.25.02.056

1 白酒概述及发展起源

1.1 白酒概述

白酒的酿造工艺源远流长，以粮谷为主要原料，以大曲、小曲或麸曲及酒母等为糖化发酵剂，经蒸煮、糖化、发酵、蒸馏、陈酿、勾调制成。其中，白酒的风味物质（包括挥发性和非挥发性物质）只占 2%，包括酸类、酯类、醇类、醛酮等物质，其余 98% 为水和乙醇。原料、发酵剂及工艺差异显著影响风味特征。1979 年第三届评酒会首次按香型分类，确立四大基础香型。目前形成了 12 大香型，包括：凤香、浓香、酱香、清香、米香、芝麻香、药香、特香、豉香、兼香、老白干香和馥郁香型，行业整体呈现良好发展态势。据统计，近 7 年来白酒产量不断下降，销售量基本持平而利润不断上升，说明白酒质量在稳步提升。

1.2 白酒发展起源

白酒是最早的蒸馏酒，距今约 2000 年历史，可追溯到西汉时期，是根据海昏侯墓中出土的蒸馏器推测白酒较为具体的出现时间。其中，九酝酒法被公认为世界上最早记录的蒸馏酒酿造工艺，该方法于公元 196 年开始流行于安徽亳州一带。

2 香气成分研究方法

2.1 白酒的前处理

对于白酒香气研究，首先要对白酒进行预处理，其中较为主流的方法有：直接进样法、液液萃取法、液液微萃法、固相萃取法、固相微萃取法。其中，直接进样法操作简单，可较为完整的保存酒中所有成分，但会缩短仪器设备的使用寿命。液液萃取法操作简便且回收率高，是常用的前处理方法，但存在样品需求量大、耗时

长及低沸点组分易损失等局限性。^[1]固相萃取法具有样品和试剂消耗低、灵敏度高、精密度好、回收率高且耗时短的优点，但操作较为繁琐、需大量有机溶剂，这会对环境产生污染。白酒化学成分复杂，不同香气物质的物理性质不同，可根据不同的研究方向选用不同的研究方法。

2.2 白酒香气成分的定性、定量分析

白酒风味化合物的研究通常从定性分析入手，常用的方法包括质谱库匹配、标准品对照和保留指数鉴定等，其中保留指数法具有较高的准确性。在定量分析方面，主要采用峰面积/峰高比例法、归一化法、外标法和内标法等方法。^[2]在实际研究中，需根据酒样的具体特性选择适宜的分析方法。

2.3 白酒香气成分其他分析

在定性定量分析研究白酒香气成分后，为更为精确地检测出所含物质，研究者还采用感官分析等方法，提供标准品，对评审团成员进行系统培训，让其描述白酒整体香气轮廓和主要香气特征。如上海应用技术大学组织 13 名健康评审员（6 男 7 女，23-33 岁）对三款习酒样品开展香气特征评价及成分分析研究。^[3]进行更为完善的香味物质检测，为建立和完善风味轮等其他图谱打下良好基础。

3 不同白酒风味物质的研究动态

白酒的风味物质种类繁多，是世界六大蒸馏酒中风味物质最多的一种，综合多篇研究世界六大蒸馏酒的论文研究，中西方蒸馏酒的挥发性成分存在显著差异：中国白酒以丰富的酯类、酸类、醇类和呋喃类物质为特征，而威士忌等西方蒸馏酒则含有更多酮类成分，且高级醇种类相对较少。^[4]不同的香味物质有以下几种特点：相

互作用显著、含量极微但呈味特征显著、极易反应或分解和可能存在变味现象。

3.1 酱香型白酒

3.1.1 酱香型白酒的概况

酱香型白酒历史悠久,以其“酱香突出、幽雅细腻”的独特风格闻名,其酿造工艺复杂,风味物质种类丰富,目前已鉴定出310种香气成分,涵盖酯类81种、醇类46种和其他11大类化合物,构成其独特的风味特征。

[5]

3.1.2 酱香型白酒的风味物质研究动态

酱香型白酒风味成分的特征可概括为“三高一低二多”,即酸高、醇高、醛酮高、酯低、且富含高沸点和杂环化合物。其中,乙酸的含量在有机酸中占比最高,而四甲基吡嗪则是含氮杂环化合物的主要成分。除此之外,酚类物质具有香味突出、阈值低、香味强度大、味道优雅、香味保留时间长等特性^[6],对酒体风格形成具有重要作用。研究表明,酚类物质中的阿魏酸具有一定的降胆固醇功效,可影响血清和肝脏中的胆固醇水平。

[7]

研究论文既有从酱香型白酒的甜味、酸味、苦味等滋味方面进行主要香味成分研究,也有从制曲、原料生产、蒸煮、发酵、陈酿、酒体设计等不同阶段生产工艺进行分析。研究显示,酱香型白酒酸类、酯类、醛酮类含量较高,酯类种类较多,吡嗪类物质含量显著高于其他香型,因此形成了酱香型白酒独特的焙烤香、焦香等。醛类物质赋予“清香爽口”的口感,对白酒独特性起着重要作用,但浓度过高容易产生苦味。^[8]酱类主体致香化合物至今未定。范文来等认为,酱香型白酒主体风味成分可能是一类沸点相对较高、极性较强、呈酸性或中性、浓度低且阈值极低的物质。

同时,陈酿时间对酱香型白酒品质的影响尤为显著,其中风味物质也发生巨大的变化。王玉荣等人采用电子感官技术分析不同陈酿年份酱香白酒。研究发现,10年陈酒品质最优,其风味物质随贮存时间呈现规律性变化,即酸酯类、硫化物等随陈酿时间递减,而呈香物质如3-甲基丁酸乙酯等及酸味成分则显著增加,这些变化有效提升了酒体香气和口感品质。

3.2 浓香型白酒

3.2.1 浓香型白酒的概况及分类

浓香型白酒作为我国四大基础香型之一,凭借其独特的窖香特征、协调的香气和绵长的余味,占据白酒市

场约70%的份额。根据原料和生产工艺的差异,该香型可细分为三类:单粮浓香型白酒、多粮浓香型白酒和江淮派浓香型白酒。单粮浓香型白酒以高粱为主要原料,中高温大曲糖化发酵,续糟混蒸、泥窖固态发酵,形成窖香浓郁、绵甜净爽的风格。多粮浓香型白酒则选用高粱、大米、糯米、等多种粮食为原料,在相同工艺下酿造,使酒体风味更丰富,层次更复杂。典型的品牌有五粮液,因其多粮复合,所以口感浓香纯正、窖香舒适、陈香幽雅、尾净爽口。江淮派浓香型白酒多用采用中高温大曲发酵和混烧老五甑工艺,酒体风格呈现窖香优雅、绵甜柔和的特点。口感更为醇和协调、爽净。与其他香型白酒相比,泥窖为浓香型白酒提供厌氧环境和大量的酿造微生物,使酒体具有丰富的风味物质,呈现出窖香、曲香、糟香、粮香、陈香以及香、甜、醇、净、爽等浑然一体的香气和口味。窖泥臭味是浓香型白酒常见的异杂味,现如今尽管对窖泥臭味和浓香型白酒的典型风味特征关联有一定的分析,两者的关键物质有交叉,但这些物质的产生原因仍未明确,探究出这些物质的来源,可以更好地指导生产工艺的优化进而提升酒的品质。

3.2.2 浓香型白酒的风味物质研究动态

浓香型白酒香气以酯类香气为主,据分析,普通浓香型白酒含量最高的是己酸乙酯,己酸乙酯所呈现的香气决定了浓香型白酒的主要风味特征,其次是乳酸乙酯、乙酸乙酯、丁酸乙酯。酯类是白酒中最主要的风味成分,其中浓香型白酒区别于其他其他香型酒的一个显著特征是酸酯比例,酸酯比例不协调会显著影响浓香型白酒的口感,其种类、含量的差异决定酒体的酒体的浓郁程度。同时,酯类物质的呈香作用显著,不同的酯类会提供类似于花香、果香的味道。据发现,乙酸乙酯呈凤梨香味;己酸乙酯呈果香、花香和甜味;乳酸乙酯呈现出独特的甜香、水果香。

3.3 兼香型白酒

3.3.1 兼香型白酒的概况

兼香型白酒是20世纪70年代创新的白酒品类,融合了酱香型茅台和浓香型泸州老窖的工艺特点,形成了“一酒多香”的独特风格。兼香型中国白酒口感层次丰富,成分上酯类含量高,酸类、醇类次之。兼香型白酒根据其风味和口感可分为浓兼酱或酱兼浓等类型。代表品牌包括湖北的白云边、安徽的口子窖及黑龙江的玉泉酒。

3.3.2 兼香型白酒的风味物质研究动态

不同研究都表明酯类含量中己酸乙酯的含量最高,北京红星有限公司对红星兼香型白酒进行分析,发现己酸乙酯、己酸、苯乙酸乙酯、苯丙酸乙酯、异戊酸、丁酸乙酯、异戊酸乙酯、3-己烯酸乙酯、乙基糠基醚、庚酸丙酯、戊酸乙酯和乳酸乙酯为红星兼香型白酒重要的香气活性物质。除酯类物质之外,酸类物质对酒体的香味贡献也很大,大多数有机酸是在发酵过程中由细菌产生,酸类物质可以平衡酒体中的苦感、维持酯的香气,加速新酒老熟,平衡酒的整体风味,但酸过多会导致酒质粗糙,产生“压香”现象。有机酸类是发酵过程中由微生物代谢产生的,赋予白酒酸香、微臭等气味,影响酒体的后味,同时也是酯类物质的前体其中,己酸是关键风味物质,作为己酸乙酯的前体,赋予酒体酸涩感和独特乳酪气息。此外,呋喃类物质(如糠醛)在白酒中常见,主要带来涩味和焦香气息。且研究发现,糠醛随年份呈上升趋势。

3.4 清香型白酒

3.4.1 清香型白酒的概况及分类

清香型白酒采用粮谷原料,通过大曲、小曲或麸曲等发酵剂进行固态发酵,经蒸馏、陈酿和勾调制成。其生产过程中不直接或间接添加食用酒精及外源呈香呈味物质。根据所用酒曲不同,主要分为大曲酒、小曲酒和麸曲酒三种类型。大曲清香酒代表品牌有汾酒、宝丰、红星等。麸曲清香酒代表品牌有红星(二锅头)。小曲清香酒代表品牌有江津、江小白、玉林泉等。

3.4.2 清香型白酒的风味物质研究动态

清香型白酒相较于其他香型白酒香味物质较少,乳酸乙酯、乙酸乙酯在其中含量较高,特征性强,主要为表现出花果香气的醇酯类物质,构成了其清爽凛冽、余味净爽的感官特征。其中,丁二酸二乙酯与 β -苯乙醇的协同作用,还为其增添了甜润的香气层次。目前清香型白酒已发现的风味物质有663种,香气成分的总含量低于浓香型。同时,研究者还对不同粮谷原料酿造清香型白酒的质量差异进行研究。“好酒用好粮”是酿酒行业的共识,原料的使用会直接影响酒的质量,因此有“粮是酒之肉”的说法。通过实验分析研究,不同原料对于清香型白酒酿造有很大差异,例如姚贤泽等人采用

GC-MS技术结合感官测评的方法,分析了不同原料对于酿造原酒的风味总量、口感和出酒率的差异。对于机械化、规模化生产带来很多启示,未来可根据消费者的喜好,通过研究不同比例的原料使用,生产出更健康、更安全、更有独特风味的清香型白酒。

4 结论

总结近年来关于不同白酒香气研究,使用多种香气提取分析方法,成分定性定量手段以及香气酿造工艺研究,鉴定出大量的风味物质,但部分关键致香物质有待研究。且发现不同的生产工艺、酿造原料和储存年份对白酒的风味影响极大,通过已有研究得知,目前的前处理和香气成分分析技术已比较成熟,可通过研究香味物质指导白酒酿造,随着香气生成机理研究的逐步深入,香味物质对白酒的香味贡献及部分关键致香因素终将被阐释清楚。白酒行业的发展也向着更加健康、多样风味的方向前进。

参考文献

- [1] 林文轩,敖灵,董蔚,孙啸涛,刘淼,沈才洪,邓波. (2021). 白酒风味物质前处理方法的研究进展. 食品与发酵工业(15),
- [2] 唐平,山其木格,王丽,王凡,李长文,卢君. (2020). 白酒风味化学研究方法及其酱香型白酒风味化学研究进展. 食品科学(17),
- [3] 马宁. (2021). 酱香型习酒特征香气成分鉴定及香气协同作用研究硕士学位论文,上海应用技术大学.
- [4] 李亭,郎莹,胡胜兰,刘彩婷,黄明泉. 酱香型白酒风味成分研究进展. 香料香精化妆品
- [5] 刘瑶. (2018). 泰国香米和五常大米品质分析和特征性风味成分的研究硕士学位论文,沈阳农业大学.
- [6] 李恒,孙夏冰,陆震鸣,王松涛,沈才洪,许正宏 史劲松. (2013). 白酒窖池中不同部位窖泥挥发性化合物的差异性分析. 食品与发酵工业(03),
- [7] 任金孜,陈君平,李志健,贾玮,闫宗科. (2022). 十二种香型白酒相关研究概况. 中国酿造(04),
- [8] 王玉荣,田龙新,张振东,黄利科,孔金钊,郝光飞,郭壮. 基于智能感官和 GC-IMS 分析储藏年限对酱香型白酒的影响. 食品与发酵工业