不同浸渍工艺对赤霞珠干红葡萄酒香气的影响

周继亘[1]，杨学山[2]，祝 霞[1]，陈 霞[1]，李 蔚[1]，赵婉珍[1]，韩舜愈*[1]
（1. 甘肃农业大学 食品科学与工程学院/甘肃省葡萄与葡萄酒工程学重点实验室，甘肃 兰州 730070；2.甘肃农业大学 生命科学与技术学院，甘肃 兰州 730070）

摘要：为探究浸渍工艺对葡萄酒香气物质及风味的影响，采用多种浸渍工艺条件（传统浸渍、CO_2浸渍、冷浸渍及30、40、50、60 ℃浸渍）酿造赤霞珠干红葡萄酒，测定其理化指标并用气相色谱质谱联用仪（Gas Chromatography-Mass Spectrometry，GC-MS）分析香气物质，评价其对总体风味的贡献程度。结果表明，与传统浸渍工艺相比，其他浸渍酒样的总酸都降低，且浸渍温度越高，总酸质量浓度越低，但总酚和总花色苷质量浓度却升高，冷浸渍总酚和总花色苷质量浓度与传统浸渍相当。香气物质分析表明，冷浸渍酒样香气物质种类多，结构复杂，感官特性好。CO_2浸渍酒样酯类含量高，醇类和酸类含量低；40 ℃热浸渍可以增加酯类质量浓度，降低酸类和醇类质量浓度，改变葡萄酒香气结构，加速葡萄酒的成熟，其他热浸渍温度对于葡萄酒香气物质积极影响较少。综上，冷浸渍工艺更适合酿造赤霞珠干红葡萄酒。

关键词：葡萄酒；浸渍工艺；GC-MS；香气物质
中图分类号：TS 261　**文章编号**：1673-1689(2019)09-0050-10　**DOI**：10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.09.007

Influence of Different Impregnation Process of Cabernet Sauvignon Dry Red Wine Aroma

ZHOU Jigen[1]，*YANG Xueshan*[2]，*ZHU Xia*[1]，*CHEN Xia*[1]，*LI Wei*[1]，*ZHAO Wanzhen*[1]，*HAN Shunyu*[*1]
（1. College of Food Science and Engineering / Gansu Key Laboratory of Viticulture and Enology，Gansu Agricultural University，Lanzhou 730070，China；2. College of Life Science and Technology，Gansu Agricultural University，Lanzhou 730070，China）

Abstract：In order to investigate the influence on impregnation technology for wine aroma and flavor，Cabernet Sauvignon grape was used to produce dry red wine by 7 kinds of impregnation technology（traditional impregnation，CO_2 impregnation，cold impregnation，30 ℃，40 ℃，50 ℃，60 ℃ hot impregnation technology）. Characteristics were determined and aroma substances were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry（GC-MS）to evaluate their contribution to the flavor. The results showed that，the impregnation temperature was proportional to the content of total phenol and total anthocyanin，and inversely proportional to the total acid content. Aroma analysis showed that there were many kinds of aroma compounds in the cold impregnation technology wine，and the sensory properties were better. The content of esters was higher but alcohols and acids was

收稿日期：2017-01-04
基金项目：国家自然科学基金地区科学基金项目（31160310，31160455）。
* **通信作者**：韩舜愈（1963—），男，博士，教授，主要从事果蔬加工及葡萄酒风味化学研究。E-mail：gsndhsy@163.com
引用本文：周继亘，杨学山，祝霞，等. 不同浸渍工艺对赤霞珠干红葡萄酒香气的影响[J]. 食品与生物技术学报，2019，38(09)：50-59.

lower after CO_2 impregnation technology. 40 ℃ hot impregnation technology can change wine aroma structure, accelerate wine ripening, other hot impregnation technology for wine aroma positive influence was less. In conclusion, cold impregnation process is more suitable for brewing Cabernet Sauvignon dry red wine.

Keywords: wine, impregnation process, GC-MS, aroma

香气是评价葡萄酒质量的重要指标之一[1]，不同类型葡萄酒香气的成分、含量和比例有所区别，这也决定了葡萄酒的风格与特色。葡萄酒中香气物质主要受葡萄品种、生态条件、果实成熟质量及酿造工艺技术等因素影响。浸渍是酿造干红葡萄酒的关键工艺之一[2]，不同的浸渍工艺会影响葡萄酒中香气物质的种类和含量，科学地选择适宜的浸渍工艺有助于提高葡萄酒的香气[3]。

CO_2 浸渍是将整粒葡萄放置于充满 CO_2 的无氧环境中浸渍若干天再发酵。Etaio 采用 CO_2 浸渍法酿制的葡萄酒李子味、樱桃味较为浓郁，传统浸渍酿制的葡萄酒主要香气为甘草味和木味[4]。冷浸渍是在温度小于 10 ℃时对葡萄醪进行浸渍以提高香气。冷浸渍可以增加赤霞珠的糖苷含量[7]，有利于皮内多酚的浸出并且能增加葡萄酒的果香[8]，使其色泽鲜艳、口感丰满、香气浓郁、更易贮藏，优于传统工艺[9]。热浸渍工艺是把葡萄醪先加热浸渍一段时间，浸渍完冷却到室温，再进行酒精发酵，该方法可以增加葡萄酒中单宁的含量。李记明经实验测定发现，75 ℃浸渍 20~40 min 条件下酿造的葡萄酒香气和颜色最佳[10]。王华则认为 60 ℃浸渍 24 h 酿造的葡萄酒香气最佳[11]。热浸渍可以促进葡萄果肉糖苷的酸解，其产物能添加葡萄酒的果香，但温度过高则会过早的使香气散逸出去[12]。

作者比较了传统浸渍、CO_2 浸渍、冷浸渍以及不同温度的热浸渍(30、40、50、60℃)对葡萄酒香气物质和感官指标的影响，为酿造不同香气类型葡萄酒探索适宜的浸渍工艺，以提高葡萄酒香气品质。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

赤霞珠葡萄：甘肃张掖甘州板桥葡萄园产品；红佳酿酵母：意大利 Enartis 公司产品；卡勒果胶酶：法国诺盟集团产品。2-辛醇：色谱纯，美国 Sigma-Aldrich 公司。

1.2 仪器与设备

气相色谱-质谱联用仪：Auto System XL/Turbo Mass，美国珀金埃尔默公司产品；色谱柱：OV 1701，60 m×0.25 mm×0.25 μm，美国安捷伦公司产品；电子天平 CP214，上海奥豪斯仪器有限公司产品；恒温水浴锅：HH-S，金坛市恒丰仪器厂产品。

1.3 实验设计

1.3.1 赤霞珠干红葡萄酒酿造工艺 将手工除梗破碎的葡萄醪倒入 5 L 棕色发酵罐中，装样约 3 L，依次加入偏重亚硫酸钠 300 (SO_2 质量浓度为 50 mg/L)，果胶酶 60。经不同浸渍工艺处理后添加红佳酿酿酒酵母 600 进行酒精发酵。发酵启动后，每天压帽 3 次，并检测发酵液温度，残糖，待残糖降到 4 g/L 以下基本保持不变后进行皮渣分离。最后向葡萄酒中加入偏重亚硫酸钠 100 mg/L 结束发酵，密封贮存备用。

1.3.2 浸渍工艺 传统浸渍工艺(CK)：葡萄破碎入罐，调整 SO_2 质量浓度到 50 mg/L，室温浸渍 2 d。

CO_2 浸渍工艺：整穗葡萄放置在充满 CO_2 的密闭容器中浸渍 20 d，浸渍完将葡萄取出破碎入罐，调整 SO_2 质量浓度到 50 mg/L。

冷浸渍工艺：葡萄破碎入罐，调整 SO_2 质量浓度到 50 mg/L，放在 4 ℃下浸渍 14 d。

热浸渍工艺：葡萄破碎入罐，调整 SO_2 质量浓度到 50 mg/L，分别放在 30、40、50、60 ℃下浸渍 24 h，待其降至常温进行发酵。

1.4 理化指标检测方法

残糖、酒精度、总酸、挥发酸的测定参照 GB/T 15038—2006[13]。

总酚测定参照翦祎[14]等的方法，略有修改：1 mL 酒样定容至 100 mL，吸取 1 mL 样品于试管中，加入 1 mL 福林酚显色剂、3 mL 质量分数 7.5%的碳酸钠溶液和5 mL 蒸馏水进行显色反应。室温下静置 2 h，然后在波长 765 nm 下测定吸光度值，根据标准曲线方程可以计算样品中总酚质量分数(y=0.125 2x-

0.004 7,R^2=0.999 1)。

总花色苷测定参照文献[14]的方法,略有修改:取 0.5 mL 酒样,用 pH=1.0 的缓冲溶液定容至 10 mL。室温下平衡 1.5 h,蒸馏水为对照,在 521 nm 和 700 nm 处测定样品吸光度。用相同的方法测定样品在 pH=4.5 的缓冲溶液中吸光度值。公式(1)如下:

总花色苷质量浓度 (mg/L)=(A×MW×DF×10)/(ε×1) (1)

式中:$A=(A_{\lambda max}-A_{700\ nm})_{pH1.0}-(A\lambda_{max}-A_{700\ nm})_{pH4.5}$;MW=493.2 g/mol;DF=稀释倍数;1=光程的厘米数;ε=28 000,摩尔消光系数的单位为 L/(mol/cm)。

1.5 香气成分分析

1.5.1 样品制备 在 15 mL 的样品瓶中加入 8 mL 待测酒样、2.4 g NaCl、30 μL 质量浓度为 8.3 mg/L 的 2-辛醇和 1 个磁力转子,将样品瓶密封置于集热式恒温磁力搅拌器中,40 ℃搅拌 30 min,将萃取头插入样品瓶的顶空距液面 1 cm 处。萃取 30 min 后插入进样口,250 ℃热解析 5min。

1.5.2 色谱条件 色谱柱:OV 1701,(60 m×0.25 mm×0.25 μm);进样口温度为 250 ℃,升温程序:40 ℃保持 5 min,以 3 ℃/min 的速度升温至 180 ℃,保持 2 min;载气(He)流量 1 mL/min,压力 2.4 kPa,不分流进样。

1.5.3 质谱条件 电子轰击离子源;电子能量 70 eV;检测器温度为 280 ℃;电子轰击电压 1.5 V;质量扫描范围 m/z 20~350。

1.5.4 香气成分的定性与定量 质谱图经计算机在 NIST、Wiley 数据库检索比对定性分析,仅列出匹配度大于 800 的结果。采用内标法进行半定量分析。按公式(2)计算:

$Xi=(Ai\times Cs)/As$ (2)

式中:Xi,待测成分的质量浓度,μg/L;Cs,内标 2-辛醇的质量浓度,μg/L;As,内标物的峰面积;Ai,待测物的峰面积。

1.5.5 香气贡献评价 葡萄酒整体香气的的贡献采用气味活性值 (odor activity value,OAV) 进行评价。按公式(3)计算:

$OVA=C/T$ (3)

式中:C 为香气物质质量浓度,μg/L;T 为相应的感官阈值,μg/L。一般认为,OAV 大于 1 的成分为样品的主体呈香化合物。

1.6 感官评价

葡萄酒感官评价是由西班牙马德里理工大学葡萄酒学院教授 Antonio Morata 和甘肃祁连酒业品酒师陈彦雄等 6 人组成的经验丰富的评价小组进行感官评价,方法参照 Loira[15]略有修改:从 0 到 10 表示不同属性的强度(0=属性不明显,10=属性强烈明显),从嗅觉味觉视觉等方面进行综合打分。

1.7 数据处理

采用 IBM SPSS 19.0 (SPSS Inc.,Chicago,IL,USA)进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同浸渍工艺对赤霞珠干红葡萄酒理化指标的影响

不同浸渍渍工艺酿造的赤霞珠干红葡萄酒理化指标如表 1。可以看出,经不同浸渍工艺处理后,葡萄酒中糖的质量浓度在 1.72~1.83 g/L 之间,乙醇体积分数在 12.13%~12.89%,不同处理间没有表现出显著性差异,说明残糖和酒精度只与原料品质有关。与 CK 相比,几种浸渍工艺酿造的赤霞珠干红葡萄酒总酸质量浓度均降低,其中 CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒总酸质量浓度最低,这与王西锐[16]等人的研究结果一致。温度高于常温时,浸渍温度和总酸质量浓度成反比。但这一规律在挥发酸中没有体现,不同处理间挥发酸的含量不受总酸的影响。CO_2 浸渍酿造的葡萄酒总酚和总花色苷质量浓度最低,温度高于常温时,浸渍温度升高,葡萄酒中总酚和总花色苷质量浓度增加,表中可知 60 ℃浸渍酿造的葡萄酒总酚和总花色苷质量浓度最高,可能是高温有利于赤霞珠葡萄中的酚类物质的溶出[17]。

2.2 不同工艺赤霞珠干红葡萄酒香气成分检测结果

通过 GC-MS 分析葡萄酒香气物质的种类和含量见图 1。可以看出,不同浸渍工艺处理后,各组葡萄酒香气种类和含量存在一定差异。表 2 进一步分析了各个酒样的香气成分及含量。

2.2.1 醇类物质 醇类物质是影响葡萄酒香气最重要的物质之一,主要来源于酵母发酵和氨基酸转化[18]。7 种不同的浸渍工艺共检出 18 种醇类,其中异戊醇质量浓度最高。传统浸渍工艺酿造的葡萄酒醇类物质质量浓度最高。CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒检出醇类物质只有 8 种,与传统浸渍种类个数接近,但含量不及传统浸渍的 1/3,具有醇香和涩味的

表 1　不同浸渍工艺赤霞珠干红葡萄酒的理化指标

Table 1　Characteristics of Cabernet Sauvignon wines from varieties brewing technologies

处理	糖度/(g/L)	乙醇体积分数/%	总酸/(g/L)	挥发酸/(g/L)	总酚/(g /L)	总花色苷/(mg/L)
CK	1.72±0.04^{a}	12.15±0.15^{a}	9.56±0.10^{a}	0.18±0.02^{a}	2.30±0.02^{b}	253.94±1.00^{b}
CO_2 浸渍	1.78±0.02^{a}	12.43±0.12^{a}	7.5±0.09^{d}	0.22±0.02^{ab}	2.06±0.04^{a}	195.52±1.10^{a}
冷浸渍	1.75±0.01^{a}	12.28±0.11^{a}	8.57±0.10^{c}	0.21±0.01^{ab}	2.22±0.02^{b}	267.44±1.20^{a}
30 ℃浸渍	1.79±0.01^{a}	12.13±0.11^{a}	9.38±0.12^{b}	0.19±0.01^{a}	2.41±0.01^{b}	266.85±1.10^{b}
40 ℃浸渍	1.83±0.03^{a}	12.46±0.09^{a}	9.36±0.11^{b}	0.18±0.01^{a}	2.81±0.03^{c}	272.98±1.60^{bc}
50 ℃浸渍	1.75±0.02^{a}	12.77±0.10^{a}	9.18±0.08^{b}	0.17±0.02^{a}	2.92±0.02^{c}	296.83±1.50^{c}
60 ℃浸渍	1.76±0.04^{a}	12.89±0.12^{a}	9.06b±0.11^{c}	0.16±0.01^{a}	3.38±0.06^{d}	330.85±1.90^{d}

注:a,b,c,d 表示显著性差异(P<0.05)。

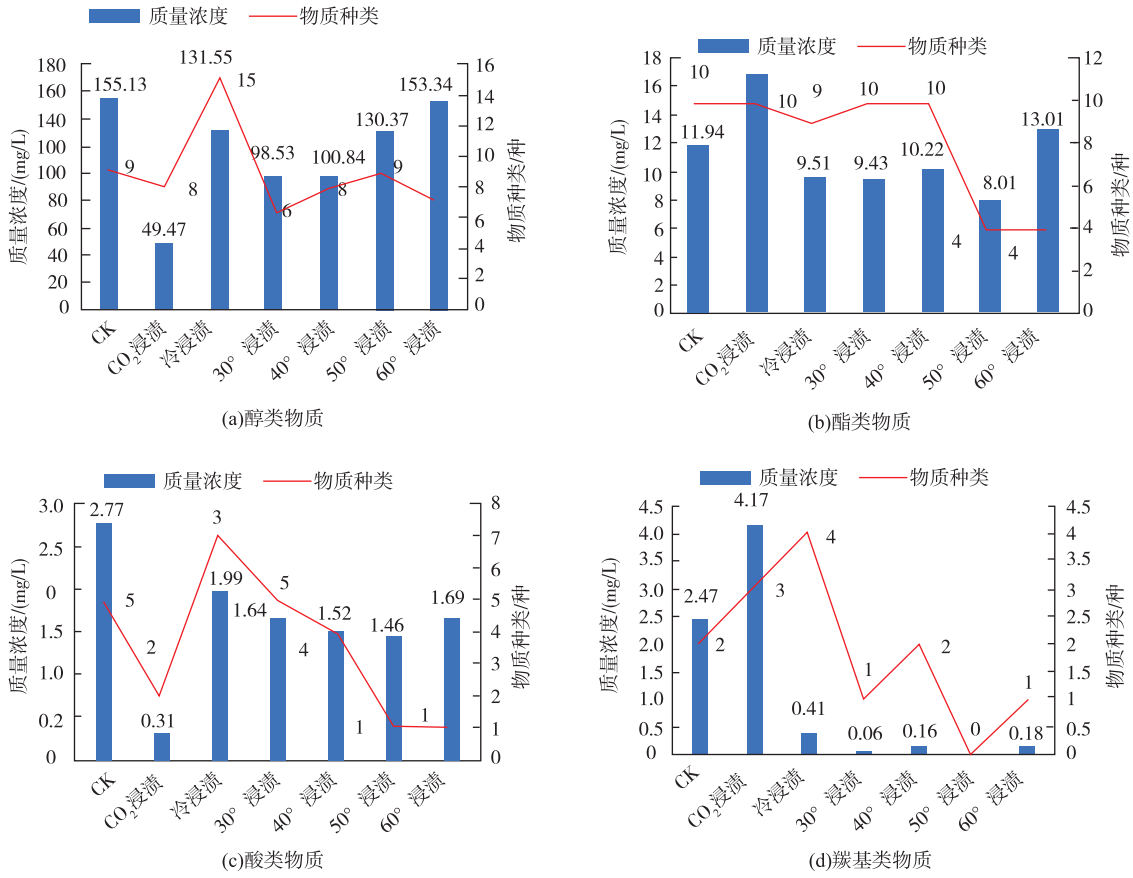


图 1　不同浸渍工艺赤霞珠干红葡萄酒香气物质的种类和含量

Fig. 1　Sorts and content of the aroma substance of Cabernet Sauvignon wines from varieties brewing technologies

异戊醇的质量浓度仅为传统浸渍的 30.00%,仅从醇类物质分析,CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒香气更柔和,这可能因为 CO_2 浸渍营造的的高压厌氧环境使酵母从有氧代谢途径转化成无氧代谢途径,因而改变了醇类物质的结构,使葡萄酒口感柔和。冷浸渍工艺醇类种类多达 15 种,其单独拥有植物醇 0.897 mg/L,1,4-戊二醇 0.151 mg/L,1-庚烯-4-醇 0.069 mg/L,(E)-3-己烯-1-醇 0.058 mg/L,4-甲基-1-戊醇 0.050 mg/L,能使葡萄酒表现出花果香,茶香,肉香等气味,使得香气复杂醇厚,可能因为浸渍温度低时间长,葡萄内部生化反应仍在进行。随着浸渍温度的升高,醇类物质含量升高,主要醇类物质,如异戊醇、苯乙醇和异丁醇等,在 50 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒中质量浓度低。50 ℃浸渍和 60 ℃浸渍酿

造的葡萄酒中，产生相对复杂的醇类如1-二十醇1.222 mg/L和1.576 mg/L。60 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒中检出的醇类只有8种，其醇类物质质量浓度与传统工艺接近，但异戊醇、丙醇和异丁醇质量浓度都要高于其他浸渍工艺，使葡萄酒表现出青草味和涩味，这可能是因为适宜的温度可以提高葡萄皮中物质浸提的效果，但如果温度过高则会使葡萄籽中劣质单宁溶出造成酒体粗糙，影响葡萄酒品质。

2.2.2 *酯类物质* 葡萄酒中的酯类物质来源于葡萄浆果、脂肪酸氧化以及醇、醛和氨基酸的代谢合成[19]。CO_2浸渍工艺和传统浸渍工艺酿造的葡萄酒均检出10种酯类物质，但在种类和含量存在较大区别：CO_2浸渍工艺酿造的葡萄酒酯类含量最高的是丁二酸单乙酯10.512 mg/L，其次是乙酸乙酯3.995 mg/L，这是因为CO_2浸渍产生高压厌氧环境使酵母代谢途径发生改变，此条件下葡萄酒香气平衡，适用于酿造果香型葡萄酒，这就使得该工艺与其他工艺酿造的葡萄酒酯香有所区别。冷浸渍工艺酿造的葡萄酒酯类物质种类最多，其中感官特性好、阈值低的酯类含量高于传统工艺：具有酒香的乳酸乙酯、桃香的丁酸烯丙酯和果香的乙酸异戊酯的含量分别是传统工艺的5.7、2.7和1.2倍，所以冷浸渍工艺酿造的葡萄酒的酯香最复杂，可能是因为该工艺让葡萄果皮中芳香类物质充分提取出来，从而提高了葡萄酒的品种香。40 ℃浸渍酿造的葡萄酒酯类物质含量最高，可能是适宜的温度有利于酯类的浸出：具有水果香的丁酸烯丙酯质量浓度为8.954 mg/L，比其他酒样含量高。但是当浸渍温度为50 ℃，酯类物质种类急剧减少一半，质量浓度最低。对于传统浸渍、30 ℃和40 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒，酯类物质香气结构明显不同。30 ℃和40 ℃浸渍酿造的葡萄酒检出新的香气乙酸异丙酯、辛酸乙酯和3-羟基丁酸乙酯，而没有检出传统浸渍所含的琥珀酸二乙酯和丁二酸单乙酯。由此可得热浸渍能一定程度上可以改变酯类物质的结构，而温度达到50 ℃时，酯类物质的种类和含量会大幅下降。实验中，60 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒检出的酯类只有4种，但质量浓度比传统浸渍高1.071 mg/L，乙酸乙酯质量浓度高达11.402 mg/L，是该条件下其他酯类质量浓度的100多倍。60 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒有浓郁的果香，但结构较为单一，因此，适宜的温度浸渍促进葡萄果实糖苷的酸解，可以赋予葡萄酒浓郁的果香。

2.2.3 *酸类物质* 葡萄酒中酸类物质主要来源于发酵副产物和葡萄浆果[20]。实验中共检出7种酸类物质，传统浸渍工艺酿造的葡萄酒酸类质量浓度最多为2.774 mg/L。CO_2浸渍工艺酿造的葡萄酒只检出2种酸类物质，质量浓度最低为0.300 mg/L，乙酸质量浓度仅为传统工艺的8.4%，因此CO_2浸渍工艺可以降酸。研究表明，CO_2浸渍的降酸（主要是苹果酸）能力和浸渍时间成正比[6]。浸渍过程中，苹果酸被苹果酸酶分解，厌氧条件利于乳酸菌的繁殖，进行苹乳发酵，也能降低苹果酸质量浓度。冷浸渍工艺酿造的葡萄酒酸类种类最多为7种，2-甲基丁酸、异丁酸和正丁酸质量浓度较高，使葡萄酒有水果香味、脂肪味和奶酪香等复杂的香气结构。热浸渍葡萄酒的总酸质量浓度尤其是乙酸质量浓度均低于传统浸渍，浸渍温度从30 ℃上升到60 ℃，乙酸质量浓度从1.52 mg/L上升到1.69 mg/L，但均低于传统浸渍，这可能是热浸渍酯化反应程度高，消耗了酸类物质。热浸渍对降酸有积极的作用，但当浸渍温度高于50 ℃时，酸类物质种类急剧下降，只检出两种，而60 ℃浸渍工艺酸类物质仅检出乙酸一种，这可能会使得酒体单薄，可能是因为浸渍温度高，使得一些酸类物质在浸渍过程中就已经散逸出去。

2.2.4 *羰基类物质* 葡萄酒中的羰基类物质由酮类和缩醛类等物质组成，实验中共检出6种羰基类物质。CO2浸渍工艺比传统浸渍中羰基类物质含量多，如3-羟基-2-丁酮质量浓度提高了1.7倍，该物质可以使葡萄酒具有奶香味。冷浸渍工艺的羰基类物质种类最多，3-己酮和乙缩醛是独有的，可以使葡萄酒具有甜香和威士忌香。50 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒无羰基化合物检出，其他温度浸渍的葡萄酒以具有水果香的2-丁酮和威士忌香的环己酮为主。热浸渍可以改变葡萄酒中羰基类物质的结构，进而影响其香气。

2.2.5 *其他物质* 实验还检出6种烯烃类和芳香族物质，对香气有一定贡献[21]。CO_2浸渍工艺酿造葡萄酒中检出3种化合物，质量浓度仅为0.862 mg/L。冷浸渍工艺酿造的葡萄酒检出4种感官较好的芳香类物质。60 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒中检出0.891 mg/L甲苯，使葡萄酒表现为辛辣味和甜味。不同温度浸渍工艺下检出具有花香的环辛四烯，该物

表 2　不同浸渍工艺所酿赤霞珠干红葡萄酒香气成分及质量浓度

Table 2　Aroma components and content of Cabernet Sauvignon wine in control and treatments

化合物	阈值/(mg/L)	质量浓度/(mg/L)							感官特性[23-26]
		CK	CO_2 浸渍	冷浸渍	30 ℃浸渍	40 ℃浸渍	50 ℃浸渍	60 ℃浸渍	
醇类									
异戊醇	30	122.678	36.833	105.634	85.427	80.116	102.499	132.582	醇香、涩味
苯乙醇	10	14.770	4.268	8.900	11.343	8.954	9.248	–	玫瑰香,桃味
异丁醇	40	14.168	5.777	9.806	0.501	9.224	12.833	14.487	酒精味,青草味
3-甲硫基丙醇	1	0.183	–	0.020	0.093	0.097	–	–	肉汤香
2,3-丁二醇	120	1.618	0.820	1.100	0.952	1.578	1.705	1.262	黄油、乳酪香
正己醇	4	1.117	0.221	1.140	–	0.408	0.562	0.760	水果香,清香
正丁醇	150	0.482	0.380	0.586	–	0.386	0.630	0.633	酒精味
对羟基苯乙醇		0.092	–	0.052	0.217	–	–	–	
3-己烯-1-醇	0.4	0.027	–	–	–	–	–	–	清雅花香
丙醇	50	–	0.669	1.514	–	–	1.572	2.529	酒精味
2-甲基-1-丁醇		–	0.505	–	–	–	–	–	清香
4-甲基-1-戊醇		–	–	0.050	–	–	–	–	甜味
(E)-3-己烯-1-醇	13	–	–	0.058	–	–	–	–	茶香,苹果香
1-庚烯-4-醇		–	–	0.069	–	–	–	–	洋葱、肉香味
1,4-戊二醇		–	–	0.151	–	–	–	–	甜香味
植物醇		–	–	0.897	–	–	–	–	花香、香脂香
1-二十醇		–	–	1.576	–	–	1.222	–	
2-丁基辛醇		–	–	–	–	0.078	0.108	1.093	
总计		155.135	49.473	131.553	98.533	100.841	130.379	153.346	
酯类									
乙酸乙酯	7.5	6.928	3.995	5.452	4.816	5.063	5.967	11.402	果香、菠萝香
甲酸丙酯		2.076	–	–	1.172	1.180	–	–	甜香、果香
丁二酸单乙酯		1.851	10.512	1.902	–	–	–	–	
琥珀酸二乙酯	0.015	0.061	0.138	0.052	–	–	–	–	
乙酸异戊酯	0.03	0.155	0.187	0.190	0.107	0.095	0.180	0.291	水果味
丁酸烯丙酯		0.064	–	0.170	0.046	0.954	–	–	桃香、杏香
γ-丁酸内酯		0.461	0.135	0.161	0.265	0.270	0.284	0.387	脂肪香
己酸乙酯	0.2	0.053	0.220	0.120	0.067	0.125	–	–	菠萝香,香蕉香
乳酸乙酯	50	0.251	1.460	1.432	1.727	1.176	1.569	0.932	酒香和果香
3-羟基丁酸乙酯		–	–	–	1.134	1.282	–	–	
甲酸乙酯		–	0.088	–	0.031	0.031	–	–	
乙酸异丁酯	1.6	–	–	0.032	0.071	0.052	–	–	
乙酸丙酯	25	0.046	0.059	–	–	–	–	–	
丙酮酸乙酯	10	–	0.132	–	–	–	–	–	
总计		11.946	16.926	9.511	9.436	10.228	8.000	13.012	
酸类									
乙酸	200	2.370	0.199	1.021	1.113	1.137	1.467	1.688	强烈刺激性气味
辛酸	0.5	0.097	–	0.055	0.010	–	–	–	奶酪味,涩味
己酸	3	0.155	–	0.252	0.185	0.161	–	–	猫尿味,汗臭味
2-甲基丁酸	0.3	0.080	–	0.200	–	–	–	–	水果香,味辛辣

续表 2

化合物	阈值/(mg/L)	质量浓度/(mg/L)							感官特性[23-26]
		CK	CO_2 浸渍	冷浸渍	30 ℃浸渍	40 ℃浸渍	50 ℃浸渍	60 ℃浸渍	
异戊酸	0.12	0.072	–	0.156	0.207	–	–	–	刺激味
异丁酸	8.1	–	–	0.194	0.132	0.126	–	–	脂肪味
正丁酸	0.2	–	0.105	0.120	–	0.082	–	–	奶香、干酪香
总计		2.774	0.304	1.998	1.647	1.506	1.467	1.688	
羰基类									
3-羟基-2-丁酮		2.370	4.052	–	–	–	–	–	牛奶香
2-丁酮	50	–	–	0.058	0.063	0.053	–	–	水果、威士忌香
环己酮		0.109	0.080	0.126	––	0.107	–	0.179	薄荷味
3-己酮		–	–	0.020	–	–	–	–	果香、甜香
乙缩醛		–	–	0.200	–	–	–	–	木香,威士忌香
邻苯二甲酸酐		–	0.039	–	–	–	–	–	果香
总计		2.479	4.171	0.404	0.063	0.160	0	0.179	
其他									
环辛四烯		1.531	–	–	1.093	1.016	1.705	–	花香
苯乙烯		–	0.770	1.286	–	–	–	–	特殊香气
苯		–	–	0.011	–	–	–	–	甜味、香味
甲苯		0.672	–	0.457	0.473	0.432	0.626	0.891	辛辣味、甜味
乙基苯		0.086	0.025	0.024	0.069	–	–	–	芳香气味
乙二醇二乙烯醚		–	0.067	–	–	0.288	–	–	
总计		2.289	0.862	1.778	1.635	1.736	2.331	0.891	

注:“–”表示未检测到香气成分。

质对葡萄酒香气有一定的贡献,对葡萄酒的香气起调节作用[22]。

2.3 香气对赤霞珠干红葡萄酒 OVA 值及感官品质的影响

计算表 2 中各个香气物质 OVA 值如表 3,感官评价结果如图 2,可知几种浸渍工艺的香气成分有差别。

分析表 3 可知 CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒,醇香的异戊醇和花香的苯乙醇 OVA 值要远低于 CK,酸类物质种类少,而果味的乙酸异戊酯高于 CK,因而表现出浓郁的李子香、樱桃香、菠萝香等水果香,以果味和乳味为主,这导致了 CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒主要表现出植物香。在图 2 中可以观察到果香较高,香气强度不高但香气质量好,整体性较优,酸味、苦味、单宁味和收敛性等均低于 CK。

冷浸渍工艺酿造的葡萄酒香气成分复杂、种类多、含量高,可能是因为葡萄皮中芳香类物质在低温下长时间更容易浸出,从而增加葡萄酒的果香,使酒体复杂丰满,果香味更加和谐自然[8-9,27]。感官评价结果显示冷浸渍酒样的花香果香草香都比较均衡,香气质量较优,香气强度适中,整体性较好,酸味、苦味、单宁味和收敛性等与 CK 相差不大,是较优的前处理工艺,近年来许多高档葡萄酒就是通过冷浸渍工艺酿造而成。

30 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒香气物质种类和 OVA 值减少幅度较小,致使香气结构有变化但不明显,葡萄酒酯香变复杂,但口感寡淡。图 2 中显示 30 ℃浸渍酒样评分小于 CK,其醇香酯香减少使得口味寡淡,没有表现出热浸渍对葡萄酒香气带来的积极影响。

浸渍温度为 40 ℃时,香气物质种类和 OVA 值比 30 ℃略有增加,可能是适宜的温度使葡萄酒香气物质有效的浸提出来,达到香气平衡。图 2 中显示 40 ℃浸渍酒样花香果香草香均高于 30 ℃,整体性增加,但是酸味、苦味、单宁味和收敛性也比 CK 多,色泽和颜色强度也增加,可能是浸渍过程中一

表 3　赤霞珠干红葡萄酒香气成分活性值(OVA)及特征描述

Table 3　Odor activity values(OAV) and odor description of Cabernet Sauvignon red wine

编号	化合物	阈值/(mg/L)	OVA[23-26]							感官特性
			CK	CO_2 浸渍	冷浸渍	30 ℃浸渍	40 ℃浸渍	50 ℃浸渍	60 ℃浸渍	
1	异戊醇	30	4.09	1.23	3.52	2.85	2.67	3.42	4.42	醇香,涩味
2	苯乙醇	10	1.48	0.43	0.89	1.13	0.90	0.92	–	玫瑰香,桃味
3	异丁醇	40	0.35	0.14	0.25	0.01	0.23	0.32	0.36	酒精味,青草味
4	3-甲硫基丙醇	1	0.18	–	0.02	0.09	0.10	–	–	肉汤香
5	正己醇	4	0.28	0.06	0.29	–	0.10	0.14	0.19	水果香,清香
6	丙醇	50	–	0.01	0.03	–	–	0.03	0.05	酒精味
7	乙酸乙酯	7.5	0.92	0.53	0.73	0.64	0.68	0.80	1.52	果香,菠萝香
8	乙酸异戊酯	0.03	5.17	6.23	6.33	3.57	3.17	6.00	9.70	水果味
9	己酸乙酯	0.2	0.27	1.10	0.60	0.34	0.63	–	–	菠萝香,香蕉香
10	辛酸	0.5	0.19	–	0.11	0.02	–	–	–	奶酪味,涩味
11	己酸	3	0.05	–	0.08	0.06	0.05	–	–	猫尿味,汗臭味
12	2-甲基丁酸	0.3	0.27	–	0.67	–	–	–	–	水果香,味辛辣
13	异戊酸	0.12	0.60	–	1.30	1.73	–	–	–	刺激味
14	异丁酸	8.1	–	–	0.02	0.02	0.02	–	–	脂肪味
15	正丁酸	0.2	–	0.53	0.60	–	0.41	–	–	奶香,干酪香

注:表中只标注 OVA≥0.01 的物质,“–”表示 OVA<0.01 或未检测到香气成分。

些劣质单宁也被浸提到葡萄酒中。40 ℃浸渍的葡萄酒,醇类和酯类物质变复杂,种类和含量也有所提升,可以体现适宜的浸渍温度对葡萄酒香气有积极的影响。

几种浸渍工艺间相同香气成分为乙酸异戊酯、乙酸乙酯和异戊醇等具有水果香和酒香的物质,它们的感觉阈值低,为葡萄酒提供了浓郁的果香和醇香。60 ℃浸渍酒样的乙酸异戊酯、乙酸乙酯和异戊醇 OVA 值最高,香气物质种类最少,这在图 2 中也有所反应:60 ℃浸渍酒样的果香和香气强度得分最高,而草香和花香得分低,香气质量较差,果香浓郁突出但单调不和谐[28-30]。当浸渍温度为 50 ℃时,香气物质种类急剧下降,除异戊醇和乙酸异戊酯外,其余香气 OVA 值不及 CK 的一半,浸渍温度过高对香气结构不利。图 2 中 50 ℃浸渍酒样果香和香气强度增加香气质量降低,酸味、苦味、单宁味和收敛性进一步增加,色泽和颜色强度加深,表明浸渍温度过高对醇类物质的浸出有积极作用但不利于酯类物质的增加。

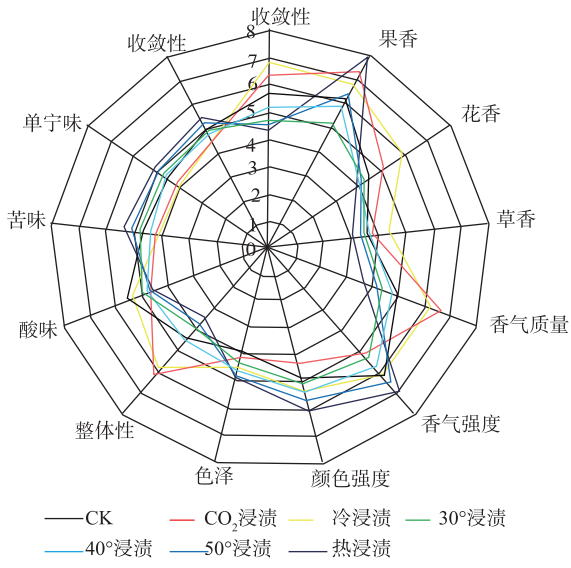


图 2　不同浸渍工艺赤霞珠干红葡萄酒感官评价雷达图

Fig. 2　Sensory evaluation of radar map of Cabernet Sauvignon wines from varieties brewing technologies

3 结 语

不同浸渍工艺对赤霞珠干红葡萄酒残糖和酒精度含量影响较小,浸渍温度越高总酸质量浓度越低,但挥发酸质量浓度不受总酸的影响,组间无明显差异。热浸渍工艺可以提高总酚和总花色苷质量浓度,浸渍温度升高,总酚和总花色苷质量浓度增加,CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒总酚和总花色苷质量浓度低于传统浸渍,冷浸渍总酚和总花色苷质量浓度与传统浸渍相当。

不同浸渍工艺酿造的葡萄酒中香气成分有差异。CO_2 浸渍工艺酿造的葡萄酒酯类质量浓度高,醇类和酸类质量浓度低,表现出清爽柔和的花果香;30 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒对香气的没有积极影响;40 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒的香气结构在一定程度上有所改变,醇类和酸类质量浓度降低,酯类含量上升,加速了葡萄酒的成熟;50 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒中异戊醇和异丁醇质量浓度显著增加,但香气成分种类减少,导致酒体单薄不和谐;60 ℃浸渍工艺酿造的葡萄酒香气物质种类少,乙酸乙酯质量浓度较高,导致葡萄酒口感单一;冷浸渍工艺酿造的葡萄酒果香浓郁,口感丰满,单宁低,香气物质种类多,结构复杂,感官特性好,更适合酿造赤霞珠干红葡萄酒。

参考文献:

[1] 李华. 葡萄酒品尝学[M]. 北京:科学出版社,2006.

[2] SALINAS M R,ALONSO G L,PARDO F,et al. Free and bound volatiles of Monastrell wines [J]. **Sciences Des Aliments**, 1998,18(2):223-231.

[3] 李华,王华,袁春龙. 葡萄酒工艺学[M]. 北京:科学出版社,2007.

[4] ETAIO I,ELORTONDO F,ALBISU M,et al. Effect of winemaking process and addition of white grapes on the sensory and physicochemical characteristics of young red wines [J]. **Australian Journal of Grape and Wine Research**,2008,14(3): 211-222.

[5] 李华,王华,袁春龙,等. 葡萄酒化学[M]. 北京:科学出版社. 2005.

[6] RUAN Shili,ZHAO Ronghua,FAN Xi. The change of organic acid during carbonic maceration [J]. **Sino-Overseas Grapevine and Wine**,2002(5):12-14.(in Chinese)

[7] ZHANG Li,WANG Hua,LI Hua. Red winemaking by thermomaceration before fermentation [J]. **Food Science**,2006,27(4): 134-137.(in Chinese)

[8] XU Jinhui,LIU Shuwen ,DONG Xinping,et al. Effects of fermentation process of cold maceration coupled with skin-juice separation on Cabernet Sauvignon wine aromas[J]. **Sino-Overseas Grapevine and Wine**,2009(4):25-28.(in Chinese)

[9] YAN Bin,CHEN Xiaojie. Impregnation method at low temperature dry red wine brewing process study [J]. **China Brewing**, 2006,8:31-33.(in Chinese)

[10] LI Jiming,HE Puchao,LIU Ling. Aroma components of wines from quality grape varieties [J]. **Journal of Northwest A and F University**,1998,26(6):6-9.(in Chinese)

[11] WANG Hua,ZHANG Li,LIU Laping. Effects of thermomaceration before fermentation on cabernet sauvignon wine aromas[J]. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**,2006,6(3):100-105.(in Chinese)

[12] 张莉. 红葡萄酒发酵前热浸渍工艺的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2004.

[13] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 15038-2006 葡萄酒、果酒通用分析方法[S]. 北京:中国标准出版社,2006.

[14] JIAN Yi,HAN Shunyu,ZHANG Bo,et al. A single pH,pH differential method and rapid quantitative minusing dry red wine of total anthocyanins comparison[J]. **Journal of Food Industry Science and Technology**,2012,33(23):323-423.(in Chinese)

[15] LOIRA I,VEJARANO R,MORATA A,et al. Effect of Saccharomycesstrains on the quality of red wines aged on lees [J]. **Food Chemistry**,139(5):1044-1051.

[16] 王西锐. 葡萄酒 CO_2 浸渍发酵法的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2002.

[17] SPRANGER M,CRISTINA M,SUN B,et al. Differentiation of red winemaking technologies by phenolic and volatile composition[J]. **Analytica Chimica Acta**,2004,5(13):151-161.

[18] HE Lanlan,ZHANG Ni,YU Haiyan. Based on gas chromatography- mass spectrometry analysis of cherry wine aroma[J]. **Journal**

of Food Industry Science and Technology,2013,34(21):141-148.(in Chinese)
[19] LI Yan,KANG Junjie,CHENG Xiaoling,et al. 3 kinds of saccharomyces cerevisiae made from cabernet sauvignon dry red wine aroma components analysis[J]. **Food science**,2010(22):378-382.(in Chinese)
[20] RODRIGUEZ J,CABRERA M,PEREZ P,et al. Bound aroma compounds of Gual and Listán blanco grape varieties and their influence in the elaborated wines[J]. **Food Chemistry**,2011,127(3):1153-1162.
[21] ZHANG Mingxia,WU Yuwen,DUAN Changqing. Progress in study of aromatic compounds in grape and wine [J]. **Scientia Agricultura Sinica**,2008,41(7):2098-2104.(in Chinese)
[22] MOLINA M,GUADALUPE V,VARELA C,et al. Differential synthesis of fermentative aroma compounds of two related commercial wine yeast strains[J]. **Food Chemistry**,2009,117(2):189-195.
[23] MA Tengzhen,IL Ying,ZHANG Li,et al. Olive wine brewing and aroma composition analysis [J]. **Food Science**,2010(18):484-487.(in Chinese)
[24] YANG Ting,ZHU Xia,HAN Shunyu,et al. The influence of different saccharomyces cerevisiae on melon wine aroma quality analysis[J]. **Food Science**,2015,36(14):145-150.(in Chinese)
[25] TAO Yongsheng,PENG Chuantao. Correlation analysis of aroma characters and volatiles in chardonnay dry white wines from five districts in China [J]. **Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**,2012,43 (3):131-139.(in Chinese)
[26] HE Yingxia,JIANG Yumei,LI Jixin,et al. The impact of different enzymes and yeast on dry red wine aroma variance analysis[J]. **Journal of Agricultural Engineering**,2016(S1):325-332.(in Chinese)
[27] 徐金辉. 红葡萄酒新工艺(发酵前冷浸渍、清汁部分分离发酵)的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2009.
[28] FU Lixia,ZHANG Huiling,LIU Ya,et al. The process before fermentation of wine aroma [J]. **The Influence of the Brewing Technology**,2015(3):67-71.(in Chinese)
[29] JIANG Wenguang,LI Jiming,XU Yan,et al. Analysis of aroma components in four red grape varieties [J]. **Food Science**,2011,32(6):225-229.(in Chinese)
[30] 王玉峰. 葡萄酒香气影响因素的研究[D]. 济南:山东轻工业学院,2010.

会　议　消　息

会议名称:第六届国际食品与环境科学会议(ICFES 2020)

会议时间:2020 年 2 月 23–25 日

会议地点:越南河内

会议简介:第六届国际食品与环境科学会议(ICFES 2020)将于 2020 年 2 月 23 日至 25 日在越南河内举行,致力于为食品科学和环境科技的专家学者提供良好的交流平台。会议亮点:会议所有论文都会进行出版,环境主题的文章将出版到国际会议论文集,并被 EI Compendex, Scopus, Thomson Reuters (WoS), Inspec,et al.检索,食品主题的文章将收录在工程与技术数字图书馆,并被 WorldCat, Google Scholar, Cross ref, ProQuest , CABI.检索。将会有 3 个顶级教授受邀参加会议并将为会议呈现学术前沿的大会报告和研究成果,他们是来自中国台湾交通大学的 Tseung-Yuen Tseng 教授,越南胡志明市生物技术与食品技术研究所的 DAM SAO MAI 副教授,以及胡志明市工业大学的 LE VAN TAN 副教授。

会议网站:http://www.icfes.org/

投稿方法:http://confsys.iconf.org/submission/icfes2020

电子邮件:icfes@cbees.net

联系电话:+ 852–35:00 –0137(中国香港)/+1–206–456–6022(美国)/+86–28–86528465(中国)

会议专员:Hedy