

酒度、总酸、pH值以及饮用温度对干红葡萄酒涩味的影响

杨晓雁, 袁春龙*, 张 晖, 杨 健, 张世杰, 马 婧, 杨 丽
(西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 利用十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳 (sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE) 分析唾液蛋白与模拟酒反应后蛋白减少比例, 并将其表示为涩味强度; 同时, 以酒度、总酸、pH值以及饮用温度为考察因素, 利用二次正交旋转组合设计分析各因子对涩味强度的影响。结果表明: pH值对涩味影响最大, 其次是酸度和温度, 酒度影响最小; 其中pH值和酸度交互效应对涩味的影响显著。
关键词: 模拟酒; 十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳; 涩味强度; 唾液蛋白沉淀指数

Effects of Ethanol, Total Acid, pH and Drinking Temperature on the Astringency of Dry Red Wine

YANG Xiao-yan, YUAN Chun-long*, ZHANG Hui, YANG Jian, ZHANG Shi-jie, MA Jing, YANG Li
(College of Enology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: Astringency is a complex sensation mainly caused by the precipitation of salivary proteins with polyphenols. In wine, astringency can be enhanced or reduced depending on the compositions of the medium. Reduced proportion of human saliva protein after reaction with model wine was evaluated by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel (SDS-PAGE), and expressed as astringency intensity. Furthermore, the effects of three parameters including ethanol, total acid, pH, and drinking temperature on astringency intensity were studied by quadratic orthogonal rotation combination analysis. The results showed that pH had the greatest influence on astringency, followed by total acid and temperature, while ethanol had little impact on astringency. The effect of interaction between pH and total acid was significant.

Key words: model wine; sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE); astringency intensity; saliva precipitation index

中图分类号: TS26

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 21-0118-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201421023

红葡萄酒的涩味是由于酒中的多酚与口腔唾液蛋白结合, 形成可溶复合物或沉淀物, 从而对口腔表皮细胞产生的收敛紧缩感^[1]。口腔中可以在没有味觉接收器的部位感受到涩味的产生, 所以通常认为涩味是一种触觉感受而非味觉刺激^[2]。对于多数佐餐酒来说, 单宁具有维持酒体结构, 增加复杂性和味觉长度的作用, 单宁引起的涩味强度是评价干红葡萄酒口感很重要的依据之一^[3]。

红葡萄酒涩味强度与很多因素有关, 如单宁结构、唾液蛋白种类与数量以及葡萄酒基质条件等。单宁分子质量大, 立体结构较为疏松, 结合蛋白效率高, 如以C4~C8键结合的单宁整体结构比C4~C6的更线性, 结合能力更强, 涩味强度更大^[4]。唾液蛋白不同成分与单宁的结合效率也不同^[5], 蛋白质组学研究发现在唾液

别出437种蛋白, 而与涩味有关的蛋白, 主要是富脯蛋白 (proline-rich proteins, PRPs), 富组蛋白 (histidine-rich proteins, HRP), 胰蛋白酶抑制剂, 乳铁蛋白和 α -淀粉酶, 其中富脯蛋白, 富组蛋白以及 α -淀粉酶对涩味贡献最大^[6-7]。除上述因素, 影响葡萄酒涩味的还有酒度、总酸、pH值、温度、残糖、黏度、酒体氧化程度以及品尝员个体的差异等^[8-9], 都对葡萄酒涩味评价有一定程度的影响。

葡萄酒涩味测定的传统方法是通过人体感官品尝来实现, 然而感官分析本身存在很多不足之处: 由于个人体质的差异会对涩味有不同的敏感性^[10]; 葡萄酒中存在酸味苦味等复杂的口感都会对涩味有干扰作用; 感官品尝涩味还容易导致口腔疲劳, 不易精确感知; 酒精灼热

收稿日期: 2013-11-18

基金项目: 西北农林科技大学科技创新重点项目 (ZD2013017)

作者简介: 杨晓雁 (1988—), 女, 硕士, 研究方向为葡萄酒化学。E-mail: yang295801145@163.com

*通信作者: 袁春龙 (1969—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为葡萄酒化学。E-mail: yuanchl69@nwsuaf.edu.cn

感对涩味感受也有一定干扰作用。另外由于红酒中的苦涩味彼此之间会发生不良味感的叠加,不易区分苦涩。鉴于上述原因,要对葡萄酒涩味进行评价确实存在一定难度,所以近年来在体外评价涩味的研究受到很多关注。在不同学者提出的多种方法中,使用最为广泛的是聚丙烯酰胺凝胶电泳^[8,10]。

本实验通过建立感官品尝与化学分析方法相关关系,确定体外研究方法后,利用二次正交旋转组合设计,重点探讨酒度、总酸、pH值以及饮用温度对葡萄酒涩味的影响,以及影响因素之间的互作效应。

1 材料与方法

1.1 试剂与仪器

酒石酸 天津博迪试剂公司;明矾(硫酸铝钾)、氢氧化钠、无水乙醇 天津科密欧公司;儿茶素、牛血清白蛋白 美国Sigma公司;三羟三乙醇胺(简称三乙醇胺,即triethanolamine(TEA))、氯化铁、芦丁、甲醇、氯化铝、亚硝酸钠等药品均为分析纯天津光复试剂公司;Tris-HCl(pH 6.8)、二硫苏糖醇(DL-dithiothreitol, DTT)、四乙基乙二胺(*N,N,N',N'*-tetraethylethylenediamine, TEMED)原液、10%过硫酸铵(用重蒸水新鲜配制)、pH 8.6 Tris-甘氨酸电极缓冲液、0.02%溴酚蓝、 β -巯基乙醇 北京博沃森试剂公司。

DYY-10C电泳仪、DYC2-24DN垂直电泳槽 北京市六一仪器厂;TS-1000脱色摇床 上海西工仪器厂;凝胶成像系统 美国Bio-Rad公司。

1.2 方法

1.2.1 模拟酒的配制

根据干红葡萄酒相关理化指标,配制模拟酒,以3 g/L单宁酸为基础,选择酒度梯度为0%、7%~11%、13%、15%(V/V),总酸梯度为0、1、2、4、6 g/L、pH值梯度为2.5、3.0、3.7、4.0、4.5和饮用温度梯度为10、18、25、37、45℃,用0.45 μ m过滤器将配制好的模拟酒进行过滤,室温保存待用,做单因素试验以及四因素五水平的正交试验。

1.2.2 酒样的准备

抽选10款实验用酒样包括山西乡宁戎子酒庄2012年品丽珠以及赤霞珠;内蒙古乌海汉森酒庄2008年蛇龙珠和赤霞珠;新疆沙地酒庄2011和2012年赤霞珠;河北昌黎朗格斯酒庄2009和2011年美乐、马瑟兰以及马尔贝克混酿;宁夏贺兰山酒庄2012年美乐;甘肃嘉峪关紫轩酒庄2010年美乐。

1.2.3 唾液蛋白的制备

选取6名无口腔疾病不吸烟的志愿者,3男3女,上午10点—11点收集唾液,在收集之前2 h内不吃东西。

将唾液收集到冷冻5 min的离心管中,静置过夜后在10 000×g条件下离心10 min,除去不溶物质,所得上清液为唾液蛋白样品。

1.2.4 十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳(sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE)分析

取50 μ L模拟酒样与100 μ L唾液蛋白反应5 min,然后10 000×g离心10 min,取上清溶液再进行SDS-PAGE。

取唾液蛋白原液作为参照,与模拟酒结合后的蛋白溶液作为上样蛋白,每个样品重复3次。分别配制12.5%的分离胶和4%的浓缩胶,开80 V电泳0.5 h,至溴酚蓝刚跑出浓缩胶,将电压换到120 V、1.5 h后,即可停止。电泳之后,凝胶在考马斯亮蓝溶液中进行染色过夜后用脱色液孵育脱色,直到凝胶背景色接近无色为止。

利用Bio-Rad凝胶成像系统采集电泳条带图像信息,Quantity One(Bio-Rad, Version 4.6.2)分析软件进行数据处理。对电泳条带除背景,进行高斯建模,分析蛋白与模拟酒反应前后蛋白条带密度减少量,表达为唾液蛋白沉降指数(saliva precipitate index, SPI),用来表示湿度。

1.2.5 葡萄酒多酚指标测定

参照Harbertson等^[11]单宁-蛋白沉淀法测定干红葡萄酒中单宁与多酚含量。准确量取50 g SDS于烧杯中,加50 mL TEA,溶于去离子水中,pH值调为9.4后定容到1 L,标记为Buffer,室温保存。配制FeCl₃-HCl溶液,准确量取0.676 g氯化铁,加入200 μ L浓盐酸,定容到250 mL。配制1 mg/mL的牛血清白蛋白标准溶液于4℃低温保存。

儿茶素质量浓度梯度范围为0.05~3 mg/mL,510 nm波长处测定吸光度,绘制标准曲线。测定过程为取少许酒样,加入1 mL蛋白标准液,反应15 min后,13 500×g离心5 min;弃去上清液,加入875 μ L Buffer静置10 min,510 nm波长处测定 A_1 。继续加入125 μ L三氯化铁溶液,10 min后510 nm波长处测定 A_2 。按照公式(1)计算单宁含量。其结果用儿茶素当量表示。

$$\text{单宁含量}/(\text{mg/L})=2\times\text{稀释倍数}\times[(A_2-A_1-b)/k] \quad (1)$$

式中: b 、 k 分别为标线截距和斜率。

取少许酒样,加入到比色皿中,用Buffer调整至875 μ L,10 min后在510 nm波长处测定吸光度(A_1),然后加入125 μ L三氯化铁溶液,迅速混匀,室温静置10 min后,在510 nm波长处测定吸光度(A_2)。按照公式(2)、(3)计算总酚含量,其结果用儿茶素当量表示。

$$A_{\text{总酚}}=(A_2-A_0-A_1)\times 0.875 \quad (2)$$

$$\text{总酚含量}/(\text{mg/L})=2\times\text{稀释倍数}\times[(A_{\text{总酚}}-b)/k] \quad (3)$$

式中: $A_{\text{总酚}}$ 为总酚的吸光度; A_0 为875 μ L Buffer+125 μ L三氯化铁溶液的吸光度。

根据Jia Zhishen等^[12]芦丁甲醇法测定酒样类黄酮。取0.1 mL酒样,依次加入0.9 mL无水甲醇、30%甲醇溶液2.7 mL、0.5 mol/L的亚硝酸钠溶液0.2 mL、0.3 mol/L氯化铝溶液0.2 mL,振荡摇匀后静置5 min,最后加入1 mol/L的氢氧化钠溶液1 mL,摇匀并在510 nm波长处测定吸光度。样品重复3次,结果以芦丁当量表示(mg/L)。

1.2.6 感官培训

感官品尝小组成员由12~15名接受过专业感官培训的学生及老师组成,年龄在20~36岁之间。首先,选取2 g/L明矾溶液,0.1 g/L硫酸奎宁溶液,4 g/L酒石酸溶液分别训练识别涩味、苦味和酸味。品尝员将液体倒入口中至少保持8 s吐出,描述感受,两样品间需要充分休息,多次漱口或咀嚼无味苏打饼干,使味觉恢复。然后利用线性标记法^[13](即在一条100 mm的线段上,根据品尝结果在线上标出感受到的强度,规定不添加任何物质的水溶液强度为零,对明矾溶液而言2.0 g/L为涩度最强,涩味强度标记到100,最后根据所标记位置与原点距离长短定义强度大小),对质量浓度梯度为0、0.5、1.0、1.5、2.0 g/L的明矾标准溶液进行反复线性定位,讨论后确定涩味强度在直线上大致的位置。对不同溶液进行涩味定量分析时,以标准溶液为参照对象,在直线上标出位置,确定其涩味强度。在测试样品时,做3次重复。

1.2.7 正交试验设计

根据葡萄酒各理化指标,以及单因素试验结果,选取酒度、总酸、pH值和温度四因素的考察水平。用DPS7.55软件进行二次正交旋转组合设计。

2 结果与分析

2.1 不同方法评价涩味相关性

表1 不同方法对涩味相关性的评价分析
Table 1 Correlation analysis

产地	年份	品种	感官 评价/mm	总酚含量/(g/L 儿茶素当量)	单宁含量/(g/L 儿茶素当量)	类黄酮含量/ (mg/L芦丁当量)	SPI/%
山西乡宁	2012	品丽珠	33.07	0.412 5	0.021 9	2.341 1	79.931 9
山西乡宁	2012	赤霞珠	43.31	0.538 5	0.044 8	2.575 8	86.414 8
内蒙古乌海	2008	蛇龙珠	38.80	2.006 5	0.061 6	2.279 1	81.441 2
内蒙古乌海	2008	赤霞珠	50.65	1.205 3	0.121 9	3.811 0	86.567 1
新疆沙地	2011	赤霞珠	36.85	0.723 6	0.035 1	3.910 1	74.166 4
新疆沙地	2012	赤霞珠	52.70	1.852 9	0.506 1	3.909 0	88.062 7
河北昌黎	2009	混合品种	37.20	0.670 4	0.115 2	2.066 9	82.460 5
河北昌黎	2011	混合品种	45.01	1.068 3	0.189 3	2.707 3	89.953 2
宁夏贺兰山	2012	美乐	54.05	1.769 7	0.325 2	3.399 0	96.684 5
甘肃嘉峪关	2010	美乐	37.44	0.214 3	0.044 2	3.884 9	79.931 9
Pearson相关性				0.619	0.786	0.454	0.839
显著性				0.075	0.012*	0.187	0.002**

注:*. $P < 0.05$,表示差异显著;**. $P < 0.01$,表示差异极显著。下同。

测定葡萄酒中总酚、单宁以及类黄酮等多酚指标,建立与感官分析相关性。利用SPSS17.0分析感官评价的

涩味强度和电泳分析SPI的Pearson相关性,结果如表1所示。单宁含量与感官评价结果显著相关,电泳分析结果极显著相关,其他指标与感官评价相关性较差。

2.2 SDS-PAGE分析

电泳结果利用Quantity One进行分析,选择分子质量靠近Marker 66.2、31、22、14.4 kD的4个主要蛋白作为分析蛋白^[14]。由于对葡萄酒涩味起主要作用的蛋白是富脯蛋白和 α -淀粉酶,这两类蛋白分别在15 kD和62~59 kD附近,在早期研究中,常用这两种蛋白代表全部的人类唾液蛋白^[15],可见其重要性。

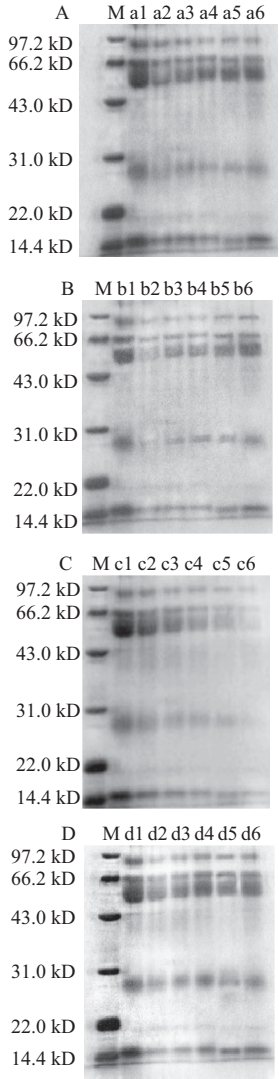


图1 单因素试验电泳图谱
Fig.1 Electrophoresis maps
A. 酒度梯度电泳图, M. Marker, a1~a6. 未与模拟酒反应的人体唾液蛋白(HS)、酒度为0%、7%、11%、13%、15%的模拟酒与HS反应后的蛋白; B. pH值梯度电泳图, M. Marker, b1~b6. HS、模拟酒pH 2.5、pH 3.0、pH 3.7、pH 4.0、pH 4.5与HS反应后的蛋白; C. 总酸质量浓度梯度电泳图, M. Marker, c1~c6. HS、总酸质量浓度为0、1、2、4、6 g/L的模拟酒与HS反应后的蛋白; D. 温度梯度电泳图, M. Marker, d1~d6. HS、温度为10、18、25、37、45 °C的模拟酒与HS反应后的蛋白。

图1 单因素试验电泳图谱
Fig.1 Electrophoresis maps

由图1可知, 酒度为0%~15%, pH 2.5~4.5, 温度10~45 ℃等因素梯度作用, 结果蛋白灰度呈现增加趋势, 总酸质量浓度0~6 g/L, 蛋白灰度呈降低趋势。因此因素梯度水平能够引起蛋白含量发生显著变化, 可用此梯度范围进行正交试验作进一步的分析。

2.3 建立涩味回归模型

Quantity One数据分析后, 获得各因素对红葡萄酒中涩味影响的试验结果, 利用DPS7.55对试验数据(表2)进行拟合, 获得以下回归方程:

$$Y=85.883\ 3-1.446\ 67X_1-4.419\ 17X_2+5.650\ 83X_3+2.306\ 67X_4-1.222\ 71X_1^2-5.242\ 71X_2^2-6.761\ 46X_3^2-0.488\ 96X_4^2+1.347\ 50X_1X_2+1.616\ 25X_1X_3-1.520\ 00X_1X_4+2.147\ 50X_2X_3+1.173\ 75X_2X_4+0.467\ 50X_3X_4$$

表2 二次正交旋转回归组合设计及其结果
Table 2 Orthogonal rotation combination design and results

试验号	X ₁ 酒度/%	X ₂ 总酸含量/(g/L)	X ₃ pH	X ₄ 温度/℃	SPI/%
1	1 (13)	1 (4)	1 (3.7)	1 (37)	78.75
2	1	1	1	-1 (18)	76.66
3	1	1	-1 (2.5)	1	66.14
4	1	1	-1	-1	61.27
5	1	-1 (1)	1	1	81.86
6	1	-1	1	-1	87.72
7	1	-1	-1	1	74.10
8	1	-1	-1	-1	60.88
9	-1 (7)	1	1	1	85.96
10	-1	1	1	-1	68.98
11	-1	1	-1	1	64.01
12	-1	1	-1	-1	52.08
13	-1	-1	1	1	86.56
14	-1	-1	1	-1	69.55
15	-1	-1	-1	1	75.47
16	-1	-1	-1	-1	82.75
17	-2 (0)	0 (2)	0 (3.0)	0 (25)	87.92
18	2 (15)	0	0	0	69.55
19	0 (11)	-2 (0)	0	0	72.91
20	0	2 (6)	0	0	52.40
21	0	0	-2 (2.0)	0	47.51
22	0	0	2 (4.5)	0	65.65
23	0	0	0	-2 (10)	81.07
24	0	0	0	2 (45)	82.27
25	0	0	0	0	86.76
26	0	0	0	0	91.04
27	0	0	0	0	86.67
28	0	0	0	0	80.67
29	0	0	0	0	79.99
30	0	0	0	0	86.46
31	0	0	0	0	85.05
32	0	0	0	0	85.43
33	0	0	0	0	83.74
34	0	0	0	0	86.91
35	0	0	0	0	91.23
36	0	0	0	0	86.65

2.4 二次回归模型显著性分析

由表3可知, 模拟酒中涩味回归方程的回归性 $P=0.000\ 2<0.01$, 说明回归方程的回归性水平极显著。

对回归系数进行显著性检验, 在 $\alpha=0.1$ 显著水平剔除不显著项后可以得到优化方程为: $Y=85.883\ 3-4.419\ 17X_2-5.650\ 83X_3+2.306\ 67X_4-5.242\ 71X_2^2-6.761\ 46X_3^2$ 。

表3 试验结果方差分析

Table 3 Analysis of variance for the experimental results of orthogonal rotation combination design

变异来源	平方和	自由度	均方	偏相关	F值	P值	显著性
X ₁	0.502 0	1	0.502 0	-0.245 3	1.345 0	0.259 2	
X ₂	4.687 5	1	4.687 5	-0.611 8	12.559 3	0.001 9	**
X ₃	7.666 2	1	7.666 2	0.703 2	20.539 9	0.000 2	**
X ₄	1.275 5	1	1.275 5	0.374 1	3.417 5	0.078 6	
X ₁ ²	0.478 2	1	0.478 2	-0.239 8	1.281 3	0.270 4	
X ₂ ²	8.796 2	1	8.796 2	-0.727 2	23.567 6	0.000 1	**
X ₃ ²	14.629 4	1	14.629 4	-0.806 9	39.196 4	0.000 1	**
X ₄ ²	0.076 5	1	0.076 5	-0.098 3	0.205 0	0.655 4	
X ₁ X ₂	0.290 9	1	0.290 9	0.189 2	0.779 3	0.387 3	
X ₁ X ₃	0.417 9	1	0.417 9	0.225 0	1.119 6	0.302 0	
X ₁ X ₄	0.370 2	1	0.370 2	-0.212 4	0.991 9	0.330 6	
X ₂ X ₃	0.737 6	1	0.737 6	0.293 3	1.976 4	0.017 4	
X ₂ X ₄	0.220 2	1	0.220 2	0.165 3	0.589 9	0.451 0	
X ₃ X ₄	0.034 9	1	0.034 9	0.066 6	0.093 6	0.762 7	
回归	40.183 2	14	2.870 2		F ₂ =7.690 20	0.000 2	**
剩余	7.837 9	21	0.373 2				
失拟	6.578 4	10	0.657 8		F ₁ =5.745 54	0.000 4	**
误差	1.259 5	11	0.114 5				
总和	48.021 1	35					

2.5 单因素与双因素效应结果

分析酒度、总酸、pH值和温度4个单因素在不同研究水平下对SPI的影响, 可以通过规定其他3个因素置于零水平而得到另一因素对涩味强度的影响规律, 结果见图2。

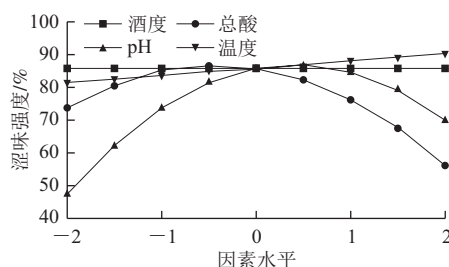


图2 各因素与涩味的关系

Fig.2 Relationship between each variable and astringency

由图2可知, 总酸对涩度的影响呈现开口向下的抛物线趋势, 随着总酸增加, 涩度先缓慢升高后, 较大幅度降低。pH值对涩味强度影响与总酸相近, 也存在极大值, 随着pH值升高, 涩味强度先迅速增大后缓慢下降。酒度对涩度的影响不太明显, 几乎持平。温度升高, 涩度增加, 但增加趋势表现平缓, 斜率绝对值较小。

由表3可知, 双因素间 X_1X_2 、 X_1X_3 、 X_1X_4 、 X_2X_4 和 X_3X_4 的P值都大于0.05, 只有 X_2X_3 的P值小于0.05, 即表示总酸和pH值间的交互作用比较显著, 而其他因素间的交互作用都不显著, 因此, 双因素间的交互作用不明显。

3 讨论

通过分析不同总酸、pH值、酒度和温度对干红葡萄酒涩味强度的影响, pH值改变对涩味强度作用较大, 此结论与Fontoin^[16]和Lawless^[17]等的结论一致。pH值体现的是酒体中游离氢离子水平, 在酸性环境中唾液蛋白结构改变, 暴露出更多的多酚结合点, 所以二者结合效率提高^[18], 涩味强度从而增大。pH值较低时, 氢键结合还会促进单宁自身结合, 而形成类似蛋白-单宁复合物, 也会增加口腔中的涩味^[19]。另外, 氢离子浓度高, 多酚物质通过疏水作用可以在蛋白表面形成一层膜, 使之亲水性降低, 从而产生多酚-蛋白复合物。酒体pH值较高时, 带电的酚盐离子比例高, 带电物质不能参与氢键的形成, 由于多酚与蛋白结合主要依靠氢键和疏水作用力, 因此二者结合比例降低^[20]。对于干红葡萄酒而言, 酸性物质主要是酒石酸, 还有少量苹果酸和柠檬酸。酸性物质本身带有一定涩味, 浓度增大时, 自身涩味与单宁涩味相互叠加, 从而对葡萄酒整体涩味存在一定促进作用^[21]。在葡萄酒中添加有机酸和无机酸对涩味都有促进作用。在本研究中发现总酸会促进葡萄酒涩味的体现。研究表明, 乙醇会修饰蛋白折叠, 可能会引发蛋白构象改变, 从而干扰蛋白与多酚的反应, 所以乙醇有助于柔化多酚涩味^[22-23]。但本实验中没有明显的升降趋势, 可能是由于在模拟酒中成分较为简单, 对多酚和蛋白作用较弱。最后, 从热力学角度分析, 温度增加、离子强度增加能够促进疏水作用力^[24]。增加温度会打开蛋白肽链, 蛋白表面的疏水面暴露比例增加, 促进多酚结合到蛋白表面^[25]。温度越低, 酒的涩味越重, 香气更收敛, 而低温有助于多酚的表现力, 增加其苦涩味, 但温度的升高会加快葡萄酒的氧化反应, 使口感变得圆润和柔和^[26-27], 这与本实验结论一致。

本实验主要是对唾液蛋白中分子质量大小不同对蛋白多肽进行分离, 不同多肽对多酚亲和力各异, 分别分析其减少比例, 进而描述涩味。而早期用牛血清白蛋白做为结合多酚的标准蛋白质^[28-29], 但特异性不如唾液蛋白。在体外研究涩味的不同方法中, 对唾液蛋白进行SDS-PAGE可以更为真实地反映出口腔对涩味的感受。

本实验拟通过对干红葡萄酒在体外进行涩味评价, 建立与感官评价的相关关系, 从而进一步利用模拟酒来探讨葡萄酒条件对涩味的影响, 首次将SDS-PAGE分析方法与二次正交旋转回归方法结合, 对葡萄酒涩味影响因素进行综合探讨, 期望在酿酒过程中通过调节葡萄酒某些指标来改善口感提高质量, 并为以后进一步的研究提供理论基础。

4 结论

根据二次正交旋转回归的优化试验结果, 可以得到pH值、总酸、温度、酒度4个因素对葡萄酒涩味强度的回归方程: $Y=85.8833-1.44667X_1-4.41917X_2+5.65083X_3+2.30667X_4-1.22271X_1^2-5.24271X_2^2-6.76146X_3^2-0.48896X_4^2+1.34750X_1X_2+1.61625X_1X_3-1.52000X_1X_4+2.14750X_2X_3+1.17375X_2X_4+0.46750X_3X_4$ 。该模型中的pH值和总酸影响效应达到了极显著水平 ($P<0.01$), 而酒度和温度的影响效应不显著 ($P>0.05$)。并且可以从各因素对应的回归系数的绝对值可推测对涩味的影响次序为pH值>总酸>温度>酒度, 即pH值对酒中涩味的影响最大, 其次是总酸和温度, 对涩味影响最小的是酒度。干红葡萄酒中基质条件之间的相互作用而导致涩味强度发生改变, 利用SDS-PAGE体外定量对葡萄酒的涩味进行测定, 对于客观评价葡萄酒质量有重要的参考意义。

参考文献:

- [1] FERRER-GALLEGO R, GONCALVES R, RIVAS-GONZALO J C, et al. Interaction of phenolic compounds with bovine serum albumin (BSA) and alpha-amylase and their relationship to astringency perception[J]. Food Chemistry, 2012, 135(2): 651-658.
- [2] MICHELINE D, OLIVIER P. Salivary protein profiles and sensitivity to the bitter taste of caffeine[J]. Chemistry Senses, 2012, 37(1): 87-95.
- [3] FREITAS V, GLORIES Y. Developmental changes of procyanidins in grapes of red vitis vinifera varieties and their composition in respective wines[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2000, 51(4): 397-403.
- [4] PASCAL C, PONCET-LEGRAND C. Aggregation of a proline-rich protein induced by epigallocatechin gallate and condensed tannins: effect of protein glycosylation[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56: 6724-6732.
- [5] MCRAE J M, KENNEDY J A. Wine and grape tannin interactions with salivary proteins and their impact on astringency: a review of current research[J]. Molecules, 2011, 6(3): 2348-2364.
- [6] SOARES S, MATEUS N, de FREITAS V. Carbohydrates inhibit salivary proteins precipitation by condensed tannins[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(15): 3966-3972.
- [7] BAJEC M R, PICKERING G J. Astringency: mechanisms and perception[J]. Food Science and Nutrition, 2008, 48(9): 858-875.
- [8] RINALDI A, GAMBUTI A. Evaluation of the astringency of commercial tannins by means of the SDS-PAGE-based method[J]. Food Chemistry, 2010, 122(4): 951-956.
- [9] RIOU V, VERNHET A, DOCO T, et al. Aggregation of grape seed tannins in model wine-effect of wine polysaccharides[J]. Food Hydrocolloids, 2002, 16 (1) 17-23.
- [10] GAMBUTI A, RINALDI A, LISANTI M, et al. Partial dealcoholisation of red wines by membranecontactor technique: influence on colour, phenolic compounds and saliva precipitation index[J]. European Food Research and Technology, 2011, 233(4): 647-655.
- [11] HARBERTSON J F, SPAYD S R. Measuring phenolics in the winery[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2006, 57(3): 280-288.

- [12] JIA Zhishen, TANG Mengcheng, WU Jianming. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals[J]. Food Chemistry, 1999, 64: 555-559.
- [13] 郭安鹊, 郝冲. 模拟葡萄酒中pH、酸和乙醇对单宁苦味、涩味的影响[C]//第八届国际葡萄与葡萄酒学术研讨会论文集. 西安: 陕西科技出版社, 2013: 187-194.
- [14] GAMBUTI A, RINALDI A. Evaluation of aglianico grape skin and seed polyphenol astringency by SDS-PAGE electrophoresis of salivary proteins after the binding reaction[J]. Food Chemistry, 2006, 97(4): 614-620.
- [15] BACON J R, MICHAEL J C. Binding affinity of hydrolyzable tannins toparotidsaliva and to proline-rich proteins derived from it[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(3): 838-843.
- [16] FONTOIN H, SAUCIER C, TEISSEDRE P L, et al. Effect of pH, ethanol and acidity on astringency and bitterness of grape seed tannin oligomers in model wine solution[J]. Food Quality and Preference, 2008, 19(3): 286-291.
- [17] LAWLESS H T, HORNE J, GIASI P. Astringency of organic acids is related to pH[J]. Chemical Senses, 1996, 21(4): 397-403.
- [18] OBREQUE-SLIER E, PEÑA-NEIRA A, LOPEZ-SOLIS R. Interactions of enological tannins with the protein fraction of saliva and astringency perception are affected by pH[J]. Food Science and Technology, 2012, 45(1): 88-93.
- [19] GAWEL R, FRANCIS L, WATERS E J. Statistical correlations between the in-mouth textural characteristics and the chemical composition of Shiraz wines[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(7): 2683-2687.
- [20] CHARLTON A J, BAXTER N J. Polyphenol/peptide binding and precipitation [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(6): 1593-1601.
- [21] RINALDI A, GAMBUTI A I, MOIO L. Precipitation of salivary proteins after the interaction with wine: the effect of ethanol, pH, fructose, and mannoproteins[J]. Journal of Food Science, 2012, 77(4): C485-C490.
- [22] DEMIGLIO P, PICKERING G J. The influence of ethanol and pH on the taste and mouthfeel sensations elicited by red wine [J]. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2008, 6(3/4): 143-150.
- [23] NOBLE A C. Why do wines taste bitter and feel astringent?[J]. ACS Symposium Series, 1998, 71(4): 156-165.
- [24] SARNI-MANCHADO P, MOUTOUNET M. Interactions of grape seed tannins with salivary proteins[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(1): 42-47.
- [25] FERRUZZI M G, BORDENAVE N, HAMAKER B R. Does flavor impact function? Potential consequences of polyphenol-protein interactions in delivery and bioactivity of flavan-3-ols from foods[J]. Physiology & Behavior, 2012, 107(4): 591-597.
- [26] ROSS C F, WELLER K. Effect of serving temperature on the sensory attributes of red and white wines[J]. Journal of Sensory Studies, 2008, 23(3): 398-416.
- [27] SUN Baoshan, de SA M, LEANDRO C, et al. Reactivity of polymeric proanthocyanidins toward salivary proteins and their contribution to young red wine astringency[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(4): 939-946.
- [28] WILEY J. Methods for analysis of musts and wines[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1980, 2(6): 175-197.
- [29] SUN Baoshan. Reactivity of polymeric proanthocyanidins toward salivary proteins and their contribution to young red wine astringency[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2013, 61(4): 939-946.