

树莓格瓦斯发酵过程中品质研究

韩宗元¹, 李晓静¹, 孙 菡¹, 王家庆¹, 肖志刚^{*2}

(1. 沈阳工学院 生命工程学院, 辽宁 抚顺 113122; 2. 沈阳师范大学 粮食学院, 辽宁 沈阳 110034)

摘要: 将树莓进行发酵处理加工成树莓格瓦斯, 有利于人体对营养物质的吸收和利用。将树莓榨汁添加到大麦芽的糖化液中, 再加入活化的酵母菌进行发酵, 测定树莓格瓦斯的理化品质和感官品质。采用 GC-MS 对树莓格瓦斯的香气成分进行分析, 结果表明: 树莓格瓦斯的理化品质和感官品质呈显著相关性 ($P < 0.05$)。树莓格瓦斯中主要的香气成分为含羟基和酯类物质, 并且含羟基和酯类物质的气味活性值最大, 其中辛酸乙酯、癸酸乙酯、苯乙醇气味活性值分别为 226、15.41、15.24, 远远高于其他香气物质, 说明这 3 种物质对气味贡献最大。树莓格瓦斯的香气成分对其感官品质起到重要作用。

关键词: 树莓格瓦斯; 理化品质; 感官品质; 相关性; 香气成分; 气味活性值

中图分类号: TS 262.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2018)01-0058-07

Quality Research of Raspberry Kvass in the Processing of Fermentation

HAN Zongyuan¹, LI Xiaojing¹, SUN Han¹, WANG Jiaqing¹, XIAO Zhigang^{*2}

(1. College of Life and Engineering, Shenyang Institute of Technology, Fushun 113122, China; 2. College of Grain Science and Technology, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China)

Abstract: Raspberry is the king of fruits of the third generation and raspberry is able to be processed into raspberry kvass by fermentation, which can be helpful for human to make use of nutrients. Raspberry juice is added to the malt saccharification liquid, in which yeasts after activation are put. By analysis of correlation, physicochemical quality and sensory quality of raspberry kvass are determined. By GC-MS, aroma components of raspberry kvass are analyzed. Results showed that physicochemical quality and sensory quality had obvious correlation ($P < 0.05$). Raspberries kvass mainly contains hydroxyl and ester in aroma components, whose odor activity values reach the maximum. Among them, odor activity values of octanoic acid ethyl ester, decanoic acid ethyl ester and benzene ethanol are 226, 15.41, 15.24, respectively, which are much higher than those, so three kinds of aroma components have the largest contribution to smell. In conclusion, aroma components of raspberry kvass have important effects on its sensory quality.

Keywords: raspberry kvass, physicochemical quality, sensory quality, correlation, aroma components, odor activity values

收稿日期: 2015-12-16

基金项目: 国家星火计划项目(2015GA650007)。

作者简介: 韩宗元(1988—), 男, 黑龙江哈尔滨人, 讲师, 主要从事农产品深加工研究。E-mail: longnv0206@163.com

* 通信作者: 肖志刚(1972—), 男, 黑龙江庆安人, 教授, 主要从事粮油精深加工研究。E-mail: zhigangx@sina.com

引用本文: 韩宗元, 李晓静, 孙菡, 等. 树莓格瓦斯发酵过程中品质研究[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(01): 58-64.

树莓果实为聚合浆果,柔嫩多汁,香味浓郁,风味独特,色泽鲜艳诱人,并且含有大量维生素、超氧化物歧化酶、 γ -氨基丁酸以及鞣化酸等,其中维生素E和鞣化酸含量为所有水果之最^[1-2]。格瓦斯最初是以面包屑为原料,经过乳酸菌和酵母菌共同发酵制得一种具有面包香气、清凉爽口的发酵饮料。目前格瓦斯采用原料种类很多,如:黑麦、大麦、小麦、荞麦、水果、蜂蜜、糖、香料等,按照原料可以将格瓦斯分为5大类:面包格瓦斯、水果格瓦斯、野果格瓦斯、蜂蜜格瓦斯及其他格瓦斯。格瓦斯这种饮料除清凉爽口、消暑解渴、提神助兴的作用外,还具有特殊的风味和香味,具有多种功效,对人体健康起重要作用^[3]。

在格瓦斯发酵过程中,大麦芽还原糖含量较高,有利于酵母菌发酵,产生乙醇和二氧化碳。而且酵母菌对于格瓦斯中风味物质起到重要作用,风味物质是在酵母菌发酵过程中形成的。格瓦斯中风味物质包括醇类、醛类、酮类、酯类及挥发性脂肪酸等,都是由酵母菌产生的^[4-6]。香气物质的相对含量和阈值对于酒精饮品的气味有重要影响,所以可以通过气味活性值来综合评估香气物质对酒精饮品气味的贡献率,并且贡献率大的香气物质的气味活性值都大于1^[7-9]。

作者研究了发酵过程中树莓格瓦斯pH、糖度、酒精度的变化,且它们与树莓格瓦斯感官品质的相关性;通过GC-MS,检测并鉴别出树莓格瓦斯发酵过程中各种香气成分,并根据香气成分的气味活性值,确定其贡献率以及解释香气成分对树莓格瓦斯品质的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

树莓:实验基地种植;大麦芽:卡罗琳娜酿酒设备技术有限公司产品;酵母菌:安琪酵母股份有限公司产品;酒花:新疆啤酒花股份有限公司产品。

FA2004型电子分析天平:上海舜宇恒平科学仪器有限公司产品;HPX-9162MBE恒温培养箱:中仪国科科技有限公司产品;XMTD-4000型电热恒温水浴锅:北京市永光明医疗仪器厂产品;九阳榨汁机:深圳市金美盾科技有限公司产品;手持式酸度计、手持式糖度仪、手持式酒精计:上海江仪仪器有限公司产品;气相色谱-质谱联用仪:美国安捷伦

科技有限公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 树莓格瓦斯加工 称取500g大麦芽,利用多功能粉碎机粉碎大麦芽2~3次,过40目筛,加入5~10倍的水,在65℃水浴锅恒温糖化1.5h,再放入72℃水浴锅恒温糖化1h。糖化结束后,8层纱布过滤,滤液煮沸1min,冷却至38℃,制得麦芽汁;再称取500g树莓,利用榨汁机榨汁,过滤得到滤液,蒸煮5~10min至沸腾,冷却放置冰箱内4℃保藏;称取7.5%的酵母菌粉(按大麦芽质量计算)加10倍水在38℃下活化20min;将所得麦芽汁和树莓汁混合使糖质量分数在10%,将混合物与活化的酵母菌和质量分数0.08%酒花加入到发酵罐中在恒温培养箱中培养,发酵时间72h,发酵温度38℃;将发酵后的格瓦斯通过8层纱布过滤;格瓦斯在高压灭菌锅中进行灭菌,调配制成产品。

1.2.2 感官评价测定 采用标度法^[10]进行感官评定,分值越高,则表示其品质越好。感官评价指标包括口感、气味、色泽,感官指标及其评分标准如下:口感范围1~9分(1分:差;5分:一般;9分:极好),色泽范围1~9分(1分:差;5分:适中;9分:极好),气味范围1~9分(1分:差;5分:一般;9分:极好)。选择20名专业饮料品评师进行感官评价,其中包括10名男士,10名女士。

1.2.3 理化指标测定 采用手持式pH计、手持式糖度仪、手持式酒精度计分别测定树莓格瓦斯pH、糖度、酒精度。

1.2.4 香味物质的测定 采用气相色谱质谱联用仪测定挥发性香味化合物。色谱条件:离子源温度230℃,EI源;进样口温度250℃;载气He,流量1.0mL/min。采用程序升温方式,由室温升至100℃保持3min,然后以4℃/min升至250℃在此温度下保持10min,不分流进样。萃取条件:所有冻存样品解冻后,60℃水浴下平衡10min,萃取头顶空吸附30min后,在GC进样口释放1min。萃取头老化10min。

1.2.5 香味物质的评价方法 采用气味活性值(odor activity value, OAV)评价各香气物质对格瓦斯风味的贡献^[2,9]。

1.3 数据处理

所有试验数据均为“平均值±标准差”。采用SPSS19统计分析软件对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 树莓汁添加量对树莓格瓦斯理化品质和感官品质的影响

由表 1 可知, 树莓汁添加量对格瓦斯 pH、糖度、酒精度和感官评价产生重要作用。随着树莓汁添加量增加, 糖度逐渐降低, 由于发酵过程中, 酵母菌利用可发酵糖产生二氧化碳气体和酒精, 尤其在发酵初期大量二氧化碳气体产生^[3]; 产生二氧化碳气体使发酵液 pH 逐渐增大, 在树莓汁添加量为质量分数 8% 时, 达到最大值, 并且 pH 和糖度呈极

显著负相关($r=-0.930\ 7, P<0.01$)。在发酵后期一部分二氧化碳气体又溶于发酵液中且酵母菌也会产生酸类物质, pH 降低; 酒精度逐渐增大后减小, 由于发酵初期酵母菌利用可发酵糖开始产生大量酒精, 发酵后期酵母菌占主导地位, 产生酯类等香气物质^[4-5], 酒精度下降; 口感、色泽、气味、感官评价先增加后保持稳定, pH 对格瓦斯的口感、色泽、气味、感官评价呈极显著正相关($P<0.01$), 糖度对其感官指标呈极显著负相关($P<0.01$), 说明对于添加树莓汁来说, 格瓦斯酸度降低、甜度增加能够显著提高树莓格瓦斯的感官评价指标。

表 1 不同树莓汁添加量对树莓格瓦斯品质影响

Table 1 Effects of the amount of raspberry juice on quality of raspberry kvass

树莓汁添加量/%	pH	糖质量分数/%	乙醇体积分数/%	感官评价	口感	色泽	气味
2	2.54±0.02	3.35±0.01	3.9±0.1	20.0±0.3	6.5±0.3	6.5±0.3	7.0±0.2
4	2.85±0.03	3.33±0.01	4.5±0.1	21.5±0.4	7.0±0.2	7.0±0.2	7.5±0.2
6	3.17±0.03	3.26±0.02	4.9±0.1	23.5±0.5	8.0±0.3	8.0±0.1	7.5±0.2
8	4.06±0.02	3.21±0.01	5.6±0.2	26.0±0.2	9.0±0.5	8.5±0.2	8.5±0.1
10	3.72±0.04	3.18±0.01	3.3±0.3	25.5±0.2	8.5±0.1	8.5±0.2	8.5±0.2

2.2 酵母菌添加量对树莓格瓦斯理化品质和感官品质的影响

由表 2 可知, 酵母添加量对格瓦斯 pH、糖度、酒精度和感官评价影响如下: 随着酵母添加量增加, 糖度逐渐降低, 由于发酵过程中, 酵母菌利用可发酵糖产生二氧化碳气体和酒精, 酵母菌用量越大, 糖度越低; pH 先快速增大后逐渐降低, 在酵母添加量为质量分数 7.5% 时, 达到最大值, 并且 pH 和糖度呈显著负相关($r=-0.637\ 7, P<0.05$)。酵母菌添加量增加使二氧化碳气体产量增大, pH 大幅升高, 但在发酵后期一部分二氧化碳气体又溶于发酵液中, pH 逐渐降低; 乙醇体积分数开始快速增大后保持稳定, 由于发酵初期酵母菌利用可发酵糖开始

产生大量乙醇, 糖度与乙醇体积分数呈显著负相关($r=-0.721\ 6, P<0.05$), 发酵后期产生酯类物质^[4-5], 所以乙醇体积分数略有降低; 口感、色泽先增加后保持稳定, 但气味受到酵母菌影响, 先增加后降低, 进而导致感官评价也先增加后降低, pH、乙醇体积分数对格瓦斯的口感、色泽、气味(酒精度呈显著正相关, $P<0.05$)、感官评价呈极显著正相关($P<0.01$), 说明对于添加酵母菌来说, 格瓦斯酸度降低、乙醇体积分数增加能够显著提高树莓格瓦斯的感官评价指标, 气味直接影响感官评价的趋势, 并且气味对感官评价呈极显著正相关($r=0.964\ 6, P<0.01$), 因此气味对感官评价影响很大。

表 2 不同酵母添加量对树莓格瓦斯品质影响

Table 2 Effects of the amount of yeasts on quality of raspberry kvass

酵母菌添加量/%	pH	糖质量分数/%	乙醇体积分数/%	感官评价	口感	色泽	气味
2.5	2.46±0.03	3.62±0.01	3.1±0.2	17.0±0.4	5.5±0.2	6.0±0.5	5.5±0.2
5.0	2.93±0.04	3.57±0.01	4.6±0.3	19.0±0.5	6.0±0.1	7.0±0.3	6.0±0.1
7.5	4.11±0.02	3.51±0.01	6.2±0.1	24.5±0.5	8.5±0.2	8.0±0.2	8.0±0.3
10.0	3.98±0.01	3.38±0.02	6.3±0.1	23.0±0.3	8.0±0.3	7.5±0.1	7.5±0.1
12.5	3.76±0.01	3.21±0.03	6.1±0.1	20.5±0.6	7.0±0.5	7.5±0.1	6.0±0.3

2.3 发酵时间对树莓格瓦斯理化品质和感官品质的影响

由表3可知,发酵时间对格瓦斯pH、糖度、酒精度和感官评价影响如下:随着发酵时间增加,糖度逐渐降低,由于发酵过程中,酵母菌利用可发酵糖产生二氧化碳气体和乙醇,酵母菌用量越大,糖度越低;pH和乙醇体积分数都是先增大后逐渐降低,在发酵初期,主要产生乙醇和二氧化碳,发酵

后期产生酯类物质和酸类物质^[4-5],并且pH和乙醇体积分数呈极显著正相关($r=0.911\ 2, P<0.01$);口感、色泽、气味、感官评价先增加后保持稳定,糖度对格瓦斯的口感、色泽、气味、感官评价呈极显著负相关($P<0.01$),pH对口感、气味、感官评价呈显著正相关($P<0.05$),说明对于发酵时间来说,格瓦斯酸度和糖度降低能够显著提高树莓格瓦斯的感官评价指标。

表3 不同发酵时间对树莓格瓦斯品质影响

Table 3 Effects of fermentation time on quality of raspberry kvass

发酵时间/h	pH	糖质量分数/%	乙醇体积分数/%	感官评价	口感	色泽	气味
48	3.44±0.02	3.48±0.02	5.1±0.2	17.5±0.6	6.0±0.3	6.0±0.3	5.5±0.2
56	3.58±0.02	3.32±0.01	5.9±0.1	20.0±0.8	6.5±0.1	6.5±0.3	7.0±0.3
64	4.17±0.04	3.27±0.01	6.6±0.2	22.0±0.9	7.5±0.2	7.0±0.2	7.5±0.1
72	3.93±0.02	3.21±0.03	6.1±0.1	26.0±0.4	9.0±0.4	8.5±0.2	8.5±0.2
80	3.69±0.01	3.09±0.02	5.5±0.2	25.5±0.2	9.0±0.3	8.5±0.1	8.0±0.2

2.4 糖化液糖质量分数对树莓格瓦斯理化品质和感官品质的影响

由表4可知,糖化液糖质量分数对格瓦斯pH、糖质量分数、乙醇体积分数和感官评价影响如下:随着糖化液糖质量分数增加,格瓦斯糖质量分数和乙醇体积分数都增加,且糖质量分数和乙醇体积分数呈极显著正相关($r=0.978\ 7, P<0.01$);pH先增大后逐渐降低,因为发酵后期酸类物质增加^[4-5];

口感、色泽先增加后保持稳定,气味和感官评价先增加后降低,糖质量分数和乙醇体积分数对格瓦斯的口感、气味、感官评价呈显著正相关($P<0.05$),对色泽呈极显著正相关($P<0.01$),说明对于糖化液糖度来说,格瓦斯糖质量分数和乙醇体积分数增加能够显著提高树莓格瓦斯的感官评价指标,气味直接影响感官评价趋势,并且气味对感官评价呈极显著正相关($r=0.961\ 7, P<0.01$),因此气味对感官评价很重要。

表4 不同糖化液糖度对树莓格瓦斯品质影响

Table 4 Effects of sugar degree on quality of raspberry kvass

糖化液糖度	pH	糖质量分数/%	乙醇体积分数/%	感官评价	口感	色泽	气味
4	3.42±0.01	3.31±0.03	1.9±0.2	21.5±0.8	7.0±0.6	7.5±0.3	7.0±0.1
6	3.47±0.01	3.39±0.02	2.7±0.2	23.5±0.6	8.0±0.2	8.0±0.2	7.5±0.2
8	3.66±0.01	3.54±0.02	3.8±0.3	25.0±0.7	8.5±0.2	8.0±0.2	8.5±0.3
10	3.49±0.02	3.62±0.01	5.8±0.2	26.5±0.4	9.0±0.3	8.5±0.2	9.0±0.2
12	3.38±0.02	3.84±0.03	7.1±0.3	25.0±0.5	8.5±0.2	8.5±0.2	8.0±0.2

2.5 酒花添加量对树莓格瓦斯理化品质和感官品质的影响

由表5可知,酒花添加量对格瓦斯pH、糖质量分数、乙醇体积分数和感官评价影响如下:随着酒花添加量增加,格瓦斯乙醇体积分数增加,且糖质量分数和乙醇体积分数呈极显著负相关($r=-0.839\ 0, P<0.01$)见表10;糖质量分数逐渐降低,且糖质量分

数和pH呈极显著负相关($r=-0.809\ 7, P<0.01$);pH增大后保持稳定,且pH和乙醇体积分数呈极显著正相关($r=0.992\ 2, P<0.01$),因为发酵前期主要产生酒精和二氧化碳气体;色泽先增加后保持稳定,口感、气味和感官评价先增加后降低,因为酒花增加爽口感和芳香气味,添加过多会加重苦涩味道^[11],且pH和酒精度对格瓦斯的口感、色泽(呈极显著正相

表 5 不同酒花添加量对树莓格瓦斯品质影响

Table 5 Effects of the amount of hops on quality of raspberry kvass

酒花质量分数/%	pH	糖质量分数/%	乙醇体积分数/%	感官评价	口感	色泽	气味
0.03	2.41±0.02	3.55±0.01	1.9±0.1	16.0±0.3	5.0±0.2	6.0±0.2	5.0±0.2
0.08	2.66±0.02	3.52±0.01	2.2±0.1	18.5±0.4	6.0±0.3	6.5±0.2	6.0±0.3
0.13	2.78±0.01	3.49±0.01	2.5±0.1	23.0±0.6	8.0±0.7	7.5±0.2	7.5±0.2
0.18	2.95±0.01	3.48±0.01	2.7±0.2	21.5±0.2	7.0±0.1	7.5±0.2	7.0±0.2
0.23	2.98±0.03	3.36±0.03	2.8±0.1	20.0±0.9	6.0±0.5	7.5±0.1	6.5±0.2

关, $P<0.01$)、气味、感官评价呈显著正相关 ($P<0.05$), 见表 10, 说明对于添加酒花来说, 格瓦斯 pH 和乙醇体积分数增加能够显著提高树莓格瓦斯感官评价指标。

2.6 树莓格瓦斯发酵过程中的香气成分分析

由表 11 可知, 树莓格瓦斯共鉴定出 49 种香气成分, 主要为苯乙醇 (15.24%)、十六烯酸乙酯 (12.07%)、6 甲基环三硅醚 (11.44%)、5H 甲萘酚 5 甲基咪唑 (10.03%)、4 苯甲酰胺 6 甲基 8H 吡喃酮

(7.59%)、十六烷酸乙酯 (6.03%)、环戊硅氧烷 (4.11%)、油酸乙酯 (3.28%)、2 甲氧基 4 乙基苯酚 (3.16%)。通过气味活性值可知, 辛酸乙酯 (226)、癸酸乙酯 (15.41)、苯乙醇 (15.24)、十六烯酸乙酯 (6.04)、十六烷酸乙酯 (3.02)、油酸乙酯 (1.64) 气味活性值均大于 1, 并且酯类和含羟基物质的气味活性值要高于其他类物质, 说明对树莓格瓦斯的气味贡献极大^[7,9,12]。

表 6 树莓格瓦斯香气物质相对质量分数及气味活性值

Table 6 Aroma component contents and odor activity values

化合物名称	树莓格瓦斯相对质量分数/%	阈值	气味活性值	香气描述
二甲基肼	0.48±0.02	80 ^[7]	0.006	和丙酮气味一样 ^[7]
1 氯二硝基丙烷	0.13±0.01	—	—	
2 氟乙酰胺	0.24±0.02	80 ^[7]	0.003	和丙酮气味一样 ^[7]
3 甲基 1 丁醇甲酸酯	1.03±0.11	—	—	
5 甲基 1 庚烯	0.03±0.01	—	—	
6 甲基环三硅醚	11.44±0.38	—	—	
苯甲氧基肼	0.56±0.08	—	—	
3 甲基 4 羧基四氢化噻唑	0.26±0.02	—	—	
2 乙基 2,3,3 三环丙酸正丁酸	0.27±0.03	4.7 ^[7]	0.057	令人讨厌的气味 ^[7]
1 甲基 2 羟乙基环丁烷	0.10±0.01	—	—	
3 乙氧基苯丙酮羟肼	0.98±0.13	—	—	
5H 甲萘酚 5 甲基咪唑	10.03±0.27	—	—	
8 氢 6 甲基 1H 三茚	2.44±0.16	—	—	
4 三甲基硅烷基 9,9 二甲基 9 硅茚	0.60±0.10	—	—	
苯乙醇	15.24±0.21	1 ^[7]	15.24	玫瑰香气 ^[7]
五乙基环戊醇硅氧烷	1.54±0.13	—	—	
环戊硅氧烷	4.11±0.26	—	—	
辛酸乙酯	1.13±0.03	0.005 ^[7]	226	果香, 花香 ^[7]
环四聚八甲基硅氧烷	0.48±0.12	—	—	
三甲基孕烯酮甲硅烷	2.04±0.21	—	—	
三甲氧基硅烷基 3,5 二甲氧基 4 苯酸盐	0.32±0.04	—	—	
3 氯二氮甲基 6 苯基乙胺啉	0.28±0.02	—	—	
2 甲氧基 4 乙基苯酚	3.16±0.31	5.5 ^[7]	0.57	药的气味 ^[7]

续表 6

化合物名称	树莓格瓦斯相对质量分数/%	阈值	气味活性值	香气描述
三甲基硅烷	0.50±0.01	—	—	
癸酸乙酯	1.88±0.09	0.122 ^[7]	15.41	水果味 ^[7]
甲基四氯代苄甲基 4 羧酸盐	0.75±0.06	60 ^[7]	0.013	醋酸味 ^[7]
胆甾烷醇	0.32±0.14	—	—	
3 丁烯 4 三甲基环己烯	0.98±0.09	—	—	
8 孕烯 3 乙烯基羟甲基糠醛	0.55±0.08	—	—	
月桂酸乙酯	0.77±0.04	3.5 ^[7]	0.22	水果味 ^[7]
三甲基硅基苯甲酸	0.25±0.02	—	—	
9 氨基 7 巯基苄	0.33±0.01	—	—	
十四烷酸乙酯	0.46±0.02	4 ^[9]	0.12	轻微的蜡味 ^[9]
四甲基硅烷	0.17±0.01	—	—	
4 甲基三甲基苯甲酸三硅烷脂	0.46±0.03	—	—	
1 吩噻乙酯	0.48±0.03	2 ^[7]	0.24	蜡味 ^[7]
十六烯酸乙酯	12.07±0.52	2 ^[7]	6.04	蜡味 ^[7]
十六烷酸乙酯	6.03±0.74	2 ^[7]	3.02	蜡味 ^[7]
3 乙氧基六甲基三硅氧烷	0.07±0.02	—	—	
N 甲基金刚烷乙酰胺	0.22±0.05	80 ^[7]	0.0028	和丙酮气味一样 ^[7]
二甲基乙基苯二酚	1.21±0.12	5.5 ^[7]	0.22	药的气味 ^[7]
吡啶基 2 氢羟基喹啉	0.08±0.01	—	—	
三甲基硅烷基苯	0.39±0.02	—	—	
2,4 二甲基苯甲基喹啉	0.27±0.13	—	—	
油酸乙酯	3.28±0.10	—	—	
2 甲基脂联苯烯	0.14±0.02	—	—	
4 羟基 2 氟甲基 5 甲基羟基喹啉	2.15±0.04	—	—	
4 苯甲酰胺 6 甲基 8H 吡喃酮	7.59±0.24	—	—	
4 甲基二亚甲基苯酚	1.13±0.04	5.5 ^[7]	0.21	药的气味 ^[7]

注:标注文献序号的香气物质阈值和香气描述来自这些文献

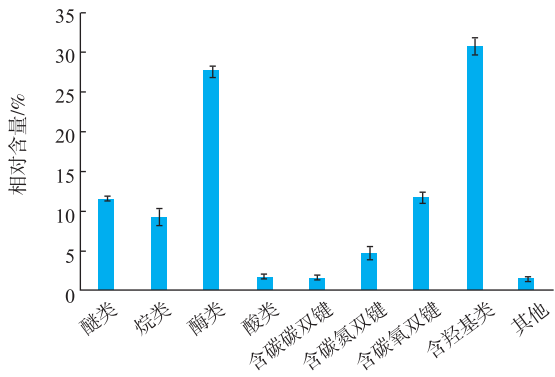


图 1 树莓格瓦斯香气成分比较

Fig. 1 Comparison of aroma components in raspberry kvass

由表 6 和图 1 可知,通过分析树莓格瓦斯的香气成分可以得出:树莓格瓦斯中含羟基(5 种)所占

整个香气成分比例最大,为 30.77%;其次是酯类(10 种)占 27.59%;含碳氧双键(6 种)占 11.52%;醚类(1 种)占 11.44%;烷类(9 种)占 9.14%;含碳氮双键(7 种)占 4.64%;酸类(4 种)占 1.59%;含碳碳双键(4 种)占 1.41%;其他(3 种)1.32%^[13-14]。含羟基物质中,苯乙醇是主要的风味物质,苯乙醇不仅有一定的杀菌作用,而且有诱人的茉莉花香和玫瑰香,给人以柔和愉悦的感觉^[7,9,12],不同于其他醇类物质所带有的刺鼻气味;酯类物质中,十六烯酸乙酯是主要的风味物质,具有花香,并带有水果的清香气味^[7,9,12]。并且含羟基和酯类物质的气味活性值最大,其中辛酸乙酯、癸酸乙酯、苯乙醇气味活性值分别为 226、15.41、15.24,是树莓格瓦斯气味活性值最大的 3 种香气物质,其中辛酸乙酯具有果香和花香,癸酸乙酯具有葡萄的水果香气,这也进一步阐明了气味活

性值可以量化各香气物质对树莓格瓦斯的贡献程度^[2,9],并解释香气成分对树莓格瓦斯的气味和感官评价起到极其重要的作用。表6中硅氧烷化合物不是树莓格瓦斯的香气物质,可能是色谱柱流失造成的。

3 结 语

格瓦斯的理化品质和感官品质呈显著相关性 ($P<0.05$),在树莓汁添加量参数中,pH和糖质量分数都与感官评价呈极显著相关 ($P<0.01$);在酵母菌添加量参数中,pH和乙醇体积分数对感官评价呈极显著正相关 ($P<0.01$);在发酵时间参数中,pH对感官评价呈显著正相关 ($P<0.05$),糖质量分数对感

官评价呈极显著负相关 ($P<0.01$);在糖化液糖质量分数参数中,糖质量分数和乙醇体积分数对感官评价呈显著正相关 ($P<0.05$);在酒花添加量参数中,pH和乙醇体积分数对感官评价呈显著正相关 ($P<0.05$)。树莓格瓦斯中主要的香气成分为含羟基(30.77%)和酯类物质(27.56%),并且含羟基和酯类物质的气味活性值最大,其中辛酸乙酯、癸酸乙酯、苯乙醇气味活性值分别为226、15.41、15.24,说明这3种物质对气味贡献最大,辛酸乙酯具有果香和花香;苯乙醇有诱人的茉莉花香和玫瑰香,给人以柔和愉悦的感觉;癸酸乙酯具有葡萄的水果香气。因此,树莓格瓦斯的香气成分对其感官品质起到重要作用。

参考文献:

- [1] SARAH M M, ROBERT M, MICHAEL C Q. Volatile composition in raspberry cultivars grown in the pacific northwest determined by stir bar sorptive extraction-gas chromatography-mass spectrometry[J]. **J Agric Food Chem**, 2008, 56: 4128-4133.
- [2] ZHANG Qian, XIN Xiulan, YANG Fumin, et al. The evaluation of red raspberry vinegar relative odor activity value by principal component analysis[J]. **Modern Food Science and Technology**, 2015, 31(11): 11-18. (in Chinese)
- [3] 艾静. 谷物格瓦斯的研制[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [4] SUMBY K M, PAUL R G, VLADIMIR J. Microbial modulation of aromatic esters in wine: current knowledge and future prospects[J]. **Food Chemistry**, 2010, 121(1): 1-16.
- [5] Delvaux F, Saeens SMG, Verstrepen KJ, Van Dijck P, et al. Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation[J]. **Applied Environmental Microbiology**, 2008, 74(2): 454-463.
- [6] Jean-Marc Daran Lucie A. Hazel Wood, Antonius J. A. Van Maris, Jack TP, et al. The Ehrlich pathway for fusel alcohol production: a century of research on *Saccharomyces cerevisiae* metabolism [J]. **Applied and Environmental Microbiology**, 2008, 74(8): 2259-2266.
- [7] MICHAEL C Q, YUANYUAN W. Seasonal variation of volatile composition and odor activity value of 'Marion' (*Rubus* spp. hybrid) and 'Thornless Evergreen' (*R. laciniatus* L.) blackberries[J]. **Journal of Food Science**, 2005, 70(1): 13-20.
- [8] MARIA J R, LUIS Z, LOURDES M, et al. Aroma active compounds during the drying of grapes cv. Pedro Ximenez destined to the production of sweet sherry wine[J]. **European Food Research and Technology**, 2010, 230(3): 429-435.
- [9] BYOUNG H K, SEUNG K P. Volatile aroma and sensory analysis of black raspberry wines fermented by different yeast strains [J]. **Journal of the Institute of Brewing**, 2015, 121(1): 87-94.
- [10] LAURA V A, EDGAR C I V, KOUSHIK A, et al. Sensory and physicochemical characterization of juices made with pomegranate and blueberries, blackberries, or raspberries[J]. **Journal of Food Science**, 2010, 75(7): 398-404.
- [11] 王辉. 酒花品种、新鲜度、配方和工艺对啤酒风味的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2012.
- [12] ULRICH K, KATERYNA Z, SHIMIN W, et al. Thin-layer high-vacuum distillation to isolate volatile flavour compounds of cocoa powder[J]. **European Food Research and Technology**, 2006, 223(5): 675-681.
- [13] FANG Zhiqing, LIN Ye, WANG Ya, et al. Determination of 16 phthalic acid esters in spirit by gas chromatography/mass spectrometry[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2015, 34(1): 108-111. (in Chinese)
- [14] AI Dui, ZHANG Fuxin, YU Lingling, et al. Optimization of head space solid phase micro-extraction conditions for volatile components in goat milk[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2015, 34(1): 40-46. (in Chinese)