DOI:10.3969/j.issn. 1673–1689.2018.03.008

超声酶解法对姜酒理化特性及香气成分的影响

吴 昊[1]， 朱俊向[1,2]， 王成荣[*1]

（1. 青岛农业大学 食品科学与工程学院，山东 青岛 266109；2. 中国海洋大学 食品科学与工程学院，山东 青岛 266001）

摘要： 超声和酶解技术应用在果酒发酵可以提高原料的利用水平，保证果酒良好的感官质量。针对不同超声酶解工艺对发酵姜酒品质及香气成分的影响进行了研究，比较了不同超声酶解组合制得姜酒的酒精度、可发酵性糖、总糖、可滴定酸和游离氨基酸含量，并通过 GC–MS 方法对不同工艺姜酒样品的香气成分进行了分析。结果表明：较单一超声处理和酶解处理，经过超声协同酶解制备得到的姜酒，酒精度提高了 9.66%和 7.61%，可发酵性糖质量浓度提高了 43.68%和 15.19%，总糖质量浓度提高了 46.29%和 0.52%，可滴定酸浓度提高了 49.70%和 18.40%，游离氨基酸质量浓度提高了 18.17%和 18.06%。香气成分分析表明：不同处理发酵姜酒中的香气成分主要由醇类、酯类、酸类、少数的酚类和烷类组成，醇类化合物的相对含量最高。超声协同酶解组发酵姜酒产生的香气物质种类最多，鉴定为 51 种，其中相对含量最高的组分为苯乙醇，占 19.6%；丁内酯、正己醛、2–甲基己酸和 6–姜酚的相对含量也均明显高于其余组，分别占 5.42%、5.09%、5.01%和 10.5%。

关键词： 姜酒；超声；复合酶；理化特性；GC–MS

中图分类号：TS 255.36　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1673—1689(2018)03—0274—09

Effect of Physicochemical Properties and Volatile Aroma of Ginger Wine under Different Ultrasound–Enzymatic Processing

WU Hao[1]， *ZHU Junxiang*[1,2]， *WANG Chengrong*[*1]

（1. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 2. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266001, China）

Abstract: Ultrasound and complex enzymatic hydrolysis can be used to enhance utilization level of raw material and ensure sensory quality of fruit wine under fermentation process. In this study, effects of different ultrasound-enzymatic processing on quality and aroma components of ginger wine were investigated. Alcoholic strength, fermentable sugar content, total sugar content, titratable acid

收稿日期： 2015–10–26

基金项目： 国家自然基金项目（31401549）；山东省现代蔬菜产业技术体系项目（SDSXDSCCYJSTX）；山东省高等学校科技计划项目（J14LE11）；青岛市科技计划项目（14–2–4–71–jch）；青岛农业大学高层次人才科研基金项目（1207）。

作者简介： 吴 昊（1981—），女，黑龙江齐齐哈尔人，工学博士，副教授，硕士研究生导师，主要从事果蔬加工与贮藏方面的研究。E–mail：wuhaoqau@163.com

*** 通信作者：** 王成荣（1958—），男，山东烟台人，农学硕士，教授，硕士研究生导师，主要从事农产品加工与贮藏方面的研究。E–mail：qauwcr@126.com

引用本文： 吴昊，朱俊向，王成荣. 超声酶解法对姜酒理化特性及香气成分的影响[J]. 食品与生物技术学报，2018，37(03)：274–282.

content and free amino acid content of ginger wines under different processing were compared, and aroma composition of various ginger wine samples were analyzed using GC-MS. The results indicated that alcoholic strength of simultaneous processing wine was increased by 9.66% and 7.61% compared with ultrasonic processing wine and enzymatic processing wine. Similarly, fermentable sugar content was increased by 43.68% and 15.19%, total sugar content was increased by 46.29% and 0.52%, titratable acid content was increased by 49.70% and 18.40%, free amino acid content was increased by 18.17% and 18.06%. The results of aroma composition analysis indicated that ginger wines under different ultrasound-enzymatic processing were mainly composed of alcohols, esters, acids, a few of phenols and alkanes, and the relative content of alcohol compounds was the highest. Aroma substances generated from simultaneous processing wine were most, and 51 compounds were identified. One of the highest relative content of these compounds was phenethyl alcohol, accounting for 19.6%. Relative contents of butyrolactone, hexanal, 2-methylcaproic acid and 6-gingerol were also significantly higher than the other processing wines, accounting for 5.42%, 5.09%, 5.01% and 10.5%.

Keywords: ginger wine, ultrasound, complex enzyme, physicochemical properties, GC-MS

生姜 (*Zingiber Officinale* Rosc.), 属于姜科姜属,是一种多年生草本植物。从古至今,生姜都是广泛应用的香辛料和普遍使用的传统中药材,也是卫生部首批公布的同时具有药用和食用价值的植物资源之一,在我国具有悠久的栽培历史。生姜根茎中的营养物质非常丰富, 鲜姜干物质约占 12%,粗蛋白占 1.2%,粗纤维占 1.1%,粗脂肪占 0.2%,灰分占 1.5%[1]。近年来许多文献表明,生姜具有多种生物活性,其在抗菌、消炎、降血糖、抗肿瘤、抗氧化、抗衰老、降血脂和治疗心脑血管疾病等方面具有重要的应用价值[2]。

以生姜为原料生产的姜酒能够继承生姜本身抗菌抑菌、抗老防衰等功效,是一种重要的保健酒,具有良好的市场前景,研究发酵姜酒也符合国家关于重点发展果酒发酵酒取代一部分粮食白酒的指导思想。在进行姜酒发酵时,采用合适的前处理工艺, 可以释放更多生物活性物质在生姜发酵液中,有利于提升发酵姜酒的经济价值和营养价值。超声和酶解是目前两种常用的高效绿色非热加工技术,超声波空穴效应产生的足够能量,能够充分破坏植物原料的细胞壁,加速了植物细胞中有效成分的转移和扩散[3],而酶解技术的应用,使得在不损害产品风味和营养价值的前提下,可以迅速将果胶、纤维素和蛋白质等大分子进行分解转化为生物活性小分子,改善稳定性[4]。

目前,超声酶解组合技术已经广泛应用于植物活性成分的提取分离[5-6],然而,在果酒发酵中的应用及对果酒品质的影响研究尚待开展,因此,作者探讨了不同的超声酶解组合方式对发酵姜酒理化特性和香气成分组成的影响,旨在为进一步研究姜酒发酵工艺提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜生姜、白砂糖:购自青岛市城阳区大润发超市;果胶酶(30 000 U/g)、纤维素酶(40 000 U/g):购自天津利华酶制剂有限公司;α-淀粉酶(4 000 U/g):购自北京双旋微生物培养基生物制品厂;葡萄酒高活性干酵母:购自安琪酵母股份有限公司。

氢氧化钠、3,5-二硝基水杨酸、酒石酸钾钠、结晶酚、亚硫酸氢钠、苯酚、浓硫酸、牛血清蛋白、葡萄糖水合茚三酮、考马斯亮蓝、正戊烷、无水乙醇等:均为分析纯。

1.2 主要仪器设备

SY-1000E 多用途恒温超声提取仪: 北京弘祥隆生物技术开发有限公司;SANYO 立式高压灭菌锅: 日本三洋电器集团;SPX-250B-Z 生化培养箱:上海博迅实业有限公司医疗设备厂;754 紫外-可见分光光度计: 上海光谱仪器有限公司;RE-52AA 旋转蒸发仪:上海亚荣生化仪器厂;SHB-III 循环水式

多用真空泵：郑州长城科工贸有限公司;WAY-2S阿贝折光仪:上海精密科学仪器有限公司;电热恒温水浴锅：龙口市先科仪器公司;TDL-5000B和TGL-16C离心机:上海安亭科学仪器厂;AR2140电子分析天平：奥豪斯国际贸易有限公司;HP6890/5975气相色谱-质谱仪:美国Agilent公司。

1.3 方法

1.3.1 姜酒制备流程

1)无处理对照组(Control Extraction,CE)。参考作者所在实验室其他蔬菜酒发酵工艺[7-8],将生姜打浆,按1:5 g/mL调节料液比,无任何处理直接调糖至15 °Brix,灭菌,按接种体积分数0.1%和装液量80%条件接种,于25 ℃下恒温发酵7 d得生姜发酵酒。

2)单一超声处理组(Ultrasonic extraction,UE)。生姜打浆,调节料液比后,在超声比功率为7 W/g,超声温度为55 ℃条件下,处理30 min,再发酵。调糖灭菌接种发酵条件同CE组。

3)单一酶解处理组(Enzymatic extraction,EE)。生姜打浆,调节料液比后,在45 ℃的复合酶组合条件下(纤维素酶500 U/g,果胶酶500 U/g,α-淀粉酶65 U/g)酶解1.5 h,再发酵。调糖灭菌接种发酵条件同CE组。

4)先超声后酶解处理组(Ultrasound-enzymatic extraction,UEE)。生姜打浆,调节料液比后,先超声处理,然后酶解,再发酵。超声条件同UE组,酶解条件同EE组,调糖灭菌接种发酵条件同CE组。

5)先酶解后超声处理组(Enzyme-ultrasonic extraction,EUE)。生姜打浆,调节料液比后,先酶解,然后超声处理,再发酵。超声条件同UE组,酶解条件同EE组,调糖灭菌接种发酵条件同CE组。

6)超声协同酶解处理组(Ultrasound-assisted enzymatic extraction,UAEE)。生姜打浆,调节料液比后,超声酶解同时进行,再发酵。协同处理温度为45 ℃,处理时间为30 min,其余条件同UE组和EE组,调糖灭菌接种发酵条件同CE组。

1.3.2 理化指标的测定 酒精度：采用酒精计测定;可发酵性糖质量浓度:采用3,5-二硝基水杨酸显色法测定[9];总糖质量浓度:采用苯酚-硫酸法测定[10];可滴定酸浓度:采用NaOH滴定法测定[11];游离氨基酸质量浓度:采用茚三酮显色法测定[12]。

1.3.3 香气成分的测定

1)姜酒香气成分的提取。分别取不同处理的姜酒样品25 mL,倒入分液漏斗中,加入25 mL正戊烷萃取24 h,萃取过程中每4小时振荡一次达到充分混合，静置分层后转移上层萃取液于圆底烧瓶中,封口待用。下层液再分别加入25 mL溶剂进行第二次和第三次萃取,均萃取24 h,每4小时振荡1次。将3次萃取液合并,浓缩至5 mL左右,氮吹至1 mL以下,溶剂定容至1 mL,用0.45 μm膜过滤,滤液用于GC-MS检测。每个样品作3个平行。

2)香气成分的检测。气相色谱条件:色谱柱为HP-FFAP毛细管柱(30 m×0.32 mm×0.25 μm);进样口温度为270 ℃;载气为氦气,流速1.2 mL/min;升温程序:初始温度为60 ℃,保持2 min,以2 ℃/min升至100 ℃保持5 min,再以5 ℃/min升至250 ℃保持2 min。质谱条件:电离方式为EI;接口温度为250 ℃;离子源温度为230 ℃;电离电压为70 eV;四极杆温度为150 ℃;全扫描模式,质量扫描范围:40~550 u。

1.3.4 数据处理 每组试验均重复3次,结果表示为平均值±标准偏差。通过SPSS 18.0软件对试验结果进行方差分析和邓肯多重比较,检验显著性($p \leq 0.05$)。GC-MS分析采用NIST05质谱数据库检索结合参考相关文献进行定性,并采用峰面积归一化法进行成分相对含量的计算。

2 结果与讨论

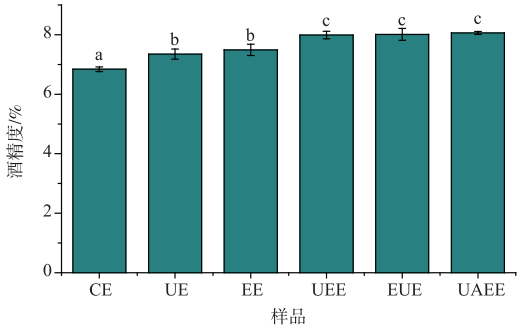
2.1 不同姜酒样品酒精度的比较

不同处理方法对姜酒总酸的影响见图1。由图1可看出，将超声和酶解技术结合在一起可以显著提高姜酒的酒精度($p < 0.05$),然而,UEE、EUE与UAEE三组间无显著性差异($p > 0.05$)。UAEE组较UE组和EE组酒精度提高了9.66%和7.61%,EE与UE组姜酒的酒精度无显著性差异($p > 0.05$)。酒精度最低的是对照姜酒，显著低于其他几种($p < 0.05$)。结果表明,超声与酶解组合处理相对于单一处理来说,能够提高姜酒的酒精度,在发酵时使姜酒提前达到稳定状态,缩短酿制周期,有利于提高姜酒产量,适合姜酒的酿制。

2.2 不同姜酒样品可发酵性糖和总糖质量浓度的比较

由图2(a)可知,UAEE组姜酒中可发酵性糖质量浓度最高,但与EE组和EUE组无显著差异($p > 0.05$)。另外,无酶解处理的UE组和CE组姜酒的可

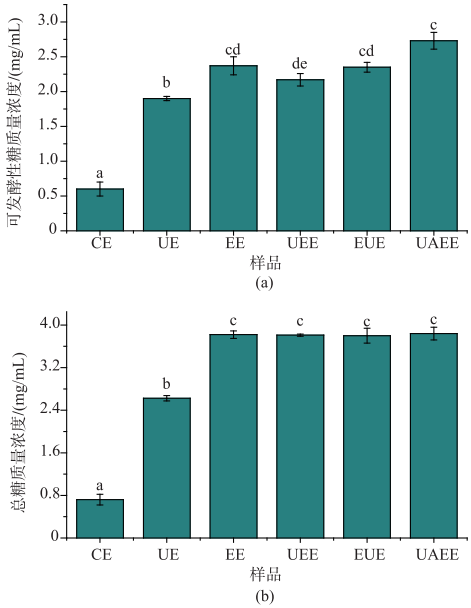
发酵性糖质量浓度明显低于其余组姜酒（$p < 0.05$）。由图 2(b)可知,同可发酵性糖质量浓度情况类似，无酶解处理的 UE 组和 CE 组姜酒的总糖质量浓度明显低于其余组姜酒（$p < 0.05$）。然而,EE 组、UEE 组、EUE 组和 UAEE 组之间不存在显著性差异($p>0.05$)。总体来看,较单一超声处理和酶解处理,经过超声协同酶解制备得到姜酒的可发酵性糖和总糖质量浓度均有所上升，分别提高了 43.68%、15.19%和 46.29%、0.52%。这可能因为是在酶解过程中的 α-淀粉酶使得生姜中的部分淀粉类物质转化为葡萄糖等可发酵性糖,从而提高了姜酒的可发酵性糖质量浓度,同时也提高了姜酒的总糖质量浓度。



相同字母表示在 $p \leqslant 0.05$ 水平上不显著。

图 1　不同姜酒的酒精度比较

Fig. 1　Comparison of alcoholic strength of different ginger wine



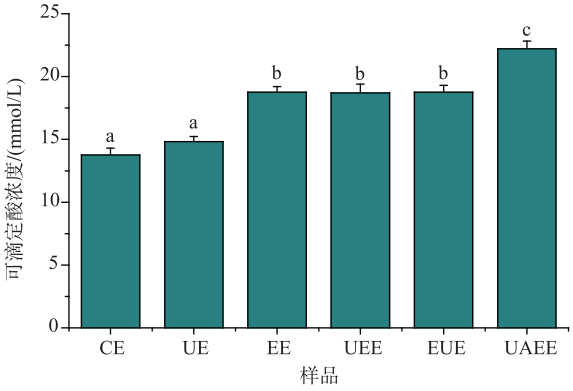
相同字母表示在 $p \leqslant 0.05$ 水平上不显著。

图 2　不同姜酒中的可发酵性糖和总糖质量浓度比较

Fig. 2　Comparison of fermentable sugar and total sugar content of different ginger wine

2.3　不同姜酒样品可滴定酸浓度的比较

酸类物质是果酒发酵中重要的品质评价指标,能够增加酒的浓厚感，延长酒的品质寿命。由图 3 可知，酶解过程对姜酒中可滴定酸浓度影响较大,EE 组、UEE 组、EUE 组和 UAEE 组制得姜酒的可滴定酸浓度明显高于其余处理组($p<0.05$),较单一超声处理和酶解处理,经过超声协同酶解制备得到的姜酒,可滴定酸浓度提高了 49.70%和 18.40%。可能原因是酶解过程能够促进样品中的糖类物质生成,在微生物作用下,进一步提高了姜酒中的酸类化合物浓度。UAEE 组制得姜酒的可滴定酸浓度显著高于其余酶解处理组($p<0.05$),这可能与某些酶在超声作用下的协同增效效应有关,一方面超声波的空化效应增加了酶与底物的接触面积，减小传质限制,另一方面,某些酶在超声作用下活性增强[14]。



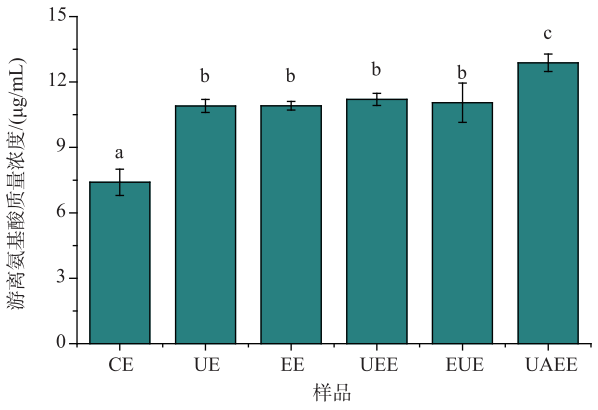
相同字母表示在 $p \leqslant 0.05$ 水平上不显著。

图 3　不同姜酒中的可滴定酸浓度比较

Fig. 3　Comparison of titratable acid content of different ginger wine

2.4　不同姜酒样品游离氨基酸质量浓度的比较

果酒中的游离氨基酸对酒体的风味和营养价值有很大影响,赋予了果酒特有的香味和浓厚感及较高的营养价值，因此是评价果酒品质的重要指标。由图 4 可知,超声协同酶解处理明显优于先超声后酶解处理和先酶解后超声处理($p<0.05$),其游离氨基酸质量浓度较后两者分别提高了 18.17%和 18.06%。UE 组、EE 组、UEE 组和 EUE 组姜酒中的游离氨基酸无显著性差异($p>0.05$),CE 组姜酒中的游离氨基酸质量浓度最低。可能原因是超声处理和酶解处理均能有效破坏生姜细胞的结构,导致更多的游离氨基酸从细胞中释放出来,超声的同时进行酶解,协同增效作用明显。



相同字母表示在 $p \leqslant 0.05$ 水平上不显著。

图 4　不同姜酒中的游离氨基酸质量浓度比较

Fig. 4　Comparison of free amino acid content of different ginger wine

2.5　不同姜酒样品香气成分的比较

果酒香气有来自原料的果香、发酵过程中由酵母、乳酸菌等微生物产生的发酵香和陈酿香，果酒中的香气成分是构成果酒质量的主要因素之一，图 5(a)~(f)为不同处理方式姜酒的 GC–MS 总离子流图。

根据所得的生姜发酵酒香气成分的 GC–MS 总离子流色谱图，经 NIST05 谱库联机检索，检出主要香气成分的种类及相对含量见表 1。6 种姜酒样品的主要香气成分共 85 种，其中 UEE 组的香气成分定性为 27 种，EUE 组姜酒中定性为 27 种，EE 组姜酒定性为 33 种，UAEE 组姜酒定性为 51 种，UE 组姜酒中定性为 37 种，CE 组姜酒中定性为 34 种。

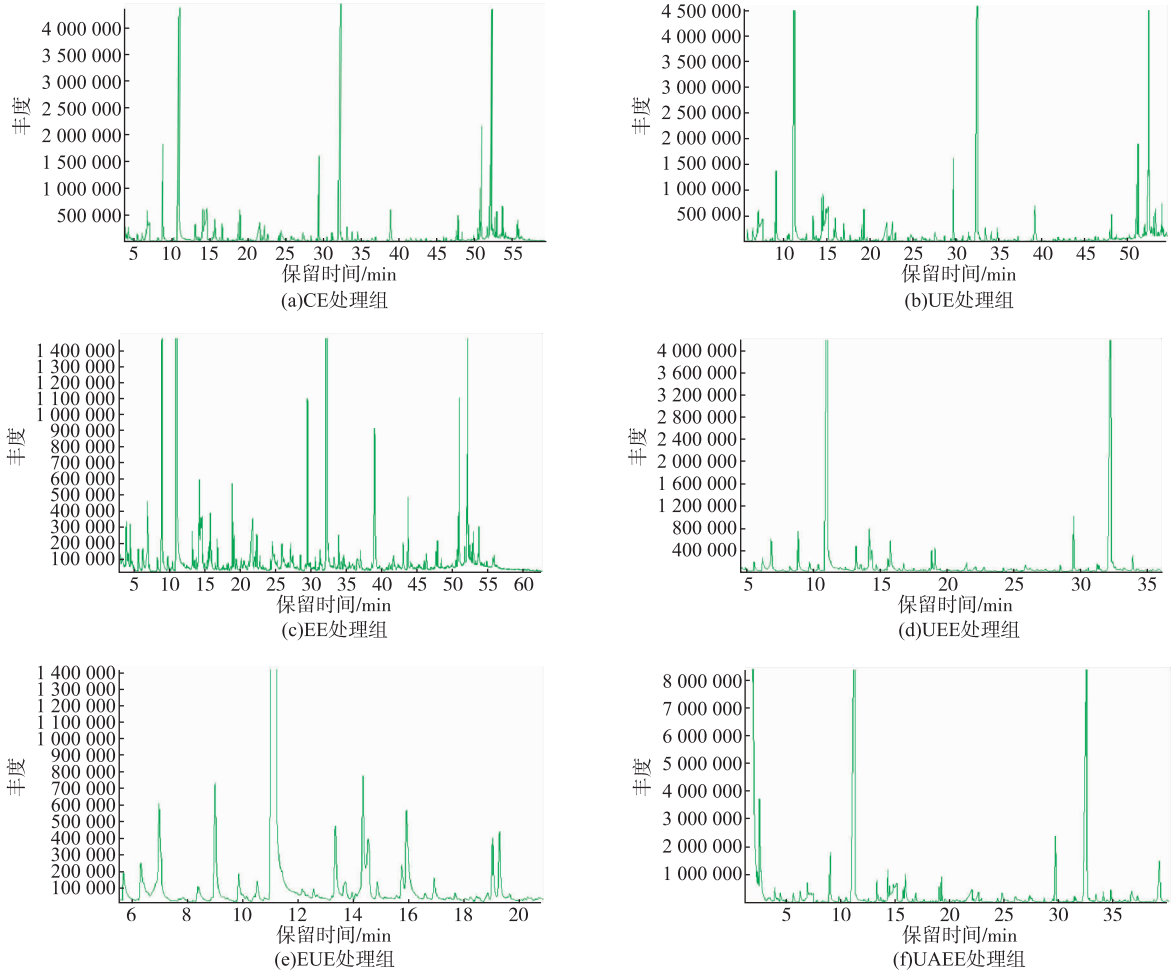


图 5　CE 处理组、UE 处理组、EE 处理组、UEE 处理组、EUE 处理组和 UAEE 处理组姜酒香气成分 GC–MS 总离子流图

Fig. 5　GC–MS total ion chromatograms of aroma components after CE treatment, UE treatment, EE treatment, UEE treatment, EUE treatment, and UAEE treatment

GC-MS 定性出姜酒中的主要香气成分有醇类、酯类、酸类、少数的酚类和烷类。醇类化合物在各组相对含量最高，种类最多；UAEE 组酯类化合物种类多于其他组。详细而言，UEE 组含有醇类化合物 11 种，酸类化合物 4 种，酯类化合物 3 种，羰基化合物 3 种，烷类化合物 2 种，酚类化合物 1 种，其他 3 种。EUE 组含有醇类化合物 13 种，酸类化合物 3 种，酯类化合物 3 种，羰基化合物 4 种，酚类化合物 1 种，其他 3 种。EE 组含有醇类化合物 15 种，酸类化合物 3 种，酯类化合物 5 种，羰基化合物 4 种，烷类化合物 1 种，酚类化合物 1 种，其他 4 种。UAEE 组含有醇类化合物 20 种，酸类化合物 6 种，酯类化合物 11 种，羰基化合物 5 种，酚类化合物 3 种，其他 6 种。UE 组含有醇类化合物 18 种，酸类化合物 6 种，酯类化合物 6 种，羰基化合物 2 种，酚类化合物 1 种，其他 4 种。CE 组含有醇类化合物 14 种，酸类化合物 5 种，酯类化合物 3 种，羰基化合物 4 种，酚类化合物 3 种，其他 5 种。

不同工艺姜酒中的香气成分存在较大差异，6 种姜酒中共同含有的香气成分有 1,3-丙二醇二乙酸酯、苯乙醇、辛醛、3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇、龙脑、α-松油醇、2,6-二甲基-2,6-辛二烯-1,8-二醇、香叶酸、癸酸和异香橙烯环氧化物 10 种，但每种化合物的相对含量各不相同。UEE 组、UAEE 组、UE 组和 CE 组姜酒中相对含量最多的香气成分均为苯乙醇，其相对含量分别为 57.4%、19.6%、23.7%和 23.2%，苯乙醇具有独特的玫瑰、紫罗兰、茉莉花香等多种香味，赋予姜酒特殊的香味。EUE 组姜酒和 EE 组姜酒中相对含量最多的香气成分为龙脑，分别为 57.7%和 53.4%，龙脑气清香，味微凉，使得姜酒具有清凉的口感和清香的气味。此外，UAEE 和 UE 组姜酒的 6-姜酚相对含量也高于其余组，分别为 10.50%和 8.22%，6-姜酚是生姜姜酚类化合物的代表物质，具有很强的生物活性和药理作用，能够有效清除自由基、抑制血小板聚集，同时还具有抗诱变、抗炎、抗肿瘤等功效，常作为评价生姜及其药物品质的客观指标。

表 1　不同处理姜酒香气成分的相对含量

Table 1　Relative contents of different kinds of aroma compounds in ginger wines with different treatments

序号	化合物名称	分子式	相对分子质量	相对含量/%					
				UEE	EUE	EE	UAEE	UE	CE
1	4-羟基丁酸	$C_4H_8O_3$	140	1.96	—	—	—	—	—
2	丁内酯	$C_4H_6O_2$	86	—	—	—	5.42	—	—
3	3-甲硫基丙醇	$C_4H_{10}OS$	160	1.44	0.84	—	—	—	—
4	戊酸	$C_5H_{10}O_2$	120	—	—	—	—	0.11	—
5	5-巯基-1-戊醇	$C_5H_{12}OS$	120	—	—	0.58	—	—	—
6	己酸	$C_6H_{12}O_2$	116	0.66	—	—	1.70	2.07	1.08
7	正己醛	$C_6H_{12}O$	100	—	—	—	5.19	—	—
8	3-羟基丁酸乙酯	$C_6H_{12}O_3$	132	—	—	—	0.43	—	—
9	1,3-丙二醇二乙酸酯	$C_7H_{12}O_4$	160	0.93	1.09	1.32	0.23	0.62	0.28
10	2-庚酮	$C_7H_{14}O$	114	1.85	1.25	1.38	0.13	—	0.54
11	甲基甘露糖	$C_7H_{14}O_6$	194	—	—	3.40	0.50	—	3.15
12	2-甲基己酸	$C_7H_{14}O_2$	130	—	—	—	5.01	2.09	—
13	乙酸异戊酯	$C_7H_{14}O_2$	130	—	3.37	0.62	—	—	—
14	3-甲基-2-己醇	$C_7H_{16}O$	116	—	—	—	2.93	—	—
15	肼羧酸苯甲酯	$C_8H_{10}N_2O_2$	166	—	—	—	2.59	—	—
16	2,3-二甲基环己醇	$C_8H_{16}O$	128	—	—	—	0.70	—	—
17	苯乙醇	$C_8H_{10}O$	122	57.4	1.51	0.96	19.6	23.7	23.2
18	对羟基苯乙醇	$C_8H_{10}O_2$	138	—	0.70	1.74	2.93	0.34	0.96
19	苯乙醛	C_8H_8O	120	0.62	0.72	—	—	—	—
20	2,3,5,6-四甲基吡嗪	$C_8H_{12}N_2$	136	3.21	0.66	6.15	2.59	—	—
21	己酸乙酯	$C_8H_{16}O_2$	144	—	—	—	0.70	0.68	0.49

序号	化合物名称	分子式	相对分子质量	相对含量/%					
				UEE	EUE	EE	UAEE	UE	CE
22	乙酰琥珀酸二乙酯	$C_8H_{14}O_4$	174	—	—	—	0.83	—	—
23	辛酸	$C_8H_{16}O_2$	144	—	1.31	3.15	2.86	2.31	2.86
24	辛醛	$C_8H_{16}O$	128	3.35	0.55	0.79	0.10	1.42	1.67
25	4–羟基–3–甲氧基–苯甲酸酯	$C_9H_{10}O_4$	182	—	—	—	0.10	0.59	—
26	1–(1–亚甲基–2–丙 2 烯基)环己醇	$C_9H_{14}O$	138	—	—	—	—	0.47	—
27	1–(1–甲氧基–2–丙烯基)环戊醇	$C_9H_{14}O$	138	—	—	—	—	—	0.98
28	4–乙烯基–2–甲氧基–苯酚	$C_9H_{10}O_2$	150	1.87	0.95	1.91	1.30	—	0.75
29	香草酸甲酯	$C_9H_{10}O_4$	182	—	—	0.49	—	—	—
30	色醇	$C_{10}H_{11}NO$	161	—	—	0.83	0.13	0.64	0.16
31	3,7–二甲基–1,6–辛二烯–3–醇	$C_{10}H_{18}O$	154	0.74	6.02	0.62	0.50	0.46	0.50
32	L–香芹醇	$C_{10}H_{16}O$	152	—	—	—	—	—	0.21
33	龙脑	$C_{10}H_{18}O$	154	1.72	57.7	53.4	0.51	1.07	0.61
34	顺式–对薄荷基–1(7),8–二烯–2–醇	$C_{10}H_{16}O$	152	2.23	—	1.91	2.93	1.66	0.40
35	左薄荷脑	$C_{10}H_{20}O$	156	—	1.16	0.64	0.70	—	—
36	桉树脑	$C_{10}H_{18}O$	154	—	—	—	0.63	—	—
37	α–松油醇	$C_{10}H_{18}O$	154	0.88	1.84	1.25	0.71	1.73	1.08
38	辛酸乙酯	$C_{10}H_{20}O_2$	172	3.60	—	—	2.86	0.25	1.09
39	反式–2–癸烯–1–醇	$C_{10}H_{20}O$	156	2.43	4.25	—	—	—	—
40	2,6–二甲基–2,6–辛二烯–1,8–二醇	$C_{10}H_{18}O_2$	170	1.55	3.07	1.00	1.02	0.23	0.48
41	顺式–1–甲基–4–(1–甲乙基)–2–环己烷–1–醇	$C_{10}H_{18}O$	154	—	—	—	0.65	—	—
42	香叶醇	$C_{10}H_{18}O$	154	1.84	3.60	2.68	—	2.87	—
43	3,7–二甲基–2,6–亚辛基–1–醇	$C_{10}H_{18}O$	154	—	—	—	0.52	—	—
44	香叶酸	$C_{10}H_{16}O_2$	168	1.56	1.75	3.92	0.61	0.27	1.55
45	马鞭草烯醇	$C_{10}H_{16}O$	152	—	—	0.38	—	—	—
46	4–羟基–2–甲氧基肉桂醛	$C_{10}H_{10}O_3$	178	—	—	—	0.73	—	—
47	4–((1E)–3–羟基–1–丙烯基)–2–甲氧基苯酚	$C_{10}H_{12}O_3$	180	—	—	—	—	—	2.00
48	癸酸	$C_{10}H_{20}O_2$	172	0.51	0.92	1.51	0.27	0.19	0.84
49	香茅醇	$C_{10}H_{20}O$	156	3.58	0.60	0.91	0.32	—	—
50	α–(1–羟甲基)–苯丙酸	$C_{11}H_{14}O_3$	194	—	—	—	0.37	—	0.15
51	4–(3–羟基–2–甲氧基苯基)–丁–2–酮	$C_{11}H_{14}O_3$	194	—	—	—	—	—	14.1
52	1–甲氧基十二烷	$C_{13}H_{28}O$	200	—	—	0.36	—	—	—
53	己酸–2–苯乙酯	$C_{14}H_{20}O_2$	220	0.87	—	—	1.03	—	—
54	9–丁基三环[4.2.1.1(2,5)]癸烷–9,10–二醇	$C_{14}H_{24}O_2$	224	—	—	—	—	—	0.14
55	雪松烯–1–氧化物	$C_{15}H_{24}O$	220	0.47	0.80	0.45	—	0.65	0.22
56	韦得醇	$C_{15}H_{26}O$	222	—	—	—	0.11	—	—
57	β–桉叶醇	$C_{15}H_{26}O$	222	—	1.42	—	—	0.37	—
58	α–没药烯环氧化物	$C_{15}H_{24}O$	220	—	—	—	0.68	0.44	—
59	α–姜黄烯	$C_{15}H_{22}$	220	0.97	—	—	—	—	—
60	α–菖蒲醇	$C_{15}H_{26}O$	222	—	0.59	—	—	—	—
61	异香橙烯环氧化物	$C_{15}H_{24}O$	220	2.54	0.88	0.51	0.12	1.05	0.25
62	α–毕橙茄醇	$C_{15}H_{26}O$	222	0.97	—	—	—	0.24	0.35

序号	化合物名称	分子式	相对分子质量	相对含量/%					
				UEE	EUE	EE	UAEE	UE	CE
63	喇叭烯氧化物	$C_{15}H_{24}O$	220	—	—	—	—	—	0.14
64	新戊酸苎烯-6-醇	$C_{15}H_{24}O_2$	236	—	—	—	—	1.06	—
65	库贝醇	$C_{15}H_{26}O$	222	—	—	0.49	—	—	0.22
66	3,7,11-三甲基-1-月桂醇	$C_{15}H_{32}O$	228	—	—	—	0.10	—	—
67	顺式-7-十六碳烯醛	$C_{16}H_{30}O$	238	—	—	0.43	0.22	—	—
68	十二烯基丁二酸酐	$C_{16}H_{26}O_3$	266	—	—	—	0.34	3.63	—
69	叔十六巯醇	$C_{16}H_{34}S$	258	—	—	—	1.19	—	1.67
70	6-姜酚	$C_{17}H_{26}O_4$	294	—	1.92	2.17	10.50	8.22	1.95
71	3-(6-羟基-3,7-二甲基-2,7-辛二烯基)-4-甲氧基苯酚	$C_{17}H_{24}O_3$	276	—	—	—	0.88	3.19	1.30
72	3-(6-羟基-3,7-二甲基-2,7-辛二烯基)-4-甲氧基苯甲酸甲酯	$C_{17}H_{24}O_3$	276	—	—	0.79	—	—	—
73	(Z,Z)-2,13-十八碳二烯-1-醇	$C_{18}H_{34}O$	266	—	—	—	0.10	—	—
74	十六烷酸乙酯	$C_{18}H_{36}O_2$	284	—	—	—	—	0.24	—
75	2,5-十八碳二炔酸甲酯	$C_{19}H_{30}O_2$	290	—	0.47	—	—	—	—
76	6-甲基十八烷	$C_{19}H_40$	268	0.57	—	—	—	—	—
77	Z,Z-2-甲基-3,13-十八二烯醇	$C_{19}H_{36}O$	280	—	—	—	—	1.06	—
78	羟基苯甲酸甲酯	$C_{19}H_{34}O_2$	294	—	—	—	—	0.43	—
79	十八碳二烯酸甲酯	$C_{19}H_{34}O_2$	294	—	—	2.74	—	—	—
80	12-甲基-E,E-2,13-十八碳-1-醇	$C_{19}H_{36}O$	280	—	—	—	—	3.30	—
81	β-4,8,13-杜法三烯-1,3-二醇	$C_{20}H_{34}O_2$	360	—	—	—	1.32	1.42	0.18
82	苯乙酸,2-十四醇酯	$C_{22}H_{36}O_2$	322	—	—	—	1.07	—	—
83	6,9,12,15-二十二碳四烯酸甲酯	$C_{23}H_{38}O_2$	346	—	—	—	0.13	—	—
84	2-亚甲基-(3β,5α)-胆甾烷-3-醇,	$C_{28}H_{48}O$	400	—	—	—	—	2.86	—
85	1-三十七烷醇	$C_{37}H_{76}O$	536	—	—	0.53	4.69	9.65	—

3 结 语

作者研究了不同超声酶解组合工艺(单一超声处理,单一酶解处理,先超声后酶解处理,先酶解后超声处理,超声协同酶解处理)对发酵姜酒品质和香气成分的影响,通过比较测定的相关理化指标,发现经过超声和酶解组合处理发酵制得的姜酒品质较好,其酒精度、可发酵性糖、总糖、可滴定酸和游离氨基酸含量均得到了提升,而超声协同酶解处理能够显著提高姜酒中可滴定酸和游离氨基酸的含量。通过 GC-MS 分析可知,不同超声酶解组合工艺酿造的姜酒共获得 85 种香气成分,超声协同酶解处理组姜酒的香气成分种类远多于其余处理组,共鉴定出 51 种,包括醇类化合物 20 种,酸类化合物 6 种,酯类化合物 11 种,羰基化合物 5 种,酚类化合物 3 种,其他 6 种。其中,活性较高的姜酚类代表物 6-姜酚的相对含量也高于其余处理组,占 10.5%。综合上述结果,超声协同酶解处理更适合于姜酒的发酵,且能丰富姜酒产品的风味,提升姜酒产品的品质。

参考文献:

[1] EL-GHORAB A H,NAUMAN M,ANJUM F M,et al. A comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger(*Zingiber officinale*) and cumin(*Cuminum cyminum*)[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,2010,58(14):8231-8237.

[2] ALI B H,BLUNDEN G,TANIRA M O,et al. Some phytochemical,pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe):a review of recent research[J]. **Food and Chemical Toxicology**,2008,46(2):409-420.

[3] MASON T J,CHEMAT F,VINATORU M. The extraction of natural products using ultrasound or microwaves[J]. **Current Organic Chemistry**,2011,15(2):237-247.

[4] PURI M,SHARMA D,BARROW C J. Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants[J]. **Trends in Biotechnology**,2012,30(1):37-44.

[5] SUN Chunyan,ZHU Kexue,ZHOU Huiming. Preparation and enrichment antioxidant peptides from wheat gluten hydrolysate using ultrafiltration[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2011,30(1):44-48.(in Chinese)

[6] WU H,ZHU J,DIAO W,et al. Ultrasound-assisted enzymatic extraction and antioxidant activity of polysaccharides from pumpkin(*Cucurbita moschata*)[J]. **Carbohydrate Polymers**,2014,113:314-324.

[7] ZHANG Jingyuan,WANG Chengrong,YANG Shaolan,et al. Optimization of fermentation parameters for pumpkin wine by response surface methodology[J]. **Food Science**,2012,33(5):213-217.(in Chinese)

[8] JING Lin,GUAN Yunna,WANG Chengrong. Optimization of composite enzymatic processing technology on taro(*Colocasia esculenta*) wine[J]. 2015,6(6):2100-2108.(in Chinese)

[9] MILLER G L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar[J]. **Analytical Chemistry**,1959,31(3):426-428.

[10] DUBOIS M,GILLES K A,HAMILTON J K,et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances[J]. **Analytical Chemistry**,1956,28(3):350-356.

[11] DEVI R S,BUJANG J S,ZAKARIA M H,et al. Sugars,ascorbic acid,total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit(*Passiflora*) cultivars[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**,2013,93(5):1198-1205.

[12] REN G,WANG S,NING J,et al. Quantitative analysis and geographical traceability of black tea using Fourier Transform Near-Infrared Spectroscopy(FT-NIRS)[J]. **Food Research International**,2013,53(2):822-826.

[13] DELGADO P M M,DE CASTRO M D L. A review on enzyme and ultrasound:a controversial but fruitful relationship[J]. **Analytica Chimica Acta**,2015,889:1-21.

科　技　信　息

韩国拟修订特殊医学用途食品的营养管理信息指南

2018年2月8日,韩国食品药品安全厅(KFDA)发布公告,拟修订特殊医学用途食品的营养管理信息指南。具体内容为:

(1)如果某种食品含有特定疾病患者所需要的营养物质,并且摄入一定量的此类食品后无需再摄入其他食品即可满足营养要求,那么需要明确标注该食品的此类营养物质含量比例,并与日常食物进行对比。

(2)如果某种食品同时适合多种疾病患者使用,需明确合并标注其使用范围。

(3)所有特殊医学用途食品都必须标注其使用环境,例如"为改善手术后的健康状态"、"为补充某种疾病所缺乏的某种营养物质"等,同时必须标注摄入方式,如"可直接食用"、"需通过导管摄入"等。

(4)所有特殊医学用途食品都必须标注其可能发生的食用禁忌、不良反应及处置措施。

[信息来源]厦门WTO工作站. 韩国拟修订特殊医学用途食品的营养管理信息指南 [EB/OL]. (2018-2-11). http://www.xmtbt-sps.gov.cn/detail.asp?id=56550