

不同脱苦涩处理刺梨果汁风味品质分析

张 瑜, 罗 昱, 刘芳舒, 丁筑红*

(贵州大学酿酒与食品工程学院, 贵州省农畜产品贮藏与加工重点实验室,
贵州省药食同源植物资源研究开发中心, 贵州 贵阳 550025)

摘 要: 以刺梨果汁为原料, 采用感官评定方法结合电子舌技术, 探讨不同苦涩味的脱除方法对刺梨果汁风味品质的影响, 并确定最佳脱除条件。结果表明: 刺梨汁整体味感以酸味、涩味和苦味为主。添加剂组合方法脱除刺梨汁苦涩味效果明显优于单一方法, 其最佳脱苦涩味的方法为添加质量分数0.12%单宁酶和质量分数0.015%三氯蔗糖, 该方法处理的刺梨汁感官评定分值最高、结果最佳、口感适宜、苦涩味最轻, 经电子舌检测在苦味和涩味2个传感器上的响应值最小。在食品风味评价中, 应将电子舌技术结合传统感官评定方法进行分析, 利于获得更准确、可靠的结论。

关键词: 刺梨果汁; 苦涩; 电子舌; 感官评价

Flavor Quality of *Rosa roxburghii* Juice with Different Treatments for the Removal of Bitter and Astringent Tastes

ZHANG Yu, LUO Yu, LIU Fangshu, DING Zhuhong*

(Guizhou Research and Development Center of Medicinal and Edible Plant Resources, Key Laboratory of Agricultural and Animal Products Store and Processing of Guizhou Province, School of Liquor and Food Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Sensory evaluation combined with electronic tongue technique was used to study the influences of different treatments for the removal of bitterness and astringency on flavor quality of *Rosa roxburghii* juice in order to select the optimal treatment conditions. The results showed that sour, astringent and bitter tastes comprised the main flavor of *Rosa roxburghii* juice. The combination of additives was obviously better than single additives for removal of bitterness and astringency. The optimal combination found was as follows: 0.12% tannase and 0.015% ucalose. Under the optimized conditions, the sensory evaluation score was the highest and the taste was appropriate with the lightest bitterness. The response values of C00 (bitterness) and AE1 (astringency) were the lowest, as detected by electronic tongue. This study suggested that electronic tongue technique combined with traditional sensory evaluation enables more accurate and reliable evaluation of food flavor.

Key words: *Rosa roxburghii* juice; bitterness; electronic tongue; sensory evaluation

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604021

中图分类号: TS255.44

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2016)04-0115-05

引文格式:

张瑜, 罗昱, 刘芳舒, 等. 不同脱苦涩处理刺梨果汁风味品质分析[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 115-119. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604021. <http://www.spkx.net.cn>

ZHANG Yu, LUO Yu, LIU Fangshu, et al. Flavor quality of *Rosa roxburghii* juice with different treatments for the removal of bitter and astringent tastes[J]. Food Science, 2016, 37(4): 115-119. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604021. <http://www.spkx.net.cn>

刺梨(*Rosa roxburghii* Tratt.)又名茨梨、木梨子, 为蔷薇科多年生落叶丛生灌木缠丝花的果实, 果实为球形浆果, 成熟时为黄棕色^[1], 是集药用、保健、食用、观赏为一体的绿色特新水果^[2], 具有独特的芳香味, 营

养丰富, 尤其是VC、VP(芦丁)和超氧化物歧化酶含量高, 有“三王水果”之称^[3]。刺梨果汁含有大量的单宁等多酚物质^[4], 具有较强的苦涩味^[5], 影响果汁产品的质量和口感。

收稿日期: 2015-06-01

基金项目: 贵州省重大科技攻关项目(黔科合重大专项字[2013]6006);

贵州省药食同源植物资源研究开发中心项目(黔科合G字[2014]4003号)

作者简介: 张瑜(1990—), 女, 硕士研究生, 主要从事食品科学研究。E-mail: 825103190@qq.com

*通信作者: 丁筑红(1966—), 女, 教授, 本科, 主要从事农产品加工研究。E-mail: gzdxzdzh@163.com

果汁脱除苦涩味常采用的方法包括包埋法、添加苦味抑制剂以及生物法。常见的包埋剂有 β -环糊精^[6], 苦味抑制剂如天然苦味抑制剂、苦味阻滞剂、味觉增强剂等^[7], 如腺苷酸^[8]、三氯蔗糖^[9], 可有效地抑制果蔬苦涩味。生物方法主要是利用果胶酶和单宁酶的作用去除单宁^[10], 可降涩味, 同时降低浑浊度。

感官评定为传统的食品风味分析方法, 由于不同的人对苦涩味敏感度不一样导致感官评定具有很大的误差^[11]。电子舌技术是通过味觉传感器的敏感膜, 模拟人的味觉感受来识别液体中的物质, 并对味觉物质做出响应, 向信号预处理器发出信号经简单处理后, 最后经模式识别算法处理, 得到样品味觉的整体信息^[12-13]。可以快速、准确地检测样品的总体味觉, 区分不同浓度^[14]、不同种类^[15]、不同口味^[16]的果汁, 以及检测果汁品质变化。目前电子舌技术应用广泛^[17-18], 而用来评价刺梨果汁苦涩味的研究鲜见报道。

本实验通过采取不同苦涩味脱除法, 通过感官评定和电子舌技术对脱涩后品质进行评价, 获得提高刺梨汁的口感品质的可靠有效方法, 改善刺梨汁味感乏味品质, 同时为相关产品风味改进提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

刺梨: 本地人工种植, 充分成熟, 新鲜无霉烂变质。腺苷酸、 β -环糊精、三氯蔗糖(均为食品级)河南孟州市华兴生物化工有限责任公司; 单宁酶(食品级, 酶比活力500 U/g) 南宁东恒华道生物科技有限公司。

1.2 仪器与设备

XMTD-204数显恒温水浴锅 上海梅香仪器有限公司; Insent SA402B型味觉感应系统(电子舌) 北京盈盛恒泰科技有限责任公司; 味觉传感器由鲜味、咸味、酸味、苦味、涩味5个传感器阵列和一个参比电极组成。

1.3 方法

1.3.1 单一脱苦涩方法刺梨汁的感官评定及电子舌分析

向原汁质量分数20%刺梨汁中分别添加不同添加量的 β -环糊精^[6,19-20]、腺苷酸^[7]、三氯蔗糖^[9,21], 搅拌均匀后, 进行感官评定。

向100 mL刺梨汁中分别添加质量分数0.12%单宁酶, 酶解条件参考文献[22]。同时选择以上单一方法实验中最优组进行处理, 设计4组脱苦涩味刺梨汁, 进行感官评定和电子舌分析, 确定脱除苦涩味的最佳方法。

1.3.2 不同方法组合脱除苦涩味的刺梨汁感官评定及电子舌分析

将单一方法实验中最优组组合, 进行感官评定和电子舌分析。

1.3.3 感官评定^[23]

感官评定人员的筛选遵循GB/T 16291.1—2012《感官分析: 选拔、培训与管理评价员一般导则: 第1部分: 优选评价员》^[24]进行, 由食品学院专业老师及研究生组成。以单宁为标准苦味物质对成员进行专业培训, 达到熟练掌握的程度, 最终组成队伍共有12人。评定时要求评价员客观评价不得掺杂个人喜好和厌恶情绪。感官评定是在一个安静、无异味的房间进行, 由每个评价员各自对样品进行品尝(每品尝完一个后漱口), 然后对样品进行评分。按照表1对刺梨果汁苦涩味进行感官评定, 以各人评分的均值为最终评分, 对评分结果进行方差分析。

表1 刺梨果汁苦涩味感官评定
Table 1 Sensory evaluation of bitterness and astringency in *Rosa roxburghii* juice

评定标准	无苦涩味	略有苦涩味	苦涩味明显	苦涩味较重
感官评分	4	3	2	1

1.3.4 电子舌分析^[25]

将100 mL处理好的刺梨汁样品分别装入电子舌专用烧杯中, 置于自动进样分析装置上。样品采集时间为120 s, 每1 s采集一次数据, 以最后30 s数据的平均值作为样品检测1次的数据。每个样品测量前电子舌系统均需完成自检、初始化、校正等环节, 测量后传感器清洗时间为300 s。每个样品重复7次, 取后3次数据作为一次数据平均值, 平行测3次, 取最终平均值, 采用电子舌自带软件进行分析。AAE、CT0、CA0、C00、AE1 5个传感器分别检测鲜味、咸味、酸味、苦味和涩味。

1.4 数据处理

实验数据用DPS 7.05软件, 采用最小显著性法对各项指标进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 单一方法脱除刺梨汁脱苦涩味结果

β -环糊精能选择性的包埋果汁中的苦味物质, 且对其他营养成分影响不大^[26-27]。腺苷酸作为一种苦味阻滞剂, 通过与苦涩味物质竞争苦涩味受体, 阻止受体对苦涩味物质的感受, 以掩盖苦涩味^[5]。三氯蔗糖是一种甜味剂, 添加到刺梨果汁中可增加对甜味的感应, 混淆味觉, 从而达到掩盖苦涩味的目的^[7]。单宁酶可水解没食子

酸单宁中的酯键和缩酚羧键,生成没食子酸和葡萄糖,降低果汁中苦涩味^[28]。

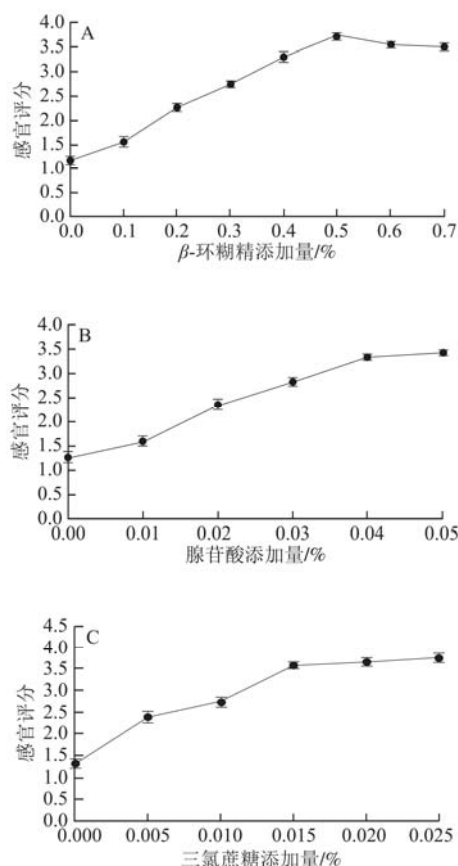
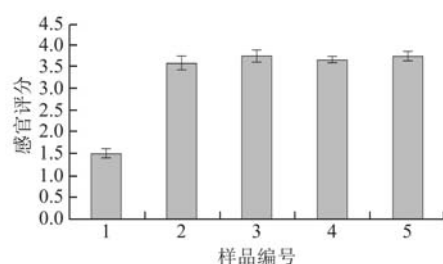


图1 β -环糊精(A)、腺苷酸(B)、三氯蔗糖(C)脱除苦涩味感官评分

Fig.1 Effect of the addition of β -cyclodextrin (A), AMP (B), and sucralose (C) on the sensory evaluation score of *Rosa roxburghii* juice

由图1可知,分别往刺梨果汁中添加 β -环糊精、腺苷酸和三氯蔗糖均使苦涩味弱于空白对照组。图1A中随 β -环糊精添加量逐渐增加,刺梨汁感官评分呈先增加后减小的趋势,苦涩味即先减弱后增强,可能是由于当 β -环糊精添加量超过质量分数0.5%后,苦味物质重新析出导致。由图1B、C中随着腺苷酸和三氯蔗糖添加量逐渐增加,刺梨汁感官评分逐渐上升,苦涩味逐渐减弱,各实验组间差异极显著($P<0.01$)。当 β -环糊精添加量为质量分数0.5%、腺苷酸添加量为质量分数0.04%、三氯蔗糖添加量为质量分数0.015%时,刺梨汁苦涩味脱除效果较好。

从图2可知,分别往刺梨果汁中添加质量分数0.5% β -环糊精、质量分数0.04%腺苷酸、质量分数0.015%三氯蔗糖和质量分数0.12%单宁酶均使苦涩味弱于空白对照组。实验所采用4种方法均可有效地脱除刺梨汁的苦涩味,各实验组与对照组差异极显著($P<0.01$),但各实验组的感官评分差异不大。



1.空白样品;2.质量分数0.5% β -环糊精处理样品;3.质量分数0.04%腺苷酸处理样品;4.质量分数0.015%三氯蔗糖处理样品;5.质量分数0.12%单宁酶处理样品。

图2 单一处理对刺梨果汁脱除苦涩味效果的影响

Fig.2 Comparison of sensory evaluation scores of *Rosa roxburghii* juice with optimal removal of bitterness and astringency by addition of singles additives

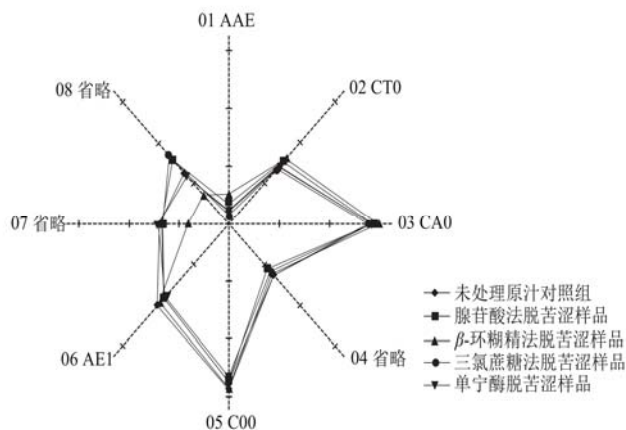


图3 单一处理刺梨汁电子舌分析雷达图

Fig.3 Radar fingerprints of electronic tongue sensors for *Rosa roxburghii* juice with single additive treatments

表2 单一处理刺梨汁电子舌分析响应值

Fig.2 Response values of electronic tongue sensors for *Rosa roxburghii* juice with single additive treatments

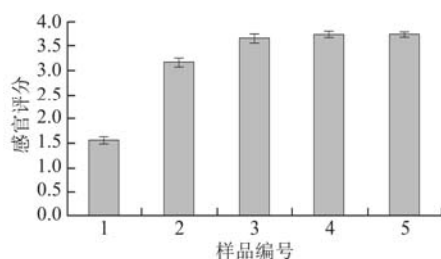
处理方法	01 AAE	02 CT0	03 CA0	05 C00	06 AE1
未处理原汁对照组	-15.35 ^{cC}	8.27 ^{cB}	36.89 ^{bB}	37.20 ^{aA}	23.33 ^{aA}
腺苷酸法脱苦涩样品	-12.94 ^{bB}	10.70 ^{bA}	37.51 ^{aA}	34.74 ^{bB}	16.61 ^{cC}
β -环糊精法脱苦涩样品	-9.49 ^{aA}	12.10 ^{aA}	39.49 ^{bB}	36.91 ^{aA}	20.00 ^{bB}
三氯蔗糖法脱苦涩样品	-17.10 ^{dD}	7.47 ^{dB}	35.75 ^{cB}	34.49 ^{cB}	16.33 ^{cC}
单宁酶脱苦涩样品	-15.68 ^{cC}	8.67 ^{cB}	36.79 ^{bB}	33.07 ^{bB}	17.60 ^{cB}

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

对分别添加质量分数0.015%三氯蔗糖、0.04%腺苷酸、0.5% β -环糊精、0.12%单宁酶进行脱苦涩味处理的刺梨汁,与原汁质量分数20%、未处理的刺梨汁对照组进行电子舌检测,雷达指纹图如图3所示,结果及显著性分析见表2。传感器的响应值可代表其对应味觉的强弱,响应值大,对应的味觉强,反之则味觉弱。由图3可知,各样品在各传感器的响应值都存在差异,说明电子舌可

区分不同脱苦涩处理的刺梨汁：其中传感器CA0、C00和AE1响应值高于AAE和CT0，说明刺梨汁的味感以苦味、酸味和涩味为主。各处理对刺梨汁的鲜味（AAE）和咸味（CT0）影响不大，从代表酸味的传感器CA0的响应值看，各处理组与原汁对照组间存在极显著差异（ $P<0.01$ ），以添加三氯蔗糖的刺梨汁酸味最弱，添加 β -环糊精的处理组酸味最强；从代表涩味的传感器AE1的响应值看，将各处理组样品响应值差异不显著的归为一类，可将5个样品分成3类，各类样品间响应值差异极显著（ $P<0.05$ ），3类样品按响应值从大到小分别为：原汁对照组> β -环糊精处理组>单宁酶、腺苷酸、三氯蔗糖处理组，说明4种处理方式对刺梨汁的涩味均有一定影响，其中以单宁酶、腺苷酸和三氯蔗糖处理的样品涩味最轻，脱涩效果最好；从代表苦味的C00传感器响应值看，5个样品可以分为2类，各类样品间响应值差异极显著（ $P<0.01$ ），每一类的各处理组间响应值差异较小，按响应值大小排列为：原汁对照组、 β -环糊精处理组>单宁酶、腺苷酸、三氯蔗糖处理组，说明采用单宁酶、腺苷酸、三氯蔗糖对刺梨汁脱苦效果较好。且单宁酶脱苦涩的刺梨汁在AE1和C00 2个传感器上响应值最小，所以单宁酶对刺梨汁的苦涩味脱除效果最好。电子舌技术和感官评定对经不同脱苦涩味方法处理的刺梨汁的评判结果有一定差异。经感官评定得出分别经单宁酶、 β -环糊精、腺苷酸和三氯蔗糖处理后刺梨汁的整体滋味基本相同，经电子舌检测得出单宁酶处理后的刺梨汁在代表涩味和苦味的传感器上响应值最小，因此结合电子舌技术与感官评定，认为单宁酶对刺梨汁苦涩味的脱除效果较好。

2.2 不同组合方法脱除刺梨汁脱苦涩味结果



1.空白样品；2.质量分数0.12%单宁酶处理；3.质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.5% β -环糊精；4.质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.015%三氯蔗糖处理；5.质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.04%腺苷酸处理。

图4 组合处理脱除苦涩味感官评分

Fig.4 Sensory evaluation score of *Rosa roxburghii* juice with single and combined additive treatments

目前的研究中多采用单一脱除方法，有些单一方法会引起果汁不稳定、失去原来色泽、风味缺失以及第2次沉淀等缺点^[29]，该实验在单一方法处理基础上，分析多种脱除方法组合，以达到更好的脱涩效果。由2.1节

可知，单宁酶可有效脱除刺梨汁的苦涩味，但其感官评分与电子舌检测的感应值与三氯蔗糖和腺苷酸2种处理间差异不大。所以，将单宁酶与另3种脱涩方法组合进行感官评定和电子舌检测。感官评定结果如图4所示，电子舌检测雷达图如图5所示。

由图4可知，经组合处理后的刺梨汁苦涩感大小排列顺序为：空白样品>质量分数0.12%单宁酶处理>质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.5% β -环糊精处理>质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.015%三氯蔗糖处理=质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.04%腺苷酸处理。说明 β -环糊精、腺苷酸、三氯蔗糖与单宁酶复合对刺梨汁进行处理得到的刺梨汁苦涩感均弱于单宁酶。3、4号和5号样品的感官评分较高，与2号样品和空白组感官评分差异极显著（ $P<0.01$ ），而单宁酶+ β -环糊精、单宁酶+三氯蔗糖和单宁酶+腺苷酸3个处理组间感官评分差异不显著（ $P>0.05$ ）。

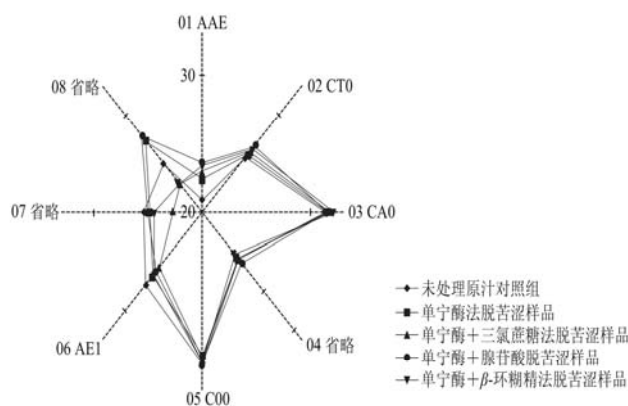


图5 组合处理刺梨汁电子舌分析雷达图

Fig.5 Radar fingerprints of electronic tongue sensors for *Rosa roxburghii* juice with combined additive treatments

表3 组合处理刺梨汁电子舌分析响应值

Fig.3 Response values of electronic tongue sensors for *Rosa roxburghii* juice with combined additive treatments

处理方法	01 AAE	02 CT0	03 CA0	05 C00	06 AE1
未处理原汁对照组	-15.35 ^c	8.27 ^c	36.89 ^{ba}	34.74 ^{ba}	16.61 ^{ba}
单宁酶法脱苦涩样品	-7.88 ^{ab}	9.46 ^{bc}	37.50 ^{ba}	32.85 ^{ba}	12.20 ^{ba}
单宁酶+三氯蔗糖法脱苦涩样品	-4.74 ^{ab}	10.94 ^b	38.46 ^{ba}	33.01 ^{ba}	7.70 ^{ba}
单宁酶+腺苷酸法脱苦涩样品	-2.08 ^a	14.09 ^{ba}	37.45 ^{ba}	34.20 ^{ba}	10.00 ^{ba}
单宁酶+ β -环糊精法脱苦涩样品	-2.90 ^{ab}	12.68 ^{ba}	43.13 ^{ba}	33.78 ^{ba}	11.72 ^{ba}

由图5和表3可知，各组样品在电子舌传感器响应值上存在差异，说明4种脱苦涩味方法对刺梨汁的整体味感均有影响。从酸味传感器CA0的响应值看，单宁酶+ β -环糊精组响应值最大，酸味最强，与另外4组差异极显著（ $P<0.01$ ），说明单宁酶、单宁酶+腺苷酸和单宁酶+三氯蔗糖3种方法对刺梨汁酸味影响不大。以

涩味传感器AE1的响应值强度看, 5组样品间差异显著($P<0.05$), 可分为4类, 由强到弱依次为: 原汁对对照组>单宁酶、单宁酶+ β -环糊精>单宁酶+腺苷酸>单宁酶+三氯蔗糖, 说明使用单一或组合方法都可以脱除刺梨汁的涩味, 其中以添加质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.015%三氯蔗糖对涩味的脱除效果最好。而苦味传感器C00的响应值在5个处理组样品间差异不显著($P>0.05$)。感官评定中单宁酶+ β -环糊精、单宁酶+腺苷酸和单宁酶+三氯蔗糖处理后的刺梨汁差异不显著, 苦涩感基本相同。电子舌能更准确地区分三者的苦涩感, 由涩味和苦味传感器响应值可知质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.015%三氯蔗糖的苦涩感最弱, 因此综合感官评分和电子舌检测, 向刺梨汁中添加质量分数0.12%单宁酶+质量分数0.015%三氯蔗糖可有效地脱除刺梨汁中苦涩味。

3 结论

刺梨汁的整体味感以酸味、涩味和苦味为主, 组合方法脱除刺梨汁苦涩味效果明显优于单一方法。采用电子舌检测技术结合感官评定, 对脱除刺梨汁苦涩味方法进行比较, 结果显示向刺梨中加入质量分数0.12%单宁酶和质量分数0.015%三氯蔗糖, 该处理的刺梨汁, 使用电子舌检测在C00(苦味)和AE1(涩味)2个传感器上的响应值最小, 感官评定结果最佳, 苦涩味最轻。

对电子舌技术与感官评定结果进行比较, 感官评定是依据人的主观感觉评判, 感官评定可区分出单一与复合脱苦涩效果的差异, 对样品间细小差异难以准确区分, 如区分不同复合脱苦涩方法相似效果的差异对评定人员要求较高; 而电子舌技术可较为精确地区分不同复合脱苦涩方法的呈味强度差异, 可能是因为电子舌是通过样品与传感器接触产生响应值以区分不同样品, 且传感器的响应值与味感物质的浓度相关^[28], 但不能反映味感物质因为其他物质干扰作用导致的味感变化。因此, 在进行果汁风味评价时, 将电子舌技术结合传统感官评定方法进行分析, 才有利于得出准确可靠的结论。

参考文献:

- [1] 任秋萍, 邢柱东, 张演义. 水果珍品: 刺梨[J]. 特种经济动植物, 2003, 6(10): 31. DOI:10.3969/j.issn.1001-4713.2003.10.028.
- [2] 杜文义. 绿色保健果: 刺梨[J]. 新农村, 2007(6): 14. DOI:10.3969/j.issn.1008-2182.2007.06.016.
- [3] 任秋萍. 三王水果: 刺梨[J]. 中国果菜, 2003(5): 39-40. DOI:10.3969/j.issn.1008-1038.2003.05.043.
- [4] 黄道战, 兰虹云. 论壳聚糖在澄清刺梨果汁中的作用[J]. 广西民族学院学报(自然科学版), 1995(2): 16-19.
- [5] 罗小杰. 刺梨果汁澄清技术研究[J]. 广西轻工业, 2011, 24(4): 6-7. DOI:10.3969/j.issn.1003-2673.2011.04.003.
- [6] 吉云秀. 脱苦涩芦荟苹果汁的研制[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(4): 40-41. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2002.04.018.
- [7] 李学林, 仇继玺, 刘瑞新, 等. 苦味抑制剂的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(21): 335-338.
- [8] 徐文平, 李大祥, 宛晓春. 茶叶中AMP的苦味掩盖效果评价及其含量的测定方法[J]. 安徽农业大学学报, 2010, 37(4): 682-687. DOI:10.13610/j.cnki.1672-352x.2010.04.016.
- [9] 梁莹, 崔炳群, 蒋启国, 等. 三氯蔗糖在青梅果酒中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2008(6): 123-126. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2008.06.026.
- [10] 宁井铭, 方世辉. 茶饮料防沉淀技术研究进展[J]. 茶业通报, 2004, 26(1): 41-44. DOI:10.16015/j.cnki.jteabusiness.2004.01.026.
- [11] 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. DOI:10.1007/s00217-011-1553-2.
- [12] SOHI H L, SULTANA Y, KHAR R K. Taste masking technologies in oral pharmaceuticals: recent developments and approaches[J]. Drug Development and Industrial Pharmacy, 2004, 30(5): 429-448. DOI:10.1081/DDC-120037477.
- [13] TIAN S Y, DENG S P, CHEN Z X. Multifrequency large amplitude pulse voltammetry: a novel electrochemical method for electronic tongue[J]. Sensors and Actuators B, 2007, 123(2): 1049-1056. DOI:10.1016/j.snb.2006.11.011.
- [14] REBECCA N B, HERBERT S. Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juice[J]. Food Quality and Preference, 2009, 13(6): 1023-1026. DOI:10.1016/S0950-3293(02)00017-4.
- [15] 高利萍, 王俊, 崔绍庆. 电子舌检测不同冷藏时间草莓鲜榨汁的品质变化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(23): 250-256. DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2012.23.033.
- [16] 高利萍, 王俊, 崔绍庆. 不同成熟度草莓鲜榨汁的电子鼻和电子舌检测[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2012, 38(6): 715-724. DOI:10.3785/j.issn.1008-9209.2012.04.232.
- [17] 吴瑞梅, 赵杰文, 陈全胜, 等. 基于电子舌技术的绿茶滋味品质评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 378-381. DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2011.11.070.
- [18] 韩剑众, 黄丽娟, 顾振宇, 等. 基于电子舌的肉品品质及新鲜度评价研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(3): 125-132. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2008.03.023.
- [19] 郭胜伟. 芦荟乙醇提取液脱苦涩方法研究[J]. 食品研究与开发, 2000, 21(3): 17-19. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2000.03.006.
- [20] 孙兰萍. 柑桔类果汁苦味物质的脱除研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(1): 97-100. DOI:10.3969/j.issn.1002-0306.2003.01.042.
- [21] 黄文, 贝惠玲, 黄建蓉, 等. 三氯蔗糖的特性及其在罐头和饮料中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2003(6): 85-95. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2003.06.020.
- [22] 罗昱, 梁芳, 李小鑫, 等. 单宁酶对刺梨果汁单宁的脱除作用[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 41-44. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201318009.
- [23] 崔明明. 几种典型食品苦涩味控制方法的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [24] 中国农业科学院质量标准与检验技术研究所, 农业部蔬菜水果质量监督检验测试中心. GB/T 16291.1—2012 感官分析: 选拔、培训与管理评价员一般导则: 第1部分: 优选评价员[S].
- [25] 高瑞萍, 刘辉. 电子鼻和电子舌在食品分析中的应用[J]. 肉类研究, 2010, 24(12): 61-67. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2010.12.014.
- [26] 贺红宇. 三种脱苦方法对柠檬汁脱苦效果的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2013.
- [27] 徐国胜, 潘利华, 杨阳, 等. β -环糊精对柑桔类果汁脱苦效果的研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(20): 5366-5367. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2006.20.118.
- [28] 邓军, 马少敏, 王荣辉. 单宁酶及其在茶饮料中的应用[J]. 广西轻工业, 2009, 124(3): 6-7. DOI:10.3969/j.issn.1003-2673.2009.03.003.
- [29] 张磊, 吕远平. 果汁中单宁脱除方法的研究进展[J]. 食品科学, 2010, 31(3): 312-315.