

软枣猕猴桃酵素可吸果冻加工工艺研究

满江, 张月阳, 宋龙龙, 梁惜雯, 徐冬颖, 姜爱丽*

(大连民族大学生命科学学院生物技术与资源利用教育部重点实验室, 辽宁 大连 116600)

摘要:以软枣猕猴桃为原料,经发酵、调配制作软枣猕猴桃酵素可吸果冻,在单因素试验基础上,采用正交试验对工艺进行优化,通过感官品质评价确定软枣猕猴桃酵素果冻配方,通过测定总酚、类黄酮和VC指标,对本产品与市售猕猴桃可吸果冻、果汁的营养物质含量进行比较。结果表明,软枣猕猴桃酵素果冻的最佳工艺配方为:软枣猕猴桃酵素添加量35%,白砂糖添加量5%,柠檬酸添加量0.06%,卡拉胶添加量0.8%。由该配方制作的可吸果冻入口细腻、酸甜适口,具有软枣猕猴桃独特果香,且营养物质(总酚、类黄酮、VC)含量均显著高于市售产品。综上所述,该产品是一款风味独特、具有保健功能、有广阔发展前景的新型可吸果冻。

关键词:软枣猕猴桃;酵素;可吸果冻;配方;加工工艺

Study on Processing Technology of *Actinidia arguta* Enzyme Suck Jelly

MAN Jiang, ZHANG Yue-yang, SONG Long-long, LIANG Xi-wen, XU Dong-ying, JIANG Ai-li*

(Key Laboratory of Biotechnology and Resource Utilization, Ministry of Education, College of Life Sciences, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

Abstract: *Actinidia arguta* enzyme suck jelly was produced after fermentation and blending using *Actinidia arguta* as the experimental material, and the process technology was optimized by orthogonal test on the basis of single factor experiment, then the recipe of *Actinidia arguta* enzyme suck jelly was determined by sensory qualities evaluation, finally the nutrients contents were compared with market suck jelly and juice via detecting total phenols, flavonoids and VC indicators. Results showed that the optimal process formulation was determined as follows: *Actinidia arguta* enzyme addition of 35%, white granulated sugar addition of 5%, citric acid addition of 0.06%, and carrageenan addition of 0.8%. The suck jelly prepared by this formula presented delicate, sweet and sour tastes, and unique *Actinidia arguta* aroma, and higher nutrients (total phenols, flavonoids and VC) contents compared with market products. In conclusion, this product has broad development prospect as a novel suck jelly with unique flavor and health function.

Key words: *Actinidia arguta*; enzyme; suck jelly; formula; processing technology

中图分类号: TS255.43

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2022.01.007

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)又名软枣子、奇异莓,属于猕猴桃科猕猴桃属植物,果实光滑无毛,可带

皮食用^[1],在中国、日本、新西兰、美国等地均有种植,是一种非常具有前景的新兴水果^[2-3]。软枣猕猴桃果实

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2016YFD0400903)

作者简介:满江(2001—),女,满族,本科生,研究方向:采后生物学与技术。

*通信作者:姜爱丽,博士,教授,研究方向:采后生物学与技术。

富含VC、叶酸、酚类物质、 β -胡萝卜素和矿物质等营养成分,具有抗氧化、抗衰老、降低胆固醇、防止血栓形成等保健功能^[4],有“水果之王”的美誉。然而,软枣猕猴桃属于呼吸跃变型果实,采后后熟过程中易出现软化、皱缩及腐烂等现象,难以贮藏。因此,利用采后深加工技术将软枣猕猴桃制成果酱、蜜饯、罐头、果酒等加工产品^[5-8],可以实现软枣猕猴桃产业的增值。

生物酵素能在酶的辅助下萃取出果实的精华,使营养成分更易被人体吸收利用^[9]。近年来,生物酵素因具有促进新陈代谢,降低人体血糖血脂,提高免疫力等功效,其相关产品市场逐渐扩大^[10]。可吸果冻是一种老少皆宜的休闲食品,较普通果冻而言更方便易食,以天然酵素为原材料制备的酵素果冻可利用酵素自身特性减少产品中添加剂的使用,同时也很大程度地提高了人体的代谢能力^[11]。与市面上其他产品相比较,酵素可吸果冻不仅风味独特,还具有提高人体免疫力、降低胆固醇、防止血栓形式等多种保健功能,因此,具有很大的开发潜力^[12-15]。

本研究以软枣猕猴桃为原料,利用发酵、调配等加工工艺,研制出一种风味独特、营养价值高、具有保健功能的新型可吸果冻,更好地利用了水果资源,增加了软枣猕猴桃产业的附加值,开辟了水果酵素产品的新途径,为实际生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 原辅料

“龙城二号”软枣猕猴桃:采自辽宁省丹东市圣野浆果合作社;卡拉胶、白砂糖、乳酸钙、D-异抗坏血酸钠、纳他霉素(食品级):购自河南万邦实业有限公司;猕猴桃可吸果汁果冻:购自东莞徐记食品有限公司;猕猴桃果汁饮料果味维C饮品:购自贵州凉都弥你红产业发展有限公司。

1.1.2 试剂

没食子酸、甲醇、福林酚、碳酸钠、1,1-二苯基-2-三硝基苯肼、无水乙醇、盐酸、水杨酸、乙二醇四乙酸(EDTA)、硫酸亚铁、三羟甲基氨基甲烷(Tris)、邻苯三酚、浓硫酸、一水合草酸、氢氧化钠、磷酸氢二钠、二水合磷酸氢二钠、氯化钠(分析纯),购于天津市科密欧化学试剂有限公司。

1.1.3 仪器与设备

JJ-2型组织打碎机:常州国华电器有限公司;725N型分光光度计:上海精密科学仪器有限公司;PL203型精密电子天平:上海梅特勒-托利多仪器有

限公司;TGL-20M型台式高速冷冻离心机:湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;PAL-1型数显糖度计:日本ATOGO公司;HHS型数显恒温水浴锅:上海博迅公司;PEN3型电子鼻:德国Airsense公司;发酵罐(口径5 cm,直径14 cm,高19 cm):镇江汇能达生物工程有限公司。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程

原料筛选、清洗→破壁→过滤→调配→自然发酵→调配→灌装→成品

1.2.2 操作要点

酵素的制备:选择成熟度较高、软硬适度、无病虫害、果实饱满的软枣猕猴桃鲜果,洗净,去除果柄和果蒂,低速匀浆^[16-17];用纱布过滤掉果渣及果籽,得到细腻果浆并按照果浆65%、白砂糖13%和水25%制成发酵原液;将搅拌后的发酵原液放入发酵罐中,罐口用水密封,在(20±1)℃条件下充分溶氧,自然发酵2 d制得酵素^[18-19]。

酵素可吸果冻的制备:将卡拉胶、乳酸钙、柠檬酸等溶于水中并加热煮沸,待静置到室温后,倒入酵素与辅料混合均匀,装袋制成果冻。将制备的成品与市售猕猴桃加工制品进行电子鼻检测以及总酚、类黄酮、VC含量的测定。

1.2.3 单因素试验设计

1.2.3.1 酵素添加量的选择

设定白砂糖添加量4%,柠檬酸添加量0.06%,卡拉胶添加量0.75%,考察不同软枣猕猴桃酵素添加量(15%、25%、35%、45%、55%)对可吸果冻感官品质的影响。

1.2.3.2 白砂糖添加量的选择

设定酵素添加量35%,柠檬酸添加量0.06%,卡拉胶添加量0.75%,考察不同白砂糖添加量(2%、3%、4%、5%、6%)对软枣猕猴桃酵素可吸果冻感官品质的影响。

1.2.3.3 柠檬酸添加量的选择

设定酵素添加量35%,白砂糖添加量4%,卡拉胶添加量0.75%,考察不同柠檬酸添加量(0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.10%)对软枣猕猴桃酵素可吸果冻感官品质的影响。

1.2.3.4 卡拉胶添加量的选择

设定酵素添加量35%,白砂糖添加量4%,柠檬酸添加量0.06%,考察不同卡拉胶添加量(0.65%、0.70%、0.75%、0.80%、0.85%)对软枣猕猴桃酵素可吸果冻感官品质的影响。

1.2.4 正交试验设计

采用四因素三水平正交试验法对酵素添加量、白砂糖添加量、柠檬酸添加量、卡拉胶添加量各个因素进行优化,通过感官评价确定最优软枣猕猴桃酵素可吸果冻加工工艺,正交试验因素和水平参见表 1。

表 1 软枣猕猴桃酵素可吸果冻加工工艺正交试验因素与水平表

Table 1 Orthogonal test factors and levels table of *Actinidia arguta* enzyme suck jelly processing technology 单位: %

水平	因素			
	A 酵素添加量	B 白砂糖添加量	C 柠檬酸添加量	D 卡拉胶添加量
1	25	3	0.05	0.70
2	30	4	0.06	0.75
3	35	5	0.07	0.80

1.2.5 感官品质评定

对软枣猕猴桃酵素可吸果冻进行感官评价,评定小组由 15 名(10 男 5 女,年龄 19~23 岁)身体状况良好的实验室食品专业人员组成,评定环境符合要求,评定前后均用清水漱口,按照外观色泽、风味、组织状态、口感进行评分,评分为百分制,评价标准见表 2。

表 2 软枣猕猴桃酵素可吸果冻感官评价表

Table 2 Sensory evaluation table of *Actinidia arguta* enzyme suck jelly

项目	评价标准	评分/分
外观色泽 (20 分)	颜色鲜艳,呈明亮的绿色	15~20
	颜色略暗沉,绿色较浅	8~14
	颜色暗沉无光泽,有褐变	1~7
风味 (25 分)	有明显果香,酸甜适口,无涩味	17~25
	果香较弱,酸甜基本适口,有少许涩味	9~16
	无明显果香,口味偏甜或偏酸,有涩味	1~8
组织状态 (25 分)	组织均匀,有胶感	17~25
	组织基本均匀,胶感较少	9~16
	组织松散,无胶感	1~8
口感 (30 分)	入口细腻,有弹性,有嚼劲	21~30
	入口基本细腻,较有弹性,有嚼劲	11~20
	入口不够细腻,无弹性,无嚼劲	1~10

1.2.6 测定项目与方法

1.2.6.1 总酚和类黄酮含量

根据刘程惠等^[20]的方法测定。称取 5 g 软枣猕猴桃酵素可吸果冻样品,加入 5 mL 乙酸-丙酮提取液,于 4 ℃ 黑暗放置 24 h,在 8 000 r/min 下离心 30 min,收集上清液用于总酚和类黄酮含量测定。

总酚含量:取 0.5 mL 上清液,加入 2 mL 福林酚溶液和 2 mL 碳酸钠溶液,50 ℃ 恒温 5 min 后,测定在 760 nm 处的吸光度值。总酚以没食子酸为标准品,回归方程为 $y = 0.0484x + 0.0178$ ($R^2 = 0.995$)。

类黄酮含量:取 3.5 mL 提取液,加入 0.25 mL 氯化银和 0.25 mL 硝酸钠溶液,室温静置 5 min 后,加入 1 mL 氢氧化钠溶液,在 510 nm 处测定吸光度值。类黄酮以芦丁为标准品,回归方程为 $y = 0.568x + 0.0205$ ($R^2 = 0.996$)。

1.2.6.2 VC 含量

采用比色法测定^[21],取 1 g 软枣猕猴桃酵素可吸果冻样品,加入 5 mL 含 0.2 mmol/L EDTA 的草酸溶液,于 4 ℃、13 000 r/min 下离心 20 min,收集上清液。取 2 mL 上清液,加入 3 mL 草酸-EDTA、0.5 mL 偏磷酸-乙酸、1 mL 5% 硫酸和 2 mL 5% 钼酸铵溶液,混匀,在 80 ℃ 下恒温 10 min,冷却后用水定容至 10 mL,在 760 nm 处测定吸光值。

1.2.6.3 电子鼻检测

称 5 g 软枣猕猴桃酵素可吸果冻于样品瓶中,静置 30 min^[22]。电子鼻设定参数为:样品测定时间 100 s,流速 400 mL/min,环境温度为 18~20 ℃。每个样品重复测定 3 次。电子鼻传感器代表的物质种类及性能描述见表 3。

表 3 传感器代表的物质种类及性能描述

Table 3 Material types and performance descriptions represented by sensors

序号	传感器名称	性能描述
1	W1C	芳香成分,苯类
2	W5S	灵敏度大,对氮氧化物很灵敏
3	W3C	芳香成分灵敏,氨类
4	W6S	主要对氢化物有选择性
5	W5C	短链烷烃芳香成分
6	W1S	对甲基类灵敏
7	W1W	对硫化物灵敏
8	W2S	对醇类、醛酮类灵敏
9	W2W	芳香成分,对有机硫化物灵敏
10	W3S	对长链烷烃灵敏

1.2.6.4 可溶性固形物(TSS)含量

采用手持阿贝折光仪测定。将软枣猕猴桃酵素可吸果冻样品滴于折光仪镜面,读取数值,重复 3 次,单位为 %。

1.2.6.5 可滴定酸(TA)含量

参照 Giménez 等^[23]的方法稍作修改进行测定。称

取 10.0 g 软枣猕猴桃加少许蒸馏水匀浆后,定容至 100 mL,静置 30 min 后过滤,取 25 mL 滤液,向其中加入 1% 酚酞,用标定的 0.1 mol/L NaOH 溶液滴定滤液。溶液出现粉色并且 30 s 内不褪色为滴定终点,记录 NaOH 的消耗量,使用蒸馏水作为空白对照。根据 NaOH 的消耗量,计算软枣猕猴桃果实的可滴定酸含量,单位为%。

1.2.6.6 微生物指标

菌落总数:参照 GB 4789.2—2016^[24]中的方法进行测定;大肠菌群:参照 GB 4789.3—2016^[25]中的方法进行测定。

1.2.7 数据处理

使用 SPSS 22.0 软件对试验数据进行统计分析, LSD 法对数据进行差异显著性分析($P < 0.05$ 表示差异显著)。

2 结果与分析

2.1 酵素添加量对可吸果冻感官品质的影响

酵素添加量对果冻香气和风味起决定性作用,从而影响产品的感官品质。由表 4 可知,酵素添加量为 35% 时,可吸果冻的感官评分最佳,有明显果香,无涩味,此时 TSS 含量为 17.4%,TA 含量为 0.335%。当酵素添加量小于 35% 时,可吸果冻甜味偏低;而当添加量大于 35% 时,其在外观色泽上略显暗沉,含有酒精味,感官评分降低。

表 4 酵素添加量对可吸果冻感官品质的影响
Table 4 Effects of enzyme additions on sensory qualities of suck jelly

酵素添加量/%	感官评定/分					理化指标	
	色泽	风味	组织状态	口感	总分	TSS 含量/%	TA 含量/%
15	15	15	21	23	74	12.5	0.189
25	15	19	21	24	79	15.8	0.201
35	16	23	23	25	87	17.4	0.335
45	17	18	22	26	83	18.5	0.337
55	16	17	22	23	78	19.2	0.341

2.2 白砂糖添加量对可吸果冻感官品质的影响

白砂糖是常用的甜味剂,其添加量会很大程度地影响可吸果冻的风味。由表 5 可知,白砂糖添加量为 4% 时感官评分最佳,果冻酸甜适口、无涩味,此时 TSS 含量为 16.8%,TA 含量为 0.334%。当白砂糖添加量小于 4% 时,可吸果冻风味不适口,酸性偏高,感官评分偏低;而添加量大于 4% 时,随着白砂糖比例的

增加,果香较弱,口感甜腻,从而影响软枣猕猴桃酵素原有的风味,使感官评分降低。

表 5 白砂糖添加量对可吸果冻感官品质的影响
Table 5 Effects of white granulated sugar additions on sensory qualities of suck jelly

白砂糖添加量/%	感官评定/分					理化指标	
	色泽	风味	组织状态	口感	总分	TSS 含量/%	TA 含量/%
2	15	16	21	25	77	13.4	0.415
3	17	17	23	26	83	13.9	0.372
4	18	20	21	27	86	16.8	0.334
5	19	16	22	27	84	16.6	0.285
6	17	16	20	26	79	17.1	0.211

2.3 柠檬酸添加量对可吸果冻感官品质的影响

柠檬酸具有调节风味、抑菌、护色和促进蔗糖转化等作用,其添加量会很大程度地影响可吸果冻的色泽和风味。由表 6 可知,柠檬酸添加量为 0.06% 时感官评分最佳,果冻酸甜适口,颜色鲜艳,放置数天后仍呈明亮的绿色,有较明显的果香,此时 TSS 含量为 16.5%,TA 含量为 0.311%。当柠檬酸添加量小于 0.06% 时,口味偏甜,颜色略暗沉,果香较弱,可吸果冻感官评分偏低;而当添加量大于 0.06% 时,可吸果冻的果香较弱,酸性增强,中和白砂糖添加量的甜味,使感官评分降低。

表 6 柠檬酸添加量对可吸果冻感官品质的影响
Table 6 Effects of citric acid additions on sensory qualities of suck jelly

柠檬酸添加量/%	感官评定/分					理化指标	
	色泽	风味	组织状态	口感	总分	TSS 含量/%	TA 含量/%
0.02	16	18	21	24	79	23.6	0.268
0.04	17	20	22	26	85	21.7	0.293
0.06	18	23	21	25	87	16.5	0.311
0.08	18	19	23	23	82	16.9	0.345
0.1	18	20	20	22	80	15.4	0.384

2.4 卡拉胶添加量对可吸果冻感官品质的影响

卡拉胶具有热可逆性、胶凝性和增稠性等,是较好的凝胶剂,其添加量会很大程度地影响可吸果冻的口感和组织状态^[26]。由表 7 可知,卡拉胶添加量为 0.75% 时感官评分最佳,果冻在组织状态上胶感较强,入口细腻,此时 TSS 含量为 16.9%,TA 含量为 0.335%。当卡拉胶添加量小于 0.75% 时,可吸果冻评分偏低,胶感不明显;而当添加量大于 0.75% 时,果冻

涩味逐渐增强,无明显的果香,使感官评分降低。

表 7 卡拉胶添加量对可吸果冻感官品质的影响

Table 7 Effects of carrageenan additions on sensory qualities of suck jelly

卡拉胶 添加量/ %	感官评定/分					理化指标	
	色泽	风味	组织 状态	口感	总分	TSS 含 量/%	TA 含 量/%
0.65	16	18	19	19	72	16.5	0.342
0.70	17	21	21	21	80	16.8	0.312
0.75	17	19	23	24	83	16.9	0.335
0.80	18	20	21	22	81	17.0	0.358
0.85	17	19	20	19	75	16.8	0.347

2.5 可吸果冻加工工艺优化

由单因素试验可知,酵素、白砂糖、柠檬酸及卡拉胶添加量对可吸果冻品质均有显著影响。选择以上 4 因素进行正交试验,筛选并得到最优方案以及最高的感官评分,进而对可吸果冻加工工艺条件进行优化。正交试验设计及结果见表 8。

由表 8 分析可知:最佳工艺条件为 $A_3B_3C_2D_3$,即可吸果冻的最佳添加量为酵素 35%、白砂糖 5%、柠檬酸 0.06%、卡拉胶 0.8%,由于该组合不在正交试验中,因此按照最优方案的参数进行验证试验,经评价员小组进行综合评价,感官评分为 91.4 分,TSS 含量为 16.9%,TA 含量为 0.298%,最终得到 $A_3B_3C_2D_3$ 为最优组合。同时由极差分析可得各因素对可吸果冻品质影响的主次顺序依次为: $B>C>A>D$,即白砂糖添加量>柠檬酸添加量>酵素添加量>卡拉胶添加

表 8 正交试验设计及结果

Table 8 Orthogonal test design and experimental results

试验号	因素				感官评分/ 分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	79.4
2	1	2	2	2	85.1
3	1	3	3	3	84.7
4	2	1	2	3	81.7
5	2	2	3	1	83.9
6	2	3	1	2	87.3
7	3	1	3	2	78.7
8	3	2	1	3	88.8
9	3	3	2	1	89.7
K_1	249.2	239.8	255.5	253.0	
K_2	252.9	257.8	256.5	251.1	
K_3	257.2	261.7	247.3	255.2	
k_1	83.1	79.9	85.2	84.3	
k_2	84.3	85.9	85.5	83.7	
k_3	85.7	87.2	82.4	85.1	
R	2.6	7.3	3.1	1.4	

量,白砂糖添加量对软枣猕猴桃酵素可吸果冻感官可接受程度影响最大。因此,在软枣猕猴桃酵素可吸果冻制作过程中应严格控制白砂糖添加量。

2.6 可吸果冻品质分析

用最优组合配方制作出果冻后,请专业品尝小组 15 人进行品尝,结合理化 and 微生物指标检测,最终得出可吸果冻的品质指标,见表 9。

表 9 酵素可吸果冻的主要品质指标

Table 9 The main qualities indices of enzyme suck jelly

指标	项目	状态	参照标准
成品感官 指标	色泽	果冻颜色鲜艳,呈较亮的绿色	具有该产品原料相应的纯净色泽
	组织状态	组织均匀,呈不定形状,能够用吸管或吸嘴直接吸食	呈胶冻状,质软,无杂质
	口感与滋味	入口细腻,有弹性,酸甜适口,具有软枣猕猴桃独特果香	具有该品种应有的滋气味,无异味
理化指标	可溶性固形物含量	$\geq 15\%$	无
	可滴定酸含量	$\leq 0.4\%$	无
微生物 指标	菌落总数	≤ 100 CFU/g	≤ 100 CFU/g
	大肠菌群	30 MPN/100 g	≤ 30 MPN/100 g
	致病菌	未检出	不得检出

2.7 本产品与市售产品比较

将本产品与市售猕猴桃可吸果冻和猕猴桃果汁的风味与营养物质含量进行比较。通过电子鼻风味检测技术发现,与市售猕猴桃可吸果冻和猕猴桃果汁的

风味相比,本产品富含甲基类、醇类物质,可能与软枣猕猴桃酵素发酵过程中挥发性风味物质的产生相关(图 1)。同时与市售产品相比,本产品果香更加明显,风味更独特。

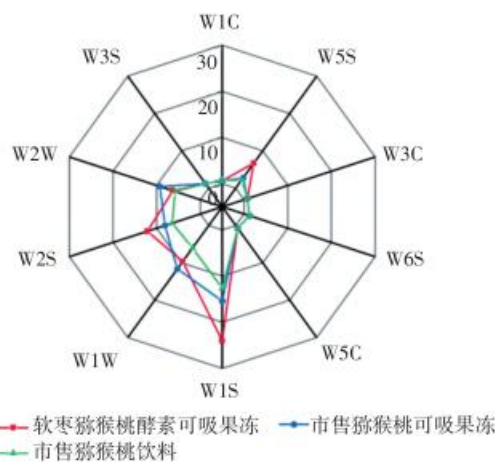


图 1 本产品与市售产品挥发性风味化合物的比较

Fig.1 The comparison of volatile flavor compounds between this product and market products

表 10 本产品和市售产品营养物质含量比较

Table 10 The comparison of nutrients contents between this product and market products

单位:mg/100 g

产品	总酚含量	类黄酮含量	VC 含量
软枣猕猴桃可吸果冻	0.29±0.003 4 a	0.55±0.005 7 a	3.71±0.014 a
市售猕猴桃可吸果冻	0.07±0.005 7 c	0.49±0.004 b	2.13±0.013 c
市售猕猴桃饮料	0.12±0.002 3 b	0.11±0.001 7 c	2.84±0.031 b

注:同一列中不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

3 结论

通过单因素和正交试验确定了软枣猕猴桃酵素果冻的最佳制备工艺组合为:软枣猕猴桃酵素添加量 35%,白砂糖添加量 5%,柠檬酸添加量 0.06%,卡拉胶添加量 0.8%。该配方制作的软枣猕猴桃可吸果冻入口细腻、酸甜适口,具有软枣猕猴桃独特果香,且富含的营养物质含量(总酚、类黄酮、VC)显著高于市售猕猴桃可吸果冻和果汁,该产品既满足了消费者的口感需求,又能带来一定的保健功效。本研究中酵素工艺不仅改善了产品的风味,同时也丰富了果冻的营养价值和生物活性成分,可为软枣猕猴桃采后深加工技术开辟新途径。

参考文献:

- [1] 孙宏莱,毕云杰,时得友,等. 软枣猕猴桃果品加工与贮藏保鲜研究进展[J]. 食品与发酵工业,2020,46(11):315-320. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.023715.
- [2] 王显军. 凤城市软枣猕猴桃资源现状分析与发展对策[J]. 农业科技与装备,2015(10):70-71. DOI:10.16313/j.cnki.nykjybz.2015.10.028.
- [3] 卢立媛,刘振盼,孙阳,等. 软枣猕猴桃研究进展[J]. 特产研究,2020,42(5):89-93. DOI:10.16720/j.cnki.tcyj.2020.05.015.

总酚、类黄酮和 VC 具有清除自由基能力及延缓脂质氧化降解等多种生物学效应,是果蔬的天然抗氧化剂,具有较高的营养价值和保健功能。由表 10 可知,软枣猕猴桃酵素可吸果冻的总酚含量为 0.29 mg/100 g,约为市售猕猴桃可吸果冻总酚含量的 4 倍;类黄酮含量为 0.55 mg/100 g,约为市售猕猴桃饮料类黄酮含量的 5 倍;VC 含量为 3.71 mg/100 g,明显高于市售产品。综上所述,本产品的营养物质含量均显著高于市售产品($P<0.05$)。

软枣猕猴桃酵素可吸果冻在 4℃、90 d 保质期内具有独特果香,风味明显;色泽始终保持较亮的绿色;组织均匀,始终无沉淀、分层现象。相较于市售同类产品,本产品防腐剂添加含量少,具有健康、安全等优势。

- [4] 张庆田,范书田,李昌禹,等. 软枣猕猴桃 ICE1 基因克隆与生物信息学分析[J]. 生物技术,2019,29(3):210-214,230. DOI:10.16519/j.cnki.1004-311x.2019.03.0037.
- [5] 杨硕,张双灵,姜文利,等. 低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺及品质评价[J]. 现代食品科技,2021,37(1):192-198,267. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.01.0627.
- [6] 唐贤华. 我国蜜饯加工研究现状与展望[J]. 现代食品,2020(9):78-79,87. DOI:10.16736/j.cnki.cn41-1434/ts.2020.09.031.
- [7] 林雨晴,秦丹. 杨梅果酒加工工艺的研究进展[J]. 农产品加工,2018(11):59-61. DOI:10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2018.06.018.
- [8] 宣丽,刘长江. 软枣猕猴桃多糖的免疫活性[J]. 食品与发酵工业,2013,39(5):59-61. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2013.05.006.
- [9] 宣丽,刘长江,刘洋. 软枣猕猴桃多糖的分离纯化及抗氧化活性测定[J]. 食品与发酵工业,2013,39(2):109-113. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2013.02.006.
- [10] 谢桂勉,杨培新,郑锐东,等. 响应曲面法优化淮山紫薯复合风味果冻工艺[J]. 食品工业科技,2016,37(16):285-289,295. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2016.16.048.
- [11] 沈燕飞,聂小华,孟祥河,等. 酵素食品加工微生物与功能特性研究进展[J]. 浙江农业科学,2019,60(1):112-116. DOI:10.16178/j.issn.0528-9017.20190137.
- [12] 于佳楠,王佳,冯楚亭,等. 酵素发酵工艺进展[J]. 食品安全

- 导刊,2020(36):144-145,148. DOI:10.16043/j.cnki.cfs.2020.36.089.
- [13] 李京,徐莹,杨晓丹,等. 猕猴桃根的抗肿瘤作用及临床研究进展[J]. 中华中医药学刊,2017,35(11):2745-2747. DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2017.11.006.
- [14] 牛强,申健,刘悦,等. 软枣猕猴桃主要活性成分及药理活性研究进展[J]. 食品工业科技,2019,40(3):333-338,344. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.03.053.
- [15] 刘巧玲,刘丽燕,盛玮. 新疆大果沙枣果实营养分析及开发利用[J]. 现代园艺,2021,44(9):54-56. DOI:10.3969/j.issn.1006-4958.2021.09.022.
- [16] 孙宇,霍瑞文,李莹莹,等. 蓝莓微波真空干燥特性及工艺研究[J]. 保鲜与加工,2021,21(6):57-65. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2021.06.010.
- [17] PIRIE A, MULLINS M G. Changes in anthocyanin and phenolics content of grapevine leaf and fruit tissues treated with sucrose, nitrate, and abscisic acid[J]. Plant Physiology, 1976, 58(4):468-472. DOI:10.1104/pp.58.4.468.
- [18] 张宪政. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994:191-163.
- [19] SINGLETON V L, ROSSI J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents [J]. American Journal of Enology & Viticulture, 1965, 16:144-158.
- [20] 刘程惠,胡文忠,姜爱丽,等. 不同贮藏温度下鲜切马铃薯的生理生化变化[J]. 食品与机械,2008(2):38-42. DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2008.02.012.
- [21] 李雪,杜传来,翟立公,等. 不同压榨温度下奇亚籽油气味的电子鼻分析[J]. 中国油脂,2021,46(4):15-19. DOI:10.19902/j.cnki.zgyz.1003-7969.2021.04.004.
- [22] 张沙沙,罗晓莉,曹晶晶,等. 电子鼻结合气相色谱-质谱联用技术分析松茸减压贮藏过程中挥发性风味成分变化[J]. 食品与发酵工业,2020,46(14):243-248. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.023097.
- [23] GIMÉNEZ M J, VALVERDE J M, VALERO D, et al. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees improve fruit quality at harvest and during storage[J]. Scientia Horticulturae, 2015,197:665-673. DOI:10.1016/j.scienta.2015.10.033.
- [24] 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数计数: GB 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [25] 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数: GB 4789.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [26] 刘艳红,童慕贤,吴静静,等. 基于模糊综合评价红柚汁果冻工艺优化[J]. 阜阳师范大学学报(自然科学版),2021,38(1): 38-43. DOI:10.14096/j.cnki.cn34-1069/n/2096-9341(2021)01-0038-06.

收稿日期:2021-05-13

(上接第 48 页)

- [17] 陈津津,冯嘉诚. 枸杞杏鲍菇复合运动饮料的研制[J]. 食品工业,2020,41(5):142-146.
- [18] 马雪,郭丽,李杨,等. 玉米肽红豆薏米复合谷物饮料的研制[J]. 食品工业,2020,41(11):19-24.
- [19] 黄玉坤,奚晓鸿,田红媚,等. 响应面法优化藜麦南瓜复合饮料加工工艺及其稳定性研究[J]. 食品研究与开发,2020, 41(19):112-118. DOI: 10.12161/j.issn.1005-6521.2020.19.020.
- [20] 古明亮,陈延伟. 模糊数学法在藤椒油感官评定中的应用[J]. 中国调味品,2018,43(1):143-146. DOI: 10.3969/j.issn.1000-9973.2018.01.032.
- [21] 周志帅,李娇,李洁芝,等. 模糊数学感官评价结合响应面法优化五香卤味即食豆干调味配方[J]. 中国酿造,2020,39(6): 143-149. DOI: 10.11882/j.issn.0254-5071.2020.06.028.
- [22] 于靖辉,董恺论,王俊玲,等. 响应面法优化灵芝孢子粉糙米酵素复合乳饮料的制备工艺[J]. 黑龙江科学,2020,11(18): 20-21,24. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8646.2020.18.007.
- [23] 赵云韵,杨心怡,王申萌,等. 超声波协同高剪切法高效提取树莓果渣黄酮及其对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用[J]. 现代食品科技,2019,35(5):220-227. DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.5.031.
- [24] 乔兴,李双琦,李燮昕. 正交试验优化玉米须蒲公英复合饮料配方[J]. 粮食与油脂,2020,33(9):60-63. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9578.2020.09.014.

收稿日期:2021-05-26