

文章编号:1673-1689(2005)03-0061-05

辅色素对杨梅汁色泽短期稳定性的影响

方忠祥¹, 张 懿¹, 蔡本利¹, 杜卫华², 孙金才²

(1. 江南大学 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡 214036; 2. 海通食品集团有限公司, 浙江 慈溪 315300)

摘 要:研究了多种辅色素对杨梅汁贮藏中色泽稳定性的影响. 将辅色素添加于杨梅汁中并贮藏 7 d 后发现, 乙二胺四乙酸(EDTA)、吐温-80、L-脯氨酸、L-赖氨酸、乙酸和丙二酸对杨梅汁色泽的稳定性作用不明显. L-谷氨酸、紫甘薯色素和紫玉米色素有一定的护色作用, 十二烷基硫酸钠(SDS)、乙醛和桑椹红色素对杨梅汁贮藏中的色泽有明显的保护作用.

关键词:辅色素; 杨梅汁; 贮藏; 稳定性

中图分类号: TS 264.4

文献标识码: A

Effects of Co-Pigments on the Color Stability of Bayberry (*Myrica rubra*) Juice during Short-Time Storage

FANG Zhong-xiang¹, ZHANG Min¹, CAI Ben-li¹, DU Wei-hua², SUN Jin-cai²

(1. Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Haitong Food Group Ltd. Co, Cixi 315300, China)

Abstract: Effects of co-pigments on the color stability of bayberry (*Myrica rubra*) juice during storage were investigated. EDTA, Tween-80, L-proline, L-lysine, acetic acid and malonic acid had little effects on the color stability, while L-glutamic acid, purple sweet potato pigments and purple corn pigments enhanced the juice color intensity, sodium dodecylsulfate, aldehyde and mulberry pigments delayed the color degradation effectively.

Key words: co-pigments; bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) juice; storage; stability

杨梅(*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.)是我国特产水果, 主要分布在长江以南的浙江和福建两省, 其中浙江杨梅现有栽培面积近 100 万亩, 产量突破 25 万 t^[1]. 杨梅的成熟期集中在每年 6~7 月的梅雨时节, 由于杨梅果实外表水分含量高、不耐撞压、易霉变, 所以杨梅鲜果极不耐贮藏, 杨梅鲜果最长贮藏期为 21 d^[2], 而加工制成的杨梅汁不仅保存期大为延长, 而且甜酸可口, 色泽艳丽, 风味独特. 杨梅

及杨梅汁的鲜艳色泽主要由花色苷所决定, 但在加工和贮藏过程中, 花色苷易受酶、温度及其降解产物等影响, 发生降解、聚合等反应而失去其诱人的色泽^[3].

对杨梅汁花色苷稳定性的研究已有多篇报导^[4~6]. 由于冷冻杨梅汁调配后在数天内往往会发生色泽变化, 因此作者采用在杨梅汁调配装瓶前, 添加适当的辅色素, 以改善其在短期贮藏的稳定性.

收稿日期: 2004-06-22; 修回日期: 2004-07-25.

基金项目: 宁波市重大攻关项目(2003C10008)资助课题.

作者简介: 方忠祥(1970-), 男, 湖南宁远人, 农产品加工与贮藏工程博士研究生.

万方数据

1 材料与方 法

1.1 材 料

荸荠种杨梅制成的冷冻杨梅原汁,由浙江海通食品集团提供。

1.2 试 剂

乙二胺四乙酸(EDTA,分析纯)、吐温-80(化学纯)、十二烷基硫酸钠(SDS,化学纯)、L-脯氨酸(生化试剂)、L-赖氨酸(生化试剂)、L-谷氨酸(生化试剂)、乙酸(分析纯)、乙醛(分析纯)、丙二酸(化学纯)、蔗糖(分析纯)、柠檬酸(分析纯)、苯甲酸钠(分析纯),以上试剂购于中国医药(集团)上海化学试剂公司。

葡萄皮紫色素、紫玉米色素、桑椹红色素,由无锡天新生物有限公司提供。

1.3 仪 器

752紫外可见分光光度计、WSC-S测色色差仪、折光仪均由上海精密科学仪器有限公司生产,PHS-2型酸度计由上海第二仪器厂生产。

1.4 方 法

将冷冻杨梅原汁于冰箱中5℃解冻,用明胶和皂土澄清过滤后,再用蔗糖调整其可溶性固形物质量分数为10%,用柠檬酸调节其pH=3.25,按添加量1g/L的比例添加苯甲酸钠,纱布过滤后置于阴暗处备用。

1.4.1 添加表面活性剂等试剂 在已调配好的杨梅汁中分别加入0,5,10,15 mg/L的EDTA、吐温-80和十二烷基硫酸钠,在分光光度计上于510 nm处测定其吸光度A值和和色差计上测定其L、a、b值,置室温暗处条件下7 d后再测定相应的指标。

1.4.2 添加氨基酸 在已调配好的杨梅汁中加入0,20,40,60 mg/L的L-谷氨酸、L-色氨酸和L-脯氨酸,在分光光度计上于510 nm处测定其吸光度A值和和色差计上测定其L、a、b值,置室温暗处条件下7 d后再测定相应的指标。

1.4.3 添加有机酸等 在已调配好的杨梅汁中加入0,1,3,5 mL/L的体积分数为10%的乙酸、乙醛、丙二酸,在分光光度计上于510 nm处测定其吸光度A值和和色差计上测定其L、a、b值,置室温暗处条件下7 d后再测定相应的指标。

1.4.4 添加天然色素 在已调配好的杨梅汁中加入0,10,20,30 mg/L的紫甘薯色素、紫玉米色素、桑椹红色素,在分光光度计上于510 nm处测定其吸光度A值和和色差计上测定其L、a、b值,置室温暗处条件下7 d后再测定相应的指标。

1.5 色 差 值 测 定 方 法

取一定量的样品置于色差计所配量具中,通过白板校准,直接将样品放置于光源下,读取色差计显示的数值(L,a,b),其中L值表示亮度,L值越大亮度越大;b值表示有色物质的黄蓝偏向,b值越大越偏向黄色;a值表示有色物质的红绿偏向,a值越大越偏向红色。

1.6 色 泽 保 存 率

色泽保存率(%)=(第7天样品吸光度值/第1天样品吸光度值)×100%。

2 结 果 与 分 析

2.1 EDTA等试剂对杨梅汁色泽贮藏稳定性的影响

添加乙二胺四乙酸(EDTA)、吐温-80、十二烷基硫酸钠(SDS)等试剂后对杨梅汁色泽的影响见表1,贮藏7 d后色泽保存率见图1。

表1 表面活性剂添加量对贮藏前杨梅汁色泽的影响
Tab.1 Effects of surface active agents on the color before bayberry juice storage

试剂	添加量/ (mg/L)	A_{510}	L	a	b
	0(对照)	0.851	24.22	19.87	5.61
	5	0.849	25.15	21.87	7.73
EDTA	10	0.879	23.98	22.82	6.54
	15	0.937	24.21	23.32	6.81
	5	0.818	24.26	21.64	6.08
吐温-80	10	0.742	25.04	22.87	7.25
	15	0.672	25.63	23.44	7.17
	5	0.907	23.97	22.51	6.21
SDS	10	0.945	20.78	26.27	6.73
	15	1.016	19.13	31.83	8.49

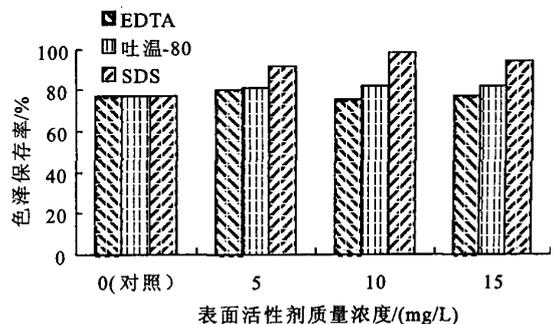


图1 表面活性剂对杨梅汁贮藏稳定性的影响

Fig.1 Effects of surface active agents on the color stability during bayberry juice storage

从表1可以看出,在杨梅汁中添加EDTA和SDS后,随着添加剂质量浓度的增加,其在510 nm处的吸光度都有所升高,同时红度 a 值也增大,表明杨梅汁的红色增强,颜色更深,其中SDS比EDTA增色更明显。吐温-80虽然可使杨梅汁的红度升高,却引起吸光度的下降,肉眼观察色泽变浅。贮藏7 d后,由图1可知,添加EDTA和吐温-80对杨梅汁的色泽保存率影响不大,对照的保存率为76.74%,而15 mg/L的EDTA和吐温-80保存率分别为76.92%和81.94%。只有10 mg/L的SDS对色泽的保存率达到97.96%,经 t 测验,在0.5的置信度有差异,说明SDS对杨梅汁贮藏期的色泽有保护作用。

EDTA是一种螯合剂,吐温-80是一种乳化剂,SDS是一种疏水键的阻断剂^[7],作者主要考查金属离子、乳化和疏水作用对花色苷的影响。SDS对杨梅汁色泽的保护作用说明杨梅汁花色苷在贮藏中的降解与失色可能与疏水相互作用有关。

2.2 氨基酸对杨梅汁色泽贮藏稳定性的影响

添加3种氨基酸后对杨梅汁色泽的影响见表2。由表可见,各种氨基酸的加入对杨梅汁的增色作用不大,对照在510 nm处的吸光度为0.910,添加40 mg/L的L-脯氨酸后其吸光度也只有0.919,红度 a 值也只会从21.99增加到24.03,两者没有显著差异。而添加60 mg/L的赖氨酸在510 nm处的吸光度仅为0.916,红度 a 值为22.41,与对照同样差异不大。虽然20 mg/L的谷氨酸使杨梅汁的吸光度增加到0.932,红度增加到24.42,在0.5置信度的 t 检验同样没显示出差异,且增大谷氨酸的用量,吸光度和红度都呈下降趋势,不过还是比对照大。

表2 氨基酸添加量对贮藏前杨梅汁色泽的影响

Tab.2 Effects of amino acids on the color before bayberry juice storage

试剂	添加量/(mg/L)	A_{510}	L	a	b
	0(对照)	0.910	27.79	21.99	6.03
	20	0.915	26.93	21.74	5.03
L-脯氨酸	40	0.919	27.57	24.03	5.29
	60	0.897	26.72	22.25	5.12
	20	0.899	27.25	24.23	5.39
L-赖氨酸	40	0.907	27.36	22.45	5.07
	60	0.916	27.25	22.41	5.02
	20	0.932	26.99	24.42	4.83
L-谷氨酸	40	0.921	28.32	23.62	4.92
	60	0.913	28.79	22.86	5.02

万方数据

将添加氨基酸的杨梅汁在暗处贮藏7 d后,其色泽保存率如图2所示,与对照相比,L-脯氨酸和L-赖氨酸对色泽的保存率也没表现出明显的作用,其保存率在75.35%(20 mg/L 脯氨酸)到78.94%(60 mg/L 赖氨酸)之间,而对照为75.98。虽然L-谷氨酸对色泽的保存率质量浓度的增加从76.81增加到81.78,但与对照的差别仍未达显著水平。

氨基酸被认为是一种对花色苷有保护作用的辅色素^[8],但在本实验中的L-脯氨酸、L-赖氨酸和L-谷氨酸对杨梅汁的花色苷并无明显的护色作用。相比较而言,L-谷氨酸的护色作用要好一些。

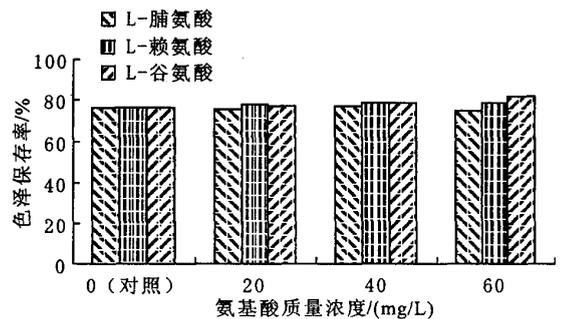


图2 氨基酸对杨梅汁贮藏稳定性的影响

Fig.2 Effects of amino acids on the color stability during bayberry juice storage

2.3 有机酸等对杨梅汁色泽贮藏稳定性的影响

添加乙酸、乙醛、丙二酸后对杨梅汁色泽的影响见表3。随着乙酸和丙二酸质量浓度的加大,其在510 nm处的吸光度和红度 a 值也增大,且丙二酸增加的量比乙酸增加的量要大,但与对照相比,只有5 ml/L的丙二酸吸光度值和红度值有差异($p < 0.5$),这种差异可能是由于添加这两种有机酸后,引起杨梅汁pH值的改变有关(体积分数10%丙二酸的pH=1.47,体积分数10%乙酸pH=2.89,体积分数10%乙醛pH=4.56),按5 ml/L添加丙二酸后,杨梅汁的pH从3.25下降到3.14,而花色苷的色泽是越在酸性条件下越稳定,色泽越鲜艳。由于乙醛对杨梅汁的pH值基本无影响,甚至稍有升高,使杨梅汁吸光度与对照几乎无差别,肉眼也看不出红度 a 值的增大。

处理的杨梅汁贮藏7 d后其色泽保存率见图3,添加乙酸、乙醛、丙二酸都使色泽保存率上升,而尤其是乙醛对色泽的保存率较大,从73.17%上升到95.63%,经 t 检验0($p < 0.5$)有差异。

有机酸也是花色苷的辅色素之一^[8],实验表明它们对杨梅色素有一定保护作用。而乙醛既是一种辅色素,又被认为可以在花色苷与多酚(如儿茶酚)

之间搭桥形成新的更稳定的结构^[9],从而使花色苷的稳定性提高。

表3 有机酸添加量对贮藏前杨梅汁色泽的影响

Tab.3 Effects of organic acids on the color before bayberry juice storage

试剂	添加量/ (mg/L)	A_{510}	L	a	b
	0(对照)	0.869	25.13	28.92	9.11
乙酸	1	0.891	23.92	32.01	10.28
	3	0.924	23.89	33.32	10.38
	5	0.935	22.89	34.01	10.86
乙醛	1	0.863	22.17	32.01	10.23
	3	0.870	21.52	32.39	10.49
	5	0.873	21.47	32.86	10.48
丙二酸	1	0.913	22.11	35.49	12.11
	3	0.997	21.44	37.76	12.25
	5	1.132	20.87	39.31	14.83

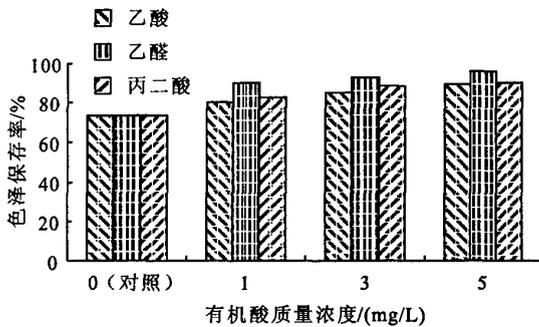


图3 有机酸对杨梅汁贮藏稳定性的影响

Fig.3 Effects of organic acids on the color stability during bayberry juice storage

2.4 天然色素对杨梅汁色泽贮藏稳定性的影响

作者添加了紫甘薯、紫玉米和桑椹红3种天然色素于杨梅汁中,结果所有色素添加后都使杨梅汁的吸光度和红度增加,添加量为30 mg/L时,红度 a 值是对照的2倍(见表4),亮度 L 值有所下降,表明杨梅汁的红色增强,肉眼观察为暗红色,而尤以桑椹红色素增色明显。

将上述处理过的杨梅汁在暗处贮藏7 d后,其色泽保存率的变化如图4所示.对照的色泽保存率为76.47%,而添加30 mg/L的紫甘薯、紫玉米和桑椹红3种色素后杨梅汁的色泽保存率分别升高到89.87%、85.18%和94.31%,其中桑椹红色素处理的样品与对照有统计上的差异($p < 0.5$),表明该色素对杨梅汁贮藏中的色泽有较好的保护作用。

目前已知结构的花色苷的种类有250多种,且不同植物来源和不同结构的花色苷稳定性也不一

样,一般花色苷元母体上的糖苷化和酰基化有助于色素的稳定^[10].而且花色苷分子之间还可发生相互交联而使吸光度增大^[11].实验结果表明紫甘薯、紫玉米和桑椹红3种色素可能也是通过与杨梅汁中花色苷相互交联而增加了杨梅汁在贮藏中的色泽稳定性。

表4 天然色素添加量对贮藏前杨梅汁色泽的影响

Tab.4 Effects of natural colorants on the color before bayberry juice storage

试剂	添加量/ (mg/L)	A_{510}	L	a	b
	0(对照)	0.892	25.44	20.88	9.09
紫甘薯	10	0.991	23.49	28.74	4.51
	20	1.141	21.60	45.83	8.65
	30	1.211	17.96	47.35	8.71
紫玉米	10	1.024	24.86	25.36	5.52
	20	1.074	21.44	38.85	11.24
	30	1.189	17.79	43.56	14.17
桑椹红	10	1.108	20.61	27.68	6.74
	20	1.382	18.14	49.06	26.94
	30	1.641	14.14	54.26	29.01

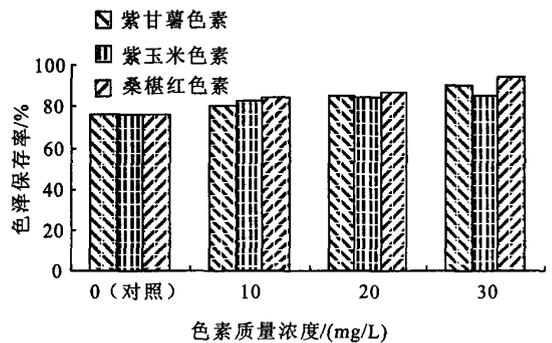


图4 天然色素对杨梅汁贮藏稳定性的影响

Fig.4 Effects of natural colorants on the color stability during bayberry juice storage

3 结论

乙二胺四乙酸(EDTA)、吐温-80、L-脯氨酸、L-赖氨酸、乙酸和丙二酸对杨梅汁色泽的稳定性作用不明显,L-谷氨酸、紫甘薯色素和紫玉米色素有一定的护色作用,十二烷基硫酸钠(SDS)、乙醛和桑椹红色素对杨梅汁贮藏中的色泽有明显的保护作用。

参考文献:

- [1] 肖阔. 杨梅的生产和保鲜[EB/OL]. <http://www.cctv.com/program/kjy/20040723/101919.shtml>. 2004-07-23.
- [2] 李共国, 马子骏. 杨梅冰温贮藏保鲜研究[J]. 食品工业科技, 2004, (3): 130-131.
- [3] Mazza G, Brouillard R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products[J]. **Food Chem**, 1987, 25:207-225.
- [4] 双长明, 陈学平. 杨梅果汁花色苷及其色泽稳定性的研究[J]. 食品与发酵工业, 1991, (3): 1-7.
- [5] 励建荣, 岑沛霖, 蒋志刚. 单宁对杨梅汁花色苷稳定性的影响[J]. 科技通报, 2001, (6): 1-6.
- [6] 励建荣, 岑沛霖, Joyce D C. 杨梅汁花色苷热降解动力学研究[J]. 科技通报, 2002, (1): 1-5.
- [7] Tajchakavit S, Boye J I, Bélanger D. Kinetics of haze formation and factors influencing the development of haze in clarified apple juice[J]. **Food Res Int**, 2001, 34: 431-440.
- [8] Davies A J, Mazza G. Copigmentation of simple and acylated anthocyanins with colorless phenolic compounds[J]. **J Agric Food Chem**, 1993, 41: 716-720.
- [9] Brouillard R, Dangles O. Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during aging? [J]. **Food Chem**, 1994, 51: 365-371.
- [10] Delgado-Vargas F, Paredes-Lopez O. Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses[M]. Boca Raton: CRC Press, 2002. 167-289.
- [11] Timberlake C F. Anthocyanins - occurrence, extraction and chemistry[J]. **Food Chem**, 1980, (5): 69-80.

(责任编辑: 朱明)

(上接第60页)

参考文献:

- [1] 彭莹. β -葡聚糖酶高产菌 *Bacillus subtilis* 9126-6 的发酵性能研究[J]. 南京农业大学学报, 1994, (17): 59-64.
- [2] 顾国贤. 大麦的 β -葡聚糖和 β -葡聚糖酶[J]. 酿酒, 1993, (3): 9-10.
- [3] Canwell B A, McConnell D J. Molecular cloning and expression of *Bacillus subtilis* β -glucanase gene in *Escherichia coli* [J]. **Gene**, 1983, 23: 211-219.
- [4] Lloberas J, Perz-pons J A, Querol E. Molecular cloning, expression and nucleotide sequence of the endo- β -1,3-1,4-D-glucanase gene from *Bacillus licheniformis*[J]. **Eur J Biochem**, 1991, 197: 337-343.
- [5] Hofemeister J, Kurtz A, Borris R, et al. The β -glucanase gene from *Bacillus amyloliqueniensis* shows extensive homology with that of *Bacillus subtilis*[J]. **Gene**, 1986, 49: 177-187.
- [6] 林宇野. 微生物来源的 β -葡聚糖酶研究[J]. 福建轻纺信息, 1995, (9): 1-3.
- [7] 诸葛健, 王正祥. 工业微生物实验技术手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994. 9.
- [8] 天津轻工学院, 大连轻工学院, 无锡轻工业学院. 工业发酵分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1980. 85-87.

(责任编辑: 李春丽)