

杨梅汁分类及其稳定性主要影响因素分析

郎 娅^{1,2}, 季 露^{1,2}, 倪 穗¹, 史 婷婷², 陈 纪 算³, 孙 志 栋^{1,2}

(1. 宁波市农业科学研究院, 浙江 宁波 315040; 2. 宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315211;

3. 宁波海通食品科技有限公司, 浙江 慈溪 315300)

摘 要:杨梅是我国的特产水果, 营养丰富, 其中花色苷具有抗衰老、抗氧化等多种功效, 深受消费者的青睐。杨梅汁在加工中存在各种问题, 一直是加工中需要解决的难题, 现概述了杨梅汁的分类, 分析了影响杨梅汁加工过程中色泽、均一和风味等稳定性的主要因子, 以期为解决上述问题提供基本理论依据。

关键词:杨梅汁; 分类; 稳定性; 影响因素

中图分类号: TS 275.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)09-0199-05

杨梅是我国江南的特产水果, 因其营养丰富, 味美汁多, 清香宜人, 消暑解腻, 深受广大消费者的青睐, 并进入国际市场^[1]。由于杨梅的采收期集中在6月中、下旬约20 d, 此时恰逢江南梅雨和高温季节, 且杨梅果实肉柱裸露, 保存期特别短, 民间有“一日味变, 二日色变, 三日色味皆变”的说法^[2]。一般杨梅用于鲜销的仅占30%~40%, 用于加工的不足10%, 约有50%左右的杨梅因迟销、价格低廉而弃于树上, 烂在山间, 造成资源的极大浪费, 且影响环境。因此, 开展杨梅深加工、提高产品附加值、延长杨梅产业链, 是当前和今后迫切需要解决的重要课题, 对于促进农业增收、梅农致富具有重要的经济战略意义。

1 杨梅汁的分类

杨梅汁大致分为4类: 纯天然杨梅(原)汁、复合调味杨梅汁、杨梅发酵乳汁和复合发酵果蔬汁。

1.1 天然杨梅(原)汁

所谓天然杨梅(原)汁, 指的是杨梅原料经榨取后获得的无任何添加的天然杨梅汁, 又称杨梅原汁, 通过浓缩可得到浓缩杨梅原汁。较早开发的杨梅汁是基于杨梅蜜饯加工过程获得的汁, 属于副产物, 采用“提质保果”的方法, 即以新鲜杨梅果为原料, 经过冲洗、滚动提汁, 得到原汁, 再经过过滤、加温(灭酶、灭菌), 制成原

汁饮料, 常温可保存3 d, 添加1%苯甲酸钠可保存5 d, 60~65℃真空浓缩至可溶性固形物65%~70%, 常温可贮存半年^[3]。采用两段法的工艺路线, 即由原料产地加工浓缩杨梅果汁半成品, 再在加工地加工天然杨梅果汁, 用金属灌装, 灌装的杨梅汁外观色泽为红色, 香气协调柔和, 酸甜可口, 具有杨梅独特风味^[4]。目前市场上的杨梅汁大多采用玻璃瓶、PET瓶或利乐盒灌装。

1.2 复合杨梅汁

复合杨梅汁指的是以杨梅原汁为基本原料, 与其它1种或1种以上调配汁混合而成的饮料。与杨梅汁是否适合调配需要做试验选择, 如杨梅汁与草莓汁、红心李汁可以调配相得益彰, 但与葡萄调配则红色褪色、浊度增加, 不宜调配。杨梅原汁含量不得低于25%, 否则, 不能得到令人满意的杨梅复合果汁色泽和营养组分, 杨梅与草莓汁、李汁调配的最佳比例为杨梅原汁>25%, 草莓原汁<20%, 可溶性固形物含量11%~13%, 总酸含量0.6%~0.8%^[5]。

杨梅原汁风味与桑果汁稳定的色泽结合, 又可获得另一种别有风味的杨梅复合饮料。经过单因素试验和正交实验, 确定了杨梅桑果复合饮料的最佳配比为杨梅原汁35%、桑果原汁15%、糖酸比15:1、白砂糖5%, 最佳工艺条件为110℃ UHT杀菌3~6 s, 因为UHT杀菌对花色苷破坏较小^[6]。

1.3 杨梅发酵乳汁

是以杨梅、牛乳为基本原料发酵而成的有杨梅风味的乳汁。黎继烈等^[7]研究以杨梅刺梨果汁和复原乳为主要原料发酵, 获得了具有杨梅刺梨特有果味和品质、又具酸乳特有风味的杨梅发酵乳汁。其最佳工艺条件为: 1:1比例混合杨梅、刺梨果汁, 按比例加入复原乳、8%糖和0.4%稳定剂, 高压均质、杀菌, 再接种保加利亚杆菌(*Lactobacillus bulgaricus*)和嗜热链球菌(*Streptococ-*

第一作者简介: 郎娅(1990-), 女, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工。E-mail: seadly@sina.cn.

责任作者: 孙志栋(1962-), 男, 浙江慈溪人, 硕士, 高级工程师, 现主要从事农产品加工贮藏等研究工作。E-mail: zdsun.cn@163.com.

基金项目: 宁波市农业攻关重大资助项目(2013C0013); 宁波市农村创新创业重点资助项目(2012C92015)。

收稿日期: 2015-12-25

cus thermophilus) 发酵, 发酵最佳组合为: 培养温度 42℃, 混合果汁添加量 10%, 菌种比 1:1 (L b/S t), 接种量 4%。华景清等^[8]以杨梅、蜂蜜和纯牛奶为主要原料, 获得最佳配方和工艺条件为: 以纯牛奶 100 mL 为例, 添加杨梅汁 24%、蜂蜜 7%、蔗糖 4%、发酵剂菌种 2.5% (菌种比 1:2 (L b/S t))、发酵温度 42℃、发酵时间 5.5 h, 可获得香气、口感和组织状态均佳的酸奶。

1.4 发酵复合杨梅果蔬汁

是以杨梅为基本原料, 与 1 种或以上其它果蔬汁调配、发酵液复合而成的饮料。夏其乐等^[9]以杨梅汁为主料, 添加胡萝卜及番茄 2 种果蔬汁的发酵液, 按比例 2:1:1 混合, 可获得色泽鲜艳、香气醇厚的杨梅果蔬汁复合汁。发酵菌种为复合菌种, 发酵温度 37℃。通过产酸速度和产品风味确定最佳菌种添加量与复配比例为: 保加利亚乳杆菌发酵液添加 2%、嗜热链球菌发酵液添加 2%、植物乳杆菌发酵液添加 5%。

此外, 另有 1 种粒粒杨梅做法, 其基本原理是采用 95% 酒精固定杨梅肉柱, 脱离果核后再加入护色素、稳定剂和杨梅汁, 就得到果肉粒杨梅饮料^[10-11]。

2 影响杨梅汁品质、色泽稳定性的主要因子

由于杨梅汁中的营养成分丰富, 尤其酚类物质易与蛋白质等发生反应, 形成沉淀^[12-13]。花色苷随着时间的推移, 也容易降解, 导致杨梅汁风味、色泽和外观失去商品性。

花色苷是属于类黄酮的水溶性天然色素, 以花色素为糖苷配基, 基本结构为 2-苯基苯并吡喃样 (花色样) 上连有不同的羟基和甲氧基。花色苷是使杨梅呈现红、紫、或紫黑等颜色的主要原因^[14], 其花色苷主要成分是矢车菊素 (Cy-3-glu), 占总花色苷的 95% 以上, 以及少量的天竺葵素 (Pg-3-glu) 和飞燕草素 (Dg-3-glu) 等^[15-17]。花色苷在抗氧化^[18]、清除自由基^[19]、抗疾病^[20-21] 等方面都有良好的功能, 因而研究其色泽稳定性对保持花色苷的功能具有重要意义。

2.1 结构对花色苷稳定性的影响

花色苷的稳定性受自身结构的影响, 结构中羟基较多的花色苷稳定性不如甲氧基较多的花色苷高。例如, 含有较多的矢车菊素、天竺葵素和飞燕草素的植物和含有较多牵牛花色苷和锦葵色苷的植物相比, 前者颜色的稳定性不如后者。糖基不同, 则稳定性也不同, 花色苷稳定性的变化顺序为: 葡萄糖 > 半乳糖 > 阿拉伯糖^[22]。酰基化的稳定性更高^[23], 因酰基的空间堆积会减少花色苷对水亲核攻击的敏感, 防止花色苷形成甲碱或查尔酮结构而失色。

杨梅中花色苷的降解机制是先由多酚氧化酶 (PPO) 氧化没食子酸等酚类成分, 再由氧化后的产物与矢车菊素-3-葡萄糖苷反应而引起色素的降解, 属于偶合氧化反应机制^[24]。为了破坏和抑制其中的酶, 可以对

杨梅榨汁前进行漂烫处理^[25]。

花色苷的稳定性也受内外因影响。花色苷的稳定性除了花色苷自身结构的影响外, 还受环境因素影响, 温度、pH 值、光照等因素都会使花色苷发生降解^[23, 26], 从而导致产品品质下降。

2.2 pH 值对花色苷稳定性的影响

花色苷受 pH 值影响很大, 花色苷的结构会随着 pH 值的变化而转变, 具体结构见表 1^[27]。杨梅汁在低 pH 值条件下, 杨梅颜色比较稳定, 试验表明在 pH 值为 1.5 时, 杨梅汁色泽稳定性最好^[16]。

表 1 花色苷在不同 pH 值条件下的结构

Table 1 The structures of anthocyanins under different pH value

pH 值	主要结构	颜色
<2	花色样阳离子	红色到橙色
3~6(酸性)	查尔酮假碱和甲醇假碱	无色
6~7(弱酸和中性)	中性醌式碱	浅紫色或紫色
8~10(微碱)	离子化醌式碱	蓝色

2.3 光照对花色苷稳定性的影响

光对花色苷的影响是两方面的, 光是花色苷生物合成的重要因子, 但也是加速花色苷降解的重要因素, 光照花色苷热降解加速。研究表明杨梅红色素被紫外光照射 0.5 h, 红色素即开始下降, 至 10 h 后完全降解^[28-29]。这与石榴汁的光照对花色苷影响结果相似。用日光灯对石榴汁进行照射, 10 d 后花色苷从开始的 86.00 mg/L 降到 25.19 mg/L, 损失了 70.70%, 而避光保存的石榴汁, 10 d 后花色苷损失率只有 42.95%。因此, 避光保存可以减少花色苷的损失^[30]。

2.4 温度对稳定性的影响

温度对花色苷的稳定性影响也很大, 当温度升高时, 花色苷的二苯基苯并吡喃阳离子 AH^+ 会失去电子, 会发生水解反应和开环反应, 使得花色苷向着无色的查尔酮和甲醇假碱形式转化, 但当冷却和酸化时, 醌式碱和甲醇假碱还可转变成红色的花色样阳离子形式, 而查尔酮则很难再转化为花色样阳离子形式^[31]。而且, 温度越高, 花色苷降解越快, 花色苷降解动力学数据的分析结果表明, 杨梅花色苷热降解属动力学一级反应^[32]。随着 pH 值和温度的升高, 杨梅花色苷降解的半衰期 ($t_{1/2}$) 和热降解活化能 (E_a) 显著下降^[33]。杨梅红色素在温度低于 60℃ 条件下变化不大, 但当温度升至 80℃ 以上, 则迅速降解^[28-29]。这与温度对黑玉米花色苷的影响结果相似, 在 40℃ 下, 10 h 后黑玉米花色苷仍有 95.94% 的保存率, 但当温度到 100℃ 时, 10 h 后, 仅有 16.38% 的花色苷残留^[34]。

2.5 辅色素对稳定性的影响

辅色素常是一类无色物质, 它可使花色苷在中性、微酸性条件下呈现亮丽的色泽。目前发现的辅色素包括单宁 (tannins)、多酚 (polyphenols)、有机酸 (organic acids)、核苷酸 (nucleotides)、多糖 (polysaccharides)、金属离子

(metal ions)、生物碱(alkaloids)、香豆素(coumadins)、肉桂酸衍生物(cinnamic acid derivatives)、蒽酮类(anthrone)、氨基酸(amino acids)和类黄酮(flavonoids)及花色苷本身等^[35]。花色苷与辅色素之间发生的作用称为分子间共色(intermolecular co-pigmentation)^[36]。

励建荣等^[37]研究表明单宁作为辅助色素可以显著增加花色苷的稳定性,使杨梅汁的最大吸收光度和最大吸收波长均增大。陈健初等^[32,38]研究了茶多酚、铁离子、铝离子对杨梅花色苷和色泽稳定性的影响。结果表明,茶多酚、铁离子、铝离子对花色苷和色泽稳定性均无显著影响。但是抗坏血酸能显著降低杨梅花色苷的色泽稳定性,加速色泽溶液的褪色;抗坏血酸的浓度越大,在热处理过程中杨梅花色苷溶液的吸光度和 Hunter a 值下降越快, Hunter L 值则上升幅度越大。有研究在果汁贮存过程中观察到氧和抗坏血酸的量同时减少,这是因为抗坏血酸被氧化后能产生 H_2O_2 , H_2O_2 直接亲核进攻花色苷的 C_2 位,使花色苷开环生成查尔酮引起花色苷的降解^[27],因此,隔绝氧气或者充氮处理能够防止花色苷的降解。

添加合适的辅色素可以稳定杨梅汁的色泽,试验表明 L 谷氨酸、紫甘薯色素和紫玉米色素可以增强杨梅汁的色泽强度,而十二烷基硫酸钠(SDS)、乙醛和桑椹红色素对杨梅汁贮藏中的护色作用明显^[39]。

3 影响杨梅汁均一和稳定性的主要因子

3.1 沉淀物化学成分

澄清的杨梅汁在 25℃ 下存储 6 个月后会产生产沉淀, FANG 等^[40]研究表明,杨梅清汁中的混浊物主要是蛋白质-单宁类型的混浊。以冻干的沉淀物分析,含有 $(20.38 \pm 4.25)\%$ 的蛋白质、 $(70.24 \pm 2.63)\%$ 的多酚、 7.2% 的单糖(为多酚的糖苷部分)和 $(6.65 \pm 0.57)\%$ 的灰分。沉淀物中的蛋白质来源于杨梅果实,且相对分子量小于 8 000。鞣花酸是沉淀物中的主要酚类物质,为 (9.92 ± 0.19) g/100g DW,占被检测出总酚的 56%;还检测到了一定量的果胶物质,为 8%~9%。

3.2 沉淀的原因

通过光学显微和透射电镜观察,杨梅汁混浊颗粒结构的中间是由蛋白质和多酚聚合而成的复合物,而外面则由半透明状的蛋白质结构所包围,因此,清除蛋白质是稳定杨梅汁的必要措施。陈健初^[31]研究发现,悬浮颗粒和胶体物质是造成杨梅汁沉淀的主要原因之一。另外发现沉淀物质含有很大比例的是糖,且游离的单糖比例较高,说明杨梅汁沉淀过程中单糖也被某些物质吸附而沉淀。杨梅果汁中所含的果胶类物质在沉淀形成过程中也起了一定的作用。

3.3 消除沉淀措施

消除沉淀的核心就在于截留这些大分子物质,或者与这些物质发生反应使之沉淀而被清除。目前,澄清杨

梅汁主要采用自然澄清法、明胶单宁澄清法、冷冻澄清法、酶澄清法和超滤澄清法等,由于单一的方法效果都不是很明显,因此,多种方法联合使用也许会达到预期的效果。

钟瑞敏^[41]研究了多种澄清剂和复合酶对杨梅汁澄清的影响,该工艺以鲜杨梅为原料,经打浆离心取汁,中性蛋白酶作用 1 h,添加 1‰ 明胶处理,然后用 1.5 万~2.0 万 U 果胶酶、1.5 万 U 纤维素酶、0.2 U α -淀粉酶净化 2 h,最后以硅藻土为助滤剂在 0.2 MPa 压力下过滤,可得到澄清度超过 95% 的高澄清度杨梅原汁。

黄原胶/壳聚糖澄清法与传统的明胶/皂土澄清法都可以有效降低杨梅汁中的总花色苷含量、褐变指数,总酚和浑浊度,提高果汁的澄清度。澄清后用 100 kDa 的聚丙烯腈膜超滤的杨梅汁比硅藻土过滤的杨梅汁更加清澈,浑浊度更低,且在 4℃ 条件下,可以延缓果汁混浊物的产出^[42]。

膜分离技术用于果汁澄清除菌中,不仅能保证果汁在微生物方面的安全性,而且可以最小程度地减少果汁在营养、理化、感官上的变化,保持果汁的原汁原味。无机陶瓷膜具有耐高温、化学稳定性好、能抗微生物降解的特点,无机膜在果汁过滤中,具有渗透通量较高、蛋白质吸附少,过滤后的果汁浊度值均低于 1.0 NTU,且可同时除菌,延长了产品的保质期^[43]。而用超滤膜处理杨梅果汁的除菌效果与巴氏杀菌相同,但其澄清效果优于传统的离心后巴氏杀菌处理,且营养成分损失少,透明度和酸度变化均不大^[44]。

4 杨梅汁风味稳定性

4.1 杨梅汁风味成分及其变化

新鲜的杨梅果汁用固相微萃取-气相色谱-质谱测定其香气成分,结果为:4 种烯类物质含量约 62.59%;8 种醇类物质含量约 12.68%;2 种酯类含量约 0.89%^[45]。KANG 等^[46]对杨梅中的成分进行了进一步的结构鉴定,用顶空固相微萃取法收集挥发性的芳香物质,用 GC-MS 与 GC-O 联用对杨梅芳香物质进行测定,得到主要的成分是石竹烯、薄荷醇、松油醇、氧化芳樟醇、苯甲醇、甲基苯基甲醇、苯乙醇、甲基丁酸、乙酸等,其中萜烯类是最主要的。

张拥军等^[47]用电子鼻分析了不同处理工艺(离心,膜过滤)果汁产生的特征挥发性气体,确定了氮氧化物类传感器、甲烷类传感器、乙醇类传感器等 3 类气体传感器作为杨梅果汁电子鼻的传感器阵列,且杨梅果汁经过不同处理方式后雷达图外形相似,说明其芳香成分经不同处理变化较小。

随着储藏时间的推移,温度、pH 值、色泽变化等一系列反应都对杨梅风味产生影响,徐亦秀等^[48]用固相微萃取与气质联用法分析杨梅汁饮料中不良风味成分,表明酯类和反-丁子香烯等杨梅特征风味物质含量降低;呈

现酒精味的乙醇、3-甲基丁醇含量增加;呈现腐败味的己酸、壬烯含量增加;多酚氧化和脂肪氧化产生的醛类物质增多。

4.2 杨梅汁风味变化原因

进一步的研究表明,杨梅浊汁加工贮藏中风味变化的原因是,杨梅原汁的酯类、醇类、总糖和可滴定酸含量分别下降了 6.03%、8.24%、5.56 g/L 和 0.18 g/L,而醛类上升了 4.19%,呈现出腐败味;与适度杀菌浊汁相比,过度杀菌处理会导致酯类、总糖和可滴定酸含量分别下降 6.19%、4.88 g/L、0.13 g/L,且有二甲亚砷产生;与风味良好的成品浊汁相比,有发酵味浊汁的显著特征为醇类含量提高了 11.51%,酯类和总糖含量分别下降 14.91%和 3.27 g/L^[49]。

5 结论

杨梅汁具有非常大的营养价值和经济价值,解决好杨梅汁加工中的稳定性问题非常重要和迫切。杨梅自身的营养物质和外界因素都极易使其产生变化,影响产品的商品性,在最大程度保留营养物质的情况下,要尽量避免外界因素对其的影响,因此,避光、低温、隔氧,添加适当的辅色素和添加剂都是增加杨梅汁稳定性的必要条件和措施。

参考文献

- [1] 孙志栋,柴春燕,陈惠云,等. 果用杨梅慈溪若干地方品种亲缘关系初析[J]. 分子植物育种,2008,6(6):1123-1126.
- [2] 杨虎清,吴峰华,周存山,等. “东魁”杨梅在减压贮藏过程中品质及相关酶活性的变化[J]. 中国食品学报,2010,10(1):161-166.
- [3] 林明海,林燕珠. 天然杨梅汁制法[J]. 食品工业,1990(4):20-21.
- [4] 陈永安,黎继烈,易经纶. 天然杨梅果汁饮料的研制[J]. 林产化工通讯,1997(3):41-43.
- [5] 双长明,陈学军. 天然杨梅混合果汁饮料的研制[J]. 食品科学,1992(1):23-29.
- [6] 陈祖满. 杨梅桑果复合果汁饮料加工工艺研究[J]. 饮料工业,2013,16(9):22-24,29.
- [7] 黎继烈,吴耀辉,谭长征. 凝固型杨梅刺梨酸乳的加工工艺[J]. 食品与发酵工业,2003,29(11):100-102.
- [8] 华景清,李文明,胡舒洋,等. 蜂蜜杨梅酸奶的工艺研究[J]. 食品研究与开发,2015,36(3):54-58.
- [9] 夏其乐,邢建荣,陈剑兵,等. 发酵复合果蔬汁饮料的研制[J]. 保鲜与加工,2007(4):46-48.
- [10] 金合春,方贵. 杨梅果肉粒粒饮料的生产工艺[J]. 食品工业科技,1992(1):10-12.
- [11] 俞妙恩. 粒粒杨梅汁生产的探讨[J]. 食品工业,1999(2):10-11.
- [12] 阚茗铭,叶发银,赵国华. 多酚-蛋白质共价作用及其对食品体系的影响研究进展[J]. 食品科学,2015,36(1):245-249.
- [13] 黄惠华,王志,陈建新. 多酚-蛋白质络合反应的影响因素研究[J]. 食品科学,2003,24(2):22-25.
- [14] FANG Z X, ZHANG Y H, LANG Y, et al. Fermented Fruit and rry juices[J]. Food Chem, 2009, 113: 884-888.
- [15] 叶兴乾,陈健初,苏平. 荸荠种杨梅的花色苷组分鉴定[J]. 浙江农业大学学报,1994(20):188-190.
- [16] BAO J S, CAI Y Z, SUN M, et al. Anthocyanins, flavonols, and free-radical scavenging activity of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability[J]. Agric Food Chem, 2005, 53(6):2327-2332.
- [17] 杜琪珍,姜华,徐渊金. 杨梅中主要花色苷的组成与结构[J]. 食品与发酵工业,2008,34(8):48-51.
- [18] PHILPOTT M, GOULD K S, LIM C, et al. In situ and in vitro antioxidant activity of sweetpotato anthocyanins[J]. Agric Food Chem, 2004, 52: 1511-1513.
- [19] WANG H, CAO G, PRIOR R L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins[J]. Agricultural and Food Chemistry, 1997, 45(2):304-309.
- [20] BOYD W. Natural colors as functional ingredients in healthy foods[J]. Cereal Foods World, 2000, 45:221-222.
- [21] TOUFEKTSIAN M C, de LORGERIL M, NAGY N, et al. Chronic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemia-reperfusion injury[J]. The Journal of Nutrition, 2008, 138(4):747-752.
- [22] TROSTK, GOLC-WONDRA A, PROSEKM, et al. Anthocyanin degradation of blueberry-aronia nectar in glass compared with carton during storage[J]. Journal of Food Science, 2008, 73(8):405-411.
- [23] 李云,赵昶昶,杨晓娜,等. 花色苷分子结构与其稳定性以及呈色关系的研究进展[J]. 云南农业大学学报,2010,25(5):712-719.
- [24] FANG Z X, ZHANG M, SUN Y F. Polyphenol oxidase from bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) and its role in anthocyanin degradation[J]. Food Chemistry, 2007, 103:268-273.
- [25] FANG Z X, ZHANG M, SUN Y F, et al. How to improve bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) juice color quality: effect of juice processing on bayberry anthocyanins and polyphenolics[J]. Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54:99-106.
- [26] 陈丽璇,苏明华,陈移亮. 影响杨梅鲜汁中红色素稳定性的因子研究[J]. 福建农业学报,2006,21(1):72-75.
- [27] 孙建霞,张燕,胡小松,等. 花色苷的结构稳定性与降解机制研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(3):996-1008.
- [28] 高居易,檀东飞,陈伟生. 杨梅水溶性红色色素的提取和性质的研究[J]. 天然产物研究与开发,2001,13(2):59-62.
- [29] 林璇. 杨梅红色素的提取、纯化及其理化性质[J]. 漳州师范学院学报(自然科学版),2002,15(3):98-101.
- [30] 郭松年,徐驰,刘兴华,等. 温度、pH 值和光照对石榴汁花色苷稳定性的影响[J]. 食品与发酵科技,2009,45(5):29-31.
- [31] 陈健初. 杨梅汁花色苷稳定性、澄清技术及抗氧化特性研究[D]. 杭州:浙江大学,2005.
- [32] 陈健初,苏平,叶兴乾. 杨梅花色苷及色泽稳定性研究[J]. 浙江农业大学学报,1994,20(2):178-182.
- [33] 辛修峰,余小林,胡卓炎,等. 杨梅澄清汁及浓缩汁中花色苷热降解动力学研究[J]. 农业工程学报,2007,23(9):251-254.
- [34] 张军娜,黄立新. 光照和温度对黑玉米花色苷稳定性的影响[J]. 现代食品科技,2009,25(11):1282-1285.
- [35] FIGUEIREDO P, ELHABIRIM, TOKIK, et al. New aspects of anthocyanin complexation. Intramolecular copigmentation as a means for colour loss[J]. Phyto-Chemistry, 1996, 41(1):301-308.
- [36] JORDHEIM M, MGE F, ANDERSEN M. Anthocyanins in berries of ribes including gooseberry cultivars with a high content of acylated pigments[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(14):5529-5535.
- [37] 励建荣,岑沛霖,蒋志刚,等. 单宁对杨梅汁花色苷稳定性的影响[J]. 科技通报,2001,17(6):1-3.
- [38] 陈健初,叶兴乾,席巧芳. 抗坏血酸对杨梅花色苷色素稳定性的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(3):298-300.
- [39] 方忠祥,张慧,蔡本利,等. 辅色素对杨梅汁色泽短期稳定性的影响[J]. 食品与生物技术学报,2005,24(3):61-65.

- [40] FANG Z X, ZHANG M, TAO G J. Chemical composition of clarified bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) juice sediment[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54: 7710-7716.
- [41] 钟瑞敏. 高澄清度杨梅果汁快速净化生产工艺研究[J]. 食品工业科技. 2002, 23(2): 52-54.
- [42] FANG Z X, ZHANG M, DU W H. Effect of fining and filtration on the haze formation in bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) juice. [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55, 113-119.
- [43] 姚志春, 胡晓东. 陶瓷膜澄清杨梅果汁的实验研究[J]. 膜科学与技术, 2006(11): 130-132.
- [44] 何杰民, 张拥军, 蒋家新, 等. 改性膜处理用于杨梅果汁澄清除菌效果的研究[J]. 中国食品学报, 2011, 11(4): 136-140.

- [45] 韩素芳, 钟冬莲, 丁明. 固相微萃取-气相色谱-质谱测定杨梅香气[J]. 分析试验室, 2009(28): 99-101.
- [46] KANG W H, LI Y, XU Y, et al. Characterization of aroma compounds in Chinese bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) by gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) and Olfactometry (GC-O)[J]. Journal of Food Science, 2012, 77(10): 1030-1035.
- [47] 张拥军, 何杰民, 蒋家新, 等. 不同处理工艺杨梅果汁风味成分的电子鼻检测[J]. 农业机械学报, 2010, 41(12): 134-137.
- [48] 徐亦秀, 张慈, 孙金才. 固相微萃取与气质联用法分析杨梅汁饮料中不良风味成分[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(10): 1057-1061.
- [49] 徐亦秀. 杨梅浊汁风味劣变和非酶褐变的形成及控制[D]. 无锡: 江南大学, 2013.

Classification and Analysis on the Main Factors of Stability of Chinese Bayberry Juice

LANG Ya^{1,2}, JI Lu^{1,2}, NI Sui¹, SHI Tingting², CHEN Jisuan³, SUN Zhidong^{1,2}

(1. Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo, Zhejiang 315040; 2. College of Marine Science, Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315211; 3. Ningbo Haitong Food Group Co. Ltd., Cixi, Zhejiang 315300)

Abstract: Chinese bayberry (*Myrica rubra* Sieb. & Zucc.) is a fruit native in China, which is noted for its high nutrition and health value. It is deeply loved by consumers due to its strong anti-aging and antioxidant ability afford by anthocyanins. However, it suffers some problems in juice processing and that is also the hot potato needed to solve in the processing. In order to provide some basic theory and basis to solve those problems, in this study, the classification of Chinese bayberry juice was summarized, and analyzed the main stability factors of color, uniform and flavor during juice processing and storage.

Keywords: Chinese bayberry juice; classification; stability; factor of influence

杨梅的主要价值

知识窗

1 营养价值

据测定, 优质杨梅果肉的含糖量为 12%~13%, 含酸量为 0.5%~1.1%, 富含纤维素、矿质元素、维生素和一定量的蛋白质、脂肪、果胶及 8 种对人体有益的氨基酸, 其果实中钙、磷、铁含量要高出其它水果 10 多倍。

每 100 g 杨梅的营养素含量: 水分 83.4~92.0 g, 热量 28 kCal, 蛋白质 0.8 g, 脂肪 0.2 g, 碳水化合物 5.7 g, 膳食纤维 1 g, 果汁含糖量 12~13 g, 含酸量 0.5~1.8 g, 硫胺素 10 μg, 核黄素 50 μg, 烟酸 0.3 mg, 视黄醇当量 92 μg, 胡萝卜素 0.3 μg, 维生素 A 7 μg, 维生素 C 9 mg, 维生素 E 0.81 mg, 钙 14 mg, 镁 10 mg, 铁 1 mg, 锰 0.72 mg, 锌 0.14 mg, 铜 20 μg, 钾 149 mg, 磷 8 mg, 钠 0.7 mg, 硒 0.31 μg。

2 经济价值

种植地位: 据不完全统计, 截止 2001 年底, 中国杨梅栽培的总面积约 21.3 万 hm², 约占全国水果总面积的 2.6%。

产量综合: 杨梅树性强健, 易于栽培, 经济寿命长, 生产成本明显比其它水果低, 因此, 被人们誉为“绿色企业”和“摇钱树”。主产地浙江兰溪马涧、余姚、慈溪的荸荠种杨梅, 嫁接苗如栽培得法, 一般 4~5 年即可挂果, 8 年后进入盛果期, 株产量 50~80 kg, 大树株产高的达 300 kg, 最高达到 500 kg, 连片种植平均 667 m² 产量 1 000 kg, 高的可达 2 000 kg。主产地浙江黄岩的特大果形的东魁杨梅, 在肥水充足的条件下能稳产高产, 一般 5~6 年始果, 10 年后进入盛果期, 株产 30~50 kg, 15~40 年生大树平均株产 70~80 kg, 最高达 350 kg。浙江黄岩、兰溪连续 6 年的市场平均售价均稳定在 20 元/kg, 因此经济效益十分可观。

杨梅果实除鲜食外, 还可加工成糖水杨梅罐头、果酱、蜜饯、果汁、果干、果酒等食品, 其产品附加值成倍提高。

(摘自: 百度百科)