

仙人掌原汁护色工艺研究

张 嘉,李多伟,倪晓峰,管茂东

(西北大学 生命科学学院,陕西 西安 710069)

[摘 要] 以新鲜“米邦塔”仙人掌茎片为原料,利用正交试验对仙人掌原汁的最佳护色条件和工艺进行了研究。结果表明:在85~90℃下,仙人掌在0.35 g/L 醋酸铜溶液中热烫12 min后,再用1.0 g/L L-抗坏血酸和0.3 g/L 柠檬酸进行协同护色,护色效果最好。

[关键词] 仙人掌原汁;护色;正交试验;柠檬酸;L-抗坏血酸;醋酸铜

[中图分类号] TS275.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)03-0131-04

仙人掌(*Opuntia milpa Alta*)为仙人掌科(Cactaceae)多年生草本植物,含有多营养成分^[1],此外,食用仙人掌还富含钾、钙、铜、铁、镁、锰等营养素^[2]。食用仙人掌具有减肥、抗炎、保护细胞免受损伤^[3]、抗衰老^[1]、抗疲劳、耐缺氧、形气活血^[5]、滋补健胃^[6]、降血压、降血糖^[7]、抗肿瘤^[8]等作用,民间常用来治疗急性乳腺炎、腮腺炎、胃十二指肠溃疡、支气管哮喘等疾病^[9]。仙人掌原汁的颜色为清爽的翠绿色,但在加工过程中易发生褐变,从而影响产品的外观品质。目前,国内在仙人掌饮料的制作工艺中均采用L-抗坏血酸和柠檬酸共同护色^[10-11],而笔者在试验中发现,以这二者护色生产的仙人掌原汁,放置2~3周后会逐渐变黄,且从感官和品质上都有所下降。铜盐是一类良好的护色剂,在仙人掌饮料加工过程中使用铜盐可以使仙人掌保持其原有的翠绿色。常用的铜盐护色剂有硫酸铜、氯化铜、醋酸铜等,其中醋酸铜的效果最好,而且由于醋酸铜生理毒性低,最适合做仙人掌的护色剂^[12]。本研究在L-抗坏血酸和柠檬酸护色的基础上添加醋酸铜,利用正交试验研究了仙人掌原汁的最佳护色条件和工艺。

1 材料与方 法

1.1 材料、主要仪器与试剂

材料:市售新鲜4~6月龄米邦塔仙人掌嫩茎,要求茎肉饱满,无虫、无病变、无腐烂。

仪器:HH.W21.421型恒温水浴箱,浙江省余姚市东方电工仪器厂生产;HANGPING JA2003型

电子分析天平,上海天平仪器厂制造;JLL30-A型打浆机,广东顺德市希贵电器制造有限公司生产;LD5-10型离心机,北京医用离心机厂生产。

试剂:柠檬酸、L-抗坏血酸、醋酸铜,均为分析纯。

1.2 仙人掌原汁的制备

1.2.1 制备工艺 仙人掌→清洗去皮→切片→热烫护色→打浆→酶解→离心→过滤→仙人掌原汁→低温贮存。

1.2.2 工艺要点 (1)清洗去皮。用流动的自来水将仙人掌冲洗干净,去皮。去皮时应注意,皮不能去得过厚,以避免仙人掌营养成分及叶绿素的大量流失,降低仙人掌原汁的翠绿色。(2)切片。将去皮后的仙人掌切片,以便于护色。实验证明,将仙人掌切成长2 cm,宽1 cm的薄片,效果最好。(3)护色。将切片的仙人掌在护色溶液中热烫后取出,用清水漂洗干净,沥干,经打浆、酶解、离心、过滤后再加入L-抗坏血酸和柠檬酸协同护色。(4)打浆、酶解、离心和过滤。经热烫的仙人掌在打浆机中打浆,然后加入淀粉酶和果胶酶酶解4~8 h,离心和过滤,得到翠绿澄清的仙人掌原汁。

1.3 方 法

1.3.1 护色剂单因素试验 向经热烫(热烫溶液中不添加醋酸铜)、打浆后的仙人掌原汁中分别加入0.3,0.5,1.0 g/L 柠檬酸,0.5,1.0,1.5 g/L L-抗坏血酸;将切片后的仙人掌在0.30,0.35,0.40 g/L 醋酸铜溶液中热烫,之后连续数周观察护色剂处理后

[收稿日期] 2005-08-03

[基金项目] 陕西省教育厅专项基金项目“仙人掌中有效成分提取及综合开发”(02JK094)

[作者简介] 张 嘉(1966—),女,四川乐山人,讲师,主要从事食品开发及天然产物有效成分提取研究。

仙人掌原汁的色泽,根据不同质量浓度下每种护色剂的护色效果,选择最佳护色质量浓度。

1.3.2 热烫温度和时间确定 热烫温度和时间对仙人掌原汁的护色起着重要作用,热烫时间长、温度高则仙人掌切片易出现煮熟味道,热烫时间短、温度低则不利于铜离子与叶绿素的结合。本实验选择温度为 80,85,90,95℃,配合以 2~14 min 的热烫时间,在 0.35 g/L 醋酸铜溶液中热烫,冷却后观察热烫后仙人掌原汁色泽的变化,以选择最佳护色效果的热烫温度及时间。

1.3.3 护色工艺正交试验 根据护色剂单因素试

验、热烫时间和温度实验结果,设计了三因素三水平正交试验(表 1),连续数月观察处理后的仙人掌原汁色泽,以寻找最佳的护色工艺。同时为了将结果量化,制定了仙人掌原汁感官质量评定标准(表 2)。

表 1 仙人掌原汁护色工艺正交试验因素水平表

Table 1 Conditions of orthogonal test of cactus juice g/L

水平 Level	L-抗坏血酸(A) Ascorbic acid	柠檬酸(B) Citric acid	醋酸铜(C) Copper acetate
1	0.5	0.3	0.30
2	1.0	0.5	0.35
3	1.5	0.7	0.40

表 2 仙人掌原汁感官质量评定标准

Table 2 Evaluation standard of sense quality of cactus juice

质量等级 Grade	分数 Score	色泽 Tinct	气味 Odour	组织状态 Tissue condition
良 Good	8~10	翠绿略带黄色 Jade-green take the yellow slightly	有仙人掌的草香味 Have the grass flavor of cactus	均质、透明 All quality, transparent
次 Inferior	5~7	浑黄 Turbid yellow	有仙人掌的草香味 Have the grass flavor of cactus	有少量浑浊 A little turbid
劣 Bad	1~4	无仙人掌固有色泽 Not have the original tinct of cactus	不自然的气味 Unnatural smell	浑浊 Turbid

2 结果与分析

2.1 护色剂单因素试验

从表 3 可以看出,不论是单独使用柠檬酸、L-抗坏血酸,还是柠檬酸、L-抗坏血酸协同使用,仙人掌原汁保持绿色的时间均不超过 2 周,而 2 周的时间

远远不能满足食品货架期需要;而单独使用醋酸铜进行热烫护色,当护色液质量浓度为 0.35 g/L 时仙人掌原汁的色泽与天然品最为接近。因此,考虑将 3 种护色剂协同使用,优势互补,即先用醋酸铜溶液热烫处理仙人掌原汁,再添加柠檬酸、L-抗坏血酸进行后期维护,以有效延长仙人掌原汁的绿色维持期。

表 3 不同护色剂对仙人掌原汁色泽的影响

Table 3 Relations between color protectant and sap color

护色剂 Color protector	质量浓度/(g·L ⁻¹) Concentration	护色效果 Effect of color protectant
柠檬酸 Citric acid	0.3	汁液呈现黄绿色 The sap takes on lccelly
柠檬酸 Citric acid	0.5	汁液呈现黄色 The sap takes on yellow
柠檬酸 Citric acid	1.0	汁液呈现黄褐色 The sap takes on snuff color
抗坏血酸 Ascorbic acid	0.5	汁液呈现黄色 The sap takes on yellow
抗坏血酸 Ascorbic acid	1.0	汁液呈现黄色 The sap takes on yellow
抗坏血酸 Ascorbic acid	1.5	汁液 2 d 后变黄 The sap turned yellow two days later
醋酸铜 Copper acetate	0.30	绿色汁液,2 周后变黄 Green sap,turned yellow two weeks later
醋酸铜 Copper acetate	0.35	绿色汁液,3 周后变黄 Green sap,turned yellow three weeks later
醋酸铜 Copper acetate	0.40	汁液呈现深绿色,3 周后变绿褐 The sap takes on dark green,turned green brown three weeks later
抗坏血酸+柠檬酸 Ascorbic acid+citric acid	1.0+0.3	绿色汁液,2 周后逐渐变黄 Green sap,turned yellow gradually two weeks later
抗坏血酸+柠檬酸 Ascorbic acid+citric acid	1.0+0.5	绿色汁液,2 周后逐渐变黄 Green sap,turned yellow gradually two weeks later
抗坏血酸+柠檬酸 Ascorbic acid+citric acid	1.0+1.0	汁液呈现黄色 The sap takes on yellow

2.2 热烫温度和时间对护色效果的影响

由护色剂单因素试验可知,当醋酸铜溶液质量浓度为 0.35 g/L 时,经热烫的仙人掌薄片打浆制得的原汁与天然品色泽最为接近,故选择 0.35 g/L 为热烫试验的护色剂质量浓度。观察发现,在 0.35 g/L

醋酸铜溶液中,热烫温度低、时间短,护色效果不明显;而热烫温度太高、时间过长,仙人掌又易熟烂,从而影响产品品质,破坏仙人掌中的营养成分。由表 4 可知,温度在 85~90℃,加热时间为 12 min 时护色效果最好。

表 4 护色液热烫温度和时间对仙人掌原汁色泽的影响
Table 4 Relations between temperature,time and cactus color

热烫温度/℃ Temperature	热烫时间/min Time	护色效果 Effect of color protectant
80	14	绿色,2 周后变黄 Green,turned yellow two weeks later
	12	绿色,2 周后变黄 Green,turned yellow two weeks later
	10	1 周后变黄 Turned yellow a week later
	8	1 周后变黄 Turned yellow a week later
85	14	保持绿色,稍有蒸煮味 Keep green,a little boiling smell
	12	保持绿色,室温放置 2 个月仍为绿色 Keep green,remaining green two months later in room temperature
	10	1 周后逐渐变黄 Turned yellow gradually a week later
	8	1 周后逐渐变黄 Turned yellow gradually a week later
90	12	稍有蒸煮味,绿色 A little boiling taste,green color
	10	绿色,室温放置 2 个月后逐渐变黄 Green,turned yellow gradually two months later in room temperature
	8	1 个月后变黄 Turned yellow a month later
	6	2 周后逐渐变黄 Turned yellow gradually two weeks later
95	10	蒸煮味浓,品质差 Heavy boiling smell,bad quality
	6	有蒸煮味,品质差 Boiling smell,bad quality
	4	1 周后变黄,有蒸煮味 Turned yellow a week later,having boiling smell
	2	2 周后变黄,有蒸煮味 Turned yellow two weeks later,having boiling smell

2.3 护色工艺正交试验结果

由表 6 可见,对护色效果具有显著影响的是 C 因素,其次分别为 B 因素和 A 因素,说明对护色影响最大的是醋酸铜,其次为柠檬酸和抗坏血酸;从表 5 可见,最佳护色剂配比为 $A_2B_1C_2$,即在 85~90℃ 条件下,在 0.35 g/L 醋酸铜溶液中热烫 12 min 后,再与 1.0 g/L(以仙人掌原汁计)L-抗坏血酸,0.3 g/L(以仙人掌原汁计)柠檬酸协同护色,效果最好。

表 5 仙人掌原汁护色工艺正交试验结果
Table 5 Orthogonal test of color protectant of cactus juice

	L-抗坏血酸(A)/(g·L ⁻¹) Ascorbic acid	柠檬酸(B)/(g·L ⁻¹) Citric acid	醋酸铜(C)/(g·L ⁻¹) Copper acetate	评分
1	1	1	1	8.6
2	1	2	2	9.3
3	1	3	3	8.2
4	2	1	2	9.9
5	2	2	3	9.2
6	2	3	1	7.9
7	3	1	3	8.5
8	3	2	1	8
9	3	3	2	9
I _j	26.1	27	24.5	
II _j	27	26.5	28.2	
III _j	25.5	25.1	25.9	
I _j /3	8.7	9	8.166 667	
II _j /3	9	8.833 333	9.4	
III _j /3	8.5	8.366 667	8.633 333	
S _j	0.38	0.646 667	2.326 667	

注: I_j, II_j, III_j 分别为各因素某一水平结果之和; I_j/3, II_j/3, III_j/3 为各因素某一水平结果之和的平均值; S_j 为极差。
Note: I_j, II_j, III_j are the sum of each factor at some level, respectively; I_j/3, II_j/3, III_j/3 are the average of each factor at some level, respectively; S_j stands for range.

表 6 护色工艺方差分析结果
Table 6 Results of analysis

方差来源 Variable original	偏差平方和 Mean derivation square sum	自由度 Degree of freedom	均差 Mean square	F 值 F value	显著性 Significance
A	0.38	2	0.19	1.838 71	
B	0.646 667	2	0.323 333	3.129 032	
C	2.326 667	2	1.163 333	11.258 06	*
e	0.206 667	2	0.103 333	1	

注: $F_{0.1}(2,2)=9.0$, $F_{0.05}(2,2)=19$, $F_{0.01}(2,2)=99$ 。Note: $F_{0.1}(2,2)=9.0$, $F_{0.05}(2,2)=19$, $F_{0.01}(2,2)=99$ 。

3 讨论

3.1 护色剂的选择

仙人掌原汁是翠绿色的,对其护色工艺的研究与仙人掌饮料的品质有关。研究表明^[10-11],仙人掌饮料加工工艺中的护色方法均采用柠檬酸、L-抗坏血酸共同作用,但在试验中发现用该方法进行护色的仙人掌原汁,在20~25℃环境中绿色的保持时间仅有2~3周,远远不能达到仙人掌饮料的保质要求。因此,在仙人掌饮料加工工艺中加入另一种护色剂醋酸铜,使铜离子与仙人掌组织中的脱镁叶绿素结合形成稳定的叶绿素铜钠盐,随后结合柠檬酸、L-抗坏血酸进行协同护色,得到的仙人掌原汁在同样环境中放置4个月以上仍为翠绿色。

3.2 加热过程中仙人掌切片颜色的变化

在加热过程中,叶绿素的变化经历了两个过程,

一是叶绿素脱镁的过程,此过程从加热前1~8 min仙人掌颜色逐渐变黄的过程中可以体现,二是护色剂中的铜离子逐渐和脱镁叶绿素结合形成叶绿素铜钠盐的过程。虽然这两个过程是同时进行的,但可以在加热过程中清楚的看到仙人掌切片颜色的变化,即先由绿变黄再由黄变绿。

3.3 结论

通过正交试验确定的最佳工艺流程为,将切片后的仙人掌在85~90℃,0.35 g/L醋酸铜溶液中热烫12 min,再用1.0 g/L L-抗坏血酸和0.3 g/L柠檬酸对仙人掌原汁协同护色效果最好,经灭菌的试验品在常温下放置数月,色泽依然呈现翠绿色。经过护色的仙人掌原汁根据消费者的不同口味需求,既可以调配出不同浓度的仙人掌饮料,又可以和其他蔬菜汁、水果汁一起调配出各种风味的复合饮料。

[参考文献]

- [1] 江苏省植物研究所,中国医学科学院药物研究所,中国科学院昆明植物研究所.新华本草纲要[M].上海:上海科技出版社,1998:51.
- [2] 薛颖,宋曙辉,武兴德,等.食用仙人掌的营养成分分析[J].天然药物研究与开发,1999,12:8-13.
- [3] 董颖苹,黄琼,黄先群.药用植物仙人掌的研究进展[J].贵州农业科学,2001,29(2):63-65.
- [4] 武毅,于晓风.仙人掌粗多糖的抗衰老作用研究[J].人参研究,2000,12(4):23-24.
- [5] 徐霞,许世华,对延慧.仙人掌提取物对小鼠抗疲劳耐缺氧能力的影响[J].河南医科大学学报,2001,36(6):730-731.
- [6] 陈晓萍.仙人掌的药用研究进展[J].中国中医药科技,1998,5(5):335-336.
- [7] 张玉亮.仙人掌治疗消化性溃疡61例临床观察[J].海南医药,1995,6(2):87-88.
- [8] 蒋建勤.仙人掌提取物降血糖作用研究[J].基层中药杂志,1996,10(1):40-41.
- [9] 李如芳.谈仙人掌减肥降压作用[J].中国药研究,1997,13(2):33-34.
- [10] 程道梅,张婷.“米邦塔”仙人掌饮料加工工艺研究[J].饮料工业,2003,6(6):16-18.
- [11] 曹德玉,郝艳丽,王含.新型保健饮品——仙人掌饮料的开发研制[J].食品研究与开发,2004,1:112-113.
- [12] 助农.蔬菜汁生产中的变色问题及对策[EB/OL].北京农业信息网,2003-12-26. <http://www.agri.ac.cn/manager/78710012003122692756.htm>.

Research on the green keeping technology of cactus juice

ZHANG Jia, LI Duo-wei, NI Xiao-feng, GUAN Mao-dong

(College of Life Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China)

Abstract: With fresh *Opuntia Milpa Alta* as raw material, the optimum conditions were researched for keeping cactus juice green by orthogonal test. The result showed: The stalks of cactus were put into the 0.35 g/L copper acetate at 85—90℃ for 12 min, then added 1.0 g/L of Vitamin C and 0.3 g/L of citric acid for keeping green.

Key words: juice of the *Opuntia Milpa Alta*; green keeping of cactus juice; orthogonal test; citric acid; L-Ascorbic Acid; copper acetate