

核桃仁种皮的护色研究

陈曦, 潘小琪, 王高杰, 张纪柏, 王增利*

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 研究核桃仁种皮在加工过程中的护色工艺。通过定性试验初选出护色效果相对较好的护色剂, 再经单因素试验和 $L_9(3^3)$ 正交试验选出护色效果最佳的护色剂组合, 以保持种皮的颜色。结果表明: 最佳护色剂组合为 1.0g/L 柠檬酸 + 6.5g/L 乙二胺四乙酸二钠 + 25.0g/L CaCl_2 ; 其中对颜色改善效果影响最大的因素为柠檬酸, 其次为乙二胺四乙酸二钠, 影响最小的为 CaCl_2 。SPSS 分析结果表明, 柠檬酸和乙二胺四乙酸二钠对结果的影响显著, 而 CaCl_2 对结果的影响不显著。

关键词: 核桃仁; 褐变; 护色

Color Protection of Walnut Kernel Pellicle

CHEN Xi, PAN Xiao-qi, WANG Gao-jie, ZHANG Ji-bai, WANG Zeng-li*

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: The protective effects of 6 color protection agents against the browning of walnut kernel pellicle were compared, and the individual and combined effects of the selected color protection agents citric acid, EDTA-2Na and CaCl_2 on inhibiting the browning of walnut kernel pellicle were further studied using one-factor-at-a-time method combined with an $L_9(3^4)$ orthogonal array design to find out the best combination of color protection agents. The results showed that 1.0 g/L citric acid + 6.5 g/L EDTA-2Na + 25.0 g/L CaCl_2 had the best protective effect on the color of walnut kernel pellicle. Citric acid improved the color of walnut kernel pellicle most significantly, followed sequentially by EDTA-2Na and CaCl_2 . The results of SPSS analysis indicated that citric acid and EDTA-2Na had a significant effect on color protection of walnut kernel pellicle while the effect of CaCl_2 was not statistically significant.

Key words: walnut kernel; browning; color protection

中图分类号: TS255.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)22-0081-04

核桃系胡桃科核桃属植物, 又名胡桃、羌桃, 与扁桃、腰果、榛子并列为世界四大干果^[1]。核桃的营养价值较高, 其脂肪含量在 63%~70%^[2-3], 其中约 90% 为不饱和脂肪酸^[4]; 蛋白质含量 14.6%~19%^[2-3], 18 种氨基酸种类齐全^[5]; 碳水化合物 5.4%~10%; 同时还含有磷、钙、铁、钾等多种矿物质和 VA、VB、VE、烟酸等多种维生素^[2-3]。核桃是一种天然的保健食品, 具有健脑益智、益寿、美容、秀发和预防心血管疾病等功效^[6], 因而受到广大消费者的喜爱。

我国核桃资源非常丰富, 产量和销售量逐年提高, 丰产年份我国核桃年产量可达 40 多万吨。核桃的外壳较厚, 不易取食, 因而使加工核桃仁成为消费者重要的选择。但核桃仁在加工过程中存在一定问题, 如种皮褐变, 会引起种皮颜色的改变, 大大影响产品的感官品质和销售。

为降低种皮褐变对产品品质的影响, 有些企业以去除种皮的方式进行加工。这种方法虽然改善了产品的色泽, 但也同时产生了两方面的问题, 一是损失了种皮中很多的营养成分, 如维生素、矿物质、总酚、黄酮等^[7], 降低了产品的营养价值。二是实际生产中通常采用碳酸钠、氢氧化钠、氢氧化钙等碱性溶液浸泡的方法去除种皮^[8-9], 增加了工艺的复杂性。在核桃仁加工过程中使用护色剂, 既可以有效保留种皮的营养成分, 又可以使成品颜色得到显著改善, 且简单易行。

有些学者曾对核桃仁、核桃乳^[10-13]等加工过程中的护色问题进行了研究, 并建立了一些方法, 但这些方法基本上都是建立在去除种皮的基础上的。关于核桃仁种皮的护色研究, 则未见报道。

本实验针对核桃仁种皮的褐变问题, 通过添加不同

收稿日期: 2011-03-14

作者简介: 陈曦(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为营养与食品安全。E-mail: chenxi215@163.com

* 通信作者: 王增利(1968—), 男, 副教授, 硕士, 研究方向为营养与食品安全。E-mail: wangzengli@cau.edu.cn

的护色剂对核桃仁种皮进行护色效果对比,选取最佳的护色剂组合,以期找到较佳的护色方法,为核桃仁的后期加工及销售提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

“绿岭”薄皮核桃(单果平均质量为12.8g,平均壳厚为0.8mm;出仁率在67%以上^[14]) 河北省绿岭果业有限公司。

柠檬酸、植酸、CaCl₂、乙二胺四乙酸二钠、六偏磷酸钠、焦磷酸钠(均为分析纯) 国药集团化学试剂有限公司。

TCP2全自动测色色差计 北京奥依克光电仪器有限公司; HH-6数显恒温水浴锅 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司; BP310S电子天平 德国Sartorius公司; FXB101-1型电热鼓风干燥箱 上海树立仪器仪表有限公司。

1.2 方法

1.2.1 核桃仁种皮的处理

工艺流程:筛选核桃→剥壳→脱涩→护色→取种皮→烘烤。

具体步骤:筛选核桃:选择果形完整、无残次、无病虫、果仁饱满的核桃进行处理;剥壳:剥去核桃壳,取仁;脱涩:将核桃仁放入沸水中煮沸1~2min,用于脱去核桃仁中的单宁;护色:将核桃仁放入护色液中,常温浸泡24h;取种皮:剥下核桃仁种皮;烘烤:放入80℃烘箱中烘烤至种皮质量恒定。

1.2.2 护色剂的初选

选取常用的6种护色剂对核桃仁种皮进行护色,护色剂的种类和质量浓度分别为:柠檬酸1.0、2.0、4.0、8.0g/L,植酸2.0、3.0、4.0、5.0g/L, CaCl₂ 5.0、10.0、15.0、20.0g/L, 乙二胺四乙酸二钠2.0、3.5、5.0、6.5g/L, 六偏磷酸钠2.0、3.0、4.0、5.0g/L, 焦磷酸钠2.0、3.0、4.0、5.0g/L。以未经护色剂处理的样品作为对照,通过目测比较不同处理的种皮的颜色^[15],选出3种护色效果相对较好的护色剂。

1.2.3 护色剂选取的单因素试验及正交试验

根据1.2.2节试验结果选出3种护色效果相对较好的护色剂用于进一步研究。通过单因素试验和L₉(3³)正交试验,研究护色剂单独使用效果和混合使用的效果,确定最佳的护色剂组合。

1.2.4 种皮色差值的测定

将种皮研碎,过60目筛后均匀平整地铺在色差计的样品槽中,用色差计对种皮的颜色进行测定。每组处理做3次平行,结果取平均值。实验的颜色评定采用

CIE1796表色系统,以L值(明度)作为评价指标。L值反映的是色泽的亮度,从0~100变化,0表示黑色,100是白色。L值越小,表示颜色越深;L值越大,表示颜色越浅^[16-17]。

1.2.5 数据处理

用SPSS 17.0软件对数据进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 护色剂的初选

表1 6种护色剂的护色效果

Table 1 Protective effects of 6 color protection agents against the browning of walnut kernel pellicle

处理	护色剂质量浓度/(g/L)	护色效果
对照	—	褐色
柠檬酸	1	浅黄色
	2	黄色
	4	黄色
	8	浅黄色
植酸	2	浅褐色
	3	浅褐色
	4	褐色
	5	褐色
CaCl ₂	5	浅褐色
	10	浅褐色
	15	黄色
	20	浅黄色
乙二胺四乙酸二钠	2.0	浅褐色
	3.5	浅褐色
	5.0	黄色
	6.5	浅黄色
六偏磷酸钠	2	褐色
	3	浅褐色
	4	浅褐色
	5	浅褐色
焦磷酸钠	2	褐色
	3	褐色
	4	褐色
	5	褐色

由表1可知,柠檬酸的护色效果最好,其次为CaCl₂和乙二胺四乙酸二钠,植酸相对于柠檬酸、CaCl₂和乙二胺四乙酸二钠的护色效果稍差,六偏磷酸钠和焦磷酸钠的护色效果最差,故选择柠檬酸、CaCl₂和乙二胺四乙酸二钠进行单因素试验和正交试验。

2.2 单因素试验

如图1所示,与对照组相比,3种护色剂均有不同程度的护色效果,其中以柠檬酸的效果最好,其次为乙二胺四乙酸二钠,CaCl₂的护色效果相对较差。

护色剂的剂量并不是越大越好,而是有一个最适的浓度。当在最适浓度时,护色剂的护色效果最好,核

桃种皮的褐变程度最低;当浓度过高或过低时,护色效果相对较差。由图 1A 可知,柠檬酸质量浓度在 0.2~1g/L 时, L 值随着质量浓度的增加而增大,当质量浓度大于 1g/L 时, L 值又开始下降,但当质量浓度由 4.0g/L 增加到 8.0g/L 时, L 值又稍有上升。考虑到增大剂量可能会降低产品的安全性,所以确定柠檬酸的最适质量浓度为 1.0g/L。由图 1B 可以看出,当乙二胺四乙酸二钠的质量浓度在 0.5~6.5g/L 时, L 值随着质量浓度的增加而增大,当质量浓度由 6.5g/L 升至 8.0g/L 时, L 值又开始下降,所以确定乙二胺四乙酸二钠的最适质量浓度为 6.5g/L,此时护色效果最好。由图 1C 可以看出, CaCl_2 的质量浓度在 20.0g/L 时, L 值最大,护色效果最好。

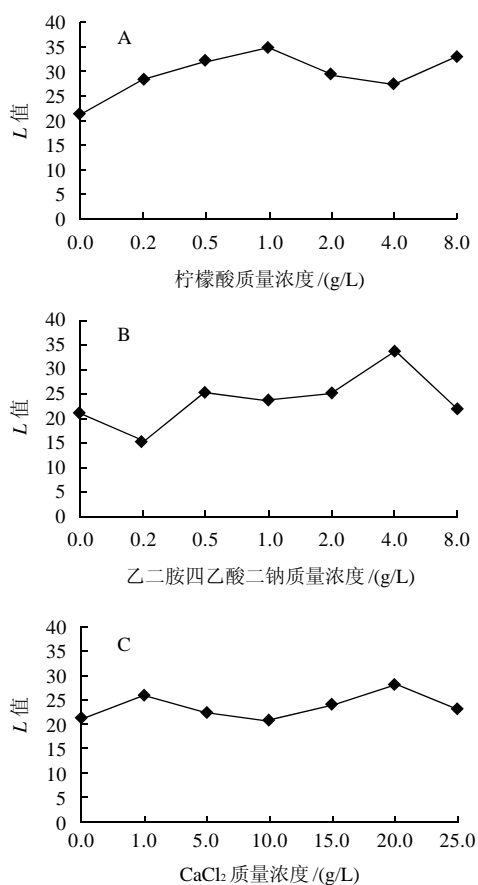


图1 柠檬酸(A)、乙二胺四乙酸二钠(B)和 CaCl_2 (C)质量浓度对 L 值的影响

Fig.1 Individual protective effects of citric acid, EDTA-2Na and CaCl_2 at different concentration agents against the browning of walnut kernel pellicle

2.3 核桃仁种皮护色工艺正交试验

由表 2 可知,护色剂的混合使用效果要优于单独使用效果。颜色改善效果最好的组合为 $A_2B_3C_3$,即 1.0g/L 柠檬酸+ 6.5g/L 乙二胺四乙酸二钠+ 25.0g/L CaCl_2 ,在此条件下测得的 L 值为 38.25,均高于其他几个处理。极

差分析结果为 $R_A > R_B > R_C$,说明对颜色改善效果影响最大的为柠檬酸,其次为乙二胺四乙酸二钠,影响最小的为 CaCl_2 。

表 2 核桃仁种皮护色工艺正交试验设计及结果

Table 2 Orthogonal array layout and experimental results for optimal combination of citric acid, EDTA-2Na and CaCl_2

试验号	因素			L 值
	A 柠檬酸质量浓度/(g/L)	B 乙二胺四乙酸二钠质量浓度/(g/L)	C CaCl_2 质量浓度/(g/L)	
1	1(0.5)	1(5.0)	1(15.0)	33.51
2	1	2(6.5)	2(20.0)	31.65
3	1	3(8.0)	3(25.0)	29.43
4	2(1.0)	1	2	36.26
5	2	2	3	38.25
6	2	3	1	30.74
7	3(2.0)	1	3	35.92
8	3	2	1	36.33
9	3	3	2	34.46
K_1	94.59	105.69	100.58	
K_2	105.25	106.23	102.37	
K_3	106.71	94.63	103.60	
k_1	31.53	35.23	33.52	
k_2	35.08	35.41	34.12	
k_3	35.57	31.54	34.53	
R	4.04	3.87	1.01	

2.4 方差分析

表 3 方差分析结果

Table 3 Analysis of variance

方差来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
柠檬酸	47.169	2	23.585	58.623	0.017
乙二胺四乙酸二钠	17.641	2	8.821	21.925	0.044
CaCl_2	4.123	2	2.062	5.124	0.163
误差	0.805	2	0.402		

由表 3 可以看出,柠檬酸对 L 值的影响最大,其次是乙二胺四乙酸二钠, CaCl_2 对 L 值的影响最小,这与极差分析的结果相吻合。在这 3 个因素中,柠檬酸和乙二胺四乙酸二钠对结果的影响显著($P < 0.05$),而 CaCl_2 对结果的影响不显著($P > 0.05$)。

2.5 核桃仁对核桃种皮颜色的影响

实验中直接采用核桃仁种皮进行护色实验,但考虑到实际生产中核桃仁在烘干过程中有可能对种皮褐变产生影响,因此,对烘干过程中核桃仁对种皮褐变的影响加以实验。试验方法为:随机选取 30 个核桃,平均分成 3 组,分别编号为①、②、③组。将 3 组按照加工工艺进行剥壳、脱涩、浸料。①组剥下种皮,将种皮放入烘箱中烘至质量恒定,取出。②组剥下种皮,将种皮与③组的核桃仁分别放入烘箱中烘至核桃仁质量

恒定, 取出, ③组剥下种皮。分别测定3组种皮的色差值, 每组做3次平行, 结果取平均值。通过实验测得3组不同处理的核桃种皮颜色的色差值如表4所示。

表4 3组不同处理的种皮的色差值
Table 4 Effect of drying on *L* value of walnut kernel pellicle

处理组	①组	②组	③组
<i>L</i> 值	23.08	21.25	22.67

由表4可看出, ①组的*L*值最大, 其次为③组, ②组的*L*值最小, 即③组的种皮颜色较②组稍浅, 较①组稍深, 但3组不同处理的核桃种皮的*L*值总体相差不大。显著性分析结果显示, 三者之间差异并不显著($P > 0.05$)。表明在烘烤过程中核桃仁对核桃种皮的颜色影响不大, 且待核桃种皮烘干后, 种皮的颜色也不会随着烘烤时间的延长而加深。这可能是因为种皮烘烤到一定时间, 褐变反应已经达到一定程度, 继续烘烤下去, 反应产物总量变化不大^[18-19]。

因此, 可在护色结束后用种皮代替核桃仁进行试验, 不仅解决了核桃仁烘干后核桃种皮不易剥取的问题, 也可缩短烘烤时间, 节约能源。

3 结 论

3.1 最佳的护色剂组合为: 1.0g/L 柠檬酸+ 6.5g/L 乙二胺四乙酸二钠+ 25.0g/L CaCl_2 , 在此条件下, 核桃仁种皮有很好的改善效果。其中柠檬酸和乙二胺四乙酸二钠对颜色改善效果的影响达到极显著水平($P < 0.05$), CaCl_2 未达到显著水平($P > 0.05$)。

3.2 在烘烤过程中核桃仁对核桃种皮的颜色影响不大, 因此, 可以在浸料结束后用种皮代替核桃仁进行后续实验。此种研究方法可被用在类似的研究中, 以使实验操作简便, 缩短实验时间, 节约能源。

参考文献:

- [1] 吴娜. 贮藏条件对核桃仁品质影响机理的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2008.
- [2] 郝艳宾, 王克建, 王淑兰, 等. 几种早实核桃坚果中蛋白质脂肪酸组成成分分析[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 123-125.
- [3] GRIEF A E, KRIS-ETHERTON P M, HILPERT K F, et al. An increase in dietary *n-3* fatty acids decreases a marker of bone restoration in humans [J/OL]. (2007-01-16). <http://www.nutritionj.com/content/6/1/2.html>.
- [4] HU Haifang, ZHENG Weihua, ZHANG Qiang, et al. Comparative analysis on main nutrient components in the kernel of six walnut varieties in Xinjiang[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2010, 47(6): 1122-1125.
- [5] 李敏, 刘媛, 孙翠, 等. 核桃营养价值研究进展[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(6): 166-170.
- [6] 孔凡真. 营养保健食品核桃[J]. 中国食物与营养, 2000(6): 44.
- [7] 荣瑞芬, 历重先, 刘雪峰, 等. 核桃内种皮营养与功能成分初步分析研究[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 541-543.
- [8] 严佩峰, 邢淑婕, 刘开华. 核桃仁去皮技术的研究[J]. 食品科学, 2002, 23(1): 86-88.
- [9] 张长峰, 高孟祥, 梁娟. 核桃仁复合饮料的研制[J]. 食品科技, 2008, 33(5): 58-60.
- [10] 石雪萍. 酸性红枣核桃乳加工工艺研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2001.
- [11] 丁亮. 核桃晶的生产工艺[J]. 合作经济与科技, 2002(3): 39.
- [12] 于明, 何伟忠, 吴新风. 鲜核桃乳生产工艺研究[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(10): 2117-2120.
- [13] 严佩峰, 邢淑婕, 刘学彦. 蜂蜜罐头上核桃仁褐变问题初探[J]. 信阳农业高等专科学校学报, 2001, 11(2): 11-12.
- [14] 李保国, 郭素萍, 齐国辉, 等. 薄皮核桃新品种“绿岭”[J]. 园艺学报, 2007, 34(1): 261.
- [15] 徐京. 板栗生粉加工工艺的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [16] 陈明之. 板栗加工过程的护色技术研究[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(5): 28-29.
- [17] 龚秀红. 板栗仁褐变因素及控制[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [18] 孙丽平, 汪东风, 徐莹, 等. pH和加热时间对美拉德反应挥发性产物的影响[J]. 食品工业科技, 2009, 30(4): 122-125.
- [19] HUVASE F, KIM S B, KATO H. Maillard reaction products formed from *D*-glucose and glycine and the formation of amides as major components[J]. Agriculture and Biological Chemistry, 1985, 49: 2337-2341.