

复合护色剂对杏片干制中 护色效果的研究

过利敏, 邹淑萍, 孟伊娜, 张 谦*

(新疆农业科学院农产品贮藏加工研究所, 新疆乌鲁木齐 830091)

摘 要:以新疆主栽品种赛买提杏为主要原料,开展不同褐变抑制剂对鲜切杏片在太阳能干制(solar-drying,简称SD)过程中护色效果的研究。实验结果表明,柠檬酸在初始浓度范围0.1%~0.2%、抗坏血酸浓度在>0.02%、氯化钠在初始浓度范围0.1%~0.2%、亚硫酸钠浓度在>0.02%时,对鲜切杏片的褐变均有抑制作用。采用 $L_9(3^4)$ 正交实验,利用各种护色剂的协同作用,最终得到最佳的复合护色液:0.1%柠檬酸+0.03%抗坏血酸+0.1%氯化钠+0.04%亚硫酸钠。经复合护色液处理后的鲜切杏片在干制后色差值为: $L^* = 22.92, a^* = 9.26, b^* = 19.4$,均比对照高,能较好地维持其原有色泽。

关键词:鲜切杏片,太阳能干制(SD),护色剂,褐变

Color-preservation effects of compound reagent on dried apricot

GUO Li-min, ZOU Shu-ping, MENG Yi-na, ZHANG Qian*

(Institute of Agro-Food Storage and Science & Technology, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract: Choosing Saimaiti-apricots, one of main cultivars in Xinjiang, as the main raw material, effects of different inhibitors on browning degree of fresh-cut apricot during solar-drying were investigated. The results showed that 0.1%~0.2% citric acid, $V_C > 0.02\%$, 0.1%~0.2% NaCl and sodium sulfite $> 0.02\%$ showed good anti-browning effects on fresh-cut apricots during solar-drying period. $L_9(3^4)$ test showed that the optimum compound reagent for color-protection of fresh-cut apricots was a mixture of 0.1% citric acid, 0.03% V_C , 0.1% NaCl and 0.04% sodium sulfite. After using the compound reagent, the fresh-cut apricot slices had maintained its original color and the value were: $L^* = 22.92, a^* = 9.26, b^* = 19.4$.

Key words: fresh-cut apricot; solar-drying; reagent; browning

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)06-0290-04

杏果实甘美或酸甜,营养丰富。据测定,每100g果实含糖10g、蛋白质0.9g、单宁0.074g、果胶0.5~1.2g、酸0.2~2.6g、钙26mg、磷24mg、铁0.8mg、 V_C 7mg。进一步研究发现,杏果及其加工品中含有丰富的 V_{B17} (苦杏仁甙),长期食用具有一定的防癌效果^[1]。近十年来,随着农业产业结构的调整,杏成为振兴农村经济的支柱产业,在新疆地区,2009年^[2]杏树的种植面积已达314.4万亩,杏子产量为174.4万t。虽然,近几年当地政府部门对杏树种植面积有所控制,但是,随着精品果园的建立,农民对果树管理更加重视,使得杏子产量迅速增长。到了盛果期,

市场上会出现鲜果供大于求的现象,而杏加工转化能力不足制约了农村经济的发展,因此进行杏深加工和精加工显得尤为必要^[3]。但是,由于杏果实中含多酚氧化酶、单宁等物质^[4],使得杏片在干制过程中比杏果更易产生褐变现象,使其失去特有的色泽,严重影响产品质量和商品价值^[5-7]。本研究针对鲜切杏片在切分后和干制过程中易褐变、色泽差的问题,开展复合护色剂的实验,对杏片进行护色,从而得出控制杏片酶褐变的有效措施,为杏果加工提供适用技术和实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

赛买提鲜杏 新疆喀什地区泽普县产,挑选新鲜、颜色均匀相近、无损伤和成熟度一致的鲜果;柠檬酸、草酸、硼酸、抗坏血酸、氯化钠、亚硫酸钠、焦磷酸钠 均为食品级,购于武汉银河化工有限公司。

5HT-2 农副产品太阳能干燥(solar-drying, SD)

收稿日期:2011-09-05 *通讯联系人

作者简介:过利敏(1979-),女,本科,助理研究员,研究方向:农产品加工。

基金项目:国家科技支撑项目(2011BAD27B02);新疆维吾尔自治区重大专项加工课题(201130102-4)。

装置 新疆农业科学院专利设备^[8]; CR-10 型色差仪 日本 KonicaMinolta 公司; MA30-000V3 型红外水分天平 德国 SARTORIOUS 公司; TD10KA 型电子计重秤 南京苏测计量仪器有限公司; H08-004-02 型温度/湿度记录仪 美国 Onset 公司; 272-1 型普通干湿温度计 北京普特公司; 百叶箱 自制。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 原料→挑选→切分→去核→护色液浸泡→沥干→摆盘→入 SD 架→干制

将新鲜的赛买提杏,经挑选后立即纵切成两半,去核后放置在护色液中完全浸泡 10min,迅速取出、沥干,将杏片整齐、单层摆在架盘上,每盘杏片装载量为 4kg,然后转入太阳能干燥装置中进行干制。空白对照为在未加护色液的蒸馏水中浸泡 10min 的杏片。

1.2.2 单因素护色剂筛选及用量范围的确定 不同水果品种,其 PPO 特性以及作用的酚类底物也是不同的,实验选用 7 种常用的果蔬护色剂对杏片进行护色处理,以期筛选出适宜的护色剂种类及其阈值。如表 1 所示。

表 1 单因素护色实验

Table 1 Single factor test for color-fixing of fresh-cut apricots

护色剂	质量百分比梯度(%)				
	系列 1	系列 2	系列 3	系列 4	系列 5
柠檬酸	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0
草酸	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0
硼酸	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0
抗坏血酸	0.01	0.02	0.04	0.07	0.1
亚硫酸钠	0.01	0.02	0.04	0.07	0.1
氯化钠	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0
焦磷酸钠	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0

注:“%”表示各组分与水的质量百分比;表 2 同。

1.2.3 复合护色剂各组分最佳配比的确定 在单因素实验的基础上,采用正交 $L_9(3^4)$ 实验方法确定复合护色剂中柠檬酸、抗坏血酸、氯化钠、亚硫酸钠的用量。分别测定 ΔE 值,以筛选出最佳复合护色液配比。正交实验如表 2 所示。

表 2 正交实验因素水平表

Table 2 Factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	A 柠檬酸 (%)	B 抗坏血酸 (%)	C 氯化钠 (%)	D 亚硫酸钠 (%)
1	0.1	0.02	0.1	0.02
2	0.15	0.03	0.15	0.04
3	0.2	0.04	0.2	0.06

1.2.4 色差值的确定^[9-10] 总色差 $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$; 明度差 $\Delta L^* = L_1^* - L_2^*$ (明度差异); 色度差 $\Delta a^* = a_1^* - a_2^*$ (红/绿差异); $\Delta b^* = b_1^* - b_2^*$ (黄/蓝差异)。

用 ΔE 值表示杏片的褐变程度, ΔE 值越小,表明褐变程度越轻,反之亦然^[11]。

2 结果与讨论

2.1 单因素实验结果分析

将鲜切杏片分别放入不同种类及不同浓度的护色

液中浸泡 10min,并测定色差值。实验结果如图 1 所示。

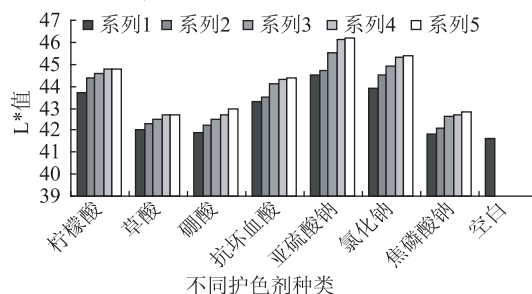


图 1 各种护色剂的护色效果

Fig.1 The effect of color-preservation by different reagents

由图 1 可知,对于杏片来说,较有效的护色剂为柠檬酸、抗坏血酸、氯化钠和亚硫酸钠。并且柠檬酸在初始浓度范围 0.1%~0.2%、抗坏血酸浓度在 >0.02%、氯化钠在初始浓度范围 0.1%~0.2%、亚硫酸钠浓度在 >0.02% 时,都能较好地抑制杏片的褐变。其中,抗坏血酸的护色能力相对较弱,单独使用效果不是很好。亚硫酸钠对杏片的护色效果最好,而且所需的浓度较低,这是因为亚硫酸钠能够结合果片中有机过氧化物中的氧使其不生成过氧化氢,从而使过氧化酶失去氧化作用,这也是亚硫酸钠适用于大多数果蔬防褐变的重要原因之一。但是,亚硫酸钠浓度 >0.07% 时会影响杏片的口感,产生淡苦味。而氯化钠浓度 >0.4% 时,会致使杏片的肉质变硬。因此,兼顾杏片的口感指标,实验选取 1.2.3 中的护色剂浓度范围进行正交实验。

2.2 正交实验结果分析

采用复合型护色剂,在控制酶促褐变的同时,也能抑制非酶褐变,使杏片在整个干制过程始终能够有效地进行防酶、阻酶及破坏酶反应,从而达到护色的目的。为此,本实验采用 $L_9(3^4)$ 正交实验对护色剂用量进行优化,实验结果见表 3。

表 3 正交实验分析结果

Table 3 Orthogonal experiment results

实验号	A	B	C	D	ΔE
1	1	1	1	1	16.06
2	1	2	2	2	14.34
3	1	3	3	3	20.63
4	2	1	2	3	18.80
5	2	2	3	1	20.71
6	2	3	1	2	20.71
7	3	1	3	2	20.56
8	3	2	1	3	17.58
9	3	3	2	1	21.99
k_1	17.010	18.473	18.117	19.587	
k_2	20.073	17.543	18.377	18.537	
k_3	20.043	21.110	20.633	19.003	
R	3.063	3.567	2.516	1.050	

通过比较各指标的极差(R值),各影响因素主次顺序为 $B > A > C > D$,即抗坏血酸为主要影响因素,其次是柠檬酸,再次是氯化钠,最后是亚硫酸钠。由于 ΔE 值越低,说明杏片褐变程度越轻,复合护色剂对杏片的护色效果越好。根据表 3 中各指标的 k_1 、 k_2 、 k_3 值及趋势图的结果,确定各因素最佳水平组

合为 $A_1B_2C_1D_2$, 即柠檬酸 0.1%, 抗坏血酸 0.03%, 氯化钠 0.1%, 亚硫酸钠 0.04%。经此复合护色液处理后的鲜切杏片在干制后感官品质好, 能较好地维持鲜切杏片的原有色泽、香味和组织状态。

2.3 验证实验

由正交表得到最佳护色组合 $A_1B_2C_1D_2$, 进行验证实验。在此条件下对杏片进行护色, ΔE 值为 13.56, 优于此 $L_9(3^4)$ 正交实验中的任意一组方案, 说明实验结果是可信的。最终确定最优复合护色剂方案为 $A_1B_2C_1D_2$, 即 0.1% 柠檬酸 + 0.03% 抗坏血酸 + 0.1% 氯化钠 + 0.04% 亚硫酸钠。

2.4 最佳复合护色剂在杏片干制过程中色差值的变化情况

杏片干制过程中的色泽是不断变化的, 实验测定了 9 个复合护色剂处理和对照(浸泡蒸馏水)杏片在干制过程中的色差值, 以便在得到最佳复合护色剂处理时, 分析其在整个干制期间的颜色 (L^* 、 a^* 、 b^* 值) 变化情况。结果见图 2~图 4。

由图 2 可以看出, 与对照相比, 复合护色剂在杏片干制期间能够较好的保护杏片的亮度。并且在整个干制期间 L^* 值呈现波动趋势。在干制第 2d, 用复合护色剂处理的杏片 L^* 值较对照未护色处理的杏片高出近 27%。

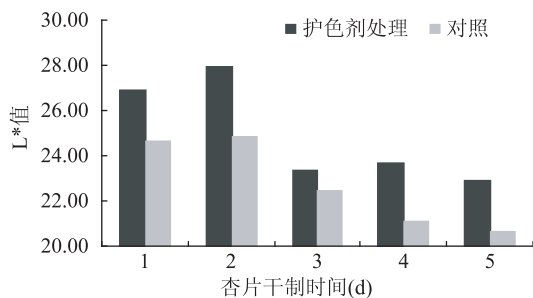


图2 杏片干制过程中 L^* 值变化情况

Fig.2 The change of L^* value in the processing of dry apricot slices

由图 3 可以看出, 与对照相比, 复合护色剂在杏片干制期间能够较好的保护杏片的红色。并且在整个干制期间 a^* 值呈现波动趋势。在干燥后期, a^* 值有较大的增长, 这也说明了杏片在制干后会由原来的橙黄色变为橙红色。在干制第 4d, 用复合护色剂处理的杏片 a^* 值较对照未护色处理的杏片高出 8.4%。

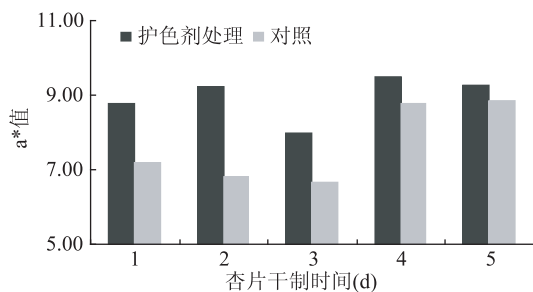


图3 杏片干制过程中 a^* 值变化情况

Fig.3 The change of a^* value in the processing of dry apricot slices

由图 4 可以看出, 与对照相比, 复合护色剂在杏片干制期间对其黄色能够较好的保护。并且在整个干制期间 b^* 值呈现下降趋势。致使杏片在干制过程中会由原来的主导色黄色逐渐转换为红色主导。在干制第 4d, 用复合护色剂处理的杏片 b^* 值较对照未护色处理的杏片高出近 23%。

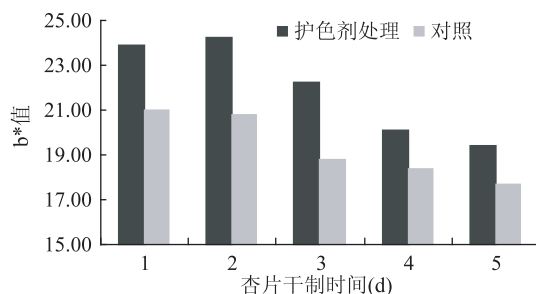


图4 杏片干制过程中 b^* 值变化情况

Fig.4 The change of b^* value in the processing of dry apricot slices

3 结论

3.1 柠檬酸在初始浓度范围 0.1%~0.2%、抗坏血酸浓度在 >0.02%、氯化钠在初始浓度范围 0.1%~0.2%、亚硫酸钠浓度在 >0.02% 时, 对鲜切杏片的褐变均有抑制作用。就单因素护色实验来说, 亚硫酸护色效果最好, 而抗坏血酸的护色效果相对较差。

3.2 采用复合护色液, 最佳配比为柠檬酸 0.1%、抗坏血酸 0.03%、氯化钠 0.1%、亚硫酸钠 0.04%, 经此护色液处理后的鲜切杏片在干制后感官品质好, 能较好地维持其原有色泽、香味和组织状态。

3.3 与无护色液浸泡的杏片相比, 最佳复合护色液在杏片的整个干制期间能够较好的控制其褐变。制干后, 护色杏片色差值为: $L^* = 22.92$, $a^* = 9.26$, $b^* = 19.4$, 均高于对照。

参考文献

- [1] 闫晓丽, 郝利平, 贺耀华. 杏汁的护色工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(3): 92-94.
- [2] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴-2010[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010: 10-21.
- [3] 郝爱军. 山楂加工中的护色及护形技术[J]. 农产品加工, 2004(2): 32-33.
- [4] 赵晓梅, 张谦, 徐麟, 等. 赛买提杏多酚氧化酶特性的研究[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(4): 715-718.
- [5] 张京芳. 不同处理对控制杏酶褐变的研究[J]. 西北农业大学学报, 1997(4): 94-97.
- [6] 章钰. 食品的褐变及其防止[J]. 食品科技, 1997(1): 17-18.
- [7] 张珍. 杏加工产品非硫护色工艺的研究[J]. 粮油食品科技, 2004, 12(4): 27-28.
- [8] 张谦, 过利敏, 邹淑萍. 优质杏干的太阳能干燥装置设计及研究[J]. 食品科学, 2009, 30(20): 437-441.
- [9] 孙平, 周清贞, 高洁, 等. 马铃薯全粉加工过程中的护色[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(10): 43-46.
- [10] Asiye Akyildiz, Feyza Kiroglu Zorlugenc, Hakan Benli, et al. Changes in color and total phenolic content of different cultivars of

应用核磁共振技术对含抗性淀粉的速冻馒头的配方优化

孙秀花¹, 张锦胜^{1,2}, 赵琴琴¹, 刘玉环^{1,2}, 彭红^{1,2}, 阮榕生^{1,2,*}, 王兆龙¹, 成昕¹
 (1.南昌大学食品科学与技术国家重点实验室, 江西南昌 330047;
 2.生物质转化教育部工程研究中心, 江西南昌 330047)

摘要:利用核磁共振技术(NMR)研究不同配方含抗性淀粉的速冻馒头中水分状态及含量的变化,并结合感官评定优化配方。结果表明,抗性淀粉添加量为12%,醒发时间为1h,加水量为62%,醒发温度为32℃,酵母添加量为1.2%为最佳组合,可制得感官评分为82.5的馒头;馒头的感官评分与其他豫特性相关性显著,这充分说明,水分的分布是其中影响馒头感官品质的主要因素之一。

关键词:抗性淀粉,速冻馒头,配方,核磁共振

Optimal formula design of quick-frozen steamed bread with resistant starch by NMR technique

SUN Xiu-hua¹, ZHANG Jin-sheng^{1,2}, ZHAO Qin-qin¹, LIU Yu-huan^{1,2},
 PENG Hong^{1,2}, RUAN Rong-sheng^{1,2,*}, WANG Zhao-long¹, CHENG Xin¹

(1.State Key Laboratory of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330047, China;
 2.Engineering Research Center for Biomass Conversion, Ministry of Education, Nanchang 330047, China)

Abstract: Nuclear magnetic resonance technology was used to study the state and content of water of different formulations of quick-frozen bread which contains resistant starch (RS), and combining with sensory evaluation to optimize the formula. The results showed that the optimal conditions were as follows: RS 12%, water 62%, fermentation time 1h, temperature 32°C and yeast addition 1.2% for steamed bread's sensory score at 82.5. The correlation between the sensory scores and the relaxation characteristics of the steamed bread was significant, this suggested that the distribution of water was one of the major factors affecting to the sensory quality of steamed bread.

Key words: resistant starch; quick-frozen steamed bread; formulation; nuclear magnetic resonance

中图分类号: TS213.2 文献标识码: B 文章编号: 1002-0306(2012)06-0293-04

抗性淀粉是不被正常人体小肠所吸收的淀粉及其分解物的总称,具有良好的加工特性和生理功能^[1-5]。抗性淀粉对于心血管疾病、肥胖症和糖尿病等有一定的预防功效。30%~70%的抗性淀粉可在结肠发酵,对结肠癌的预防效果优于膳食纤维^[6],且抗性淀粉具有原淀粉的细腻口感,是潜在的优良膳食纤维食品添加剂^[7-10]。馒头是我国(特别在北方)的传统主食之一,南方馒头消费量在近年来也有所

增加^[11]。要实现其工业化生产,就必须解决因高水分含量和营养丰富而易受微生物污染及糊化淀粉的老化等问题^[12]。速冻技术的出现很好地克服了馒头不易保藏的缺陷。速冻馒头以其利于规模化生产日益受到青睐^[13]。将抗性淀粉添加到速冻馒头中,使人们沉浸在馒头的美味的同时,可以获得更多的健康与营养。低磁场核磁共振技术对食品中与大分子结合紧密的水质子敏感性不强,但是对易迁移的质子比较敏感,这部分易迁移的质子,是食品的风味、口感、组分构成等产生变化的主要因素,可以通过低磁场核磁共振技术直接测量^[14]。王娜等^[15]利用核磁共振技术研究淀粉及抗性淀粉中水分的流动性,结果表明,与原淀粉相比,抗性淀粉的水合能力明显增

收稿日期:2011-06-20 *通讯联系人

作者简介:孙秀花(1987-),女,在读硕士研究生,研究方向:食物资源开发与利用。

基金项目:国家重点实验室自由探索课题(SKLF-TS-2008014)。

persimmon during dehydration [J]. International Journal of Food Engineering, 2008, 4(7): 1-12.

[11] 师莹, 陈娅, 符宜谊. 色差计在食品品质检测中的应用 [J]. 食品工业科技, 2009(5): 375.