

干制板栗仁非硫护色的研究

暴菁华¹, 陈芳², 于同泉¹, 贾晓莉¹

(1. 北京市农业应用新技术重点实验室 北京 102206; 2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院 北京 100085)

摘要: 品质良好、色泽美观的板栗仁是板栗深加工的一个重要产品。在板栗仁的生产加工中, 板栗仁的护色工艺起着关键性作用。本实验采用响应曲面(RSM)分析法结合经护色处理的板栗仁的感官评价, 得出对板栗仁的最佳非硫护色方案, 即将板栗仁于 0.54% 抗坏血酸、0.86% 柠檬酸和 1.013% 氯化钠混合液中浸泡 30min。

关键词: 板栗仁; 护色; 响应面分析法

Study on Anti-browning of Dry Chinese Chestnut Kernel without Sulfi te Reagents

QI Jing-hua¹, CHEN Fang², YU Tong-quan¹, JIA Xiao-li¹

(1. Beijing Key Laboratory of New Technology in Agricultural Application, Beijing 102206, China;
2. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100085, China)

Abstract: Dry chestnut kernel with good color takes an especially important position in the chestnut processing, so color-protecting technique plays an important role in the processing. Through response surface analysis experiment, combining sensory evaluation for the chestnut kernel by different concentration reagents, the results showed that dipping in the mixed liquid of 0.54% VC, 0.86% citric acid and 1.013% sodium chloride for 30 minutes are the optimum conditions.

Key words: chestnut kernel; color protecting; response surface analysis

中图分类号: TS255.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)01-0091-04

目前控制板栗酶促褐变以及非酶褐变最有效的方法是用亚硫酸及其盐类处理^[1]。亚硫酸的使用一直存在着争议, 有些国家已禁止使用。本实验本着绿色和长远的眼光, 实验中不使用亚硫酸一类的护色剂。通过采用响应曲面实验设计法^[2]对不同亚硫酸及其盐类替代物抗褐变的效果比较, 筛选出干制板栗产品的非硫护色配方, 以其为板栗仁的安全生产提供科学的理论数据。

收稿日期: 2005-10-11

基金项目: 北京市农业应用新技术重点实验室开放课题(KF2004-05)

作者简介: 暴菁华(1966-), 女, 副教授, 博士, 研究方向为农产品加工及贮藏。

1 材料与方法

1.1 材料

实验用板栗品种采用新鲜无霉烂的北京怀柔板栗; 所用试剂柠檬酸、氯化钠、抗坏血酸均为分析纯, 水为软化水。

1.2 方法

1.2.1 干制板栗仁制作方法

- [7] 欧阳平, 张高勇, 康保安. 苦荞麦黄酮类化合物提取的工艺参数优化及数学模型研究[J]. 食品科学, 2005, 26(1): 107-111.
- [8] 张志信, 张仕秀. 迎春花植物茎叶中黄酮类物质初步研究[J]. 生物技术, 2000, 14(4): 30-31.
- [9] 陈乃富, 张莉. 蕨菜黄酮类化合物的提取与分析[J]. 中国林副特产, 2004(6): 1-4.
- [10] 杨洋, 韦小英. 柚皮黄酮类化合物的提取方法和抗氧化性的研究[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(6): 9-12.
- [11] 田呈瑞, 李昀. 银杏叶黄酮的乙醇提取方法研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(3): 556-561.
- [12] 李贵荣, 杨胜圆. 党参多糖的提取及其对活性氧自由基的清除作用

- [J]. 化学世界, 2001(8): 421-422.
- [13] 中国科学院上海药物研究所植物化学研究室. 黄酮体化合物鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 389-392.
- [13] 马卡姆 K R. 黄酮类化合物结构鉴定技术[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 83.
- [15] 吴文林, 胡天喜. 几种黄酮类化合物对羟自由基引起的DNA损伤的保护作用[J]. 自由基生命科学进展, 1997(5): 101-104.
- [16] 赵宝路. 氧自由基和天然抗氧化剂[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [17] 丁利君, 周圳辉, 林燕如. 芒萁黄酮物质的提取及其抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 77-82.

选料分级 干燥(壳衣分离) 剥皮 护色 洗脱 干燥 感官评价

高温快速干燥的方法使壳衣分离,一般选在50~60较为合适。将带皮板栗于烘箱中烘烤0.5到1h左右,利于剥皮。

1.2.2 感官评价方法

将不同温度、不同干燥时间干燥后的板栗仁取出30枚,观察褐变情况,记录护色后未产生褐变板栗的百分率。

1.2.3 数据分析方法

应用统计分析软件SPSS11.0对数据进行多元二次回归分析;应用统计分析软件Statistic6.0对实验数据进行响应面作图。

2 结果与分析

2.1 响应面分析法设计护色实验模型

本实验选用抗坏血酸、柠檬酸、氯化钠来替代亚硫酸及其盐类对板栗仁进行护色处理。用柠檬酸可以降低pH值,控制酚酶的活性;抗坏血酸的抗褐变作用一种解释是将醌还原为酚,抗坏血酸的抗褐变作用还可理解为是作为抗坏血酸氧化酶的底物,在酶的催化下,把溶解在板栗仁表面的氧溶解掉^[3]。氯化钠也为酶抑制剂,酶的活性可以在低浓度的氯化钠溶液中就遭到破坏,原因是由于 Na^+ 和 Cl^- 可分别与酶蛋白的肽键和 $-\text{NH}_3^+$ 相结合,从而使酶失去其催化活力^[4]。

响应面分析法是一种寻找多因素系统中最佳条件的数学统计方法,其中最常用的是Box-Behnken的中心组合设计原理^[5-8]。实验设计具体为:以抗坏血酸、柠檬酸、氯化钠3个外界因子为自变量,分别以 X_1 、 X_2 、 X_3 来表示之,并以+1、0、-1分别代表自变量的高、中、低水平。以板栗仁未褐变的百分率Y为响应值,即经过护色液护色后未产生褐变的板栗仁所占的百分率,表示为数学表示,单位为1。三因素水平选取见表1。护色时选用新鲜板栗30枚。

表1 三因素三水平的取表值

Table 1 Summary of three factors and three levels

编码	因素	-1	0	+1
X_1	抗坏血酸	0.1	0.4	0.7
X_2	柠檬酸	0.4	0.7	1.0
X_3	氯化钠	0.5	1.0	1.5

将响应面分析法(RSM)应用于板栗仁护色配方的优化。表2为应用Box Behnken实验设计及得出的结果,其中 X_1 为抗坏血酸, X_2 为柠檬酸, X_3 为氯化钠,观察值(Observed)代表护色后未产生褐变的板栗的百分率的数学表示,单位为1。

表2 n=16时的Box Behnken实验设计及观察结果(n=16)

Table 2 Observed results of box behnken (n=16)

实验号	X_1	X_2	X_3	Observed/1
1	-1	-1	-1	0.62
2	-1	-1	0	0.66
3	-1	0	-1	0.68
4	-1	0	1	0.71
5	-1	1	0	0.74
6	0	-1	-1	0.83
7	0	-1	1	0.87
8	0	1	-1	0.92
9	0	1	1	0.93
10	1	-1	0	0.92
11	1	0	-1	0.93
12	1	0	1	0.96
13	1	1	0	0.98
14	0	0	0	0.92
15	0	0	0	0.93
16	0	0	0	0.92

利用SPSS11.0对表2的数据进行回归分析,得到二次多元回归模型为:

$$Y=0.287+1.186X_1+0.426X_2+0.222X_3-0.919X_1^2-0.169X_2^2-0.08096X_3^2-0.05217X_1X_2+0.002X_1X_3-0.048X_2X_3$$

从表4中可以看出,回归方程的调整确定系数(Adjusted R Square)Adjusted $R^2=0.999$,说明该模型能解释99.9%的响应值的变化,因而该模型拟合程度良好,实验误差较小,该模型是合适的,从表3的方差分析可以看出,该回归方程的各因子与响应值之间的关系显著。所以可以用此模型对板栗仁护色工艺配方实验进行分析和预测。

表3 回归模型方差分析表

Table 3 Analyse of anova for regression model

模型	SS	D F	M S	F	p
1 回归	0.218	9	0.024	1524.265	0.000
误差	0.000	6	0.000		
总和	0.218	15			

A. Predictors:(Constant), X_1 , X_2 , X_3 , X_1^2 , X_2^2 , X_3^2 , X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3 ; B. Dependent Variable: Y。

表4 模型的调整确定系数表

Table 4 Adjusted R

模型	R	R^2	调整系数平方	系数平均偏差
1	1.000	1.000	0.999	0.00398

A. Predictors:(Constant), X_1 , X_2 , X_3 , X_1^2 , X_2^2 , X_3^2 , X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3 。

2.2 响应面分析图

X_1 、 X_2 、 X_3 及其交互作用对响应值的影响如图1~6所示。

$$z=0.91+0.127x+0.038y-0.082xx-0.009xy-0.015yy$$

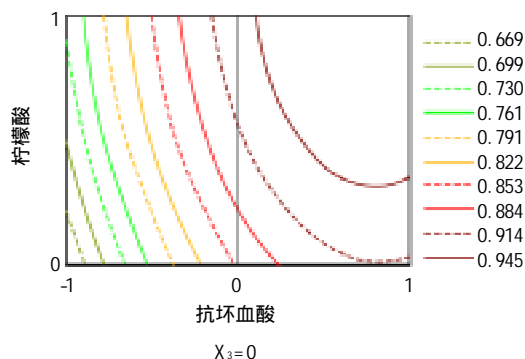


图1 $Y=f(X_1, X_2)$ 响应分析平面图
Fig.1 Interaction of X_1 and X_2

$$z=0.91+0.127x+0.038y-0.082xx-0.009xy-0.015yy$$

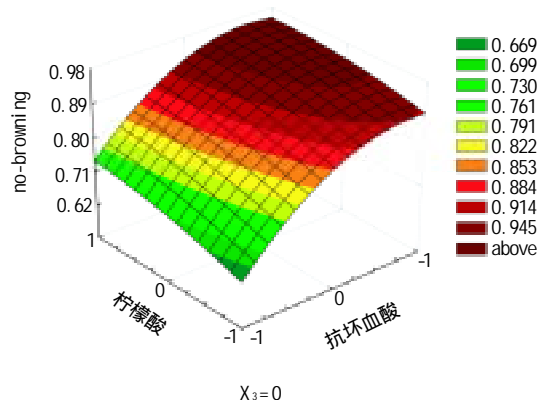


图2 $Y=f(X_1, X_2)$ 响应分析曲面图
Fig.2 Contour profiler of interaction of X_1 and X_2

从图1、2中可以看出，柠檬酸的浓度不变的情况下，随着抗坏血酸浓度在-1~0(0.1%~0.4%)范围内，随着抗坏血酸浓度的增加，板栗仁未褐变的百分率增加速度下降；而抗坏血酸浓度在0~1(0.4%~0.7%)范围内，板栗仁未褐变的百分率增加的速度上升。当抗坏血酸的浓度一定时，柠檬酸的浓度增加，板栗仁未褐变的百分率幅度减弱。

$$z=0.915+0.129x+0.018y-0.085xx-0.008xy-0.023yy$$

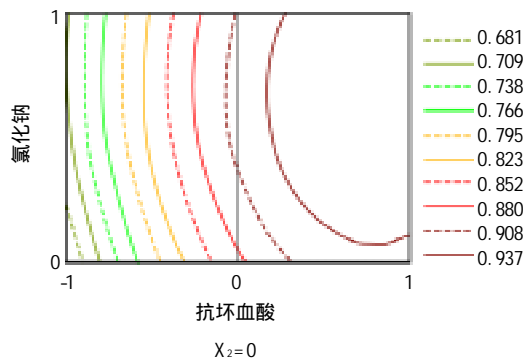


图3 $Y=f(X_1, X_3)$ 响应分析平面图
Fig.3 Interaction of X_1 and X_3

$$z=0.915+0.129x+0.018y-0.085xx-0.008xy-0.023yy$$

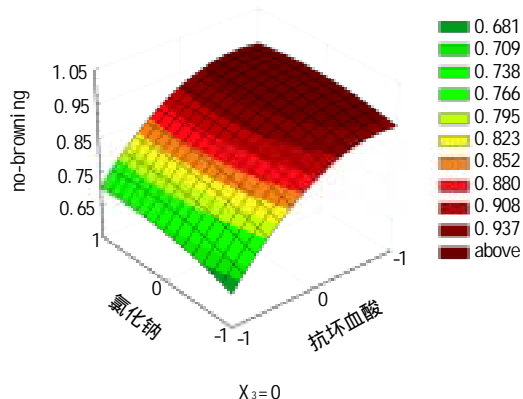


图4 $Y=f(X_1, X_3)$ 响应分析曲面图
Fig.4 Contour profiler of interaction of X_1 and X_3

从图3、4可以看出，抗坏血酸从浓度-0.75到-0.5(0.175%~0.25%)范围内，板栗仁未褐变的百分率从0.738到0.795，增加速度减慢；抗坏血酸从-0.5到0(0.25%~0.4%)范围内，板栗仁未褐变的百分率从0.79到0.88，增加速度上升。当抗坏血酸浓度一定时，设为0(0.4%)，氯化钠浓度从0到0.5(0.5%~0.75%)，板栗仁

$$z=0.868+0.049x+0.027y-0.015xx-0.033xy-0.02yy$$

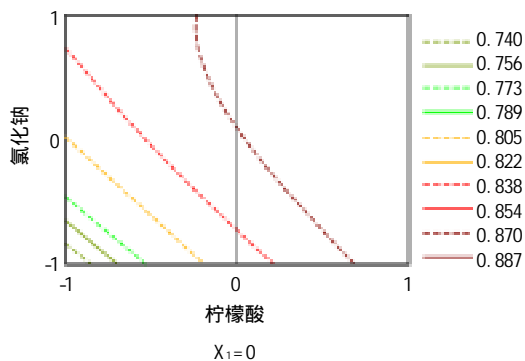


图5 $Y=f(X_2, X_3)$ 响应分析平面图
Fig.5 Interaction of X_2 and X_3

$$z=0.868+0.049x+0.027y-0.015xx-0.033xy-0.02yy$$

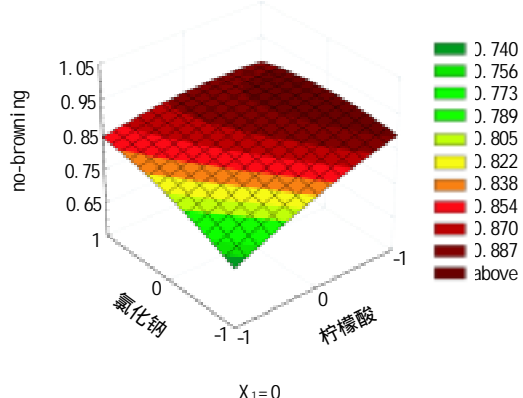


图6 $Y=f(X_2, X_3)$ 响应分析曲面图
Fig.6 Contour profiler of interaction of X_2 and X_3

磁场处理对螺旋藻生长及胞外多糖的影响

郑必胜, 郭祀远, 尤 珊

(华南理工大学轻化工研究所 广东 广州 510640)

摘 要: 系统研究外加磁场作用对螺旋藻生长及其胞外多糖分泌的影响。研究发现, 在 40kA/m 以下范围内, 磁场处理有利于螺旋藻细胞生长及生物量的积累, 并当磁场强度为 24kA/m 时比生长速率最高。磁场强度高于 40kA/m 后螺旋藻的生长受到一定抑制, 达到 80kA/m 以上时生长受到明显抑制, 400kA/m 以上则基本停止生长。在较高的磁场强度下螺旋藻生长缓慢但却有利于螺旋藻胞外多糖的分泌。螺旋藻对数生长期进行磁处理效果最好。

关键词: 螺旋藻; 培养; 磁场; 胞外多糖

Effects of Magnetic Treatment on Biomass and EPS of *Spirulina*

ZHENG Bi-sheng, GUO Si-yuan, YOU Shan

(Institute of Light Industry and Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The effects of magnetic treatment on the biomass and excreting of exo-polysaccharides (EPS) of *Spirulina* were studied systematically. It proved that a lower magnetic intensity (40kA/m) is good for improving the biomass of *Spirulina* but the growth

收稿日期: 2005-10-26

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(31347)

作者简介: 郑必胜(1966-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为天然活性产物制备与功能应用。

未褐变的百分率在 0.88 左右徘徊, 所以, 抗坏血酸浓度一定时, 氯化钠和柠檬酸对护色效果差异不显著。

从图 5 和 6 中可以看出, 氯化钠浓度在 -1 到 1 (0.5%~1.5%) 范围内, 柠檬酸浓度增加, 板栗仁未褐变的百分率增加; 柠檬酸浓度在 -1 到 1 范围内, 随着氯化钠浓度的上升, 板栗仁未褐变的百分率增加速度上升。

当氯化钠浓度一定时, 随着柠檬酸浓度的上升, 板栗仁未褐变的百分率增加速度加快; 当柠檬酸浓度一定时, 氯化钠浓度升高, 板栗仁未褐变的百分率增加的速度加快。

2.3 最佳值求取

分别对回归方程求对 X_1 、 X_2 、 X_3 偏导数, 并令偏导数等于 0, 可以求得极值为 $X_1=0.54$ 、 $X_2=0.86$ 、 $X_3=1.013$ 。因而由回归方程估计得抗坏血酸为 0.54%; 柠檬酸为 0.86%; 氯化钠为 1.013% 时板栗仁的护色效果最佳。

2.4 护色实验

将响应面分析法(RSM)应用于板栗仁护色配方的优化, 获得了良好的感官效果。用响应面分析实验结果表明: 护色液中抗坏血酸、柠檬酸和氯化钠的值分别为 0.54%, 0.86%, 1.013% 时, 浸泡 30min 后, 在室温

放置 3d, 仍可保持板栗仁的金黄色。

3 结 论

板栗仁的最佳护色方案, 即将板栗仁于 0.54% 抗坏血酸、0.86% 柠檬酸和 1.013% 氯化钠混合液中浸泡 30min。

参考文献:

- [1] 黎继烈, 陈永安, 唐松元, 等. 板栗产品的褐变及护色方法研究[J]. 林业科技通讯, 2001(10): 10-12.
- [2] 盖钧镒. 实验统计方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [3] 王福堂. 板栗栽培贮藏与加工[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993.
- [4] 杨昌举. 食品科学概论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999.
- [5] BOX G E P, HUNTER W G, HUNTER J S. Statistics for experimenters: an introduction to design, data analysis and model building[M]. New York: John Wiley and Sons, 1990.
- [6] MONTGOMERY D C. Design and analysis of experiments[M]. 2nd. New York: John Wiley, 1991.
- [7] ANNADURAI G, RAJU V. Use of box-behen design experiments in the determination of adsorption equilibrium, reactive dye on chitin[J]. In Proceeding of the Advances in Chemical Engineering, 1997(10): 18-20.
- [8] ANNADURAI G, SHEEJA R Y. Use of box-behen design of experiments for the adsorption of verofix-red using biopolymer[J]. Bioprocess Eng, 1998, 18: 463-466.