

# 响应面法优化过氧化氢法脱除柿子色素工艺的研究

王 辉\*, 句荣辉, 段丽丽, 朱建晨

(北京农业职业学院, 北京 102442)

**摘 要:** **目的** 采用响应面法优化过氧化氢法脱除柿子色素工艺。**方法** 采用过氧化氢法对柿子的色素进行脱除。在单因素试验的基础上, 采用脱色率和多糖保留率为评价指标, 运用响应面法进行工艺条件优化。**结果** 过氧化氢脱除柿子中色素的最佳工艺为过氧化氢添加量 10%、脱色温度 40 °C、脱色时间 52 min, 在此条件下脱色率为 72.13%±0.24%, 多糖保留率为 85.75%±0.46%。**结论** 采用响应面法优化的柿子过氧化氢法脱除色素能够达到理想的脱色效果、不增加过氧化氢成本, 同时也能保持较高的多糖保留率、工艺准确可靠、对于实际生产具有一定参考价值。

**关键词:** 柿子; 脱色; 过氧化氢法; 响应面法

## Study on optimization of hydrogen peroxide removal of persimmon pigment by response surface methodology

WANG Hui\*, JU Rong-Hui, DUAN Li-Li, ZHU Jian-Chen

(Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442, China)

**ABSTRACT: Objective** The effects of hydrogen peroxide content, decolorization temperature and decolorization time on the removal efficiency of persimmon pigment were studied. **Methods** The pigment of persimmon was removed by hydrogen peroxide method. On the basis of single factor test, decolorization rate and polysaccharide retention rate were used as evaluation indexes, and the process conditions were optimized by response surface method. **Results** The optimal process for removing pigment from persimmon by hydrogen peroxide was 10% added hydrogen peroxide, decolorization temperature at 40 °C, and decolorization time at 52 min, under these conditions, the decolorization rate was 72.13%±0.24%, and the polysaccharide retention rate was 85.75%±0.46%. **Conclusion** The persimmon hydrogen peroxide method optimized by response surface method can achieve ideal decolorization effect without increasing the cost of hydrogen peroxide, meanwhile, it can maintain a high retention rate of polysaccharides, and the process is accurate and reliable, has certain reference value for actual production.

**KEY WORDS:** persimmon; decolorizing; hydrogen peroxide process; response surface method

基金项目: 北京农业职业学院科技创新项目(XY-YF-19-17)

Fund: Supported by the Science and Technology Innovation Project of Beijing Vocational College of Agriculture(XY-YF-19-17)

\*通讯作者: 王辉, 硕士, 副教授, 主要研究方向为食品加工与营养检测。E-mail: 41939100@qq.com

\*Corresponding author: WANG Hui, Master, Associate Professor, Beijing Vocational College of Agriculture, No.5, Paddy Field Nanli, Changyang Town, Fangshan District, Beijing 102442, China. E-mail: 41939100@qq.com

## 1 引言

柿(*Diospyros kaki Thuno.*)属于被子植物门、双子叶植物纲、柿目柿科的常年落叶乔木,分布地区主要为热带以及亚热带地区。柿子为柿的成熟果实,又名侯枣、朱果等,persimmon 是其英文名称,原产于中国,我国对于栽培柿的历史已经有 3000 多年<sup>[1,2]</sup>。目前柿树大约有 900 多种栽培品种,大多数作为果树进行栽培。柿子有助于降低血压、软化血管、增加冠状动脉流量,并且能活血消炎、润肠通便、改善心血管功能<sup>[3]</sup>。

柿子中的多糖作为其重要活性成分,具有较高营养价值和保健功能。柿子多糖在提取后,其多糖提取液颜色较深,给多糖的进一步分离和结构鉴定带来一定困难<sup>[4-6]</sup>。常用的色素脱除方法有活性炭吸附法、大孔树脂脱色法、过氧化氢脱色法等<sup>[7,8]</sup>。其中活性炭吸附法是利用物理吸附原理将色素除去,但活性炭粉末对于柿子中的活性成分也有较强的吸附作用。大孔树脂脱色法是利用离子交换原理,将色素吸附到大孔树脂中从而达到脱色的目的<sup>[9-11]</sup>,但是这可能吸附柿子的活性物质,造成营养成分流失,而且大孔树脂不易从柿子中去除。过氧化氢脱色法为化学氧化脱色法,将柿子中的色素氧化达到脱色目的,其特点是脱色效率高。来自植物性农产品中的多糖,其中含有的色素物质,大多数结构以负离子形式存在,过氧化氢的水溶液中,通常能够电离出过氧氢根离子,作用于色素物质分子,如果溶液中有碱性介质,其电离度会增大,提高脱色效果<sup>[12-14]</sup>。因此,这种方法对于具有阴离子的物质有明显的脱色效果。基于此本研究拟采用过氧化氢脱色法除去柿子中的色素,采用性价比较高的脱色方法,达到最大脱色程度,同时最大程度保留多糖的目的,为进一步生产奠定基础。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与仪器

#### 2.1.1 材料与试剂

柿子采摘于青龙湖镇口头村;过氧化氢(分析纯,上海源叶生物科技有限公司);浓硫酸、苯酚、木瓜蛋白酶、考马斯亮蓝、牛血清蛋白、无水葡萄糖、乙醇(分析纯,国药集团);试验用水为二级蒸馏水。

#### 2.1.2 仪器

T6 新世纪紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司);SH2-C 双功能水浴振荡器(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司);EL204 分析天平(上海菁海仪器有限公司)。

### 2.2 试验方法

#### 2.2.1 柿子色素最大吸收波长的扫描

柿子烘干除去水分后,用打粉机制成柿子粉。精密称

取柿子粉 0.1 g,用蒸馏水溶解并定容到 100 mL 容量瓶中过滤,滤液使用紫外分光光度计进行全波长扫描,结果发现柿子粉色素在 280 nm 处存在最大吸收峰,确定柿子粉色素的检测波长为 280 nm<sup>[15]</sup>。

#### 2.2.2 脱色效果的测定

过氧化氢对柿子的色素脱除效果的评价采用脱色率表示<sup>[16]</sup>,脱色率的计算公式如下:

$$\text{脱色率}\% = \frac{A_{D0} - A_{D1}}{A_{D0}} \times 100\%$$

式中:  $A_{D0}$  为柿子粉溶液过氧化氢脱色前在 280 nm 处的吸光值;  $A_{D1}$  为柿子粉溶液过氧化氢脱色后在 280 nm 处的吸光值。

#### 2.2.3 多糖保留率的测定

采用苯酚-硫酸法<sup>[17]</sup>,以葡萄糖为对照品,线性回归方程为  $A=18.668C+1.7091$ , ( $r=0.9995$ )。式中  $A$  为吸光度,  $C$  为以葡萄糖记的多糖质量浓度(mg/mL)。

$$\text{多糖保留率}\% = \frac{C_1}{C_0} \times 100\%$$

式中:  $C_1$  为溶液脱色后多糖含量;  $C_0$  为溶液脱色前多糖含量。

#### 2.2.4 过氧化氢脱色的单因素试验

##### (1) 过氧化氢添加量对脱除柿子色素的影响

分别移取柿子粉溶液 10 mL 于 5 个 50 mL 的具塞锥形瓶中,分别加入质量浓度为 4%、6%、8%、10%、12% 的过氧化氢 20 mL,置于 40 °C 水浴振荡器中,震荡 50 min 后静置,取上清液测定其在 280 nm 处的吸光度并计算脱色率和多糖保留率。

##### (2) 脱色温度对脱除柿子色素的影响

分别移取柿子粉溶液 10 mL 于 5 个 50 mL 的具塞锥形瓶中,加入 8% 的过氧化氢 20 mL,分别置于 20、30、40、50、60 °C 水浴振荡器中,震荡 50 min 后静置,取上清液测定其在 280 nm 处的吸光度并计算脱色率和多糖保留率。

##### (3) 脱色时间对脱除柿子色素的影响

分别移取柿子粉溶液 10 mL 于 5 个 50 mL 的具塞锥形瓶中,加入 8% 的过氧化氢 20 mL,置于 40 °C 水浴振荡器中,分别震荡 30、40、50、60、70 min 后静置,取上清液测定其在 280 nm 处的吸光度并计算脱色率和多糖保留率。

#### 2.2.5 响应面法优化过氧化氢对脱除柿子色素试验

响应面法是在单因素试验的基础上,选择过氧化氢添加量( $A$ )、脱色温度( $B$ )和脱色时间( $C$ ) 3 个因素进行的<sup>[18]</sup>。以脱色率和多糖保留率为指标,试验因素水平设计如表 1 所示。

## 3 结果与分析

### 3.1 单因素试验

#### 3.1.1 过氧化氢添加量对脱除柿子色素的影响

如图 1 所示,在一定范围内,随着过氧化氢添加量的

增加, 柿子中色素的脱除率逐渐增加, 多糖保留率逐渐降低。当过氧化氢用量为 12% 时, 脱色率达到最大值, 其最大脱色率为 60.12%。过氧化氢用量越大, 脱色效果越显著, 但与此同时, 多糖保留率也会有所降低, 过氧化氢用量为 10% 时, 脱色率相对较高, 多糖保留率也比用量为 12% 时稍高, 故综合考虑, 过氧化氢最佳用量为 10%。

表 1 响应面优化过氧化氢法试验因素与水平表  
Table 1 Response surface optimization hydrogen peroxide test factors and level table

因素	-1	0	1
A 过氧化氢添加量/%	8	10	12
B 脱色温度/°C	30	40	50
C 脱色时间/min	40	50	60

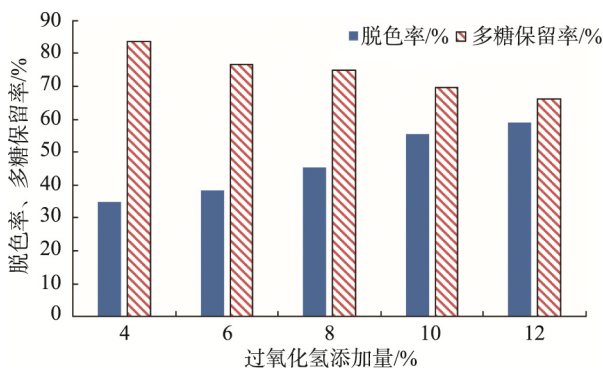


图 1 过氧化氢添加量对脱除柿子色素的影响

Fig.1 Effect of hydrogen peroxide on the removal of pigment from persimmon

### 3.1.2 脱色温度对脱除柿子色素的影响

如图 2 所示, 在 20~40 °C 内, 随着脱色温度的增加, 柿子中色素的脱除率逐渐增加, 随后, 脱色率有降低趋势, 而且多糖保留率逐渐降低。温度达到 40 °C 时, 脱色率达到最大值, 其最大值为 62.61%。最佳脱色温度为 50 °C。

### 3.1.3 脱色时间对脱除柿子色素的影响

如图 3 所示, 在一定范围内, 随着脱色时间的增加,

柿子中色素的脱除率逐渐增加, 多糖保留率逐渐降低。当脱色时间到达 50 min 后, 再增加脱色时间, 脱色率变化不大, 但多糖保留率却有所下降, 因此, 脱色 50 min 为最佳脱色时间。

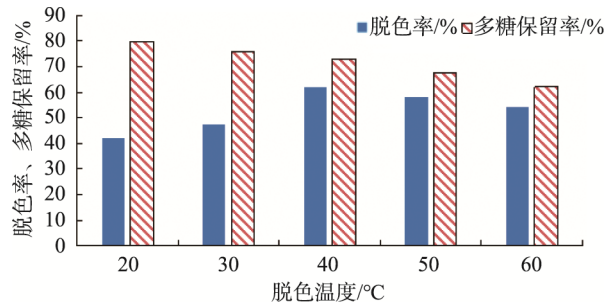


图 2 脱色温度对脱除柿子色素的影响

Fig.2 Effect of decolorization temperature on the removal of pigment from persimmon

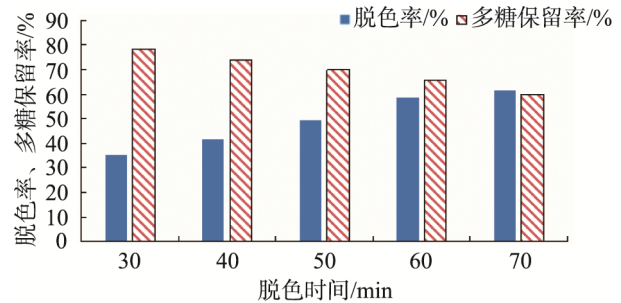


图 3 脱色时间对脱除柿子色素的影响

Fig.3 Effect of decolorization time on the removal of pigment from persimmon

## 3.2 过氧化氢法对柿子色素脱除的响应面优化试验结果

综合分析单因素试验结果, 以过氧化氢添加量(A)、脱色温度(B)和脱色时间(C) 3 个因素为自变量。以脱色率和多糖保留率为响应值, 进行响应面优化。响应面优化试验结果见表 2。

根据表 2 结果, 进行方差分析, 方差分析见表 3。

表 2 响应面优化试验设计与结果  
Table 2 Experimental design and results of response surface optimization

试验号	A 过氧化氢添加量/%	B 脱色温度/°C	C 脱色时间/min	脱色率/%	多糖保留率/%
1	0	0	0	31.24	75.14
2	1	-1	0	45.35	74.22
3	-1	-1	0	31.18	77.45
4	0	-1	1	45.06	67.05
5	0	0	0	58.91	69.17
6	1	0	-1	34.89	78.18

续表 2

试验号	A 过氧化氢添加量/%	B 脱色温度/°C	C 脱色时间/min	脱色率/%	多糖保留率/%
7	0	1	1	30.12	83.01
8	-1	1	0	49.34	73.54
9	-1	0	1	61.48	67.92
10	1	1	0	55.44	72.04
11	0	-1	-1	47.76	78.31
12	0	1	-1	63.41	73.54
13	0	0	0	51.02	69.55
14	0	0	0	42.14	65.17
15	0	0	0	56.31	79.18
16	-1	0	-1	50.52	80.01
17	1	0	1	52.21	73.71

表 3 柿子多糖脱色率回归模型及方差分析

Table 3 Regression model and variance analysis of decolorization rate of persimmon polysaccharide

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	Pr>F	显著性
模型	1427.74	9	158.64	2.15	0.0129	*
A	246.98	1	246.98	3.34	0.1101	
B	50.35	1	50.35	0.68	0.4362	
C	68.09	1	68.09	0.92	0.3689	
AB	71.91	1	71.91	0.97	0.3566	
AC	21.48	1	21.48	0.29	0.6063	
BC	233.94	1	233.94	3.17	0.1183	
A <sup>2</sup>	6.15	1	6.15	0.083	0.7813	
B <sup>2</sup>	594.60	1	594.60	8.05	0.0251	*
C <sup>2</sup>	94.24	1	94.24	1.28	0.2958	
残差	516.87	7	73.84			
失拟	486.70	3	162.23	21.51	0.0763	
误差	30.17	4	7.54			
总和	1944.61	16				

注: \*P<0.05 为差异显著。

表 4 柿子脱色多糖保留率回归模型及方差分析

Table 4 Regression model and variance analysis of decolorization polysaccharide retention rate of persimmon

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	Pr>F	显著性
模型	516.48	9	57.39	6.84	0.0095	**
A	18.06	1	18.06	2.15	0.1859	
B	132.11	1	132.11	15.74	0.0054	**
C	16.73	1	16.73	1.99	0.2009	
AB	75.34	1	75.34	8.97	0.0201	*
AC	48.44	1	48.44	5.77	0.0473	*
BC	2.12	1	2.12	0.25	0.6310	
A <sup>2</sup>	101.58	1	101.58	12.10	0.0103	*
B <sup>2</sup>	49.95	1	49.95	5.95	0.0448	*
C <sup>2</sup>	49.51	1	49.51	5.90	0.0455	*
残差	58.77	7	8.40			
失拟	40.44	3	13.48	2.94	0.1622	*
误差	18.33	4	4.58			
总和	575.25	16				

注: \*\*P<0.01 为极显著, \*P<0.05 为显著。

由表 4 柿子脱色多糖保留率回归模型及方差分析,可知回归方程模型显著( $P < 0.05$ ),表明此模型与实际试验能够良好拟合,而失拟项不显著( $P > 0.05$ ),表明本研究所得方程与实际试验过程中拟合中非正常误差所占比例较小,可以用该回归方程取代试验中的真实点对试验结果进行分析。

图 4~6 是根据回归分析结果作出过氧化氢添加量用量、脱色温度、脱色时间 3 因素对柿子脱色率影响的响应面图,从图 4~6 中可以清楚反映各因素间交互作用对响应值的影响。由图 4~6 可看出,过氧化氢添加量与脱色温度、脱色温度与脱色时间、过氧化氢添加量与脱色时间分别对曲线最高点影响均较小,说明 2 因素无显著交互作用。而图 4 曲面较陡,表明过氧化氢添加量与脱色温度交互作用相对明显,方差分析佐证交互关系不显著。因此,选择过氧化氢添加量、脱色温度、脱色时间 3 因素之间无显著的相互作用。

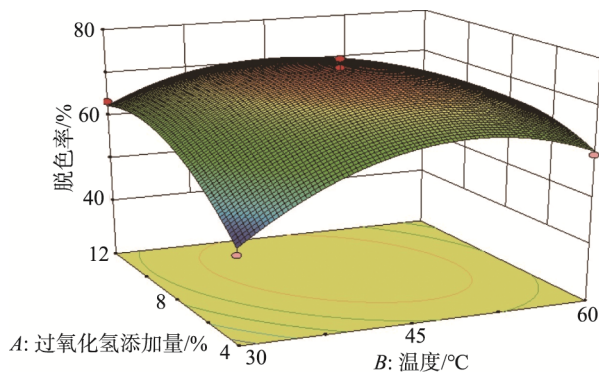


图 4 过氧化氢添加量与脱色温度交互作用对柿子脱色率的响应面图

Fig.4 Response surface diagram of the interaction between the amount of hydrogen peroxide interacts with the temperature on the decolorization rate of persimmon

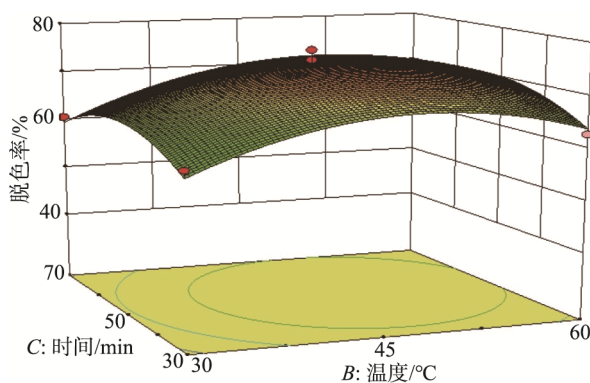


图 5 脱色温度与脱色时间的交互作用对柿子脱色率的响应面图

Fig.5 Response surface diagram of the interaction between decolorization temperature and time on the decolorization rate of persimmon

图 7~9 是根据回归分析结果作出的响应面图,可以清楚反映各因素间交互作用对响应值的影响。由图 7~9 可看出,过氧化氢添加量与脱色温度、过氧化氢添加量与脱色时间分别对曲线最高点影响较大,说明两因素有显著交互作用。脱色温度与脱色时间对曲线最高点影响较小,说明两因素无显著交互作用。综上所述,3 者间有过氧化氢添加量与脱色温度、过氧化氢添加量与脱色时间存在交互作用,对表 2 中的试验数据运用 Design-Expert 设计软件进行相关与回归的分析,可得到过氧化氢脱色率(X)的回归方程。其回归方程分别为:

$$X = 51.09 + 13.09A - 2.39B + 1.28C + 1.25AB + 0.51AC + 5.25BC - 12.98A^2 + 5.63B^2 + 0.95C^2$$

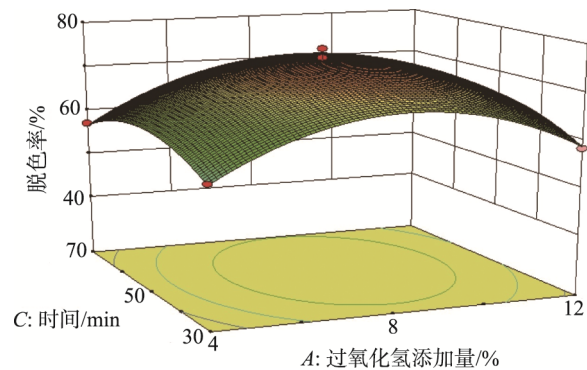


图 6 过氧化氢添加量与脱色时间的交互作用对柿子脱色率的响应面图

Fig.6 Response surface diagram of the interaction between amount of hydrogen peroxide and decolorization time on the decolorization rate of persimmon

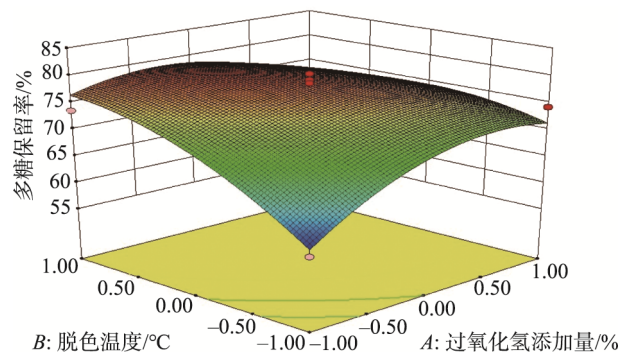


图 7 过氧化氢添加量与脱色温度交互作用对柿子脱色多糖保留率的响应面图

Fig.7 Response surface diagram of the interaction between hydrogen peroxide dosage and temperature on the decolorization polysaccharide retention rate of persimmon

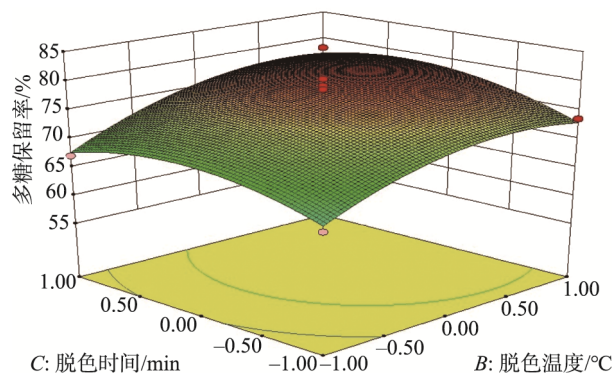


图 8 脱色温度与脱色时间的交互作用对柿子脱色多糖保留率的响应面图

Fig.8 Response surface diagram of the interaction between decolorization temperature and time on the decolorization polysaccharide retention rate of persimmon

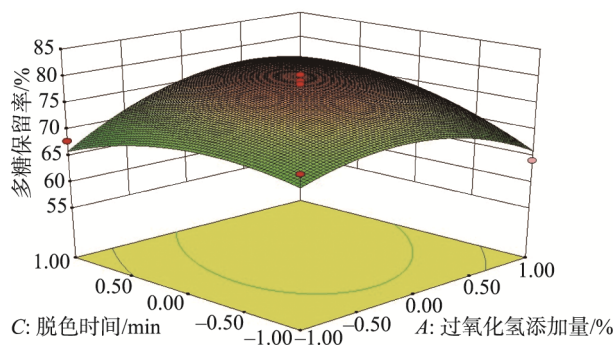


图 9 过氧化氢添加量与脱色时间的交互作用对柿子脱色多糖保留率的响应面图

Fig.9 Response surface diagram of the interaction between amount of hydrogen peroxide and decolorization time on the decolorization polysaccharide retention rate of persimmon

通过统计软件 Design-Expert 对所模拟的模型进行优化和求解, 得到柿子中色素脱除过氧化氢法最佳工艺条件是: 过氧化氢添加量为 9.63%, 脱色温度为 39.12 °C, 脱色时间为 51.43 min, 此条件下柿子的色素脱除过氧化氢法的脱色率为  $73.53\% \pm 0.54\%$ , 多糖保留率为  $86.17\% \pm 0.34\%$ 。为验证试验结果的真实性和考虑到实际的操作条件, 故将脱色工艺中的过氧化氢添加量调整为 10%, 脱色温度为 40 °C, 脱色时间为 52 min, 在此最佳工艺条件下进行 5 次平行验证试验, 得到柿子的色素脱除过氧化氢法的脱色率为  $72.13\% \pm 0.24\%$ , 多糖保留率为  $85.75\% \pm 0.46\%$ 。结果与预测值相差较小, 不具有显著性差异。因此, 采用响应面法优化的柿子的色素脱除过氧化氢法工艺条件准确可靠, 具有参考价值。

#### 4 讨论与总结

本研究在过氧化氢脱色的单因素试验中分别探究了过氧化氢添加量、脱色温度以及脱色时间对于柿子中色素脱除效果的影响。其中, 色素脱除率在一定范围内随着过氧化氢添加量的增加而增大, 多糖保留率逐渐降低。在实际生产与操作中, 要选择合适的过氧化氢添加量, 既要保证达到理想的脱色效果, 不增加过氧化氢成本, 同时也要注意多糖保留率, 不能造成过多的多糖损失。通过 5 次试验得到平均多糖脱色率为  $72.13\% \pm 0.24\%$ , 理论预测值为  $73.53\% \pm 0.54\%$ , 实际值达理论预测值的 98.10%, 说明该优化方法可行。

脱色率在 20~40 °C 内随着脱色温度的升高而增大, 这可能是因为色素分子随着温度升高, 其分子运动频率变大, 从而加速了过氧化氢对色素的氧化过程。当温度超过 40 °C 时, 脱色率下降。这可能温度过高加快了过氧化氢的分解, 使得过氧化氢的量减少, 从而导致脱色率下降<sup>[19,20]</sup>。随着温度的升高, 多糖保留率呈现逐渐降低的趋势, 这可能是因为温度过高, 造成部分多糖分解, 导致多糖在脱色温度过高的环境下会损失。因此在实际操作中, 要选择适当的脱色温度。

随着脱色时间的增加, 柿子中色素的脱除速率也随之增大, 到达 50 min 后, 脱色率基本保持不变, 这可能是因为过氧化氢对色素的氧化过程基本到达平衡<sup>[21,22]</sup>, 即使再增加时间, 脱色率也不会发生太大变化, 而柿子中多糖保留率逐渐降低。这就要求在实际生产中选择合适的脱色时间, 既要保证达到脱色的目的, 也要尽量避免或减少多糖的损失。本研究确定过氧化氢脱除柿子中色素的最佳工艺为过氧化氢添加量 10%、脱色温度 40 °C、脱色时间 52 min, 在此条件下脱色率为  $72.13\% \pm 0.24\%$ , 多糖保留率为  $85.75\% \pm 0.46\%$ 。

#### 参考文献

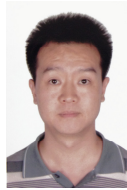
- [1] 薛菁, 张海生, 彭春蓉. 柿子黄酮超声波辅助提取及其抗氧化和抑菌性的分析[J]. 包装与食品机械, 2017, (6): 21–25, 40.
- Xue J, Zhang HS, Peng CR. Ultrasonic assisted extraction of flavonoids from persimmon and analysis of their antioxidant and antibacterial properties [J]. Pack Food Mach, 2017, (6): 21–25, 40.
- [2] 肖平, 陈建伟, 陈亚运, 等. 板蓝根多糖活性炭脱色工艺及抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(12): 2041–2045.
- Xiao P, Chen JW, Chen YY, et al. Research on the decolorization process and antioxidant activity of *Radix Isatidis* polysaccharide activated carbon [J]. Nat Prod Res Dev, 2014, 26(12): 2041–2045.
- [3] 徐胜龙. 柿子醇提取物的体外抗氧化研究[D]. 西安: 陕西师范大学,

- 2008.
- Xu SL. *In vitro* antioxidant study of alcohol extracts of persimmon [D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2008.
- [4] 何萌, 杨晓丰, 赵杰, 等. 武当道茶多糖的脱色方法研究[J]. 科技视界, 2016, (10): 40-40.
- He M, Yang XF, Zhao J, *et al.* Study on the decolorization method of Wudang Dao tea polysaccharide [J]. *Sci Technol Vision*, 2016, (10): 40-40.
- [5] 张圣杰, 陈相艳, 李文香, 等. 超声联合超微粉碎法提取金针菇多糖新探究[J]. 食品工业, 2014, 35(4): 101-104.
- Zhang SJ, Chen XY, Li WX, *et al.* New research on extraction of *Flammulina velutipes* polysaccharide by ultrasonic combined with ultra-fine grinding method [J]. *Food Ind*, 2014, 35(4): 101-104.
- [6] Meng QR, Li YH, Xiao TC, *et al.* Antioxidant and antibacterial activities of polysaccharides isolated and purified from *Diaphragma juglandis fructus* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, 105: 431-437.
- [7] Wu LC, Hsu HW, Chen YC, *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya [J]. *Food Chem*, 2006, 95(2): 319-327.
- [8] 梁英, 金迪, 李丹丹, 等. 黄芩多糖的免疫调节活性[J]. 中国食品学报, 2017, 17(2): 23-27.
- Liang Y, Jin D, Li DD, *et al.* Immunomodulatory activity of *Scutellaria polysaccharide* [J]. *Chin J Food Sci*, 2017, 17(2): 23-27.
- [9] Hu J, Jia XJ, Fang XB, *et al.* Ultrasonic extraction, antioxidant and anticancer activities of novel polysaccharides from *Chuanxiong rhizome* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2016, 85: 277-284.
- [10] 王雪, 丁金龙, 黄苇, 等. 火龙果皮中果胶的提取及其结构研究[J]. 中国食品添加剂, 2015, (3): 102-106.
- Wang X, Ding JL, Huang W, *et al.* Study on extraction technology and structure of pectin from pitaya peel [J]. *China Food Addit*, 2015, (3): 102-106.
- [11] 李敏晶, 刘昌雨, 刘远, 等. 3 种脱色方法对多棘海盘车多糖的脱色效果[J]. 贵州农业科学, 2014, (3): 147-149.
- Li MJ, Liu CY, Liu Y, *et al.* Effects of three decolorization methods on polysaccharides from polypiny Sea cart [J]. *Guizhou Agric Sci*, 2014, (3): 147-149.
- [12] 孙涛涛, 蔡为荣, 谢亮亮, 等. 江香薷多糖的过氧化氢脱色研究[J]. 安徽工程大学学报, 2016, 31(2): 26-30.
- Sun TT, Cai WR, Xie LL, *et al.* Decoloration of polysaccharide from *Mosla chinensis-jiangxiangru* by hydrogen peroxide [J]. *J Anhui Polytech Univ*, 2016, 31(2): 26-30.
- [13] 方晓晖, 但德苗, 钱时权, 等. 红火火龙果皮多糖过氧化氢脱色工艺及抑菌活性研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(1): 149-153.
- Fang XH, Dan DM, Qian SQ, *et al.* Effect of hydrogen peroxide on decolorization of polysaccharide from red dragon fruit peel and its antibacterial activity. [J]. *Food Mach*, 2018, 34(1): 149-153.
- [14] 石硕, 孙丽娜, 仙靛, 等. 神仙草叶多糖提取及过氧化氢脱色工艺研究[J]. 现代中药研究与实践, 2017, 31(3): 50-54.
- Shi S, Sun LN, Xian L, *et al.* Study on the extraction of polysaccharides from leaves of *Shenxian grass* and the decolorization of hydrogen peroxide [J]. *Res Pract Mod Chin Med*, 2017, 31(3): 50-54.
- [15] 韦媛媛, 刘阳, 龚帅, 等. 积雪草多糖的脱脂工艺研究[J]. 广西工学院学报, 2014, 25(2): 90-94.
- Wei YY, Liu Y, Gong S, *et al.* Study on the degreasing process of *Centella asiatica* polysaccharide [J]. *J Guangxi Univ Technol*, 2014, 25(2): 90-94.
- [16] 田淑雨, 陈韵, 鹿士峰, 等. 灵芝多糖脱色工艺研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(4): 912-920.
- Tian SY, Chen Y, Lu SF, *et al.* Study on decolorization technology of *Ganoderma lucidum* polysaccharides [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(4): 912-920.
- [17] 杨瑞金, 黄海, 王璋. 低聚木糖浆过氧化氢脱色研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(1): 20-22.
- Yang RJ, Huang H, Wang Z. Study on the decolorization of xylo-oligosaccharide syrup by hydrogen peroxide [J]. *Food Ind Sci Technol*, 2003, 24(1): 20-22.
- [18] 唐振荣, 宁方尧. 响应曲面法优化过氧化氢脱色糖浆的研究[J]. 广西轻工业, 2014, (1): 5-6.
- Tang ZR, Ning FY. Research on optimization of hydrogen peroxide decolorizing syrup by response surface method [J]. *Guangxi Light Ind*, 2014, (1): 5-6.
- [19] 赵艳, 王白娟, 杨青松, 等. 红雪茶多糖过氧化氢脱色工艺优化[J]. 南方农业学报, 2016, 47(5): 710-714.
- Zhao Y, Wang BJ, Yang QS, *et al.* Optimization of the decolorization process of black snow tea polysaccharide with hydrogen peroxide [J]. *Southern Agric J*, 2016, 47(5): 710-714.
- [20] 贾若凌. 菊芋菊糖过氧化氢法脱色工艺研究[J]. 新乡学院学报(自然科学版), 2010, 27(3): 59-61.
- Jia RL. Study on the decolorization process of *Jerusalem artichoke inulin* by hydrogen peroxide method [J]. *J Xinxiang Univ (Nat Sci Ed)*, 2010, 27(3): 59-61.
- [21] 于雷, 李晓坤, 杨云, 等. 墨旱莲多糖的过氧化氢脱色方法研究[J]. 辽宁中医杂志, 2012, (9): 1832-1834.
- Yu L, Li XK, Yang Y, *et al.* Study on hydrogen peroxide decolorization of polysaccharides from *Moxanax officinalis* [J]. *Liaoning J Tradit Chin Med*, 2012, (9): 1832-1834.
- [22] 杨大伟, 吴永尧, 唐巧玉. 碎米茅多糖的过氧化氢脱色方法研究[J]. 食品科技, 2008, 33(1): 174-177.

Yang DW, Wu YY, Tang QY. Study on the decolorization method of *Cardamine* polysaccharide with hydrogen peroxide [J]. Food Sci Technol, 2008, 33(1): 174-177.

(责任编辑: 张晓寒)

## 作者简介



王 辉, 硕士, 副教授, 主要研究方向为食品加工与营养检测。  
E-mail: 41939100@qq.com

---

## “粮油加工与质量安全”专题征稿函

民以食为天, 食以安为先。食品安全的源头在农业, 粮油产品是基础。我国作为粮食生产大国和人口大国, 粮油质量安全受到政府、产业和消费者的高度关注。与此同时, 随着乡村振兴战略和农业高质量发展, 发掘不同产地、不同品种粮油产品特异品质, 促进优质粮油产品开发, 是推动粮油产业高质量发展、满足人民日益增长的消费需要的重要举措。

鉴于此, 本刊特别策划了“粮油加工与质量安全”专题, 主要围绕粮油加工工艺、质量安全检测技术研究、粮油产品特异品质挖掘与评价、粮油产品质量安全风险评估、真实性与产地溯源、检测方法的标准化和分析质量控制技术以及粮油质量安全管理技术等方面展开论述和研究, 本专题计划在 2021 年 4 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编吴永宁技术总师特别邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 2021 年 1 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

同时, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)

E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)(注明专题)

《食品安全质量检测学报》编辑部