

# 千日红花色苷的微生物法提取及稳定性研究

徐 忠, 张海华, 王 航, 聂 芊

(哈尔滨商业大学食品工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150076)

**摘 要:** 采用微生物法提取千日红花色苷, 研究了菌种、温度、pH 值、固液比和处理时间对提取效果的影响, 并探讨了在光照、酸度、氧化剂、还原剂、温度、糖及金属离子存在的条件下花色苷的其稳定性。结果表明, 在可见光范围内千日红花色苷的最佳吸收波长为 530nm, 黑曲霉(*Aspergillus niger*)的提取效果优于康氏木霉(*Trichoderma viride*)、绿色木霉(*Trichoderma koningi Oud.*)。在花色苷稳定性研究中发现, 光照、氧化剂、高温、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  存在的条件不利于花色苷的稳定, 而在有还原剂存在的条件下, 花色苷的稳定性增强。酸性或中性环境中, 花色苷较稳定。糖、 $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{Ca}^{2+}$  对稳定性基本没有显著影响。

**关键词:** 千日红; 花色苷; 微生物法; 黑曲霉; 稳定性

Effects of Microorganism on Extraction of Anthocyanin in Gomphrena Globosa and Stability

XU Zhong, ZHANG Hai-hua, WANG Hang, Nie Qian

(College of Food Engineering, Harbin Commercial University, Harbin 150076, China)

**Abstract:** The extraction of anthocyanin in gomphrena globosa by microorganism was studied. The effects of microorganism, temperature, pH value, ratio of solid to liquid and treatment time on the extract of anthocyanin in gomphrena globosa was

收稿日期: 2007-05-21

基金项目: 黑龙江省自然科学基金项目(B200507)

作者简介: 徐忠(1964-), 男, 教授, 博士, 主要从事食品化工技术研究。

pH、酶解温度和酶解时间等因素对中性蛋白酶酶解鱼粉榨汁蛋白质的影响依次是: 酶量>水解温度>pH>水解时间。通过正交试验结果分析, 中性蛋白酶酶解鱼粉榨汁蛋白质的最佳酶解条件是: 酶量 400U/g, 55℃, 6h, pH7.5。在最佳水解工艺条件下, 鱼粉榨汁蛋白质水解度平均为 52.3%。

## 3.2 鱼粉榨汁蛋白质水解液的氨基酸组成及相对分子质量的范围

在最佳酶解条件下, 中性蛋白酶水解鱼粉榨汁蛋白质制得水解液, 其总氨基酸含量为 338.5mg/g, 其中必需氨基酸占氨基酸总量的 36.1%, 牛磺酸含量达 99.8mg/g。采用高效液相色谱进行相对分子质量范围的分析显示, 水解液相对分子质量在 5000 以下, 其中相对分子质量为 132~1500 的 2~10 肽水解物占 80% 以上, 说明中性蛋白酶酶解鱼粉榨汁蛋白质获得的水解液确是一种极易被人体吸收利用的短肽产品, 可望成为保健食品、医药等领域的新型高品质原料。同时鱼粉榨汁蛋白质的开发利用, 为解决鱼粉加工行业的废水污染, 消除鱼粉

加工对沿海地区的污染提供新的途径。

## 参考文献:

- [1] 顾林, 汪志君, 姜军. 废水鱼汁的蛋白质酶解条件研究[J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2006, 27(4): 90-92.
- [2] 付晚涛, 孙红, 吴敦虎. 从鱼粉废水中回收鱼粉[J]. 大连铁道学院学报, 2000, 21(2): 93-95.
- [3] SHIH I L, CHEN L G, YU T S, et al. Microbial reclamation of fish processing wastes for the production of fish sauce[J]. Enzyme and Microbial Technology, 2003, 33: 154-162.
- [4] 杜苏英. 食品分析与检验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 111-113.
- [5] ADLER-NISSON J. Limited enzymatic degradation of proteins: A new approach in the industrial application of hydrolases[J]. Chemistry Technology Biotechnology, 1982, 32: 138-156.
- [6] 余杰, 陈美珍. 酶法制备水解鳗鱼头蛋白及其应用的研究[J]. 中国海洋药物, 2000(5): 50-54.
- [7] 赵谋明, 崔春, 林伟锋, 等. 低值鱼深度酶解过程中的生化变化及其原因[J]. 中国调味品, 2005(3): 19-22.
- [8] 朱碧英, 毋瑾超, 胡锡钢. 酶解鳗鱼可溶性肽分子组成结构及营养评价[J]. 中国海洋药物, 2001(4): 32-36.
- [9] 沈同, 王镜岩. 生物化学: 上册[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 76.

investigated, and the result was estimated by color value measured by extinction photometry method. The stability of anthocyanin was also studied in the term of sunlight, acidity, oxidant, reducer, temperature, sugar or metal iron, respectively. The results showed that, the premium absorbed wavelength is 530 nm; the extraction of anthocyanin was more influenced by *Aspergillus niger* than *Trichoderma viride* and *Trichoderma koningi* Oud; the stability of anthocyanin was researched in the term of sunlight, oxidant, high temperature,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  or  $\text{Al}^{3+}$ , whereas it is improved in the acid environment or reducer existing; it is hardly affected of the stability of anthocyanin by sugar,  $\text{Zn}^{2+}$  or  $\text{Ca}^{2+}$ .

**Key words** gomphrena globosa; anthocyanin; microorganism; *Aspergillus niger*; stability

中图分类号: TS264.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)07-0125-06

千日红花絮或全草含大量千日红花色苷。在我国南北方均有广泛的种植, 资源非常丰富。该植物性味甘平, 具有清肝、散结、止咳平喘、低血清、肝脏中的脂肪含量、抗变异及抗肿瘤, 防止体内过氧化作用等功效<sup>[1]</sup>。

花色苷是花青素与糖以糖苷键结合而成的、分布广泛、资源庞大的一类天然食用色素。这类色素不仅不存在安全性问题, 而且与类黄酮物质一样具有降脂、抗衰老等保健作用<sup>[2]</sup>。除此而外, 花色苷还具有抗氧化以及消除自由基<sup>[3]</sup>、抗炎及抗过敏<sup>[4]</sup>、抗癌<sup>[5]</sup>、抗突变<sup>[6]</sup>、护肤<sup>[7]</sup>、护胃<sup>[8]</sup>、养颜<sup>[9]</sup>等生理功能, 因而花色苷被国内外公认为替代合成食用红色素的最理想的天然色素。

花色苷的提取方法主要有: 溶剂萃取法、超滤法和吸附精制法等。这几种方法各有利弊: 溶剂法工艺简单, 产品质量不理想, 花色苷纯度低, 溶解性差; 超滤法产品质量虽好, 但对设备要求高, 成本大, 提取率低; 吸附精制法产品的质量高, 回收率高, 但工艺复杂。为了弥补上述方法的缺憾, 寻求好的提取方法仍是花色苷生产中需要解决的一大问题。

国内外关于千日红花色苷的提取及功效成分的深入研究报告很少。本研究采用微生物法提取千日红花色苷并对其稳定性进行了探讨, 为花色苷的提取提供一种新的方法, 为千日红花色苷的进一步开发利用提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原料

千日红花瓣 市售。

#### 1.1.2 菌种

黑曲霉(*Aspergillus niger*)、绿色木霉(*Trichoderma viride*)和康氏木霉(*Trichoderma koningi* Oud.) 中国工业微生物菌种保藏中心。

#### 1.1.3 试剂

蔗糖、葡萄糖、琼脂粉、硅胶、乳糖、磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、双氧水、硫代硫酸钠、氯化铝、氯化钙、氯化锌、氯化铁、氯化亚铁, 以上试剂均

为分析纯。

### 1.2 仪器设备

101-1-5型电热鼓风干燥箱 天津市泰斯特仪器有限公司; 03000786型电子天平 深圳衡兴通电子仪器有限公司; MJ-160B-II型恒温培养箱 上海跃进医疗器械厂; SWCJ-1B型洁净操作台 上海博迅实业有限公司医疗设备厂; LW型高速粉碎机() 上海跃进医疗器械厂; 78HW-1型恒温磁力搅拌器 江苏金坛市医疗器械厂; A3560型高压灭菌锅 上海三申医疗器械厂; 722分光光度计(E) 上海精密科学仪器有限公司; 冰箱(198L) 青岛新飞冰箱制造厂; PHS-25型精密酸度计 天津市泰斯特仪器有限公司; SGZ-120型离心机 张家港市新华化学制造厂; R-201型旋转蒸发器 上海申胜生物技术有限公司; HH-4型恒温水浴锅 国华电器有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 培养基的配制

平板培养基(PDA培养基): 马铃薯200g, 蔗糖(或葡萄糖)20g, 琼脂15~20g, 水1000ml。

发酵培养基: 马铃薯去皮后, 切块煮沸, 加入蔗糖20g, 补水至1000ml。

#### 1.3.2 纤维素霉菌细胞破壁萃取工艺

##### 1.3.2.1 微生物法提取千日红花色苷的工艺流程

千日红花瓣→干燥→粉碎→加入微生物培养基→灭菌→接种→微生物降解→抽滤→柱层析→减压蒸馏→花色苷溶液

##### 1.3.2.2 微生物提取法

取干燥千日红花瓣粉碎, 并过40目筛; 分别称取2g花粉于三支试管中, 加入PDA培养基, 120℃条件下灭菌20min。然后, 在无菌工作台上接种纤维素酶菌, 在28℃恒温培养箱中培养3d。

培养完成后, 对所得培养液进行抽滤, 滤除残体, 再经低温超速离心机分离, 抛弃沉淀, 取花色苷溶液部分。

#### 1.3.3 色价的计算方法

色价 =  $A \times N$

式中,  $N$  为稀释倍数;  $A$  为吸光度值。

## 2 结果与分析

### 2.1 千日红花色苷可见吸收光谱

按照1.3.2.1的工艺流程提取千日红花色苷。获取一定量的花色苷原液后,以1:4的比例与蒸馏水混合稀释,并在不同波长处测定其吸光度值,按1.3.3计算色价,结果见图1。

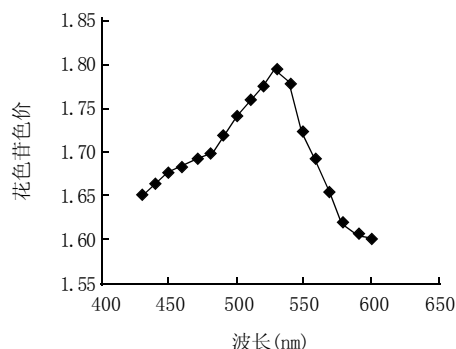


图1 千日红花色苷可见吸收光谱  
Fig.1 Visible absorption spectrum of anthocyanin in *Gomphrena globosa*

从图1中可以看出,在可见光范围内,随着波长的增加,千日红花色苷的色价也随着增加,波长达到530nm时,色价达到最高值,之后色价又随着波长的增加开始下降,因此,530nm为千日红花色苷的最佳吸收波长。

### 2.2 微生物法提取千日红花色苷的影响因素的确定

#### 2.2.1 菌种对提取效果的影响

称取三份2g千日红干粉,按固液比1:10的比例将花粉浸泡于微生物培养液中,将培养基pH值调至5.0,在无菌工作台上分别接种三种纤维素酶菌:黑曲霉、康氏木霉、绿色木霉;然后于28℃恒温培养箱中培养3d。得到千日红花色苷粗品后,以1:4的比例与蒸馏水混合稀释,于530nm处测定其吸光度值,按1.3.3计算色价。

纤维素中存在着较高能量的氢键,因此水解比较困难。能够降解纤维素的微生物很多,尤其集中在霉菌。我们选取了产酶活性较高的几株菌株进行实验,结果如表1所示。

表1 菌种对色价的影响			
Table 1 Effects of microorganism on color value			
菌种	黑曲霉	绿色木霉	康氏木霉
色价	1.634	1.557	1.601

由表1可看出,选取黑曲霉对千日红干粉进行处理时,花色苷的提取效果比绿色木霉和康氏木霉好,因此以下实验选取黑曲霉为实验菌种。

#### 2.2.2 温度对微生物法提取效果的影响

称取2g千日红干粉,按1.3.2.1的工艺流程进行处理,pH值和固液比固定,温度变化的条件下,于恒温培养箱中降解72h。得到千日红花色苷粗品后,以1:4的比例与蒸馏水混合稀释,于530nm处测定其吸光度值,并按1.3.3计算色价。结果见图2。

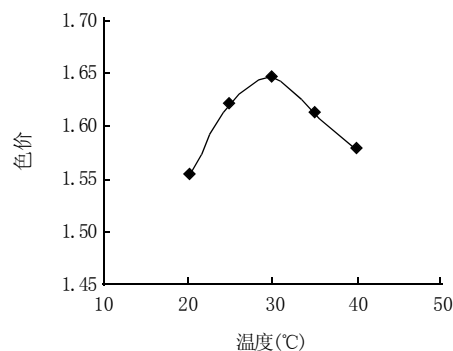


图2 温度对色价的影响  
Fig.2 Effects of temperature on color value

花色苷一般不稳定,只有少数酰化结构的花色苷才是相对稳定的,但仍易受到某些理化因素的影响而发生降解或引起褪色。由图2可以看出,起初色价随着温度升高而升高;但当温度达到30℃时,色价开始下降。这主要是由于花色苷在水溶液中存在四种互变体:有色的盐离子AH<sup>+</sup>、醌基A和无色的假碱B、查尔酮C,它们之间存在三种平衡转换<sup>[10]</sup>,这些转换极易受温度的影响,随着温度的变化而发生色泽和颜色强度的变化。在常温条件下主要是以阳离子存在,显红色,随着温度的升高,平衡向着无色的假碱和查尔酮的方向进行,同时引起有色型化合物的降低。

#### 2.2.3 pH值对微生物法提取效果的影响

称取2g千日红干粉,按1.3.2.2工艺流程进行处理,在固液比和温度固定的条件下,调节pH值,于恒温培养箱中降解72h,得到千日红花色苷粗品后,以1:4的比例与蒸馏水混合稀释,于530nm处测定其吸光度值,并按1.3.3计算色价。结果见图3。

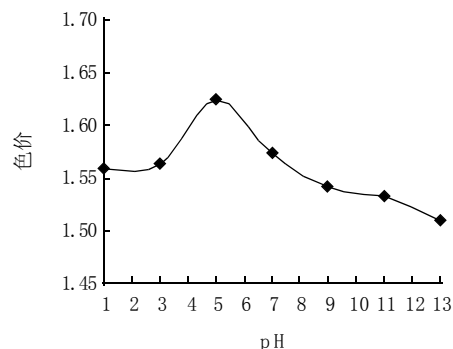


图3 pH值对色价的影响  
Fig.3 Effects of pH value on color value

从图3可以看出,在酸性条件下,花色苷的色价较高,随着pH值的升高,色价逐渐降低。从pH值3到pH值5的降解过程中色价不断上升,从pH值5到pH值9随着pH值的上升色价迅速降低。为进一步确定pH值对于降解效果的影响,在pH值3到pH值5之间继续用黑曲霉对花色苷进行处理。

当pH值为4.0~4.5时,适合黑曲霉的生长,有利于花色苷的提取,见图4。这主要是由于花色苷在不同pH值条件下,也存在着上述4种平衡,随着pH值的增加,花色苷由蓝紫色的醌型碱向着红色的阳离子方向进行,直至成为无色的假碱和查尔酮,当pH值为4.0时,pH值的增加反而引起色价的下降。

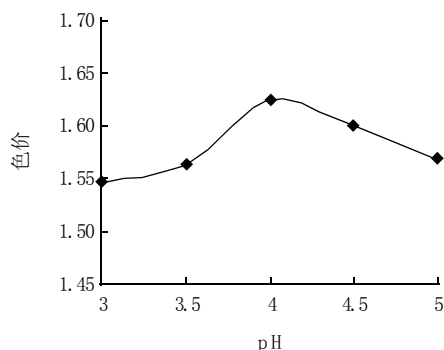


图4 pH值对色价的影响  
Fig.4 Effects of pH value on color value

#### 2.2.4 固液比对微生物法提取效果的影响

取2g千日红干花粉,按2.2.1的方法进行处理,在pH值和温度固定,固液比变化的条件下,于恒温培养箱中降解72h。测定530nm处所得花色苷粗液吸光度值,并计算色价。结果见图5。

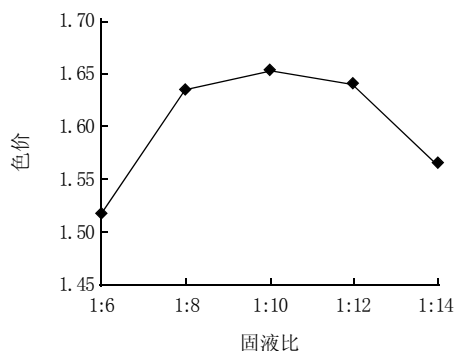


图5 固液比对色价的影响  
Fig.5 Effects of ratio of solid to liquid on color value

由图5可以看出,在固液比为1:10时花色苷色价最高,含水量过高影响花色苷的提取的主要原因有两个影响花色苷的提取的主要原因有两个,一是随着固液比的增加,微生物的密度减小,纤维素酶的浓度也降低,导致酶的活性降低;二是固液比过高影响基质的通气情况,不能提供充足的氧气,微生物的生长受到限制。如果固液比过低,则千日红花粉未完全吸涨,微生物的生长也会受到限制。

#### 2.2.5 微生物处理时间对提取效果的影响

取2g千日红干花粉,按1.3.2.1的方法进行处理,固定pH值、温度和固液比的条件下,于恒温培养箱中分别降解12、24、48、72、96h。测定530nm处测定其吸光度值,并计算色价。结果见图6。

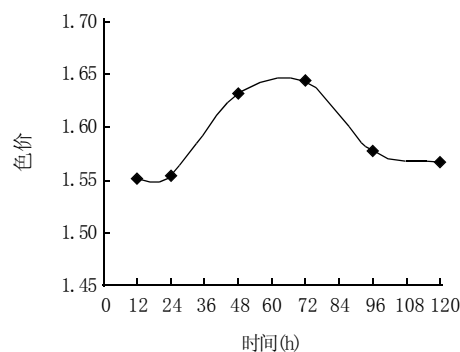


图6 处理时间对色价的影响  
Fig.6 Effects of treatment time on color value

由图6可以看出,随着处理时间的增加,花色苷的色价随之增加。但在72h后,色价开始下降。这主要是由于花色苷易氧化的特性,当花色苷脱离植物体后,暴露时间越长,越易被氧化降解。

#### 2.3 千日红花色苷稳定性的测定

##### 2.3.1 光照对花色苷稳定性的影响

取一定量的色素原液,使之处在普通自然光照之下,并在530nm下每隔一段时间测定色素液的吸光度值,直至12h,并目测颜色变化。

经测定,在自然光照射下,千日红花色苷的颜色随着时间的增加由深变浅。结果见表2。

由表2可知,随着时间的增加,花色苷的颜色由玫瑰红逐渐变为微红。这是由于日光照射色素会发生光化学降解,导致颜色变淡。

##### 2.3.2 酸度对花色苷稳定性的影响

表2 光照对色素的影响  
Table 2 Effects of light on pigment

时间(h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	12
吸光度	0.446	0.439	0.419	0.357	0.342	0.311	0.305	0.271	0.254	0.114
颜色	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	浅红	浅红	浅红	浅红	微红	微红	微红

分别配制 pH 值不等的含 2% 色素原液的水溶液于 50ml 容量瓶中, 并测定 530nm 处的吸光度。并观察颜色变化。结果见表 3。

表 3 pH 对色素的影响  
Table 3 Effects of pH value on pigment

pH	1	3	5	7	9	11	13
吸光度	0.575	0.569	0.567	0.551	0.447	0.432	0.385
颜色	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	浅红	黄色	浅黄	浅紫色

由表 3 可知, 在 pH 为 1~5 时, 颜色为玫瑰红, 在 pH7 附近时, 花色苷颜色变浅。lilac 对于一个给定的 pH 值, 在花色苷的四种结构, 蓝色的醌式(脱水)碱(A)、红色的正离子(AH<sup>+</sup>)、无色的甲醇假碱(B)和查尔酮(C)之间存在着平衡。非酰化和单酰化的花色苷在 pH 值很低时, 呈现最强的玫瑰红色。随着 pH 值的增大, 花色苷褪至无色, 最后在高 pH 值时变成紫色或蓝色。结果得出千日红花色苷在酸性区和中性区中稳定性较好, 而在碱性区稳定性较差。

### 2.3.3 温度对花色苷稳定的影响

吸取 5ml 原液到 50ml 容量瓶, 30~100℃水浴 1h 后冷却, 分别测定 530nm 处不同色素液的吸光度。以冷藏温度 4℃为对照观察颜色变化。结果见表 4。

表 4 温度对色素的影响  
Table 4 Effects of temperature on pigment

温度(℃)	30	40	50	60	70	80	90	100
吸光度	0.565	0.561	0.532	0.471	0.445	0.442	0.412	0.396
颜色	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	浅红	浅红	浅红	微红	微红

由表 4 可知, 千日红花色苷随着温度升高, 颜色逐渐变浅, 说明千日红花色苷热稳定性较差。花色苷无论是在天然体系还是在模拟体系中, 其稳定性都会明显的受到温度的影响。加热会使花色苷的母体结构向着无色的查尔酮式结构移动。

### 2.3.4 氧化剂、还原剂对花色苷稳定性的影响

取一定量的花色苷原液, 分别添加 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 以试剂空白的花色苷液做参比, 放置 6h 后, 目测颜色变化, 并测定前后不同时间间隔内 530nm 处吸光度。结果见表 5。

由表 5 可以看出, 氧化剂的存在对花色苷有一定影

表 5 氧化还原剂对色素的影响  
Table 5 Effects of oxidant and reducer on pigment

试剂	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
吸光度(0h)	0.545	0.545
吸光度(2h)	0.534	0.553
吸光度(4h)	0.525	0.558
吸光度(6h)	0.510	0.601

响, 而在还原剂中稳定性较好。说明千日红花色苷的抗氧化性较弱, 耐还原性较强。

### 2.3.5 糖对花色苷稳定性的影响

配制分别含蔗糖, 葡萄糖和乳糖的 2% 的色素水溶液, 以试剂空白的水溶液作参比, 在室温下放置 24h 后, 并测定加入前后 530nm 处吸光度。结果见表 6。

表 6 糖对色素的影响  
Table 6 Effects of sugar on pigment

糖类	葡萄糖	蔗糖	乳糖
吸光度(0h)	0.543	0.543	0.543
吸光度(24h)	0.548	0.546	0.547

结果表明, 蔗糖、葡萄糖、乳糖三种糖溶液对花色苷稳定性的影响差别不大。蔗糖、葡萄糖、乳糖都可以略微增强千日红花色苷的稳定性。这是由于这些糖与色素分子形成了较稳定的络合物。糖通过降低水的活度而对花色苷的发色团起到了全面保护的作用。

### 2.3.6 金属离子对花色苷稳定性的影响

配制分别含 Zn<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup>、Al<sup>3+</sup>、Fe<sup>3+</sup> 五种不同金属离子和清水空白的含 2% 原液的花色苷水溶液, 并测定吸光度和颜色变化。结果见表 7。

表 7 金属离子对色素的影响  
Table 7 Effects of metal ion on pigment

金属离子	H <sub>2</sub> O	Zn <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
吸光度(0h)	0.546	0.543	0.543	0.545	0.542	0.531
吸光度(2h)	0.545	0.542	0.542	0.537	0.536	0.524
吸光度(4h)	0.545	0.542	0.542	0.534	0.531	0.514
吸光度(6h)	0.542	0.541	0.541	0.530	0.524	0.404
吸光度(8h)	0.541	0.540	0.541	0.530	0.521	0.397
吸光度(24h)	0.541	0.540	0.540	0.524	0.518	0.384
颜色	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	浅红	浅红	黄色

由表 7 可以看出, 千日红花色苷在 Zn<sup>2+</sup> 和 Ca<sup>2+</sup> 的溶液中玫瑰红色没有变化, 在 Fe<sup>3+</sup> 和 Al<sup>3+</sup> 的溶液中为浅红色, 惟有在 Fe<sup>2+</sup> 中为黄色。说明 Fe<sup>2+</sup> 对千日红花色苷的稳定性影响较大, Zn<sup>2+</sup> 和 Ca<sup>2+</sup> 对其稳定性影响均不显著, Fe<sup>3+</sup> 和 Al<sup>3+</sup> 的存在对花色苷有减色作用。不同金属离子对千日红花色苷的影响不同, 主要是因为花色苷与金属离子络合生成络合物的缘故。

## 3 结 论

用微生物法提取千日红花色苷时, 提取效果受到菌种、温度、pH 值、固液比和处理时间的影响。通过吸收光谱实验得出, 在可见光范围内千日红花色苷的最佳吸收波长为 530nm, 采用黑曲霉降解千日红花色苷时, 其色价能达到 1.634, 比康氏木霉、绿色木霉的降

# 混合食用有机酸浸渍平菇技术研究

张 玲, 韩珍琼

(西南科技大学生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621010)

**摘 要:** 分别用不同浓度的混合食用有机酸、食盐加混合食用有机酸、食盐等溶液作为汤汁, 浸渍平菇子实体, 结果表明用 2.0%~2.5% 的混合食用有机酸直接浸渍平菇子实体, 保质期可以超过 510d。

**关键词:** 平菇; 混合食用有机酸; 浸渍; 保质期

Study on Process Processing Technology with Edible Organic Acid Mixture

ZHANG Ling, HAN Zhen-qiong

(College of Life Sciences and Bioengineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621002, China)

**Abstract:** In this research, the combinations of edible organic acid mixture and edible salt with different concentrations are tested to immerse the fruit bodies of oyster mushroom. It showed that the shelf life of the immersed fruit bodies could be more than 510 d by the use of 2.0%~2.5% edible organic acid mixture directly.

**Key words** oyster mushroom; edible organic acid mixture; soakage; shelf life

中图分类号: TS225.54

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)07-0130-04

平菇并非分类学名词, 而是侧耳属(*Pleurotus*)所有食用菌的总称, 是一个俗称或商品名称。它是最普遍的一种食用菌, 其质地滑嫩可口, 有类似牡蛎的香味, 平菇含有多种多糖对肿瘤细胞具有明显的抑制作用, 而且具有免疫特性。因此, 生产已经遍及全国, 2005 年

产量已经超过 300 万吨, 在城市郊区及农村都已成为一种四季供应、人民最喜爱吃的食用菌。目前在全球栽培仅次于双孢蘑菇。

平菇加工、贮藏技术的发展取得了很大成绩。目前平菇主要采用盐渍法加工。盐渍食用菌的原理: 将食

收稿日期: 2007-05-12

作者简介: 张玲(1959-), 女, 副教授, 研究方向为食用及药用真菌的资源开发、栽培、制种与加工。

解效果好。千日红花色苷的色价均随着温度、pH 值、固液比和处理时间的增加而先增后降。

通过对花色苷稳定性的影响因素的实验, 发现千日红花色苷在酸性或中性条件下较稳定。还原剂能够增强花色苷的稳定性, 而氧化剂存在时花色苷稳定性较差。高温使得花色苷自身的平衡受到影响因而稳定性较差。无论是单糖还是双糖对花色苷的稳定性的影响都较小, 略微提高了花色苷的稳定性。而在金属离子对稳定性的影响因种类不同而异,  $Zn^{2+}$  和  $Ca^{2+}$  对花色苷稳定性基本没有影响, 而  $Fe^{2+}$  对稳定性的影响较大, 发生了变色现象,  $Fe^{3+}$  和  $Al^{3+}$  的存在对花色苷有减色作用。

## 参考文献:

[1] 庞志申. 花色苷研究概况[J]. 北京农业科学, 2000, 12(5): 37-42.

[2] 赵超英. 葡萄籽提取原花青素的营养保健功能[J]. 中国食品卫生, 2000, 12(6): 38-41.

[3] 尹晴红, 刘卹洲, 谢一芝. 紫甘薯花色苷的提取条件[J]. 江苏农业学报, 2002, 18(4): 236-240.

[4] 王辉. 木棉花红色素的提取及性质研究[J]. 林产化学与工业, 2001, 21(2): 57-61.

[5] 杨晓萍, 郭大勇. 水溶性茶绿色素的提取及性质研究[J]. 林产化学与工业, 2003, 23(3): 69-72.

[6] 梅丽, 姜汝焘. 食品色香味化学[M]. 北京: 轻工业出版社, 2003: 120-126.

[7] 范明远, 叶青. 体内自由基清除剂及抗氧化剂-原花青素的研究进展[J]. 中国预防医学杂志, 2001, 12(4): 303-305.

[8] CRISTON R. Recent development in the function of anthocyanins in food products[J]. Food Chem, 2002, 25(3): 300-310.

[9] JOSEPH R. The effect of certain anthocyanins in the fresh fruit on the rats[J]. Food Techn, 2001, 24(2): 454-473.

[10] 陈键初, 苏平. 杨梅花色苷及色泽稳定性研究[J]. 浙江农业大学学报, 2003, 11(1): 45-49.