

## 天然南瓜黄色素的性能研究

## Studies of the Edible Property of Natural Pumpkin Pigment

刘 峰 王素梅 李 剑 周 斌 韦克桥

Liu Zheng Wang Sumei Li Jian Zhou Bin Wei Keqiao

(桂林工学院材料与化学工程系 桂林市建干路 541004)

(Department of Material and Chemical Engineering, Guilin

Institute of Technology, JIanganlu, Guilin, Guangxi, 541004, China)

**摘要** 以吸光度值为指标, 研究南瓜黄色素 ( $\beta$ -胡萝卜素) 对酸、光、热和对金属离子、氧化剂的稳定性及其水溶性。结果表明, 酸碱度、温度对南瓜黄色素的影响不大, 各种食品中常见的金属离子对南瓜黄色素有一定的增色作用, 加入适当的添加剂和分散剂, 能很好地改善色素对光的稳定性和水溶性。

**关键词** 南瓜黄色素 稳定性 水溶性

中图法分类号 TS264.4

**Abstract** This paper studies the edible property of natural pumpkin pigment. Our aim is finding a proper stabilizing agent and disperse agent, improving pigment stability to light and water solubility. By surveying absorbance of solution, this paper studies the stability of pumpkin pigment to the light, heat, temperature, acid, alkali, metallic ions and oxidant, and its water solubility. It shows that temperature and acidity have only limited effects on pigment. The common metallic ions can increase the colour of pigment. The stability of pigment to light and water could be improved by adding stability agents and disperse agents.

**Key words** pumpkin pigment, stability, water solubility

色素的使用历史悠久, 最初的食物着色人们多采用天然色素, 随着现代合成工业的发展, 以煤焦油系为主的合成色素陆续出现, 因为它比天然色素着色力强, 而且价格低, 应用日益广泛。但近年来的研究发现, 大部分合成色素有慢性毒性或致癌性等问题<sup>[1]</sup>, 发达国家已经禁止在食品中使用人工合成色素, 故在国际上天然色素取代合成色素成为必然。南瓜黄色素 ( $\beta$ -胡萝卜素) 属于天然色素, 且色调自然, 又具营养, 应用广泛。南瓜黄色素属多烯类胡萝卜素, 容易受光照的影响而褪色, 从而影响其产品外观, 而且南瓜色素为脂溶性, 不易在食品和医药方面使用<sup>[1~5]</sup>, 为此, 本文寻找一种适当的稳定剂使色素对光稳定, 并探讨一种使南瓜黄色素溶于水的方法。

## 1 实验部分

### 1.1 材料、试剂和仪器

市售新鲜南瓜 (购自桂林市场); 乙醇、石油醚、丙酮为化学纯;  $\text{FeCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$

为分析纯。

722型分光光度计 (上海分析仪器厂); 电热恒温水浴锅 HH-511-Ni (北京长安科学仪器厂); 电热恒温培养箱 HG303-3A (南京实验仪器厂); QZF-型电热真空干燥箱 (上海波福码实验设备有限公司)

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 色素提取<sup>[6]</sup>

本研究用酮醚混合液 (1:1) 作为浸提剂进行提取, 工艺流程如下: 新鲜南瓜 → 洗净、去皮 → 擦丝 → 组织捣碎 → 浸泡 48 h → 过滤 → 浓缩 → 加入少量乙醇 → 浓缩 → 干燥浸膏。

果肉与浸提液的比例为 1:2 (W/V), 浸泡期间经常搅拌, 滤渣重复提取 2 次, 合并滤液, 先 60°C 后 80°C 的水浴蒸馏, 回收浸提剂。浓缩液再用少量乙醇溶解, 蒸馏回收乙醇。80°C 左右烘箱中干燥得棕红色的南瓜色素浸膏。

#### 1.2.2 色素理化性质分析

调节不同的 pH 值测定南瓜色素浸膏的稳定性, 改变温度测其稳定性, 加入常见金属离子测其稳定性, 在不同浓度  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液中测其抗氧化性, 在光照条件下测其稳定性。

### 1.2.3 水性南瓜色素的研制

为不断扩大南瓜黄色素的应用范围,我们利用乳化剂将南瓜黄色素制成水性南瓜色素。利用糖和低聚糖类重量比为(1:1),加水将这些糖组成物调成40%的重量比,慢慢加热至140℃并保持5min,进行溶解浓缩,直到将糖调成75%左右的重量为止,在20~30℃下冷却得分散剂,将南瓜黄色素及乳化剂混于乙醇制成乳化液,然后将前冷却的分散剂慢慢地加入到此乳化液中并充分搅拌,使含有色素的乳化液与分散剂充分混合,并被搅匀为止。进行真空干燥,制得水性南瓜黄色素<sup>[2]</sup>。

为了获得较好的乳化效果,设乳化剂的用量为2:1:1和1:2进行实验。

## 2 结果与分析

### 2.1 酸碱度、温度、光照、氧化剂对色素的影响

用1 mol/L HCl和1 mol/L NaOH调南瓜黄色素的石油醚丙酮溶液于不同的pH值,改变南瓜色素酒精溶液的温度,将南瓜色素酒精溶液置于不同浓度H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>溶液中或置于光照条件下,以色素溶液的吸光度值(440 nm)为考察指标,测定酸碱度、温度、光照、氧化剂对色素稳定性的影响。结果见表1、表2、表3和表4。

从表1、表2、表3和表4可知,随着pH值、温度的改变色素溶液的吸光度变化不大,说明酸碱度、温度变化对南瓜色素影响较小。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、光照对色素有减色作用,对色素的影响很大,因此,南瓜色素不应与氧化剂并用,且避免光照。

表1 酸碱度对南瓜色素稳定性的影响

Table 1 Effect of acid and alkali to the stability of pumpkin pigment

| pH值 | pH Value | 吸光度   | Absorbance |
|-----|----------|-------|------------|
| 3   |          | 0.102 |            |
| 6.5 |          | 0.100 |            |
| 7   |          | 0.100 |            |
| 9   |          | 0.107 |            |
| 13  |          | 0.103 |            |

表2 温度对南瓜色素稳定性的影响

Table 2 Effect of temperature to the stability of pumpkin pigment

| 温度 | Temperature (°C) | 吸光度   | Absorbance |
|----|------------------|-------|------------|
| 室温 | Room temperature | 0.287 |            |
| 50 |                  | 0.308 |            |
| 70 |                  | 0.305 |            |
| 80 |                  | 0.303 |            |
| 90 |                  | 0.307 |            |

表3 氧化剂对色素稳定性的影响

Table 3 Effect of oxidant to the stability of pumpkin pigment

| 样品                                      | 处理前        |                       | 2 d后       |                       |
|---|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
|   | 吸光度        | 保色率                   | 吸光度        | 保色率                   |
| Sample                                  | Absorbance | Rate of reserving (%) | Absorbance | Rate of reserving (%) |
| 空白                                      | 0.382      | -                     | -          | -                     |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (1:1000)  | 0.373      | 97.6                  | 0.032      | 8.38                  |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (1:10000) | 0.342      | 89.5                  | 0.055      | 14.4                  |

表4 光照对南瓜色素稳定性的影响

Table 4 Effect of light and heat to the stability of pumpkin pigment

| 处理                            | 吸光度        | 现象             |
|-------------------------------|------------|----------------|
| Treatment                     | Absorbance | Phenomenon     |
| 未曝晒                           | 0.129      | 淡黄             |
| No strong sun                 |            | Light yellow   |
| 曝晒2 d                         | 0.086      | 很淡             |
| Having strong sun in two days |            | Lighter yellow |

### 2.2 常见金属离子对色素稳定性的影响<sup>[4]</sup>

在440 nm波长下测定常见金属离子: Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>的吸光值(表5),得知各种金属离子对色素均有增色作用,Na<sup>+</sup>和Ca<sup>2+</sup>的影响较小,Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>的影响较大。因此,食品当中含有这些金属离子时,对南瓜色素有一定的增色作用,在一定程度上弥补了由于各种因素而造成色素褪色的缺陷。

### 2.3 各种食品添加剂对南瓜色素的影响

在南瓜色素中加入各种添加剂,在阳光下曝晒放置2 d后,测定其吸光度,结果见表6。

从表6可见,在加入β-环糊精后对南瓜色素具有比较好的保色作用。环糊精是由D-吡喃葡萄糖单元通过α-1,4糖苷键连接而成的大环化物,具有圆筒状的分子结构。分子从整体来看,它是亲水的,可溶于水,而在其内部,由碳-和碳-的氢形成疏水区。因此,这种特殊的分子结构使环糊精具有与许多客体化合物形成包合物的能力,在很多情况下,被包合的物质对热、光、氧化剂更加稳定。

### 2.4 水性南瓜黄色素制备研究

由表7可见,乳化剂用量选择在1:1时,制备水性南瓜黄色素的乳化效果较好。

近年来发展了一些使类胡萝卜可分散于水溶液中的新技术,实用的一种是将类胡萝卜吸附在明胶或可溶性的碳水化合物载体上,如β-环糊精,经真空

干燥制成微胶相分散体,即可溶于水,形成光学透明的液体<sup>[3]</sup>。本文把 $\beta$ 环糊精溶于水中,然后加入色素进行试验,以确定其最佳用量,结果见表8

由表8可见, $\beta$ 环糊精的用量应选择在1:1时效果较佳

表5 不同金属离子对色素稳定性的影响

Table 5 Effect of different metallic ions to the stability of pumpkin pigment

| 金属离子<br>Metalic ions | 金属离子浓度<br>Concent ration of metallic ions<br>( $\times 10^{-6}$ ) | 吸光度<br>Absorbance | 吸光度变 <sup>1)</sup> 化率<br>Changeable rate of absorbance<br>(%) | 保色率 <sup>2)</sup><br>Rate of reserving<br>(%) |
|----------------------|---|-------------------|---|---|
| Na <sup>+</sup>      | 0   | 0.235             |   |   |
|                      | 20  | 0.242             | 2.9   | 102.98  |
|                      | 50  | 0.265             | 12.7  | 112.77  |
|                      | 100   | 0.287             | 22.1  | 122.13  |
| Ca <sup>2+</sup>     | 0   | 0.276             |   |   |
|                      | 20  | 0.287             | 3.9   | 103.99  |
|                      | 50  | 0.288             | 4.3   | 104.35  |
|                      | 100   | 0.297             | 7.6   | 107.61  |
| Zn <sup>2+</sup>     | 0   | 0.281             |   |   |
|                      | 20  | 0.298             | 6.0   | 106.05  |
|                      | 50  | 0.313             | 11.3  | 111.34  |
|                      | 100   | 0.344             | 22.4  | 122.42  |
| Fe <sup>3+</sup>     | 0   | 0.281             |   |   |
|                      | 20  | 0.292             | 3.9   | 103.91  |
|                      | 50  | 0.303             | 7.8   | 107.83  |
|                      | 100   | 0.344             | 22.4  | 122.42  |
| Al <sup>3+</sup>     | 0   | 0.272             |   |   |
|                      | 20  | 0.280             | 2.9   | 102.94  |
|                      | 50  | 0.322             | 18.3  | 118.38  |
|                      | 100   | 0.348             | 27.9  | 127.94  |

注: 1) 吸光度变化率 (%) =  $(A_0 - A) / A_0$ ; 2) 保色率 (%) =  $A / A_0$

Note Changeable rate of absorbance (%) =  $(A_0 - A) / A_0$ ; Rate of reserving (%) =  $A / A_0$

表6 各种添加剂对南瓜色素的影响

Table 6 Effect of different additive to the stability of pumpkin pigment

| 添加剂<br>Additive                  | 加入添加剂后吸光度<br>Absorbance after putting additive | 曝晒2d后吸光度<br>Absorbance in having strong sun after two days | 保色率<br>Rate of reserving<br>(%) |
|----------------------------------|--|--|---------------------------------|
| 没食子酸<br>Gallic acid              | 反应变性发黑<br>Producing black                      |  |                                 |
| 吐温 80<br>Tween 80                | 0.182  | 0.054  | 29.67                           |
| 抗坏血酸<br>Vitaming C               | 0.142  | 0.094  | 66.20                           |
| 十二烷基硫酸钠<br>Lauryl sodium sulfate | 0.106  | 0.080  | 66.95                           |
| $\beta$ -CYD                     | 0.118  | 0.079  | 75.47                           |

表7 乳化剂最佳用量的确定

Table 7 Determination of best dosage of emulgent

| 乳化剂用量<br>Dosage of emulgent | 结果<br>Result  |
|-----------------------------|---|
| 2:1                         | 溶液浑浊, 乳化效果欠佳<br>No clear solution, worst result of emulgent |
| 1:1                         | 色泽澄清, 乳化效果好<br>Clear solution, better result of emulgent    |
| 1:2                         | 溶液浑浊, 乳化效果不好<br>No clear solution, worst result of emulgent |

表8  $\beta$ -环糊精最佳用量的确定

Table 8 Determination of best dosage of  $\beta$ -cyclodextrin

| $\beta$ 环糊精与色素用量比<br>Rate of $\beta$ -cyclodextrin and pigment | 结果<br>Result  |
|--|---|
| 5:1  | 色素溶解, 溶液浑浊, 无黄色油状物浮于液面<br>Dissolving pigment, no clear solution, having yellow and oily matter on solution.     |
| 1:1  | 色素溶解, 无黄色油状物, 色泽均一, 显色效果良好<br>Dissolving pigment, no having yellow and oily matter, good luster, better result. |

### 3 结束语

从实验中可以看出,酸碱度、温度对南瓜色素的影响不大,在各种食品中常见的金属离子存在条件下有一定的增色效果,因此,可以广泛应用

南瓜色素在强光照射下极易褪色,在加入合适的添加剂后,保色率大大提高,例如 $\beta$ 环糊精就是一个较好的稳定剂,因此,建议在加入添加剂后再使用南瓜色素

南瓜色素是脂溶性,这就限制了其应用范围,但在加入 $\beta$ 环糊精等分散剂后,可以使其能溶于水,而且 $\beta$ 环糊精同时具有保色效果

### 参考文献

- 武维振,王兰,刘红丽.天然食用色素南瓜黄的制备和性质研究.郑州粮食学院学报,1996,17(2): 25~28.
- 焦学瞬.表面活性剂实用新技术.北京:中国轻工业出版社,1993.9.
- 天津轻工业学院,无锡轻工业学院合编.食品生物化学.北京:轻工业出版社,1981.8.
- 陈平,闫萍,吴春,等.葡萄皮色素的稳定性研究.食品工业科技,1996,(5): 11~14.
- 李浩明,高蓝,刘玉申.葡萄红色素的提取与性质研究.精细化工,1995,12: 30~32.
- 张建华,胡飞,陈火英.南瓜色素的提取及稳定性研究.上海农学院学报,2000,18(2): 143~144.

(责任编辑: 邓大玉)