

文章编号 :1003-8701(2008)06-0094-03

# 黑豆色素的稳定性研究

苏玉春,陈光\*,汪树生,马骁

(吉林农业大学生命科学学院,长春 130118)

**摘要:**对黑豆色素在 pH 值、温度、光照、氧化剂、还原剂、金属离子等不同因素影响下的稳定性进行了研究。结果表明:黑豆色素在酸性条件、避光条件下稳定性好;色素耐热能力较强;K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 对色素影响效果不明显,Fe<sup>3+</sup>、Cu<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup> 对黑豆色素稳定性影响较大,色素的抗氧化、抗还原能力较差。

**关键词:**黑豆;色素;稳定性

中图分类号:Q946.83

文献标识码:A

## Studies on Stability of Black-soybean Pigment

SU Yu-chun, CHEN Guang\*, WANG Shusheng, MA Xiao

(College of Life Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** Stabilities of black-soybean pigment on pH, temperature, sunlight, oxidant, reductant, amino acid and metal - ion were studied. The results indicated that black-soybean pigment was stable at acidic and shelter circumstance, heat-resistant. K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup> had not significant effect on stability of pigment, while Fe<sup>3+</sup>、Cu<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup> had obviously effect on its stability. The pigment got poor stability to oxidant and reductant.

**Key words:** Black-soybean, pigment, stability

黑豆皮红色素是从豆科植物黑大豆种皮中提取的一种天然水溶性食用色素,其主要成分为花色苷,属于亲水性强的多酚类色素<sup>[1]</sup>。花色苷是自然界中最大的一类水溶性天然色素,其稳定性受 pH 值、溶剂、温度、花色苷浓度、结构和光、酶及其它辅助因素的影响<sup>[2]</sup>。该色素从天然植物黑豆皮中直接浸提,生产工艺简单合理,提取过程未采用任何致使色素产生有害变化的手段和药剂<sup>[3]</sup>。当前,从动植物、微生物中开发无毒副作用的天然食品色素备受人们关注<sup>[4]</sup>,可将其广泛用于药品、化妆品、食品的着色和配料,是一种具有广阔前景及应用价值的天然色素。本文对黑豆色素在不同因素影响下的稳定性进行了分析,为黑豆色素的生产与应用奠定了一定的理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

精制黑豆色素(吉林农业大学生物工程实验室提供)。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 pH 值对黑豆色素稳定性的影响

采用柠檬酸、磷酸二氢钠、盐酸溶液、氯化钠溶液配制缓冲液作为色素 pH 值稳定性实验的缓冲液。用(pH1-11)缓冲液配制不同 pH 值的色素试液,同时设立对照,室温放置 30 min,进行光谱扫描,测其吸光曲线的变化。

#### 1.2.2 温度对色素稳定性的影响

取精制后的色素稀释液分别于不同温度的恒温水浴加热,每隔 30 min 取样,冷却至室温后,测定其吸光度 A,计算色素残存率 R。

$$R=(A/A_0) \times 100\% \quad A_0: \text{初始吸光度。}$$

#### 1.2.3 光照对色素稳定性的影响

取精制后的色素稀释液(pH=3),分别放置在

收稿日期:2008-09-05

基金项目:吉林省教育厅“有机黑豆色素的提取及应用研究”吉教 2006[第 44 号]

作者简介:苏玉春(1977-),女,博士,主要从事酶工程研究。

通讯作者:陈光女,教授,博士生导师 E-mail: chg61@163.com

日光、室内自然光、避光和紫外光室温(20℃左右)下进行照射,每隔 4 d 取样,测其吸光度 A,计算色素残存率 R,并作 R-t 曲线,分析光稳定性。

#### 1.2.4 金属离子对黑豆色素稳定性的影响

用三氯化铁、氯化亚铁、氯化铜、硫酸钾、氯化钙、氯化镁、氯化锌、氯化铝分别配制不同浓度的金属离子的色素供试液(pH=3),室温下放置,定时取样,观测各色素液的吸光度变化,分析金属离子对色素稳定性的影响。

#### 1.2.5 黑豆色素的抗氧化还原性

以  $H_2O_2$  作氧化剂,配制不同浓度的等量  $H_2O_2$  色素水溶液,室温避光放置 5 d,每隔 1 d 取样,测其吸光度值;以  $Na_2SO_3$  作还原剂,配制不同浓度的等量  $Na_2SO_3$  色素水溶液,室温避光放置 5 d,每隔 1 d 取样,测其吸光度值。

## 2 结果与分析

### 2.1 pH 值对色素稳定性的影响

表 1 黑豆色素溶液在不同 pH 值下的变化

pH	1	2	3	5	7	9	11
$\lambda$ max(nm)	510	510	510	无	540	570	570
颜色	红色	红色	红色	紫红色	褐色	浅黄色	浅黄色

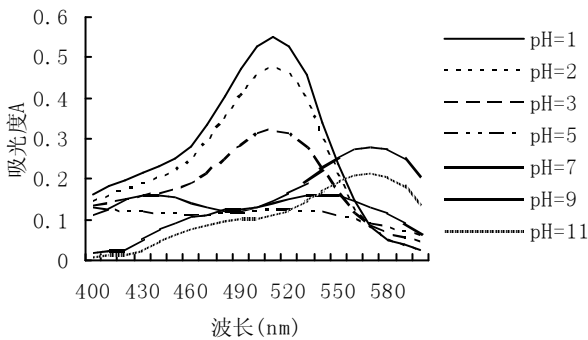


图 1 黑豆色素溶液在不同 pH 值下的吸收光谱

由表 1 和图 1 可以看出,在低 pH 值范围内,该色素在可见光区最大吸收波长为 510 nm,随着 pH 值的增大,最大吸收峰右移,可见光区内最大吸收峰消失,之后随着 pH 值在碱性范围内继续增大,在可见光区的最大吸收峰又会出现。在 pH 值为 9 和 11 时,最大吸收峰出现在 570 nm 附近。目测溶液的颜色,酸性越强,色素溶液的颜色越红,当 pH 值低于 5 时溶液为红色,pH 值为 6-7 时呈现褐色,当 pH 值达到 10 左右时溶液又会呈现出浅黄色,并随时间延长,溶液颜色逐渐消失,呈不稳定状态。上述结果表明,黑豆色素适宜在酸性环境较稳定使用。

### 2.2 温度对黑豆色素稳定性的影响

色素液在 20℃、40℃和 60℃ 3 种温度条件下,随温度升高,三者色素残存率降幅递增,但总体上较为缓和,色素溶液在 20℃和 40℃下加热 6 h 后,色素损失较小,残留率分别为 97.1%和 92.6%,60℃下加热 6 h 后,残存率仍保持在 85%以上;而在 80℃和 100℃处理下的色素液,其色素残存率呈明显的下降趋势。

### 2.3 光照对黑豆色素稳定性的影响

色素液于 3 种不同条件下放置 24 d,期间色

素的残存率均有所下降,随存放时间的延长,色素溶液在避光条件下降幅较缓,放置 24 d 后色素残存率仍在 90%以上;从颜色上看,在室内自然光照射条件下,色素液颜色在 24 d 内由红色变成浅红色,残存率仅为 27.8%;而在日光直射条件下,色素的残存率要更低。因此黑豆色素在避光条件下存放性质、结构相对稳定,颜色变化不明显,因此黑豆色素在进行加工与保存过程中应避光保存,避免阳光直射。

### 2.4 金属离子对黑豆色素稳定性的影响

表 2 金属离子对黑豆色素稳定性的影响

金属离子	金属离子浓度 (mg/L)	吸光度 A			
		初始值	1d	2d	3d
对照	0	0.520	0.492	0.472	0.458
$Fe^{2+}$	50	0.513	0.460	0.435	0.348
	100	0.518	0.412	0.371	0.248
$Fe^{3+}$	50	0.529	0.506	0.505	0.464
	100	0.535	0.513	0.512	0.479
$Cu^{2+}$	50	0.522	0.499	0.500	0.484
	100	0.524	0.502	0.502	0.488
$Ca^{2+}$	50	0.518	0.501	0.502	0.501
	100	0.521	0.506	0.512	0.503
$K^+$	50	0.507	0.492	0.496	0.489
	100	0.507	0.493	0.495	0.495
$Zn^{2+}$	50	0.508	0.489	0.492	0.482
	100	0.512	0.495	0.497	0.491
$Mg^{2+}$	50	0.510	0.488	0.487	0.476
	100	0.515	0.490	0.496	0.481
$Al^{3+}$	50	0.535	0.512	0.515	0.492
	100	0.555	0.552	0.564	0.545

本试验选择 8 种较为常用的金属离子,研究其对黑豆色素的不同影响,结果见表 2。由表 2 可以看出, $K^+$ 、 $Mg^{2+}$  对色素影响效果不明显,放置 3 天后色素残留率均在 88%左右; $Fe^{3+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Zn^{2+}$  对黑豆色素稳定性影响较大,导致色素液色泽的改变,并产生少量沉淀; $Fe^{2+}$  的加入使色素稳定性大大降低,其影响程度随  $Fe^{2+}$  离子浓度的增大而增加,当  $Fe^{2+}$  浓度增加到 400 mg/L 时,放置 3 d 后

色素残留率仅为 31% ;而  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  的加入可提高色素溶液的吸光度值 ,具有增色作用 ,且离子浓度越大 ,增色效果越明显 ,其中  $\text{Al}^{3+}$  离子的增色效果最佳 ,当浓度低于 200 mg/L 时 ,增色作用呈递增趋势 ,且放置 3 d 后色素残留率仍为 97%。综上所述 ,不同金属离子和不同离子浓度对色素可产生不同性质和强度的影响。

## 2.5 黑豆色素的抗氧化还原性

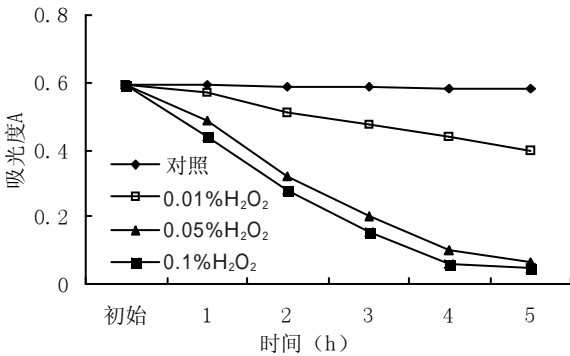


图 2 过氧化氢对黑豆色素稳定性的影响

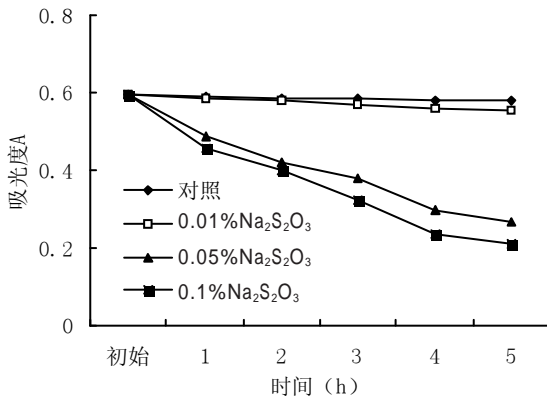


图 3 亚硫酸钠对黑豆色素稳定性的影响

由图 2 可以看出 ,较低浓度的过氧化氢的加入 ,即可导致色素液的吸光度值大幅度的降低 ,当

色素液中过氧化氢浓度达到 0.05% 时 ,色素残率迅速降低至 10% 左右 ,溶液也由红色转为无色。可见 ,色素的抗氧化性极差 ,在色素的保存及使用时应注意防止氧化 ,避免与氧气接触。

由图 3 可以看出 ,极低浓度的亚硫酸钠对色素稳定性的影响程度并不明显 ,当亚硫酸钠浓度达到 0.05% 以上时 ,则引起色素稳定性的大幅降低 ,溶液由红色变为无色。可见 ,色素的抗还原性较差 ,应避免与还原剂共同使用。

## 3 小结

黑豆色素的稳定性研究表明 ,黑豆色素在酸性条件、避光条件下稳定性好 ,呈现鲜艳的深玫瑰红色 ;色素耐热能力较强 ,但应尽量避免高于 80℃ 条件的长时间加热 ;在金属离子对色素稳定性的影响试验中表明 , $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  对色素影响不明显 , $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  对黑豆色素稳定性影响较大 ,导致色素液色泽的改变 ,并产生少量沉淀 ;而  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  的加入可提高色素溶液的吸光度值 ,具有增色作用 ,且离子浓度越大 ,增色效果越明显 ;黑豆色素的抗氧化、抗还原能力较差 ,建议在保存及使用过程中避免直接与氧化还原剂接触。

### 参考文献 :

- [1] 刘程,周汝忠.食品添加剂生产技术与应用配方[M].北京工业大学出版社,1993:172-173.
- [2] Mazza G, Brouillard R. The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions [J]. Phytochemistry, 1990 (29): 1097-1102.
- [3] 梅建生,李理,胡建涛,等.黑豆皮色素提取方法的研究[J].西北大学学报(自然科学版),2004,34(3):320-324.
- [4] 武文洁,姚培正,王万森,等.黑芝麻色素提取与性质研究[J].广州食品工业科技,2002(1):32-33.
- [5] 何玲,唐爱均,洪锋.红提葡萄红色素稳定性的研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003(3):23-25.

(上接第 75 页)选育时 ,必须注重对枝条直径、株高、分枝数、茎叶比的选择。否则很难选育具有高产性状的苜蓿新品种。

本研究是在单株穴播条件下进行的。若需了解在条播、撒播条件下株高、分枝数、枝条直径、茎叶比与单株鲜草产量之间的灰色关联度 (相关关系)尚需进一步研究。

### 参考文献 :

- [1] 甘肃农业大学.牧草及饲料作物育种学[M].北京:中国农业出版社,1985.
- [2] 宫春云.植物育种理论与方法[M].上海:上海科学技术出版社,2003.
- [3] 盖均镞.试验统计方法[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [4] 翟虎渠.应用数量遗传[M].北京:中国农业出版社,2001.
- [5] 邓聚龙.灰色控制系统[M].武汉:华中理工大学出版社,1986.
- [6] 邓聚龙.灰色系统基本方法[M].武汉:华中理工大学出版社,1986.