

# 玉米紫色植株色素体外抗氧化活性实验研究

周波, 王晓红, 陈丽丽, 郭连营, 张卓, 徐超

(沈阳医学院预防医学系, 辽宁 沈阳 110034)

**摘要:** 本文用体外活性氧模型对玉米紫色植株色素还原能力、清除自由基、抗脂质过氧化能力进行研究。结果表明, 玉米紫色植株色素在模型中表现一定的还原能力和清除羟自由基的能力, 具有抗 Fe<sup>2+</sup> 引发的卵磷脂脂质体过氧化能力, 而且比抗坏血酸能力强。

**关键词:** 玉米; 色素; 抗氧化

中图分类号: TS202.3; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)04-0023-03

## Antioxidant Activities of Pigment from Maize Purple plant in Vitro

ZHOU Bo, WANG Xiao-hong, CHEN Li-li, GUO Lian-ying, ZHANG Zhuo, XU Chao

(Preventive Medicine Department, Shenyang Medical College, Shenyang 110034, China)

**Abstract:** In this paper, reducing ability, free radical scavenging activity and antioxidant capacity of pigment from maize purple plant were investigated. The results showed that maize purple plant pigment had antioxidant ability and free radical scavenging activity. Besides, it had higher ability to resist the autoxidation of lecithin liposome system induced by Fe<sup>2+</sup> than that of ascorbic acids.

**Key words:** maize; pigment; antioxidant activities

国内外大量研究表明花色苷类色素具有抗氧化、抗衰老、增强免疫和预防肿瘤等保健功能<sup>[1]</sup>。玉米紫色植株是新培育的玉米品种, 其玉米粒是黄色, 植株均为紫色。玉米紫色植株色素是从玉米紫色植株中提取的天然植物红色素, 属花色苷类色素。本文选取了几种常用的检验抗氧化活性的体系对玉米紫色植株色素的抗氧化活性进行了研究, 为开发以玉米紫色植株色素为原料的保健食品, 提高玉米紫色植株色素的利用价值提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与主要仪器

玉米紫色植株色素的制备: 在 50~60 °C 下用 60%~70% 的乙醇酸性溶液浸泡紫色玉米秆和苞叶, 4h 后分离、浓缩、精制、喷雾干燥制成粉状物。

试剂: FeSO<sub>4</sub>、NaCl、NaH<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>HPO<sub>3</sub>、K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]、硫代巴比妥酸(TBA)、三氯乙酸(TCA)、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、抗坏血酸、卵磷脂等, 均为分析纯。

仪器: 722 分光光度计, 上海第三分析仪器厂。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 还原力的测定<sup>[2]</sup>

收稿日期: 2006-09-24

基金项目: 辽宁省教育厅 (2023101071); 沈阳市科委社会发展基金 (1032043-1-0107)

作者简介: 周波 (1963-), 女, 教授, 从事营养与食品卫生学研究

分别取 2.5 ml 不同浓度的色素水溶液样品于试管中, 依次加入 2.5 ml, 0.2mol/L 磷酸盐缓冲液 (PBS, pH=6.6) 和 2.5 ml 1% K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], 于 50 °C 水浴保温 20 min 后, 快速冷却, 再加入 2.5 ml 10% TCA, 以 4000 r/min 的转速离心 10 min, 取上清液 2.5 ml, 依次加入 2.5 ml 重蒸水, 0.5 ml 0.1% FeCl<sub>3</sub>, 充分混匀, 静止 10 min, 在 700 nm 处测定吸光度值, 以重蒸水作阴性对照。抗坏血酸为阳性对照。

#### 1.2.2 羟自由基清除能力测定<sup>[3]</sup>

分别取 1 ml 7.5 mmol/L 邻二氮菲溶液于试管中, 依次加入 2 ml 0.2 mol/L 磷酸盐缓冲液 (PBS, pH7.4) 和 1 ml 重蒸水, 充分混匀, 加入 1 ml 7.5 mmol/L FeSO<sub>4</sub>, 混匀, 加入 1 ml 0.1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; 于 37 °C 水浴 60 min 后, 在 536 nm 处测吸光度值, 所测的数据为损伤管的吸光度值 A<sub>损</sub>。未损伤管以 1 ml 重蒸水代替损伤管中 1 ml 0.1% 的双氧水, 操作同损伤管, 可测得未损伤管的吸光度值 A<sub>未</sub>。样品管以 1 ml 样品代替损伤管的 1 ml 重蒸水, 操作同损伤管, 可测得样品管的吸光度值 A<sub>样</sub>。抗坏血酸为阳性对照。羟自由基清除率 (%)=[A<sub>样</sub>-A<sub>损</sub>]/[A<sub>未</sub>-A<sub>损</sub>]×100。

#### 1.2.3 对脂质体抗氧化活性的测定<sup>[4]</sup>

##### 1.2.3.1 试剂配制

脂质体 PBS 分散系 (LLS): 将 300 mg 卵磷脂溶于 30 ml 10 mmol/L pH 7.4 PBS 的溶液中, 冰浴振荡。

TCA-TBA-HCl 混合液: 15 g TCA, 0.37 g TBA,

2.1 ml 浓盐酸依次放入 100 ml 水中。

### 1.2.3.2 测定步骤

分别于样品管依次加入 1 ml 卵磷脂溶液 (LLS), 1 ml 0.4 mmol/L FeSO<sub>4</sub>, 1 ml 0.4 mmol/L 抗坏血酸和 1 ml 样品, 混匀, 避光 37 °C 水浴 60 min 后加入 2 ml TCA-TBA-HCl 混合液。90~100 °C 水浴 15 min, 迅速冷却, 以 2000 r/min 旋转离心 10 min, 取上清液 535 nm 测吸光度值 As。空白管以 1 ml 重蒸水代替 1 ml 样品, 操作同样品管, 可测的空白管的吸光度 Ac, 参比管中 1 ml 卵磷脂溶液以重蒸水代替。抗坏血酸为阳性对照。抑制率 (%) = (Ac-As) / Ac × 100。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米紫色植株色素还原力

由图 1、图 2 可知, 在本实验所测定浓度范围内, 玉米紫色植株色素样品的还原力随其浓度的增大而增大, 但明显低于抗坏血酸的还原力。玉米紫色植株色素溶液浓度 0.5 mg/ml 时吸光度为 0.472, 抗坏血酸溶液浓度为 0.05 mg/ml 时吸光度为 0.875, 可见抗坏血酸的还原力是玉米紫色植株色素还原力的 10 倍多。

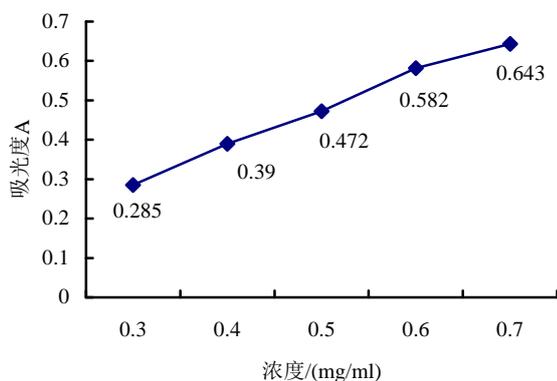


图 1 玉米紫色植株色素的还原能力

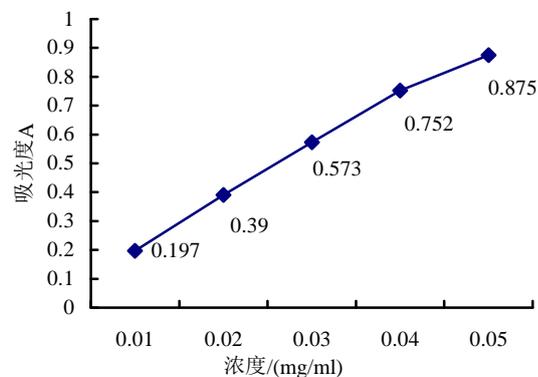


图 2 抗坏血酸的还原能力

### 2.2 玉米紫色植株色素清除羟自由基能力

由图 3 和图 4 可见玉米紫色植株色素表现出较强

的清除羟自由基的能力, 而且随其浓度的增大对羟基自由基的清除能力呈增大的趋势。但玉米紫色植株色素清除羟自由基的能力明显低于抗坏血酸。玉米紫色植株浓度 0.6 mg/ml 时, 清除率为 24.9%; 而抗坏血酸浓度 0.1 mg/ml 时清除率为 23.1%。

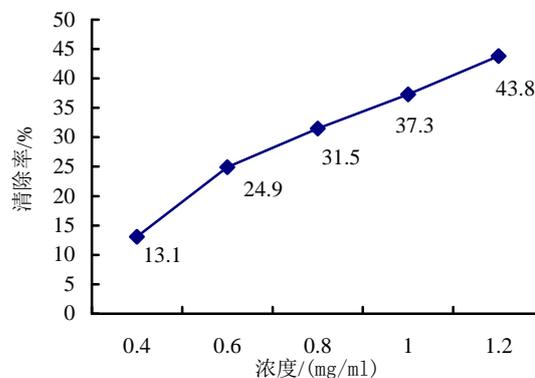


图 3 玉米紫色植株色素对羟自由基清除能力

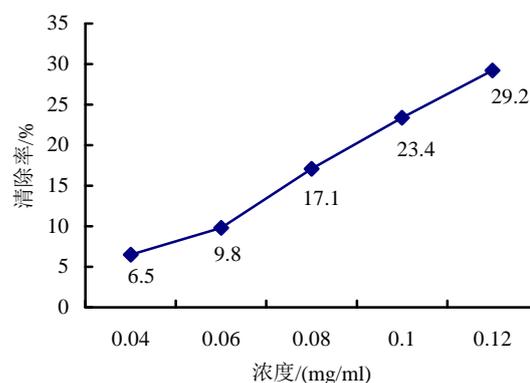


图 4 抗坏血酸对羟自由基清除能力

### 2.3 玉米紫色植株色素抗脂质体过氧化能力

由图 5, 图 6 可见, 在由 Fe<sup>2+</sup>引发的卵磷脂脂质体体系中玉米紫色植株色素对脂质过氧化有明显的抑制作用, 抑制率随样品的浓度增高而增大, 并且抗脂质体过氧化能力明显优于抗坏血酸。抑制率在 60% 左右时, 玉米紫色植株色素的浓度为 0.9 mg/ml, 而抗坏血酸浓度为 5 mg/ml。

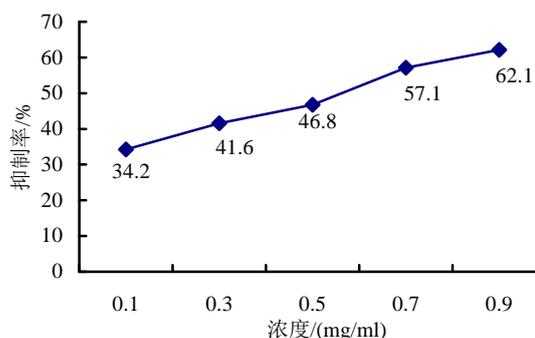


图 5 玉米紫色植株色素对脂质过氧化的抑制作用

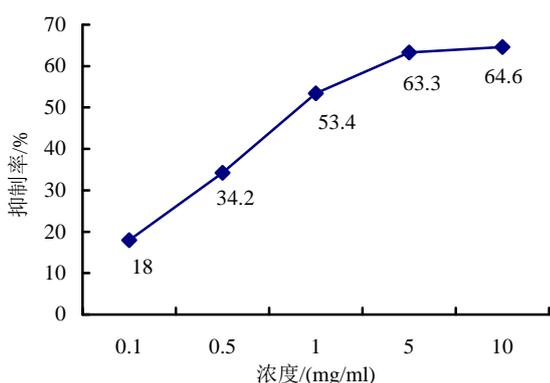


图6 抗坏血酸对脂质过氧化的抑制作用

### 3 结论

在花色苷中起还原作用的主要是酚羟基，在抗坏血酸中起还原作用的主要是羟基。玉米紫色植株色素的还原能力和羟自由基清除能力均低于抗坏血酸，这可能是玉米紫色植株色素中的成分较多干扰了其还原能力和清除羟自由基的能力。但随着浓度增大，其还原能力和羟自由基清除能力不断增大，这与抗坏血酸一致。

在 Fe<sup>2+</sup>引发的卵磷脂脂质体体系中，玉米紫色植株色素抗脂质体过氧化能力很强，约高抗坏血酸 10 倍。玉米紫色植株色素浓度从 0.1 mg/ml 增加到 0.9

mg/ml，其脂质过氧化的抑制率增加近 30%；而抗坏血酸浓度从 0.1 mg/ml 增加到 10 mg/ml 时仅约增加 40%。花色苷色素样品在铁离子催化条件下的抗氧化性可能是其对铁离子螯合以及对自由基清除作用的综合作用表现<sup>[6]</sup>。由于样品对铁离子具有螯合能力，随着样品剂量的增加，其对铁离子的螯合也增加，将可能使脂质氧化的起始反应减慢，与氢过氧化物所产生自由基也相对减少。因此，玉米紫色植株花色苷色素的抗脂质过氧化能力较强。

### 参考文献

- [1] 唐传核.植物生物活性物质[M].北京:化学工业出版社,2005.247.
- [2] 姜平平,吕晓玲,姚秀玲,等.紫心甘薯花色苷抗氧化活性体外实验研究[J].中国食品添加剂,2002,23(6):8-10.
- [3] 郭亚力,李聪,欧灵澄等.槐米中天然抗氧化剂的提取及其抗自由基性能研究[J].食品科学,2004,25(7):154-157.
- [4] 李琳,赵谋明.几种中药浸提物的抗氧化活性研究[J].食品科学,2004,30(11):89-92.
- [5] 凌关庭.可供开发食品添加剂(I):紫玉米色素及其生理功能[J].粮食与油脂,2002,21(1):46-49.
- [6] 张名位,郭爆江,张瑞芬,等.黑米抗氧化活性成分的分选纯化和结构鉴定[J].中国农业科学,2006,39(1):153-160.

(上接第 27 页)

表 6 可知膜的透明度指数并不会呈规律变化，其影响因素是多方面的，如膜厚，制膜的材料。为了研制出更好的共混膜，必须多方面考虑才可使膜的透明度达到最佳效果。

#### 2.6 不同配比对膜的感官性能比较

表 7 知，纯的 KGM 膜有腥味，且表面暗淡无光泽，加入一定量的卡拉胶可以减少这种腥味，并且增加表面光泽，使的膜的感官提高。

表 7 不同配比对膜的感官的影响

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
颜色	无	暗黄	黄	乳黄	乳黄	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白	乳白
腥味	无	重	有	有	轻	无	无	无	无	无	无
光泽	无	无	无	一般	一般	一般	一般	强	强	强	强

#### 2.7 不同配比对膜的抗水性能的影响

表 8 知单一材料的膜或者其中一种材料用量很多

的膜抗水性能较差，浸水一段时间后会溶胀分解，而比例合适的共混膜其抗水性能大大提高，这表明共混膜分子之间形成致密的空间网络结构，使膜的抗水性增加。

表 8 不同配比对浸水 10 min 后膜的抗水性能的影响

编号	1	2	3	4	5	6
溶胀系数	无	溶胀分解	溶胀分解	2.36	3.87	4.5

编号	7	8	9	10	11
溶胀系数	4.2	4.21	2.5	溶胀分解	溶胀分解

### 3 结论

通过研究可得出，当 0.6% 的 KGM 溶胶与 0.4% 卡拉胶溶胶共混制成的共混膜，其强度、抗水性能、耐洗刷性能、感官性能等各项指标性能均达到最佳，但其透明度还不够好，有待于进一步研究解决。

参考文献(略)