

# 番茄中抗氧化色素的提取 及其清除羟自由基能力的研究

(湖南农业大学生化与发酵工程实验室,长沙 410128) 田 云 卢向阳 易 克 许 亮 黄成江

**摘要** 番茄中含有丰富的抗氧化色素,其主要成分为类胡萝卜素,它是一种重要的天然抗氧化剂。该研究以新鲜番茄为原料,采用化学溶剂浸提法提取抗氧化色素,并利用微弱化学发光法检测其清除·OH的能力,结果表明,提取的色素具有较强的清除·OH的能力。

**关键词** 抗氧化,自由基,化学发光

中图分类号:TS202.3 文献标识码:A  
文章编号:1002-0306(2004)01-0098-03

目前,人们已经在番茄中检测出了20多种类胡萝卜素成分,其中番茄红素约占总色素量的80%~90%, $\beta$ -胡萝卜素约占5%~10%,另外还含有少量的 $\alpha$ -胡萝卜素、 $\gamma$ -胡萝卜素、 $\delta$ -胡萝卜素和叶黄素等<sup>[1]</sup>。而番茄红素和 $\beta$ -胡萝卜素都是很有开发性能的功能性天然色素<sup>[2,3]</sup>。本实验对番茄中的这些抗氧化色素的化学浸提工艺条件做一初步研究,并首次利用化学发光法检测其清除羟自由基的能力。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

新鲜番茄、CaCO<sub>3</sub>、异丙醇、氯仿、丙酮、环己烷、四氯化碳、乙酸乙酯、冰醋酸、乙酸钠、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、CuSO<sub>4</sub>、1,10-菲啰啉、抗坏血酸 均为分析纯。

JJ-2B 高速组织捣碎机,LD5-10 低速离心机,85-1 恒温磁力搅拌器,VIS-723 分光光度计,AR3130 电子精密天平,EL-131 旋转蒸发仪,微量可调移液器,BPCL-2-GC 微弱发光测量仪。

### 1.2 抗氧化色素提取工艺流程

番茄→捣碎→脱水处理→离心收集沉淀→浸提→离心收集滤液→真空浓缩→粗制品

### 1.3 ·OH 清除能力检测

收稿日期:2003-08-09

作者简介:田云(1979-),男,硕士,研究方向:天然产物开发与利用。

基金项目:湖南省教育厅重点资助项目(02A015)。

利用 CuSO<sub>4</sub>-1,10-菲啰啉-抗坏血酸-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>产生·OH体系,运用微弱发光测量仪检测抗氧化色素清除·OH的能力。

## 2 结果与讨论

### 2.1 抗氧化色素的光谱特性研究

取1mL浸提液稀释至5mL,选用1cm的比色皿在330~800nm范围内测定其吸光度,寻求最大吸收波长(图1)。

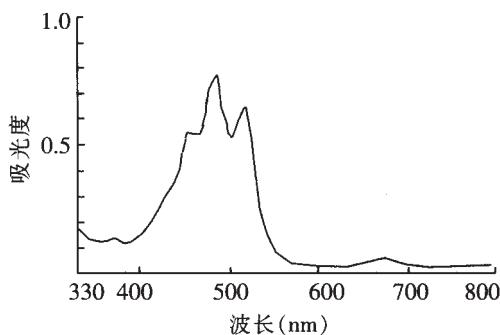


图1 抗氧化色素光谱特性

由图1可知,抗氧化色素在460、480和515nm处各有一个吸收峰,其中在480nm处为最大吸收峰,经分析并与标准光谱图和一些参考文献进行对照,说明抗氧化色素中主要为番茄红素和 $\beta$ -胡萝卜素等一些类胡萝卜素成分。

### 2.2 浸提液对浸提效果的影响

称取相同质量的沉淀,分别置于相同体积的浸提液中,室温下避光浸提一定时间,分别取1mL浸提液在480nm处测其吸光度,结果见图2。

图2结果表明,丙酮与乙酸乙酯的浸提效果较好,并且两者具有协同浸提效应。因此,我们选择丙酮-乙酸乙酯为浸提溶剂。

### 2.3 浸提溶剂体积对浸提效果的影响

称取5g沉淀,分别加入5、10、15、20、25、30、35、

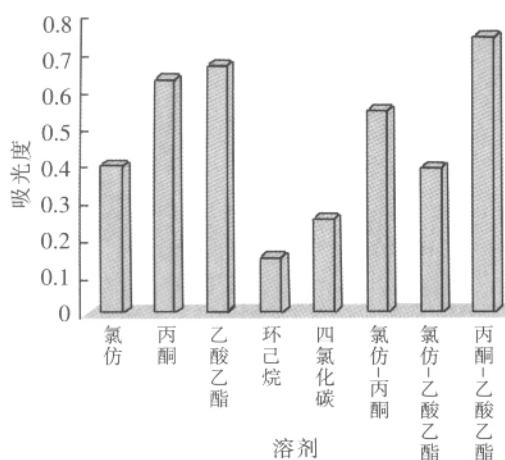


图 2 不同溶剂对浸提效果的影响

40mL 浸提溶剂, 室温下避光浸提一定时间, 然后将浸提液全部定容到 40mL, 分别取 1mL 浸提液在 480nm 处测其吸光度, 结果见图 3。

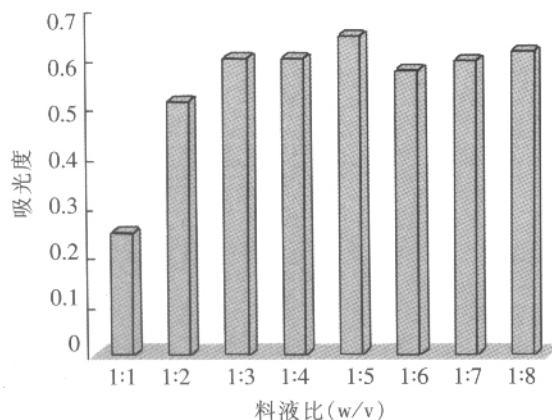


图 3 料液比对浸提效果的影响

由图 3 可见, 料液比在 1:3~1:8 时浸提效果相差并不大, 综合各方面的因素宜选用的料液比为 1:5。

#### 2.4 浸提时间对浸提效果的影响

称取一定质量的沉淀 11 份, 在相同体积的浸提试剂中于室温下分别避光浸提 1、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100min 后, 取 1mL 浸提液在 480nm 处测其吸光度, 结果见图 4。

从图 4 可知, 随着浸提时间的延长, 抗氧化色素

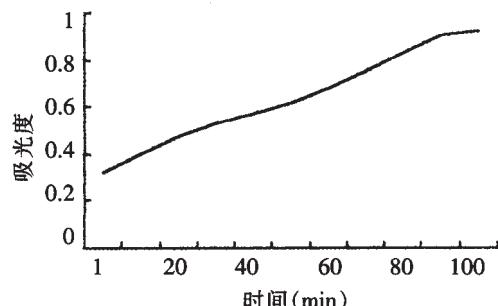


图 4 浸提时间与浸提效果的关系

的提取在不断进行, 但提取时间到 90min 后, 提取效果趋势减缓, 综合考虑溶剂的挥发性及抗氧化色素的稳定性等因素, 故选择浸提时间为 90min。

#### 2.5 搅拌对浸提效果的影响

称取一定质量的沉淀 3 份, 在相同体积的浸提试剂中于室温下避光浸提一定时间, 浸提过程一份静置, 另两份分别在低速与高速下不断搅拌。分别取 1mL 浸提液在 480nm 处测其吸光度, 结果见图 5。

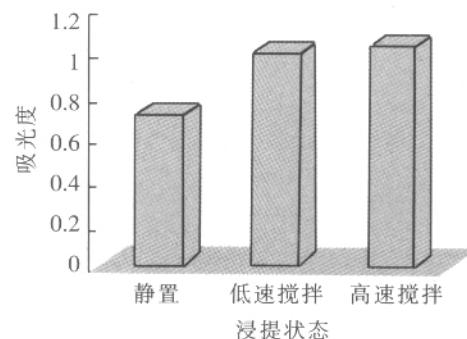


图 5 搅拌对浸提效果的影响

由图 5 可见, 搅拌有利于对抗氧化色素的充分提取, 适当的搅拌就能明显增加提取液的吸光度值, 并且随着搅拌速度的增加, 浸提效果渐好, 但由于搅拌速度过快, 使得溶剂的挥发也加快, 并且对抗氧化色素的破坏性也越大, 因此, 宜选用低速搅拌进行浸提。

#### 2.6 抗氧化色素清除·OH 能力的研究

取一定量的浸提液于测量管中 (以 0.1mol/L 的醋酸缓冲液为对照), 加入 150μL 5mmol/L CuSO<sub>4</sub> 溶液, 100μL 35mmol/L 1,10-菲啰啉溶液, 50μL 35mmol/L 抗坏血酸溶液及 300μL 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液, 用 0.1mol/L 的醋酸缓冲液 (pH5.2) 将整个反应体系补足至 1mL, 启动发光, 记录发光强度, 结果见图 6。

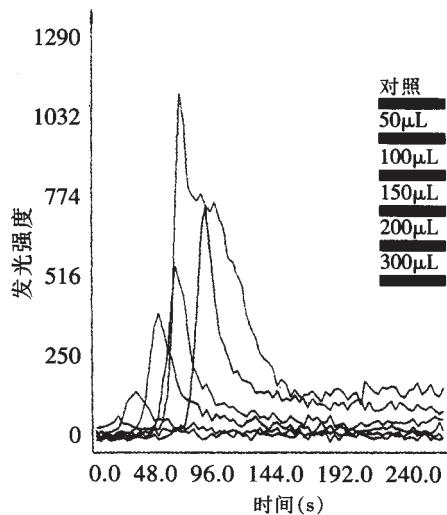


图 6 抗氧化色素抑制·OH 发光曲线

(下转第 95 页)

表 1 不同温度和时间下鱿鱼的颜色变化

温度(℃)	5	5	5	10	10	10	20	20	20	25	25	25	30	30	30
时间(h)	1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2
颜色变化	不变	不变	不变	不变	不变	不变	基本不变	略变红	微红	略变红	微红	明显变红	微红	明显变红	较红

在较高气温下放置时间过长,鱿鱼色素细胞会分解并沉着在肌肉上,鱼体就会发红(见表1),以致生产的成品鱿鱼丝僵丝多,而且很快变色。

因此,如采用常温下自然解冻,会造成冻块外层鱼体过度解冻而变质,尤其是气温较高的季节更为严重,不宜采用;如用流动水解冻,水温过高也会使鱼体变质。所以,应采用水温在20℃以下的流动水解冻原料鱿鱼,时间宜短不宜长,最好是在鱼体处于半解冻状态,即肉层解冻而内脏尚未解冻时,就进行原料处理。

### 3.2 脱皮温度和时间对产品质量的影响

温度过低,脱皮速度慢,所需时间长,鱼肉易变质;温度过高,易引起蛋白变性而使鱼肉发软,一般控制在52~55℃,时间尽可能短。

### 3.3 蒸煮工艺条件的确定

应根据鱼体大小来确定蒸煮条件,若蒸煮温度太低、时间太短会造成鱼肉内部蒸煮不到位,则一些微生物和酶类尚能作用,生产的鱿鱼丝很容易变红、发霉;若温度太高、时间太长,鱼肉蒸煮过熟,则脱水严重,生产的鱿鱼丝持水性下降,柔软性差,甚至僵硬丝多。合适的蒸煮温度为真鱿在75℃左右,紫鱿85℃左右,时间3~5min,在此基础上视鱼体大小做适当调整。

### 3.4 干燥1的干燥工艺条件的控制

主要是干燥温度和时间的控制。温度太高,会引起鱼肉蛋白质和调味料中糖类的Mailard反应,使鱼片颜色变深;温度太低,则干燥时间延长,微生物就会生长繁殖致使鱼片表面产生粘液和色变。干燥中鱼片的色变还随着水分的变化而不同。因此,干燥过

程中干燥温度应随鱼肉片水分的变化做相应调整。整个干燥过程温度不宜高于45℃,随着干燥的进行,干燥温度要逐次下降。

### 3.5 水分调节与烘烤的关系

在大于100℃的烘烤温度下烘烤,鱼片会发生一系列变化,如焦糖化、Mailard反应等。水分调节太低,烘烤时特别容易使鱼片发黄甚至烤焦,以至影响成品鱿鱼丝的色泽,同时,由于水分低时肌肉组织紧密,不利于压延和拉丝,成品丝上纤维少,僵硬丝多;水分调节太高,烘烤后鱼肉过于松软,给压延、拉丝工序带来一定困难,压延时易破碎,拉丝时很易断裂,丝条上的纤维难以形成。如果鱼肉片不同部位水分不同,烘烤时容易产生焦生不匀,或外部发焦而内部烘烤不足等现象。烘烤前水分一般调节至40%~45%。

### 参考文献:

- [1] Potter N 等著,王璋等译. 食品科学(第五版)[M].北京:中国轻工业出版社,2001.81~120.
- [2] 农业部渔业局,全国水产标准化技术委员会编.中国水产标准汇编-水产养殖与水产品加工卷 [M]. 中国标准出版社,2001.161~165.
- [3] 曾庆孝,等.食品加工与保藏[M].北京:化学工业出版社,2002.42~84.
- [4] OR 菲尼马著,王璋等译.食品化学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1991.77~78.
- [5] 沈月新. 水产食品学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社,2001.125~126.

(上接第99页)

由图6所示的发光动力学曲线可以看出,提取液的加入可以使发光曲线发生明显的改变,主要表现为发光峰值和曲线面积的降低,并且随着所加提取液的增加,其效果表现得更为明显。结果表明,所提取的抗氧化色素具有较强的清除·OH的能力。

## 3 结论

通过本实验的研究,我们得出了化学溶剂法浸提番茄中抗氧化色素的主要工艺条件:原料在丙酮-乙酸乙酯(料液比为1:5)溶剂中低速搅拌浸提90min。另外,通过微弱发光测量仪检测抗氧化色素清除·OH的能力发现,所提取的抗氧化色素具有较

强的清除·OH的能力,且其清除·OH的能力具有剂量效应关系。这些结果为我们更合理开发利用番茄资源提供了很好的依据。

### 参考文献:

- [1] 凌关庭.可供开发食品添加剂(IV):番茄色素及其生理功能[J].粮食与油脂,2003(1):47~50.
- [2] Minhthy L Nguyen,Steven J Schwartz.Lycopene: Chemical and biological properties[J]. Food technology,1999(2):38~43.
- [3] 成坚,等.番茄红素的性质及生理功能研究进展[J].食品与发酵工业,2000(2):75~79.