

文章编号 :1009-038X(2002)05-0496-03

# 影响芦荟制品非酶褐变的因素及其控制方法

张 添 , 钱 和 , 刘长虹 ,  
(江南大学 食品学院 江苏 无锡 214036)

摘 要 :利用分光光度法测定芦荟制品加工和贮存过程中褐变指数的变化 ,结果表明 影响芦荟制品非酶褐变的主要因素有 :多酚类物质的质量浓度、pH、环境温度、 $Mg^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $Cu^{2+}$  等金属离子以及包装材料的质量 ,控制这些因素可有效抑制芦荟制品的非酶褐变。

关键词 :芦荟 ;非酶褐变 ;抑制

中图分类号 :TS 255.3

文献标识码 :A

## Study on Noenzymatic Browning of Aloe Products and Its Inhibition Methods

ZHANG Tian , QIAN He , LIU Chang-hong  
(School of Food Science and Technology , Southern Yangtze University , Wuxi 214036 , China)

**Abstract** :There are three kinds of chemical reaction in the noenzymatic browning of Aloe products : Maillard reaction , ascorbic acid oxidation , and polyphenol oxidation and condensation. The browning index during the processes and reserve of aloe product were determined by spectrometer. The results showed that the quantity of polyphenol , pH , environment temperature , metal ion (  $Mg^{2+}$  ,  $Fe^{3+}$  ,  $Cu^{2+}$  ) and the quality of wrapper were the important factors influenced the process of noenzymatic browning. The efficiency control of these factors could be taken in inhibiting noenzymatic browning of Aloe products.

**Key words** :Aloe ;noenzymatic browning ;inhibition

芦荟凝胶制品在加工和贮藏过程中极易发生褐变现象 ,导致这种现象的主要原因是体系中发生了酶促褐变和非酶褐变 ,虽然有资料报道 ,褐变后的芦荟凝胶制品依旧存在特殊治疗功能<sup>[1]</sup> ,但是 ,褐变常常使消费者产生一种产品外观和感官性质已经劣化 ,或者产品已经变质 ,无法食用的感觉 ,从而降低产品的市场价值 ,给芦荟制品加工企业的发展带来极大困难。

为此 ,对影响芦荟制品非酶褐变的因素进行了研究。

### 1 材料与方法

#### 1.1 主要原料

芦荟鲜叶由无锡荟皇生物科技有限公司提供 ,实验试剂均为食品级试剂。

#### 1.2 实验仪器

751-GW 分光光度计 :上海分析厂制造 ;组织捣碎机 :上海和丽电器有限公司制造 ;FA1104 电子天平 :上海天平仪器厂制造 ;DC82 型隔水式电热恒温培养箱 :上海南汇老港机械厂生产 ;pHS-3C 型精密

收稿日期 2002-03-10 ; 修订日期 2002-07-23.

作者简介 :张 添 (1959-)男 ,江苏无锡人 ,工程师。

万方数据

pH 计 :上海雷磁仪器厂制造.

1.3 实验方法

1.3.1 褐变指数的测定<sup>[2]</sup> 测定 420nm 下的吸光度 ,并以此作为褐变指数(褐变反应所产生的色素在 420 nm 下有非常强的吸光值 ,可借助分光光度计测量褐变反应的程度).用芦荟凝胶汁在 420nm 下的吸光度表示产品的褐变指数 ,其值越大 ,褐变越严重.测量时用蒸馏水作为空白 ,要求待测样品必须澄清 ,无悬浮颗粒.

1.3.2 活性炭去除芦荟凝胶汁中多酚类物质<sup>[3]</sup> 用活性炭吸附芦荟凝胶汁( *n*(活性炭):*n*(芦荟凝胶汁)=5:100)中多酚类物质.吸附条件 :60 ℃ 保温 1 h ,期间每隔 20 min 搅拌一次.处理完毕后静置 10 min ,过滤 ,滤液留用.

1.3.3 多酚氧化酶的钝化 将芦荟凝胶汁于 100 ℃ 下热处理 5 min<sup>[4]</sup> ,可使其中的多酚氧化酶彻底钝化.

2 结果与讨论

2.1 影响芦荟制品非酶褐变的关键因素

2.1.1 多酚类物质

为了研究确证多酚类物质对芦荟制品非酶褐变的影响 ,设计了两组实验.第一组( A 组)以芦荟凝胶汁为研究对象 ,第二组( B 组)以去除多酚类物质的芦荟凝胶原汁为研究对象.两组样品均经过灭酶处理 ,并加入 0.08% 苯甲酸钠(以防止其在放置过程中腐败变质) ,置于 37 ℃ 恒温箱中 ,定期测量、比较两组样品的褐变指数随时间的变化情况.实验结果见图 1.

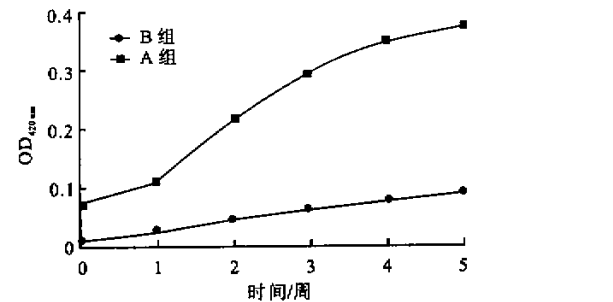


图 1 多酚类物质对芦荟非酶褐变的影响

Fig.1 The effect of polyphenol on aloe noenzymatic browning

由图 1 可以看出 ,不含多酚类物质的 B 组 ,其褐变指数的变化相当缓慢 ,37 ℃ 恒温箱中放置 5 周后 ,样品的颜色肉眼难以觉察 ,吸光值只有 0.089

左右 ;而含有多酚类物质的 A 组 ,其褐变指数的变化相当明显 ,37 ℃ 恒温箱中放置 2 周后 ,褐变指数开始大幅度增加 ,4~5 周后肉眼能观察到样品发生非常明显的色变(棕黄色) ,420 nm 处褐变指数高达 0.359.由此可见 ,多酚类物质是导致芦荟制品非酶褐变的重要因素之一.

2.1.2 pH

Maillard 反应在碱性时最强 ,随着酸度的增加 ,反应逐渐减弱.抗坏血酸的氧化褐变也受体系酸碱度的影响 ,当体系的 pH 值为 4.0 时 ,抗坏血酸氧化褐变速率最快 ;当体系的 pH 值为 2.0 时 ,抗坏血酸氧化褐变反应缓慢而不明显<sup>[5]</sup>.至于多酚类物质的氧化褐变及其与金属离子的络合反应也与体系 pH 有关.因此 ,从理论可以推断 ,pH 是影响非酶褐变的重要因素之一.

为了考察 pH 对芦荟非酶褐变反应的实际影响 ,设计了以下实验 :取 12 只无菌瓶 ,分别加入 50 mL 经过防腐处理和灭酶处理的芦荟凝胶原汁 ,均分为 4 组 ,即一组无菌瓶中的样品呈自然 pH(4.8) ,其余 3 组分别用柠檬酸调 pH 至 3.0 3.5 4.0.所有样品均置于 37 ℃ 恒温培养箱中 ,每隔一定时间测其褐变指数 ,考察酸度对非酶褐变的影响 ,实验结果见图 2.

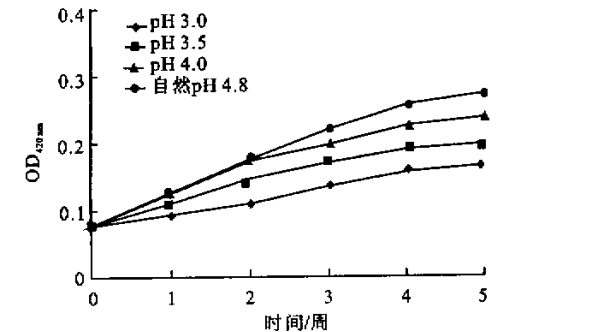


图 2 pH 对芦荟非酶褐变的影响

Fig.2 The effect of pH on aloe noenzymatic browning

由图 2 可知 (1) 芦荟体系呈自然 pH 时 ,其褐变速率显然高于用柠檬酸处理过的体系 (2) 芦荟体系的 pH 越低 ,其褐变反应的速率越低.

2.1.3 温度对非酶褐变的影响

取 9 个无菌瓶 ,各加入 50 mL 经过防腐处理和灭酶处理的芦荟凝胶汁(自然 pH) ,均分为 3 组 ,用于研究温度对芦荟制品非酶褐变的影响.将一组样品置于室温下贮藏 ,一组置于 37 ℃ 恒温培养箱中贮藏 ,一组放在 4 ℃ 冰箱中贮藏 ,期间每隔一定时间测定样品的褐变指数 ,记录结果并取平均值.温

度对芦荟制品非酶褐变的影响见图 3 所示。

由图 3 可知 (1)褐变程度随着时间的延长而增加,温度越高,褐变指数增加的速度越快 (2)褐变反应速度随着温度的降低而显著降低,说明低温贮存有利于控制芦荟制品的非酶褐变。因此,温度是影响芦荟制品非酶褐变的主要因素之一,适当控制温度有利于防止非酶褐变的发生,提高产品货架期。

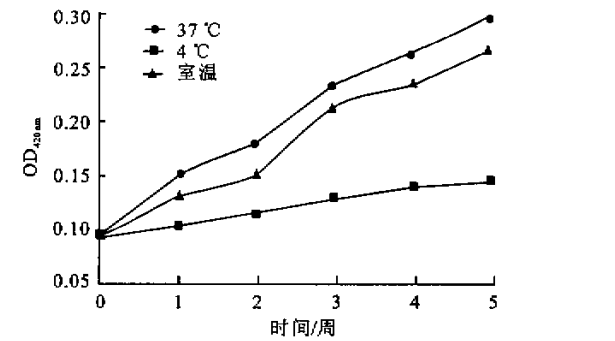


图 3 温度对芦荟非酶褐变的影响

Fig.3 The effect of temperature on aloe noenzymatic browning

2.1.4 金属离子

在芦荟凝胶汁中添加适量金属离子( 100 μg/g ) 后,将其置于 37 °C 恒温培养箱中存放一周,再测定各样品的褐变指数,实验结果见表 1。

表 1 金属离子对芦荟非酶褐变的影响  
Tab.1 The effect of metal ion on aloe noenzymatic browning

金属离子	褐变指数
	0.146
Fe <sup>3+</sup>	0.227
Cu <sup>2+</sup>	0.198
Sn <sup>2+</sup>	0.130
Mg <sup>2+</sup>	0.255

由表 1 可知,不同金属离子对非酶褐变反应的影响不同,铁、铜、镁均具有促进芦荟制品非酶褐变反应的作用,其影响力由大到小的顺序为:Mg<sup>2+</sup> > Fe<sup>3+</sup> > Cu<sup>2+</sup>,但是 Sn<sup>2+</sup> 对芦荟制品非酶褐变反应具有一定的抑制作用,这可能与 Sn<sup>2+</sup> 具有还原能力有关。

2.1.5 包装容器

比较了玻璃瓶、各种聚乙烯瓶对芦荟制品非酶褐变的影响。将芦荟凝胶汁置于不同包装容器中,灭菌后在实验室中室温放置一个月,测定各样品的褐变指数,实验结果见表 2。由表 2 可知,具有隔氧

防紫外线功能的复合塑料瓶防止非酶褐变效果最好,其次是能阻挡阳光照射的不透明聚乙烯瓶,最后依次是玻璃瓶、透明聚乙烯瓶。由此也可证实,紫外线和氧气均具有促进非酶褐变的作用。

表 2 包装材料对芦荟非酶褐变的影响  
Tab.2 The effect of wrapper on aloe noenzymatic browning

包装材料	褐变指数	包装材料	褐变指数
玻璃瓶	0.522	不透明聚乙烯瓶	0.381
透明聚乙烯瓶	0.736	隔氧防紫外线复合塑料瓶	0.264

2.2 控制芦荟制品非酶褐变的主要措施

2.2.1 去除芦荟制品中多酚类物质 虽然去除芦荟中多酚类物质可以有效防止非酶褐变,但是,这一措施在实际操作中并不适用。一方面是因为去除多酚类物质的常用方法是活性炭吸附法,这种方法的缺点在于活性炭的非专一性,即活性炭在吸附多酚类物质的同时,还将吸附体系中的其它活性成分,如芦荟多糖、蛋白质、氨基酸等,从而影响产品的内在品质;另一方面,不同用途的芦荟制品对多酚类物质的含量要求不同,例如,用于清理肠胃、消除便秘的芦荟制品就必须含有一定量多酚类物质,否则就没有上述功效。因此,实际生产中一般不采用这种方法控制非酶褐变。

2.2.2 降低芦荟制品的 pH 值 虽然低 pH 有利于控制芦荟非酶褐变反应,延长产品货架期,但是,考虑到产品的口感和可接受性,作者认为芦荟体系的 pH 宜控制在 3.5~4.0 较好。

2.2.3 控制贮存温度,避光保存 考虑到销售、成本等因素,芦荟制品可以室温贮藏,但是必须注意避光。

2.2.4 消除某些具有促进非酶褐变反应作用的金属离子的影响 为此,在芦荟制品加工中应该控制水质硬度,注意生产用水的质量。

2.2.5 添加适量抗氧化剂抑制褐变 该方法使用方便,操作简单,效果较好且成本低,在食品工业中应用十分广泛。但是,随着人们对食品安全问题关注程度的增加,该方法的应用常常受到各种因素的限制,例如,毒性、成本、对产品色、香、味因素的影响等,因此,在采用该方法时须慎重。

2.2.6 选择合适的包装材料 高质量包装材料有助于防止阳光或紫外线、氧气等因素对产品的影响,对芦荟制品,特别是芦荟液态制品而言,应选用具有隔氧、防紫外线功能的包装材料。

加,在实验中还观察到牛乳经 TG 作用后,样品有相当一部分蛋白质由于相对分子质量过大而不能通过分离胶。

对酪蛋白的持水性而言,随着酶作用程度的提高,蛋白质的交联度增加,持水性呈现上升趋势。TG 作用于蛋白质后一方面使蛋白质分子之间发生交联,形成网络状结构;另一方面会使谷氨酰胺脱酰

胺而进一步使氨基酸侧链的亲水性增强。这两种变化都有可能导致蛋白质的持水性增加。对酪蛋白的起泡性和泡沫稳定性而言,适当的交联会使酪蛋白的起泡性和泡沫稳定性增加,但继续提高交联度(即酶反应程度),酪蛋白的起泡性和泡沫稳定性反而降低,这可能与蛋白质的溶解度随着交联度的增加而下降有关。

参考文献：

[ 1 ] 张红城,彭志英,赵谋明等.转谷氨酰胺酶在食品中的应用[ J ].2000,21( 6 ):73-80.

[ 2 ] KOJI IKURA , TAKASHI KOMETANI , MASA AKI YOSHIKAWA. Crosslinking of casein components by transglutaminase [ J ]. *Agric Biol Chem* ,1980 ,44( 7 ):1567-1573.

[ 3 ] LOGAN. Crosslinking of whey protein by transglutaminase[ J ]. *Journal of Dairy* ,1990 ,73( 2 ) 256-263.

[ 4 ] NORKIKI NIO , MASAO MOTOKI , KOICHI TAKINAMI. Gelation of casein and soybean globulins by transglutaminase[ J ]. *Journal of Dairy Science* ,1990 ,73( 2 ) 2283-2286.

[ 5 ] 宁正祥.食品成分分析手册[ M ].北京:中国轻工业出版社,1997.99-105.

[ 6 ] 郭尧君.蛋白质电泳实验技术[ M ].北京:科学出版社,1999.

(责任编辑 杨 萌)

(上接第 498 页)

参考文献：

[ 1 ] MAUGHAN REX G. Method to increase color fastness of stabilized aloe vera[ P ]. US No. 4465629 ,August ,1984.

[ 2 ] LAURILA E , KERVINEN , AHVENAINEN R. 果汁非酶素性褐变及其抑制方法(上).食品工业[ J ],1992 ,24( 1 ):45-46.

[ 3 ] 郭胜伟.芦荟乙醇提取液脱涩方法研究[ J ].食品研究与开发,2000,21( 3 ):17-19.

[ 4 ] O. R. 菲尼马.食品化学[ M ].王璋译.北京:中国轻工业出版社,1991.360-362.

[ 5 ] 罗自生.果蔬原料加工时的变色和护色措施[ J ].食品科技,1997 ( 6 ):50-53.

[ 6 ] 杨文鸽.果蔬制品的变色及其防止措施[ J ].广州食品工业科技,2000,16( 3 ):63-65.

[ 7 ] 陈清泉.果汁非酶素性褐变及其抑制方法(上)[ J ].食品工业,1992,24( 2 ):45-53.

[ 8 ] 杨明.浅色蔬菜盐渍保鲜中变色反应及色泽控制[ J ].食品工业科技,1997 ( 4 ):64-66.

(责任编辑 杨 勇)