

# 强化竹叶提取物对麦乳精抗氧化性能的改进

张英 吴晓琴 傅小伟 Faisal H. A. Othman 浙江大学食品科学和营养系 杭州 310029

**摘要** 本研究在麦乳精(阿华田)中强化竹叶提取物(Ebl<sub>972</sub>),以期能显著改进制品的抗自由基和抗氧化能力,并保护其中VA和VE的活性。方法和结果:(1)通过感官评定得出在阿华田中强化1%的Ebl<sub>972</sub>是适宜的;(2)用化学发光法测定阿华田清除活性氧自由基的能力,表明强化样清除O<sub>2</sub>和OH的能力分别是对照的2.4和1.6倍;(3)用硫代巴比妥酸法测定其抗油脂氧化的能力,表明强化后有了极显著的提高;(4)将试样保存在50±1℃,22d后分别测定VA和VE含量,表明强化样中的损失量显著少于对照。结论:竹叶提取物不仅是一种优良的生物黄酮类保健功能因子,同时还是很具潜力的食品抗氧化剂,在麦乳精中的应用除了赋予产品的保健功能外,还能显著改进产品的商品性能。

**关键词** 竹叶提取物 生物黄酮 强化麦乳精 抗自由基 抗氧化

**Abstract** The anti-oxidative properties of malted milk drink, ovaltine, enriched by the extract of bamboo leaf (Ebl), were investigated here. Sensory evaluation test figured out that the optimum additive rate of Ebl<sub>972</sub> was 1%. At this ratio, the anti-free radical and antioxidation capabilities of the enriched ovaltine were remarkably improved, measured by chemiluminescence and thiobarbituric acid (TBA) methods respectively; and 1% Ebl<sub>972</sub> still protected effectively V<sub>A</sub> and V<sub>E</sub> in ovaltine from oxidation loss. Results showed that enriching Ebl into ovaltine improved its commodity property significantly besides the endowment of specific functionality. So it could be concluded that Ebl was not only a kind of excellent bio-flavonoid healthy factor, but also a potent food antioxidant.

**Key words** Extract of bamboo leaf (Ebl) Bio-flavonoids Enriched malted milk Anti-free radical Anti-oxidation

竹叶提取物(Extract of bamboo leaf, Ebl)是近年来新开发的一种生物黄酮类保健营养素,主要活性成分是黄酮糖苷和香豆素类内酯,是具有优良的抗自由基、抗氧化、抗衰老、降低血脂、调节免疫等生物学功效<sup>[1-4]</sup>。目前已利用它的营养保健功能和怡人清香开发了多种饮品和保健食品。为了进一步拓展Ebl在食品领域里的应用范围,本研究选择以麦乳精为强化对象,期望能得到一种风味优良、抗氧化性能好、保质期长,同时又具有特殊营养保健意义的高品质的麦乳精制品。

## 1 材料和方法

### 1.1 原材料

竹叶提取物:安吉圣氏生物制品有限公司出品的Ebl<sub>972</sub>,棕黄色粉末,总黄酮含量20.4%,总内酯含量5.99%,微苦、微甜,并具有独特的竹香。

麦乳精:上海诺华食品有限公司出品的阿华田(Ovaltine),标示的每百克主要营养成分如下:蛋白质9.0g,碳水化合物70.0g,脂肪7.0g,水分4.0g,VA500.0μg,VE7.0μg,VB<sub>1</sub>0.8mg,VB<sub>2</sub>0.8mg,VB<sub>6</sub>0.8mg,VB<sub>12</sub>1.4μg,VC35.0mg,VD<sub>3</sub>7.0μg,叶酸75.0μg,泛酸3.5mg,Zn4.0mg,I33.3μg,P266.7mg,

Ca266.7mg和Fe60mg。

### 1.2 药品和试剂

亚油酸:色谱纯试剂,由轻工部食品质量检测站杭州站提供;合成抗氧化剂:BHT和TBHQ为市售食用级;芦丁(Rutin):BR,上海试剂二厂生产,含量≥95%;七叶亭(Esculin):BR,Roth产品;黄嘌呤(X)和黄嘌呤氧化酶(XOD)为Sigma产品;发光增强剂Luminol是Fluka产品,纯度≥98%;酵母多糖用活性干酵母自制。其他药品和试剂均为分析纯,发光所用的试剂用超纯水配制。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 Ebl强化量的确定

参照麦乳精的国家标准<sup>[5]</sup>,结合阿华田及其Ebl的感官特性,制定评分标准。在0~2.5%之间设6个Ebl<sub>972</sub>的添加量水平,加入阿华田中混匀。随机选取上述6组试样,每份30g用70℃的热水冲泡,由食品系师生组成的10人感官评定小组进行评定。根据感官评定结果,确定Ebl的最适添加比例。

#### 1.3.2 强化阿华田试样的制备

据感官评定确定的强化比例(1%),取495g阿华田和5gEbl<sub>972</sub>,用1000ml热水溶解,过滤,高压均质2

次,喷雾干燥,得阿华田的强化样(Ovaltine1<sup>#</sup>),原样记作Ovaltine0<sup>#</sup>。

1.3.3 清除活性氧自由基能力的测定

用X-XOD-luminol体系产生O<sub>2</sub><sup>-</sup>,Vc-Cu<sup>2+</sup>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-酵母多糖体系产生·OH,分别用不同浓度的Ovaltine1<sup>#</sup>和0<sup>#</sup>进行抑制,用化学发光法测定,记录每6s的发光强度积分(CP6s)。空白用0.05mol/L、pH7.8的PBS代替试样<sup>[16]</sup>。

试样处理:取Ovaltine1<sup>#</sup>和0<sup>#</sup>各5.0g,分别加热蒸馏水10ml,再加入3倍体积的95%乙醇,搅拌均匀,静置4h,3000rpm离心15min,取上清液,用70%的乙醇定容到100ml。试样浓度相当于每ml含Ovaltine1<sup>#</sup>和0<sup>#</sup>50mg,分别标为S<sub>1</sub>和S<sub>0</sub>。

SHG-I型生物化学发光仪由上海上立检测仪器厂生产。测试时样品室温度30℃、高压550伏特、甄别电压0.2伏特。

根据试样对发光强度的抑率来表示其清O<sub>2</sub>和清OH能力。抑制率I的计算如下:

$$I(\%) = \frac{CP6s_{\text{空白}} - CP6s_{\text{样品}}}{CP6s_{\text{空白}}} \times 100$$

当I=50%时的试样浓度,为半抑制浓度,记作IC<sub>50</sub>。用阿华田试样浓度和I之间的一级反应的线性回归方程求取IC<sub>50</sub>,比较强化样和对照清除活性氧自由基的能力强弱。

1.3.4 抗脂质氧化能力测定

用硫代巴比妥善酸(TBA)法<sup>[7]</sup>检测脂肪氧化产物MDA的含量。试剂:(1)99.5%的乙醇(AR);(2)2.51%的亚油酸(用99.5%的乙醇配制,v/v);(3)0.05mol/L PBS(PH=7.0);(4)20%的TCA水溶液;(5)0.67%TBA水溶液。试样:将一定量的阿华田强化样(1<sup>#</sup>)、原样(0<sup>#</sup>)、BHT和TBHQ溶解于99.5%的乙醇中待用。

测试步骤:取25ml的具塞试管,依次加入2ml试样、2.052ml亚油酸、4mlPBS和1.948ml蒸馏水,40±1℃的培养箱中暗置6d后取出,分别加入2mlTCA和1mlTBA溶液,沸水浴中保持10min,冷却,3000rpm离心10min,取上清液,在波长532nm处测吸光值。空白

以2ml99.5%的乙醇代替试样。试验重复2次,取OD<sub>532</sub>的平均值。

1.3.5 阿华田中V<sub>A</sub>和V<sub>E</sub>含量的测定

据文献报道<sup>[7]</sup>,50℃下薄层黄油暴露于空气中达6h,则其V<sub>A</sub>活性全部丧失。将Ovaltine1<sup>#</sup>和0<sup>#</sup>各10g放于4个培养皿中,铺匀,厚度为约8~10mm,不加盖放入培养箱中,温度恒定在50±1℃,分别在0d、5d和22d时取样,用HPLC法测定V<sub>A</sub>和V<sub>E</sub>含量<sup>[8]</sup>。

1.3.6 阿华田中总黄酮的总内酯含量的测定

用NaNO<sub>2</sub>-Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>比色法,以芦丁为标准测定总黄酮<sup>[9]</sup>。用异羟肟酸比色法,以七叶亭为标准测定总内酯<sup>[10]</sup>。

2 结果与分析

2.1 Ebl<sub>972</sub>在阿华田中的适宜添加量

感官评定的结果列于表1。在0.5~2.5%的Ebl<sub>972</sub>添加范围内,阿华田的感官评分都达到优秀,得分由高到低的试验号依次是0 2 3 1 4 5。从色泽来看,1号最接近于原样(0号);从组织状态看,1和2号接近于0号;从风味看,在所试范围内添加Ebl<sub>972</sub>都会减弱麦乳精的乳香味,但2和3号较接近于0号;从滋味看,4和5号的后苦味浓,甜度大,而2和3号接近于0号。综合感官评定的结果,并结合强化EBI的经济成本,以1%(2号)的添加量为首选。

表1 不同Ebl<sub>972</sub>强化量的阿华田感官评定结果(n=10)

编号	Ebl添加量 (%)	色泽 (20分)	风味 (30分)	滋味 (35分)	组织状态 (15分)	总分 (100)
0	0	18.1	27.0	31.7	13.2	90.0 <sup>a</sup>
1	0.5	18.0	26.2	30.2	13.2	87.6 <sup>a</sup>
2	1	17.8	26.7	31.6	13.2	89.3 <sup>a</sup>
3	1.5	17.8	26.7	31.7	12.9	89.1 <sup>a</sup>
4	2	17.7	26.2	30.1	13.1	87.1 <sup>a</sup>
5	2.5	17.6	25.7	29.7	12.9	85.9 <sup>ab</sup>

2.2 强化1% Ebl<sub>972</sub>后阿华田的抗自由基活性

表2列出了强化1% Ebl<sub>972</sub>的阿华田试样(S<sub>1</sub>)及其原样(S<sub>0</sub>)清除O<sub>2</sub>和OH的IC<sub>50</sub>,IC<sub>50</sub>值越大表明清除活性越弱。从清O<sub>2</sub>能力看,S<sub>1</sub>的IC<sub>50</sub>为0.16μl,S<sub>0</sub>

表2 阿华田强化前后清除活性氧自由基能力的比较

阿华田试样	自由基种类	线性回归方程		n	r	IC <sub>50</sub> (μL)
		I(%) ~ 试样体积 V(μL)				
对照样 S <sub>0</sub>	O <sub>2</sub>	I = 11.738 + 97.573V		5	0.9994	0.39
	OH	I = 23.329 + 0.280V		4	0.9989	95.24
强化样 S <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	I = 0.693 + 309.544V		5	0.9690	0.16
	OH	I = 12.966 + 0.621V		5	0.9964	59.67

则为 0.39 $\mu$ L,表明强化 1% Ebl<sub>972</sub> 后,清 O<sub>2</sub> 活性提高了 1 倍以上(约为 240%);从清 OH 能力看, S<sub>1</sub> 和 IC<sub>50</sub> 为 59.67 $\mu$ L,表明活性提高了约 160%。

### 2.3 强化后阿华田的抗油脂氧化性能

不同浓度的 BHT 和 TBHQ 的 TBA 试验结果见图 1,阿华田强化样及其对照与 BHT 和 TBHQ 的比较列于图 2。

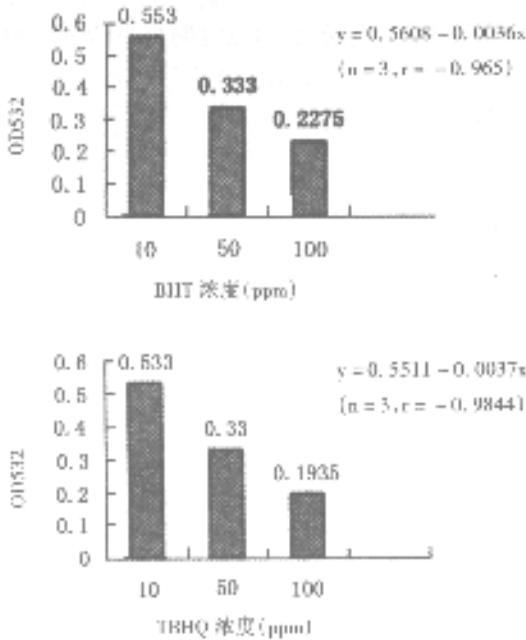


图 1 THB 和 TBHQ 在 TBA 试验中的浓度与 OD<sub>532</sub> 的相关关系

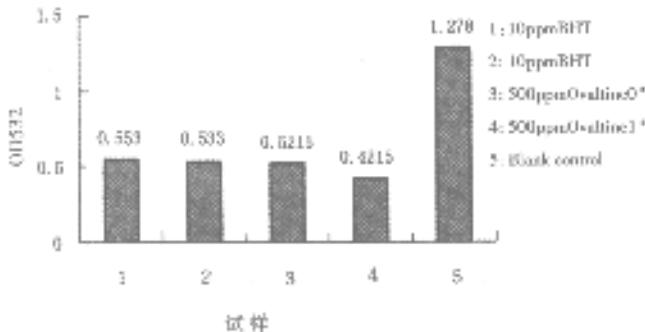


图 2 阿华田强化和对照样及合成抗氧化剂在 TBA 试验中的抗氧化效果比较

表 3 加热贮存过程中阿华田内 VA 和 VE 的含量变化

Ovaltine	VA ( $\mu$ g/100g)						VE ( $\mu$ g/100g)					
	0d		5d		22d		0d		5d		22d	
	C*	L**	C	L	C	L	C	L	C	L	C	L
0#	694	100	689	0.72	585	15.70	10450	100	10000	4.31	8350	20.10
1#	659	100	646	1.97	599	9.10	9430	100	9300	1.38	8850	6.15

从图 2 给出的数据结合图 1 中 BHT 和 TBHQ 的线性回归方程,可以推算出:在相同添加浓度下,Ovaltine 1#的抗氧化性能相当于 39.17ppm 的 BHT 和 34.74ppm 的 TBHQ,而 Ovaltine 0#仅分别相当于 11.04ppm 的 BHT 和 7.93ppm 的 TBHQ。用此值比较,强化样的抗油脂氧化能力约比对照提高了 3.5~4.3 倍,表明添加 1% 的 Ebl<sub>972</sub> 极为显著地改善了阿华田的抗脂质氧化性能。

### 2.4 Ebl<sub>922</sub> 对麦乳精 V<sub>A</sub> 和 V<sub>E</sub> 的保护作用

表 3 中 0d 的数据显示,阿华田在强化过程中 V<sub>A</sub> 和 V<sub>E</sub> 的损失显著,损失率分别为 5.39% 和 9.76%,表明这二种维生素的热稳定性差,在热水溶解、均质和喷雾干燥中(1.3.2)遭到一定破坏。Ovaltine 1#和 0#在 50 $^{\circ}$ C 贮存 22 天后,0#的 V<sub>A</sub> 和 V<sub>E</sub> 损失达 15.70% 和 20.10%,而 1#仅损失了 9.10% 和 6.15%,表明 1% 的 Ebl<sub>972</sub> 显著地保护了制品中 V<sub>A</sub> 和 V<sub>E</sub> 的氧化损伤。

### 2.5 强化前后阿华田中有效成分含量的变化

表 4 阿华田强化 1% Ebl<sub>972</sub> 前后的总黄酮和总酯含量

样品	实测值 (%)		Ovaltine 1#	
	总黄酮	总内酯	的理论值 (%)	损失率 (%)
Ebl <sub>972</sub>	20.4	5.99	总黄酮 = 0.70	总黄酮 = 1.43
Ovaltine 0#	0.50	1.33	总内酯 = 1.39	总内酯 = 1.44
Ovaltine 1#	0.69	1.37		

从表 4 可见,阿华田本身含有一定数量的总黄酮和总内酯,主要来自麦芽提取物。添加 1% Ebl<sub>972</sub> 以后,按理论值计算,Ovaltine 1#中总黄酮的含量应为 0.70%,而实测值为 0.69%,强化过程中损失了 1.43%;同样,总内酯的损失率也仅为 1.44%。再一次表明了竹叶黄酮和内酯具有很好的热稳定性<sup>[1]</sup>。

## 3 讨论

竹叶提取物和麦乳精制品在外观、风味和有效成分上均具有很好的相似性和相容性。添加 1% 的 Ebl<sub>972</sub> 后,对阿华田的外观和风味无任何不良影响(表 1),产品的

总黄酮含量增加了 38% (表 4) 清  $O_2\cdot$  和清  $\cdot OH$  活性分别提高了 240% 和 160% (表 2) 抗脂质氧化的能力增加了 3~4 倍 (图 2) 并显著地防护了  $V_A$  和  $V_E$  的氧化损伤 (表 3), 品质得到显著提升, 预计其货架寿命 (Shelf-life) 也将大幅度延长。此结论与我们先前在啤酒中强化竹叶黄酮的研究结果有着很好的对应关系<sup>[12]</sup>。

以竹叶提取物为主要成分的保健食品——竹康宁胶囊 [安吉圣氏生物制品有限公司出品, 卫食健字 (1999) 第 0564 号] 已批量上市, 每粒内容物重 250mg, 竹叶总黄酮含量  $\geq 25\text{mg}/\text{粒}$ , 推荐剂量为每日 2~4 粒, 标识的保健功效为免疫调节和调节血脂。按其零售价格每粒约 1 元计, 消费者的日均支出在 2~4 元之间。若将竹叶提取物强化进麦乳精类产品 (阿华田、乐口福等) 中, 按 Ebl<sub>972</sub> 售价 500 元/kg、1% 的添加量计算, 则每 kg 麦乳精产品仅增加原料成本 5 元; 强化后产品的销售价以提高 10 元/kg 计, 企业的毛利可达 100%。对消费者而言, 日摄食强化麦乳精一杯 (约 30g), 内含 Ebl<sub>972</sub> 300mg, 折合成竹叶总黄酮为 60mg, 相当于 2 粒竹康宁中有效成分的含量, 而日消费支出与饮用普通麦乳精相比仅增加 0.3 元。

麦乳精是一种老少皆宜的营养饮品, 有较好的群众基础。强化竹叶提取物以后又能大幅度提高其保健功效和性能/价格比, 赋予新的营养内涵。

致谢: 承蒙轻工部食品质量检测站杭州站的陈青俊和黄婉芬同志检测阿华田的  $V_A$  和  $V_E$  含量, 并提取

亚油酸试剂, 特在此一并致谢!

#### 参考文献

- 1 张英. 竹叶保健功能因子的研究, 无锡轻工大学博士学位论文, 1995.
- 2 张英、丁霄霖. 竹叶有效成分和抗活性氧自由基效能的研究. 竹子研究汇刊, 1996, 15(3).
- 3 张英、唐莉莉. 金毛竹叶提取物抗衰老作用的实验研究. 竹子研究汇刊, 1997, 16(4) 62~67.
- 4 张英、丁霄霖. 竹叶提取物生物抗氧化性质的研究. 营养学报 1998, 20(3) 367~371.
- 5 中华人民共和国国家标准. 麦乳精 (含乳固体饮料) 卫生标准, GB7101-86.
- 6 Pascual C. & Romay C., Effect of antioxidants on chemiluminescence produced by reactive oxygen species, J. of Bioluminescence and Chemiluminescence, 1992, 7: 123~132.
- 7 郑建仙著. 功能性食品. 北京: 中国轻工业出版社, 1995, 403.
- 8 中华人民共和国国家标准. 婴幼儿配方食品和乳粉维生素 A、D、E 的测定, GB/T 5413.9-1997.
- 9 王红、张卫明. 银杏叶中黄酮类化合物的质量研究. 中国野生植物资源, 1995, 1: 13~16.
- 10 Faisal H. A. Othman, Primary Studies on Lactones in Bamboo Leaf, Thesis for Master Degree of Zhejiang University, 2000, 5, 21~26.
- 11 张英、陈敬秒、丁霄霖. 竹叶黄酮水溶液的稳定性研究. 浙江农业大学学报, 1997, 23(S).
- 12 张英、冯磊、陈霞、吴晓琴、胡林福. 一种新型的保健啤酒——竹啤. 竹子研究汇刊, 2000, 19(1) 33~37.

## 应用微机进行营养配餐和菜肴营养评价的探讨

张培茵 石长波 王忠 黑龙江商学院旅游烹饪系

**摘要** 尝试探讨依据营养学的平衡膳食原理, 建立烹饪原料的优化选择模型和营养价值评价模型, 在选定菜肴原料的情况下, 运用微机迅速给出每种原料的最优需要量, 并且能够满足成本 (价格) 最低, 并在该模型的基础上提出一种菜肴营养价值评价方法——营养评价标准误差法, 这种方法可用于测评一道菜或一组菜肴原料营养素搭配是否达到平衡膳食要求。

**关键词** 微机 平衡膳食 营养素

**Abstract** The paper attempted to constitute a model of optimized selection of cooking ingredients and a model of evaluating the importance of nutrition. After the selection of the ingredients of the dishes, we could apply micro-computer to present an optimized quantity of each ingredient as soon as possible, and to minimize the cost (price). Based on the models, the paper brought forward a method to evaluate the nutrition of the dishes, that is, the method of standard deviation to evaluate nutrition. We could use this method to evaluate a dish or a menu to see whether the method of nutritional composite ingredients, could meet the need of a balanced meal.

**Key words** Microcomputer Balanced meal Nutriment