

采用  $\beta$ -环状糊精包埋法去除稀奶油中的胆固醇\*

生庆海 耿倩 陆淳 张志国

(石家庄三鹿集团股份有限公司, 石家庄 050071)

**摘要** 研究了不同条件下稀奶油中胆固醇去除率和  $\beta$ -环状糊精残留率的变化情况。试验结果表明 稀奶油经 20MPa 均质后, 添加 8.5%  $\beta$ -环状糊精, 经 30℃ 混合 10 min 4℃ 静置 10 min 4 000 r/min 离心 10 min 处理, 胆固醇去除率能够达到 84.21%,  $\beta$ -环状糊精残留率为 13.13%。

**关键词** 稀奶油, 胆固醇,  $\beta$ -环状糊精

胆固醇具有重要的生理作用, 但若人体内的低密度脂蛋白胆固醇多了, 就会造成动脉粥样硬化, 引起冠心病、高血压病等。

牛乳中的胆固醇约有 75% 存在于脂肪球内, 每克乳脂肪中约含 4 mg 胆固醇。胆固醇的脱除方法包括有机溶剂抽提、超临界  $\text{CO}_2$  萃取等物理方法和  $\beta$ -环状糊精( $\beta$ -CD)法等化学方法以及生物化学方法。文中主要研究了  $\beta$ -环状糊精包埋法去除牛奶中胆固醇的加工工艺。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

稀奶油 新鲜牛乳离心分离后获得  $\beta$ -环状糊精 浙江湖州食品化工联合公司(分析纯); 胆固醇 中国医药集团上海化学试剂公司(分析纯); 水为重蒸水; 其他化学试剂均为分析纯。

722 型分光光度计, 高速冷冻离心机, 高压均质机, 磁力搅拌器, 旋涡混合器, 真空干燥箱, 恒温水浴锅。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 样品处理

稀奶油 → 标准化 → 预热 → 均质 → 杀菌 → 混合 → 静置 → 离心分离 → 低胆固醇稀奶油  
 $\beta$ -CD

#### 1.2.2 胆固醇含量测定

##### 1.2.2.1 标准曲线

吸取胆固醇正己烷标准液(0.20 mg/mL) 0.00、0.20、0.40、0.60、0.80、1.00 mL, 于真空干燥箱内 60℃ 挥干溶剂, 加入 0.4 mL 冰乙酸、0.2 mL 邻苯二甲醛-乙醇溶液(1 mg/mL) 4.0 mL 体积比 1:1 浓硫酸-冰乙酸, 旋涡混匀, 冷却, 显色 15 min, 在 90 min 内 553 nm 下测定 OD 值。以胆固醇含量对吸光度做工作曲线得方程为:  $y = 9.9352x$  ( $R^2 = 0.9985$ )。

##### 1.2.2.2 样品检测

准确称取稀奶油 1.00 g, 加入 2.0 mL 连苯三酚-甲醇溶液(8 mg/mL), 5.0 mL KOH- $\text{CH}_3\text{OH}$  醇溶液(0.2 g/mL), 在旋涡混合器上混匀后放入 80℃ 水浴中皂化 30 min, 然后加入 10.0 mL 正己烷萃取, 静置, 上层液 2 500 r/min 离心 10 min, 取上清液 1.0 mL, 在真空干燥箱中 60℃ 挥干溶剂, 加入 0.4 mL 冰乙酸、0.2 mL 邻苯二甲醛-乙醇溶液(1 mg/mL) 4.0 mL 体积比 1:1 浓硫酸-冰乙酸, 显色 15 min, 在 90 min 内 553 nm 下比色得 OD 值。

$$\text{稀奶油中胆固醇含量 (mg/g)} = \frac{C \times V}{m}$$

式中:  $C$  测得的 OD 值在胆固醇标准曲线上显示的胆固醇量(mg);  $V$  正己烷总体积(mL);  $V'$  取出的正己烷上清液体积(mL);  $m$  稀奶油质量(g)

##### 1.2.3 $\beta$ -环状糊精残留率测定

第一作者: 博士, 高级工程师。

\* 国家十五重大科技攻关奶业专项资助项目(No. 2002BA518A5)

收稿时间 2004-06-17, 改回时间 2004-08-30

准确称取稀奶油 10.00 g,置于 250 mL 分液漏斗中,用 100 mL 石油醚洗去脂肪,水相移到 250 mL 容量瓶中,60℃ 保温 30 min,冷却,加入 5.0 mL 乙酸锌溶液和 5.0 mL 亚铁氰化钾溶液以除去蛋白质,定容,混匀,过滤。吸取 50.0 mL 滤液于 100 mL 容量瓶中,加 15.0 mL 体积分数 50% HCl,沸水浴水解 30 min,冷却后加入 1 滴甲基红指示剂,用 NaOH 中和溶液至透明的橙黄色,定容。用菲林试剂滴定法测得总糖与乳糖含量之差即为  $\beta$ -CD 含量。

### 1.3 数据处理

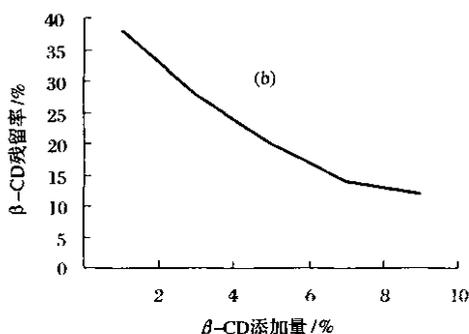
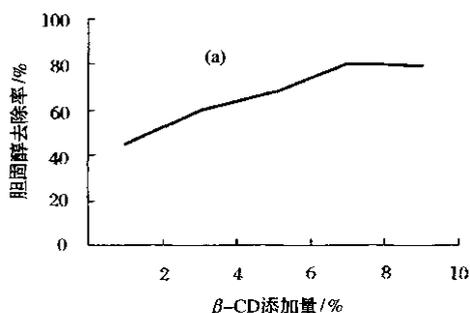


图 1  $\beta$ -CD 添加量对胆固醇的去除率(a)和  $\beta$ -CD 残留率的影响(b)

从图 1 中可以看出  $\beta$ -CD 添加量为 8% 时,胆固醇的去除率最高, $\beta$ -CD 残留率则是随添加量的增加而减少。

### 2.2 混合温度的影响

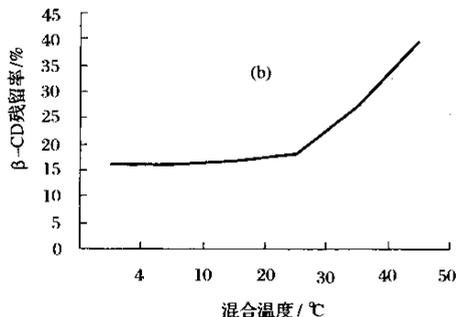
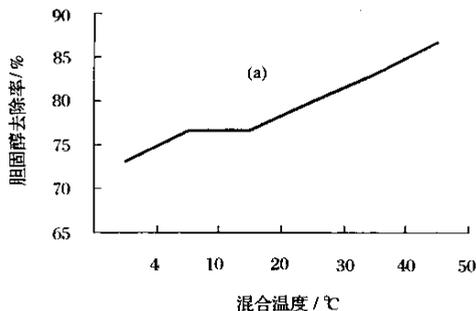


图 2 不同混合温度对胆固醇的去除率(a)和  $\beta$ -CD 残留率的影响(b)

从图 2 中可以看出,随着混合温度的升高, $\beta$ -CD 的残留率也不断增加。当达到 30℃ 时, $\beta$ -CD 的残留率急剧上升。

### 2.3 混合时间的影响

每组数据测定 3 次,按统计学方法处理。

## 2 结果与讨论

### 2.1 $\beta$ -环状糊精添加量对胆固醇去除效果的影响

稀奶油经 20 MPa 均质后,添加不同量的  $\beta$ -CD,30℃ 混合 10 min,于 4℃ 静置 10 min,4 000 r/min 离心 10 min。测定所得低胆固醇稀奶油中的胆固醇含量和  $\beta$ -CD 的残留率,结果如图 1 所示。

经 20 MPa 均质后的稀奶油样品,添加 8% 的  $\beta$ -CD,在不同温度下混合 10 min 后,于 4℃ 静置 10 min,4 000 r/min 离心 10 min。测定胆固醇含量和  $\beta$ -CD 的残留率,结果如图 2 所示。

经 20 MPa 均质后的稀奶油样品,添加 8% 的  $\beta$ -CD,在 30℃ 下混合不同的时间,于 4℃ 静置 10 min,4 000 r/min 离心 10 min。测定胆固醇含量和  $\beta$ -CD 的残留率,结果如图 3 所示。

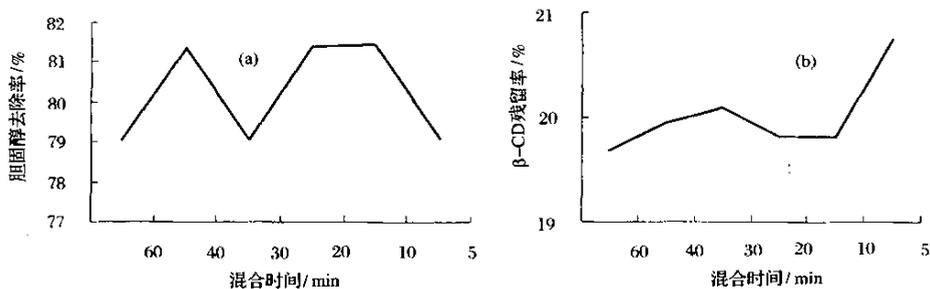


图3 不同混合时间对胆固醇的去除率(a)和 $\beta$ -CD残留率的影响(b)

从表3中可以看出,不同混合时间对胆固醇的去除率和 $\beta$ -CD残留率都没有太大的影响。

#### 2.4 静置时间的影响

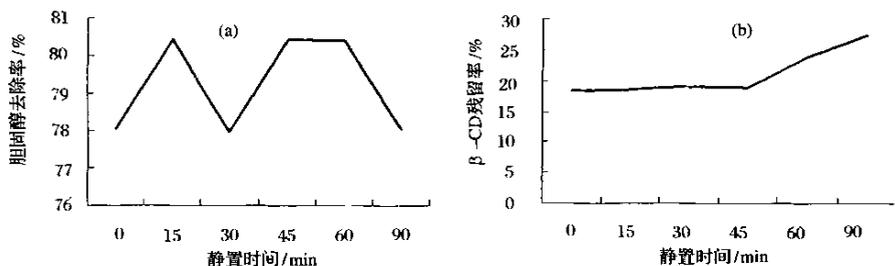


图4 静置时间对胆固醇的去除率和 $\beta$ -CD残留率的影响

从图4看出,静置时间的长短对胆固醇的去除率和 $\beta$ -CD的残留率基本没有影响。

#### 2.5 离心力的影响

经20 MPa均质后的稀奶油样品,添加8%

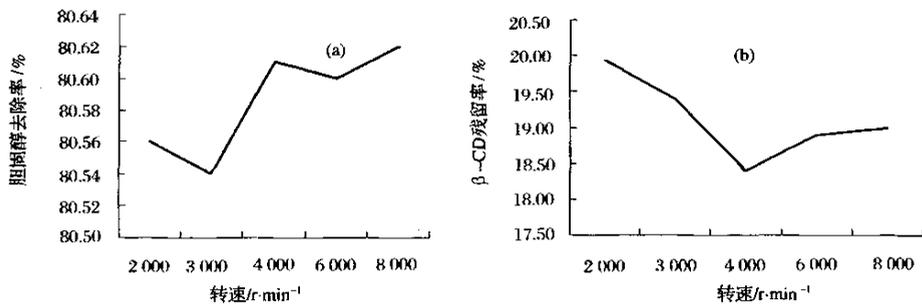


图5 离心力对胆固醇的去除率(a)和 $\beta$ -CD残留率的影响(b)

除率和 $\beta$ -CD的残留率都没有太大的影响。

#### 2.6 均质压力的影响

稀奶油经过不同压力均质后,添加8%的

经20 MPa均质后的稀奶油样品,添加8%的 $\beta$ -CD,30℃混合10 min,于4℃静置不同时间,4 000 r/min离心10 min。测定胆固醇含量和 $\beta$ -CD的残留率,结果如图4所示。

的 $\beta$ -CD,30℃混合10 min,于4℃静置10 min,在不同离心力下离心10 min。测定胆固醇含量和 $\beta$ -CD的残留率,结果如图5所示。

从图5看出,离心力的大小对胆固醇的去

$\beta$ -CD,30℃混合10 min,于4℃静置10 min,4 000 r/min离心10 min。测定胆固醇含量和 $\beta$ -CD的残留率,结果如图6所示。

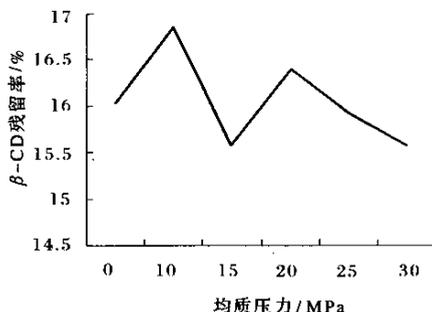
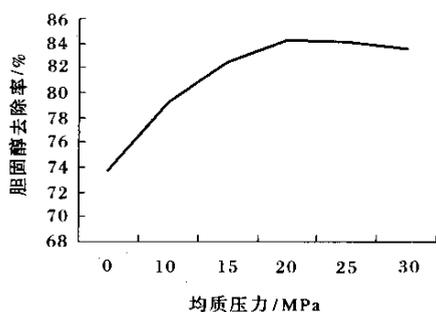


图6 均质压力对胆固醇的去除率和β-CD残留率的影响

从图6中可以看出,均质压力的大小对β-CD的残留率没有太大的影响,而胆固醇的去除率随着均质压力的提高而提高,但当均质压力超过20MPa时,胆固醇的去除率基本保持不变。

### 2.7 最佳工艺参数的确定

由以上实验结果可知,影响胆固醇去除率和β-CD的残留率的主要因素包括β-CD的添加量、混合温度、均质压力,我们通过正交实验进一步确定最佳工艺参数,结果如图7和图8所示。

表1 因素水平表

水平	因素		
	β-CD添加量(A) / %	混合温度(B) / °C	均质压力(C) / MPa
1	7.50	25	17
2	8.00	30	20
3	8.50	35	23

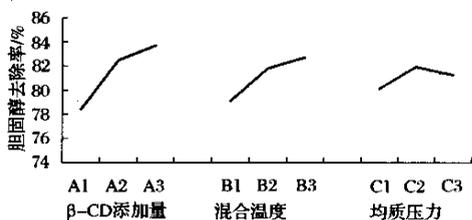


图7 均质压力、β-CD添加量、混合温度对胆固醇去除率的影响

通过正交试验结果可知,去除胆固醇的最佳条件是:均质压力为20MPa、β-CD添加量为8.5%、混合温度为35°C;去除β-CD的最佳条件是:均质压力为23MPa、β-CD添加量为8.5%、混合温度为25°C。

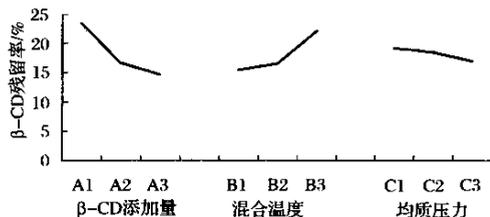


图8 均质压力、β-CD添加量、混合温度对β-CD残留率的影响

因此,胆固醇去除率和β-CD的残留率达到最佳的实验条件是:均质压力为20MPa、β-CD的添加量为8.5%、混合温度为30°C。

### 3 结论

β-CD的添加量、混合温度以及均质压力是影响胆固醇去除率和β-CD的残留率的主要因素,而混合时间、静置时间和离心力的大小对胆固醇的去除率和β-CD的残留率都没有太大的影响。

原料乳离心得到稀奶油,经20MPa均质后,添加8.5%β-环状糊精,经过30°C混合10min,4°C静置10min,4000r/min离心10min处理后,胆固醇去除率能够达到84.21%,β-环状糊精残留率为13.13%。

### 参考文献

- 顾瑞霞. 乳与乳制品生理功能特性[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2000
- 李亚琴, 吴守一, 马海乐. 蛋黄中胆固醇的去除方法[J]. 江苏理工大学学报, 1998, 19(6): 11~16
- 吴肖, 刘通讯. 乳与胆固醇[J]. 中国乳品工业,

- 2000, 28(5):34~37
- 4 曹劲松. 用  $\beta$ -环状糊精包合法脱除胆固醇的工艺探讨[J]. 食品科学, 1996, 17(4):31~34
- 5 王惠云, 高山. 鸡蛋中胆固醇快速测定方法的研究[J]. 食品科学, 1995, 16(6):58~59
- 6 Lee D K, Ahn J, Kwak H S. Cholesterol removal from homogenized milk[J]. J Dairy Sci, 1999, 82:2327~2330
- 7 Pramila Rao, Sujatha D, Rathina Raj K et al. Safety aspects of residual  $\beta$ -cyclodextrin in egg treated for cholesterol removal[J]. Eur Food Technol, 2000, 211:393~395

## Cholesterol Removal from Cream Using $\beta$ -Cyclodextrin

Sheng Qinghai Geng Qian Lu Chun Zhang Zhiguo

(Shijiazhuang Sanlu Group Co. Ltd., Shijiazhuang, 050071)

**ABSTRACT** Optimum conditions for removing cholesterol in cream by  $\beta$ -CD were studied.  $\beta$ -CD at 8.5% provided 84.2% removal of cholesterol. The operating conditions were as follows: 10 minutes for mixing time with mixture at 30°C, 10 minutes for centrifuging at 4000 r/min, the homogeneous pressure of 20 MPa. The residue percentage of  $\beta$ -CD was 13.13%.

**Key words** cream cholesterol  $\beta$ -CD removal

政策法规  
标准

### 2005年食品标签将实行新国标

在食品市场上,一些食品标签上随意标示着营养元素对人体的生理作用。这种现象不久将得到规范。

为改变食品标签的混乱状况,保证食品安全,国家质检总局、国家标准化委员会修订发布了《预包装食品标签通则》,以及《预包装特殊膳用食品标签通则》2项强制性国家标准。为了与裸装食品有所区别,使用了“预包装”这一术语,而“特殊膳食用”则是直接采用国际食品法典委员会的法典名称,较原“特殊营养”的称谓更加贴切。新标准进一步强化了食品标签的真实性,不允许利用产品名称混淆食品的真实属性欺骗消费者。对于消费者关心的甜味剂、防腐剂、着色剂,新标准要求必须标示具体的名称,对较长时间贮存不易变质的预包装食品,可以免除标示保质期。

据悉,新标准将于2005年10月1日起实施。

政策法规  
标准

### 欧盟已修订食品添加剂的相关使用规则

欧盟已经提议修改食品添加剂的使用,其中包括肉类亚硝酸盐规定水平的减少,防止使用凝胶成形的食品添加剂等。欧盟已经提议批准将乙基纤维素、赤藻糖醇、4-己基雷琐酚和大豆半纤维素作为食品添加剂使用。

亚硝酸盐和硝酸盐已经作为储存肉类产品如咸肉、火腿等的添加剂而使用。亚硝酸盐的使用可以保持咸肉的颜色和气味,延缓或阻止细菌病原体的生长。在大部分咸肉产品中,添加亚硝酸盐成为阻止毒素增长的必需程序。不过,现在的法令规定在非加热处理、盐渍和干燥肉制品中钾亚硝酸盐的最大残留不能超过50 mg/kg,其他盐渍肉和肉罐头不能超过100 mg/kg。盐渍鲑鱼和小鲑鱼的残留不能超过200 mg/kg。然而在肉制品中,亚硝酸盐已经转化成致癌物质亚硝胺。

为了反映欧盟将亚硝胺水平尽可能控制在最低水平的目标,提议的修改将降低硝酸盐和亚硝酸盐容许添加到食品中的水平,同时仍将用于维持水平的微生物安全。2004年4月,欧盟已经做出决定停止在欧盟销售含有特定从海藻或果胶中提取的食品添加剂的迷你果冻。现在的提议将使这一停止销售决定永远有效。