

# 胆固醇— $\beta$ -环糊精复合物的再利用

鲁红军 (中国肉类食品综合研究中心, 北京 100075)

**摘 要** 采用微胶囊技术脱除食品中的胆固醇, 产生了大量的副产物胆固醇— $\beta$ -环状糊精复合物。本文简述了胆固醇— $\beta$ -环状糊精复合物解离释放、回收再利用的原理和方法。

**关键词** 胆固醇— $\beta$ -环状糊精复合物 再利用

在现有的胆固醇脱除技术中, 微胶囊包埋法是一种简便、快捷、高效、易于推广的实用技术。用微胶囊技术脱除食品中的胆固醇, 其技术原理是建立在天然高分子壁材物质  $\beta$ -环状糊精 (简称  $\beta$ -CD) 对食品中的胆固醇成分具有特殊的选择性的基础之上的。 $\beta$ -CD 具有独特的环状空间结构和非常稳定的化学性质, 内部的非极性疏水空腔结构可以依靠范德华力、亲和力及氢键力等化学作用力, 能与理化性质和分子结构相匹配的客体分子形成稳定的包埋复合物, 然后再利用高分离手段, 使被包合物脱离原载体系, 从而实现其它方法所难以实现的胆固醇的高脱除效率。

胆固醇微胶囊脱除技术的推广实用, 产生了大量的副产物胆固醇— $\beta$ -环糊精复合物, 其中富含胆固醇成分 (其湿基物质胆固醇含量  $\geq 2\%$ )。这种包合物一般不易被分解, 因而不能直接作为饲料喂养动物, 其结果只能作为废弃物进行处理, 从而给环境治理造成一定的困难。于是, 继微胶囊脱除技术问世之后, 胆固醇— $\beta$ -CD 复合物回收利用技术的研究便成为急待解决的当务之急。

胆固醇是一种重要的生化原料, 在医药、日用化工、饲料添加剂等领域中具广泛的用途, 具有很高经济价值。据文献报道, 目前商业制备胆固醇制品, 一般是动物的大脑、脊髓、胆结石或羊毛脂的提取物, 而这些原料来源较少。鉴于胆固醇本身的应用价值以及低胆固醇食品在加工过程中的生产成本和由此引发的环保问题, 如果能对胆固醇— $\beta$ -CD 复合物, 进行适当处理, 将包埋于其中的胆固醇解离释放出来, 然后进行提纯处理, 同时使  $\beta$ -CD 得到循环利用, 岂不变废为宝, 物尽其用。

## 1 包含物的解离释放

由于胆固醇— $\beta$ -CD 复合物为分子水平上形成的微胶囊, 因此其解离技术可视为囊芯脱离壁材的释放过程。

从胆固醇— $\beta$ -CD 包合物中释放胆固醇技术的研究报道鲜为人知, 因此可参考的文献微乎其微。无锡轻工大学 1998 年曾利用生物酶法回收胆固醇— $\beta$ -CD 复合物中的胆固醇, 但酶法成本较高, 工艺繁琐, 生产周期较长。并且利用酶法解离的壁材物质, 其环状结构上的 1,4 糖苷键遭到破坏,  $\beta$ -CD 因化学结构的改变而无法回收利用。

无论采用什么方法, 设法打破微胶囊外壳的壁垒作用, 使包埋于其中的胆固醇释放出来, 是解决这一问题的首要步骤。

根据胆固醇— $\beta$ -CD 包含物的理化性质, 可以采取如下方法。

### 1.1 机械法

借助各种形式的外力作用 (加压、揉破、毁形或摩擦), 实现包合物囊壁的破裂, 促使微胶囊内部的芯材物质释放出来。

### 1.2 物理法

利用加热溶融等物理方法, 使芯材物质通过囊壁上的微孔、裂缝或半透膜渗透扩散而得以释放。

### 1.3 生化法

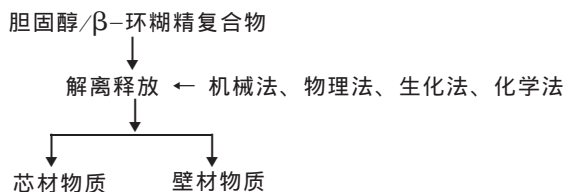
利用淀粉酶的生物活性作用, 在适当的反应条件 (时间、温度、pH 值) 下, 使壁材物质的化学结构破坏, 促使微胶囊复合物彻底分解, 从而使芯材物质得以彻底释放。

### 1.4 化学法

利用芯材物质与某些有机溶剂的亲合作用,

在适当条件下, 迫使包含物体系失稳, 从而使胆固分别游离释放。

复合物解离释放, 可图示如下:



## 2 胆固醇的提取纯化

当微胶囊的壁垒作用被破坏以后, 可以利用非极性、疏水性大孔径聚合树脂的吸附特性, 优先将胆固醇吸附出来。或利用某些有机溶剂对芯材物质特殊的亲和作用, 在适当的条件下通过浸渍、蒸馏、吸附、提取等处理步骤, 将胆固醇释放出来。

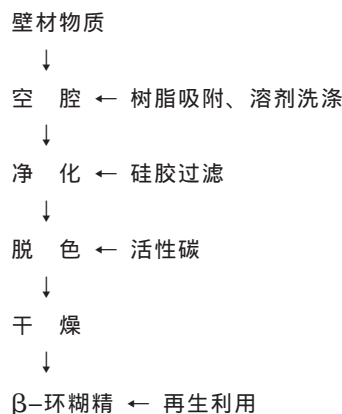
就化学释放法而言, 胆固醇的释放效果除了取决于壁材物质和芯材物质的化学组成及理化特性密切相关以外, 释放剂的选择、浓度、pH 值、温度等客观因素也不可忽视。

在囊芯物质解离释放的过程中, 整个微胶囊包含物在外界条件的作用下处于不稳定的状态, 通过溶剂分子的不规则运动, 其中一部分透过外壁, 进入分子内腔内, 利用其亲和作用使芯材分子溶解其中, 然后挣脱壁材中腔的壁垒作用, 达

到释放胆固醇的目的。从内腔中释放出来的胆固醇经过皂化、提取、纯化、结晶处理, 可以得到 95% 纯度的胆固醇精品。其工艺路线归纳为: 芯材物质—皂化—提取—纯化—结晶—胆固醇精品。

## 3 β-环糊精的再生处理

由于 β-环糊精具有特殊的分子结构和很强的化学稳定特性, 在解离过程中不易为外界因素所干扰, 因此仍然可能恢复原有的壁材特性。处理步骤如下:



当芯材物质胆固醇脱离包含物的囊壳之后, 使用过的 β-环糊精经过空腔、净化、脱色、干燥处理, 仍然可以恢复原有的物理化学性质, 在实际应用中得以循环利用。

## Re-utilization of Cholesterol-β-cyclodextrin Compound

Lu Hongjun

**ABSTRACT** A large amount of by-products, cholesterol-β-cyclodextrin compound, are produced during the process of eliminating the cholesterol from food by adopting microcapsule technique. The principle and method for releasing recovering and re-utilization cholesterol-β-cyclodextrin compound are both briefly introduced.

**KEY WORD** cholesterol-β-cyclodextrin compound; re-utilization

(上接第 13 页)

- 产业化发展. 内蒙古畜牧科学, 2000, (4)
- 13 孔宪臣等. 黑龙江肉牛业发展建设. 黑龙江畜牧兽医, 1998, (3)
- 14 张松君等. 肉牛产品的综合开发. 黄牛杂志, 1999, (2)

- 15 朱本志. 大力发展冷却肉. 肉类研究, 1999, (4)
- 16 宋立新. 关于冷却肉的质量. 上海水产大学学报, 1999, (8)
- 17 刘万峰. 我国牛肉进出口市场的现状和前景. 肉类工业, 2001, (4)

## Present Status and Trend of Beef Cattle Breeding in China

Kong Baohua

**ABSTRACT** The Present Status of the Chinese beef cattle breeding industry is introduced, along with a comparison between the domestic and oversea. Based on the comparison, a proposal for the developmental direction of the Chinese beef cattle breeding is put forward.

**KEY WORD** beefcattle; present status; developmental trend