

β - 环糊精脱除猪油中胆固醇的研究

- 肖杨 罗永康 于海燕 (中国农业大学食品科学与营养工程学院 北京 100083)
 ■ 何刚强 (浙江金大地生物工程股份有限公司 浙江 314100)

摘要: 本实验利用三因素二次正交旋转设计, 研究了搅拌温度、搅拌时间和 β - 环糊精添加量对 β - 环糊精包埋法脱除猪油胆固醇效果的影响, 建立了各因素与胆固醇脱除率的回归方程, 筛选出了较理想的胆固醇脱除条件, 即: 搅拌时间 90min、搅拌温度 45 和 β - 环糊精添加量 8.5%。在这三个因素中, β - 环糊精添加量为主要影响因素, 而搅拌时间的影响较小。

关键词: 脱除胆固醇; β - 环糊精; 猪油

Cholesterol removal from lard with β -cyclodextrin

Abstract: This study was carried out to determine the effects of three different factors (mixing temperature, mixing time and β -cyclodextrin concentration) in reduction of cholesterol in lard-water mixture by application of β -cyclodextrin. Three factors quadratic rotating design was applied in the experiment. The regression equation of cholesterol reduction with mixing temperature, mixing time and β -cyclodextrin concentration was established. The optimized conditions for the process was addition of 8.5% β -cyclodextrin, mixing temperature of 45 and 90-min mixing time. β -cyclodextrin concentration was the most effective factor. Among other factors, mixing time (30 to 150 min) did not significantly affect cholesterol removal.

Keywords: cholesterol removal; β -cyclodextrin; lard

前言

胆固醇是维持生命和正常生理功能所必需的一种营养成分。胆固醇不溶于稀酸、稀碱, 不能皂化, 在食品加工中几乎不被破坏。人体内约 2/3 的胆固醇是由肝脏、小肠壁等器官自身合成, 这部分称为内源性胆固醇; 另外约 1/3 则由食品中获取, 称为外源性胆固醇。食品中胆固醇作用于肝脏及小肠, 对胆固醇的合成也形成负反馈调节。血液中的胆固醇反映总体胆固醇, 缺少胆固醇的现象很少发生, 而体内胆固醇含量超过标准却易发生。

由于食品中胆固醇的过量摄入易引起心血管疾病, 人们开始利用不同的加工手段来脱除食品中的胆固醇^[1]。其中 β - 环糊精包埋快捷有效, 在蛋、奶方面的应用较多^[2,3], 而在猪油脂中应用的报道却很有限。在我国猪油的应用广泛。我国南方如江西、湖

南、四川、重庆、云南、贵州等地, 仍保持着食用猪油的习惯, 这些地区宾馆餐厅及家庭炒菜大多都用猪油, 消费量大。在食品工业中, 猪油则大量用于油炸方便面、快餐调料、糕点起酥和速冻食品等^[4]。本试验主要研究使用 β - 环糊精包埋时搅拌温度、搅拌时间和 β - 环糊精添加量对猪油中胆固醇脱除率的影响, 以优化去除猪油中胆固醇的加工工艺。

1 材料与设备

猪油, 由购于市场上的猪板油干法炼制而成;
 β - 环糊精, 陕西礼泉“西秦”牌 β - 环糊精厂提供;
 电子分析天平; 电热恒温水浴锅; UV-2100 型分光光度计; JJ-1 电动搅拌器; 离心机。

2 试验方法

2.1 猪油中胆固醇含量的测定

参考 GB/T 15206-1994, 使用铁 - 硫酸显色

法测定猪油中胆固醇的含量^[5]。

2.2 猪油中胆固醇的脱除

用 β -CD包埋法脱除猪油胆固醇试验的工艺流程：猪油和水以质量比1:1混合^[6]→添加→CD>恒温搅拌→离心分离→低胆固醇猪油（上层）。

具体操作是：称取40g猪油于250ml烧杯中，加入40g水和不同量的 β -CD，混合均匀。将混合物置于不同温度的恒温水浴锅中，使用悬浆搅拌器以一定的转速搅拌，搅拌不同时间后取出，于4000rpm下离心10min^[6]，小心取出上层油脂，密封避光保存待后续试验使用。

2.3 脱除胆固醇的最佳工艺条件的确定

采用三因子二次正交旋转设计进行试验，猪油中胆固醇脱除的三因素分别为：搅拌温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）、搅拌时间（h）和 β -CD的添加量（%）。试验的因素水平编码表见表1。胆固醇的脱除率（%）作为Y值。

表1 因素水平编码表

因素	编码值水平 X_j				
	-1.682	-1	0	1	1.682
温度 X_1 ($^{\circ}\text{C}$)	30	36	45	54	60
时间 X_2 (min)	30	54	90	126	150
β -CD 添加量 X_3 (%)	4.0	5.2	7.0	8.8	10.0

3 结果与分析

3.1 结果

不同的搅拌温度、搅拌时间和 β -CD添加量对胆固醇脱除率的影响结果见表2。应用统计分析系统软件（SAS）对表1中的数据进行分析，得出了最优的工艺条件是：搅拌温度45 $^{\circ}\text{C}$ 、搅拌时间90min、 β -CD添加量8.5%，能脱除猪油中98.0%的胆固醇。

用SAS软件对表2中的数据进行回归分析，得出胆固醇脱除率（Y）对搅拌温度（ X_1 ）、搅拌时间（ X_2 ）和 β -CD添加量（ X_3 ）的回归方程为：

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i X_i + \sum_{i=1}^3 b_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 b_{ij} X_i X_j$$

该回归方程系数如表2所示，由表可知，3个变量对胆固醇脱除率影响的大小为： β -CD添加量>搅拌温度>搅拌时间。

表2 三因素二次正交旋转回归设计试验安排及结果

试验编号	温度 X_1 ($^{\circ}\text{C}$)	时间 X_2 (min)	β -CD X_3 (%)	脱除率 Y (%)
1	36(-1)	54(-1)	5.2(-1)	80.45
2	36(-1)	54(-1)	8.8(1)	85.76
3	36(-1)	126(1)	5.2(-1)	89.63
4	36(-1)	126(1)	8.8(1)	92.01
5	54(1)	54(-1)	5.2(-1)	73.11
6	54(1)	54(-1)	8.8(1)	88.25
7	54(1)	126(1)	5.2(-1)	79.93
8	54(1)	126(1)	8.8(1)	86.8
9	30(-1.682)	90(0)	7.0(0)	89.95
10	60(1.682)	90(0)	7.0(0)	84.95
11	45(0)	30(-1.682)	7.0(0)	91.66
12	45(0)	150(1.682)	7.0(0)	81.51
13	45(0)	90(0)	4.0(-1.682)	69.54
14	45(0)	90(0)	10.0(1.682)	98.04
15	45(0)	90(0)	7.0(0)	96.49
16	45(0)	90(0)	7.0(0)	95.39
17	45(0)	90(0)	7.0(0)	95.98
18	45(0)	90(0)	7.0(0)	97.43
19	45(0)	90(0)	7.0(0)	96.62
20	45(0)	90(0)	7.0(0)	97.21

表3 三元二次正交旋转设计回归系数的分析

常数项	线性系数			二次项系数			因素间的互作系数		
b_0	b_1	b_2	b_3	b_{11}	b_{22}	b_{33}	b_{12}	b_{13}	b_{23}
0.965	-0.021	0.003	0.057**	-0.034*	-0.037**	-0.047**	-0.013	0.018	-0.014

注：*表示差异显著（ $P < 0.05$ ）；**表示差异极显著（ $P < 0.01$ ）。

3.2 单因素分析

在单因素效应分析中，采用降维方法，将其它两因子固定在零编码水平，分别描述单个因素的变动对溶解性的影响。

搅拌温度（ X_1 ）、搅拌时间（ X_2 ）、 β -CD添加量（ X_3 ）三个因素的单因素效应方程如下：

$$\text{曲线1: } Y_1 = 0.965 - 0.021X_1 - 0.034X_1^2$$

$$\text{曲线2: } Y_1 = 0.965 + 0.003X_2 - 0.037X_2^2$$

$$\text{曲线3: } Y_1 = 0.965 + 0.057X_3 - 0.047X_3^2$$

由图1中曲线1可知当搅拌温度（ X_1 ）较小时， X_1 与胆固醇脱除率呈正相关，当 X_1 超过某一值时，随着温度的升高，脱除率下降。分析其原因，当搅拌温度较小时，温度升高有助于提高猪油的流动性和 β -CD在水中的溶解度；当搅拌温度超过一特定值时，过高

的温度可能会破坏 β -CD 和胆固醇包合物稳定性^[7]。

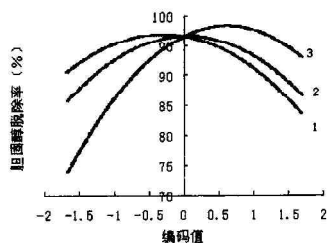


图1 单因素对胆固醇脱除率的影响

由图1中曲线2可知搅拌时间(X_2)-脱除率的关系与曲线1相似,当 X_2 大于一定值时,随着搅拌时间的延长,脱除率逐渐降低,这可能是因为经过长时间的搅拌 β -CD和胆固醇结合形成的包合物变得不稳定的缘故^[8]。

由图1中曲线3可知当 β -CD添加量(X_3)与胆固醇脱除率呈正相关,当 X_3 超过一定值时, X_3 与脱除率呈负相关。利用皂甙和毛地黄皂苷吸附牛乳和黄油中的胆固醇的同类实验^[9]表明,当皂甙和毛地黄皂苷的浓度超过一定值时,胆固醇的脱除率会随皂甙和毛地黄皂苷的浓度的增加而降低。该研究推测过量的 β -CD可能与自身竞争同胆固醇分子结合,从而导致降低胆固醇的包埋率。

3.3 双因素分析

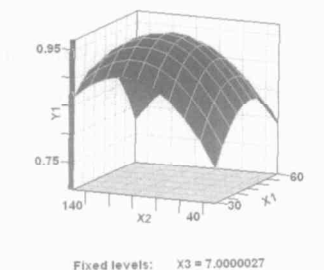
采用降维分析方法,将三因素其中一个因素固定在零水平即可得到另外两因素对胆固醇脱除率的方程:

$$Y_1 = 0.965 - 0.021X_1 + 0.003X_2 - 0.034X_1^2 - 0.012X_1X_2 - 0.037X_2^2$$

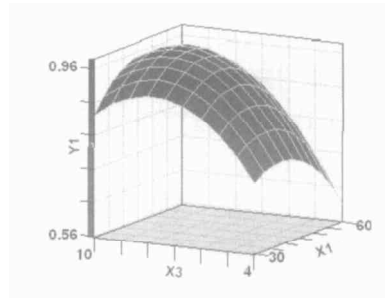
$$Y_1 = 0.965 - 0.021X_1 + 0.057X_3 - 0.034X_1^2 + 0.018X_1X_3 - 0.047X_3^2$$

$$Y_1 = 0.965 + 0.003X_2 + 0.057X_3 - 0.037X_2^2 - 0.014X_2X_3 - 0.047X_3^2$$

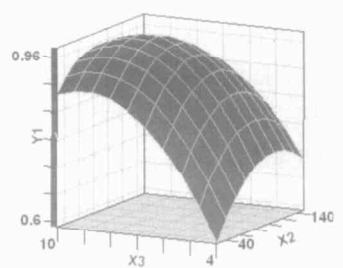
根据该子模型,绘制另两个因素对胆固醇脱除率(Y_1)的曲面图和等值线图,如图2所示。



a. 搅拌温度-搅拌时间对胆固醇脱除率的影响 (β -CD添加量为8.5%)



b. 搅拌温度- β -CD添加量对胆固醇脱除率的影响(搅拌时间为90min)



c. 搅拌时间- β -CD添加量对胆固醇脱除率的影响(搅拌温度为45)

图2 搅拌温度(X_1)、搅拌时间(X_2)、 β -CD添加量(X_3)对胆固醇脱除率(Y_1)的影响的响应面图

由图2可以看出得到的三个曲面图呈显出的趋势是相似的。例如,如图2(a),当 X_1 处于图中一定值时,胆固醇脱除率随着 X_2 的增大而增大,但是当 X_2 超过某一值时,又随着 X_2 增大而降低;当 X_2 处于一定值时,脱除率随着 X_1 的增大而增大,但当 X_1 超过某一值时,又随着 X_1 增大而有下降趋势。从图中也可看出,三种情况下,脱除率都能取到峰值,可判断最优的组合能落在所选的因素取值范围内。

4 结论

本试验研究得出,脱除猪油中胆固醇的最优生产工艺参数为:搅拌温度45、搅拌时间90min、 β -CD添加量8.5% (其他条件为:猪油和水以质量比1:1混合和4000rpm离心10min),在该条件下可得到最高的胆固醇脱除率98.0%。数据分析结果表明,另一较优水平是:搅拌温度45、搅拌时间59min、 β -CD添加量8.5%。在该水平下脱除率仍可达到96.2%,加之其要求的处理时间短,有利于猪油品质的保持以及便于实施工业生产。

牛肉香肠的加工工艺

■ 郑坚强 司俊玲 (郑州轻工业学院食品与生物工程系 郑州 450002)

摘 要: 本产品是以牛肉为主要原料, 采用中西结合的生产工艺, 加工而成的香肠制品。

关键词: 灌制; 烟熏

Study on Processing Technology of Beef Sausage

ZhengJianqiang Si Junling

Abstract: This product regards beef as main raw materials, the processing technology of beef sausage is adopted the production technology combined in Chinese and Western.

Key words: canned; sootiness

牛肉是营养价值较高的食品之一, 牛肉中含有蛋白质、脂肪、矿物质和各种维生素。牛肉中蛋白质含量较猪肉高, 而脂肪含量则相反, 其含热量适中, 对人体健康有利。因其营养丰富, 风味独特, 肉质结实, 咀嚼性好, 食之不腻而深受消费者喜爱。对牛肉进行多种产品的加工不仅能增加肉类食品的品种, 丰富肉类食品的供应, 而且使牛肉增加附加值, 牛肉产业的发展。

随着我国经济建设的加快和人们收入水平及消费水平的提高, 家庭生活逐步走向社会化, 消费

者对方便食品的需求量越来越大, 饮食结构也逐渐由能量型向营养型、风味型、低脂肪和高蛋白型转变。据调查资料表明, 我国居民膳食蛋白质的 70% 来自植物蛋白。而植物蛋白质的质量相对低, 并且数量也不足。使我国人民的营养问题主要表现在动物性蛋白质摄取不足。因此, 近年来国内和省内不少专家、学者对全国各省市居民食物结构提出调整的建议, 也都集中在动物性食品的供应量上。首先要使每人每天对优质蛋白质的摄入量尽快提高到 10 ~ 15 克这一最低水平, 并逐步提高

参考文献

- [1] 于景华, 张玉洁等. 食品中胆固醇脱除工艺的研究[J]. 中国乳品工业, 1999, 27(4): 14 ~ 16.
- [2] 曹劲松, 彭志英. β -环状糊精包合法脱除乳品胆固醇的研究[J]. 中国乳品工业, 1996, 24(1): 15 ~ 18.
- [3] Smith D.M, et. al. 1995. Cholesterol reduction in liquid egg yolk using β -cyclodextrin[J]. Journal of Food Science. 60: 681 ~ 694.
- [4] 张颂培. 猪油脂的开发及其在食品中的应用[J]. 肉类工业, 2002, 252(4): 22 ~ 25.
- [5] 朱庆英, 裘爱泳等. 猪油中胆固醇含量的测定[J]. 中国油脂, 2002, 27(4): 72 ~ 74.
- [6] Gow-chinyen, et. al. 1995. Cholesterol removal from a lard-water mixture [J]. Journal of Food Science. 60: 561 ~ 564.
- [7] S.Y. Shim, J. Ahn, and H.S. Kwak. 2003. Functional properties of cholesterol-removed whipping cream treated by β -cyclodextrin [J]. Dairy Sci. 86: 2767 ~ 2772.
- [8] 曹劲松, 彭志英. β -环状糊精与胆固醇的包合物结构研究[J]. 食品与发酵工业, 1996, 3: 8 ~ 12.
- [9] Oh, H. I., E. J. Chang, and H. S. Kwak. 1998. Conditions of the removal of cholesterol from milk by treatment with saponin. Korean [J]. Dairy Sci. 20: 253 ~ 260.