

# 蛋黄油的超临界 CO<sub>2</sub> 萃取工艺和乙醇提取工艺考察

林影影<sup>1</sup>, 熊永爱<sup>1</sup>, 代良敏<sup>1</sup>, 阳向波<sup>2</sup>, 纪奇森<sup>2</sup>, 韩丽<sup>1\*</sup>, 张帅杰<sup>3</sup>, 王玲<sup>1</sup>

(1. 成都中医药大学药学院, 中药材标准化教育部重点实验室, 四川省中药资源系统研究与开发利用重点实验室——省部共建国家重点实验室培育基地, 成都 611137;

2. 四川联成迅康医药股份有限公司, 成都 610000; 3. 成都百草和济科技有限公司, 成都 610000)

**[摘要]** 目的: 优选超临界 CO<sub>2</sub> 提取蛋黄油和乙醇提取蛋黄卵磷脂的工艺条件。方法: 采用 HPLC-ELSD 测定磷脂酰胆碱含量, 甲醇-水-冰乙酸-三乙胺(85:15:0.45:0.05) 作为流动相 A, 正己烷-异丙醇-流动相 A(20:48:32) 作为流动相 B, 梯度洗脱。在单因素试验基础上, 分别以蛋黄油收率和 PC 质量分数为评价指标, 通过正交试验优选超临界 CO<sub>2</sub> 提取蛋黄油和乙醇提取蛋黄卵磷脂的工艺条件。结果: 蛋黄油最佳萃取工艺条件为含水量 ≤5% 的蛋黄粉在温度 50 °C, 压力 35 MPa, 流量 50 L·h<sup>-1</sup> 的条件下萃取 2 h, 蛋黄油收率 42.65%; 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取后的蛋黄残粉加 4 倍量 90% 乙醇提取 4 次, 每次 1.5 h, 磷脂酰胆碱质量分数 17.24%。结论: 优选的蛋黄油提取工艺稳定可行, 为蛋黄油的开发和应用提供参考。

**[关键词]** 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法; 蛋黄油; 磷脂酰胆碱; 卵磷脂; 含水量

**[中图分类号]** R283.6; R284.2; R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)11-0029-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2016110029

**[网络出版地址]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160415.0945.004.html>

**[网络出版时间]** 2016-04-15 9:45

## Optimization of Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction and Ethanol Extraction Processes of Yolk Oil

LIN Ying-ying<sup>1</sup>, XIONG Yong-ai<sup>1</sup>, DAI Liang-min<sup>1</sup>, YANG Xiang-bo<sup>2</sup>,  
JI Qi-sen<sup>2</sup>, HAN Li<sup>1\*</sup>, ZHANG Shuai-jie<sup>3</sup>, WANG Ling<sup>1</sup>

(1. Pharmacy College, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Key Laboratory of Standardization of Chinese Herbal Medicine, Ministry of Education, Key Laboratory of Systematic Research, Development and Utilization of Chinese Medicine Resources in Sichuan Province, Key Laboratory Breeding Base of Co-founded by Sichuan Province and Ministry of Science and Technology, Chengdu 611137, China;

2. Sichuan Liancheng Xunkang Medical & Pharmaceutical Co. Ltd., Chengdu 610000, China;

3. Chengdu Baicao Heji Technology Co. Ltd., Chengdu 610000, China)

**[Abstract]** **Objective:** To optimize the conditions of supercritical CO<sub>2</sub> extraction and ethanol extraction processes of yolk oil. **Method:** HPLC-ELSD was employed to determine the content of phosphatidylcholine with mobile phase A of methanol-water-glacial acetic acid-triethylamine (85:15:0.45:0.05) and mobile phase B of *n*-hexane-isopropanol-mobile phase A (20:48:32) for gradient elution. Based on single factor tests, taking yield of yolk oil and the content of phosphatidylcholine as indexes, orthogonal tests were adopted to optimize supercritical CO<sub>2</sub> extraction and ethanol extraction processes of yolk oil. **Result:** Optimum extraction conditions were as follows, moisture content of yolk oil was ≤5%, supercritical CO<sub>2</sub> extraction temperature was 50 °C, pressure was 35 MPa,

**[收稿日期]** 20150701(010)

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(81274098); 国家基础科学人才培养基金项目(J13100340-19)

**[第一作者]** 林影影, 在读硕士, 从事中药新制剂、新剂型与新技术研究, Tel:18328436112, E-mail:838826566@qq.com

**[通讯作者]** \* 韩丽, 博士, 教授, 博士生导师, 从事中药新制剂、新剂型与新技术研究, Tel:028-62508212, E-mail:hanliyx@163.com

flow was  $50 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ , extraction time was 2 h, yield of yolk oil was 42.65%, residual powder of supercritical  $\text{CO}_2$  extraction was extracted four times with four times the amount of 90% ethanol for 1.5 h of each time, the content of phosphatidylcholine was up to 17.24%. **Conclusion:** These optimized technologies are stable and feasible for development and application of yolk oil.

[**Key words**] supercritical  $\text{CO}_2$  extraction method; yolk oil; phosphatidylcholine; lecithin; moisture content

蛋黄油为雉科动物家鸡鲜卵的卵黄提取物<sup>[1]</sup>, 主要含有卵磷脂、脂肪酸、胆甾醇、叶酸、胡萝卜素等成分<sup>[2-3]</sup>, 具有清热解毒消肿、滋阴养血润燥、敛疮生肌长肉的功效<sup>[4-7]</sup>。目前, 蛋黄油仅在 2001 年版《黑龙江省中药材标准》和 2009 年版《湖南省中药材标准》2 个地方标准中有收录。在《黑龙江省中药材标准》中蛋黄油采用高温炼制法获得, 而在《湖南省中药材标准》中记载的蛋黄油炮制方法则为“取鲜鸡蛋……制成干燥蛋黄粉, 再经专用分离仪分离出蛋黄提取物, 高压灭菌, 即得”, 但 2 个标准中均未对蛋黄油分离设备和工艺参数进行详细的描述, 随意性较大, 不利于炮制的规范化管理及质量控制。

传统意义上蛋黄油的提取工艺为干馏法, 即炒制法。而现代研究中蛋黄油提取工艺还有烘焙法、减压蒸馏法、酶水解法、有机溶剂法、超声法和超临界  $\text{CO}_2$  萃取法等。其中干馏法、烘焙法、减压蒸馏法均需高温炮制, 制备的蛋黄油易生成致癌物苯并(a)芘<sup>[8]</sup>, 油的色泽、气味差<sup>[9]</sup>; 酶水解法虽然使总脂质提取率高, 并很好地分离出甘油三酸脂和磷脂, 但脂肪酸的含量高<sup>[10]</sup>; 说明以上炮制方法均存在不足之处。乙醇渗漉法和乙醇超声萃取法均只能萃取出蛋黄卵磷脂和少部分蛋黄油; 超临界  $\text{CO}_2$  萃取法中蛋黄油收率很高, 但蛋黄油中几乎测不出卵磷脂<sup>[11-12]</sup>。在前人研究基础上, 本实验拟制定超临界  $\text{CO}_2$  萃取和乙醇提取相结合萃取蛋黄油的工艺路线, 分别以蛋黄油收率和磷脂酰胆碱含量为评价指标, 通过正交试验筛选最佳工艺条件, 为蛋黄油的开发与利用提供参考。

## 1 材料

HA221-40-11 型超临界萃取装置(江苏华安科研仪器有限公司), 1260 型高效液相色谱仪(美国 Agilent 格式), 3300 型蒸发光散射检测器(美国 Alltech 公司), BT25S 型 1/10 万电子分析天平(北京赛多利科学仪器有限公司), JA2003 型 1/千电子分析天平(上海良平仪器仪表有限公司)。鸡蛋(成都正大农牧食品有限公司, 批号 2014-10-15), 鞘磷脂、磷脂酰肌醇、磷脂酰乙醇胺、溶血磷脂酰胆碱、磷

脂酰胆碱(PC)对照品(中国食品药品检定研究院, 批号分别为 190023-201302, 190004-201301, 190006-201302, 190025-201403, 1900643-201301), 水为纯化水, 甲醇、冰乙酸、三乙胺、正己烷、异丙醇为色谱纯, 其他试剂均为分析纯。

## 2 方法与结果

**2.1 前处理** 将鸡蛋破碎后, 用蛋清分离器分取蛋黄, 于  $100 \sim 105 \text{ }^\circ\text{C}$  熟化, 粉碎, 于  $70 \sim 80 \text{ }^\circ\text{C}$  继续干燥至一定程度, 粉碎, 过 1 号筛, 得干燥蛋黄粉。

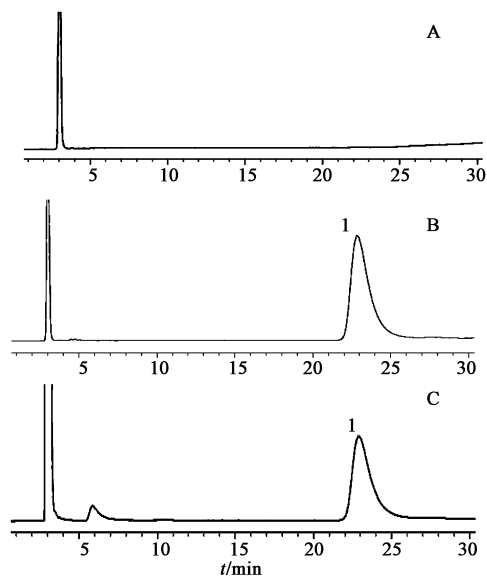
**2.2 蛋黄油与 PC 收率的测定** 将已处理的定量蛋黄粉通过超临界  $\text{CO}_2$  萃取获得提取物, 按蛋黄油质量/蛋黄粉投料量  $\times 100\%$  计算蛋黄油收率。将超临界  $\text{CO}_2$  萃取后的蛋黄残粉用乙醇提取获得卵磷脂, 按 2010 年版《中国药典》二部项下方法测定 PC 含量, 计算 PC 收率。

### 2.3 PC 的含量测定

**2.3.1 色谱条件**<sup>[13]</sup> Hypersil  $\text{SiO}_2$  正相色谱柱 ( $4.6 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}, 5 \text{ } \mu\text{m}$ ), ELSD 检测器, 流速  $1.0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , 柱温  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , 进样量  $20 \text{ } \mu\text{L}$ , 漂移管温度  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ , 气体流速  $2.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 。甲醇-水-冰乙酸-三乙胺(85:15:0.45:0.05)作为流动相 A, 正己烷-异丙醇-流动相 A(20:48:32)作为流动相 B, 梯度洗脱(0~20 min, 90%~70% B; 20~35 min, 70%~5% B; 35~36 min, 5%~90% B; 36~41 min, 90% B)。见图 1, 结果表明该方法专属性很好, 各成分和溶剂之间无干扰。

**2.3.2 溶液的制备** 精密称取 PC 对照品 50 mg, 置于 25 mL 量瓶中, 用三氯甲烷-甲醇(2:1)溶解并稀释成  $2.0036 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  对照品母液。精密称取蛋黄油 70 mg, 置 25 mL 量瓶中, 加三氯甲烷-甲醇(2:1)溶解并稀释至刻度, 摇匀, 经  $0.22 \text{ } \mu\text{m}$  微孔滤膜滤过, 取续滤液, 得供试品溶液。精密量取三氯甲烷-甲醇(2:1)混合液 25 mL 至置 25 mL 量瓶中, 经  $0.22 \text{ } \mu\text{m}$  微孔滤膜滤过, 取续滤液, 得阴性样品溶液。

**2.3.3 线性关系考察** 精密量取对照品母液适量, 加三氯甲烷-甲醇(2:1)稀释成质量浓度分别为 50,



A. 阴性样品; B. 对照品; C. 供试品; 1. 磷脂酰胆碱

图 1 蛋黄油 HPLC

Fig. 1 HPLC chromatograms of yolk oil

100, 150, 200, 300, 400  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的对照品溶液, 按 2.3.1 项下色谱条件测定, 以质量浓度的对数为横坐标, 峰面积的对数为纵坐标, 得标准曲线  $Y = 1.655X + 2.319$  ( $r = 0.9977$ ), 线性范围 50.49 ~ 400.72  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

**2.3.4 精密度试验** 取同一对照品溶液平行试验 6 次, 按 2.3.1 项下色谱条件测定 PC 峰面积, 计算 RSD 2.3%, 表明仪器精密度良好。

**2.3.5 重复性试验** 取同一批样品 (批号 141201) 6 份, 每份约 70 mg, 按 2.3.2 项下方法制备供试品溶液, 按 2.3.1 项下色谱条件测定, 计算 PC 峰面积的 RSD 1.3%, 表明该方法重复性良好。

**2.3.6 稳定性试验** 取同一对照品溶液, 分别于 0, 2, 4, 8, 10, 24 h 按 2.3.1 项下色谱条件测定, 计算 PC 峰面积的 RSD 1.1%; 取同一份供试品溶液 (批号 141201), 分别于 0, 2, 4, 8, 10, 24 h 按 2.3.1 项下色谱条件测定, 计算 PC 峰面积的 RSD 1.3%, 表明对照品溶液和供试品溶液均在 24 h 内稳定性良好。

**2.3.7 准确度试验** 精密称定 PC 对照品 61.52 mg, 置 25 mL 量瓶中, 加三氯甲烷-甲醇 (2:1) 溶解并稀释至刻度, 得贮备液, 备用。精密称定蛋黄油 35 mg, 共 9 份, 分别置于 25 mL 量瓶中, 等分为 3 组, 分别加入储备液 1.58, 1.98, 2.38 mL, 按 2.3.2 项下方法制备低、中、高质量浓度的供试品溶液, 按 2.3.1 项下色谱条件测定, 计算磷脂酰胆碱含量, 结果平均回收率 97.68%, RSD 1.8%, 表明该方法稳定可靠。

## 2.4 单因素试验考察

**2.4.1 蛋黄粉含水量** 取同一批蛋黄粉 500 g, 共 5 份, 按 2.1 项下方法制备含水量分别为 5%, 10%, 15%, 20%, 25% 的蛋黄粉, 设定超临界  $\text{CO}_2$  机器萃取压力 35 MPa, 萃取温度 60  $^\circ\text{C}$ , 萃取时间 2 h,  $\text{CO}_2$  流量 50  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ , 结果蛋黄油收率依次为 44.12%, 43.24%, 42.04%, 41.20%, 38.25%, 故初步将蛋黄粉含水量确定为  $\leq 5\%$ 。

**2.4.2 萃取压力** 取同一批蛋黄粉 500 g, 共 5 份, 按 2.1 项下方法制备含水量 5% 的蛋黄粉, 萃取压力分别为 26, 29, 32, 35, 38 MPa, 设定萃取温度 60  $^\circ\text{C}$ , 萃取时间 2 h,  $\text{CO}_2$  流量 50  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ , 结果蛋黄油收率依次为 30.06%, 32.47%, 29.41%, 45.24%, 43.38%, 故初步确定萃取压力 35 MPa。

**2.4.3 气体流量** 取同一批蛋黄粉 500 g, 共 5 份, 按 2.1 项下方法制备含水量 5% 的蛋黄粉,  $\text{CO}_2$  流量分别为 30, 40, 50, 60, 70  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ , 设定萃取压力 35 MPa, 萃取温度 60  $^\circ\text{C}$ , 萃取时间 120 min, 结果蛋黄油收率依次为 35.41%, 33.00%, 36.59%, 37.47%, 39.82%。表明流量越大, 蛋黄油提取越快, 但因为当流量  $\geq 60 \text{L} \cdot \text{h}^{-1}$  时, 不能维持较高的萃取压力, 故初步确定超临界  $\text{CO}_2$  流量 50  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

**2.4.4 萃取温度** 取同一批蛋黄粉 500 g, 共 5 份, 按 2.1 项下方法制备含水量 5% 的蛋黄粉, 萃取温度分别为 45, 50, 55, 60, 65  $^\circ\text{C}$ , 设定萃取压力 35 MPa, 萃取时间 2 h,  $\text{CO}_2$  流量 50  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ , 结果蛋黄油收率依次为 38.50%, 45.88%, 44.76%, 45.24%, 43.24%, 故初步确定萃取温度 50  $^\circ\text{C}$ 。

**2.4.5 萃取时间** 取同一批蛋黄粉 500 g, 共 5 份, 按 2.1 项下方法制备含水量 5% 的蛋黄粉, 萃取时间分别为 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 h, 设定萃取压力 35 MPa, 萃取温度 50  $^\circ\text{C}$ ,  $\text{CO}_2$  流量 50  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$ , 结果蛋黄油收率依次为 7.18%, 24.41%, 35.70%, 44.88%, 46.94%。故结合生产成本考虑, 萃取时间暂定 2 h。

## 2.5 正交试验优选蛋黄油萃取工艺条件

**2.5.1 超临界  $\text{CO}_2$  萃取工艺** 在单因素试验基础上, 设定萃取温度 50  $^\circ\text{C}$ , 蛋黄粉含水量  $\leq 5\%$ , 选择萃取压力、萃取时间及  $\text{CO}_2$  流量, 为考察因素, 取同一批蛋黄粉 500 g, 共 9 份, 以蛋黄油收率为评价指标, 通过正交试验优选蛋黄油萃取工艺, 试验安排及结果见表 1, 方差分析见表 2。由直观分析可知, 各因素对工艺的影响顺序为  $B > A > C$ 。方差分析表明各因素对萃取工艺均无显著性影响, 综合生产成本考虑, 确定最佳工艺条件  $A_2B_2C_3$ , 即超临界  $\text{CO}_2$

萃取压力 35 MPa, 流量 50 L·h<sup>-1</sup>, 萃取时间 2 h, 温度 50 ℃。

表 1 蛋黄油超临界 CO<sub>2</sub> 萃取工艺正交试验分析

Table 1 Orthogonal test analysis of supercritical CO<sub>2</sub> extraction process of yolk oil

No.	A 萃取压力 /MPa	B CO <sub>2</sub> 流量 /L·h <sup>-1</sup>	C 萃取时间 /min	D(空白)	蛋黄油收率 /%
1	38	40	90	1	35.7
2	38	50	105	2	35.5
3	38	60	120	3	34.4
4	35	40	105	3	33.9
5	35	50	120	1	39.4
6	35	60	90	2	24.4
7	32	40	120	2	31.9
8	32	50	90	3	31.9
9	32	60	105	1	24.3

注: 蛋黄油收率 = 蛋黄油质量 / 蛋黄粉投料量 × 100%。

表 2 蛋黄油萃取工艺方差分析

Table 2 Variance analysis of supercritical CO<sub>2</sub> extraction process of yolk oil

方差来源	SS	MS	F	P
A	51.202	25.601	3.573	>0.05
B	103.149	51.574	7.199	>0.05
C	37.176	18.588	2.594	>0.05
D(误差)	14.329	7.164		

注: F<sub>0.05</sub>(2,2) = 19.0(表 4 同)。

**2.5.2 乙醇提取工艺** 取同一批经超临界 CO<sub>2</sub> 萃取后蛋黄残粉 500 g, 共 9 份, 用乙醇提取 PC, 但 PC 不耐高温, >50 ℃ 时, 不饱和脂肪酸易分解, 失去生理活性<sup>[14-15]</sup>, 根据 PC 的活性和得率与温度的影响, 设定提取温度 30 ℃。以影响 PC 提取效率的乙醇体积分数、乙醇用量、提取时间、提取次数为考察因素, 以 PC 质量分数为指标, 通过正交试验优选 PC 的提取工艺, 试验安排及结果见表 3, 方差分析见表 4。

由直观分析可知, 各因素对提取工艺的影响顺序为 B>A>D>C。以极差最小的 C 因素为误差项进行方差分析, 结果发现各因素对提取工艺均无显著性影响, 综合生产成本考虑, 确定选择工艺组合 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>D<sub>1</sub>, 即加 4 倍量 90% 乙醇提取 4 次, 每次 1.5 h。

**2.5.3 验证试验** 选取 3 批鸡蛋, 按 2.1 项下方法处理, 分别称取蛋黄粉 500 g, 按优选的工艺进行提

表 3 蛋黄油乙醇提取工艺正交试验分析

Table 3 Orthogonal test analysis of ethanol extraction process of yolk oil residue

No.	A 乙醇体积分数/%	B 提取数 /次	C 提取时间 /h	D 乙醇用量 /倍	PC 质量分数/%
1	100	2	1.0	4	9.56
2	100	3	1.5	6	14.40
3	100	4	2.0	8	15.42
4	95	2	1.5	8	11.94
5	95	3	2.0	4	11.97
6	95	4	1.0	6	14.28
7	90	2	2.0	6	12.55
8	90	3	1.0	8	16.36
9	90	4	1.5	4	17.23

注: PC 质量分数 = PC 质量 / 蛋黄残粉投料量 × 100%。

表 4 乙醇提取工艺方差分析

Table 4 Variance analysis of ethanol extraction process

方差来源	SS	MS	F	P
A	12.257	6.128	4.485	>0.05
B	28.764	14.382	10.525	>0.05
C(误差)	2.733	1.366	1.000	
D	4.100	2.050	1.500	>0.05

取, 分别按 2.2 和 2.3 项下方法测定, 计算蛋黄油收率分别为 41.92%, 43.22%, 42.81%, PC 质量分数分别为 17.35%, 17.29%, 17.08%。说明优选的工艺条件稳定可行。

### 3 讨论

蛋黄油在我国有近千年的用药历史<sup>[6,16]</sup>, 治疗方法始见于北周姚僧垣撰《集验方·卷九》:“治汤火烧疮方, 熟鸡子一十个, 取黄, 炒取油……”<sup>[17]</sup>。据现代文献报道, 其不仅可以外用治疗烧烫伤、湿疹、头疮、口唇干裂等<sup>[18]</sup>, 还可内服治疗冠心病、心悸症、胃溃疡、小儿百日咳、小儿疳疾腹泻<sup>[19]</sup>。临床应用广泛, 但由于传统炮制的蛋黄油很难实现工业化大生产, 所以极大地限制了蛋黄油在临床上的使用。

预试验采用乙醇渗漉法、乙醇超声萃取法和超临界萃取法提取蛋黄油, 结果发现乙醇渗漉法、乙醇超声萃取法均只能萃取出 PC 和少部分蛋黄油(蛋黄油收率 25%), 残渣中残留大部分不溶于乙醇的蛋黄油(残留蛋黄油提取收率 35%); 采用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取时, 蛋黄油收率大大提高(蛋黄油收率 40%), 但卵磷脂仍残留在蛋黄粉中, 蛋黄油中几乎测不出卵磷脂。课题组将传统方法制备的蛋黄油、

超临界 CO<sub>2</sub> 萃取的蛋黄油、超临界 CO<sub>2</sub> 萃取后药渣提取的卵磷脂、超临界 CO<sub>2</sub> 萃取的蛋黄油合并其药渣提取的卵磷脂进行药理实验,结果表明以上提取物均对烫伤动物模型具有明确的治疗作用,但超临界 CO<sub>2</sub> 萃取的蛋黄油合并其药渣提取的卵磷脂效果最优。而且超临界 CO<sub>2</sub> 萃取的蛋黄油具有无残留、无污染、非高温、低耗能等特点,是行之有效的蛋黄油提取方法。乙醇提取法的出油率较低,但 PC 的含量较高、质量好、无溶剂残留,正好弥补了超临界 CO<sub>2</sub> 萃取时 PC 量少的缺点。证明选取超临界萃取和乙醇提取结合工艺,可更有效地提取蛋黄油和 PC,减少资源的浪费。

[参考文献]

[ 1 ] 湖南省食品药品监督管理局. 湖南省中药材标准 [S]. 长沙:湖南科学技术出版社,2010:2.  
[ 2 ] 刘杰. 蛋黄油脂肪酸组成分析[J]. 农业科技与装备, 2008(6):47-48.  
[ 3 ] 田源红,任永全,毛玉莲. 不同制法蛋黄油中微量元素的含量[J]. 微量元素与健康研究,2003,20(2): 29-30.  
[ 4 ] 李建美,辛勤,石俊强. 蛋黄油镇痛作用的实验研究 [J]. 济宁医学院学报,2009,32(5):307-309.  
[ 5 ] 曹建功,刘光晶. 蛋黄油在烧伤残余肉芽创面的应用 [J]. 中国中西医结合外科杂志,2004,10(4): 320-321.  
[ 6 ] 王春丽,唐汉钧. 蛋黄油医用价值研究近况[J]. 中国中医药信息杂志,2005,12(6):100-102.

[ 7 ] 廖晖. 润燥良药蛋黄油 [J]. 家庭中医药,2009 (1):48.  
[ 8 ] 孙晔,龙全江. 蛋黄油的不同炮制品中苯并(a)芘的含量测定 [J]. 甘肃中医学院学报,1999,16(1): 47-49.  
[ 9 ] 吴慧,贾天柱. 蛋黄馏油和蛋黄油研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报,2013,15(1):76-78.  
[ 10 ] 李才明,许学勤,王卫芬,等. 鲜鸡蛋蛋黄酶法提油工艺的研究 [J]. 食品与发酵工业,2008,34(8):83-85.  
[ 11 ] 宋晓燕,周锦珂,李金华,等. 超声强化提取蛋黄卵磷脂的工艺研究 [J]. 中药材,2008,31(10):1572-1574.  
[ 12 ] 李亚琴. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取卵黄油的研究 [J]. 食品工业科技,2000,21(2):39-41.  
[ 13 ] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 二部 [S]. 北京:中国医药科技出版社,2010:11.  
[ 14 ] 何深知,邵建群,宫宁强,等. 蛋黄卵磷脂提取工艺探索 [J]. 实验技术与管理,2013,30(11):73-75.  
[ 15 ] 张秀青,于才渊. 高纯卵磷脂的分离提纯方法 [J]. 粮油加工,2006(4):45-48,55.  
[ 16 ] 唐武军,王笑民,杨国旺,等. 血余蛋黄油灌肠治疗慢性放射性直肠炎 [J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16 (12):228.  
[ 17 ] 龚千锋. 中药炮制学 [M]. 北京:中国中医药出版社, 2003:369-370.  
[ 18 ] 吴洁. 蛋黄油的临床运用 [J]. 中成药,1998,20 (4):40.  
[ 19 ] 申中海,韩丽庭. 蛋黄油在内科疾病治疗中应用 [J]. 实用内科杂志,1998,12(2):5-6.

[责任编辑 刘德文]