第 12 卷 无锡轻工业学院学报 Vol. 12
第 4 期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1993 No. 4

卵黄中磷脂提取及纯化之研究

范兴华 裘爱泳

（粮油工程系）

摘要 高纯度的卵磷脂可作为高能油脂输液的乳化剂。它以卵黄为原料，通过丙酮脱水去油，含水乙醇提取和混合溶剂（己烷/丙酮）精制等步骤获得，找到了实验室范围内制取磷脂的最佳工艺条件，为日后的工业生产奠定了基础。

关键词 卵黄；磷脂；提取；纯化

0 引 言

磷脂是一种良好的天然乳化剂，广泛应用于食品、化妆品、医药、纺织、皮革等工业，具有乳化、软化、湿润、分散、渗透、抗氧、增溶、油性、消泡等功能[1]。磷脂还是生物体内的一种重要组成成分，在生理上具有极为重要的作用。磷脂中含有大量有机磷，可滋补机体对含磷物质的需要，对神经衰弱、肝炎、肺结核等有一定的辅助疗效[2]。卵磷脂可促使胆固醇和蛋白质分子之间的结合，减轻血管壁的类脂质浸润，抑制动脉粥样硬化的产生[3]。高纯度磷脂还 可与纯净大豆油等一起代替葡萄糖输液，用于静脉高能脂肪注射，为生物体提供能量和营养素。因此磷脂的研究历来就受到人们的重视。

但是，针剂用磷脂的研究与应用，目前除瑞典、美国等少数国家外，别的国家在这方面的报导甚少，而在国内则尚属空白。华瑞制药有限分司（SSPC）目前所用磷脂（见表 1）均从瑞典进口，年需求量达数吨以上。如果立足国内生产磷脂，则可填补国内空白，节约外汇。本研究以卵黄为原料，通过研究提取出符合华瑞药厂指标的高纯磷脂，用于高能脂肪输液。

表 1 华瑞药厂的卵黄磷脂指标

外 观	N (mg/g)	P (mg/g)	IV (I_2,g/100g)	AV (mmol/Kg)	SV (mgKOH/g)
乳白或黄色粉末，暴露在空气中会迅速变黑	17.5～19.5	35～41	65～71	≤40	195～212

收稿日期：1993-05-31

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

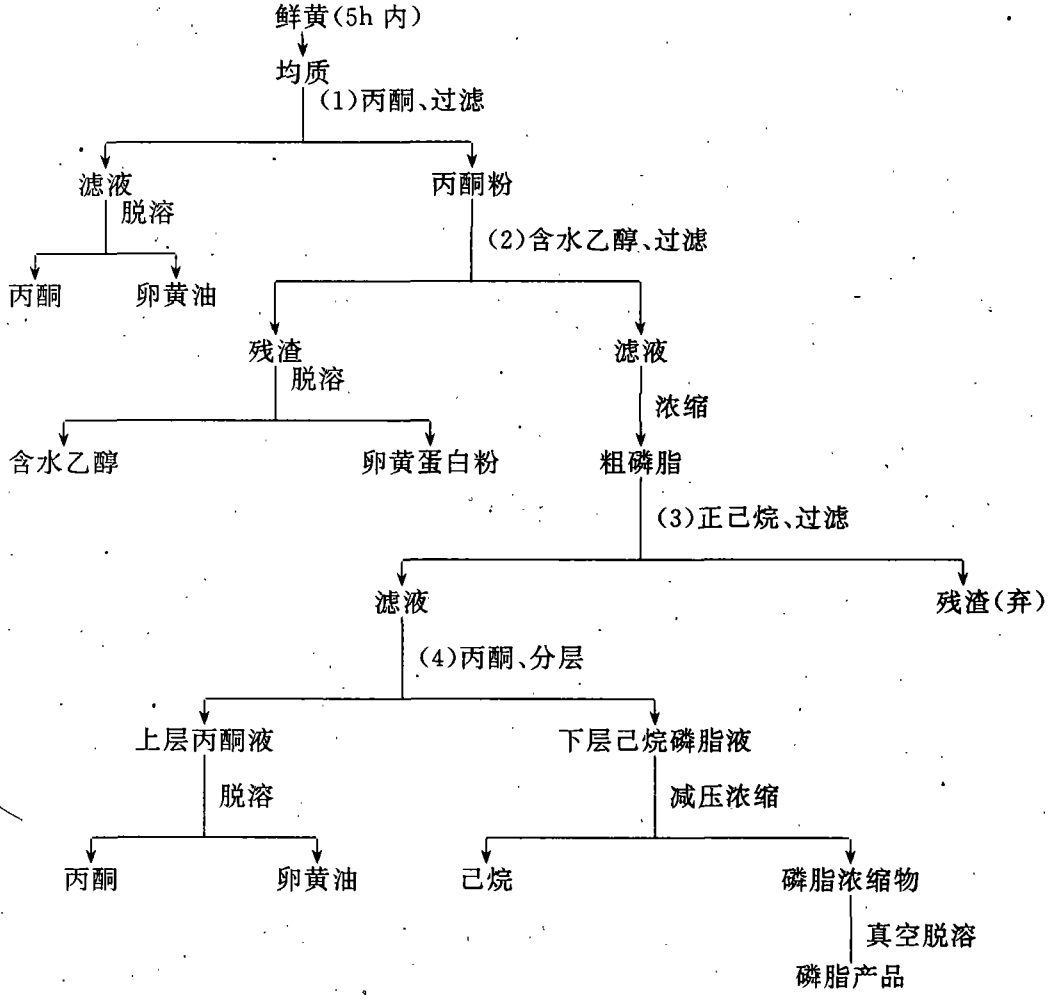
1 实验原料与方法

1.1 原料

新鲜鸡蛋(5h 内) 无锡市养鸡场提供。

1.2 实验方法

工艺流程如下:



2 结果与讨论

2.1 卵黄中磷脂的构成

一般鸡蛋平均重约 58g.本实验所用鸡蛋平均重量为 62.8g,其组成如表 2 所示。

卵黄中的甘油三酸酯的全部脂类物质的 66%,磷脂约占 28%,甾醇酯及其它约占 6%[5].其中磷脂的构成如表 3.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 鸡蛋各部分之组成[4]

组成	占全蛋(%)	干物质(%)	蛋白质(%)	脂肪(%)	糖(%)	矿物质(%)
蛋壳	10.3	98.4	3.3			95.1
蛋清	56.9	12.1	10.6	0.03	0.9	0.6
卵黄	32.8	51.3	16.6	32.6	1.0	1.1
卵黄(1)	30.5	50.6	17.2	31.9	1.5	

(1) 为本次实验所用卵黄

表3 卵黄磷脂的构成[5]

磷脂种类	构成(%)
卵磷脂 (PC)	73.0
脑磷脂 (PE)	15.5
溶血卵磷脂 (LPC)	5.8
神经鞘磷脂 (SPM)	2.5
溶血脑磷脂 (LPE)	2.1
缩醛甘油酯 (PG)	0.9
肌醇磷脂 (PI)	0.6

2.2 卵黄磷脂的提取

对于卵黄磷脂，一般可直接用混合溶剂如甲醇-氯仿来萃取，而后再用丙酮沉淀[29,30]。由于卵黄中含水较多，可事先用丙酮脱水，而后再用甲醇-氯仿来提取[7,8]，也可用含水乙醇来提取[9~13]，经减压浓缩后即得粗磷脂产品，纯度约为60%～70%，能满足一般的食品工业。但作为针剂用磷脂，还需进一步纯化，这将在2.3中进行讨论。

根据预先试验的结果，结合有关资料，本次实验的步骤是先用丙酮脱水去油，而后用含水乙醇可有效地破坏磷脂与蛋白质或糖之间的结合。此外，卵磷脂在15℃时，在92%的乙醇水溶液中的溶解度最大，而脑磷脂在其中的溶解度较小[14]，因而含水乙醇可有效地将磷脂特别是卵磷脂提取出来。见表4.

表4 卵黄卵磷脂及其β-位脂肪酸组成

脂肪酸	卵磷脂[6]	卵磷脂(1)	β-位[6]	β-位(2)
$C_{16:0}$	37.0	37.2	5.1	4.1
$C_{16:1}$	0.6	0.1	2.0	2.5
$C_{18:0}$	12.4	11.9	0.7	0.5
$C_{18:1}$	31.4	30.8	63.8	62.6
$C_{18:2}$	12.0	12.3	18.5	20.1
$C_{18:3}$	1.0	0.9	0.1	0.1
$C_{20:4}$ $C_{20:5}$	3.5	4.7	6.8	7.2
$C_{22:4}$ $C_{22:6}$	2.1	2.1	3.0	2.9

(1)(2) 为本次实验结果

2.2.1 丙酮用量对实验结果的影响 实验时取鲜黄100g经不同用量的丙酮分三次处理后得丙酮粉，称重，用90%的乙醇溶液按8∶1 (V/W)来提取磷脂，用己烷∶丙酮∶粗磷脂按5∶20∶1($V/V/W$)来纯化磷脂。

表5 丙酮用量对实验结果的影响

丙酮体积(ml)	300	400	500	600
$\frac{\text{丙酮体积}}{\text{鲜黄重}}$(ml/g)	3∶1	4∶1	5∶1	6∶1
丙酮粉重(g)	36.6	34.5	33.7	32.9
丙酮粉得率(%)	36.6	34.5	33.7	32.9
磷脂收量(g)	5.7	5.3	4.9	4.7
磷脂收率(%)	5.7	5.3	4.9	4.7
AV	33.2	29.8	30.7	29.5

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续表

丙酮体积(ml)	300	400	500	600
IV	64.8	65.3	67.0	68.1
SV	199.2	202.3	207.0	210.1
N	16.3	17.6	18.7	19.0
P	35.1	35.3	36.9	37.8

固定条件:温度 19℃,时间 50min

从上表可以看出,选择溶剂比 4∶1～5∶1 比较合适,随着溶剂比的缩小,IV 有所下降,纯度也有所下降。为了保证磷脂产品的质量,还是采用 5∶1.如果溶剂比增加,在溶剂回收时会增 加能耗,并影响收率。

2.2.2 含水乙醇对磷脂的提取 根据以往的报导[12]可知,这一步在整个过程中最为关键,而且影响因素也较多。

(1) 含水乙醇的浓度 浓度是个首要因素。浓度提高,极性降低,难以有效地破坏磷脂与蛋白质或糖之间的结合,将更多的杂质一起提取出来;浓度降低,极性升高,磷脂在其中的溶解度下降,而一些杂质在其中的溶解度反而上升,从而导致收率及纯度的下降。

(2) 用量 用量越大提取出的杂质越多,溶剂回收时的能耗越大;相反,则提取不够完全。

(3) 温度 温度越高,磷脂越容易氧化降级,一些杂质在其中的溶解度就越大,导致产品纯度的降低;温度过低,则萃取不够完全。

(4) 时间 只要时间不低于 15min,大部分磷脂就会被抽提出来[15]。时间越长,磷脂越容易氧化,而且抽提的杂质将增多,导致纯度下降。

实验时对上述条件进行了初步探讨,正交试验结果见表 6,7,8,9.

表 6 正交试验的因素及水平

水平	*A* 含水乙醇/丙酮粉(ml/g)	*B* 浓度(*V*/*V*)	*C* 温度(℃)	*D* 时间(min)
1	7	89	9	20
2	8	90	15	30
3	9	91	21	40

表 7 正交试验 $L_9(3^4)$ 结果

编号	收量(g)	收率(%)	AV	IV	SV	N	P
1	4.49	8.98	28.0	68.4	211.5	18.5	38.9
2	5.95	11.90	30.1	66.6	210.4	18.6	36.8
3	6.42	12.84	29.9	65.2	207.8	17.6	35.8
4	6.50	13.10	29.6	66.6	200.7	17.9	35.4
5	5.91	11.82	30.9	65.9	199.4	17.8	36.9
6	6.36	12.72	29.6	70.0	210.5	17.9	38.1
7	5.96	11.92	33.3	65.1	212.4	18.3	36.3
8	5.18	10.36	29.8	66.6	200.1	19.0	36.8
9	6.11	12.22	29.6	66.7	198.7	17.7	35.4

固定条件:丙酮粉 50g,己烷 30ml,丙酮 150ml

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表8 正交试验对收率的方差分析

来源	平方和	自由度	平均平方和	F值	显著性
A	3.52	2	1.76	0.137	
B	2.24	2	1.12	0.087	
C	4.83	2	2.42	0.188	
D	2.26	2	1.13	0.088	
误差Q	12.85	1	12.85		

实验结果表明，各因素均不显著（$F_{0.10(2,1)} = 49.5$）这一点并不奇怪，因为这些条件已进行了预试验，条件之间的差异并不太大。

表9 正交试验对收率的极差分析

因素	A	B	C	D
K_1	11.06	11.33	10.69	11.01
K_2	12.55	11.36	12.41	12.18
K_3	11.50	12.41	12.00	11.91
R	1.49	1.08	1.72	1.17

实验的主次因素 C → A → D → B

因素	温度	含水乙醇/丙酮粉	时间	浓度
最佳水平	2	2	2	3
最佳条件	15℃	8∶1(ml/g)	30min	91 (V/V)

2.3 卵黄磷脂的纯化

有关磷脂纯化的报导较多。主要有二价金属离子络合法，即用 $ZnCl_2$ 或 $CdCl_2$ 等来与磷脂形成复合物来加以纯化[13,16~18]，但同时会带入较多的金属离子；柱层析，TLC 或 HPLC 纯化法[19~24]，效果虽然好，但处理量小不实用；超临界二氧化碳法[25,26]目前尚停留在实验室阶段；而混合溶剂（己烷-丙酮）萃取法，则是比较合适的。因为己烷能溶解磷脂和其它油脂，而丙酮可溶解甘油三酸酯等脂类，却不能溶解磷脂，这样可用丙酮对己烷层进行多次萃取，直至己烷层不呈黄色为止。经真空脱溶，即可得纯度较高，颜色较白的粉状磷脂，这样的纯化方法在工业上是可行的。

影响卵磷脂产品质量的因素很多，主要有：

（1） 己烷量 量增大，被丙酮萃取的油脂不够完全，纯度得不到保证；量减小，则丙酮加入到己烷层后，马上析出磷脂晶体，包容更多溶剂，导致纯度下降。

（2） 丙酮/己烷体积比 体积比越大，被丙酮溶解的磷脂增多，导致产率的下降；相反，则影响磷脂的纯度。

（3） 丙酮含水量 丙酮中含水量越高，磷脂在丙酮中的溶解度越大[27]，直接导致磷脂得率的下降。

（4） 温度 温度越高，磷脂越容易降级，在丙酮中的溶解度也会上升，导致纯度及得率同时下降，温度越低，磷脂结晶速度越快，包容的杂质越多，导致产品纯度的下降。

（5）时间 静止分层的时间长些，萃取效果要好一些，但氧化降级的程度也会上升。

实验时先进行预试验，而后进行正交试验。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 10 纯化试验的因素及水平

代号	A 丙酮含水(%)	B 己烷/粗磷脂(ml/g)	C 丙酮/己烷(ml/ml)	D 时间(h)	E 温度(℃)
1	CP,0.18	5∶1	5∶1	1	7
2	回收,2.07	6∶1	6∶1	2	−3

正交试验时的固定条件:粗磷脂 5.0g.

表 11 $L_8(2^5)$正交试验结果

编号	收量(g)	收率(%)	AV	IV	SV	N	P
1	4.78	95.6	20.5	68.1	211.3	17.9	36.4
2	4.83	96.6	25.5	66.4	208.4	18.0	37.3
3	4.46	89.2	27.6	66.2	199.5	18.2	37.9
4	4.87	97.4	27.4	67.3	200.5	17.9	36.2
5	4.62	92.4	28.1	67.1	198.5	18.1	37.3
6	4.45	89.0	27.0	67.9	203.4	18.4	38.1
7	4.34	86.8	27.3	65.2	211.6	19.0	39.4
8	4.46	89.2	20.1	66.3	209.2	18.7	38.5

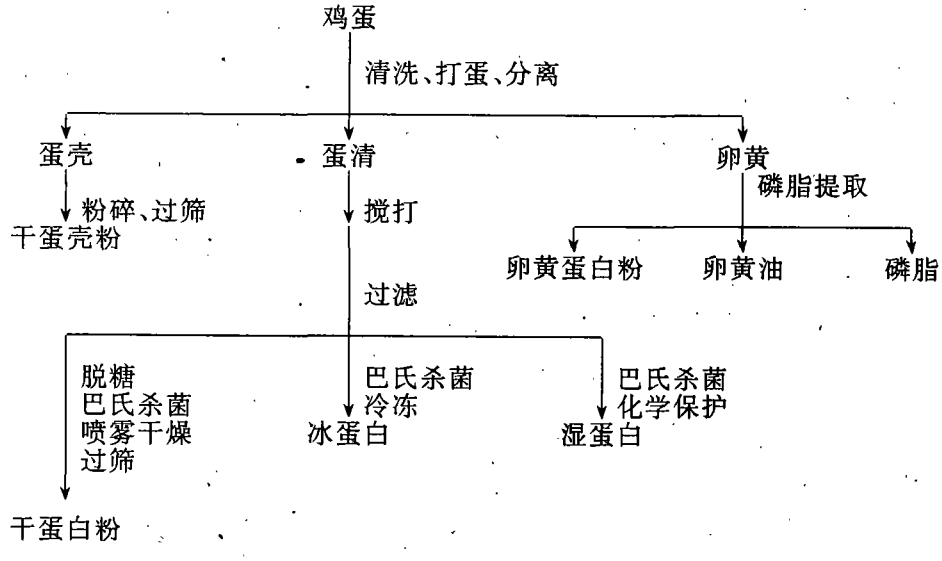
主次因素		最佳条件
A 丙酮规格	1	含水 0.18%
E 温　　度	2	−3℃
B 己烷/粗磷脂	2	6∶1 ml/g
D 时　　间	2	2 hr
C 丙酮/己烷	1	5∶1 ml/ml

表 12 正交试验对收率的极差分析

因素	A	B	C	D	E
k_1	94.7	90.8	92.1	91.0	90.6
k_1	89.1	93.0	91.8	92.8	93.2
R	5.6	2.2	0.3	1.8	2.6

2.4 副产品的综合利用[28]

鸡蛋具有丰富的蛋白质、脂肪、维生素、矿物质等,是一种老幼皆宜的营养食品。因此,在磷脂提取的过程中应该考虑副产品的综合利用。鸡蛋的综合利用途径如下图所示:



© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

干蛋壳粉内含矿物质较多，可用于饲料，此外，从蛋壳中可提取溶菌酶。所有蛋白制品可直接食用或用于食品工业。干蛋白粉还可用于医药及轻工业等。卵黄油由于含有较多不饱和脂肪酸，营养价值较高，可预防心血管硬化等。

上述研究所得最佳条件，都是针对实验范围而言的。在工业化生产过程中，可以适当调整溶剂比等条件来解决溶剂回收、生产周期、能耗、成本等一系列实际问题。

至于磷脂的氧化，从其结构上来看，与甘油三酸酯类似，其β-位一般都接不饱和脂肪酸，因此在光、热以及空气中容易发生氧化，在加工处理时，应尽量避免光照和高温。特别是最后磷脂纯化时，若未及时处理，则容器的表面必须用溶剂覆盖，并低温保藏，以避免磷脂的氧化。对于制成的成品，必须及时与纯净大豆油、甘油等按一定比例配成乳液及时包装，并经蒸汽灭菌，这些都是今后生产过程中值得注意的问题。

参 考 文 献

1 蔡孔耀. 上海食品科技. 1981,(3):12

2 无锡轻工业学院. 植物油加工副产品的综合利用. 1985,111

3 野口太久，日比野英彦. 公开特许. 昭 1987,62～16439

4 Hadzier D,in Food Chemistry,Translated from the 2nd ed. ,German Edition,by H. D. Belitz &W. Grosch. 1987,404

5 Ibid. 1987,410

6 Parkinson T L,J. Sci. Food Agric. 1966,17(3):101

7 Ansell G B,Hawthorne J N. in Phospholipids:Chemistry,Metabolism,and Function,Amsterdam,Elsevier,1979,85

8 Dubicher A G. et al. CA 103:119151k.

9 Dobre V. et al. CA 101:12536w.

10 Burmeister H. et al. CA 68:20880u.

11 Bloor W R,J. Biol. Chem. 1979,77:53

12 长谷川峰夫，井上久美子. 公开特许. 昭 1979,54～612000

13 Hatta H J. S. Sim,S. Nakai,J. Food Sci. 1988,53(2):425

14 Harld Wittcoff,in The Phosphatides,Reinhold Publishing Corp. New York,NY,1962,56

15 Ibid. 1962,149

16 马远鸣等. 上海第一医学院学报,1985,12(3):229

17 Tronconi Giovanni. CA 107:97060h.

18 Slotta K H. CA 66:91771d.

19 Nax W M A. at al. J. Chromatg. 1977,142:735

20 Turel R J,Biochem J. 1975,145：735

21 Nielsem J R. Lipids. 1980,15:48

22 Ansell G B,Hawthorne J N. in Phospholipids:Chemstry;Metabolism,and Functiin,Amsterdam,Elsevier,1964,89

23 Sanchoz R A,Primes K J. J. Chromatg,. 1982,236:519

24 Macdonald R C,Rempas A R. J. Chromatg. 1977,131:157

25 Parkinson T L. J Sci Food Agric. 1966,17(3):101

26 门田则昭，浅野悠辅. 公开特许，昭 1986,61～74548

27 The Same As Ref. 22,1964,89

28 朱耀编. 蛋及蛋制品，轻工业出版社. 1959,94

29 Ramesh B et al. JAOCS,197956(5):586

30 Folch J et al. J. Biol. Chem. 1957,226:497

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Studies on the Extraction and Purification of Phospholipids from Egg Yolk

Fan Xinghua Qiu Anyong
(Dept. of Cereal Oil Sci. &Eng.)

Abstract Highly pure phosphatidylcholine from egg yolk can be used as good emulsifier in the high-energy infusion. The fresh egg yolk were dehydrated and defatted with acetone, and prosphilipid was extracted with aqueous alcohol, and purified by mixed solvents (hexane-acetone). The optimun conditions of lab processing were found, which laid a solid foundation for the industry-scale production.

Key-words Egg yolk; Phospholipid; Extraction; Purification

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net