乙醇水提法提取蚕蛹油研究

钦凌宇[1,2,3]，杨瑞金[1,2,3]，华霄[1,2,3]，赵伟[1,2,3]，张文斌[*1,2,3]

（1. 食品科学与技术国家重点实验室，江南大学，江苏 无锡 214122；2. 江南大学 食品学院，江苏 无锡 214122；3. 江南大学 江苏省食品安全与质量控制协同创新中心，江苏 无锡 214122）

摘要：分别在烘干和冷冻状态下粉碎蚕蛹，通过扫描电镜（SEM）观察粉碎后的样品，然后采用乙醇水提法提取油脂，研究乙醇体积分数、温度、pH 值和料液比等因素对提油率的影响，并对优化条件下提取的蚕蛹油进行脂肪酸组成、过氧化值和酸值分析。结果表明，冷冻状态下粉碎蚕蛹对提高提油率更为有利。SEM 观测发现冷冻粉碎对细胞的破碎更为有效，因此对油脂提取更有利。研究发现，在乙醇体积分数 40%，固液质量体符号比为 1 g:7 mL，温度 50 ℃，pH 9 的条件下反应 3 h，乙醇水提法加工蚕蛹可得到最高提油率（90.76±0.08）%。气相色谱分析表明，乙醇水提法提取的蚕蛹油与正己烷浸提的蚕蛹油在脂肪酸组成上基本一致，主要由棕榈酸、油酸和亚麻酸等组成。乙醇水提法所得毛油酸值为 0.025 mg/g，过氧化值为 0.55 mmol/kg，油脂品质明显优于正己烷提取的蚕蛹油。

关键词：蚕蛹油；冷冻粉碎；乙醇水提法；扫描电镜；脂肪酸组成

中图分类号：TS 224.4　**文章编号：**1673-1689（2019）09-0085-07　**DOI：**10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.09.012

Study on Extraction of Silkworm Oil with Aqueous Ethanol Extraction

QIN Lingyu[1,2,3]，*YANG Ruijin*[1,2,3]，*HUA Xiao*[1,2,3]，*ZHAO Wei*[1,2,3]，*ZHANG Wenbin*[*1,2,3]

（1. State Key Laboratory of Food Science and Technology，Jiangnan University，Wuxi 214122，China；2. School of Food Science and Technology，Jiangnan University，Wuxi 214122，China；3. Collaborative Innovation Center of Food Safety and Quality Control of Jiangsu Province，Jiangnan University，Wuxi 214122，China）

Abstract： The silkworm pupae was crushed at dry of freezing state respectively and then observed by scanning electron microscopy （SEM）. Aqueous ethanol was used to extract oil and the effects of ethanol concentration，temperature，pH value and solid-liquid ratio on free oil yield were studied. The fatty acid composition，peroxide value and acid value of silkworm pupae oil extracted under optimal conditions were analyzed. The results show that the oil yield was higher when silkworm pupae was crushed under frozen condition. SEM observation shows that comminution under frozen condition is more effective on disrupting cells，therefore it is more favorable for oil extraction. It was also found that maximum oil yield was obtained as 90.76±0.08% under the conditions that ethanol concentration 40%（v/v），temperature 50 ℃，extraction pH 9，solid-to-liquid ratio 1 g:7 mL for 3 h

收稿日期：2017-12-26

基金项目：国家自然科学基金项目（31401635）；国家 863 计划重点项目（2013AA102104）。

*** 通信作者：**张文斌（1979—），男，博士，副教授，硕士研究生导师，主要从事食品化学和和食品酶应用技术研究。

E-mail：wbzhang@jiangnan.edu.cn

引用本文：钦凌宇，杨瑞金，华霄，等. 乙醇水提法提取蚕蛹油研究[J]. 食品与生物技术学报，2019，38（09）：85-91.

reaction. GC analysis shows that composition and content of fatty acids in silkworm pupae oil from aqueous ethanol extraction were in substantial agreement with that from *n*-hexane extraction. Both silkworm oils were composed mainly of palmitic acid, oleic acid and linolenic acid. The peroxide value and acid value of crude silkworm pupae oil obtained by aqueous ethanol method was 0.55 mmol/kg and 0.025 mg/g respectively, which was obviously better than that extracted by *n*-hexane.

Keywords: silkworm oil, freeze comminution, aqueous ethanol extraction, scanning electron microscopy (SEM), fatty acid composition

中国蚕蛹资源非常丰富，年产蚕蛹 30 万吨以上，占世界总产量的 80%以上[1-2]。大量研究显示蚕蛹可作为一种营养丰富的新资源食品[3]。蚕蛹蛋白和油脂的开发迅速成为研究热点[4]。

蚕蛹含有丰富的全价蛋白，在干蚕蛹中其蛋白质质量分数达到 55%左右[5-6]，同时含有 30%左右的油脂，并且油酸、亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸质量分数占到了油脂总量的 70%以上，其中 ω-3 型的 α-亚麻酸的质量分数非常丰富，达到 30%左右[7-10]。

油脂的传统提取方法主要为压榨法和溶剂浸提法。由于蚕蛹中粗纤维含量低，质地较软，所以压榨法的出油率比较低[11]，应用范围十分有限。使用有机溶剂浸提是目前最常用的蚕蛹油提取方法，该方法不受油料质地软硬的影响，操作温度较低，出油率较高，更适合大规模工业化生产。研究者尝试过用石油醚、正己烷、环己烷、丙酮等有机溶剂作为提取剂，经过优化，最好的提取剂为正己烷[12-14]，通过微波辅助的方法可以破坏蚕蛹细胞结构，进一步优化提取工艺[15]。然而，该方法的缺点也同样不容忽视，有机溶剂对环境的污染较大，生产储藏时需要十分严格的安全防护措施，且油脂中溶剂残留较高，因提取时间长而导致油脂品质受到一定的影响等[16]。乙醇水提法作为一种新型水媒法技术[17]，具有操作方便、提取率高、环保无污染、易规模化生产等优点，作者尝试了该法在蚕蛹加工中的应用可能性。此外，由于蚕蛹质地较软，普通粉碎方法无法达到理想效果，期望找到一种适用于新鲜蚕蛹的高效而经济可行的粉碎方法，最终建立一条乙醇水提法提取蚕蛹油的合理工艺路线。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲜蚕蛹：市售；脂肪酸甲酯及反式脂肪酸甲酯化标准品：美国 Sigma-Aldrich 公司产品。

LXJ-IIB 型大容量低速离心机：上海安亭科学仪器厂产品；CT14D 台式高速离心机：上海天美生化仪器设备工程有限公司产品；MP-501A 超级恒温循环槽：上海一恒科学仪器有限公司产品；DK-824 电热恒温水浴锅：上海精宏实验设备有限公司产品；SZC-101 型自动脂肪测定仪：上海纤检仪器有限公司产品；84-1 型磁力搅拌器：上海梅颖浦仪器仪表制造有限公司产品；FE20 实验室 pH 计：梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司产品；BS2202 S 和 BS 224 S 精密天平：梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司产品；电热恒温鼓风干燥箱：上海一恒科学仪器有限公司产品；Vitamix750 型料理机：美国维他美仕有限公司产品；GC-2010 气相色谱仪：日本岛津（Shimadzu）公司产品；扫描电子显微镜：日本日立株式会社产品。

1.2 实验方法

1.2.1 原料粉碎及油脂提取工艺 采用不同的方式来粉碎蚕蛹，并通过提油率的高低来确定最佳的粉碎方式，具体方法如下所示：（1）将鲜蚕蛹从 -20 ℃中取出后清洗，在 60 ℃下烘干，分别进行粗粉碎和精细研磨。（2）将鲜蚕蛹从-20 ℃中取出后用料理机粉碎 100 s。

参考倪双双[18]以及李强[19]的工艺，结合具体的实际情况，工艺流程如下所示：

冷冻状态下的蚕蛹经不同方式粉碎后，与一定体积分数的乙醇溶液按设定的料液比置于酶反应器中，水浴升温，温度稳定后调节 pH 值，在该状态下提取 3 h 后离心，吸取油层及少量乳状液，在 -20 ℃下冷冻破乳 20 h 后二次离心，吸取上层清油，即为蚕蛹毛油。

1.2.2 脂肪含量以及酸价、过氧化值的测定 蚕蛹中的总脂肪质量及渣相中残余油含量的测定参照

GB 5009.6–2016 食品安全国家标准《食品中脂肪的测定》中的索式抽提法。

水相中脂肪含量的测定参照 GB 5009.6–2016 食品安全国家标准《食品中脂肪的测定》中的碱水解法。

蚕蛹油酸价的测定参照 GB 5009.221–2016《食品中酸价的测定》中的冷溶剂法。

1.2.3 影响蚕蛹油提取率的单因素实验　以乙醇体积分数、温度、pH 值和固液比为变量，以提油率为指标设计单因素实验。

1.2.4 通过 SEM 观察不同方式粉碎后的样品　通过扫描电镜观察烘干后粗粉碎的样品以及冷冻粉碎后的样品的状态，两个样品均是在相同条件下提取蚕蛹油后离心得到的渣相，放大倍数 5 000。

1.2.5 蚕蛹油脂肪酸组成分析　参考 GBT 17376–2008《动植物油脂 脂肪酸甲酯制备》以及孙红[20]的方法制备。

1.2.6 数据处理　实验数据均是通过 3 次平行实验后，以平均值±标准差表示，采用 SPSS 22.0 进行相关性分析，$P<0.05$ 为统计学上有显著性差异，使用 Origin 2016 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同粉碎方式对提油率的影响

前期研究表明，乙醇水提法对于油料粉碎细度要求较高[21]。由于蚕蛹质地柔软，相比于大部分油料而言韧性更强，普通的方法很难将其粉碎到理想水平。

对比了烘干粉碎与冷冻粉碎对于提油率的影响，蚕蛹烘干后的样品分别进行粗粉碎以及精细研磨，而冷冻状态下的蚕蛹在料理机中直接高速粉碎 100 s，结果如图 1 所示。精细研磨后的清油得率达到 87.46%，相比于粗粉碎后的 78.66%有明显的提高，但多次精细研磨耗费太多能量，设备长时间运转产生的高温也可能使蚕蛹油品质降低。相比而言，冷冻粉碎法得到的提油率达到 90.76%，明显高于普通粉碎后得到的提油率。此外，冷冻粉碎时间短，耗能大大低于烘干后粉碎，低温状态下粉碎也不会对油脂品质造成影响，且所需设备简单，易于操作，精简工艺流程。

冷冻粉碎是一种新的粉碎方法，主要适用于水分、油脂含量高的样品。它利用物料在低温状态下的“低温脆性”[22]，即物料的塑性和韧性会随温度降低而降低，而硬度和脆性会随之提高，实现从“橡胶态”到“玻璃态”的转变[23]，这种状态下很小的外力便可将其粉碎。作者所用蚕蛹水分质量分数高达 77.54%，质地有一定韧性，采用烘干后粉碎的方法效果不甚理想。因此，选用冷冻粉碎作为该工艺中蚕蛹的粉碎方式。

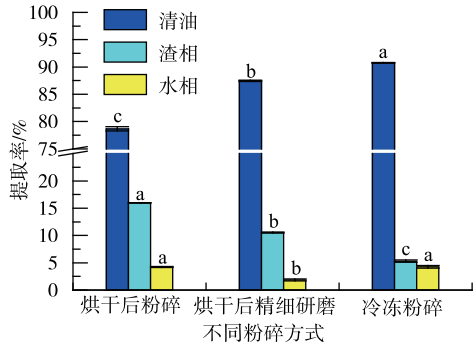


图 1　不同粉碎方式对提油率的影响

Fig. 1　Effect of grinding methods on extraction of silkworm oil

2.2 乙醇水提法提取蚕蛹油的工艺优化

2.2.1 乙醇体积分数对蚕蛹油提取率的影响　在反应温度 50 ℃，反应 pH 9.0，固液质量体积比为 1 g:7 mL 的条件下，研究不同的乙醇体积分数对蚕蛹油提取率的影响，结果如图 2 所示。

从图 2 中可以看出，随着乙醇体积分数的升高，蚕蛹油的提取率呈现先上升后下降的趋势，渣相含油量呈现先下降后上升趋势，水相中的含油量变化不明显。产生这种现象的原因是乙醇的极性强，是作为破乳剂很好的选择，加入后能充分分散在溶液中，对水分子的亲和作用很强，改变原有的水膜结构，同时还可以吸附形成界面膜的蛋白质的亲水端，破坏界面膜的稳定性，这就导致了体系中原本的乳状液失稳破裂释放出游离油，然后小的油滴聚集成大的油滴，起到了破乳的效果。随着乙醇浓度的增加，破乳效果也越强，提油率就越高。但是高浓度的乙醇溶液可能会导致蛋白质变性严重，当破乳效果达到最大时，再增加乙醇溶液的体积分数反而会使得体系中的油脂不易分离，从而导致渣相中的含油量升高。因此在本研究中，40%是较合理的乙醇体积分数，在此条件下，蚕蛹油提取率达到 (90.76±0.08)%。

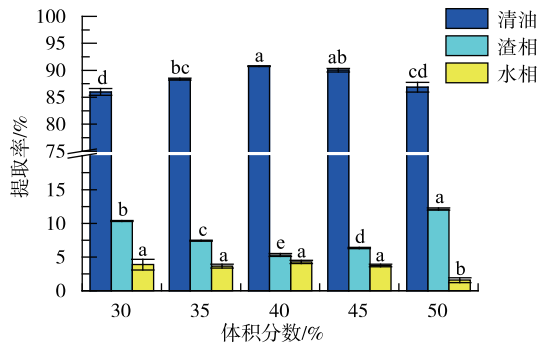


图 2　乙醇体积分数对蚕蛹油提取率的影响

Fig. 2　Effect of ethanol concentration on extraction of silkworm oil

2.2.2　温度对蚕蛹油提取率的影响　在乙醇体积分数 40%,反应 pH 9.0,固液质量体积比 1 g:7 mL 的条件下，研究不同的温度对蚕蛹油提取率的影响,结果如图 3 所示。

从图 3 中可以看出，随着反应温度的升高,蚕蛹油提取率呈现先上升后下降的趋势，在 50 ℃左右提取率最高,原因是在一定温度范围内,随着温度的升高,分子运动加剧,降低了体系的粘度,加快了油脂的运动速率，使得油脂更容易与渣相分离。但是随着温度的继续升高,提油率反而下降,可能是因为高温使乙醇挥发严重。且可以看到,水相中的含油量与温度成正比关系，可能是因为温度升高,油脂在乙醇中的溶解度增大导致的。

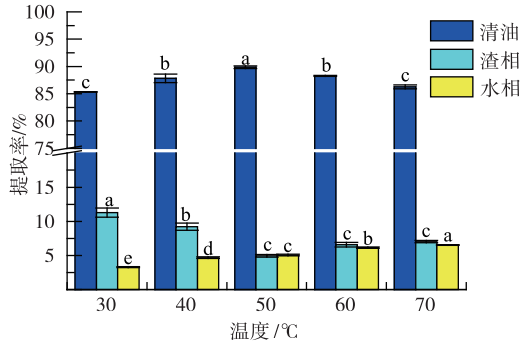


图 3　温度对蚕蛹油提取率的影响

Fig. 3　Effect of temperature on extraction of silkworm oil

2.2.3　pH 值对蚕蛹油提取率的影响　在乙醇体积分数 40%，反应温度 50 ℃，固液质量体积比 1 g:7 mL 的条件下,研究不同的 pH 值对蚕蛹油提取率的影响,结果如图 4 所示。

pH 值是工艺过程中的重要参数，绝大多数的蛋白溶于碱液,而等电点较低,溶解性在一定范围内随着 pH 值的升高而升高,适当调高 pH 可以增加蛋白质的溶出，从而油脂也会更容易提取。从图 4 中可以看到,pH 从 7 到 9 的过程中蚕蛹油提取率增加并不明显,然而 pH 从 9 到 11 的过程中,提取率有明显的下降。这是因为在弱碱性的条件下,蛋白质溶出,可以得到较高的提油率,但是当体系处于强碱性时，大量溶出的蛋白质导致体系增稠,搅拌不充分,不利于乙醇与物料的充分接触,也会对离心效果产生很大的负面影响,从而导致油脂无法顺利从体系中分离。pH 过高也可能会使得蛋白质变性絮集截留住一部分的油脂。因此,pH 值取 9 较合适。

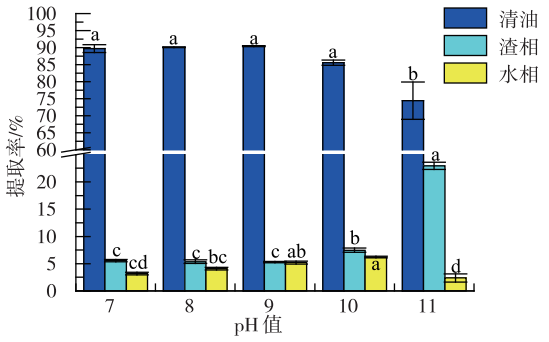


图 4　pH 值对蚕蛹油提取率的影响

Fig. 4　Effect of pH on extraction of silkworm oil

2.2.4　固液质量体积比对蚕蛹油提取率的影响　在乙醇体积分数 40%,反应温度 50 ℃,体系 pH 值为 9 的条件下,研究不同的固液质量体积比对蚕蛹油提取率的影响,结果如图 5 所示。

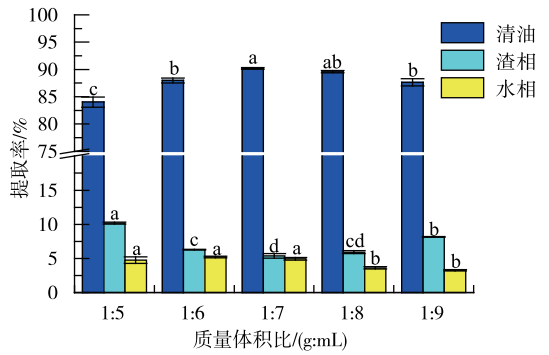


图 5　固液质量体积比对蚕蛹油提取率的影响

Fig. 5　Effect of solid –to –liquid ratio on extraction of silkworm oil

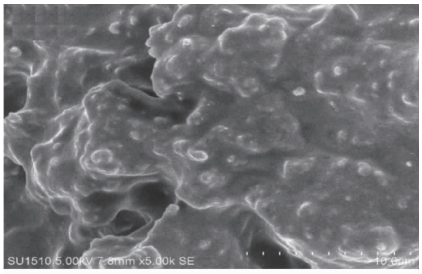
从图中可以看出,固液质量体积比过大或者过小都会影响蚕蛹油的提取率,当质量体积比为 1 g:5 mL 时,整个体系比较粘稠,不利于物料充分地分散

在流动相中,油脂就无法充分地被释放出来。随着固液质量体积比的升高，原料与水的接触面积扩大,就能更好地分散在流动相中,使得提油率升高。但是继续提高料液比,提油率反而有所下降,可能是因为随着溶液的增多,纯乙醇与物料的比例也在增加，导致了部分蛋白质与油脂分离难度增加,从而渣相中的油含量有所上升。此外,过高的质量体积比也会造成浪费,增加了乙醇回收的成本。因此,1 g:7 mL 是较为合理的固液比。

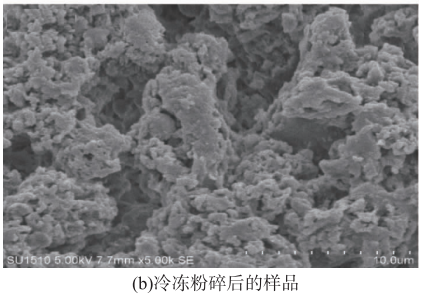
2.3 SEM 下不同方式粉碎后样品的状态

通过扫描电镜可以更直观地看到蚕蛹在经过不同方式粉碎后样品的状态,可以更好地帮助理解粉碎过程在整个工艺中的作用。图 6 中(a)为烘干后粗粉碎的样品,(b)为冷冻粉碎后的样品,两个样品均是在相同条件下提取蚕蛹油后离心得到的渣相,每张图都是在放大 5 000 倍下观察得到。

从图 6(a)中可以看出,样品整体比较光滑平整,这意味着依然有大量的油脂附着在细胞表面上或者被细胞中的蛋白质包裹,无法通过乙醇水溶液被提取出来。冷冻粉碎后的样品则呈现出明显的变化,从图 6(b)中可以看出,样品表面十分松散,出现较多孔洞，这表明大部分细胞在冷冻粉碎中被破坏,大量油脂被分离后,渣相便呈现出该状态。



(a)烘干后的粗粉碎的样品



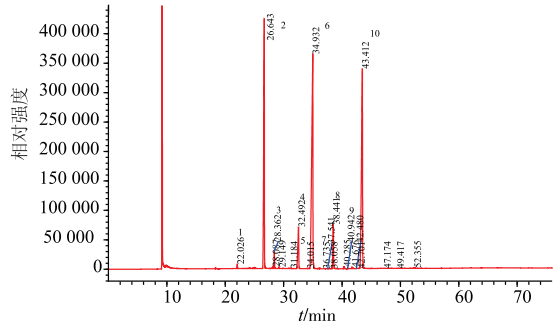
(b)冷冻粉碎后的样品

图 6　不同粉碎方式得到的蚕蛹样品在 SEM 下的观察

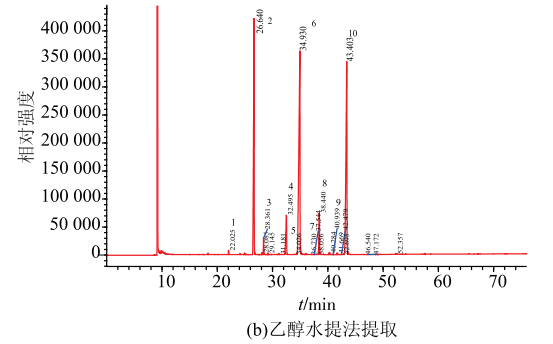
Fig. 6　SEM observation of silkworm with different grinding method

2.4 蚕蛹油脂肪酸组成分析及酸价、过氧化值的测定

为研究乙醇水提法对蚕蛹油脂肪酸的影响,以正己烷提取的蚕蛹油作为对照,对蚕蛹油脂肪酸进行 GC 分析(图 7)。利用面积归一化法所得的结果如表 1 所示,由表 1 可知,乙醇水提法和正己烷提取所得的蚕蛹油组成基本一致，主要由棕榈酸、油酸和亚麻酸组成,其中亚麻酸质量分数占到 30%左右,而反式脂肪酸质量分数很低,具有良好的营养价值。与正己烷浸提相比,乙醇水提法提取的蚕蛹油色泽更为透明,且如表 2 所示,乙醇水提法提取的蚕蛹油酸值、过氧化值均处于较低水平,无需再进行脱酸、脱胶、脱水等步骤,符合国家食用油脂的标准,证明该方法对蚕蛹油品质有着很好的保护作用,并且乙醇水提法操作方便,易于产业化应用。



(a)正己烷浸提



(b)乙醇水提法提取

图 7　不同方法提取毛油脂肪酸组成的 GC 图谱分析

Fig. 7　GC profiles of fatty acids from crude oils extracted by different methods

表 1　不同方法所得蚕蛹油脂肪酸相对质量分数

Table 1　Relative content of fatty acids in silkworm oil extracted by different methods

峰号	脂肪酸	相对质量分数/%	
		浸出法	乙醇水提法
1	豆蔻酸 C14:0	0.188	0.178
2	棕榈酸 C16:0	23.552	23.102

续表 1

峰号	脂肪酸	相对质量分数/%	
		浸出法	乙醇水提法
3	棕榈一烯酸 C16:1	0.999	0.964
4	硬脂酸 C18:0	5.199	5.361
5	反式油酸 T-C18:1	0.045	0.043
6	油酸 C18:1	35.618	35.329
7	反式亚油酸 T-C18:2	0.002	0.001
8	亚油酸 C18:2	4.117	4.299
9	反式亚麻酸 T-C18:3	0.032	0.033
10	亚麻酸 C18:3	29.525	29.930

表 2 不同方法所得蚕蛹油酸值、过氧化值的测定

Table 2 Determination of acid value and peroxide value of silkworm pupae oil extracted by different methods

提取方法	酸值/(mg/g)	过氧化值/(mmol/kg)
正己烷浸提法	3.680±0.007	1.03±0.02
乙醇水提法	0.025±0.002	0.55±0.02

3 结 语

冷冻粉碎法作为该工艺的粉碎方法,经济成本低,易操作,且提油率高于其他粉碎方法。通过单因素实验确定了乙醇水提法提取蚕蛹油的工艺条件为乙醇体积分数 40%, 固液质量体积比 1 g:7 mL, 温度 50 ℃,pH 9, 在此条件下提取率可达到 90.76%。此外,蚕蛹油脂肪酸主要由棕榈酸、油酸、亚麻酸等组成,不同方法提取得到的蚕蛹油脂肪酸组成并无显著差异。通过酸值和过氧化值的测定发现乙醇水提法提取得到的油脂品质明显优于正己烷提取的蚕蛹油,以上结果表明该方法不仅可以得到令人满意的油脂得率,更对蚕蛹油品质有着很好的保护。

参考文献:

[1] WANG Yanping,LIU Jie,WU Yuming,et al. Analysis of nutrition composition on silkworm pupa [J]. **Journal of Zhengzhou University**,2009,44(3):638-641.(in Chinese)

[2] WANG Xie,KUANG Zheshi,YANG Jinbo,et al. Research progress of comprehensive utilization of silkworm pupa [J]. **China Sericulture**,2008,29(3):7-10.(in Chinese)

[3] KWON M G,KIM D S,LEE J H,et al. Isolation and analysis of natural compounds from silkworm pupae and effect of its extracts on alcohol detoxification[J]. **Entomological Research**,2012,42(1):55-62.

[4] ZHAO X Y,WANG X D,LIU X,et al. Structured lipids enriched with unsaturated fatty acids produced by enzymatic acidolysis of silkworm pupae oil using oleic acid[J]. **European Journal of Lipid Science & Technology**,2015,117(6):879-889.

[5] DENG Lianxia,SHEN Xinqi,ZHU Liangjun,et al. New research on application of silkworm pupa [J]. **Bulletin of Sericulture**,2010,41(3):10-13.(in Chinese)

[6] WU Qiongying,JIA Junqiang,DU Jinjuan,et al. Optimization of preparation technology of ACE-inhibitory peptides from silkworm pupae protein by coupled ultrasound-ionic liquids pretreatment [J]. **Journal of Food Science & Biotechnology**,2014,33(6):633-640.(in Chinese)

[7] ZOU Y,HU T,SHI Y,et al. Silkworm pupae oil exerts hypercholesterolemic and antioxidant effects in high-cholesterol diet-fed rats[J]. **Journal of the Science of Food & Agriculture**,2017,97(7):2050-2056.

[8] WEI Z J,LIAO A M,ZHANG H X,et al. Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of silkworm pupal oil applying the response surface methodology[J]. **Bioresource Technology**,2009,100(18):4214-4219.

[9] LONGVAH T,MANGHTYA K,QADRI S S. Eri silkworm:a source of edible oil with a high content of α-linolenic acid and of significant nutritional value[J]. **Journal of the Science of Food & Agriculture**,2012,92(9):1988.

[10] ZHU X P. Research advancement on development and utilization of silkworm pupa oil [J]. **Packaging & Food Machinery**,2012,30(2):53-56.

[11] MU L X,LIAO S T,XIAO G S,et al. Research status of development and utilization for silkworm pupa protein [J]. **Guangdong Agricultural Sciences**,2011,38(23):106-109.

[12] MA Linlin，DU Yingwu，QIANG Xihuai，et al. Screening of extraction solvents for silkworm pupa oil and optimization of extraction process conditions[J]. **Science of Sericulture**，2012，38(6)：1142-1146.(in Chinese)

[13] JIA Junqiang，WU Qiongying，DU Jinjuan，et al. Optimization of ultrasonic-assisted aqueous enzymatic extraction and fatty Acid composition of silkworm pupae oil[J]. **Food Science**，2014，35(16)：52-57.(in Chinese)

[14] ZHANG Yanyu，LI Jianke. Extraction，refining and fatty acid composition analysis of *Silkworm chrysalis* oil [J]. **China Oils & Fats**，2010，35(6)：76-79.(in Chinese)

[15] PAN W J，LIAO A M，ZHANG J G，et al. Supercritical carbon dioxide extraction of the oak silkworm (*Antheraea pernyi*) pupal oil：process optimization and composition determination [J]. **International Journal of Molecular Sciences**，2012，13 (2)：2354-67.

[16] CAI Sha，HE jianjun，SHI Jianbin，et al. The extraction technology and component analysis of chrysalis oil [J]. **Food and Fermentation Industries**，2015，41(8)：239-243.(in Chinese)

[17] YANG Ruijin，NI Shuangshuang，ZHANG Wenbin，et al. Summarization on vegetable oil extraction technology by aqueous medium method[J]. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**，2016，32(9)：308-314.(in Chinese)

[18] 倪双双. 蒸汽闪爆辅助乙醇水提法提取玉米胚芽油和蛋白质[D]. 无锡：江南大学，2016.

[19] LI Qiang，YANG Ruijin，ZHANG Wenbin，et al. Influence of ethanol on aqueous extraction of oil-tea camellia seed oil[J]. **China Oils & Fats**，2012，37(3)：6-9.(in Chinese)

[20] 孙红. 水相法提取亚麻籽油与蛋白质的研究[D]. 无锡：江南大学，2015.

[21] XIE Bin，YANG Ruijin，GU Jiao. Effects of pulverization treatment on aqueous enzymatic extraction of Camellia seed oil[J]. **Food & Machinery**，2016(3)：174-177.(in Chinese)

[22] JIANG Wei. The characteristics of the freezing and comminution technology and its application in food industry[J]. **Modernizing Agriculture**，2016(11)：35-36.(in Chinese)

[23] JIANG Shuiquan，LIU Muhua，ZHAO Jiewen，et al. The freeze grinding technology in food，farm product and livestock product [J]. **Science and Technology of Cereals，Oils and Foods**，2003，11(5)：44-45.(in Chinese)

会　议　消　息

会议名称：第三届农业食品和生物技术国际会议(ICAFB 2020)

会议时间：2020 年 1 月 13–15 日

会议地点：印度尼西亚巴厘岛

会议简介：(ICAFB 2020) 第三届农业食品和生物技术国际会议将于 2020 年 1 月 13–15 日在印度尼西亚巴厘岛隆重召开。录用文章能发表在 International Journal of Food Engineering (IJFE, ISSN: 2301–3664)，被收录在 Engineering & Technology Digital Library，并被 WorldCat, Google Scholar, Cross ref, ProQuest，CABI 等数据库检索；或者发表在 International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics (IJBBB, ISSN: 2010–3638)，将被收录在 Electronic Journals Library, Chemical Abstracts Services (CAS), Google Scholar, and ProQuest；或者能发表在 Journal about Agriculture 将被收录在 Engineering & Technology Digital Library，并被 Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Engineering & Technology Digital Library, Crossref and Electronic Journals Digital Library 等数据库检索。来自中国台湾成功大学的 Ching Chang Lee 教授将和来自美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校的 Khaled M. Bali 教授担任大会主席。

会议网址：http://www.icafb.org/

投稿方式：http://confsys.iconf.org/submission/icafb2020

会议邮箱：icafb@cbees.net

联系电话：+852–3500–0137 (中国香港)/+1–206–456–6022 (美国)/+86–28–86528465 (中国大陆)

会议专员：肖女士