陈则华，冯孔龙，刘飞，等.低温压榨火麻仁油的工艺与品质研究［J］.广东农业科学，2018，45（10）：106-111.

低温压榨火麻仁油的工艺与品质研究

陈则华[1]，冯孔龙[2]，刘　飞[3]，何宝文[2]，杜　洁[2]，潘妙棠[2]，曹　庸[2]

（1.无限极（中国）有限公司，广东 广州 510663；
2.华南农业大学食品学院/广东省天然活性物工程技术研究中心，广东 广州 510642；
3.广州绿萃生物科技有限公司，广东 广州 510663）

摘　要：通过低温液压压榨技术研究火麻仁油脂的提取工艺。首先对火麻仁原料进行筛选，然后通过单因素实验研究压榨的时间、温度、压力以及投料量对火麻仁出油率的影响，采用正交实验对液压压榨火麻仁油的工艺进行优化，并对火麻仁油进行质量评价。结果表明，广西巴马产的去壳火麻仁原料含油率高达56.53%，且以液压压榨出油率最高，其压榨油脂品质最佳。液压法压榨火麻仁油的最佳工艺为：投料量500 g，压榨压力50 MPa，压榨温度70℃，在此最佳条件下火麻仁油的出油率为44.01%。经检测，所得的火麻仁油含有大量的不饱和脂肪酸，感官指标和理化指标均符合食用植物油标准。

关键词：火麻仁油；广西巴马；液压压榨；正交试验

中图分类号：S563.3；TS224.3　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1004-874X（2018）10-0106-06

Process and quality of low temperature pressing hemp seed oil

CHEN Ze-hua[1], FENG Kong-long[2], LIU Fei[3], HE Bao-wen[2], DU Jie[2], PAN Miao-tang[2], CAO Yong[2]

（1. *Infinitus (China) Co., Ltd., Guangzhou* 510663, *China;*
2. *College of Food Sciences, South China Agricultural University/Guangdong Province Engineering Research Center for Bioactive Natural Products, Guangzhou* 510642, *China;*
3. *Guangzhou Greencream Biotech Co., Ltd, Guangzhou* 510663, *China*）

Abstract：This paper studied the extraction technology of hemp seed oil using low temperature hydraulic pressing method. Firstly, to screen the raw materials of hemp seed, and then the effect of time, temperature, pressure and material mass on the oil yield of hemp seed was studied through a single-factor experiment. The optimal technological parameters of cold pressed hemp seed oil were investigated by orthogonal experiments, and the quality of the hemp seed oil was evaluated. The results showed that the oil content of the shelled Bama hemp seed produced in Guangxi was as high as 56.53%, and the hydraulic press had the highest oil yield, and the quality of the pressed oil was the best. The optimal process for hydraulic pressing of hemp seed oil is as follows: material mass of 500 g, pressure of 50 MPa, temperature of 70 ℃. Under optimal conditions, the oil yield of hemp seed oil was 44.01%. Meanwhile, hemp seed oil was rich in unsaturated fatty acids, its sensory analysis and physicochemical properties were attained the edible vegetable oil standard.

Key words：hemp seed oil; Guangxi Bama; hydraulic pressing method; orthogonal experiment

火麻仁是桑科植物大麻（*Cannabis sativa* L.）的干燥成熟种子，是一种典型的药食同源植物资源[1]。目前研究发现，火麻仁营养丰富，富含油脂，且火麻仁油含有大量的不饱和脂肪酸如油酸、亚油酸、α-亚麻酸等，其中亚油酸（ω-6）和α-亚麻酸（ω-3）的比值接近3∶1[2]，

收稿日期：2018-07-21
基金项目：中央财政林业改革发展资金（[2017]GDTK-07）
作者简介：陈则华（1981-），男，硕士，工程师，E-mail：jeff.chen@infinitus-int.com
通讯作者：曹庸（1966-），男，博士，教授，E-mail：caoyong2181@scau.edu.com

有降血脂[3]、抗氧化[4-5]、改善记忆[6]等功效，是一种高品质的功能性油脂[1]，具有广泛的食用及药用价值，符合当前人们对健康饮食的需求，日益受到重视和推崇。在我国，火麻仁的栽培面积和产量位居世界前列，但有关火麻仁油的研究却刚刚起步，我国有着丰富的品种资源和广阔的消费市场，因此，对火麻仁油的研究值得进一步探讨，特别是在火麻仁油的制取方面有待深入研究[7]。

目前火麻仁油的提取方法存在出油率和生产效率不高、提取油脂品质差等问题，常见的火麻仁油提取方法有溶剂浸出法[8-9]、压榨法[10-11]、超临界 CO_2 萃取法[12]以及水酶法[13]等。溶剂浸出法生产安全性差，存在溶剂残留的弊端；超临界 CO_2 萃取法存在成本较高、压力大的不足；水酶法提取时间较长，出油率不高[14]。压榨法作为一种物理挤压取油方式，通过挤压使原料的细胞结构充分破碎，油脂从油料中分离[15]，具有适应性强、工艺简单的特点。其中，热榨法的油脂香气较好，颜色较深，出油率较高，容易保存，但脂肪酸经高温处理发生氧化分解，导致其含量下降，蛋白质经高温处理发生严重变性，功能性油脂含量降低[16]；冷压榨法能提高油脂品质，减少油料中热敏性的成分损失，可以得到高品质的油脂[11]。

本研究以广西和云南两个产地去壳及带壳的火麻仁两种原料，筛选高品质高含油率的火麻仁，采用冷压榨法，以压榨时间、火麻仁投料量、压榨温度和压榨压力为单因素进行试验，研究不同因素对火麻仁油出油率的影响。在单因素研究的基础上以出油率为测定指标，选择压榨温度、压榨压力和火麻仁投料量 3 因素设计正交试验，优化火麻仁油压榨的工艺条件，并对所得油脂进行品质质量评价，为火麻仁油的制备及质量标准提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

广西巴马产的火麻仁及脱壳火麻仁购自广州康圣药业有限公司，云南产的火麻仁及脱壳火麻仁购自云南工业大麻股份有限公司。

试剂：石油醚、无水乙醇、三氯甲烷、冰乙酸、碘化钾、硫代硫酸钠、可溶性淀粉、酚酞、氢氧化钾等均为市售，分析纯。

仪器：6YZ-180 全自动液压香油机（郑州八方机器制造有限公司），索氏提取器，旋转蒸发器，电子分析天平，数显恒温水浴锅，真空干燥箱。

1.2 试验方法

以广西巴马和云南两个产地去壳及带壳火麻仁两种原料的含油率及相应压榨火麻仁油的品质，筛选高品质高含油率的火麻仁原料，在压榨时间 30 min、压榨温度 70℃、压力 50 MPa、进料量 500 g 条件下，考察产地及去壳对出油率及火麻仁油品质的影响。

1.2.1 火麻仁压榨工艺的单因素试验 （1）压榨时间对火麻仁油出油率的影响。在压榨温度 70℃、压榨压力 50 MPa、投料量 500 g 条件下，考察不同压榨时间对火麻仁出油率的影响。

（2）压榨温度对火麻仁油出油率的影响。在压榨时间 30 min、压榨压力 50 MPa、投料量 500 g 条件下，考察不同压榨温度对火麻仁出油率的影响。

（3）压榨压力对火麻仁油出油率的影响。在压榨时间 30 min、压榨温度 70 ℃、投料量 500 g 条件下，考察不同压榨压力对火麻仁出油率的影响。

（4）投料量对火麻仁油出油率的影响。在压榨时间 30 min、压榨温度 70℃、压榨压力 50 MPa 条件下，考察不同投料量对火麻仁出油率的影响。

1.2.2 火麻仁压榨工艺的正交试验设计 在单因素试验的基础上，选择压榨温度、压榨压力和火麻仁投料量 3 因素设计正交试验，以出油率为测定指标，优化火麻仁油压榨的工艺条件。测定最佳条件下所得火麻仁油的色泽、气味、滋味、透明度、折光指数、相对密度、水分及挥发物、不溶性杂质、酸价、过氧化值、碘值、皂化值、不皂化值以及脂肪酸组成等指标，作为考察火麻仁油质量的标准。

1.3 理化指标分析方法

含油率及渣中残油率的测定采用索氏提取

法，参照标准 GB/T 5009.6–2016；气味、滋味及透明度参照标准 GB/T 5525–2008；酸价测定参照标准 GB/T 5009.229–2016；过氧化值测定采用滴定法，参照标准 GB/T 5009.227–2016；皂化值测定参照标准 GB/T 5534–2008。

2 结果与分析

2.1 火麻仁原料筛选

由表 1 可知，火麻仁原料含油率及压榨出油率从高到低依次为广西去壳 > 云南去壳 > 广西带壳 > 云南带壳，且去壳火麻仁原料含油率及出油率均高于带壳的，其中广西去壳火麻仁原料含油率和压榨出油率最高，分别为 56.53% 和 43.80%，均显著高于云南产火麻仁，因此以广西去壳火麻仁适合后续工艺研究。

表 1 火麻仁原料含油率及液压压榨出油率（%）

产地	方式	原料含油率	出油率	干饼残油
广西	去壳	56.53 ± 0.03	43.8	11.36
	带壳	33.68 ± 0.82	21.4	11.27
云南	去壳	46.65 ± 0.30	37.0	10.45
	带壳	26.71 ± 0.92	20.4	7.72

由表 2 可知，去壳火麻仁压榨油脂的酸价和过氧化值均显著低于带壳火麻仁油。广西和云南产地的去壳火麻仁油的酸价和过氧化值均无明显差异，其中酸价分别为 1.65、1.68 mg KOH/g，均处于较低水平[17]。由表 2 及图 1（封三）可知，4 种原料液压压榨的火麻仁油均为透明的浅黄绿色，嗅觉上均无异味，火麻仁油清淡油香。

综合考虑原料的含油率和油脂品质，广西巴马产的去壳火麻仁原料含油率且液压压榨出油率最高，其压榨油脂品质最佳，因此后期工艺研究选用广西巴马产的去壳火麻仁作为原料。

表 2 液压压榨火麻仁油品质

产地	类别	酸价（mg KOH/g）	过氧化值（mmol/kg）	皂化价（mg KOH/g）	色泽、透明度	气味
广西	去壳	1.65 ± 0.01	1.99 ± 0.16	190.23 ± 0.22	浅黄绿色，透明	无异味，火麻仁油清淡油香
	带壳	5.47 ± 0.07	5.44 ± 0.39	190.81 ± 0.99	浅黄绿色，透明	无异味，火麻仁油清淡油香
云南	去壳	1.68 ± 0.02	2.23 ± 0.08	191.25 ± 0.84	浅黄绿色，透明	无异味，火麻仁油清淡油香
	带壳	3.85 ± 0.02	5.75 ± 0.08	190.47 ± 0.39	浅黄绿色，透明	无异味，火麻仁油清淡油香

2.2 单因素试验

2.2.1 压榨时间对火麻仁出油率的影响 由图 2 可知，火麻仁的出油率在 0~30 min 内迅速增加，但在 30~60 min 时间段内，随着压榨时间增加出油率增加趋势变缓，考虑到生产效率，压榨时间不宜过长，因此，选定压榨 30 min 为最佳压榨时间。

2.2.2 压榨温度对火麻仁出油率的影响 由图 3 可知，随着榨取温度的增加，火麻仁出油率

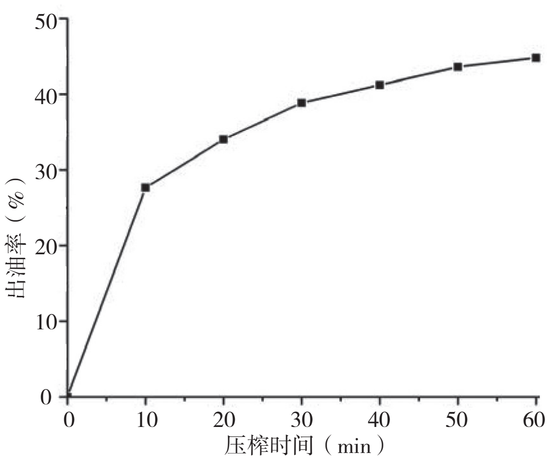

图 2 压榨时间对火麻仁出油率的影响

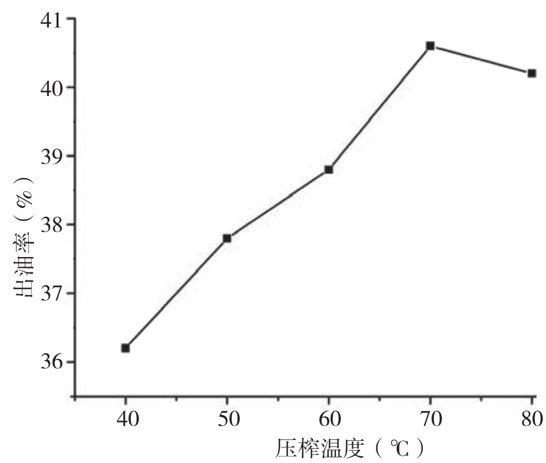

图 3 压榨温度对火麻仁出油率的影响

呈上升趋势，当压榨温度为 70℃时出油率最高，为 40.6%，当压榨温度超过 70℃时，出油率增加趋势减缓。压榨温度增加，原料加热，可塑性提高，易于结合成型，提高出油率，但温度过高会使油脂中的酸价和过氧化值升高。由于本试验为冷榨法提取火麻仁油，温度不能太高，综合考虑效能、能耗及油品质，初步选定压榨温度为 70℃。

2.2.3 压榨压力对火麻仁出油率的影响 由图4可知，随压榨压力的升高，出油率迅速增加，当压力超过 50 MPa 后出油率增加缓慢。综合考虑经济能耗和设备安全角度，压榨压力过大会导致设备损耗加快、寿命减短，且高压的安全隐患会大大增加，因此选定最佳榨取压力为 50 MPa。

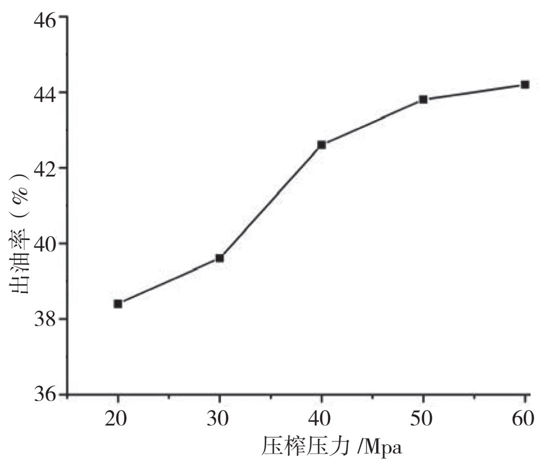

图 4 压榨压力对火麻仁出油率的影响

2.2.4 投料量对火麻仁出油率的影响 由图 5 可知，随压榨投料量的增加，出油率先增加，当投料量为 500 g 时其出油率最高，为 43.8%，当投料量超过 500 g 以后出油率随着投料量的增大反而减少。综合考虑出油率和生产效率，选定每次压榨投料量为 500 g。

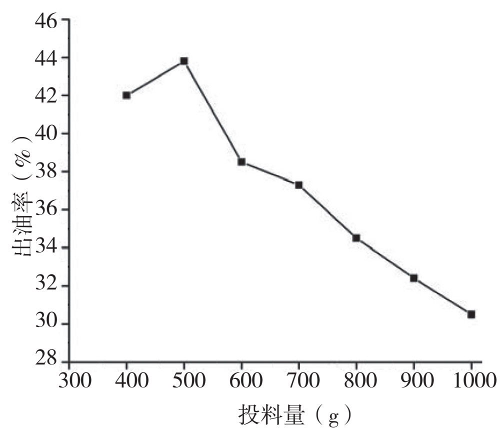

图 5 液压压榨投料量对火麻仁出油率的影响

2.3 正交试验结果

依据单因素试验结果，以出油率为测定指标设计正交试验，因素水平见表 3。由正交试验结果（表 4）可知，影响火麻仁油出油率的因素大小为 C（投料量）> B（压力）> A（温度），液压榨取火麻仁油工艺的最佳条件为 C1B2A2，即投料量为 500 g，压榨压力为 50 MPa，压榨温度为 70℃，在此条件下火麻仁油的出油率为 44.01%。

表 3 正交试验因素和水平

水平	A 温度（℃）	B 压力（MPa）	C 投料量（g）
1	60	40	500
2	70	50	600
3	80	60	700

表 4 正交试验结果

试验号	A	B	C	出油率（%）
1	1	1	1	39.50
2	1	2	3	35.37
3	1	3	2	34.43
4	2	1	3	34.75
5	2	2	2	36.57
6	2	3	1	40.60
7	3	1	2	35.42
8	3	2	1	38.33
9	3	3	3	33.50
K_1	109.30	109.67	116.33	
K_2	109.82	110.27	106.42	
K_3	107.25	106.43	103.62	
R	2.57	3.84	12.71	

2.4 火麻仁油产品质量分析

以广西巴马产的去壳火麻仁为原料，在压榨时间 30 min、压榨温度 70℃、投料量 500 g、压榨压力 50 MPa 条件下，获得的火麻仁油的感官特性和理化特性如表 5 所示。本研究采用冷液压压榨法，最佳工艺所得的火麻仁油澄清、透明，且具有火麻仁油特有的气味和滋味，其酸价和过氧化值较低，苯并（α）芘未检出，均符合国标 GB 2716–2018 食用植物油卫生标准，表明该工艺可达到国标中食用油脂的质量标准。其中折光指数、相对密度、皂化值和不皂化物等指标与其他食用植物油相似。火

麻仁油中不饱和脂肪酸含量较高[18]，总量达88%，其中油酸、亚油酸和亚麻酸含量分别为16.9%、56.75% 和 14.4%，且亚油酸和亚麻酸的比值即（Ω-6）：（Ω-3）为 3.94 ：1，符合目前国际营养公认的比例标准，因此合理开发火麻仁油，能够促进饮食的营养平衡。

表 5　火麻仁油感官特性和理化特性

质量要求	检测项目	指标
感官要求	色泽（罗维朋比色槽 25.4mm）	黄 30，红 1.4
	气味、滋味	具有火麻仁油特有的气味和滋味，无酸败味及其他异味
	透明度	澄清、透明
理化特性	折光指数（n^{40}）	1.4741
	相对密度（d^{20}_{20}）	0.914
	碘值（以 I_2 计，g/100g）	152
	皂化值（KOH），mg/g	194
	不皂化值（g/kg）	4.8
	饱和脂肪酸（%）	10.2
	油酸，C18:1（%）	16.9
	亚油酸，C18:2（%）	56.7
	亚麻酸，C18:3（%）	14.4
	水分及挥发物（%）	0.14
	不溶性杂质（%）	0.01
	酸价（KOH，mg/g）	1.1
	过氧化值（mmol/kg）	1.89
	苯并（a）芘（μg/kg）	未检出
	加热试验（280℃）	无析出物
	烟点（℃）	168

3　结论与讨论

火麻仁作为一种重要的油料作物原料，脂肪含量是其质量优劣的一个重要衡量标准。火麻籽含油量达 30%~35%，而去壳的火麻仁含油率高达 50% 以上[19]。本研究以广西巴马和云南两个产地去壳及带壳的两种火麻仁原料，发现广西巴马产的去壳火麻仁原料含油率最高、为 56.53%，显著高于广西带壳及云南去壳和带壳的火麻仁原料，且其酸价和过氧化值较低，品质较好，非常适合后期压榨工艺优化和高品质高稳定性的火麻仁油产品开发。

低温液压压榨法出油率高，工艺简单，加工成本低且操作方便，适合工业化生产[20]，并且对油脂的品质没有影响，营养成分保留完整，色泽好且无溶剂残留。本研究采用低温液压压榨法，通过单因素和正交试验可得，影响压榨火麻仁油出油率的主要因素依次为投料量、压榨压力、压榨温度，并优化得到最佳的火麻仁油低温压榨工艺：以广西巴马产去壳火麻仁为原料，压榨时间 30 min，压榨温度为 70℃，压榨压力 50 Mpa，投料量 500 g，在此条件下火麻仁的出油率为 44.01%。对所获得的火麻仁油进行质量评价发现，低温液压压榨火麻仁油，出油率较高，油脂品质高于油茶籽油等食用植物油，且富含不饱和脂肪酸，具有良好的保健功能，可作为保健食用油开发利用，具有较高的经济价值。

参考文献：

[1]　韦凤，涂冬萍，王柳萍．火麻仁食用开发和药理作用研究进展［J］．中国老年学杂志，2015（12）：3486-3488.

[2]　Teh S, Birch J. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils［J］. Journal of Food Composition and Analysis, 2013, 30（1）：26-31.

[3]　萧闵，李全胜．火麻仁油与藻油混合物对营养肥胖大鼠的降脂减肥作用研究［J］．湖北中医药大学学报，2016（4）：12-15.

[4]　李根林，曹亚蕊，吴宿慧，等．火麻仁油对衰老模型小鼠血脂水平及炎症、抗氧化相关指标的影响［J］．中药药理与临床，2015（1）：109-111.

[5]　任汉阳，张瑜，刘红雨，等．火麻仁油对便秘模型小鼠抗氧化作用的实验研究［J］．中国医药学报，2004（2）：123-124.

[6]　苏婧，贺海波，石孟琼，等．火麻仁油对 D- 半乳糖致衰老小鼠学习记忆障碍的保护作用研究［J］．中国临床药理学与治疗学，2011（12）：1332-1339.

[7]　周鸿翔，吴凤智，王广莉，等．火麻仁油研究进展［J］．食品研究与开发，2013（24）：275-279.

[8]　曾凡炎，马燮．不同溶剂对火麻仁出油率及脂

肪酸成分的影响［Z］. 中国北京：20154.
［9］ 胡位荣，刘顺枝，谢伟文，等 . 无溶剂微波提取法提取柚皮精油的初步研究［J］. 广东农业科学，2014，41（1）：93-95.
［10］ Anwar F, Latif S, Ashraf M. Analytical characterization of hemp （Cannabis sativa） seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan［J］. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2006, 83（4）：323-329.
［11］ 周鸿翔，黄小焕，王广莉，等 . 响应面法优化火麻仁油冷榨提取工艺［J］. 食品科学，2012（18）：67-72.
［12］ 万广朋，李祥，覃江克，等 . 巴马火麻仁油超临界 CO_2 萃取工艺优化及其脂肪酸成分分析［J］. 中国油脂，2013（9）：11-13.
［13］ 刘贺，庚平，张娟，等 . 响应面设计优化水酶法提取火麻仁油工艺参数［J］. 中国粮油学报，2014（4）：62-67.
［14］ 陈则华，陈彤，李伟，等 . 火麻仁油提取、化学成分及功能研究进展［J］. 食品与机械，2018（6）：192-196.
［15］ 沈佳奇，徐俐，舒德保，等 . 正交试验优化液压法榨取油茶籽油工艺研究［J］. 广东农业科学，2014，41（13）：83-86.
［16］ 耿晶娟，舒奕，陶莎，等 . 不同方法提取火麻籽油的品质分析［J］. 中国油脂，2015（5）：45-49.
［17］ 虞剑泉，于修烛，陈兴誉，等 . 火麻籽及其油的理化性质研究［J］. 中国油脂，2012（4）：84-87.
［18］ 赵庄 . 火麻仁油的药理功能及安全性研究进展［J］. 食品工业科技，2017（21）：319-323.
［19］ 方晓璞，田淑梅，任春明，等 . 火麻仁油组分含量及理化性质的研究［J］. 粮食与食品工业，2014（3）：24-26.
［20］ 范亚辉 . 油用牡丹油脂提取工艺的探讨［J］. 北京农业，2014（10）：254-255.

（责任编辑　邹移光）