

全自动卧式液压压榨机制备核桃油的工艺优化

刘 梁¹, 张 煜¹, 刘 建¹, 石学鹏², 吕鹏辉²

(1. 中粮工科(西安)国际工程有限公司, 西安 710082; 2. 洛阳兆格环保科技有限公司, 河南 洛阳 471000)

摘要:为了降低全自动卧式液压压榨机制备核桃油的生产成本,采用单因素试验考察了原料颗粒度、原料水分和入榨温度对核桃饼残油率的影响,在此基础上以核桃饼残油率为指标,运用响应面法对全自动卧式液压压榨机制备核桃油的工艺条件进行优化。结果表明:全自动卧式液压压榨机制备核桃油的最佳工艺条件为原料颗粒度 120 目(0.125 mm)、原料水分 1.5%、入榨温度 60℃,在此条件下核桃饼残油率为 13.43%。

关键词:核桃油;全自动卧式液压压榨机;响应面试验;核桃饼残油率

中图分类号:TS225.1;TS224.3 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2022)10-0008-04

Optimization of preparation of walnut oil by automatic horizontal hydraulic press

LIU Liang¹, ZHANG Yu¹, LIU Jian¹, SHI Xuepeng², LYU Penghui²

(1. COFCO ET (Xi'an) International Engineering Co., Ltd., Xi'an 710082, China; 2. Luoyang Zhaoge Environmental Protection Technology Co., Ltd., Luoyang 471000, Henan, China)

Abstract: In order to reduce the production cost of walnut oil prepared by automatic horizontal hydraulic press, the effects of raw material particle size, raw material moisture and pressing temperature on the residual oil rate of walnut cake were studied by single factor experiment. Then with the residual oil rate of walnut cake as an index, the conditions of preparing walnut oil by the automatic horizontal hydraulic press were optimized using response surface methodology. The results showed that the optimal process conditions of preparing walnut oil by the automatic horizontal hydraulic press were obtained as follows: raw material particle size 120 meshes(0.125 mm), raw material moisture 1.5%, pressing temperature 60℃. Under these conditions, the residual oil rate of walnut cake was 13.43%.

Key words: walnut oil; automatic horizontal hydraulic press; response surface methodology; residual oil rate of walnut cake

核桃是胡桃科胡桃属植物,为世界四大坚果植物之一。我国核桃栽培历史悠久,核桃种植面积及产量均居世界首位^[1]。核桃仁中油脂含量高达 60%~70%,油中亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸总量达 90%以上^[2-3]。此外,核桃油富含甾醇、黄酮、

维生素 E 等生物活性成分^[4],有预防糖尿病、防治心血管疾病以及提高记忆力等诸多功能^[5-9]。近年来,随着人们生活水平的提高和对营养保健认识的逐渐深化,核桃油作为功能营养油脂,其需求量也呈逐年增长的趋势。

核桃油的制备方法主要有溶剂浸出法、超声波辅助提取法、超临界流体萃取法和压榨法。溶剂浸出法虽然出油率较高,但会使核桃中的蛋白质发生变性,且油中存在有机溶剂残留^[10];超声波辅助提取法是利用超声波产生强烈振动等超声效应协同作用来提高分子运动频率和速度,使组织细胞破裂,溶剂更容易渗入油料细胞加速相互渗透溶解从而提取

收稿日期:2022-08-17

基金项目:国家重点研发计划“特色食用木本油料种实增值加工关键技术”课题二“木本油料提质增效加工关键技术与设备研究”(2019YFD1002402)

作者简介:刘 梁(1993),女,工程师,硕士,研究方向为食品工程(E-mail)766088184@qq.com。

油脂的工艺,该工艺虽然提高了出油率,缩短了提取时间,但仍存在溶剂残留,且尚处于实验室研究阶段^[11];超临界流体萃取法是利用处于临界压力和临界温度以上的流体具有特异溶解能力而发展起来的制油技术,该工艺制得的核桃油色泽较好,品质较高,且无溶剂残留,但由于设备、能耗、安全等诸多因素限制,在实际生产中应用受限^[12];压榨法制油是我国传统的制油方法,利用液压压榨法制得的核桃油色泽好,无溶剂残留,油料中的蛋白质变性程度低,是一种安全、绿色的制油工艺^[13]。

目前,我国利用液压压榨法制备核桃油的设备多为人工或者半人工,出油过程受力复杂,出油率低,且无法实现连续自动控制。YZW-32型全自动卧式液压压榨机配备多缸复位合模循环进料压榨装置,可实现全程自动控制连续压榨制油,且出油率高;还有多层金属组合滤网装置,无需包饼包料,可大大降低人工成本;同时,该设备压榨过程不产生高温,获得的核桃油及蛋白品质较高,可为后续蛋白利用提供有效支撑。但目前利用该设备制备核桃油的最优工艺条件尚不明确,因此本研究拟对YZW-32型全自动卧式液压压榨机制备核桃油的工艺条件进行优化,以期降低生产成本,提升核桃油品质,助力核桃油产业提质增效及可持续发展。

1 材料与方法

1.1 试验材料

核桃仁,市场采购。石油醚(分析纯),天津科密欧化学试剂有限公司。

电热鼓风干燥箱,上海实验仪器厂有限公司;分析天平,沈阳龙腾有限公司;JMLB-65胶体磨,温州市弘安机械有限公司;粉碎机,成都粮科所;水浴锅,西安超杰生物科技有限公司;YZW-32型全自动卧式液压压榨机,洛阳兆格环保科技有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 YZW-32型全自动卧式液压压榨机制备核桃油

取6 kg核桃仁,在50℃烘箱中烘干一定时间调节水分后,使用胶体研磨成浆,通过转动胶体磨的手柄调节核桃浆的颗粒度,之后进入暂存罐在一定温度下保温搅拌,通过转子泵输送核桃浆至全自动卧式液压压榨机的工作腔,使用液压系统升压榨制油。

1.2.2 核桃仁水分及核桃饼残油率的测定

参照GB/T 14489.1—2008测定核桃仁水分;参照GB/T 14488.1—2008测定核桃饼残油率。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 原料颗粒度对核桃饼残油率的影响

在原料水分2%,原料颗粒度分别为90、100、110、120、130目,入榨温度50℃条件下制备核桃油,考察原料颗粒度对核桃饼残油率的影响,结果见图1。

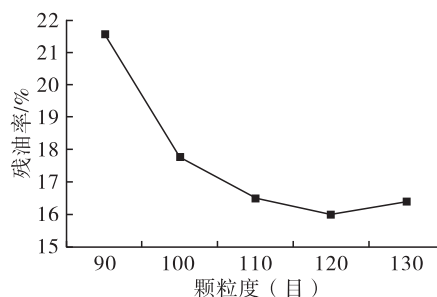


图1 原料颗粒度对核桃饼残油率的影响

由图1可知,随着原料颗粒度目数的增大,核桃饼残油率呈先下降后上升的趋势,在原料颗粒度为120目时,核桃饼残油率最低,为16.0%。这可能是因为随着原料颗粒度目数的增加,原料粒径减小,原料中的核桃油更容易被压榨出来,故核桃饼残油率降低,但目数增加到一定程度后,原料粒度太小,粉末度提高,可塑性降低,故核桃饼残油率又有所升高。综合考虑,原料颗粒度维持在120目(0.125 mm)较为合适。

2.1.2 原料水分对核桃饼残油率的影响

在原料水分分别为1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%,原料颗粒度120目,入榨温度50℃条件下制备核桃油,考察原料水分对核桃饼残油率的影响,结果见图2。

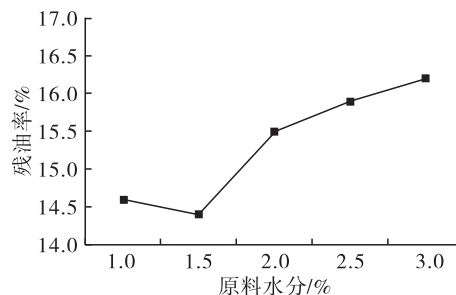


图2 原料水分对核桃饼残油率的影响

由图2可知,随着原料水分的增加,核桃饼残油率呈先下降后上升的趋势,在原料水分为1.5%时,核桃饼残油率最低,为14.4%。这可能是因为当原料水分为1.5%时,原料中蛋白的弹性和塑性达到最佳状态,所以出油率最高,核桃饼残油率最低。之后继续增加原料水分,原料中蛋白的弹性和塑性发生变化,从而影响出油率,核桃饼残油率逐渐升高。综合考虑,原料水分维持在1.5%较为合适。

2.1.3 入榨温度对核桃饼残油率的影响

在原料水分 1.5%, 原料颗粒度 120 目, 入榨温度分别为 30、40、50、60、70 °C 条件下制备核桃油, 考察入榨温度对核桃饼残油率的影响, 结果见图 3。

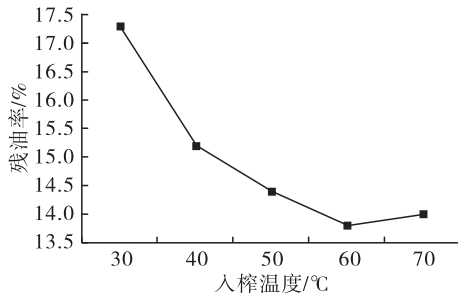


图 3 入榨温度对核桃饼残油率的影响

由图 3 可知, 随着入榨温度的升高, 核桃饼残油率呈先下降后上升的趋势, 在入榨温度为 60 °C 时, 核桃饼残油率最低, 为 13.8%。这可能是由于随着入榨温度的升高, 核桃浆料中油脂的黏度逐渐减小, 当入榨温度上升至 60 °C 时, 设备在压榨时具有较好的出油效果。综合考虑, 入榨温度维持在 60 °C 较为合适。

2.2 响应面试验

2.2.1 响应面试验设计及结果

在单因素试验基础上, 运用 Box - Behnken 模型, 以原料颗粒度 (A)、原料水分 (B) 和入榨温度 (C) 为自变量, 以核桃饼残油率 (Y) 为响应值, 优化全自动卧式液压压榨机制备核桃油的工艺条件。响应面试验因素及水平见表 1, 响应面试验设计及结果见表 2。

表 1 响应面试验因素及水平

水平	原料颗粒度(目)	原料水分/%	入榨温度/°C
-1	110	1.0	50
0	120	1.5	60
1	130	2.0	70

表 2 响应面试验设计及结果

试验号	A	B	C	Y/%
1	1	0	1	14.7
2	0	0	0	13.5
3	-1	1	0	16.5
4	1	0	-1	16.8
5	1	1	0	14.8
6	-1	0	1	17.27
7	1	-1	0	17.4
8	0	1	-1	16.2
9	0	1	1	14.1
10	0	-1	1	16.8
11	0	-1	-1	15.3

续表 2

试验号	A	B	C	Y/%
12	-1	-1	0	17.2
13	0	0	0	13.8
14	0	0	0	13.6
15	-1	0	-1	15.0
16	0	0	0	13.5
17	0	0	0	13.4

利用 Design - Expert 8.0.6 统计软件对表 2 中数据进行二次多项回归拟合, 得到多元回归方程 $Y = 13.54 - 0.28A - 0.64B - 0.063C - 0.47AB - 1.08AC - 0.90BC + 1.63A^2 + 0.30B^2 + 0.76C^2$ 。

2.2.2 试验结果的方差分析

对核桃饼残油率回归方程进行方差分析, 结果见表 3。

表 3 方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F	p
模型	35.23	9	3.91	53.26	<0.0001**
A	0.60	1	0.60	8.23	0.0240*
B	3.25	1	3.25	44.23	0.0003**
C	0.03	1	0.03	0.43	0.5352
AB	0.90	1	0.90	12.28	0.0099**
AC	4.62	1	4.62	62.89	<0.0001**
BC	3.24	1	3.24	44.08	0.0003**
A ²	11.05	1	11.05	150.34	<0.0001**
B ²	7.06	1	7.06	96.07	<0.0001**
C ²	2.34	1	2.34	31.80	0.0008**
残差	0.51	7	0.07		
失拟项	0.42	3	0.14	6.12	0.0562
纯误差	0.09	4	0.02		
总离差	35.74	16			

注: * 差异显著 ($p < 0.05$); ** 差异极显著 ($p < 0.01$)

由表 3 可知, 模型 p 小于 0.01, 说明本试验拟合的二次多项回归方程模型的差异极显著。模型的调整相关系数 (R_{Adj}^2) 为 0.9671, 说明该模型能够解释 96.71% 的响应值变化。因此, 该模型的拟合度良好, 可用于全自动卧式液压压榨机制备核桃油工艺研究的分析预测。一次项 B, 交互项 AB、AC、BC 和二次项 A²、B²、C² 对核桃饼残油率影响极显著, 一次项 A 影响显著。4 个因素对核桃饼残油率影响的先后顺序为原料水分 > 原料颗粒度 > 入榨温度。

通过 Box - Behnken 试验可以得出最佳反应条件为原料颗粒度 121.66 目、原料水分 1.68%、入榨温度 62.15 °C, 此时核桃饼残油率达到最小值 13.38%。考虑到实际操作条件, 将全自动卧式液压压榨机制

(下转第 17 页)

比较不同膜回收酸沉废液中的核桃蛋白。结果表明:核桃蛋白最佳提取工艺条件为以纤维素酶为辅助酶、酶解时间 60 min、酶解 pH 3.6、酶添加量 0.5%、酶解温度 37℃,在此条件下核桃蛋白得率高达 84.11%。再采用 CA 膜超滤回收酸沉废液中核桃蛋白,在原料液质量浓度 0.363 mg/mL、原料液温度 30℃条件下,CA 膜截留率达到 92.33%,核桃蛋白得率率达到 87.64%。但是本实验未对核桃蛋白的纯度进行检测,下一步可继续纯化制备核桃浓缩蛋白,使其品质更佳。

参考文献:

- [1] GAO P, LIU R J, JIN Q Z, et al. Effects of processing methods on the chemical composition and antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.) oil [J/OL]. *LWT - Food Sci Technol*, 2021, 135: 109958 [2021-12-20]. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109958>.
- [2] 高盼, 杨歆萌, 马开创, 等. 核桃蛋白制备工艺研究[J]. *中国油脂*, 2021, 46(1): 52-56, 75.
- [3] 杜蕾蕾, 郭涛, 万辉, 等. 冷榨核桃饼中核桃蛋白的提取与纯化的研究[J]. *粮油加工*, 2008(10): 79-80.
- [4] 姜莉, 徐怀德, 何玉君, 等. 核桃渣中蛋白质的提取工艺及其功能性研究[J]. *食品科技*, 2007, 32(4): 237-240.

(上接第 10 页)

备核桃油的工艺条件调整为原料颗粒度 120 目、原料水分 1.5%、入榨温度 60℃,在此条件下进行验证试验,核桃饼残油率为 13.43%,该结果与预测值相近,说明该模型的预测性较好,优化的工艺条件可靠。

3 结论

通过单因素试验和响应面法对全自动卧式液压压榨机制备核桃油的工艺条件进行优化。结果表明,全自动卧式液压压榨机制备核桃油的最佳工艺条件为原料颗粒度 120 目、原料水分 1.5%、入榨温度 60℃,在此条件下核桃饼残油率为 13.43%。本研究可以为利用全自动卧式液压压榨机制备核桃油提供一定的参考。

利用全自动卧式液压压榨机可以实现核桃仁连续压榨制油,但本研究未对生产的核桃油中活性营养成分进行研究,今后可以对不同工艺条件生产的核桃油营养成分进行探究,以提高核桃油的品质。

参考文献:

- [1] 缪福俊, 耿树香, 肖良俊, 等. 核桃油生物活性研究进展[J]. *中国油脂*, 2021, 46(6): 85-88.
- [2] 王丁丁, 赵见军, 张润光, 等. 核桃油研究进展[J]. *食品工业科技*, 2013(16): 383-387.
- [3] 黄黎慧, 张晓燕, 倪小英. 水酶法提取核桃油工艺研究

- [5] 张研彦, 马云睿, 杨歆萌, 等. 超声辅助核桃饼脱脂和多肽制备工艺的优化[J]. *中国油脂*, 2021, 46(3): 57-61.
- [6] 朱秀清, 曾剑华, 房媛媛, 等. 纤维素酶结合碱性蛋白酶提高冷榨大豆出油率的工艺优化[J]. *中国油脂*, 2019, 44(5): 13-17.
- [7] 王蕾, 田少君, 张争全. 纤维素酶辅助碱法提取米糠蛋白的工艺优化[J]. *粮食与油脂*, 2019, 32(4): 44-47.
- [8] 吴定, 谢慧慧, 黄卉卉, 等. 固定化 α -淀粉酶制备麦胚蛋白工艺条件优化[J]. *中国粮油学报*, 2016, 31(3): 115-119.
- [9] 朱秀灵, 戴清源, 贾冬, 等. 芝麻蛋白提取液超滤浓缩工艺及其功能特性研究[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(1): 244-249.
- [10] 李林英, 薛彩霞. 膜分离技术的应用及研究进展[J]. *内蒙古石油化工*, 2013(2): 102-103.
- [11] 杨弋星, 吴文标, 张敏. 超滤膜制膜材料研究进展和发展趋势[J]. *粮食与油脂*, 2005(5): 15-18.
- [12] 刘闪闪, 金建波, 韩玉, 等. 聚醚砜和磺化聚醚砜膜结构及性能研究[J]. *水处理技术*, 2011, 37(7): 17-20.
- [13] 张娅妮, 阮晓惠, 陈浩, 等. 核桃蛋白的酶解工艺优化及产物特性研究[J]. *中国油脂*, 2021, 46(10): 18-23.
- [14] 江连州, 吴海波, 王秋京. 酶解改性大豆蛋白的膜过滤制备技术研究[J]. *中国油脂*, 2010, 35(1): 23-27.

[J]. *粮食科技与经济*, 2010, 35(4): 30-32.

- [4] 王婷, 阙欢. 核桃油生产工艺研究[J]. *现代食品*, 2017, 22(2): 108-111.
- [5] 张清安. 核桃油对小鼠肝脏与脑组织的抗氧化作用[J]. *营养学报*, 2004, 26(5): 408-409.
- [6] 王志平, 杨栓平, 李文德, 等. 核桃油及维生素 E 复合核桃油对动物功能行为影响的研究[J]. *山西医药杂志*, 2000, 29(4): 325-326.
- [7] 赵声兰, 陈朝银, 葛锋, 等. 核桃油功效成分研究进展[J]. *云南中医学院学报*, 2010, 33(6): 71-74.
- [8] 陈丹, 赵声兰. 核桃油保健及药用功效研究[J]. *亚太传统医药*, 2009(1): 27-28.
- [9] 周凤娟, 苏朋, 孔翠萍, 等. 核桃油体外清除自由基活性的研究[J]. *中国油脂*, 2007, 32(7): 32-33.
- [10] 肖仁显, 陈中海, 陈秋平, 等. 冷榨法、超临界 CO₂ 萃取法和有机溶剂浸出法提取山核桃油比较[J]. *食品科学*, 2012, 33(20): 51-55.
- [11] 王翔宇, 罗珍岑, 李键, 等. 超声波辅助溶剂浸出法提取巴塘核桃油工艺优化及脂肪酸组分分析[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(11): 173-176.
- [12] 王丰俊, 王建中, 王宪昌, 等. 超临界 CO₂ 流体萃取核桃油工艺条件的研究[J]. *北京林业大学学报*, 2004, 26(3): 67-80.
- [13] 王丰俊, 王建中, 王宪昌, 等. 冷榨制取与超临界 CO₂ 萃取核桃油的氧化稳定性比较研究[J]. *食品科学*, 2005, 26(5): 41-43.