

微波预处理对亚麻籽油得率 及其贮藏稳定性的影响

吕俊丽, 马雪慧, 王 华

(内蒙古科技大学 生命科学与技术学院, 内蒙古 包头 014010)

摘要:对亚麻籽进行微波预处理,并采用微波辅助溶剂法提取亚麻籽油。以亚麻籽油得率为指标,对微波预处理亚麻籽工艺条件进行优化,同时比较了经微波预处理和未经微波预处理提取的亚麻籽油得率、贮藏稳定性和多酚含量。结果表明:微波预处理最佳工艺条件为原料水分含量6%、微波功率65 W、微波时间3 min,在此条件下亚麻籽油得率为46.60%,比未经微波预处理的提高了8.05个百分点;在105℃贮藏8 d内,经微波预处理和未经微波预处理提取的亚麻籽油的过氧化值增加量分别为4.38 mmol/kg和18.16 mmol/kg, K_{232} 的增加量分别为2.53、9.04, K_{270} 的增加量分别为0.09、0.35;与未经微波预处理相比,微波预处理可将亚麻籽油中的多酚含量提高14.9%。微波预处理能提高亚麻籽油得率和多酚含量,同时可延缓亚麻籽油氧化的速率,进而提高其贮藏稳定性。

关键词:亚麻籽;微波;预处理;亚麻籽油;贮藏稳定性

中图分类号:TS225.1;TS224.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)06-0013-05

Effect of microwave pretreatment on yield and storage stability of flaxseed oil

LÜ Junli, MA Xuehui, WANG Hua

(School of Life Science and Technology, Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou 014010, Inner Mongolia, China)

Abstract: After microwave pretreatment of flaxseed, flaxseed oil was extracted by microwave solvent method. With the yield of flaxseed oil as index, the process of microwave pretreatment of flaxseed was optimized. The yield, storage stability and polyphenol content of flaxseed oil extracted with and without microwave pretreatment were also compared. The results showed that the optimal microwave pretreatment conditions were obtained as follows: raw material moisture content 6%, microwave power 65 W, microwave time 3 min. Under the optimal conditions, the oil yield was 46.60%, which was 8.05 percentage points higher than that without microwave pretreatment. During storage for 8 d at 105℃, the peroxide value increase of flaxseed oil extracted with and without microwave pretreatment was 4.38 mmol/kg and 18.16 mmol/kg, the increase in K_{232} was 2.53 and 9.04, and the increase in K_{270} was 0.09 and 0.35, respectively. After microwave pretreatment, the polyphenol content increased by 14.9%. Thus, microwave pretreatment could improve the yield and polyphenol content of flaxseed oil, and it could delay the oxidation rate of flaxseed oil, thereby improving the storage stability of flaxseed oil.

Key words: flaxseed; microwave; pretreatment; flaxseed oil; storage stability

收稿日期:2019-09-16;修回日期:2020-02-23

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金项目资助(2018MS03065);包头轻工职业技术学院科学研究项目(QY2018-1-1-3)

作者简介:吕俊丽(1982),女,讲师,博士,主要从事食品营养学方面的研究(E-mail)lv_maomao@126.com。

亚麻(*Linum usitatissimum* L.)别名胡麻,是一种含油量高的油料作物。目前我国所产亚麻籽大部分用于食用油的制取^[1-2]。亚麻籽油富含亚麻酸、亚油酸、油酸等不饱和脂肪酸,其中 α -亚麻酸含量高达40%~60%,是目前n-3脂肪酸含量最高的已知植物油之一^[3]。亚麻籽油中还含有V_E、亚麻木

酚素、环亚麻肽、甾醇等微量营养成分,使得亚麻籽油在预防和降低自身免疫性疾病、心血管疾病、糖尿病、乳腺癌、结肠癌、卵巢癌和前列腺癌等相关疾病的发生中发挥重要作用^[4-6]。基于亚麻籽油丰富的营养价值,其被誉为草原上的“深海鱼油”^[7],具有很高的研究价值及市场潜力。因此,越来越多的学者着眼于研究亚麻籽油的加工工艺、营养成分及功能特性^[8-12]。

亚麻籽油制取过程中,传统的焙炒、蒸炒等方式会导致亚麻籽受热不均,加热时间过长,不饱和脂肪酸及其他营养成分受到破坏^[13]。而微波可有效破坏植物细胞壁,钝化不需要的酶,使得出油率、木脂素及生育酚等成分含量提高^[14-16]。也有研究表明,微波预处理虽然可以提高亚麻籽的出油率,但其过氧化值和酸价升高^[17]。尽管如此,有关亚麻籽油贮藏稳定性方面的研究还相对较少。因此,本试验对亚麻籽进行微波预处理,并采用微波辅助溶剂法提取亚麻籽油。首先对微波预处理工艺进行优化,在此基础上研究微波预处理对亚麻籽油得率及贮藏稳定性的影响,以期为亚麻籽油更好的开发利用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原料与试剂

亚麻籽:内蒙古万利福生物科技有限公司提供,含油量为48.93%,水分含量为5.02%。

石油醚(沸程60~90℃)、异辛烷、硫代硫酸钠、可溶性淀粉,天津市风船化学试剂科技有限公司;正己烷,天津市凯通化学试剂有限公司;氯化钠、无水硫酸钠,天津市化学试剂三厂;碘化钾,上海银碘化工有限公司;冰乙酸,天津永晟精细化工有限公司。以上试剂均为分析纯。

1.1.2 仪器与设备

MC8S-1A微波超声波萃取仪,南京汇研微波系统工程股份有限公司;UV-7504TC紫外可见分光光度计,上海欣荣仪器有限公司;R20BC台式高速冷冻离心机,湖南凯达实验有限公司;DZF-6050B真空干燥箱,上海一恒科学仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 亚麻籽的微波预处理

准确称取300g亚麻籽,经过除杂、清理后粉碎,过40目筛,置于177.8mm陶瓷圆盘中,调节到一定水分含量后微波预处理一定时间,待样品冷却至室温后进行亚麻籽油的提取。

1.2.2 亚麻籽油的提取

取3g经微波预处理后的亚麻籽粉,以石油醚

作为萃取剂,微波辅助提取,提取条件为料液比1:20、微波时间5min、微波温度80℃、微波功率600W^[18]。然后在4000r/min的条件下离心30min,取上清液,旋转蒸发仪40℃除去有机溶剂,在30℃真空干燥,得到亚麻籽油。按下式计算亚麻籽油得率。

$$\text{亚麻籽油得率} = \frac{\text{亚麻籽油质量}}{\text{亚麻籽粉质量}} \times 100\%$$

1.2.3 亚麻籽油贮藏稳定性的测定

采用Schaal烘箱法测定亚麻籽油贮藏稳定性。将50g油样放在开口容器中,在105℃恒温箱中贮藏,隔一段时间测定其过氧化值(POV)和 K_{232} 、 K_{270} 变化。POV根据GB 5009.227—2016测定。 K_{232} 、 K_{270} 根据GB/T 22500—2008测定。

1.2.4 亚麻籽油多酚含量的测定

根据Folin-Ciocalteu法测定亚麻籽油多酚含量^[19]。

1.2.5 数据处理

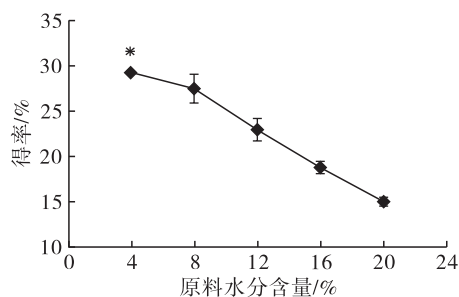
采用Graphpad prism软件处理数据并制图,利用SPSS进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 微波预处理单因素试验

2.1.1 原料水分含量对亚麻籽油得率的影响

水分子的存在可使物料更好地吸收微波,使细胞内部产生热量,有利于细胞壁的破坏,使目标产物得到富集。在微波功率65W、微波时间1min条件下,选取不同水分含量的亚麻籽粉进行微波预处理后提取亚麻籽油,考察原料水分含量对亚麻籽油得率的影响,结果如图1所示。



注: *表示在0.05水平下差异显著,下同。

图1 原料水分含量对亚麻籽油得率的影响

由图1可知,随着原料水分含量的增加,亚麻籽油得率呈下降趋势。过高的原料水分含量会导致亚麻籽油得率降低,这可能是由于水分含量高,亚麻籽粉会有结块现象,使得亚麻籽粉在微波预处理时受热不均匀所致。因此,本试验选取原料水分含量4%进行微波预处理。

2.1.2 微波功率对亚麻籽油得率的影响

在微波时间 1 min、原料水分含量 4% 条件下,选取不同的微波功率对亚麻籽粉进行微波预处理,考察微波功率对亚麻籽油得率的影响,结果如图 2 所示。

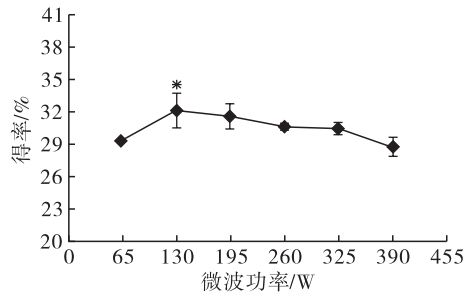


图 2 微波功率对亚麻籽油得率的影响

由图 2 可知,随着微波功率的增加,亚麻籽油得率呈先升高后降低的趋势。当微波功率在 130 W 时,亚麻籽油得率最高,达到 32.11%,继续增加微波功率,亚麻籽油得率下降。这是因为微波功率增大时,可破坏亚麻籽粉的组织细胞,降低其油脂溶出的阻力,从而使其得率升高;但微波功率过大时,物料可能会发生焦化,从而影响油脂得率^[20]。因此,选取微波功率 130 W 进行微波预处理。

2.1.3 微波时间对亚麻籽油得率的影响

在原料水分含量 4%、微波功率 130 W 条件下,对亚麻籽粉进行微波预处理不同时间,考察微波时间对亚麻籽油得率的影响,结果如图 3 所示。

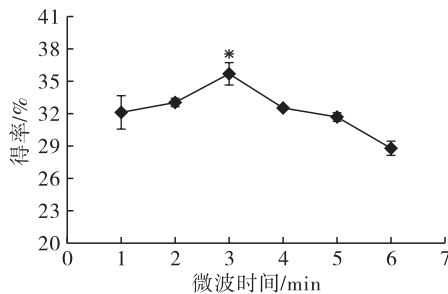


图 3 微波时间对亚麻籽油得率的影响

由图 3 可知,随着微波时间的延长,亚麻籽油得率呈先升高后降低的趋势,在微波时间为 3 min 时亚麻籽油得率最高(35.56%)。这是因为微波时间过长,亚麻籽粉内部过热,亚麻籽粉容易出现焦糊现象,致使亚麻籽油得率降低。

2.2 微波预处理正交试验

依据单因素试验结果,选取原料水分含量(A)、微波功率(B)和微波时间(C)3 个因素作为自变量,亚麻籽油得率为因变量,设计 $L_9(3^3)$ 正交试验,正交试验因素水平见表 1,正交试验设计及结果见表 2。

由表 2 可知,影响亚麻籽油得率的 3 个因素按

影响主次顺序依次为 $B > A > C$,即微波功率 > 原料水分含量 > 微波时间,最优组合为 $A_3B_2C_1$,即原料水分含量 6%、微波功率 65 W、微波时间 3 min,此条件下亚麻籽油得率为 46.60%。

表 1 微波预处理正交试验因素水平

水平	A 原料水分含量/%	B 微波功率/W	C 微波时间/min
1	4	130	3
2	5	65	2
3	6	195	4

表 2 正交试验设计及结果

试验号	A	B	C	得率/%
1	1	1	1	38.20 ± 1.17
2	1	2	2	38.43 ± 1.67
3	1	3	3	36.18 ± 1.09
4	2	1	2	34.93 ± 0.43
5	2	2	3	42.58 ± 0.76
6	2	3	1	42.16 ± 0.19
7	3	1	3	39.05 ± 0.44
8	3	2	1	46.60 ± 0.70
9	3	3	2	40.83 ± 0.33
k_1	37.60	37.39	42.32	
k_2	39.89	42.53	38.06	
k_3	42.16	39.72	39.27	
R	4.56	5.14	4.26	

2.3 微波预处理与未处理亚麻籽油得率的比较

本试验对微波预处理与未处理提取的亚麻籽油得率进行了比较,结果如图 4 所示。

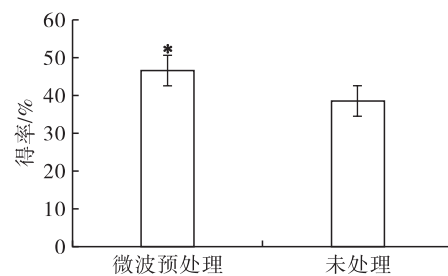


图 4 微波预处理对亚麻籽油得率的影响

由图 4 可知,亚麻籽粉经微波预处理后亚麻籽油得率比未处理的高 8.05 个百分点。由此可见,亚麻籽粉经微波预处理后可显著提高其油脂得率。

2.4 亚麻籽油的贮藏稳定性

2.4.1 微波预处理对亚麻籽油 POV 的影响

POV 反应油脂氧化初期被氧化的程度。采用 Schaal 烘箱法比较了经微波预处理与未经微波预处理提取的亚麻籽油的 POV 随贮藏时间的变化,结果如图 5 所示。

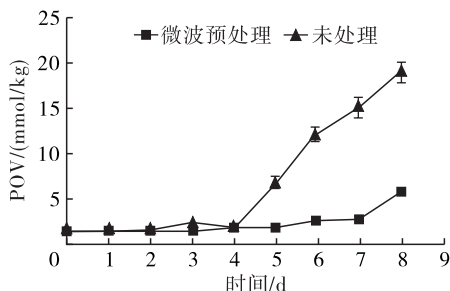


图5 微波预处理对亚麻籽油 POV 的影响

由图5可知:在105℃、8 d贮藏期间,前4 d未经微波预处理提取的亚麻籽油与经微波预处理提取的亚麻籽油的 POV 基本相当且变化不明显;当贮藏时间超过4 d后,随着贮藏时间的延长,两种油样的 POV 呈现上升趋势。在整个贮藏期内,经微波预处理提取的亚麻籽油的 POV 从1.53 mmol/kg 增加到5.91 mmol/kg,增加量为4.38 mmol/kg;而未经微波预处理提取的亚麻籽油的 POV 由1.60 mmol/kg 增加到19.76 mmol/kg,增加量为18.16 mmol/kg。可见,与未经微波预处理相比,微波预处理后提取的亚麻籽油的 POV 的变化量明显降低,表明微波预处理可以有效降低油脂 POV 的变化,可有效降低油脂氧化速率,有助于亚麻籽油贮藏稳定性的提高。

2.4.2 微波预处理对亚麻籽油 K_{232} 的影响

油脂氧化过程中产生的初级氧化产物十八碳二烯氢过氧化物,通过双键重排可形成稳定的共轭二烯结构,共轭二烯在232 nm 处有吸收峰,通过测定 K_{232} 可反应油脂初级氧化程度。采用 Schaal 烘箱法比较了经微波预处理与未经微波预处理提取的亚麻籽油的 K_{232} 随贮藏时间的变化,结果如图6所示。

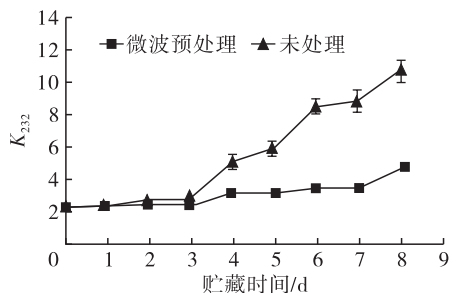


图6 微波预处理对亚麻籽油 K_{232} 的影响

由图6可知,经微波预处理和未经微波预处理提取的亚麻籽油在8 d的贮藏期内, K_{232} 都呈现上升趋势。经微波预处理提取的亚麻籽油 K_{232} 值由最初的2.46增加到4.99,变化量为2.53;而未经微波预处理的亚麻籽油 K_{232} 值由2.39上升到11.43,增加量为9.04。由此可见,亚麻籽经微波预处理后,提取的亚麻籽油在贮藏过程中的初级氧化产物明显低于未经微波预处理提取的亚麻籽油,说明微波预处

理可提高油脂的贮藏稳定性。这与易志^[21]的研究结果相吻合。

2.4.3 微波预处理对亚麻籽油 K_{270} 的影响

K_{270} 表示油脂氧化过程中二级氧化产物共轭三烯的累计含量。 K_{270} 越高,油脂二级氧化产物越多。采用 Schaal 烘箱法比较了经微波预处理与未经微波预处理提取的亚麻籽油的 K_{270} 随贮藏时间的变化,结果如图7所示。

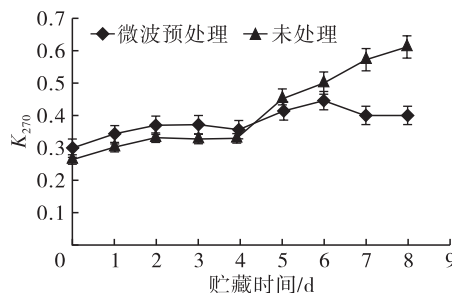


图7 微波预处理对亚麻籽油 K_{270} 的影响

由图7可知,在0~8 d的贮藏期内,经微波预处理及未经微波预处理提取的亚麻籽油的 K_{270} 整体呈逐渐上升的趋势。经微波预处理提取的亚麻籽油的 K_{270} 值由初始的0.29增加到0.38,增长了0.09;未经微波预处理提取的亚麻籽油的 K_{270} 值由初始的0.26增加到0.61,增长了0.35。由此可见,与未经微波预处理提取的亚麻籽油相比,经微波预处理提取的亚麻籽油共轭三烯积累量少,说明微波预处理可延缓油脂的氧化,提高油脂的贮藏稳定性。

2.5 微波预处理对亚麻籽油多酚含量的影响

微波预处理对亚麻籽油多酚含量的影响见图8。

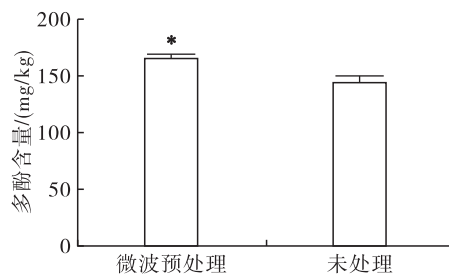


图8 微波预处理对亚麻籽油多酚含量的影响

由图8可知,未经微波处理提取的亚麻籽油多酚含量为144.2 mg/kg,经微波预处理提取的亚麻籽油多酚含量为165.7 mg/kg,比未处理提高了14.9%。由此可见,亚麻籽经微波预处理后可显著提高油脂中多酚的含量。多酚类物质是优良的氢供体,可作为氧化的底物而被消耗掉,亚麻籽油中多酚含量的增加,有助于提高亚麻籽油的贮藏稳定性。

3 结论

对亚麻籽进行微波预处理,并采用微波辅助溶剂法提取亚麻籽油。以亚麻籽油得率为指标,通过单因素试验和正交试验优化微波预处理条件,同时考察了亚麻籽油的贮藏稳定性和多酚含量。结果表明,微波预处理亚麻籽的最佳工艺条件为原料水分含量6%、微波功率65 W、微波时间3 min,在此条件下亚麻籽油得率为46.60%。与未经微波预处理相比,微波预处理后亚麻籽油得率和多酚含量分别提高8.05个百分点和14.9%,表明微波预处理可提高亚麻籽油得率和多酚含量。同时,亚麻籽经微波预处理后,其油脂的POV、 K_{232} 、 K_{270} 的变化量均小于未经微波预处理提取的油脂,表明微波预处理可降低亚麻籽油中氧化产物的生成,从而具有提高亚麻籽油贮藏稳定性的作用。

参考文献:

- [1] 杨金娥,黄庆德,郑畅,等. 烤籽温度对压榨亚麻籽油品质的影响[J]. 中国油脂, 2011,36(6):28-31.
- [2] BRUHL L, MATTHAYS B, SCHEIPERS A, et al. Bitter off-taste in stored cold pressed linseed oil obtained from different varieties[J]. Eur J Lipid Sci Tech, 2008, 11(10):625-631.
- [3] 邓乾春,禹晓,黄庆德,等. 亚麻籽油的营养特性研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2010,22(4):715-721.
- [4] DESHAANDE R, RAINA P, SHINDE K, et al. Flax seed oil reduced tumor growth, modulated immune responses and decreased HPV E6 and E7 oncoprotein expression in a murine model of ectopic cervical cancer[J]. Prostag Oth Lipid M, 2019,143:325-332.
- [5] SIMOPOULOS A P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases[J]. Food Rev Int, 2004, 20(1):77-90.
- [6] JOHN P, SAN G, EMILY Y. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina[J]. Prog Retin Eye Res, 2005,24(1):87-138.
- [7] 刘淑霞,潘冬梅,魏国江,等. 亚麻籽健康食材的开发利用[J]. 中国麻业科学, 2011,33(6):285-287.
- [8] 余盖文,史训旺,洪梦佳,等. 炒籽温度对压榨亚麻籽油品质的影响[J]. 中国油脂,2019,44(6):29-33.
- [9] 李先根,涂治骁,王树辉,等. 亚麻籽油对脂多糖刺激断奶仔猪肠黏膜结构和免疫细胞的影响[J]. 动物营养学报,2018,30(2):515-523.
- [10] 周洋,黄健花,金青哲,等. 不同产地冷榨亚麻籽油的脂质组成比较[J]. 中国油脂,2018,43(9):125-128.
- [11] 廖丽萍,肖爱平,冷鹃,等. 不同产地亚麻籽冷榨油脂脂肪酸的GC-MS分析[J]. 中国麻业科学,2018,40(5):234-238.
- [12] FERNANDA D S S, CAMILA D C, KARINA P, et al. Nanoencapsulation of linseed oil with chia mucilage as structuring material: characterization, stability and enrichment of orange juice[J]. Food Res Int, 2019,120:872-879.
- [13] CHEN G Z, CHEN H Z. Enhancement of oil extraction from sumac fruit using steam-explosion pretreatment[J]. J Am Oil Chem Soc, 2011, 88(1):151-156.
- [14] 周立新,黄凤洪,严兴初,等. α -亚麻酸与 γ -亚麻酸[J]. 西部粮油科技,2000,25(6):46-48.
- [15] YANG M, HUANG F H, LIU C S, et al. Influence of microwave treatment of rapeseed on minor components content and oxidative stability of oil[J]. Food Bioproc Tech, 2013,6:3206-3216.
- [16] 杨瑞楠. 不同前处理对亚麻籽油中木脂素含量的影响[D]. 郑州:河南工业大学,2016.
- [17] 李媛媛,吴雪辉,段卓. 微波处理对亚麻籽油品质的影响[J]. 中国油脂, 2015,40(1):55-58.
- [18] 魏决,郭玉蓉,金小培,等. 燕麦油脂的理化性质研究及脂肪酸组成分析[J]. 食品科技, 2006, 31(7):204-206.
- [19] 唐亮,胡蒋宁,刘蓉,等. 几种植物油抗氧化物质的测定[J]. 中国食品学报, 2012,12(8):211-212.
- [20] 刘晓庚,曹崇江,周逸婧. 微波加工对食品安全性的影响[J]. 食品科学,2008,29(5):484-488.
- [21] 易志. 亚麻籽油贮藏稳定性研究[D]. 广州:华南农业大学,2016.

欢迎订阅2020年度《中国油脂》

欢迎关注中国油脂微信公众号

扫一扫

