

微波处理对芝麻出油率及油脂品质的影响

鞠 阳,汪学德,马素换

(河南工业大学 粮油食品学院,河南 郑州 450001)

摘要:对芝麻油料进行微波处理,选择微波功率、微波时间、增湿比例、缓苏时间为影响因素,饼残油率为考察指标,进行单因素实验,再在单因素实验结果基础上,进行正交实验,确定最佳微波条件,最后对比未经微波处理和最佳条件微波处理后所得油脂的品质。结果表明,微波处理能够提高芝麻出油率,且微波处理能够提高油中芝麻素和芝麻林素的含量,但对芝麻油的色泽、碘值、酸值、主要脂肪酸含量影响不大。微波处理后芝麻油的过氧化值会提高,但其含有的芝麻素、芝麻林素等抗氧化物质会使其氧化稳定性提高。微波处理油料可用作油料的预处理。

关键词:微波处理;芝麻油;出油率;品质

中图分类号:TS 225.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)04-0040-04

Effect of microwave treatment on the oil yield of sesame oil and its quality

JU Yang, WANG Xue-de, MA Su-huan

(College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001)

Abstract: Sesame seeds were treated by microwave. The microwave power, time, add water ratio, tempering time were selected as factors, the residual oil rate of meal as an index. The optimal microwave condition was obtained by orthogonal experiment based on single factor experiment. The quality of the oil treated by microwave under the optimal condition was compared with that without being treated. The results showed that the sesame oil yield, the content of sesamin and other trace constituents in sesame oil could be improved by microwave treatment, without obvious influence on oil color, iodine value, acid value and the content of major fatty acids. Although the peroxide value of sesame oil was increased after being treated by microwave, the oxidative stability of sesame oil was improved since it contained sesamin and other trace constituents. Microwave can be used as pretreatment to deal with oil seeds.

Key words: microwave treatment; sesame oil; oil yield; quality

芝麻的含油量很高,各类芝麻平均含油约为45%~58%^[1]。芝麻不仅可以用于食品加工,比如用于生产芝麻油、芝麻糖、麻烘糕、芝麻酱等,榨油后的芝麻饼还可作饲料用或者用于提取蛋白质和木脂素类化合物。

芝麻含有丰富的营养及生理活性成分,具有很强的营养保健功能。《神农本草经》记载:芝麻“味甘,性平,无毒,主治伤中虚羸,补五内,益气力,长肌肉,填髓脑,久服轻身不老”^[2]。

在提取油脂前,为了得到更好的油,常需对油料

进行一定的预处理。微波作为高频电磁波,可以破坏细胞结构,可用于对油料进行前处理,从而便于后续操作。微波提取技术是利用微波辐射提取物,在交频磁场、电场作用下,提取物内的极性分子取向随电场方向的改变而变化,从而导致分子旋转、振动或摆动,加剧反应物分子运动及相互间的碰撞频率,使分子在极短时间内达到活化状态,比传统加热式均匀、高效^[3]。因此,微波提取技术在油料预处理方面的应用日益受到关注。

1 材料与方法

1.1 实验材料与设备

芝麻:周口市商水县提供的芝麻。水为蒸馏水,实验试剂均为分析纯。

G80F23CN3L-C2(B6)型微波炉:广东格兰仕微波炉电器制造有限公司;YKY-6YL-550型溢康源微型螺旋榨油机:龙岩中农机械制造有限公司;

收稿日期:2014-11-29

基金项目:公益性行业(农业)科研专项项目:“油料产地加工关键技术装备研究与示范”资金资助(201303072-2);国家重点攻关项目:“现代农业产业技术体系建设专项资金资助”(CARS-15-1-10)

作者简介:鞠阳,1989年出生,男,河南唐河人,在读研究生。

通讯作者:汪学德,1962年出生,男,教授。

LD5-10型低速离心机:北京京立离心机有限公司;AL204型分析天平:梅特勒-托利多仪器有限公司;安捷伦 Agilent7890B 气相色谱仪:安捷伦科技有限公司;DK型电热恒温水浴锅:上海精宏实验设备有限公司;WSL-2比较测色仪:上海精密科学仪器有限公司;743 Rancimat 油脂氧化稳定性测定仪: Metrohm Herosau Switzerland; Waters e2695型高效液相色谱:美国 Waters 公司;2489型紫外检测器。

1.2 实验方法

1.2.1 芝麻油的制取

将清理后的芝麻加入到不同量的水中放置不同的时间,然后置于微波炉中,采用不同的功率和不同的微波处理时间进行加热,然后用小型的螺旋榨油机榨油一次,将收集的芝麻油,4 000 r/min 离心 10 min,除去杂质。

1.2.2 芝麻及芝麻油主要指标的测定

酸值测定:GB/T 5530—2005;过氧化值测定:GB/T 5538—2005;水分含量测定:GB/T 5528—2008;粗脂肪含量测定:GB/T 5512—2008。

1.2.3 氧化稳定性的测定

样品氧化稳定性的测定采用 743 型 Rancimat 油脂氧化酸败仪^[4]。样品用量:5.0 g;温度:120 ℃;空气流量:20 L/h;电导范围:0~500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

1.2.4 芝麻素和芝麻林素的测定^[5]

HPLC 测定的条件:色谱柱, Sunfire (C18 250 mm \times 4.6 mm, 5 μm);柱温,30 ℃;流动相,甲醇:水=70:30 (V/V);流速,1.0 mL/min;检测波长,287 nm;进样量,10 μL 。

样品的测定:称取 0.1 g 芝麻油置于 10 mL 容量瓶中,用甲醇定容后,超声波震荡 20 min,静置一定时间后,用一次性无菌注射器吸取上清液,经 0.45 μm 的微滤膜过滤后,注入进样瓶中,经高效液相测定其芝麻素和芝麻林素的含量。

1.2.5 脂肪酸组成的测定

GC 测定的条件:色谱柱, HP-88 (100 m \times 0.25 mm \times 0.20 μm);柱温,140 ℃;进样口温度,260 ℃;检测器温度,280 ℃;进样量,1 μL ;流量,1 mL/min;分流比,50:1。

样品的测定:将芝麻油进行甲酯化后,用一次性无菌注射器吸取上清液,经 0.45 μm 的微滤膜过滤后,注入进样瓶中,经气相色谱仪测定芝麻油中脂肪酸的组成。

1.2.6 维生素 E 的测定^[6]

HPLC 测定的条件:检测器, RF-10AXL 荧光检测器;色谱柱,大连依利特 NH₂ 柱(250 mm \times 4.6 mm,

5 μm);流动相,正己烷:异丙醇=99:1 (V/V);流速,1.0 mL/min;柱温,40 ℃;柱压,20 kPa;激发波长,298 nm;发射波长,325 nm;进样量,5 μL 。

样品的测定:称取 0.1 g 芝麻油置于 10 mL 容量瓶中,用正己烷定容后,超声波震荡 20 min,静置一定时间后,用一次性无菌注射器吸取上清液,经 0.45 μm 的微滤膜过滤后,注入进样瓶中,经高效液相测定其 V_E 含量。

1.3 实验设计

1.3.1 单因素实验

1.3.1.1 微波时间的选择

本实验所采用微波炉的主要技术规格为:频率 2 450 MHz,最大输出功率为 800 W,功率调节共分为 5 档:20%、40%、60%、80%、100%,即 160、320、480、640、800 W。选取中间水平 480 W,在原料不增湿的情况下,分别微波加热 0、3、5、7、9 min 来对原料进行微波处理。然后将未经处理的油料和在不同条件下处理后的油料榨油,以饼残油率为评价标准分析微波处理对油料压榨出油率的影响。

1.3.1.2 微波功率的选择

固定其他条件,分别将功率调至 160、320、480、640、800 W,对油料进行微波处理,按上述实验步骤考查微波功率对油料压榨出油率的影响。

1.3.1.3 油料不同增湿比例的选择

固定其他条件,采用 0%、5%、10%、15%、20% 等不同的增湿比例,然后对油料进行微波处理,按上述实验步骤考查油料不同增湿比例对油料压榨出油率的影响。

1.3.1.4 缓苏时间的选择

固定其他条件,将增湿后的油料分别缓苏 0、30、60、90、120 min,然后对油料进行微波处理,按上述实验步骤考查缓苏时间对油料压榨出油率的影响。

1.3.2 正交实验

根据以上单因素实验结果,选取上述四因素的最优水平,设计正交表进行正交实验优化。各个实验均做三次平行实验,最终的实验结果为三次实验的平均值。

2 结果与分析

2.1 芝麻原料指标测定

芝麻原料中基本成分的测定结果见表 1。

表 1 芝麻原料相关指标

项目	含量
粗脂肪含量(干基)/%	56.8
水分/%	4.72
灰分/%	5.41
粗蛋白含量(干基)/%	19.8
水溶性蛋白含量/%	13.5

2.2 单因素实验结果

2.2.1 微波处理时间对出油率的影响

在微波功率为480 W的条件下,采用不同的微波处理时间对芝麻进行微波处理,结果见图1。由图可以看出,饼残油率随微波处理时间的增加逐渐降低,在微波处理时间为7 min时,芝麻饼残油率已趋于稳定。实验过程中发现,微波时间为9 min时,芝麻已经出现部分焦糊现象。对芝麻进行微波预处理时,微波处理破坏了芝麻的细胞结构,有利于油滴的聚集,从而提高了出油率。微波处理时间越长,芝麻吸收的能量就越高,细胞内部极性物质尤其是水的振动就越强,对芝麻细胞结构的破坏就越大,就越有利于提高出油率,从而降低饼残油。但是,处理时间过长,芝麻吸收的能量过高,就会导致芝麻发生焦糊现象。所以选取最佳的微波处理时间为7 min。

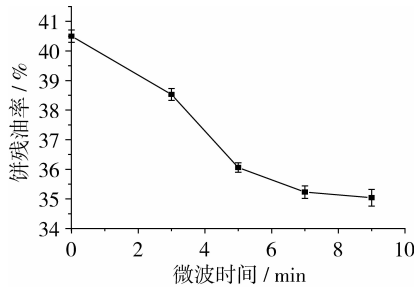


图1 微波时间对饼残油率的影响

2.2.2 微波功率对饼残油率的影响

在微波处理时间为7 min、芝麻原料不增湿的条件下,采用不同的微波功率对芝麻进行微波处理,结果见图2。由图可以看出,饼残油率随微波处理功率的增加逐渐降低,在480 W的功率条件下,饼残油率已经趋于稳定。微波功率越大,芝麻吸收的能量就越高,细胞内部极性物质尤其是水的振动就越强,越有利于提高出油率,从而降低饼残油。功率过高时不仅会导致芝麻发生焦糊,还会造成能耗的增加,提高成本。因此,选取最佳微波功率为480 W。

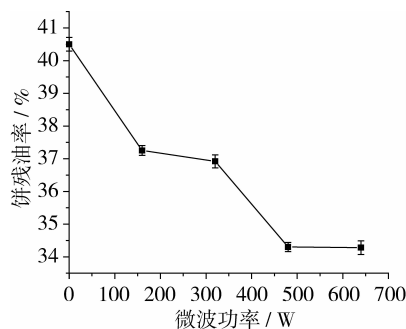


图2 微波功率对饼残油率的影响

2.2.3 芝麻增湿比例对饼残油率的影响

在微波功率为480 W、微波处理时间为7 min,增湿后缓苏时间为90 min的条件下,采用不同的增湿比例,对芝麻进行微波处理,增湿比例对饼残油率的影响见图3。由图可以看出,增湿比例对芝麻饼残油率有一定的影响。这主要是由于水分含量过高,榨油时油料形成不了饼的结构,以松散的形式出榨膛,出油少,甚至会不出油。但是,水分过低时则会在榨油的过程中易出现干渣粉末,且出油率极低,所以增湿量要合适,不可以过干或过湿。芝麻吸收一定的水分后,水分含量增加,即芝麻中极性成分的含量增加,在微波处理下,极性成分的振动使油料结构发生变化,从而降低饼残油,提高出油率。根据结果,选取的最佳增湿量为10%。

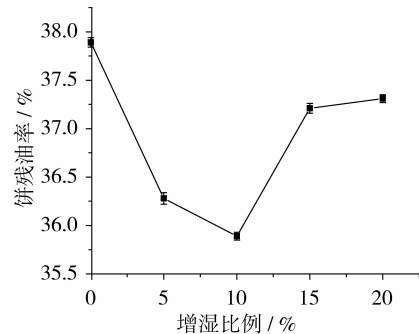


图3 增湿比例对饼残油率的影响

2.2.4 芝麻增湿后的缓苏时间对饼残油率的影响

在微波功率为480 W、微波处理时间为7 min、增湿量为10%的条件下,采用不同的缓苏时间,对芝麻进行微波处理,结果见图4。由图可以看出,芝麻加入一定量的水后,缓苏时间不同,榨油得到的芝麻饼残油率也不同。这可能是由于加入的水分需要经过静置一定的时间才能被物料充分吸收。根据结果,选取的最佳缓苏时间为90 min。

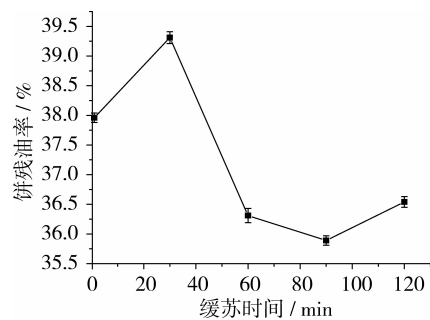


图4 缓苏时间对饼残油率的影响

2.3 正交实验结果

在单因素实验结果基础上,进行正交实验,从而得出饼残油率最低的条件。各因素水平如表2所示,正交实验结果见表3,方差分析结果见表4。

表2 正交实验因素和水平

水平	A 微波功率/W	B 微波时间/min	C 增湿比例/%	D 缓苏时间/min
1	320	5	5	60
2	480	7	10	90
3	640	9	15	120

表3 正交实验结果

实验号	A	B	C	D	饼残油率/%
1	1	1	1	1	37.40
2	1	2	2	2	36.04
3	1	3	3	3	39.06
4	2	1	2	3	34.37
5	2	2	3	1	37.74
6	2	3	1	2	34.89
7	3	1	3	2	34.60
8	3	2	1	3	35.89
9	3	3	2	1	35.10
$\overline{K_1}$	37.50	35.46	36.06	36.75	
$\overline{K_2}$	35.67	36.56	35.17	35.18	
$\overline{K_3}$	35.20	36.35	37.13	36.44	
R	2.30	1.10	1.96	1.57	

K_1 、 K_2 、 K_3 分别表示在各因素各水平下芝麻饼残油率的总和,而表3中 $\overline{K_1}$ 、 $\overline{K_2}$ 、 $\overline{K_3}$ 分别表示在各因素各水平下芝麻饼残油率的平均值。由于有时会出现各因素水平数不等的情况,因此,一般用残油率的平均值来反映同一个因素的各个水平对残油率影响的大小,并以此确定该因素的最佳水平。用同一因素各水平下平均残油率的极差 R 的大小来反映各因素的水平变动对残油率的影响。极差大表明该因素的水平变动对实验结果的影响大,极差小表明该因素的水平变动对实验结果的影响小^[7]。根据表3中的极差分析可知 $R_A > R_C > R_D > R_B$,即在微波处理条件下制备芝麻油脂和饼时,影响饼残油率的主次顺序为:微波功率 > 增湿比例 > 缓苏时间 > 微波时间。主要因素应取最好的水平,而次要因素则可根据成本、时间、收益等方面的综合考虑来选取适当的水平。综合考虑,得出最佳水平组合是 $A_3C_2D_2B_1$,但此最佳水平条件下饼残油为38.51%,却比正交实验中的最低饼残油34.37%要高,因此,选择微波功率为480 W,增湿比例为10%,缓苏时间为120 min,微波处理时间为5 min。通过三次重复验证可得,在此条件下,饼残油率为34.4%,而未经微波处理直接压榨的饼残油为40.5%,由物料衡算可知,芝麻经微波处理后出油率由处理前的48.3%增加到60.1%。

2.4 芝麻油和芝麻饼品质的变化

将最佳条件微波处理后所得的芝麻油,与未经微波处理所得芝麻油的品质进行对比,结果见表4~表5。由表4可知,微波处理对油的色泽、碘值和酸值影响不大。微波处理后过氧化值提高是由于微波处理产生高温,而且,微波作为一种射线能够加速自由基的生成,从而加速油脂中氧化基质的氧化;诱

导时间增加说明氧化稳定性的增强,这是由于微波处理时,产生美拉德反应,可通过断开分子链,清除体系中的氧和螯合金属离子,使得芝麻油的氧化稳定性增强;芝麻素和芝麻林素的提高是由于微波处理使油料温度升高,促使其他物质分解产生的。

表4 微波处理前后芝麻油品质指标的变化

项目	未经微波处理	经微波处理	增长率/%
色泽(25.4 mm 比色槽)	Y7R1.0	Y7R0.6	—
碘值/(g/100 g)	102	107	4.90
酸值/(mg KOH/g)	1.2	1.3	8.33
过氧化值/(meq/kg)	2.7	5.24	94.1
诱导时间/h	4.33	5.08	17.3
芝麻素/%	0.43	0.59	37.2
芝麻林素/%	0.30	0.43	43.3
生育三烯酚($\mu\text{g/mL}$)	1.76	1.70	—

芝麻未经微波处理和最佳条件下微波处理后,芝麻油中主要脂肪酸含量见表5。由表5可知,微波处理对芝麻油中主要脂肪酸含量的影响较小。

表5 微波处理前后油脂中主要脂肪酸含量的变化

脂肪酸/%	未经微波处理	经微波处理
软脂酸	9.87	9.39
硬脂酸	4.98	5.38
油酸	37.07	38.39
亚油酸	47.75	46.49
亚麻酸	0.34	0.34

3 结论

研究表明,芝麻在不同条件下进行微波处理,饼残油率均比未经微波处理的低,经最佳条件微波处理后出油率由处理前的48.3%增加到60.1%,说明微波处理能够提高芝麻出油率。微波处理能够提高油中芝麻素和芝麻林素等微量成分的含量。微波处理后芝麻油的过氧化值会提高,但芝麻油中含有的芝麻素、芝麻林素等抗氧化物质会使其氧化稳定性提高。微波处理对芝麻油的色泽、碘值和酸值影响不大,对芝麻油中主要脂肪酸的影响也很小。微波处理油料可用作油料的预处理。

参考文献:

- [1] 毕艳兰. 油脂化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 沈旭丽. 芝麻的营养成分及保健价值[J]. 中国食物与营养, 2006(7): 51-52.
- [3] 李嵘, 金美芳. 微波法萃取银杏叶中黄酮的研究[J]. 食品科学, 2000, 21(2): 39-41.
- [4] 刘玉兰, 刘杨, 汪学德, 等. 不同压榨工艺对芝麻油和芝麻饼品质的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 382-386.
- [5] 李丹丹, 曾晓雄. 高效液相色谱法测定芝麻油中木酚素的含量[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(4): 821-824.
- [6] 李桂华, 钱向明, 毕艳兰, 等. 油料油脂检验与分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [7] 滕海英, 祝国强, 黄平, 等. 正交试验设计实例分析[J]. 药学服务与研究, 2008, 8(1): 28-30.