

## 微波加热对大豆脂肪酸的影响

仇宏伟<sup>1</sup>, 徐坤<sup>1</sup>, 王静<sup>2</sup>

(1. 青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266109;

2. 西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

**摘要:**对大豆分别进行微波和常规加热处理, 探究微波加热对大豆脂肪酸的影响。采用索氏抽提法和毛细管柱气相色谱法, 测定样品中粗脂肪和脂肪酸的含量。实验结果表明: 微波加热对大豆中的亚油酸、油酸、硬脂酸、软脂酸、粗脂肪的含量几乎没有影响, 但微波加热使大豆中亚麻酸含量降低。

**关键词:**微波, 大豆, 脂肪酸, 加热

## Effect of microwave heating on fatty acid in soybean

QIU Hong-wei<sup>1</sup>, XU Kun<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>2</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Soybean were treated by microwave and conventional heating, and the effects of fatty acids in soybean were studied. Soxhlet extraction and capillary gas chromatography were respectively used to determine the content of crude fat and fatty acids. The results showed that no influence on the content of linoleic acid, oleic acid, stearic acid, palmitic acid and crude fat treated by microwave heating, but the microwave heating caused the content of linolenic acid decreased.

**Key words:** microwave; soybean; fatty acid; heating

中图分类号: Q547

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)07-0132-04

大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 是世界上重要的油料作物, 其油脂含丰富的不饱和脂肪酸<sup>[1]</sup>, 脂肪酸组成主要有亚油酸、亚麻酸、油酸、硬脂酸和软脂酸, 其中亚油酸和油酸含量占 70% 以上, 不饱和脂肪酸达 86.1% 以上<sup>[2]</sup>。这些不饱和脂肪酸能减少人体动脉壁上胆固醇的沉积。微波是一种波长极短且频率极高的电磁波, 波长在 1mm 到 1m 之间, 其相应频率在 300GHz 至 300MHz 之间<sup>[3-4]</sup>。微波加热的原理是利用微波在快速变化的高频磁场中与物质分子相互作用, 被吸收而产生热效应, 把微波能量直接转换为介质热能。当被加热物质放在微波场中时, 其极性分子随微波频率以每秒几十亿次的高频来回摆动、摩擦, 产生的热量足以使食物在很短的时间内达到熟的目的<sup>[5]</sup>。目前, 微波炉已在家庭中被广泛使用, 微波技术也已成为食品加工业的主要手段之一, 微波加热对食品中各种营养成分的影响, 以及与普通加热方法对食品营养成分的影响有何不同, 已成为人们关注的焦点。本文研究了微波加热对大豆五种脂肪酸和粗脂肪的影响, 为微波技术在食品加工及微波炉在家庭生活中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

收稿日期: 2009-07-23

作者简介: 仇宏伟 (1966-), 女, 副教授, 研究方向: 食品营养。

## 1.1 材料与仪器

大豆 购于青岛城阳大润发超市; 乙醚 化学纯; 标准样品硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈酸正己烷 色谱纯; 甲醇、甲苯、浓硫酸 分析纯。

万能高速粉碎机, J180 型家用微波炉, 电子调温万用电炉, 电热恒温水浴锅, 电热鼓风干燥箱, Agilent 6890N 型气相色谱仪, 氢火焰离子化检测器 (FID), SPB-3 全自动空气源, 索氏抽提装置, 分析天平。

## 1.2 实验方法

## 1.2.1 样品的前处理

1.2.1.1 样品的预处理 将 300g 大豆充分洗净, 倒入 400mL 蒸馏水中, 浸泡 4h, 再将大豆分成两等份, 以备后续实验测定用。

1.2.1.2 微波加热 将浸泡好的大豆的一半倒入微波加热容器中, 再加入 300mL 的水, 微波炉火力控制在高火, 对大豆进行微波加热, 分别取 2、4、8、12、16min 五个时间段对微波加热的大豆进行取样。

1.2.1.3 常规加热 将浸泡好的大豆的另一半倒入烧杯中, 加入 300mL 的水, 电炉加热, 控制功率在 1000W, 并不断搅动大豆, 使之受热均匀, 同样分别取 2、4、8、12、16min 五个时间段对大豆取样。

1.2.1.4 装瓶备用 将取样后的大豆放于称量瓶中, 干燥箱干燥。将样品磨碎, 通过直径 1.0mm 圆孔筛, 并装入广口瓶中编号备用。

1.2.2 粗脂肪含量的测定 按 GB/T6432-94。

1.2.3 气相色谱法测定脂肪酸

1.2.3.1 样品的前处理-甲酯化 称取干燥粉碎后的大豆1g,放入 10mL 玻璃衍生瓶中,加入 3mL 正己烷,充分振荡 5min,静置过夜,过滤。向滤液中加入 2mL 甲酯化试剂,在 110℃ 下恒温 2h,冷却,加入 1mL 正己烷及少量蒸馏水,上清液做 GC 分析。

1.2.3.2 标准溶液的甲酯化 将标准溶液置于 15mL 的衍生瓶中,加入 5mL 甲酯化试剂,在 110℃ 恒温 2h,冷却,加入 1mL 正己烷及少量蒸馏水,上清液做 GC 分析。

1.2.3.3 混合标准溶液的配制 从已经甲酯化的 5 种标准溶液中,用移液枪各移取 100μL,混合均匀,溶液进行 GC 分析。

1.2.3.4 色谱条件<sup>[2]</sup> Agilent 弹性石英毛细管柱: 30m × 0.25mm × 0.32μm; 检测器: FID(275℃); 柱压: 2016PSI; 载气: N<sub>2</sub>; N<sub>2</sub> 压力: 8.77PSI; 柱箱温度: 140℃ (1min, 10℃/min) 至 180℃ (1min, 3℃/min) 至 200℃ (2min, 2℃/min) 至 250℃ (15min); 进样方式: 分流 (50 : 1); 保留时间: 15min; 进样量: 1μL; 进样口: 250℃; 气流速度: H<sub>2</sub>: 50mL/min, 空气: 450mL/min; 量程: 24; 衰减: 2。

## 2 结果与分析

### 2.1 微波加热对粗脂肪含量的影响

由图 1 可知,粗脂肪含量随着加热时间的延长没有变化,微波加热和常规加热对大豆粗脂肪的影响一致。

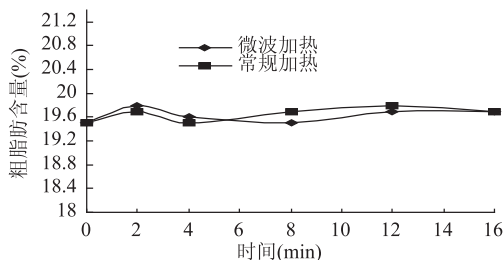


图 1 大豆粗脂肪的变化曲线

### 2.2 微波加热对脂肪酸含量的影响

2.2.1 大豆脂肪酸色谱图分析 在上述色谱条件下对甲酯化的标准品溶液和标准品的混合液进行气相色谱分析,标准品混合液的色谱图清晰呈现 5 个峰(图 2),经与标准品保留时间对比,标准品混合液 5 个峰依次为软脂酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸。

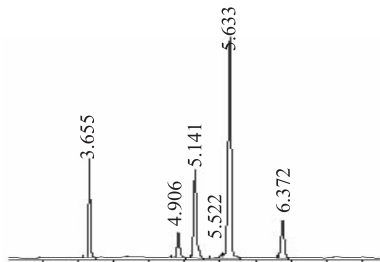


图 2 标准样品的色谱图

在同样色谱条件下对大豆样品的甲酯化溶液进行气相色谱分析,样品溶液的色谱图均呈现清晰稳定的 5 个峰,各时间段样品的色谱图如图 3~图 12。

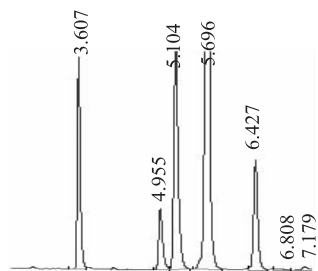


图 3 样品常规加热 2min 的色谱图

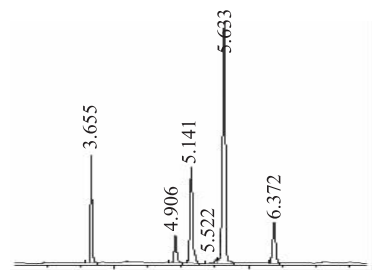


图 4 样品常规加热 4min 的色谱图

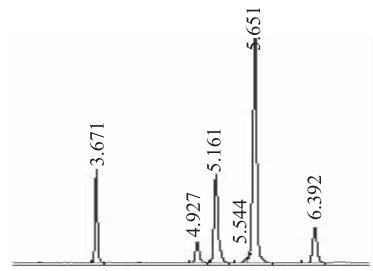


图 5 样品常规加热 8min 的色谱图

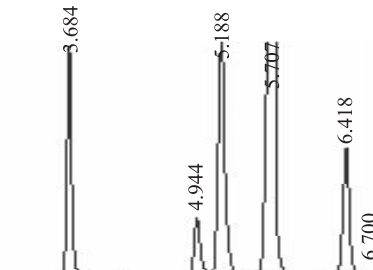


图 6 样品常规加热 12min 的色谱图

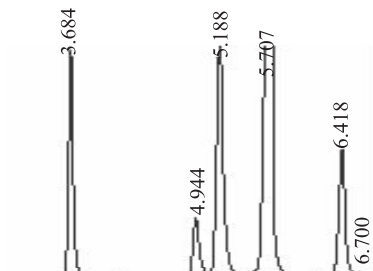


图 7 样品常规加热 16min 的色谱图

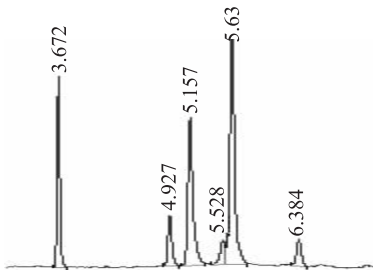


图 8 样品微波加热 2min 的色谱图

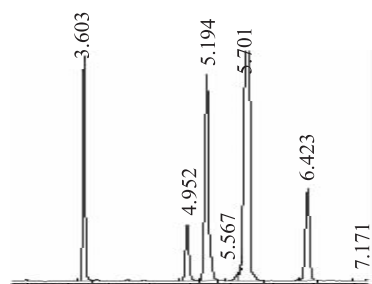


图9 样品微波加热4min的色谱图

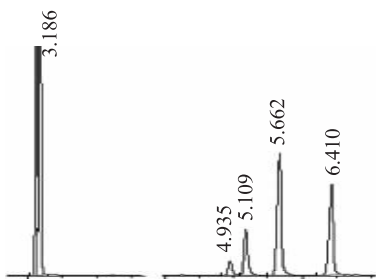


图10 样品微波加热8min的色谱图

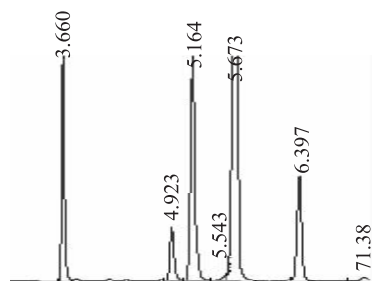


图11 样品微波加热12min的色谱图

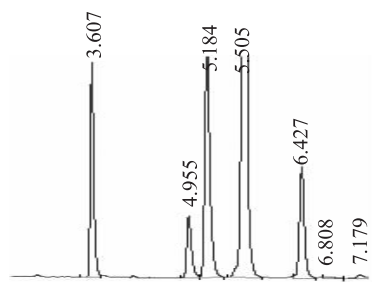


图12 样品微波加热16min的色谱图

### 2.2.2 微波加热对大豆脂肪酸含量的影响

2.2.2.1 微波加热对亚油酸含量的影响 由图13可以看出,在微波加热和常规加热条件下,亚油酸含量基本维持在54.2%~54.5%,随着加热时间的延长,亚油酸含量基本维持不变。

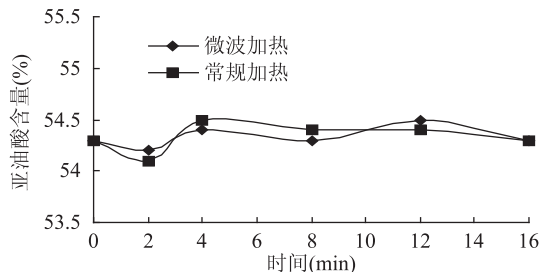


图13 大豆亚油酸的变化曲线

2.2.2.2 微波加热对硬脂酸含量的影响 由图14可以看出,在常规加热和微波加热的条件下,硬脂酸含量维持在4.1%~4.3%之间,基本不变。

2.2.2.3 微波加热对油酸含量的影响 由图15可以

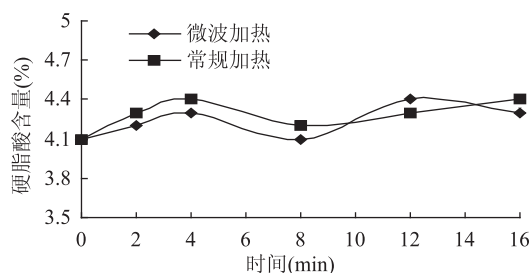


图14 大豆硬脂酸的变化曲线

看出,在常规加热和微波加热的条件下,油酸含量维持在20.3%~20.6%之间,随着加热时间的延长,油酸含量基本不变。

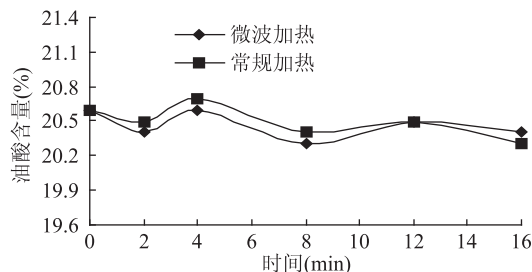


图15 大豆油酸的变化曲线

2.2.2.4 微波加热对软脂酸含量的影响 由图16可以看出,微波加热对软脂酸含量没有影响,大豆中软脂酸初始含量为11.5%,当大豆加热到16min的时候,微波加热的大豆中软脂酸含量为11.6%,常规加热的大豆中软脂酸含量为11.5%。

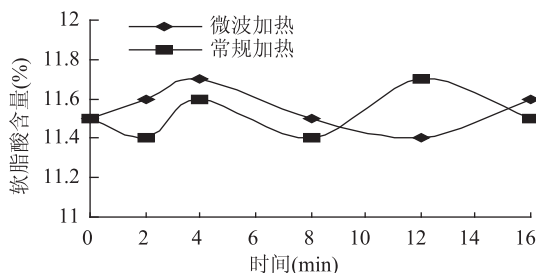


图16 软脂酸的变化曲线

2.2.2.5 微波加热对亚麻酸含量的影响 由图17可以看出,随着加热时间的延长,在微波加热和常规加热两种加热方式下,亚麻酸的含量都呈现减少趋势,这是因为亚麻酸属于极性分子,极性分子在微波辐射和加热条件下容易发生降解而被破坏,导致亚麻酸发生氧化反应,含量降低。

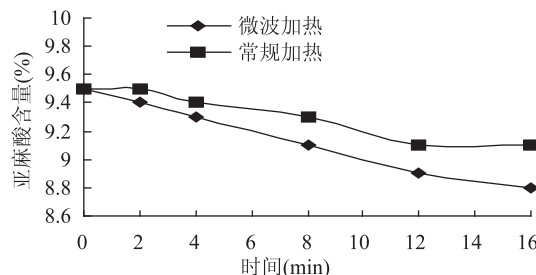


图17 大豆亚麻酸的变化曲线

## 3 讨论

通过对粗脂肪的实验分析得出:微波加热对粗脂肪含量没有影响;但有专家研究指出,随着微波加

(下转第137页)

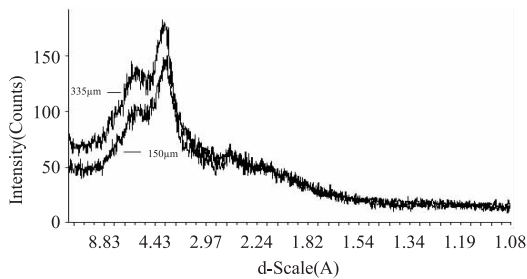


图5 牛蒡渣膳食纤维超微粉碎后的 X 衍射图谱(355、150 $\mu\text{m}$ )

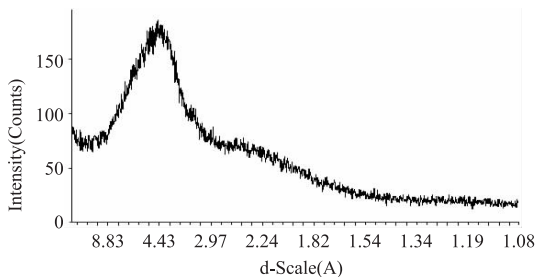


图6 牛蒡渣膳食纤维超微粉碎后的 X 衍射图谱(255nm)

明显,但在 150 $\mu\text{m}$ ~225nm 范围内出现了小幅度交替升降的过程,这正体现了牛蒡渣膳食纤维在粉碎过程中由结晶区向无定形区转变以及无定形区大分子链段断裂为小分子链段的一个动态变化的过程。

### 3 结论

3.1 对经超微粉碎后的不同粒径牛蒡渣膳食纤维持水力和膨胀力进行测定,在 355~250 $\mu\text{m}$  范围内,随着纤维粒度的减小,持水力和膨胀力基本不变,在 250~150 $\mu\text{m}$  范围内,随着纤维粒度的逐渐减小,牛蒡渣膳食纤维的持水力和膨胀力逐渐降低,在 150 $\mu\text{m}$ ~225nm 范围内出现了小幅度交替升降的过程。

(上接第 134 页)

热时间的延长,对粗脂肪的含量是有一定影响的,微波处理后的分子进行重排,有利于将脂类物质一起提取出来,使粗脂肪的含量增加<sup>[6-7]</sup>,这点有待于进一步论证。

本实验显示:微波加热可使亚麻酸的含量有一定程度的降低,但对亚油酸、油酸、软脂酸、硬脂酸来讲,16min 以内影响很小。袁尔东的论文指出,微波加热在前 8min 内对脂肪酸是没有影响的,微波处理时间继续延长,脂肪酸中的不饱和脂肪酸含量就会降低<sup>[7]</sup>,但本实验并未测得亚油酸和油酸含量降低,对亚油酸和油酸含量变化问题仍需继续论证。

### 参考文献

- [1] 王晓燕,张彩英,贾晓艳.河北省大豆品种脂肪酸组成与含量分析[J].河北农业大学学报,2007(2):15-18.
- [2] 李健容.理想的保健食品——大豆[J].中国食物与营养,2006(9):51-52.
- [3] 王绍林,等.微波加热技术在食品加工中的应用[J].食品科学,2000(3):25-28.

3.2 电子显微镜观察发现,355 $\mu\text{m}$  的牛蒡渣膳食纤维由棒条状与片层状结构相互连接,形成致密的空间网状结构;150 $\mu\text{m}$  的牛蒡渣膳食纤维空间网状结构完全被破坏,棒条状结构与片层状结构在散落在观察界面;255nm 的牛蒡渣膳食纤维呈现断裂的平面网状结构。

3.3 X 射线衍射结果表明,355 $\mu\text{m}$  和 150 $\mu\text{m}$  的牛蒡渣膳食纤维 X 射线图谱基本不变,可见粉碎时的机械剪切力没有引起聚合物结构发生深度的降解或破坏;255nm 牛蒡渣膳食纤维 X 射线图谱发生明显变化,结晶结构被完全破坏。

### 参考文献

- [1] 何扩,张秀媛,李玉峰.纳米食品研究进展[J].中国调味品,2006(1):91-94.
- [2] 关荣发,钱博,叶兴乾,等.纳米技术在食品科学中的最新研究[J].食品科学,2006,27(2):270-273.
- [3] 刘成梅,熊慧薇,刘伟,等.IHP 处理对豆渣膳食纤维的改性研究[J].食品科学,2005,26(9):112-115.
- [4] 刘成梅,刘伟,万婕,等.瞬时高压作用对膳食纤维可溶性的影响[J].食品科学,2005,26(8):110-113.
- [5] 李凤生.超细粉体技术[M].北京:国防工业出版社,2002:2-122.
- [6] 刘成梅,刘伟,林向阳,等.Microfluidizer 对膳食纤维溶液物理性质的影响[J].食品科学,2004(2):72-75.
- [7] Ang J F. Water retention capacity and viscosity effect of poedered cellulose[J].Journal of Food Sci,1991,56(6):1682-1684.
- [8] 蔡再生.纤维化学与物理[M].北京:中国纺织出版社,2009:3-120.
- [4] 张桂英.微波辐射下植物的品质变化及其机理研究[D].广州:华南理工大学硕士学位论文,1998:5-9.
- [5] 高福成.微波食品[M].中国轻工业出版社,1999.
- [6] 杨慧萍,沈崇钰,李万林.微波加热对不同大豆品质的影响[J].食品科技,2003(3):12-15.
- [7] 袁尔东,等.微波技术影响食品营养成分的研究进展[J].食品工业,1996(6):54-56.
- [8] 马传国,王敏,李中华,等.微波处理大豆对油脂品质的影响[J].中国油脂,2001(6):16-19.
- [9] Sachiko Takagi, Hiromi Yoshida. Japan: Microwave heating influences on fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in hypocotyls of soybeans [J]. Food Chemistry, 1996:66-69.
- [10] 张桂英,等.微波辐射与常规加热方式作用下植物油品质变化的对比实验[J].食品科技,2003(3):18-20.
- [11] Hiromi Yoshida, Sachiko Takagi. Microwave Roasting. Positional Distribution of Fatty Acids of Phospholipids in s Lamsler. Factors Promoting the Formation of Nonhydratable Soybean Phosphatides[J].JAACS,1992,69:443.