

# 微波炒籽对花生油品质及风味的影响

王朝晖<sup>1</sup>, 孙承国<sup>1</sup>, 刘配莲<sup>2</sup>, 董西余<sup>2</sup>, 宋玉义<sup>2</sup>, 寇相波<sup>2</sup>, 陈铁柱<sup>1</sup>, 尚刚<sup>1</sup>, 潘亚萍<sup>2</sup>

(1. 中粮油脂研发中心, 北京 102200; 2. 费县中粮油脂工业有限公司, 山东 临沂 273400)

**摘要:**旨在促进微波技术在花生油生产中的应用, 比较了3种炒籽方式(微波、电磁、燃气)压榨花生油的色泽、酸值、风味物质含量、 $V_E$ 含量以及感官评价的差异, 并考察了微波物料输送频率对花生油色泽、酸值和风味物质组成的影响。结果表明:微波炒籽压榨花生油的酸值和风味物质含量明显高于燃气炒籽和电磁炒籽, 色泽也更深,  $V_E$ 含量更高(430.87 mg/kg), 且消费者喜爱度最高;随着微波物料输送频率的降低, 花生油的色泽逐渐加深, 酸值略有升高, 风味物质数量和含量均逐渐增加, 其中吡嗪类物质占比最高(39.54%~46.55%)。微波作为一种高效、快速、绿色的新型产香技术在浓香花生油的加工中具有明显的优势和良好的应用前景。

**关键词:**花生油;微波炒籽;风味物质;品质

中图分类号:TS224.3;TS222+.1 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2024)06-0030-04

## Effect of microwave frying seeds on the quality and flavor of peanut oil

WANG Zhaohui<sup>1</sup>, SUN Chengguo<sup>1</sup>, LIU Peilian<sup>2</sup>, DONG Xiyu<sup>2</sup>, SONG Yuyi<sup>2</sup>,  
KOU Xiangbo<sup>2</sup>, CHEN Tiezhu<sup>1</sup>, SHANG Gang<sup>1</sup>, PAN Yaping<sup>2</sup>

(1. COFCO Oil R&D Center, Beijing 102200, China; 2. COFCO Oil and Grains Industry (Feixian) Co., Ltd., Linyi 273400, Shandong, China)

**Abstract:** In order to promote the application of microwave technology in the production of peanut oil, the differences in color, acid value, flavor substance content,  $V_E$  content, and sensory evaluation of oil obtained from peanut respectively fried by microwave frying method, electromagnetic frying method, and gas frying method were compared, and the effects of the materials conveying frequency of microwave on the color, acid value and flavor substances composition of peanut oil were investigated. The results showed that the acid value and flavor substance content of oil obtained from microwave fried peanut were significantly higher than those from gas fried peanut and electromagnetic fried peanut, the color was deeper, the  $V_E$  content was the highest (430.87 mg/kg), and consumers liked it the most. With the decrease of materials conveying frequency of microwave, the color of peanut oil gradually became darker, the acid value slightly increased, and the kind and content of flavor substances gradually increased, in which pyrazines accounted for the highest proportion (39.54% - 46.55%). Microwave, as an efficient, fast and green new aroma production technology, has obvious advantages and good application prospects in the processing of fragrant peanut oil.

**Key words:** peanut oil; microwave frying seeds; flavor substance; quality

收稿日期:2023-03-22;修回日期:2024-03-25

作者简介:王朝晖(1972),男,工程师,研究方向为粮油加工(E-mail) wangzhaohui@cofco.com.

通信作者:刘配莲,高级工程师(E-mail) liupeilian@cofco.com;董西余,助理工程师(E-mail) kerryoil@126.com.

花生是我国重要的油料作物和经济作物,同时我国也是世界上最大的花生生产国、消费国和进口国<sup>[1]</sup>。花生油香味浓郁、营养价值高,备受消费者的认可和青睐。花生油的香味主要与炒籽和压榨过程中发生的热降解及其次级反应,以及炒籽后蛋白质或氨基酸、糖类等在高温有氧的条件下发生的一

系列化学反应而生成的挥发性产物有关,这些挥发性物质通常具有特征香气并赋予油脂独特的风味<sup>[2-3]</sup>。

微波作为近些年新兴的油料加热方式,具有加热效率高、受热均匀、加热时间短、无外来污染物等优点。与传统加热方式不同,微波加热通过分子与电磁场之间的相互作用直接传递给油料,可以在较短时间内实现快速均匀加热<sup>[4]</sup>。现阶段研究表明,微波加热可以增加吡嗪类、呋喃类、醛类和挥发性含硫物质的含量,使植物油具有良好的风味<sup>[5-7]</sup>。黄克霞等<sup>[8]</sup>应用滚筒式微波设备,通过调节其功率及时间,采用自动旋转翻炒油料,最终压榨得到花生油,并对花生的出油率和花生油的酸值、色泽、 $V_E$ 含量及风味成分等进行了分析。结果表明:随着微波功率的增加和微波时间的延长,花生油酸值增加,色泽加深,但均在国标限定范围内;微波处理最优条件下花生油的综合感官评定风味最佳,脂肪酸组成及含量无显著变化。陈洁等<sup>[9]</sup>研究了微波条件对葵花籽油品质和挥发性风味物质的影响,结果表明:随着微波功率的增加和微波时间的延长,葵花籽油色泽逐渐加深,酸值变化不大,低功率焙炒所得葵花籽油的感官评分明显低于高功率焙炒所得葵花籽油。目前,尚未有关于微波炒籽技术对花生油风味、感官、营养综合影响的报道。本文对比微波炒籽与传统炒籽方式(电磁炒籽和燃气炒籽)所得花生油品质及风味的差异,并在微波炒籽机上进行不同输送频率实验,测定花生油的理化指标及挥发性风味物质组成,以为微波炒籽工艺生产高品质花生油提供相关数据参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 原料与试剂

花生,山东临沂沂蒙大花生(国内花生)和进口苏丹花生(国外花生)。

乙醚、异丙醇、氢氧化钾,分析纯,国药集团化学试剂有限公司;2-辛醇标准品,上海麦克林生化科技股份有限公司。

#### 1.1.2 仪器与设备

隧道式连续微波炒籽机(10 kW),山东东旭亚微波机械设备有限公司;YZ8电磁炒籽机,泰州优耐特仪器设备有限公司;燃气炒籽机,青岛特莱设备有限公司;YZ8螺旋榨油机,济南华德机械设备有限公司;Agilent 7890-5977B型气相色谱-质谱联用仪(GC-MS),安捷伦科技(上海)有限公司;世达红外测温仪。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 花生油的制取

分别称取50 kg花生于微波炒籽机、电炒籽机、燃气炒籽机中炒籽,待物料分别达到150、155、160、165、170℃时,停止炒籽。采用螺旋榨油机对炒籽后的花生进行榨油,常温滴滤,得花生油。

### 1.2.2 理化指标的测定

酸值的测定参照GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》;色泽测定参照GB/T 22460—2008《动植物油脂 罗维朋色泽的测定》, $V_E$ 含量的测定参照GB/T 26635—2011《动植物油脂 生育酚及生育三烯酚含量测定 高效液相色谱法》。

### 1.2.3 风味物质测定

准确称取5.0 g花生油于15 mL顶空瓶中,瓶盖密封,于60℃恒温装置上恒温45 min,采用SPME萃取头富集40 min后,于230℃气相进样口进行解吸附5 min,供GC-MS分析。

GC条件:DB-WAX色谱柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm);进样量1 μL;升温程序为50℃保持5 min,以3℃/min升温到120℃,再以5℃/min升温到250℃,保持5 min;进样口温度250℃;载气为高纯氮(99.999%);恒定流速1 mL/min;分流比5:1。

MS条件:接口温度250℃;离子源温度250℃;四极杆温度150℃;电子轰击电离源(EI)方式,使用质谱全离子扫描(Scan)图谱,质量扫描范围( $m/z$ )40~500。

利用NIST质谱库进行匹配,去除杂质后,保留匹配度大于80的化合物。以2-辛醇为内标,计算挥发性成分的含量,计算公式如式(1)所示。

$$C_i = A_i C_1 / A_1 \quad (1)$$

式中: $C_i$ 为未知物质含量,mg/kg; $A_i$ 为未知物质的峰面积; $C_1$ 为2-辛醇的含量,mg/kg; $A_1$ 为2-辛醇的峰面积。

### 1.2.4 感官评价

花生油的感官评价在按照T/CCOA 29—2020《芝麻油感官评价》的要求建立的标准化风味感官评价实验室中进行,在常温下,分别量取10 mL待评价样品于洁净干燥、无异味异物的黑色带盖品评杯中,对样品进行3位数字的随机编号,样品按照随机顺序呈现,由经过培训的专业风味感官评价员独立对样品分别进行闻香和品尝,采用7点标度,最喜欢的样品赋值7分,最不喜欢的样品赋值1分,以1分为间隔。以每个样品的加权平均得分评判评价员对该样品的喜好度。

## 2 结果与分析

### 2.1 炒籽方式对压榨花生油品质及风味的影响

#### 2.1.1 酸值、色泽及风味物质含量

采用3种炒籽方式(微波炒籽、电磁炒籽和燃气炒籽)在不同温度下对进口花生炒籽,压榨所得花生油的酸值、色泽及风味物质含量如表1所示。

表1 不同炒籽方式和炒籽温度下花生油的酸值、色泽及风味物质含量

炒籽温度/℃	炒籽方式	酸值(KOH)/(mg/g)	色泽(25.4 mm 槽)	风味物质含量/(mg/kg)
150	燃气	0.65	R2.2 Y20	20.34
	电磁	0.69	R1.9 Y20	23.65
	微波	0.71	R2.6 Y30	26.75
155	燃气	0.66	R2.5 Y70	25.36
	电磁	0.70	R2.3 Y20	27.11
	微波	0.74	R3.2 Y30	35.84
160	燃气	0.67	R2.8 Y70	30.37
	电磁	0.69	R2.7 Y20	35.13
	微波	0.76	R3.8 Y30	46.66
165	燃气	0.78	R3.5 Y30	34.65
	电磁	0.79	R4.1 Y40	37.18
	微波	0.84	R4.9 Y40	55.13
170	燃气	0.80	R6.5 Y70	50.37
	电磁	0.81	R7.1 Y70	49.13
	微波	0.84	R7.2 Y70	76.66

由表1可知,随着炒籽温度的上升,3种炒籽方式压榨花生油的酸值和风味物质含量逐渐增加,色泽加深,且微波炒籽压榨花生油酸值和风味物质含量明显高于燃气炒籽和电磁炒籽的,色泽也更深。165℃下,微波炒籽压榨花生油的风味物质含量达到55.13 mg/kg,分别比电磁和燃气炒籽高48.28%、59.11%,这是因为微波产生的热量使得花生温度升高、水分降低,促进了美拉德反应,形成了更多的吡嗪类物质<sup>[10]</sup>。

#### 2.1.2 感官评价

采用3种炒籽方式在不同温度下对进口花生炒籽,对压榨花生油进行感官评价,计算喜爱度得分平均值,结果显示,微波炒籽压榨花生油的喜爱度得分最高(5.17),其次是电磁炒籽(4.37)和燃气炒籽(3.71),与风味物质含量结果一致。

#### 2.1.3 $V_E$ 含量

采用3种炒籽方式在不同温度下对进口花生炒

籽,测定压榨花生油  $V_E$  含量,并计算其平均值,结果如表2所示。

表2 不同炒籽方式压榨花生油的  $V_E$  含量

炒籽方式	$V_E$ 含量/(mg/kg)
微波	430.87
燃气	305.59
电磁	364.51

由表2可知,微波炒籽、电磁炒籽和燃气炒籽压榨花生油的  $V_E$  含量存在差异,其中:微波炒籽压榨花生油的  $V_E$  含量最高,为430.87 mg/kg,其次为电磁炒籽(364.51 mg/kg)和燃气炒籽(305.59 mg/kg)。因此,微波炒籽对更好地保留花生油中的  $V_E$  含量有一定的作用。

### 2.2 微波物料输送频率对压榨花生油品质及风味的影响

#### 2.2.1 酸值及色泽

在微波功率10 kW下设置微波炒籽设备的物料输送频率以控制出口温度。不同微波物料输送频率对国产和进口花生压榨花生油酸值和色泽的影响如表3所示。

表3 不同微波物料输送频率下国产和进口花生压榨花生油的酸值和色泽

输送频率/Hz	温度/℃	国产花生		进口花生	
		酸值(KOH)/(mg/g)	色泽(25.4 mm 槽)	酸值(KOH)/(mg/g)	色泽(25.4 mm 槽)
4.0	133	0.86	R1.0 Y10	0.76	R1.1 Y10
3.5	148	0.90	R1.2 Y10	0.81	R1.4 Y10
3.0	160	0.91	R4.2 Y40	0.94	R5.0 Y50
2.5	172	1.13	R11.3 Y70	1.01	R8.7 Y70

由表3可知,随着微波物料输送频率的降低,花生油的色泽逐渐加深,酸值也略有升高。这可能是因为物料输送频率降低,物料在微波设备中停留时间延长,从而导致花生的加热程度增大,花生油的色泽加深。

#### 2.2.2 风味物质组成

不同微波物料输送频率下国产花生和进口花生压榨花生油的风味物质组成分别如表4和表5所示。

表4 不同微波物料输送频率下国产花生压榨花生油的风味物质组成

类别	4.0 Hz			3.5 Hz			3.0 Hz			2.5 Hz		
	数量	含量/(mg/kg)	占比/%	数量	含量/(mg/kg)	占比/%	数量	含量/(mg/kg)	占比/%	数量	含量/(mg/kg)	占比/%
醛类	12	5.43	25.55	13	6.66	24.00	13	14.53	27.52	14	24.42	28.27
吡嗪类	10	8.45	39.77	11	11.96	43.08	11	23.39	44.31	11	38.22	44.23
酮类	7	1.13	5.29	7	1.38	4.96	8	2.92	5.53	8	3.97	4.60
酸类	11	1.88	8.86	11	2.37	8.54	11	3.02	5.72	11	3.78	4.37

续表 4

类别	4.0 Hz			3.5 Hz			3.0 Hz			2.5 Hz		
	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%
醇类	7	1.46	6.87	7	1.49	5.35	7	2.19	4.15	7	4.81	5.56
酯类	5	0.87	4.09	5	0.94	3.37	5	1.54	2.92	6	2.08	2.41
酚类	5	1.53	7.21	5	1.85	6.68	5	3.21	6.08	5	5.54	6.41
其他	8	0.50	2.36	9	1.12	4.02	10	1.99	3.77	10	3.58	4.14
合计	65	21.25		68	27.77		70	52.78		72	86.41	

表 5 不同微波物料输送频率下进口花生压榨花生油的风味物质组成

类别	4.0 Hz			3.5 Hz			3.0 Hz			2.5 Hz		
	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%	数量	含量/ (mg/kg)	占比/%
醛类	12	4.56	22.45	13	7.44	21.24	13	16.75	31.17	14	20.15	27.70
吡嗪类	10	8.03	39.54	11	16.28	46.47	11	24.78	46.11	11	33.87	46.55
酮类	7	0.98	4.83	7	1.04	2.97	8	1.60	2.98	8	2.32	3.19
酸类	11	1.67	8.22	11	1.98	5.65	11	2.44	4.54	11	3.37	4.63
醇类	7	1.32	6.50	7	3.82	10.90	7	3.22	5.99	7	5.52	7.59
酯类	5	0.96	4.73	5	0.69	1.97	5	0.60	1.12	6	0.98	1.35
酚类	5	1.78	8.76	5	2.47	7.05	5	2.67	4.97	5	3.85	5.29
其他	8	1.01	4.97	9	1.31	3.74	10	1.68	3.13	10	2.70	3.71
合计	65	20.31		68	35.03		70	53.74		72	72.75	

由表 4、表 5 可知,微波炒籽压榨花生油中检测出 8 类挥发性物质,包括醛类、酮类、酸类、酯类、醇类、酚类、吡嗪类以及其他类,其中吡嗪类物质占比最高,为 39.54% ~ 46.55%,其次为醛类(21.24% ~ 31.17%)。随着微波物料输送频率的下降,花生油的风味物质数量和含量均逐渐增加,风味物质占比无明显变化。实际生产中,可根据需要设置微波物料输送频率以达到理想的炒籽效果。

### 3 结论

本文对比分析了 3 种炒籽方式(微波、电磁、燃气)压榨花生油的色泽、酸值、风味物质含量、 $V_E$  含量及感官评价差异,并考察微波物料输送频率对花生油品质及风味物质含量的影响。结果显示:微波炒籽压榨花生油的酸值、风味物质含量及  $V_E$  含量明显高于燃气炒籽和电磁炒籽的,色泽也更深;相比于燃气炒籽和电磁炒籽,微波炒籽压榨花生油消费者喜爱度得分最高。随着微波物料输送频率的降低,花生油的色泽逐渐加深,酸值略有升高,风味物质数量和含量增加。综上,微波作为一种高效、快速、绿色的新型产香技术在浓香花生油的加工中具有明显的优势和良好的应用前景。

### 参考文献:

[1] 周曙东,乔辉,张照辰,等.花生新品种投入产出的技术

进步分析[J].华南农业大学学报(社会科学版),2017,16(1):112-122.

- [2] 安骏,孟祥永,陈铁柱,等. SPME-GC-MS 结合 GC-O 对浓香花生油特征风味物质研究[J].粮食与食品工业,2018,25(4):34-37.
- [3] 侯汉学,张锦丽,董海洲,等.影响浓香花生油质量的关键因素研究[J].食品科学,2004,25(11):171-172.
- [4] 盛冰莹,陈振伟,张晨霞,等.微波预处理对芝麻油中芝麻木酚素含量及油脂品质的影响[J].中国油脂,2023,48(9):7-14,29.
- [5] 刘云花,杨颖,胡晖,等.花生油风味物质解析及风味增强研究进展[J].中国油脂,2017,42(3):30-34.
- [6] 周瑞宝.花生加工技术[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [7] 肖新生,周旭,蒋黎艳.植物油加工工艺对风味物质影响的研究进展[J].中国油脂,2021,46(9):51-56,70.
- [8] 黄克霞,李进伟,曹培让,等.微波处理对花生油品质及风味的影响[J].中国油脂,2017,42(7):30-34.
- [9] 陈洁,洪振童,刘国琴,等.微波焙炒对葵花籽油品质和挥发性物质的影响[J].现代食品科技,2015,31(8):211-218.
- [10] ZHANG Y, LI X, LU X, et al. Effect of oilseed roasting on the quality, flavor and safety of oil: A comprehensive review [J/OL]. Food Res Int, 2021, 150: 110791 [2023-03-22]. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110791>.