

不同工艺芝麻油产品品质和风味喜好研究

尚嘉毅¹, 孙承国², 刘配莲³, 董迎章⁴, 惠菊¹, 扈柏文¹,

赵文君¹, 王磊⁵, 初柏君¹

(1. 中粮营养健康研究院有限公司, 北京 102209; 2. 中粮油脂专业化公司研发中心, 天津 300452;

3. 费县中粮油脂工业有限公司, 山东 临沂 273400; 4. 中粮油脂控股有限公司, 北京 102200;

5. 中粮油脂(广元)有限公司, 四川 广元 628008)

摘要:旨在为全面评价芝麻油产品品质和提升芝麻油产品风味提供参考,测定了不同工艺类型(机械压榨法、石磨水代法,低温压榨法)的芝麻油危害物水平和营养素含量,分析了芝麻油的特征感官属性和消费者喜好度,并探究二者的相关性。结果表明:11个芝麻油样品中苯并[a]芘和多环芳烃含量分别符合我国限量标准和欧盟限量标准,其中机榨芝麻油的苯并[a]芘及多环芳烃含量均高于小磨芝麻油和低温压榨芝麻油的;11个芝麻油样品均检出邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(DEHP),含量为0.18~0.54 mg/kg,低于我国法规限量;与小磨芝麻油和低温压榨芝麻油相比,机榨芝麻油的氯丙醇酯和缩水甘油酯超标风险相对更高;2个低温压榨芝麻油样品均满足“0反式脂肪酸”宣称。芝麻油的营养素含有芝麻素、芝麻林素、维生素E和植物甾醇,芝麻素和芝麻林素平均含量分别为6 622.73、2 684.55 mg/kg,其中低温压榨芝麻油的芝麻素和芝麻林素总量在10 000 mg/kg以上;不同工艺芝麻油产品的感官属性差异较大;机榨芝麻油的消费者喜好度高于小磨芝麻油;机榨芝麻油和小磨芝麻油的消费者喜好度均与回苦味呈显著负相关,与熟坚果味和鲜香味呈显著正相关。综上,机榨芝麻油危害物超标风险较大,低温加工工艺有利于芝麻油营养素保留,不同的加工工艺促使芝麻油呈现不同的风味类型。

关键词:芝麻油;风味;营养素;危害物

中图分类号:TS225.1;TS201.6 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2025)02-0023-06

Product quality and flavor preference of sesame seed oil prepared with different process

SHANG Jiayi¹, SUN Chengguo², LIU Peilian³, DONG Yingzhang⁴,
HUI Ju¹, HU Bowen¹, ZHAO Wenjun¹, WANG Lei⁵, CHU Baijun¹

(1. COFCO Nutrition and Health Research Institute, Beijing 102209, China; 2. COFCO Oils R&D Center,

Tianjin 300452, China; 3. COFCO Oil and Grains Industry (Feixian) Co., Ltd., Linyi 273400,

Shandong, China; 4. COFCO Oil and Fats Holdings Co., Ltd., Beijing 102200, China;

5. COFCO Guangyuan Co., Ltd., Guangyuan 628008, Sichuan, China)

Abstract: To provide a reference for the comprehensive assessment of sesame seed oil quality and enhancing the flavor of sesame seed oil, the levels of harmful substances and nutrients content in sesame seed oil prepared with different process (machine - pressing, grinding - aqueous extraction, cold - pressing) were detected, the characteristic sensory attributes and consumer preference of sesame seed oil were analyzed,

and the correlation between them was explored.

The results showed that among 11 sesame seed oil samples, the content of benzo [a] pyrene and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) complied with national and EU limit standards.

The pressed fragrant sesame seed oil had higher

收稿日期:2023-08-15;修回日期:2024-09-02

作者简介:尚嘉毅(1991),女,高级工程师,硕士,主要从事油脂产品开发和加工工艺研究(E-mail) shangjiayi@cofco.com。

通信作者:初柏君,高级工程师(E-mail) chubaijun@cofco.com。

levels of benzo[*a*]pyrene and PAHs compared with ground fragrant sesame seed oil and cold – pressed sesame seed oil. All 11 sesame seed oil samples were found to contain di(2 – ethylhexyl) phthalate (DEHP), with contents ranging from 0.18 mg/kg to 0.54 mg/kg, which was below the regulatory limit in China. Compared with ground fragrant sesame seed oil and cold – pressed sesame seed oil, the risk of exceeding the standard for glycidyl esters and chloropropanol ester was relatively higher in pressed fragrant sesame seed oil. Cold – pressed sesame seed oil samples met the "0 *trans* fatty acid" claim. The nutrients in sesame seed oil included sesamin, sesamol, vitamin E, and phytosterols, with average contents of sesamin and sesamol being 6 622.73 mg/kg and 2 684.55 mg/kg, respectively. The total content of sesamin and sesamol in cold – pressed sesame seed oil was above 10 000 mg/kg. There were significant differences in the sensory attributes of sesame seed oil products made by different processes. The consumer preference for pressed fragrant sesame seed oil was higher than that for ground fragrant sesame seed oil. Both pressed fragrant and ground fragrant sesame seed oil's consumer preference was significantly negatively correlated with bitter aftertaste and significantly positively correlated with roasted nutty flavor and fresh fragrance. In summary, pressed fragrant sesame seed oil poses a greater risk of exceeding harmful substance standards, cold – pressing conditions are beneficial for the retention of nutrients in sesame seed oil, and different processing technologies result in different flavor profiles of sesame seed oil.

Key words: sesame seed oil; flavor; nutrients; harmful substance

芝麻是我国重要的油料作物之一,食用历史悠久。近年来,我国芝麻产量和进口需求稳步增长,2021年我国芝麻产量达45.5万t,进口量达117.4万t^[1]。芝麻油作为我国传统风味油脂,以浓郁醇厚的香味深受消费者喜爱。芝麻油具有较高营养价值,其不饱和脂肪酸含量达到85%以上,还含有芝麻素、芝麻林素、维生素E等天然抗氧化成分^[2]。芝麻油常见生产工艺包括机械压榨法(简称“机榨”)、石磨水代法(简称“小磨”)和低温压榨法(简称“冷榨”),近年新兴的制油工艺如超临界CO₂萃取、酶法在芝麻油制备中也有应用,而超声辅助、冷冻 – 微波解冻等预处理新技术也有效提升了芝麻油生产加工过程的油脂得率,为芝麻油规模化生产奠定了研究基础^[3]。

随着芝麻油日益增长的消费需求和快速发展的加工工艺技术,对芝麻油风味的研究也越来越深入。刘鑫等^[4]研究发现,不同加工方式制取的芝麻油中挥发性物质不同,与机榨芝麻油相比,小磨芝麻油中挥发性化合物种类更为丰富。前期研究通过气相色谱 – 质谱联用技术等分子感官技术手段,在芝麻油中鉴定出了200余种挥发性物质,而不同加工工艺制取的芝麻油风味物质种类各异,机榨芝麻油和小磨芝麻油的风味物质以杂环类物质为主,冷榨芝麻油的风味物质以醛类、烯炔类和醇类为主,多种挥发性风味物质的叠加作用,赋予了芝麻油独特的坚果

味、烤香味、甜香等风味特征^[5-7]。为了追求芝麻油浓郁的风味,生产加工过程中常在高温条件下对芝麻进行焙炒,若温度、时间等工艺参数控制不佳,容易导致苯并[*a*]芘等对人体具有潜在致癌作用的多环芳烃类化合物产生。此外,塑化剂、氯丙醇酯等危害物也可能在芝麻油生产加工过程中出现^[8]。前期研究多以实验室自制的芝麻油样品为原料,对于风味的研究多集中于挥发性物质鉴定等方面,若仅从挥发性物质的组成进行对比分析,难以在实际生产中实现产品风味改进。市场上的芝麻油品牌众多、风味各异,针对不同品牌、不同工艺的芝麻油产品品质及风味特性的研究甚少,对于市售芝麻油产品中塑化剂、苯并[*a*]芘等常见危害物水平的相关分析也甚少,也未能明确市售芝麻油产品危害物水平是否符合欧盟等发达国家标准。

本研究对不同市售主流品牌、不同加工工艺的芝麻油进行了危害物水平、营养素水平和风味分析,以期全面评价芝麻油产品品质和提升芝麻油产品风味提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

11个市售芝麻油样品,编号1#~11#,质量等级均为一级,原料均为白芝麻,包含3种加工工艺,其中1#~5#为机榨芝麻油,6#~9#为小磨芝麻油,10#~11#为冷榨芝麻油。为保证样品品质数据准确性,所

有样品均控制在生产日期 3 个月内,于 4℃ 冰箱保存。

正己烷、甲醇、乙醇、乙醚、石油醚、氢氧化钾等,均为分析纯,正己烷、异丙醇、甲醇等,均为色谱纯,邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)等塑化剂标准品、苯并[a]芘等多环芳烃类物质标准品、维生素 E 标准溶液、芝麻素标准品、芝麻林素标准品等,上海安谱实验科技股份有限公司。

1.1.2 仪器与设备

Agilent-1260 液相色谱仪、Agilent-7890B 气相色谱仪,安捷伦科技有限公司;分析天平,梅特勒-托利多集团;2838 型水浴锅,赛默飞世尔科技公司;HS7 加热磁力搅拌器,IKA 集团。

1.2 实验方法

1.2.1 危害物指标测定

多环芳烃含量按照 GB 5009.265—2016 中第一法测定;塑化剂含量按照 GB 5009.271—2016 中第二法测定;氯丙醇酯和缩水甘油酯(GEs)含量按照 AOCS Official Method Cd 29a-13 测定;反式脂肪酸含量按照 GB 5009.257—2016 测定。

1.2.2 营养素指标测定

芝麻素和芝麻林素含量按照 GB/T 31579—2015 测定;维生素 E 含量按照 GB 5009.82—2016 中第二法测定;植物甾醇含量按照 GB/T 25223—2010 测定。

1.2.3 感官评价

采用 10 位专家组成的评价小组对芝麻油样品进行嗅闻和品尝,筛选芝麻油样品的特征感官属性,讨论确定芝麻油感官属性的定义(见表 1)。评价小组对芝麻油样品中的特征感官属性强度进行评分,评分范围 1~10 分(线性标度),分数越高,代表感官属性的强度越大。结果以平均值计。

表 1 芝麻油的特征感官属性及其定义

Table 1 Characteristic sensory attributes and definition of sesame seed oil

特征感官属性	评价方式	定义
熟坚果味	嗅闻	熟芝麻味及其他烤坚果的气味
焦香味	嗅闻	适度炒制食品的香气
焦糊味	嗅闻	过度焙烤而变焦、略苦的气味
烟熏味	嗅闻	烟气熏制的气味
鲜香味	嗅闻	咸鲜、酱香味
臭鸡蛋味	嗅闻	类似臭鸡蛋的刺激气味
生芝麻味	嗅闻	未经加工的生芝麻籽的气味
甜香味	嗅闻	类似焦糖、爆米花的甜香气味
土腥味	嗅闻	潮湿土壤散发的气味
回苦味	品尝	品尝后感受到的苦味

1.2.4 喜好度测试

随机选取 30 名受试者,年龄介于 25~58 岁,男女比例为 1:1。受试者分别对样品进行嗅闻和品尝,根据个人喜好对样品进行打分,最喜欢的赋值 7 分,最不喜欢的赋值 1 分,以 1 分为间隔,结果以平均值计。

1.2.5 数据处理

采用 Excel 2019 进行数据处理,采用 SPSS 进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 芝麻油中的危害物含量

2.1.1 苯并[a]芘和多环芳烃

11 个芝麻油样品中苯并[a]芘和多环芳烃含量如图 1 所示。

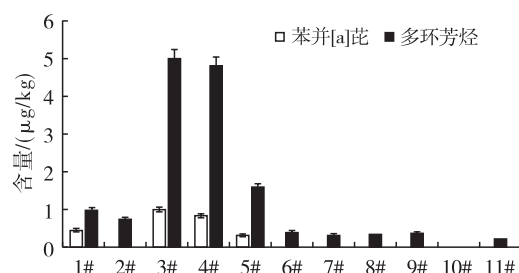


图 1 11 个芝麻油样品中苯并[a]芘和多环芳烃含量

Fig. 1 Contents of benzo[a]pyrene and PAHs in 11 sesame seed oil

由图 1 可知,11 个市售芝麻油样品的苯并[a]芘和多环芳烃危害物水平控制较好,11 个芝麻油样品的苯并[a]芘含量均低于我国国家标准限量(10 μg/kg, GB 2762—2022)和欧盟标准限量(2 μg/kg, 欧盟 No 1881/2006 号),所有样品的多环芳烃总量均低于欧盟标准限量(10 μg/kg, 欧盟 No 1881/2006 号)。机榨芝麻油的苯并[a]芘及多环芳烃含量高于小磨芝麻油。冷榨芝麻油由于不经过高温焙炒过程,其苯并[a]芘和多环芳烃含量较低。

2.1.2 塑化剂

11 个芝麻油样品中只检出邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(DEHP),其含量如图 2 所示。

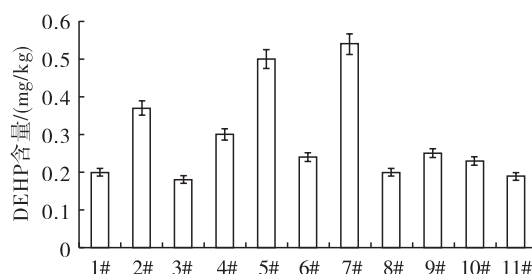


图 2 11 个芝麻油样品中 DEHP 含量

Fig. 2 DEHP content in 11 sesame seed oil

由图2可知,11个芝麻油样品均有不同程度的DEHP检出,含量介于0.18~0.54 mg/kg之间,平均含量为0.28 mg/kg,均低于我国的法规限量(1.5 mg/kg,国市监食生[2019]214号)。DINP、邻苯二甲酸二正丁酯(DBP)等其他种类的塑化剂均未检出,表明市售芝麻油中塑化剂超标的风险较低。

2.1.3 氯丙醇酯和缩水甘油酯

11个芝麻油样品中3-氯丙醇(3-MCPD)酯、2-氯丙醇(2-MCPD)酯和GEs含量如图3所示。

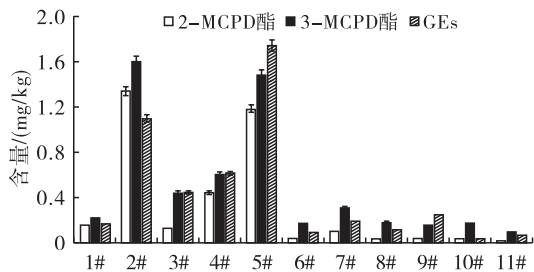


图3 11个芝麻油样品中氯丙醇酯和GEs含量

Fig.3 Contents of chloropropanol ester and glycidyl ester in 11 sesame seed oil

由图3可知,11个芝麻油样品中,2-MCPD酯、3-MCPD酯、GEs的平均含量分别为0.32、0.49、0.44 mg/kg。机榨芝麻油的2-MCPD酯、3-MCPD酯、GEs含量普遍高于小磨芝麻油和冷榨芝麻油的,其中2#和5#样品的3-MCPD酯和GEs含量均超过欧盟限量(3-MCPD酯1.25 mg/kg,GEs 1 mg/kg,欧盟No 1881/2006号)。因此,机榨芝麻油的氯丙醇酯和GEs超标风险相对较高。

2.1.4 反式脂肪酸

11个芝麻油样品中反式脂肪酸含量如图4所示。

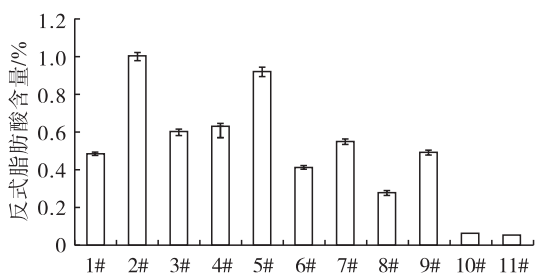


图4 11个芝麻油样品中反式脂肪酸含量

Fig.4 Trans fatty acid content in 11 sesame seed oil

由图4可知,机榨芝麻油的反式脂肪酸含量介于0.48%~1.00%之间,平均含量为0.73%,小磨芝麻油的反式脂肪酸含量介于0.28%~0.55%,平均含量为0.43%,冷榨芝麻油的反式脂肪酸含量均小于0.1%。根据GB 28050—2011《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》,反式脂肪酸含量不超过0.3%,可宣称“无或不含反式脂肪酸”,上述样品中只有10#和11#冷榨芝麻油和8#小磨芝麻油

可满足“0反式脂肪酸”宣称。

2.2 芝麻油中的营养素含量

2.2.1 芝麻素和芝麻林素

11个芝麻油样品中芝麻素和芝麻林素含量如图5所示。

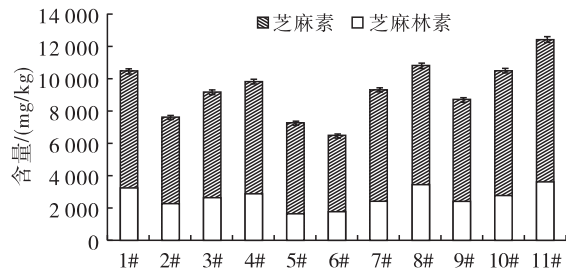


图5 11个芝麻油样品中芝麻素和芝麻林素含量

Fig.5 Contents of sesamin and sesamol in 11 sesame seed oil

由图5可知,11个芝麻油样品的芝麻素、芝麻林素平均含量分别为6 622.73、2 684.55 mg/kg,与李嘉辉^[9]研究的芝麻油中特征营养素含量水平接近。机榨芝麻油和小磨芝麻油各有1个样品的芝麻素和芝麻林素总量在10 000 mg/kg以上,分别为1#和8#样品,而2个冷榨芝麻油样品(10#和11#)的芝麻素和芝麻林素总量均在10 000 mg/kg以上,其中11#样品的芝麻素和芝麻林素总量高达12 400 mg/kg,表明低温压榨有利于芝麻油营养素的保留。

2.2.2 维生素E和植物甾醇

11个芝麻油样品中维生素E(以 α -生育酚当量计)和植物甾醇含量如图6所示。

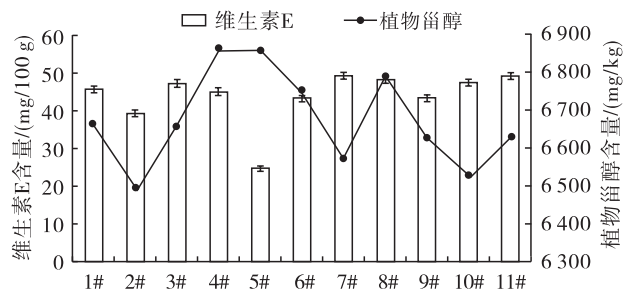


图6 11个芝麻油样品中维生素E和植物甾醇含量

Fig.6 Vitamin E and phytosterols contents in 11 sesame seed oil

天然维生素E也是芝麻油中营养素之一,其与芝麻木脂素在抗氧化方面存在协同作用,有助于提升产品氧化稳定性^[10]。11个芝麻油样品中维生素E绝大部分为 γ -生育酚形式, α -生育酚和 β -生育酚均未检出。由图6可知,11个芝麻油样品中维生素E含量介于24.65~48.99 mg/100 g之间,平均含量为43.73 mg/100 g。芝麻油中的植物甾醇主要为谷甾醇,其次是菜油甾醇。由图6可知,11个芝麻油样品中植物甾醇含量差别不大,总量介于6 499~

6 811 mg/kg 之间,平均含量 6 676 mg/kg,同其他常见植物油中的植物甾醇含量相比,处于中等偏上的水平。

2.3 芝麻油感官分析

2.3.1 感官属性强度分析

芝麻油感官属性强度评价结果如图 7 所示。

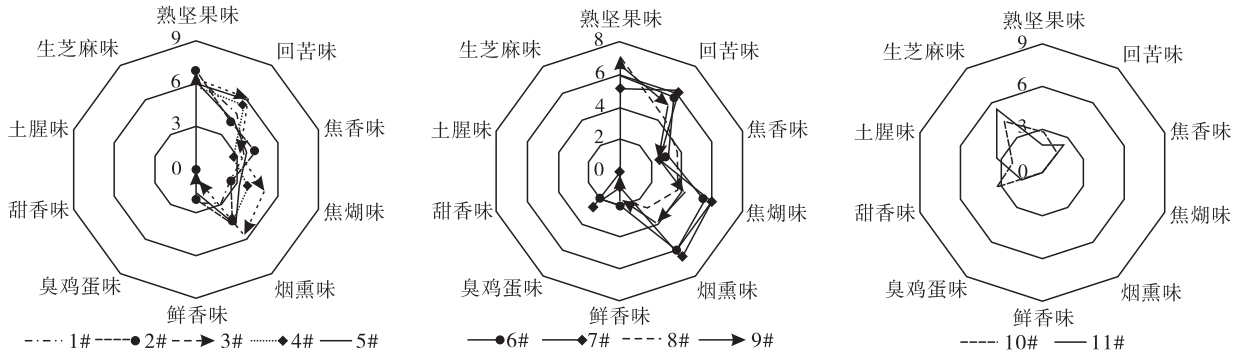


图 7 芝麻油的感官属性雷达图

Fig. 7 Radar map of sensory attributes of sesame seed oil

由图 7 可知:对于机榨芝麻油(1#~5#),3#样品的烟熏味、焦糊味和回苦味明显高于其他 4 个样品,表明其焙炒温度较高,2#样品的焦香味和熟坚果味最为突出,表明其加工温度控制适宜,既产生浓郁香气,又未因温度过高产生明显焦糊味和回苦味;对于小磨芝麻油(6#~9#),6#样品的鲜香味得分高于其他 3 个样品,6#样品和 7#样品有臭鸡蛋味,且焦糊味、烟熏味和回苦味均高于其他样品,8#样品的焦香味和熟坚果味最为突出;冷榨芝麻油由于未经过充分的美拉德反应,整体风味强度较弱,主要呈现生芝麻味,这与 Yin 等^[11]的冷榨芝麻油具有生青味的研究结果相似。

2.3.2 消费者喜好度分析

机榨芝麻油和小磨芝麻油风味浓郁,是传统的风味型油脂,对 5 个机榨芝麻油和 4 个小磨芝麻油样品进行喜好度分析,以探究消费者对不同产品的风味偏好,而冷榨芝麻油的感官属性强度低,样本个数仅为 2 个,因此未对其开展喜好度分析。9 个芝麻油样品的整体喜好度结果如表 2 所示。

表 2 机榨芝麻油和小磨芝麻油的消费者喜好度分布

Table 2 Consumer preference distribution of pressed fragrant sesame seed oil and ground fragrant sesame seed oil

喜好度	分布/%								
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
非常不喜欢	10	10	30	10	17	13	30	17	10
比较不喜欢	13	3	10	10	20	17	20	13	7
有点不喜欢	17	3	23	20	17	23	20	23	3
一般	7	20	23	13	30	23	20	27	13
有点喜欢	30	17	7	27	10	13	5	13	33
比较喜欢	13	40	7	17	3	3	5	3	17
非常喜欢	10	7	0	3	3	7	0	3	17
均值(分)	4.13	4.77	2.87	3.99	3.20	3.43	2.64	3.30	4.70

由表 2 可知,机榨芝麻油喜好度平均得分为 3.79 分,高于小磨芝麻油的 3.52 分。机榨芝麻油的消费者整体喜好度排序为 2# > 1# > 4# > 5# > 3#,小磨芝麻油的消费者整体喜好度排序为 9# > 6# > 8# > 7#。

2.3.3 消费者喜好度与感官属性的相关性分析

机榨、小磨芝麻油消费者喜好度和感官属性的相关性如表 3 所示。

表 3 机榨、小磨芝麻油消费者喜好度与感官属性的相关性
Table 3 Correlation between consumer preference and sensory attributes of pressed fragrant sesame seed oil and ground fragrant sesame seed oil

芝麻油	熟坚果味	焦香味	焦糊味	烟熏味	鲜香味	臭鸡蛋味	回苦味
机榨芝麻油							
相关系数	0.519	0.470	-0.741	-0.648	0.610	-	-0.565
p 值	0.000	0.509	0.550	0.312	0.002	-	0.049
小磨芝麻油							
相关系数	0.582	-0.354	-0.583	-0.489	0.531	-0.703	-0.442
p 值	0.004	0.323	0.091	0.232	0.011	0.031	0.021

注: - 表示样品没有该感官属性

Note: -. Without the sensory attributes

由表 3 可知:消费者对机榨芝麻油的喜好度与熟坚果味、鲜香味呈显著正相关($p < 0.05$),与回苦味呈显著负相关($p < 0.05$),与焦香味呈正相关,与烟熏味和焦糊味呈负相关;消费者对小磨芝麻油的喜好度与熟坚果味、鲜香味呈显著正相关($p < 0.05$),与臭鸡蛋味、回苦味呈显著负相关($p < 0.05$)。

3 结论

本文对市售芝麻油产品中危害物风险和营养素水平进行监测,并对感官属性和消费者喜好度进行分析,结果表明:在危害物指标上,不同工艺类型的

芝麻油中苯并[a]芘和塑化剂含量均低于我国国家标准限量,机榨芝麻油的氯丙醇酯和缩水甘油酯超标风险较高,冷榨芝麻油满足“0反式脂肪酸”宣称;在营养素指标上,芝麻油中主要营养素是芝麻木脂素,以芝麻素和芝麻林素为主,均值分别达到6 622.73、2 684.55 mg/kg;在感官指标上,不同品牌、不同工艺类型的芝麻油感官属性差异较大,消费者对于机榨芝麻油和小磨芝麻油的喜好度均与熟坚果味和鲜香味呈显著正相关,与回苦味呈显著负相关。综上,芝麻油生产企业可以调节炒籽、入榨、磨浆等过程中的工艺参数,增加扬烟工序,合理控制物料的温度区间,从而定向调节特征风味属性的强度,开发更受消费者喜爱的芝麻油产品。

参考文献:

- [1] 王瑞元. 2022年我国粮油产销和进出口情况[J]. 中国油脂, 2023, 48(6): 1-7.
- [2] 陈湛, 李永发, 柳玉, 等. 芝麻油制备工艺研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(11): 8-11.
- [3] 张雅娜, 王辰, 刘丽美, 等. 芝麻油提取方法研究进展[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(10): 42-46.

(上接第13页)

二是依托龙头企业整合油脂供应链,淘汰过剩产能。支持中粮集团、中储粮集团等龙头企业发挥供应链核心企业的主导作用,实施收购、仓储、运输、加工、进口的一体化运作,兼并重组濒临亏损的中小油脂企业,淘汰过剩产能,提升要素资源使用率和利润率。

参考文献:

- [1] 樊胜根. 大食物观引领农食系统转型,全方位夯实粮食安全根基[J]. 中国农村经济, 2023(1): 14-19.
- [2] 王瑞元. 2021年我国粮油产销和进出口情况[J]. 中国油脂, 2022, 47(6): 1-7.
- [3] 朱满德, 徐雪高, 李宾. 中国大豆加工业真的存在危机吗: 基于产能过剩与产能扩张“悖论”的思考[J]. 现代

- [4] 刘鑫, 李睿, 徐漪沙, 等. 不同加工处理方式对芝麻油风味的影响研究[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(6): 148-156.
- [5] 赵方方. 油料油脂挥发物成分检测技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [6] 陈俊卿, 王锡昌. 顶空萃取-气相色谱-质谱法分析芝麻油中的挥发性成分[J]. 质谱学报, 2005, 26(1): 49-50, 13.
- [7] 周瑞宝. 芝麻香油风味成分[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(3): 310-315.
- [8] 汪学德, 鞠阳, 马素换, 等. 芝麻油质量安全问题与控制技术[J]. 食品科学技术学报, 2015, 33(1): 13-17, 24.
- [9] 李嘉辉. 芝麻木酚素对植物油模拟脱臭及煎炸过程中缩水甘油酯的抑制研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.
- [10] SHAHIDI F, AMAROWICZ R, ABOU-GHARIBIA H A, et al. Endogenous antioxidants and stability of sesame oil as affected by processing and storage[J]. J Am Oil Chem Soc, 1997, 74(2): 143-148.
- [11] YIN W T, WASHINGTON M, MA X T, et al. Consumer acceptability and sensory profiling of sesame oils obtained from different processes[J]. Grain Oil Sci Technol, 2020, 3(2): 39-48.

经济探讨, 2015(6): 32-36.

- [4] TENDALL D M, JOERIN J, KOPAINSKY B, et al. Food system resilience: Defining the concept[J]. Glob Food Secur, 2015, 6: 17-23.
- [5] 联合国粮食及农业组织. 2021年粮食及农业状况: 提高农业粮食体系韧性, 应对冲击和压力[R]. 罗马: 联合国粮食及农业组织, 2021.
- [6] MARTIN R, SUNLEY P. On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation[J]. J Econ Geogr, 2015, 15(1): 1-42.
- [7] 严茂林, 张洋, 吴成亮. 我国木本油料发展现状分析与供需问题的研究[J]. 中国油脂, 2021, 46(4): 1-6.
- [8] 马路凯, 廖梓瑜, 张倩玮, 等. 水产油脂的加工及营养、安全研究进展[J]. 中国油脂, 2022, 47(11): 9-15.