

高油酸浓香花生油和普通浓香花生油风味比较

王 灿¹, 赵慧敏¹, 李晓龙¹, 张春华¹, 尚 刚², 桑杨圣³, 王翔宇¹, 董迎章⁴

(1. 中粮营养健康研究院有限公司 营养健康与食品安全北京市重点实验室, 老年营养食品研究北京市工程实验室, 北京 102209; 2. 中粮油脂研发中心, 天津 300452; 3. 安徽中粮油脂有限公司, 安徽 蚌埠 233705; 4. 中粮油脂(菏泽)有限公司, 山东 菏泽 274000)

摘要:为了探究浓香花生油的感官属性与呈香前体物质之间的关系,以高油酸花生仁和普通花生仁为原料,经炒籽—压榨—水化脱胶制备浓香花生油,测定了高油酸花生仁(山东、安徽和河北产)和普通花生仁(山东产)的理化指标、炒籽前后氨基酸及糖含量的变化和浓香花生油脂肪酸组成,分析了浓香花生油的感官属性以及浓香花生油呈香前体物质(氨基酸和蔗糖)变化量与感官属性强度的相关性,同时对浓香花生油的风味化合物含量进行了测定。结果表明:安徽和河北高油酸花生仁比普通花生仁脂肪含量高;炒籽后高油酸花生仁的氨基酸损失更多,安徽和河北高油酸花生仁的蔗糖损失更多;高油酸花生油的单不饱和脂肪酸含量更高,达到77.28%~81.35%,其氧化诱导期是普通花生油的5.7~11.7倍;高油酸花生油的熟坚果味、花生酱味、焦香味和糊味强度均高于普通花生油,甜香味和生花生味强度则弱于普通花生油;浓香花生油呈香前体物质变化量与感官属性强度存在显著相关性;高油酸花生油中杂环类、酚类、酮类化合物含量均高于普通花生油。综上,炒籽前后高油酸花生仁和普通花生仁中呈香前体物质变化的不同,使高油酸花生油和普通花生油中风味化合物含量和感官评价结果不同。

关键词:高油酸花生油;普通花生油;风味;感官评价

中图分类号:TS225.1; TS201.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2024)02-0013-05

Comparison in flavor of high-oleic acid fragrant peanut oil and common fragrant peanut oil

WANG Can¹, ZHAO Huimin¹, LI Xiaolong¹, ZHANG Chunhua¹, SHANG Gang², SANG Yangsheng³, WANG Xiangyu¹, DONG Yingzhang⁴

(1. Beijing Engineering Laboratory of Geriatric Nutrition Food Research, Beijing Key Laboratory of Nutrition & Health and Food Safety, COFCO Nutrition & Health Research Institute, Beijing 102209, China; 2. COFCO Oils R&D Center, Tianjin 300452, China; 3. Anhui COFCO Oils Co., Ltd., Bengbu 233705, Anhui, China; 4. COFCO Oils (Heze) Co., Ltd., Heze 274000, Shandong, China)

Abstract: In order to investigate the relationship between sensory attributes and aroma precursors of fragrant peanut oil, the high-oleic acid peanut kernels and common peanut kernels were used as raw materials to prepare fragrant peanut oil by stir-frying, pressing and hydration degumming. The

收稿日期:2022-11-02;修回日期:2023-10-07

基金项目:“十四五”国家重点研发计划重点专项(2021YFD2100302)

作者简介:王 灿(1991),男,工程师,硕士,研究方向为食用油脂加工(E-mail) wangcan@cofco.com。

通信作者:王翔宇,高级工程师,博士(E-mail) wang_xiangyu@cofco.com;董迎章,高级工程师,硕士(E-mail) dongyingzhang@cofco.com。

physicochemical indexes, amino acid and sugar content changes of high-oleic acid peanut kernels (produced in Shandong, Anhui and Hebei) and common peanut kernels (produced in Shandong) and the fatty acid composition of their fragrant oils were tested. The sensory attributes of fragrant peanut oil and the correlation between aroma precursors (amino acids and sucrose)

variables and sensory attributes of fragrant peanut oil were analyzed. In addition, the content of flavor compounds in fragrant peanut oil were measured. The results showed that the fat content in Anhui and Hebei high-oleic acid peanut kernels was higher than that of common peanut kernels. The amino acid loss of high-oleic acid peanut kernels was more after stir-frying, and the sucrose loss of high-oleic acid peanut kernels from Anhui and Hebei was more. The monounsaturated fatty acid content of high-oleic acid peanut oil was higher, reaching 77.28%–81.35%, and the oxidation induction period was 5.7–11.7 times that of common peanut oil. The intensity of cooked nut aroma, peanut butter aroma, burnt aroma and paste aroma of high-oleic acid peanut oil was stronger than that of common peanut oil, but the intensity of sweet aroma and raw peanut aroma was weaker than that of common peanut oil. There was significant correlation between the aroma precursors variables of peanut oil and sensory attributes intensity. The contents of heterocyclic, phenolic and ketone compounds in high-oleic acid peanut oil were higher than those in common peanut oil. In general, the difference in the changes of aroma precursors in high-oleic acid peanut kernels and common peanut kernels before and after stir-frying makes the difference in the content of flavor compounds and sensory evaluation results in high-oleic acid peanut oil and common peanut oil.

Key words: high-oleic acid peanut oil; common peanut oil; flavor; sensory evaluation

花生是我国主要油料作物之一^[1],在我国近55%的花生用于榨油,花生油占国产植物油的23%左右^[2]。我国目前有普通花生和高油酸花生,其中高油酸花生主要分布在河南、河北、山东、安徽等省份。油酸是一种单不饱和脂肪酸,氧化稳定性优于亚油酸和亚麻酸,具有降低高脂血症患者血脂水平以及预防心血管疾病的作用^[3]。根据 GB/T 1534—2017《花生油》及 NY/T 3250—2018《高油酸花生》规定,普通花生油中油酸含量为35%~69%,高油酸花生原料中油酸含量占脂肪酸总量的73%及以上。

近几年,研究者们对花生油风味做了大量研究。段旭林等^[4]分析了浓香花生油中挥发性化合物组成,发现其挥发性成分主要为醛类和吡嗪类。刘玉兰等^[5]分析比较了地下储存和地上储存的浓香花生油的风味稳定性及综合品质的差异,结果发现,吡嗪类和醛类化合物是对浓香花生油特征风味有重要影响的挥发性风味成分,且含量最高。但很少有学者对浓香花生油,尤其是高油酸浓香花生油的呈香前体物质、风味化合物和感官评价做系统研究。本文建立了浓香花生油的风味属性与前体物质之间的联系,以期从原料端研究浓香花生油提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

高油酸花生仁,产地分别为山东、安徽、河北;普通花生仁,产地为山东。硫酸铜、硫酸钾、硫酸、硼酸、甲基红、溴甲酚绿、亚甲基蓝、氢氧化钠、95%乙醇等均为分析纯。

定制炒籽机,韩国大山机械会社;BGC-T15型榨油机,东莞市民健电器实业有限公司;1260液相色谱仪、7890B/5975B气相色谱-质谱联用仪,美国Agilent公司;Rancimat氧化稳定性测定仪,瑞士万通公司。

1.2 试验方法

1.2.1 浓香花生油的制备

浓香花生油的制备工艺流程为炒籽—压榨—水化脱胶—成品。炒籽:取1 kg花生仁,测定初始水分含量,添加蒸馏水将原料水分含量统一调至10%。设定锅底温度为175℃,关闭排烟口,炒籽30 min。压榨:炒制后的花生仁迅速转至榨油机,待花生粕呈带状连续挤出时,收集花生原油。水化脱胶:将花生原油以4 000 r/min离心,取上清液加入油质量0.8%的纯净水水化30 min,再次离心取上清液,即得浓香花生油。

1.2.2 原料基本成分测定

蛋白质含量,参照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》第一法进行测定;脂肪含量,参照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》第二法进行测定;碳水化合物含量,参照 GB/Z 21922—2008《食品营养成分基本术语》2.2.8条款的减量法进行计算;水分含量,参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》第一法进行测定;灰分含量,参照 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》第一法进行测定。

1.2.3 原料炒籽前后氨基酸组成和糖含量测定

氨基酸组成,参照 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》进行测定;糖含量,参照 GB 5009.8—2016《食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》第一法高效液相色谱法进行测定。

1.2.4 浓香花生油脂肪酸组成测定

脂肪酸组成参照 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》进行测定。

1.2.5 浓香花生油氧化稳定性测定

参照文献[6]的方法,使用 Rancimat 氧化稳定性测定仪在油样质量 3 g、温度 120℃、空气流速 10 L/h 条件下测定浓香花生油的氧化诱导期。

1.2.6 花生油感官评价

按照 ISO 标准,基于识别和描述样品差异的能力筛选 10 名具有 2 年以上感官评价经验的专家组成感官评价专家组。采用定量描述性分析方法(QDA)分析浓香花生油的感官特征强度。浓香花生油的感官属性包括熟坚果味、生花生味、焦香味、甜香味、烟味、花生酱味等风味特性。参照文献[7],使用 10 cm 的线性刻度评估上述 6 个感官属性,其中 0 表示该属性未被感知到,10 表示对该属性的感知最强。为保证评价结果的一致性和可重复性,每次试验均插入盲样进行验证。每次感官评价测试,专家组成员在不同的隔间中最多评估 5 个样品。每个成员在评估一个样品后休息 1 min,再继续评估下一个样品,以防止疲劳。最终以每个感官属性评价结果的平均值作为该感官属性的强度。

1.2.7 浓香花生油风味化合物分析

参照文献[4],采用顶空固相微萃取(SPME)结

合气相色谱-质谱(GC-MS)法对花生油的风味物质进行定性及定量分析(采用内标法定量,内标物为 2-甲基-3-庚酮)。

1.2.8 数据处理与分析

采用 Excel 和 RStudio 对试验数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 花生仁的基本成分

不同产地高油酸花生仁和普通花生仁的基本成分及其含量如图 1 所示。

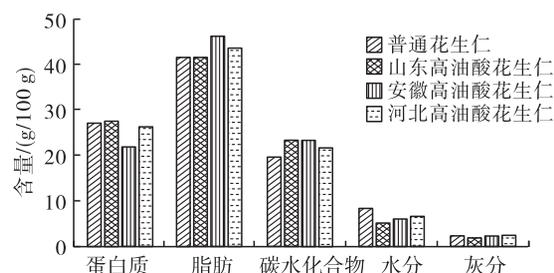


图 1 花生仁的基本成分

由图 1 可以看出:安徽和河北高油酸花生仁的脂肪含量较高,分别为 46.10、43.50 g/100 g,而普通花生仁的脂肪含量为 41.80 g/100 g;山东高油酸花生仁和普通花生仁的蛋白质含量较高,分别为 27.60 g/100 g 和 27.30 g/100 g;普通花生仁的碳水化合物含量最低,为 19.80 g/100 g;普通花生仁的水分含量较高;普通花生仁和高油酸花生仁的灰分含量基本一致。

2.2 花生仁炒籽前后氨基酸及糖含量的变化

花生仁炒籽前后氨基酸及糖含量的变化情况如表 1 所示。

表 1 花生仁炒籽前后氨基酸及糖含量(干基)的变化

项目	普通花生仁			山东高油酸花生仁			安徽高油酸花生仁			河北高油酸花生仁		
	炒籽前	炒籽后	变化	炒籽前	炒籽后	变化	炒籽前	炒籽后	变化	炒籽前	炒籽后	变化
苯丙氨酸	1.40	1.38	-0.02	1.52	1.44	-0.08	1.14	1.04	-0.10	1.45	1.39	-0.06
丙氨酸	1.05	1.04	-0.01	1.14	1.08	-0.06	0.92	0.84	-0.08	1.08	1.06	-0.02
蛋氨酸	0.25	0.24	-0.01	0.25	0.21	-0.04	0.22	0.20	-0.02	0.24	0.19	-0.05
甘氨酸	1.66	1.67	0.01	1.80	1.76	-0.04	1.45	1.33	-0.12	1.56	1.52	-0.04
谷氨酸	5.39	4.88	-0.51	6.57	5.00	-1.57	5.18	3.98	-1.20	6.23	4.88	-1.35
精氨酸	3.02	3.28	0.26	3.05	3.29	0.24	2.15	2.28	0.13	2.88	3.00	0.12
赖氨酸	0.96	0.78	-0.18	1.10	0.81	-0.29	0.94	0.51	-0.43	1.06	0.67	-0.39
酪氨酸	1.03	1.06	0.03	1.29	1.11	-0.18	0.94	0.83	-0.11	1.16	1.06	-0.10
亮氨酸	1.82	1.82	0.00	1.98	1.88	-0.10	1.53	1.44	-0.09	1.91	1.74	-0.17
脯氨酸	1.00	1.07	0.07	1.15	1.12	-0.03	0.87	0.86	-0.01	1.09	1.06	-0.03
丝氨酸	1.36	1.26	-0.10	1.44	1.31	-0.13	1.15	0.99	-0.16	1.39	1.24	-0.15
苏氨酸	0.68	0.63	-0.05	0.75	0.68	-0.07	0.61	0.55	-0.06	0.75	0.66	-0.09
天冬氨酸	3.24	3.04	-0.20	3.57	3.10	-0.47	2.80	2.38	-0.42	3.39	3.00	-0.39
缬氨酸	1.12	1.10	-0.02	1.26	1.18	-0.08	1.06	0.94	-0.12	1.22	1.15	-0.07
异亮氨酸	0.96	0.97	0.01	1.06	1.00	-0.06	0.84	0.75	-0.09	1.04	0.94	-0.10

续表 1

项目	普通花生仁			山东高油酸花生仁			安徽高油酸花生仁			河北高油酸花生仁		
	炒籽前	炒籽后	变化	炒籽前	炒籽后	变化	炒籽前	炒籽后	变化	炒籽前	炒籽后	变化
组氨酸	0.83	1.00	0.17	1.01	1.03	0.02	0.79	0.86	0.07	0.94	1.02	0.08
总氨基酸	25.75	25.22	-0.53	28.94	26.00	-2.94	22.59	19.78	-2.81	27.39	24.58	-2.81
葡萄糖	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
乳糖	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
蔗糖	3.83	3.00	-0.83	4.54	4.00	-0.54	5.75	4.30	-1.45	5.78	4.70	-1.08

注：- 为未检测到

氨基酸及糖作为美拉德反应重要的前体物质,直接影响花生油的风味,因此其含量变化可以反映其参与美拉德反应的程度。由表 1 可知:普通花生仁炒籽后损失较多的氨基酸有谷氨酸、天冬氨酸、赖氨酸、丝氨酸;山东高油酸花生仁炒籽后损失较多的氨基酸有谷氨酸、天冬氨酸、赖氨酸、酪氨酸、丝氨酸、亮氨酸;安徽高油酸花生仁炒籽后损失较多的氨基酸有谷氨酸、赖氨酸、天冬氨酸、丝氨酸、缬氨酸、甘氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸;河北高油酸花生仁炒籽后损失较多的氨基酸有谷氨酸、赖氨酸、天冬氨酸、亮氨酸、丝氨酸、酪氨酸、异亮氨酸。普通花生仁炒籽后总氨基酸减少 0.53 百分点,蔗糖含量减少 0.83 百分点;山东高油酸花生仁炒籽后总氨基酸减少 2.94 百分点,蔗糖含量减少 0.54 百分点;安徽高油酸花生仁炒籽后总氨基酸减少 2.81 百分点,蔗糖含量减少 1.45 百分点;河北高油酸花生仁炒籽后总氨基酸减少 2.81 百分点,蔗糖含量减少 1.08 百分点。高油酸花生仁炒籽后总氨基酸减少量均高于普通花生仁的,安徽和河北高油酸花生仁炒籽后蔗糖减少量高于普通花生仁的。

2.3 浓香花生油的脂肪酸组成及氧化稳定性

不同浓香花生油的脂肪酸组成及氧化稳定性如表 2 所示。

表 2 浓香花生油的脂肪酸组成及氧化稳定性

油样	脂肪酸含量/%			氧化诱导期/h
	SFA	MUFA	PUFA	
普通花生油	22.93	43.33	33.74	2.90
山东高油酸花生油	14.58	81.35	3.96	33.88
安徽高油酸花生油	15.40	80.88	3.72	23.69
河北高油酸花生油	15.79	77.28	6.94	16.57

注:SFA. 饱和脂肪酸; MUFA. 单不饱和脂肪酸; PUFA. 多不饱和脂肪酸

由表 2 可知:高油酸花生油的 MUFA 含量为 77.28%~81.35%,高于普通花生油的,PUFA 含量为 3.72%~6.94%,低于普通花生油的,SFA 含量为 14.58%~15.79%,低于普通花生油的;花生油脂肪酸组成对其氧化稳定性有显著影响,高油酸花生油的氧化诱导期是普通花生油的 5.7~11.7 倍。

2.4 浓香花生油的感官评价

不同浓香花生油的感官评价结果如表 3 所示。

表 3 浓香花生油感官评价结果

感官属性	普通花生油	山东高油酸花生油	安徽高油酸花生油	河北高油酸花生油
熟坚果味	5.5	6.1	6.3	6.6
生花生味	1.5	0	0.7	0.6
焦香味	4.8	5.4	5.5	5.8
甜香味	0.3	0	0	0
糊味	3.1	3.5	3.4	3.6
花生酱味	0.7	1.3	1.2	1.7

由表 3 可知,高油酸花生油与普通花生油有不同的风味属性。高油酸花生油熟坚果味强度为 6.1~6.6,焦香味强度为 5.4~5.8;普通花生油熟坚果味强度为 5.5,焦香味强度为 4.8。高油酸花生油的熟坚果味、焦香味、糊味、花生酱味的强度均高于普通花生油,甜香味和生花生味强度则弱于普通花生油。

将花生仁炒籽前后氨基酸和糖的变化量与所制备的浓香花生油感官属性强度进行 Spearman 相关性分析,结果如图 2 所示。

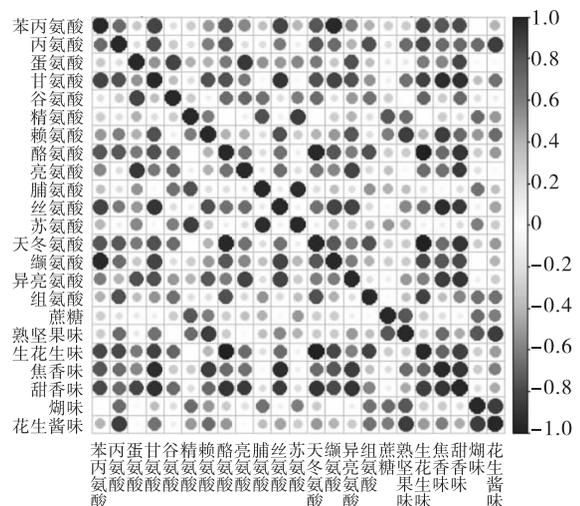


图 2 浓香花生油风味底物变化量与感官属性强度相关性分析

由图 2 可知:生花生味和甜香味的强度与氨基酸变化量呈负相关,即炒制过程中氨基酸的损失越多,生花生味和甜香味强度越低,这种负相关与苯丙氨酸、丙氨酸、蛋氨酸、甘氨酸、谷氨酸、酪氨酸和天冬氨酸的变化关系更大;熟坚果味、焦香味、糊味和

花生酱味的强度总体上与氨基酸变化量呈正相关,即炒制过程中氨基酸损失越多,这些感官属性强度越高,这种正相关与丙氨酸、甘氨酸、赖氨酸、丝氨酸、异亮氨酸的变化关系更大;总体来看,脯氨酸、苏氨酸的变化对风味的影响较小;蔗糖的变化量与各种感官属性强度均呈正相关,对于花生酱味、熟坚果味和糊味的影响更大。

按照 1.2.7 方法分析不同浓香花生油的风味化合物,结果表明:普通花生油中鉴定出 86 种风味化合物,总含量为 35.14 mg/kg;山东高油酸花生油中鉴定出 85 种风味化合物,总含量为 46.85 mg/kg;安徽高油酸花生油中鉴定出 97 种风味化合物,总含量为 35.84 mg/kg;河北高油酸花生油中鉴定出 96 种风味化合物,总含量为 57.04 mg/kg。不同浓香花生油中风味化合物种类及含量如表 4 所示。

表 4 浓香花生油的风味化合物种类及含量 mg/kg

化合物	普通花生油	山东高油酸花生油	安徽高油酸花生油	河北高油酸花生油
杂环类	23.88	36.95	27.04	45.20
醛类	5.90	4.14	3.08	4.58
酚类	0.87	1.74	1.16	1.79
醇类	1.51	1.03	0.92	1.79
酸类	0.37	0.27	0.46	0.46
烃类	1.04	0.81	1.06	0.29
酮类	0.22	0.57	0.69	1.40
酯类	1.11	1.03	1.11	1.21
其他	0.20	0.26	0.30	0.20

由表 4 可知,4 种浓香花生油中不同种类的风味化合物含量差异较大,含量较高的风味化合物有杂环类、醛类、醇类。4 种浓香花生油在同种风味物质上含量也有差异,其中高油酸花生油中杂环类、酚类、酮类化合物含量均高于普通花生油的,杂环类化合物作为浓香花生油中含量最高的挥发性物质,其主要成分为吡嗪类、呋喃类、吡咯类、吡啶类,其中:吡嗪类化合物含量最高,以 2-甲基吡嗪、2,5-二甲基吡嗪、2-乙基-5-甲基吡嗪、3-乙基-2,5-甲基吡嗪为主,占总风味化合物含量的 50%~60% (见图 3),其对花生油的熟坚果味及焦香味具有重要贡献^[8]。高油酸花生油的吡嗪类化合物含量均高于普通花生油的,且河北高油酸花生油中吡嗪类化合物含量最高,因此河北高油酸花生油的熟坚果味及焦香味强度更高,这与感官评价结果一致。呋喃类化合物以 2,3-二氢苯并呋喃为主,呈熟坚果/甜香味^[9],其在山东和河北高油酸花生油中的含量较高。吡咯类化合物以 2-乙酰基吡咯为主,呈甜香味^[9],其在山东和河北高油酸花生油中的含量较

高。浓香花生油中醛类化合物以糠醛为主,呈甜香味^[9],在普通花生油中含量最高,因此普通花生油的甜香味强度更高,这与感官评价结果一致。浓香花生油中酚类化合物以甲基麦芽酚为主,呈熟坚果/甜香味^[9],其在山东和河北高油酸花生油中的含量相对较高。

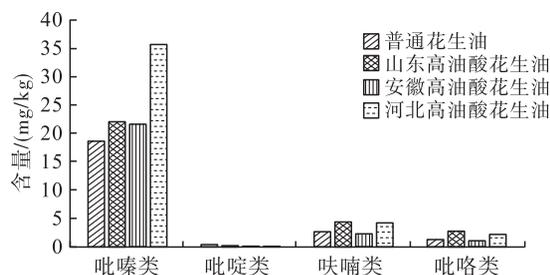


图 3 浓香花生油的杂环类化合物分析

3 结论

高油酸花生油的 MUFA 含量明显高于普通花生油,氧化稳定性更好。结合花生仁炒籽前后氨基酸及糖含量的变化、感官评价结果及二者的相关性分析得出,氨基酸及糖含量的减少直接影响风味物质的生成,进而影响风味强度。高油酸花生仁炒籽前后氨基酸减少量均明显高于普通花生仁,使得高油酸花生油含有较多的风味化合物,且杂环类化合物含量最高,赋予其较强的熟坚果味和焦香味。

参考文献:

- [1] 王瑞元. 我国花生生产、加工及发展情况[J]. 中国油脂, 2020, 45(4): 1-3.
- [2] 任小平, 廖伯寿, 张晓杰, 等. 中国花生核心种质中高油酸材料的分布和遗传多样性[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 513-518.
- [3] 苏宜香, 郭艳. 膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的研究概况[J]. 中国油脂, 2003, 28(1): 31-34.
- [4] 段旭林, 胡容, 王瑞, 等. 浓香菜籽油、浓香花生油和浓香亚麻籽油的风味特性及氧化稳定性[J]. 中国油脂, 2022, 47(9): 71-75.
- [5] 刘玉兰, 邓金良, 马宇翔, 等. 地下储油对提升浓香花生油风味稳定性及综合品质的作用[J]. 中国粮油学报, 2023, 38(2): 104-111.
- [6] MORELLO J R, MOTILVA M J, TOVAR M J, et al. Changes in commercial virgin olive oil (cv *Arbequina*) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction[J]. Food Chem, 2004, 85(3): 357-364.
- [7] GUO F, MA M, YU M, et al. Classification of Chinese fragrant rapeseed oil based on sensory evaluation and gas chromatography-olfactometry[J/OL]. Front Nutr, 2022, 9: 945144[2022-11-02]. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.945144>.
- [8] 刘晓君, 金青哲, 刘元法, 等. 花生油挥发性风味成分的鉴定[J]. 中国油脂, 2008, 33(8): 40-42.
- [9] 刘晓君. 炒籽对花生油风味和品质的影响[D]. 江苏无锡: 江南大学, 2011.