

基于现行标准实施后市售一级大豆油品质分析

陈 焱¹, 王翔宇¹, 尤梦圆¹, 刘芯羽¹, 李晓龙¹, 孙承国², 王风艳²

(1. 中粮营养健康研究院 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. 中粮油脂控股有限公司, 北京 102200)

摘要:为了解大豆油目前的加工情况, 基于国家标准中对大豆油相关指标的控制要求, 对 12 个品牌市售一级大豆油的理化指标、营养指标及危害物指标进行了分析。结果表明: 12 个市售一级大豆油的酸值(KOH)在 0.054 ~ 0.183 mg/g 之间, 过氧化值在 0.59 ~ 2.01 mmol/kg, 色泽均较浅; 12 个市售一级大豆油中维生素 E 和甾醇含量均值分别为 113.06 mg/100 g 和 3 028 mg/kg, 多酚和角鲨烯含量均值分别为 4.82 mg/kg 和 53.71 mg/kg; 12 个市售一级大豆油中反式脂肪酸含量在 0.25% ~ 0.92% 之间, 仅有 1 个样品的反式脂肪酸含量达到零反式脂肪酸的要求(低于 0.3%), 3-氯丙醇酯含量在 0.23 ~ 0.57 mg/kg 之间, 平均值为 0.38 mg/kg, 缩水甘油酯含量为未检出 ~ 3.42 mg/kg, 平均值为 1.0 mg/kg, 有 3 个样品的缩水甘油酯含量高于欧盟的限量要求, 多环芳烃含量为未检出 ~ 8.8 μg/kg 之间, 平均值为 4.77 μg/kg, 苯并(a)芘含量为未检出 ~ 1.4 μg/kg, 平均值为 0.61 μg/kg。综上, 大豆油生产企业应依据适度加工的原则, 在保证产品品质符合要求的同时, 尽可能多地保留营养物质, 并减少危害物的生成。

关键词:大豆油; 理化指标; 危害因子; 营养指标

中图分类号: TS225.1; TS227 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2025)01-0021-05

Quality analysis of commercially available grade 1 soybean oils after the national standard revision

CHEN Yan¹, WANG Xiangyu¹, YOU Mengyuan¹, LIU Xinyu¹, LI Xiaolong¹, SUN Chengguo², WANG Fengyan¹

(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 Oil Holdings Co., Ltd., Beijing 102200, China)

Abstract: In order to understand the current processing situation of soybean oil, based on the control requirements of soybean oil related indexes in the national standards, the physicochemical indexes, nutritional indexes and hazardous substance indexes of 12 brands of commercially available grade 1 soybean oils were analyzed. The results showed that the acid value of the 12 commercially available grade 1 soybean oils ranged from 0.054 mgKOH/g to 0.183 mgKOH/g, the peroxide value ranged from 0.59 mmol/kg to 2.01 mmol/kg, and the colour were light. The mean values of the vitamin E, sterol, polyphenol and squalene contents were 113.06 mg/100 g, 3 028 mg/kg, 4.82 mg/kg and 53.71 mg/kg,

收稿日期: 2023-06-27; 修回日期: 2024-08-07

基金项目: “十四五”国家重点研发计划项目(2021YFD210030403)

作者简介: 陈 焱(1987), 女, 高级工程师, 博士, 研究方向为油脂加工(E-mail) chenyan6@cofco.com。

通信作者: 孙承国, 正高级工程师(E-mail) sunchengguo@cofco.com; 王风艳, 正高级工程师(E-mail) wangfengyan@cofco.com。

respectively. The *trans* fatty acid content ranged from 0.25% to 0.92%. Among the 12 commercially available soybean oils, only 1 sample met the requirement of zero *trans* fatty acid (less than 0.3%). the content of 3-chloropropanol esters ranged from 0.23 mg/kg to 0.57 mg/kg, with an average value of 0.38 mg/kg, and the content of glycidyl esters ranged from non-detected to 3.42 mg/kg, with an average value of

1.0 mg/kg, of which the glycidyl esters content of 3 samples was higher than the EU limit. The content of polycyclic aromatic hydrocarbons ranged from non - detected to 8.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, with an average value of 4.77 $\mu\text{g}/\text{kg}$, and the content of benzo(a) pyrene ranged from non - detected to 1.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$, with an average value of 0.61 $\mu\text{g}/\text{kg}$. In summary, soybean oil manufacturers should adhere to the principle of moderate processing, retaining the nutrients and reducing the generation of hazardous substances as far as possible while ensuring that the product quality meets the required standards.

Key words: soybean oil; physicochemical properties; hazardous factor; nutritional index

大豆是世界上产量最高的油料作物,也是目前食用植物油和植物蛋白的重要来源。我国是油脂生产和消费大国,2018—2020年我国大豆油年均消费量约为1 535万t,占食用油总消费量的40%以上^[1]。为了保证大豆油产品质量更加符合人们对营养的需求,从2015年开始,国家标准化管理委员会启动了大豆油的国家标准修订和发布工作,并于2018年7月1日开始实施。GB/T 1535—2017代替GB/T 1535—2003作为大豆油的控制标准,对大豆油的相关质量指标进行了修订调整。现行标准中取消了成品大豆油原有4个等级的划分,变为了3个等级;变动较大的质量指标有色泽、加热试验、酸值、烟点等。基于此背景,本研究对市售大豆油的常规理化指标、营养活性物质及危害物含量进行分析,评估不同品牌的市售一级大豆油的品质差异,分析目前市售一级大豆油的相关指标情况,以便于了解大豆油的加工现状,并为大豆油精准适度加工的全面布局提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

12个品牌市售一级大豆油,命名为1#~12#,均采购于超市; α -生育酚(纯度 $\geq 95\%$)、 β -生育酚(纯度 $\geq 95\%$)、 γ -生育酚(纯度 $\geq 95\%$)、 δ -生育酚(纯度 $\geq 95\%$)、胆固醇(纯度 $\geq 99\%$),默克 Supelco 公司。

7890B 气相色谱仪 - 氢火焰离子化检测器、HP-5 色谱柱(30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μm),岛津(中国)有限公司;1260 液相色谱仪 - 荧光检测器,安捷伦科技(中国)有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 理化指标的测定

酸值测定,参照 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》;返酸值测定:称取 50 g 大豆油(精确到 0.05 g)于 100 mL 烧杯中,加入 100 μL 超纯水,在室温、500 r/min 下磁力搅拌 2 min,重复 5 次,结束后将大豆油置于 105 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中 24 h,取出降至室温,参照 GB 5009.229—2016 测定其酸值,与初始大豆油酸值的差值即为返酸值;过氧化值测

定,参照 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》;色泽测定,参照 GB/T 22460—2008《动植物油脂 罗维朋色泽的测定》,采用 133.4 mm 槽;返色值测定:称取 100 g 大豆油(精确到 0.05 g)于 250 mL 锥形瓶中,于 105 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中放置 6 h,取出降至室温后参照 GB/T 22460—2008 测定其色泽,与初始大豆油色泽的差值即为返色值。

1.2.2 营养活性物质的测定

维生素 E 含量测定,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》;甾醇含量测定,参照 GB/T 25223—2010《动植物油脂 甾醇组成和甾醇总量的测定 气相色谱法》;角鲨烯含量测定,参照 LS/T 6120—2017《粮油检验 植物油中角鲨烯的测定 气相色谱法》;多酚含量测定,参照 LS/T 6119—2017《粮油检验 植物油中多酚的测定 分光光度法》。

1.2.3 危害物的测定

反式脂肪酸含量测定,参照 NY/T 2005—2011《动植物油脂中反式脂肪酸含量的测定 气相色谱法》;多环芳烃测定,参照 GB 5009.265—2021《食品安全国家标准 食品中多环芳烃的测定》中第二法高效液相色谱法;3-氯丙醇酯和缩水甘油酯测定,参照 SN/T 5220—2019《出口食品中 3-氯丙醇酯及缩水甘油酯的测定 气相色谱-质谱法》。

2 结果与分析

2.1 大豆油理化指标分析

2.1.1 酸值

酸值是衡量油脂品质的重要指标,相比 GB/T 1535—2003,现行标准 GB/T 1535—2017 中对于大豆油的酸值进行了放宽,一级大豆油酸值(KOH)由 0.2 mg/g 放宽至 0.5 mg/g。市售一级大豆油的酸值及返酸值如图 1 所示。

由图 1 可知,12 个市售一级大豆油的初始酸值(KOH)范围为 0.054~0.183 mg/g,平均值为 0.098 mg/g。12 个品牌的市售一级大豆油酸值不同,可能是由于原料油质量及精炼工艺条件不同造成的。12

个市售一级大豆油酸值(KOH)最高为 0.183 mg/g, 远低于国标 0.5 mg/g 的限定要求, 基于油脂适度加工的倡导, 大豆油加工企业可适当调整精炼条件, 并放宽对成品油酸值的内控要求。

12 个市售一级大豆油的返酸值(KOH)在 0.013 ~ 0.118 mg/g 之间, 平均值为 0.083 mg/g, 当返酸值达到 0.1 mg/g 时, 一般视为严重返酸[油脂加工企业一般将返酸值(KOH)内控标准定为 0.025 mg/g], 可见, 一级大豆油的返酸控制效果不理想, 由于大豆油的返酸与原料品质、储存条件、制油过程和精炼过程等均有一定的相关性, 其中与储存条件及制油过程相关性更大, 因此不可单纯强调增加精炼程度以控制其返酸。

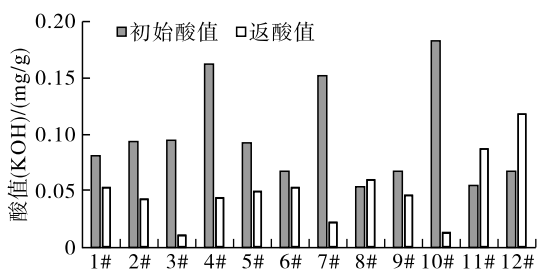


图 1 市售一级大豆油的酸值及返酸值

Fig. 1 Acid value and acid return value of commercially available grade 1 soybean oils

2.1.2 色泽

色泽是评价油脂质量的重要感官指标, GB/T 1535—2003 中规定一级大豆油黄值不大于 20, 红值不大于 2.0, 现行标准中仅规定一级大豆油色泽为淡黄色至浅黄色。鉴于大豆油在储存过程中其色泽红值变化较大, 测定了市售一级大豆油的色泽红值及返色值, 结果如图 2 所示。

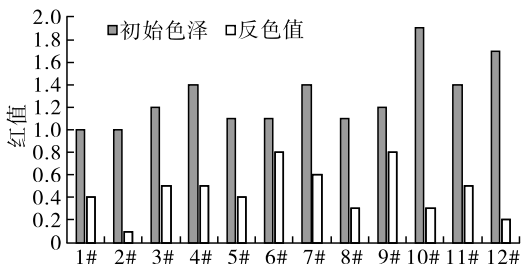


图 2 市售一级大豆油色泽及返色值

Fig. 2 Colour and return colour value of commercially available grade 1 soybean oils

由图 2 可知, 12 个市售一级大豆油的红值范围为 1.0 ~ 1.9, 平均值为 1.3。油脂返色现象是指在储存过程中, 油脂颜色随储存时间延长而变深的现象, 国家标准对油脂返色值未有明确的限定, 但由于消费者可从油品颜色的变化大致判断出其质量和存放时间, 因此为了满足消费者对油品品质和感官需

求, 各企业均制订了相应的企业标准, 一般要求油脂返色值(红值)在 1.0 以内, 12 个市售一级大豆油返色值范围为 0.1 ~ 0.8, 平均值为 0.44, 说明目前市售一级大豆油的色泽均较浅。

2.1.3 过氧化值

过氧化值是评价油脂氧化程度的重要指标^[2], 新旧国标中对过氧化值的规定均为不大于 5.0 mmol/kg。市售一级大豆油的过氧化值如图 3 所示。

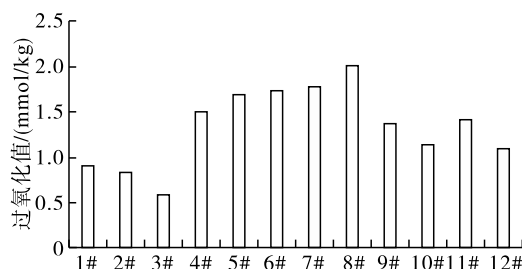


图 3 市售一级大豆油的过氧化值

Fig. 3 Peroxide value of commercially available grade 1 soybean oils

由图 3 可知, 12 个市售一级大豆油的过氧化值范围为 0.59 ~ 2.01 mmol/kg, 平均值为 1.34 mmol/kg, 过氧化值相对较低, 说明油脂的氧化程度较低。

2.2 大豆油营养活性物质分析

2.2.1 维生素 E

市售一级大豆油的维生素 E 含量如图 4 所示。

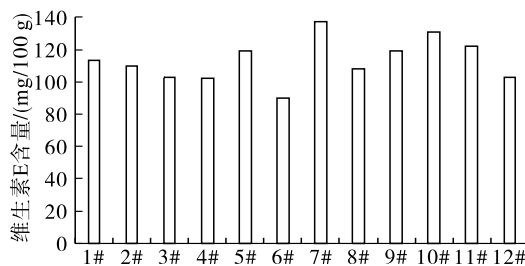


图 4 市售一级大豆油的维生素 E 含量

Fig. 4 Vitamin E content of commercially available grade 1 soybean oils

由图 4 可知, 12 个市售一级大豆油的维生素 E 含量在 89.7 ~ 137.0 mg/100 g 之间, 平均值为 113.06 mg/100 g, 样品 6# 的维生素 E 含量最低。大豆油中维生素 E 含量与原料、精炼工艺及储存过程有关^[3]。由于原料不可控制, 可通过控制加工过程的精炼条件以提升其维生素 E 含量。

2.2.2 多酚

市售一级大豆油的多酚含量如图 5 所示。

由图 5 可知, 12 个市售一级大豆油的多酚含量范围为 0.18 ~ 33.54 mg/kg, 平均值为 4.82 mg/kg。橄榄油、花生油及菜籽油中多酚含量相对较高^[4],

根据实验室采集的数据,其多酚含量平均值分别为400、44 mg/kg及50 mg/kg,大豆油与以上3种油脂相比,多酚含量没有明显优势,但是不同大豆油样品中多酚含量存在一定差异。多酚含量一般随着油脂精炼程度的增加而降低,对于大部分市售一级大豆油,可通过调整精炼加工程度以增加其多酚含量。

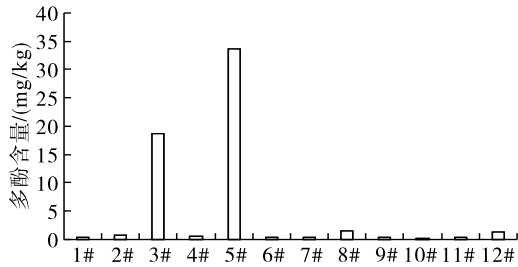


图5 市售一级大豆油的多酚含量

Fig. 5 Polyphenol content of commercially available grade 1 soybean oils

2.2.3 甾醇

市售一级大豆油的甾醇含量如图6所示。

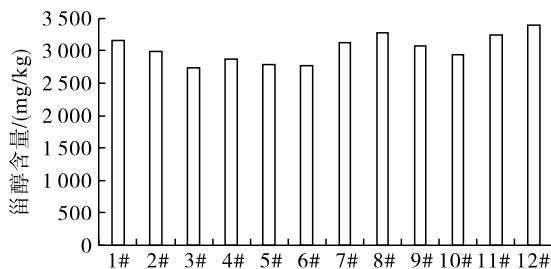


图6 市售一级大豆油的甾醇含量

Fig. 6 Sterol content of commercially available grade 1 soybean oils

由图6可知,12个市售一级大豆油的甾醇含量为2770~3394 mg/kg,平均值为3028 mg/kg。通过调研及分析可知,玉米油是植物油中甾醇含量较高的油种,其甾醇含量为7000~10000 mg/kg^[5],大豆油中植物甾醇含量不到玉米油的一半。不同品牌大豆油中的甾醇含量差异不大,甾醇在油脂精炼过程中受脱酸、脱臭工序影响较大,适度控制油脂脱酸及脱臭工艺条件,可在一定程度上增加油脂中甾醇含量。

2.2.4 角鲨烯

角鲨烯具有提高体内超氧化物歧化酶活性、增强机体免疫能力、抗疲劳、抗衰老、抗肿瘤等多种生理功效^[6],角鲨烯在油脂中的含量越来越受到消费者的关注。市售一级大豆油的角鲨烯含量如图7所示。

由图7可知,12个市售一级大豆油的角鲨烯含量为21.5~75.0 mg/kg,平均值为53.71 mg/kg。橄榄油是植物油中角鲨烯含量最高的油种,其角鲨

烯含量高达2000 mg/kg以上^[7],大豆油中角鲨烯含量与其相比较低。角鲨烯在油脂精炼过程中受脱酸、脱色及脱臭过程影响较大,适度控制精炼工艺条件,可在一定程度上增加油脂中角鲨烯含量。

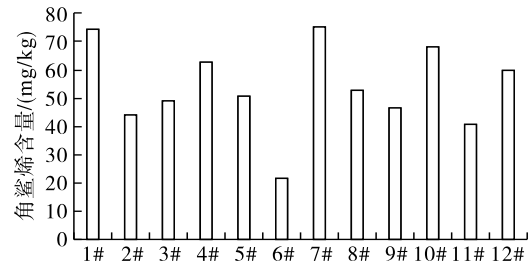


图7 市售一级大豆油的角鲨烯含量

Fig. 7 Squalene content of commercially available grade 1 soybean oils

2.3 大豆油危害物指标分析

2.3.1 反式脂肪酸

市售一级大豆油的反式脂肪酸含量如图8所示。

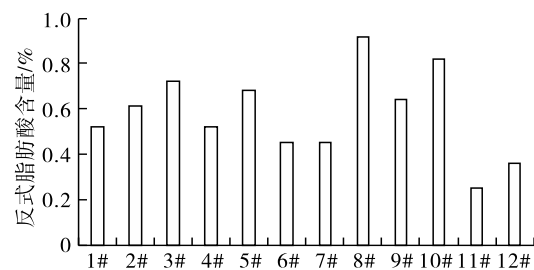


图8 市售一级大豆油的反式脂肪酸含量

Fig. 8 Trans fatty acid content of commercially available grade 1 soybean oils

由图8可知,12个市售一级大豆油中反式脂肪酸含量为0.25%~0.92%,平均值为0.58%,只有1个样品的反式脂肪酸含量达到零反式脂肪酸的要求(低于0.3%)。反式脂肪酸主要形成于高温长时的脱臭工段,脱臭强度越大反式脂肪酸生成量越高,因此应倡导适度精炼以降低油脂中反式脂肪酸含量。

2.3.2 3-氯丙醇酯和缩水甘油酯

市售一级大豆油的3-氯丙醇酯和缩水甘油酯含量如图9所示。

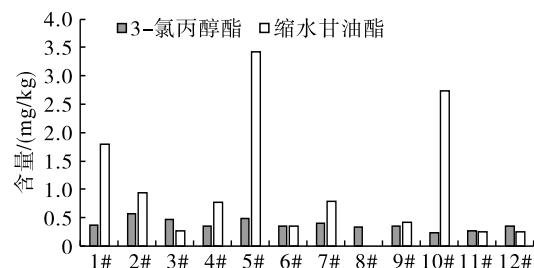


图9 市售一级大豆油的3-氯丙醇酯和缩水甘油酯含量
Fig. 9 3-Chloropropanol esters and glycidyl esters contents of commercially available grade 1 soybean oils

新旧国标中均未对 3-氯丙醇酯和缩水甘油酯作出明确要求,(EU) No 2023/915 号法规中对大豆油中 3-氯丙醇酯和缩水甘油酯有明确限量,即 3-氯丙醇酯 1.25 mg/kg,缩水甘油酯 1.0 mg/kg。由图 9 可知,12 个市售一级大豆油中 3-氯丙醇酯的含量范围为 0.23~0.57 mg/kg,平均值为 0.38 mg/kg。所有大豆油样品的 3-氯丙醇酯含量均低于欧盟的限量要求。12 个市售一级大豆油中缩水甘油酯的含量为未检出~3.42 mg/kg,平均值为 1.0 mg/kg,其中有 3 个样品的缩水甘油酯含量高于欧盟的限量要求。3-氯丙醇酯和缩水甘油酯主要在脱臭工段生成,因此应控制合适的脱臭条件以控制 3-氯丙醇酯和缩水甘油酯的生成^[8]。

2.3.3 苯并(a)芘和多环芳烃

我国 GB 2762—2022 中对油脂及其制品中苯并(a)芘的含量要求为不超过 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$,对多环芳烃的限量无明确规定。而欧盟标准则要求多环芳烃总量不能超过 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$,苯并(a)芘含量不超过 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。市售一级大豆油的多环芳烃和苯并(a)芘含量如图 10 所示。

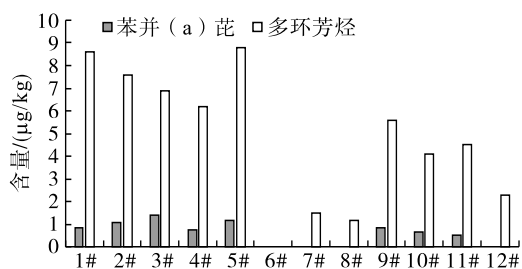


图 10 市售一级大豆油的苯并(a)芘和多环芳烃含量

Fig. 10 Benzo(a)pyrene and polycyclic aromatic hydrocarbons contents in commercially available grade 1 soybean oils

由图 10 可知,12 个市售一级大豆油中多环芳烃的含量为未检出~8.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$,平均值为 4.77 $\mu\text{g}/\text{kg}$,苯并(a)芘的含量为未检出~1.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$,平均值为 0.61 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。12 个市售一级大豆油中多环芳烃和苯并(a)芘的含量均未超过欧盟的限量要求,且苯并(a)芘含量远低于国家标准。由于多环

芳烃和苯并(a)芘的产生主要是受炒制过程的影响^[9],一级大豆油加工过程不涉及炒制过程,因此大豆油中多环芳烃和苯并(a)芘超标的风险较低,同时不同大豆油中多环芳烃和苯并(a)芘含量的差异是由其原料本身(环境中产生)引起的。

3 结 论

不同品牌的市售一级大豆油精炼程度不同,营养物质和危害物含量差异明显,大豆油中维生素 E、多酚、甾醇和角鲨烯含量较低,且大部分大豆油中反式脂肪酸含量均未达到零反式脂肪酸的要求,部分大豆油中缩水甘油酯含量高于欧盟的限量要求,但所有大豆油的酸值、色泽和过氧化值均满足国家标准,提示大豆油生产企业在适度加工方面还有很大的空间,应在保证产品品质符合要求的同时,尽可能多地保留大豆油中的营养物质,并降低危害物含量。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 王莉倩, 寇宇星, 温毓秀, 等. 4 种植物油室温氧化过程中自由基变化分析[J]. 中国食品学报, 2022, 22(7): 300-309.
- [3] 叶展, 徐勇将, 刘元法. 食用植物油脂制取与精炼技术研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2022, 41(6): 1-12.
- [4] 黄艳芳, 阮海健, 李少华. 油脂营养成分及其对肠道健康影响的研究进展[J]. 中国油脂, 2022, 47(8): 97-102.
- [5] 景璐璐, 马传国, 闫亚鹏. 植物油中生物活性物质及其营养特性概述[J]. 中国油脂, 2021, 46(12): 56-61.
- [6] 张欢. 植物源角鲨烯的精制及其在油脂中稳定性研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2023.
- [7] 罗鑫, 高盼, 胡传荣, 等. 西班牙和意大利进口特级初榨橄榄油品质比较[J]. 中国油脂, 2022, 47(6): 46-52.
- [8] 李加辛. 玉米油脱臭条件下 3-氯丙醇酯和缩水甘油酯形成规律的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2021.
- [9] GONG Z, ALEF K, WILKE B M, et al. Dissolution and removal of PAHs from a contaminated soil using sunflower oil[J]. Chemosphere, 2005, 58(3): 291-298.