

以稻米油为基油的煎炸调和油品质研究

邹曼¹, 陈玉¹, 何东平^{1,2}, 胡传荣^{1,2}, 高盼^{1,2}

(1. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 武汉 430023; 2. 大宗粮油精深加工教育部重点实验室, 武汉 430023)

摘要:以稻米油、棕榈油(24℃)和棉籽油为原料调配以稻米油为基油的煎炸调和油,并对其进行品质进行研究。通过对调和脂肪酸组成和氧化稳定性的检测,确定稻米调和油配方。在土豆条连续煎炸试验中,对比稻米油和稻米调和油在煎炸过程中理化指标(酸价、过氧化值、碘值、极性组分含量)和营养物质(脂肪酸组成及维生素E、植物甾醇、谷维素含量)变化,综合评估其煎炸性能。结果表明:稻米油含量低于70%的调和油多不饱和脂肪酸含量不超过30%,氧化诱导时间最长的是稻米油含量为60%的调和油(配方2),其次为稻米油含量为50%的调和油(配方1);稻米油、调和油(配方1、配方2)在煎炸30h后,酸价(KOH)分别增加了1.01、1.21、1.19 mg/g;与配方1相比,配方2的过氧化值初始值(1.78 g/100 g)和峰值(7.48 g/100 g)较小;煎炸30h,稻米油的碘值(I)从101.66 g/100 g降低到90.57 g/100 g,降幅为10.91%,配方1的碘值(I)从80.23 g/100 g降低到76.34 g/100 g,降幅为4.85%,配方2的碘值(I)从84.56 g/100 g降低到79.47 g/100 g,降幅为6.02%;稻米调和油的极性组分含量超标时间延长,饱和脂肪酸增长率较稻米油低,而多不饱和脂肪酸的降幅略高于稻米油;稻米调和油较稻米油的维生素E损耗率高。综合来看,稻米调和油的煎炸稳定性较好,并且也一定程度保留了稻米油的营养特性,配方2的煎炸性能更为优越。

关键词:稻米油;煎炸调和油;品质;煎炸稳定性;营养物质

中图分类号:TS225.1; TS201.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2020)09-0017-06

Quality of frying blend oil based on rice bran oil

ZOU Man¹, CHEN Yu¹, HE Dongping^{1,2}, HU Chuanrong^{1,2}, GAO Pan^{1,2}

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; 2. Key Laboratory of Bulk Grain and Oil Intensive Processing, Ministry of Education, Wuhan 430023, China)

Abstract: The frying blend oil based on rice bran oil was prepared with rice bran oil, palm oil (24℃) and cottonseed oil as materials, and its quality was researched. The blend oil was developed by determining fatty acid composition and oxidation stability. The experiments of continuous frying of potato chips with rice bran oil and blend oil were conducted to compare the changes of physicochemical indexes (acid value, peroxide value, iodine value, polar components content) and nutrients (fatty acid composition, vitamin E content, phytosterols content, oryzanol content), and the frying performance of the blend oil was comprehensively evaluated. The results showed that the content of polyunsaturated fatty acids in blend oil with rice bran oil content below 70% didn't exceed 30%. The blend oil with 60% rice bran oil content (formula 2) had the longest oxidation induction time, followed by blend oil with 50% rice bran oil content (formula 1). The acid value of rice bran oil, formula 1 and formula 2 after frying for 30 h increased 1.01, 1.21, 1.19 mgKOH/g, respectively. Compared with formula 1, the initial peroxide value (1.78 g/100 g) and the peak value (7.48 g/100 g) of formula 2 was smaller. After frying for 30 h, the iodine value of rice bran oil reduced from 101.66 gI/100 g to 90.57 gI/100 g with a decrease of 10.91%, the iodine value of formula 1 reduced from 80.23 gI/100 g to 76.34 gI/100 g with a decrease of 4.85%, and the iodine value of formula 2 reduced from 84.56 gI/100 g to 79.47 gI/100 g with a decrease rate of 6.02%.

收稿日期:2019-12-21;修回日期:2020-04-25

作者简介:邹曼(1995),女,在读硕士,研究方向为粮食、油脂及植物蛋白(E-mail)supremerebecca@163.com。

通信作者:高盼,讲师,博士(E-mail)gaopan925@163.com。

The exceeding standard time of the polar components content of rice bran blend oil was extended. The growth rate of saturated fatty acids in rice bran blend oil was lower than that of rice bran oil, but the decrease rate of polyunsaturated fatty acids was slightly higher than that of rice bran oil. The vitamin E loss rate of rice bran blend oil was higher than that of rice bran oil. In summary, the frying stability of rice bran blend oil was better, and the nutritional properties of rice bran oil were retained to a certain extent, and the frying performance of formula 2 was more superior.

Key words: rice bran oil; frying blend oil; quality; frying stability; nutrient

稻米油, 俗称为米糠油, 在多个国家(如日本、韩国、中国、泰国和巴基斯坦等)已得到广泛使用。稻米油约含饱和脂肪酸(SFA)20%、单不饱和脂肪酸(MUFA)47%、多不饱和脂肪酸(PUFA)33%^[1], 在人体能很好地被吸收, 吸收率高达90%^[2]。稻米油还含有丰富的生物活性成分(γ -谷维素、植物甾醇、维生素E和角鲨烯等)^[3-4], 是联合国卫生组织评选的世界三大健康油脂之一。

稻米油中天然成分的存在使稻米油对热氧化和劣化具有很高的抗性^[5], 在煎、炸、炒的过程中, 不易出现油腻物质(丙烯醛), 作为调味油醇香可口, 这些优良的特性使稻米油成为煎炸和烘焙的优选油^[6-7]。Fan等^[8]分别用棕榈液油和稻米油在(185±5)℃条件下进行薯条的连续煎炸试验, 发现稻米油的煎炸性质比棕榈液油更为稳定。棉籽油具有较好的抗氧化能力和很好的起酥性能, 其棕榈酸含量较高, 还含有少量的硬脂酸和亚麻酸^[9], 是我国河北、新疆等地广泛使用的一种煎炸油。棕榈油以饱和脂肪酸为主, 在煎炸过程中具有良好的氧化稳定性^[10-11]。因此, 棕榈油和棉籽油是合适的煎炸调配油。

SFA含量高的油脂煎炸起酥性好, 但熔点高、操作性差, 而且增高心血管疾病的发病率。不饱和脂肪酸(UFA)含量高的油脂在空气和高温煎炸中易氧化劣变, 产生有害物质。不同食用植物油在煎炸过程中的表现不尽相同, 且含有不同的营养成分, 单一的食用植物油往往不能既满足煎炸时间长又营养丰富的要求。随着消费者健康意识的逐渐增强, 煎炸调和油受到了广泛关注。煎炸调和油优化了脂肪酸组成, 含有丰富的天然抗氧化成分, 具有煎炸寿命长、煎炸性能稳定、营养健康的独特优势^[12]。陈宁等^[13]将6种植物油(花生油、菜籽油、稻米油、玉米油、大豆油和棕榈油)通过不同复配比例调配成液态煎炸调和油, 使其脂肪酸组成更加合理、稳定性高、营养好, 炸物风味更佳。刘玉兰等^[12]选取花生油、玉米胚芽油、大豆油、棕榈油4种植物油配制煎

炸调和油, 优劣互补, 延长了油脂的煎炸寿命、提高了利用率, 同时获得高品质、健康营养的煎炸食品。

本文以稻米油为基油, 添加不同比例的棕榈油和棉籽油进行调配制备煎炸调和油, 以期以优劣互补提高煎炸油的煎炸性能和品质, 同时保证人们对煎炸油的营养需求。通过研究煎炸过程中煎炸油基本理化指标(酸价、过氧化值、碘值、极性组分含量)和营养物质(脂肪酸组成及植物甾醇、维生素E、谷维素含量)变化规律, 综合评估调和油的煎炸性能, 为以稻米油为基油的煎炸调和油的开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

稻米油(一级)、棕榈油(一级, 24℃), 购自益海嘉里油脂工业有限公司; 棉籽油(酸价(KOH)0.33 mg/g、过氧化值1.75 g/100 g、碘值(I)101.61 g/100 g、极性组分含量4.41%)、土豆条(约10 cm×1 cm×1 cm), 实验室自制。

二甲基亚砜、乙腈、正己烷, 色谱纯; 95%乙醇、异辛烷、冰乙酸、碘化钾、硫代硫酸钠、环己烷、正己烷, 分析纯, 国药集团化学试剂有限公司; 超纯水。

Rancimat 892 油脂氧化稳定性测定仪, 瑞士万通中国有限公司; 7890A 气相色谱仪、Agilent 1200 高效液相色谱仪配紫外 Agilent G1314B 检测器, 安捷伦公司; UV-1700 紫外可见分光光度计, 上海美析仪器有限公司; Testo 270 极性组分检测仪, 德国仪器公司; ITO-81 单缸单筛电炸炉, 广州市艾拓机电制造有限公司; THC-2B 超声波提取机, 西安禾普生物科技有限公司; RE52CS 旋转蒸发仪, 上海亚荣生化仪器厂; DZF-6021 真空干燥箱, 上海博讯实业有限公司医疗设备厂; AB204-E 电子分析天平, 上海泽生科技开发有限公司; 针筒式微孔滤膜过滤器, 常州悦康医疗器材有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 煎炸调和油的调配

以稻米油为基油, 加入棉籽油与棕榈油进行调

配。以煎炸油中 PUFA 含量不超过 30% 为调配标准,使用 Excel 2003,根据 3 种油(稻米油、棕榈油和棉籽油)的脂肪酸组成及含量计算配方,得到不同稻米油含量的稻米调和油。

1.2.2 煎炸试验

取 5 L 油倒入油锅里,加热至 180 °C,准确称量 50 g 土豆条放入油锅中进行煎炸试验。分批进行,每 15 min 煎炸一批样品,每批煎炸 3 min,连续煎炸 30 h 不添加新油。每次煎炸后取 100 g 炸物和 80 mL 油样分别于密封袋和蓝盖样品瓶中置于 4 °C 冰箱保存。

1.2.3 炸物含油率的测定

将炸物破碎为颗粒状,用滤纸包 100 g (m_0) 放入具塞锥形瓶中,加入适量正己烷使之刚好没过样品,再置于超声波提取机中超声 1 h,静置 1 d 后旋蒸,收取油脂 (m_1)。按下式计算炸物含油率。

$$\text{炸物含油率} = \frac{m_1}{m_0} \times 100\%$$

1.2.4 油脂基本理化指标的测定

氧化稳定性测定参照 GB/T 21121—2007《动植物油脂 氧化稳定性的测定(加速氧化测试)》;酸价测定参照 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》第一法冷溶剂法;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》滴定法;碘值测定参照 GB/T 5532—2008《动植物油脂 碘值的测定》;极性

组分含量用 Testo 270 极性组分检测仪快速检测。

1.2.5 油脂营养物质含量的测定

1.2.5.1 脂肪酸组成及含量测定

脂肪酸组成及含量测定参照 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》第三法 归一化法。

1.2.5.2 维生素 E、植物甾醇及谷维素含量测定

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》;植物甾醇含量测定参照 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》;谷维素含量测定参照 LS/T 6121.1—2017《粮油检验 植物油中谷维素含量的测定 分光光度法》。

1.2.6 数据处理

采用 Excel 2003 整理和简单地分析数据;使用 SPSS 17.0 软件对数据进行显著性分析;使用 Origin 8.5 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 稻米调和油的调配

按照 1.2.1 方法初步筛选出 4 组基本满足本研究调配标准的配方:20% 稻米油 + 50% 棕榈油 + 30% 棉籽油;50% 稻米油 + 40% 棕榈油 + 10% 棉籽油;60% 稻米油 + 35% 棕榈油 + 5% 棉籽油;70% 稻米油 + 25% 棕榈油 + 5% 棉籽油。检测这 4 种调和油的脂肪酸组成和氧化诱导时间,结果见表 1。

表 1 不同稻米油含量调和油的脂肪酸组成及氧化诱导时间

项目	20% 稻米油	50% 稻米油	60% 稻米油	70% 稻米油
SFA/%	35.02 ± 0.12	31.92 ± 0.24	30.63 ± 0.61	27.55 ± 0.18
MUFA/%	36.44 ± 0.34	40.77 ± 0.20	41.91 ± 0.09	42.13 ± 0.16
PUFA/%	28.54 ± 0.21	27.31 ± 0.31	27.46 ± 0.22	30.32 ± 0.39
氧化诱导时间/h	0.47 ± 0.05	0.96 ± 0.02	1.46 ± 0.04	0.92 ± 0.02

由表 1 可知,稻米油含量增加,调和油不饱和度增加,只有 70% 稻米调和油的配方不满足调配标准(PUFA 稍大于 30%)。60% 稻米油配方的氧化诱导时间最长,其次是 50% 稻米油配方,故而选择稻米油含量 50% 的调和油(配方 1)和稻米油含量 60% 的调和油(配方 2)进行后续煎炸试验。

2.2 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中理化指标的变化

2.2.1 酸价(见图 1)

由图 1 可知,稻米油较稻米调和油的初始酸价高。在整个煎炸过程中,稻米油和稻米调和油的酸价均呈上升趋势,稻米油和配方 2 在 6 h 后酸价上升迅速,18 h 后较平缓,在 27 h 后配方 2 的酸价上

升速度升高。配方 1 在 9 h 前酸价上升较平缓,之后上升速度加快。3 种油煎炸 30 h 后酸价(KOH)变化幅度由大到小依次为配方 1、配方 2、稻米油,分别为 1.21、1.19、1.01 mg/g,调和油中配方 2 酸价变化幅度较小。

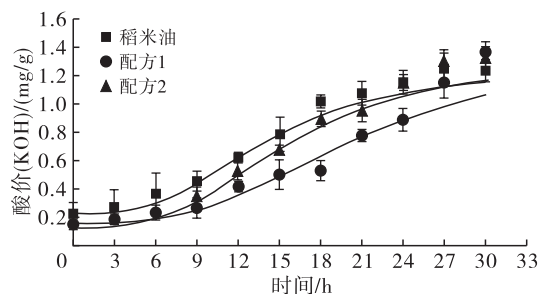


图 1 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中酸价的变化

2.2.2 过氧化值(见图2)

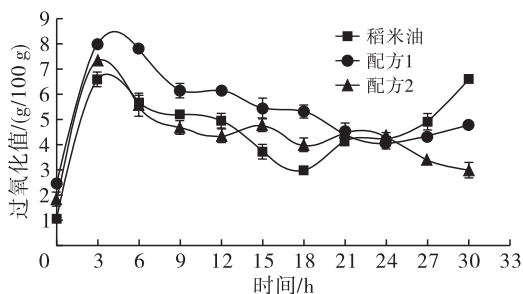


图2 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中过氧化值的变化

由图2可知,在前3 h 3种油的过氧化值迅速上升,在3 h时过氧化值最高的是配方1,其次是配方2和稻米油,之后过氧化值呈下降趋势。这是由于煎炸油发生氧化反应使过氧化值升高,随后氢过氧化物分解为小分子物质(醛、酮和酸)又使过氧化值呈下降趋势。稻米油的过氧化值上升幅度较小,可能是由于其富含谷维素。与配方1相比,配方2的过氧化值初始值(1.78 g/100 g)和峰值(7.48 g/100 g)较小。随着煎炸时间的延长,稻米油和配方1的过氧化值分别在18 h和24 h后出现了转折点,开始上升,配方2在30 h时过氧化值仍呈下降趋势,说明该配方油的氧化稳定性较好。过氧化值的变化趋势是油脂氧化和氧化物分解的综合作用^[14]。因此,单一的过氧化值不是判断煎炸油品质的唯一指标。

2.2.3 碘值(见图3)

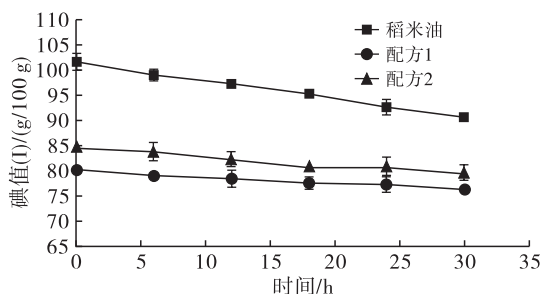


图3 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中碘值的变化

油脂连续深度煎炸会发生复杂的反应(热聚合、热氧化反应),这些反应是油脂中不饱和双键减少、碘值降低的原因之一^[15],因此可以用碘值衡量油脂的劣变程度。由图3可知,3种油的碘值都呈下降趋势,调和油下降趋势较为平缓。煎炸30 h,碘值(I)下降幅度从大到小依次为稻米油(从101.66 g/100 g降低到90.57 g/100 g)、配方2(从84.56 g/100 g降低到79.47 g/100 g)、配方1(从80.23 g/100 g降低到76.34 g/100 g),降幅分别为10.91%、6.02%、4.85%。稻米油由于不饱和脂肪酸含量高,煎炸过程中不饱和双键减少得比稻米调和油快。

2.2.4 极性组分含量(见图4)

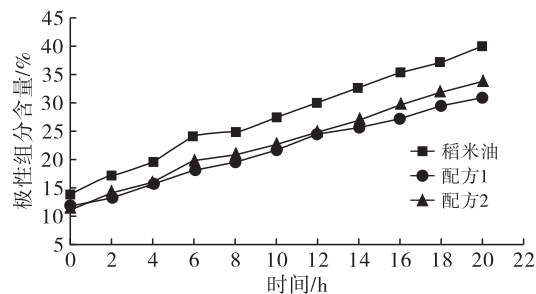


图4 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中极性组分含量的变化

由图4可知,稻米调和油和稻米油的极性组分含量在煎炸过程中都呈上升趋势。油脂在高温条件下煎炸,氢过氧化物被分解形成短链酸、醛、酮、醇和非挥发性产物。极性组分含量超标(超过27%)时间由长到短依次为配方1(16 h)、配方2(15 h)、稻米油(10 h)。调和油可以延长煎炸时间,配方1延长了60%,配方2延长了50%。这是因为通过调和一方面改变了煎炸油的脂肪酸组成,另一方面降低了煎炸油的初始极性组分含量。

2.2.5 炸物含油率(见图5)

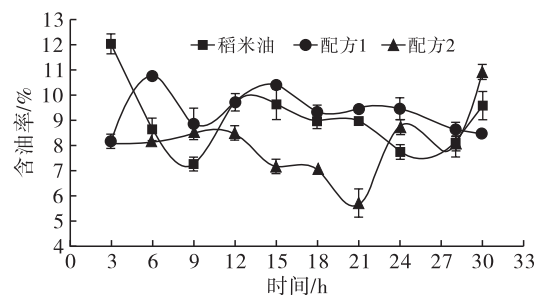


图5 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中炸物含油率的变化

由图5可知,在煎炸过程中,稻米油的炸物含油率先下降后波动,调和油则是先上升后波动,均未随着煎炸时间的延长而显著升高或降低。含油率的多少可能与多种因素(炸物的种类、水分含量以及煎炸油的种类)有关。稻米油的炸物含油率在9 h左右到达最低点,配方1的炸物含油率在6 h到达最高点,配方2的炸物含油率在21 h到达最低点。稻米油、配方1、配方2的炸物平均含油率分别为9.07%、9.32%和8.07%,配方2的炸物平均含油率相对最低。

2.3 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中营养物质含量的变化

2.3.1 脂肪酸组成及含量(见表2)

由表2可知,随着煎炸时间的延长,稻米油中SFA含量增加(由19.41%增加到22.77%),MUFA含量先降低后升高,PUFA含量不断减少,出现这种趋势是因为在高温加热条件下PUFA双键易发生氧化聚合等反应,转变成MUFA或SFA。配方1和配

方2的SFA含量增加了5.96%和10.07%,增长率较稻米油低。配方2的不饱和脂肪酸含量变化幅度较配方1小,配方2的MUFA含量增加3.07%,

PUFA含量减少14.73%,而配方1的MUFA和PUFA含量分别增加5.57%和减少15.27%,说明配方2的稳定性相对较好。

表2 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中脂肪酸组成及含量的变化

脂肪酸	稻米油			配方1			配方2		
	0 h	12 h	24 h	0 h	12 h	24 h	0 h	12 h	24 h
SFA/%	19.41 ± 0.11	21.04 ± 0.20	22.77 ± 0.10	31.23 ± 0.11	32.88 ± 0.18	33.09 ± 0.23	28.29 ± 0.16	28.38 ± 0.11	31.14 ± 0.19
MUFA/%	43.96 ± 0.49	43.31 ± 0.40	45.95 ± 0.80	41.47 ± 0.20	42.64 ± 0.20	43.78 ± 0.20	43.34 ± 0.28	43.89 ± 0.17	44.67 ± 0.22
PUFA/%	36.63 ± 0.40	35.65 ± 0.46	31.28 ± 0.87	27.30 ± 0.17	24.48 ± 0.15	23.13 ± 0.11	28.37 ± 0.19	27.73 ± 0.13	24.19 ± 0.08

2.3.2 维生素E含量(见表3)

稻米油含有较丰富的维生素E,棕榈油和棉籽油的维生素E含量较稻米油低,因此调和油的维生素E含量没有稻米油高。由表3可知,煎炸6h,3种油中 α -生育酚的保留率最高, α -生育三烯酚其次(在配方1中其保留率低于 γ -生育酚),二者在稻米油、配方1和配方2中的保留率分别为

63.59%、33.75%、48.37%和36.16%、4.35%、25.11%。在煎炸的早期阶段,维生素E含量的减少非常迅速,在此期间约一半以上的维生素E损失。棕榈油中也有类似的发现^[16]。稻米调和油较稻米油的维生素E损耗率高,而调和油中配方1较配方2维生素E损耗率高。

表3 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中维生素E含量的变化

维生素E	稻米油		配方1		配方2	
	0 h	6 h	0 h	6 h	0 h	6 h
α -生育酚/(mg/100 g)	24.39 ± 0.11	15.51 ± 0.19	24.80 ± 0.24	8.37 ± 0.18	22.41 ± 0.45	10.84 ± 0.20
γ -生育酚/(mg/100 g)	11.24 ± 0.28	1.34 ± 0.19	6.80 ± 0.89	0.48 ± 1.01	6.41 ± 0.79	1.53 ± 0.23
α -生育三烯酚/(mg/100 g)	19.11 ± 0.33	6.91 ± 1.20	15.17 ± 0.33	0.66 ± 0.23	13.78 ± 0.46	3.46 ± 0.60
γ -生育三烯酚/(mg/100 g)	23.88 ± 0.78	7.23 ± 0.25	17.71 ± 1.30	1.49 ± 0.96	23.96 ± 1.01	5.61 ± 1.02
总含量/(mg/100 g)	78.62	31.00	64.50	11.00	66.56	21.44

2.3.3 植物甾醇及谷维素含量

稻米油中含有丰富的植物甾醇及谷维素。稻米油及稻米调和油煎炸过程中植物甾醇和谷维素的保留率如图6所示。

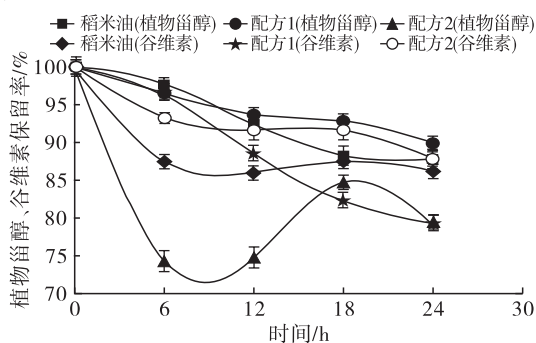


图6 稻米油及稻米调和油在煎炸过程中植物甾醇和谷维素的保留率

由图6可知,在煎炸过程中,植物甾醇含量总体呈降低的趋势。煎炸24h,稻米油的植物甾醇保留率为89.08%,与稻米油相比,配方1植物甾醇含量下降趋势较为平缓,配方2植物甾醇含量波动较大,其保留率为79.05%。

谷维素具有较强的抗氧化和自由基清除能力^[17-19]。由表6可知,在煎炸过程中,谷维素含量变

化较小,整体呈降低趋势。配方1的谷维素损失较多,保留率为79.26%,稻米油和配方2的谷维素保留率分别为86.39%和87.84%。

3 结论

在本研究中,稻米油含量低于70%的调和油多不饱和脂肪酸含量不超过30%,氧化诱导时间最长的是稻米油含量为60%的调和油(配方2),其次为稻米油含量为50%的调和油(配方1)。稻米油较调和油的初始酸价高。在整个煎炸过程中,稻米油和调和油的酸价呈上升趋势,3种油煎炸30h后酸价(KOH)变化幅度由大到小依次为配方1、配方2、稻米油,分别为1.21、1.19、1.01 mg/g。煎炸30h,稻米油、配方1、配方2的碘值降幅分别为10.91%、4.85%和6.02%。调和油的极性组分含量超标时间延长,饱和脂肪酸增长率较稻米油低,而多不饱和脂肪酸降幅略高于稻米油。3种油中配方2煎炸过程中酸价(KOH)增幅(1.19 mg/g)较小,过氧化值初始值(1.78 g/100 g)和峰值(7.48 g/100 g)较小,炸物平均含油率(8.07%)最低,维生素E损耗率较低,谷维素保留率(87.84%)最高。综上,配方2的煎炸性能更为优越,是一种适合作为煎炸用的稻米调和油。

参考文献:

- [1] LATHA R B, NASIRULLAH D R. Physicochemical changes in rice bran oil during heating at frying temperature[J]. J Food Sci Technol, 2014, 51(2):335-340.
- [2] YILMAZ N, TUNCEL N B, KOCAB Y K H. Infrared stabilization of rice bran and its effects on γ -oryzanol content, tocopherols and fatty acid composition[J]. J Sci Food Agric, 2014, 94(8):1568-1576.
- [3] 刘慧敏. 不同植物油微量成分与抗氧化能力的相关性研究[D]. 江苏 无锡:江南大学, 2015.
- [4] 温运启, 刘玉兰, 王璐阳, 等. 不同食用植物油中维生素E组分及含量研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(3):35-39.
- [5] KRISHNA A G G, KHATOON S, BABYLATHA R. Frying performance of processed rice bran oils[J]. J Food Lipids, 2005, 12(1):1-11.
- [6] AHMED F, PLATEL K, VISHWANATHA S, et al. Improved shelf-life of rice bran by domestic heat processing and assessment of its dietary consumption in experimental rats [J]. J Sci Food Agric, 2010, 87(1):60-67.
- [7] 李徐, 徐小光, 刘睿杰, 等. 9种市售稻米油极性物质含量的测定及组成分析[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(2):120-124.
- [8] FAN H Y C, SHARIFUDIN S M, MAMAT H, et al. Frying stability of rice bran oil and palm olein[J]. Int Food Res J, 2013, 20(1):403-407.
- [9] 杨佳宁, 陈海涛, 田文秀, 等. 以棉籽油为基料油的煎炸专用调和油煎炸品质的研究[J]. 食品工业科技, 2019(16):72-76.
- [10] 吴晓静, 李徐, 杨培金, 等. 大豆油和棕榈油在高温煎炸过程中流变特性研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(12):44-47.
- [11] 吴文民. 棕榈油和大豆油在油条煎炸过程中品质变化研究[J]. 粮食与油脂, 2009(4):11-14.
- [12] 刘玉兰, 高冠勇, 陈文娜, 等. 煎炸专用调和油的品质性能研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(10):26-30.
- [13] 陈宁, 陈文娜, 崔言峰, 等. 煎炸调和油的研究与开发[J]. 食品工业, 2017(5):65-68.
- [14] 慕鸿雁, 郑琦. 3种食用油在薯条煎炸过程中的品质变化[J]. 食品科学, 2012, 33(19):168-171.
- [15] 朱圣陶, 江伟威, 杨秀鸿, 等. 碘价在煎炸油卫生质量控制中应用探讨[J]. 中国公共卫生, 2000, 16(8):734.
- [16] VALANTINA S R, NEELAMEGHAM, GAYATHRI K. Antioxidant stability of edible oil using rheological behaviour and in vitro analysis[J]. 2009, 21(6):4325-4332.
- [17] MISHRA R, SHARMA H K, SARKAR B C, et al. Thermal oxidation of rice bran oil during oven test and microwave heating[J]. J Food Sci Technol, 2012, 49(2):221-227.
- [18] 张志艳, 金俊, 刘睿杰, 等. 化学精炼对稻米油谷维素和总酚含量及清除自由基能力的影响[J]. 中国油脂, 2018, 43(10):8-11.
- [19] 刘玉兰, 王莹辉, 李时军. 米糠煎炸油营养成分及煎炸油条品质分析[J]. 中国油脂, 2014, 39(3):28-32.

· 广告 ·

上海久星导热油股份有限公司

上海股权托管交易中心挂牌 简称:久星股份 代码:E100341



久星导热油 导热永长久

10 多项导热油创新成果助推行业发展

20 多年精细化管理铸就久星品牌

30 多年专业积累汇集《导热油应用手册》

1 0000 多个用户使用数据完整建档

15 0000 多吨导热油销往全国和世界各地



久星官方微信 久星官方网站

油脂行业推荐产品

L-QB300导热油 (高新成果项目、适用于开式系统)

L-QC320合成高温导热油 (最高允许使用温度达320°C)

久星股份创始于20世纪90年代,是集研发、生产、销售和服务于一体的导热油和导热油节能清洗修复剂的专业厂商,中国锅炉水处理协会理事单位。公司荣获高新技术企业、上海五星级诚信创建企业等荣誉称号,通过GB/T 19001-2016/ISO 9001-2015质量管理体系认证,公司生产产品各项理化指标全部符合GB 23971-2009要求。

地址:上海茂兴路86号22D 总机:021-58708588 热线:4008 810 018 13331833379 生产基地:上海老港工业园良乐路229号