

油脂加工

挤压稳定化对不同贮藏时间米糠 制备米糠毛油品质的影响

吴晓娟, 吴 伟

(中南林业科技大学 食品科学与工程学院, 稻谷及副产物深加工国家工程实验室, 长沙 410004)

摘要:以不同贮藏时间的米糠为原料, 研究米糠挤压稳定化处理对米糠毛油品质的影响。结果表明: 相比米糠未稳定化制备的米糠毛油, 米糠挤压稳定化处理增加米糠毛油的酸值和过氧化值; 随着米糠贮藏时间的延长, 米糠挤压稳定化处理与未稳定化处理制备米糠毛油酸值和过氧化值相差幅度增加; 米糠挤压稳定化处理对米糠毛油的脂肪酸组成影响较小, 仅亚麻酸含量显著下降, 米糠挤压稳定化处理对米糠毛油碘值和皂化值没有显著影响; 米糠挤压稳定化处理显著降低米糠毛油磷脂、水分及挥发物含量, 随着米糠贮藏时间的延长, 米糠挤压稳定化处理与未稳定化处理制备米糠毛油磷脂含量相差幅度增大; 此外, 米糠挤压稳定化处理可显著提高米糠毛油谷维素含量。

关键词:米糠; 贮藏; 挤压稳定化; 米糠毛油; 品质

中图分类号: TQ936; Q51

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2018)06-0007-05

Effect of extrusion stabilization of rice bran with different storage time on crude rice bran oil quality

WU Xiaojuan, WU Wei

(National Engineering Laboratory for Rice and By-product Deep Processing, College of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: Rice bran with different storage time was used as raw material to study effects of rice bran extrusion stabilization on crude rice bran oil qualities. The results showed that compared with crude rice bran oil prepared by unstabilized rice bran, extrusion stabilization of rice bran increased acid value and peroxide value of crude rice bran oil. As storage time of rice bran increased, the difference in acid values and peroxide values of crude rice bran oils prepared by stabilized and unstabilized rice brans increased. Extrusion stabilization of rice bran had a little effect on the fatty acid composition of crude rice bran oil, only the contents of linolenic acid significantly decreased, and rice bran extrusion stabilization had insignificant effect on iodine value and saponification value of crude rice bran oil. Extrusion stabilization of rice bran resulted in a significant decrease of phospholipids, water and volatile matter content of crude rice bran oil. As storage time of rice bran increased, the difference in phospholipids contents of crude rice bran oils prepared by stabilized and unstabilized rice brans steadily increased. In addition, rice bran extrusion stabilization could significantly increase the content of oryzanol in crude rice bran oil.

Key words: rice bran; storage; extrusion stabilization; crude rice bran oil; quality

收稿日期: 2017-10-20; 修回日期: 2018-03-17

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31771918); 公益性行业(农业)科研专项(201303071)

作者简介: 吴晓娟(1984), 女, 工程师, 硕士研究生, 研究方向为粮油加工(E-mail) wuwu.1221@163.com。

通信作者: 吴 伟, 教授(E-mail) foodwuwei@126.com。

米糠是稻谷加工中最重要的一类副产物, 含有14%~24%脂肪、12%~16%蛋白质、23%~30%膳食纤维和多种生理活性物质, 极具开发利用价值^[1-2]。我国年产米糠达1 000万t以上, 居世界第一, 但我国米糠综合利用水平较低, 大部分米糠都被用作饲料, 只有10%~15%的米糠用来制油^[3]。造

成我国米糠资源利用率低的重要原因是新鲜米糠通常很难得到及时有效的稳定化处理。米糠中含有活性很强的脂肪水解酶,在碾米和米糠贮藏过程中,脂肪水解酶会催化新鲜米糠中的脂质快速水解形成游离脂肪酸,使得其酸值在几小时之内快速增加,造成米糠迅速酸败^[4]。因此,及时有效的稳定化处理是米糠资源综合利用的前提。

挤压膨化是我国油脂加工企业最常用的米糠稳定化方法,但挤压膨化机投资成本高、原料消耗大^[5]。我国绝大多数米厂为中小型企业,这类企业投资成本低、加工规模小、分布较为分散,没有配备挤压膨化机,难以对米糠进行及时有效的挤压稳定化处理。米糠从米厂运输到油厂进行稳定化处理前,通常已经历了几天时间的贮藏,在此过程中米糠已经发生一定程度的酸败,导致生产的米糠毛油酸值(KOH)高达 15 ~ 40 mg/g^[6]。目前,关于米糠挤压稳定化处理对米糠油品质影响的研究,大多集中在米糠油加工和贮藏过程中品质的变化^[7],而对已经发生一定酸败程度的米糠进行稳定化处理的研究未见报道。本文将新鲜米糠贮藏不同时间得到不同酸败程度的米糠,比较米糠挤压稳定化处理和未稳定化处理对制备米糠毛油酸值、过氧化值、脂肪酸组成、磷脂含量、谷维素含量等指标的影响,以期为米糠油加工企业的生产实践提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

新鲜米糠,湖南长沙霞凝国家粮食储备库;正己烷、氢氧化钾、乙醇等均为分析纯,购于国药集团上海化学试剂公司。

FMHE 36-24 双螺杆挤压机,湖南富马科食品工程技术有限公司;RV 10 旋转蒸发仪,德国 IKA 公司;Sorvall LYNX 6000 高速落地离心机,美国 Thermo Fisher 公司;BlueStar B 紫外可见分光光度计,北京莱伯泰科仪器股份有限公司;GC-2010 Plus 气相色谱仪,日本岛津公司。

1.2 试验方法

1.2.1 米糠预处理

参考吴伟等^[8]方法,将新鲜米糠过 40 目筛,置于恒温培养箱中,在温度 25 ℃、相对湿度 85% 条件下分别贮藏 0、1、3、5、10 d,得到不同酸败程度的米糠。

1.2.2 米糠毛油制备

参照付旭恒等^[3]的挤压稳定化条件,将不同贮藏时间的米糠采用双螺杆挤压机稳定化处理。双螺杆挤压机稳定化条件为:进料量 15 kg/h,水分含量

16%;二区至六区温度分别为 70、120、120、70、60 ℃。冷却至室温后粉碎过 40 目筛,然后在室温下用正己烷提取,料液比为 1:4,振荡 30 min 后抽滤得到滤液,将滤液旋转蒸发去除正己烷,重复提取 3 次,回收得到米糠毛油(试验组)。同时,以未稳定化处理的相同贮藏时间米糠为原料,同样在室温下用正己烷提取制备米糠毛油,作为对照组。

1.2.3 米糠毛油相关指标的测定

酸值测定:冷溶剂指示剂滴定法,参照 GB 5009.229—2016;过氧化值测定:电位滴定法,参照 GB 5009.227—2016;水分及挥发物测定:电热干燥箱法,参照 GB 5009.236—2016;碘值测定:参照 GB/T 5532—2008;皂化值测定:参照 GB/T 5534—2008;脂肪酸甲酯化和脂肪酸甲酯测定:分别参照 GB/T 17376—2008 和 GB/T 17377—2008;磷脂含量测定:钼蓝比色法,参照 GB/T 5537—2008;谷维素含量测定:参照范国欣等^[9]的测定方法。

1.2.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003 对数据进行处理,指标比较采用最小显著差异法,取 95% 置信度($P < 0.05$)。

2 结果与讨论

2.1 挤压稳定化处理对不同贮藏时间米糠制备米糠毛油酸值和过氧化值的影响(见图 1)

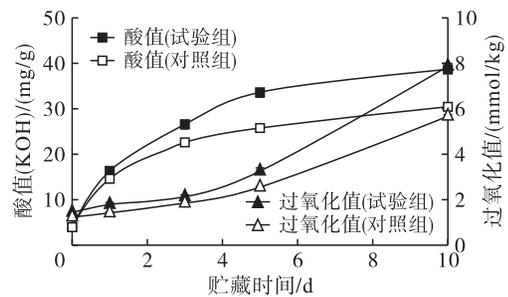


图 1 不同贮藏时间米糠挤压稳定化处理对米糠毛油酸值和过氧化值的影响

由图 1 可知,随着米糠贮藏时间的延长,对照组和试验组米糠毛油的酸值和过氧化值均呈上升趋势。未稳定化处理制备的米糠毛油酸值(KOH)由米糠贮藏初期的 4.00 mg/g 上升到米糠贮藏 10 d 时的 30.45 mg/g,稳定化处理制备的米糠毛油酸值(KOH)由米糠贮藏初期的 4.32 mg/g 上升到米糠贮藏 10 d 时的 38.88 mg/g。米糠稳定化处理制备的米糠毛油酸值显著高于米糠未稳定化处理制备的米糠毛油酸值($P < 0.05$),随着米糠贮藏时间的延长,两者相差的幅度越来越大。这可能是由于挤压稳定化处理过程中,需要调节水分含量至 16%,高

温高湿环境可促进米糠中甘油酯的水解。未稳定化处理制备的米糠毛油过氧化值由米糠贮藏初期的1.22 mmol/kg上升到米糠贮藏10 d时的5.65 mmol/kg,稳定化处理制备的米糠毛油过氧化值由米糠贮藏初期的1.42 mmol/kg上升到米糠贮藏10 d时的7.79 mmol/kg。米糠稳定化处理制备的米糠毛油过氧化值也显著高于未稳定化处理制备的米糠毛油过氧化值($P < 0.05$),随着米糠贮藏时间的延长,两者相差幅度增加。米糠贮藏过程中过氧化值的升高主要是由于内源脂肪氧合酶催化多不饱和脂肪酸发生氧化,生成了大量脂质氢过氧化物^[10-11]。当米糠贮藏时间相同时,米糠稳定化处理制备的米糠毛油过氧化值比米糠未稳定化处理制备的米糠毛油过氧化值高,同样可能是由于高温处理提高了脂质氧化速率。

2.2 挤压稳定化处理对不同贮藏时间米糠制备米糠毛油水分及挥发物含量的影响(见图2)

由图2可知,随着米糠贮藏时间的延长,对照组和试验组米糠毛油的水分及挥发物含量均呈现先略微增加后降低的趋势,分别都在米糠贮藏1 d时达到最大值,最大值分别为19.10%和15.32%。当米糠贮藏时间相同时,米糠稳定化处理制备的米糠毛油水分及挥发物含量显著低于米糠未稳定化处理制备的米糠毛油,这可能是由于挤压稳定化过程中的

高温导致米糠中水分大量蒸发以及其他挥发性物质部分挥发造成的。

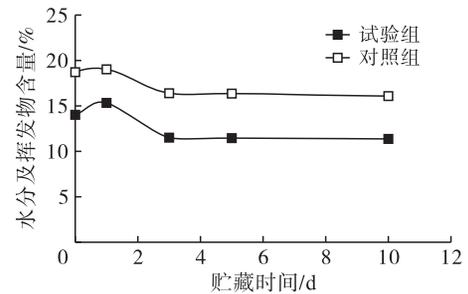


图2 不同贮藏时间米糠挤压稳定化处理对米糠毛油水分及挥发物含量的影响

2.3 挤压稳定化处理对不同贮藏时间米糠制备米糠毛油脂肪酸组成的影响(见表1)

由表1可知,米糠毛油中的脂肪酸含量大小为:油酸 > 亚油酸 > 棕榈酸 > 硬脂酸 > 豆蔻酸 > 亚麻酸。米糠稳定化和未稳定化处理制备的米糠毛油中油酸、亚油酸和棕榈酸含量均无显著差异($P > 0.05$);不同贮藏时间米糠制备的米糠毛油,其豆蔻酸含量略有差异,但米糠稳定化处理 and 未稳定化处理之间并无显著差异($P > 0.05$);不同贮藏时间米糠制备的米糠毛油,其亚麻酸含量逐渐下降,且米糠稳定化处理 and 未稳定化处理之间存在显著差异($P < 0.05$)。

表1 不同贮藏时间米糠挤压稳定化处理对米糠毛油脂肪酸组成及含量的影响

处理方法	贮藏时间/d	脂肪酸含量/%					
		豆蔻酸 C14:0	棕榈酸 C16:0	硬脂酸 C18:0	油酸 C18:1	亚油酸 C18:2	亚麻酸 C18:3
未稳定化处理	0	0.64 ± 0.07 ^b	17.52 ± 0.35 ^a	1.52 ± 0.12 ^a	42.07 ± 0.22 ^a	36.59 ± 0.32 ^a	0.59 ± 0.02 ^c
	1	0.55 ± 0.03 ^a	17.66 ± 0.42 ^a	1.55 ± 0.09 ^a	42.31 ± 0.37 ^a	36.44 ± 0.29 ^a	0.55 ± 0.03 ^b
	3	0.59 ± 0.02 ^{ab}	17.49 ± 0.12 ^a	1.58 ± 0.08 ^a	41.99 ± 0.33 ^a	35.91 ± 0.71 ^a	0.54 ± 0.02 ^b
	5	0.59 ± 0.03 ^{ab}	17.41 ± 0.18 ^a	1.59 ± 0.10 ^a	42.18 ± 0.02 ^a	36.49 ± 0.25 ^a	0.53 ± 0.02 ^{ab}
	10	0.62 ± 0.03 ^b	17.55 ± 0.49 ^a	1.54 ± 0.06 ^a	43.01 ± 0.14 ^a	36.15 ± 0.14 ^a	0.52 ± 0.03 ^a
稳定化处理	0	0.61 ± 0.05 ^c	17.23 ± 0.51 ^a	1.42 ± 0.05 ^a	42.54 ± 0.10 ^a	36.95 ± 0.45 ^a	0.51 ± 0.05 ^d
	1	0.57 ± 0.01 ^b	17.35 ± 0.12 ^a	1.56 ± 0.06 ^b	42.31 ± 0.17 ^a	36.42 ± 0.74 ^a	0.45 ± 0.04 ^c
	3	0.50 ± 0.02 ^a	17.76 ± 0.30 ^a	1.49 ± 0.04 ^b	41.22 ± 0.22 ^a	36.88 ± 0.23 ^a	0.42 ± 0.02 ^b
	5	0.51 ± 0.01 ^a	17.33 ± 0.44 ^a	1.61 ± 0.06 ^c	42.89 ± 0.05 ^a	36.47 ± 0.23 ^a	0.42 ± 0.02 ^b
	10	0.53 ± 0.06 ^a	17.44 ± 0.55 ^a	1.51 ± 0.05 ^b	42.47 ± 0.49 ^a	36.97 ± 0.51 ^a	0.39 ± 0.01 ^a

注:同一列中不同肩标小写字母表示不同贮藏时间米糠经同种处理方法制备米糠毛油的脂肪酸含量在 $P < 0.05$ 水平上差异显著。

2.4 挤压稳定化处理对不同贮藏时间米糠制备米糠毛油碘值和皂化值的影响(见图3)

皂化值和碘值是米糠毛油主要的特征指标,与油脂的甘油酯和脂肪酸组成密切相关。由图3可知,米糠毛油对照组碘值(I)为100.82 ~ 103.71 g/100 g,试验组的碘值(I)为101.22 ~ 103.12 g/100 g;对照组的皂化值(KOH)为186.42 ~

189.99 mg/g,试验组的皂化值(KOH)为187.17 ~ 189.45 mg/g。米糠稳定化处理 and 未稳定化处理制备的米糠毛油碘值和皂化值没有显著差异($P > 0.05$),随着米糠贮藏时间的延长,米糠毛油碘值和皂化值的变化无规律。这表明,米糠贮藏过程中米糠毛油中亚麻酸的变化并没有对其碘值和皂化值有较大影响。

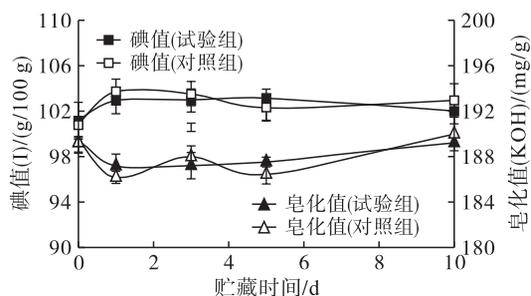


图3 不同贮藏时间米糠挤压稳定化处理对米糠毛油碘值和皂化值的影响

2.5 挤压稳定化处理对不同贮藏时间米糠制备米糠毛油磷脂含量的影响(见图4)

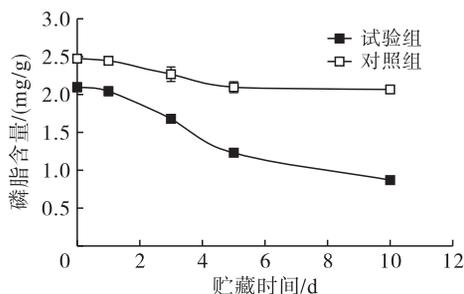


图4 不同贮藏时间米糠挤压稳定化处理对米糠毛油磷脂含量的影响

米糠油中的胶质杂质以磷脂为主,米糠毛油中的磷脂含量太高,将影响油脂精炼的脱色、脱臭等工序,进而影响食用油产品的品质。由图4可知,随着新鲜米糠贮藏时间的延长,稳定化与未稳定化制备米糠毛油的磷脂含量逐渐下降,稳定化处理制备米糠毛油的磷脂含量由米糠贮藏初期的2.10 mg/g降低到米糠贮藏10 d时的0.88 mg/g,未稳定化处理制备米糠毛油的磷脂含量由米糠贮藏初期的2.48 mg/g降低到米糠贮藏10 d时的2.07 mg/g。此外,稳定化处理制备的米糠毛油磷脂含量比未稳定化处理的低,且两者相差的幅度随着米糠贮藏时间的延长而增大。米糠贮藏过程中磷脂含量的急剧下降可能是在米糠内源脂肪氧合酶作用下,米糠脂质首先发生水解和氧化,进一步导致蛋白质氧化聚集,进而促使磷脂与蛋白质、多糖等结合,导致部分磷脂不易浸出^[8,12]。稳定化处理比未稳定化处理的米糠毛油磷脂含量低很多,可能是由于磷脂在挤压膨化过程中容易发生热聚焦化,转化为棕褐色的物质,同时也会与油脂中残存的糖类、蛋白质等形成有色复合物^[13]。

2.6 挤压稳定化处理对不同贮藏时间米糠制备米糠毛油谷维素含量的影响(见图5)

谷维素作为一种生理活性成分,存在于多种植物油中,尤其在米糠毛油中的含量最高,达到0.9%~2.9%^[14]。由图5可知,随着米糠贮藏时间的延长,

稳定化与未稳定化处理制备的米糠毛油的谷维素含量都呈现逐渐下降的趋势,在米糠贮藏1 d时下降最明显。在相同米糠贮藏时间,米糠稳定化处理制备的米糠毛油的谷维素含量显著高于未稳定化处理制备的米糠毛油($P < 0.05$),刘玉兰等^[7]也发现,挤压膨化米糠的谷维素含量比未挤压膨化的高。

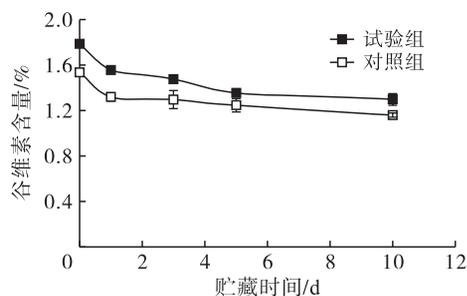


图5 不同贮藏时间米糠挤压稳定化处理对米糠毛油谷维素含量的影响

3 结论

本文以贮藏了不同时间的米糠为原料,研究对比未采用挤压稳定化处理和采用挤压稳定化处理对米糠毛油品质的影响。结果显示,对于贮藏相同时间已经发生一定酸败程度的米糠,相比未采用稳定化挤压处理米糠制备的米糠毛油,采用挤压稳定化处理会增加米糠毛油的酸值和过氧化值;随着米糠贮藏时间的延长,米糠挤压稳定化处理与未稳定化处理制备的米糠毛油酸值和过氧化值相差幅度增大。米糠挤压稳定化处理对米糠毛油的脂肪酸组成影响较小,仅亚麻酸含量显著下降,对碘值和皂化值没有显著影响。米糠挤压稳定化处理可以显著降低米糠毛油中的磷脂含量、水分及挥发物,且随着米糠贮藏时间的延长,米糠挤压稳定化处理与未稳定化处理的米糠毛油磷脂含量相差幅度越大。米糠挤压稳定化处理还可显著提高米糠毛油中的谷维素含量。这表明,米糠挤压稳定化处理对于以不同贮藏时间米糠为原料制取米糠油产品,可能会加大脱酸难度,但可能会降低脱胶成本,而且可以适当提高谷维素等生理活性成分的保留率。

参考文献:

- [1] GUL K, YOUSUF B, SINGH A K, et al. Rice bran: nutritional values and its emerging potential for development of functional food - a review [J]. Bioact Carbohydr Diet Fibre, 2015, 6(1): 24-30.
- [2] LIANG Y, GAO Y, LIN Q L, et al. A review of the research progress on the bioactive ingredients and physiological activities of rice bran oil [J]. Eur Food Res Technol, 2014, 238(2): 169-176.

含量分别是冷榨工艺的4.76、2.08、2.99、1.17倍。

(3)4种原料制得的8种油脂中生育酚组分和含量有差异,其中冷榨工艺中花生油、油茶籽油、芝麻油、菜籽油的生育酚含量分别是热榨工艺中生育酚含量的1.19、1.17、1.12、1.07倍。

(4)同一原料热榨工艺制取油脂中的甾醇含量均低于冷榨工艺中的甾醇含量,其中冷榨工艺中芝麻油、花生油、油茶籽油、菜籽油中甾醇含量分别是热榨工艺的1.21、1.29、1.27、1.20倍。

参考文献:

[1] 刘慧坤, 孙文广, 陈炳卿. 生育三烯酚抗肿瘤作用研究进展[J]. 毒理学杂志, 2008, 22(5):392-394.

[2] WADA S, SATOMI Y, MURAKOSHI M, et al. Tumor suppressive effects of tocotrienol in vivo and in vitro [J]. *Cancer Lett*, 2005, 229(2):181-191.

[3] 刘玉兰, 王莹辉, 张振山, 等. 4种油脂煎炸过程中维生素E组分含量变化的研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(12):48-52.

[4] LENONARDIS D A, MACCIOLA V, ROCCO D A. Oxidative stabilization of cold - pressed sunflower oil using phenolic compounds of the same seeds[J]. *J Sci Food Agric*, 2003, 83(6):523-528.

[5] VUORELA S, MEYER A S, HEINONEN M. Impact of isolation method on the antioxidant activity of rapeseed meal

phenolics [J]. *J Agric Food Chem*, 2004, 52(26):8202-8207.

[6] 王素君, 李培武, 张良晓, 等. 超声波辅助提取植物油中甾醇和生育酚[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(3):373-378.

[7] RAICHT R F, COHEN B I, FAZZINI E P, et al. Protective effect of plant sterols against chemically induced colon tumors in rats[J]. *Cancer Res*, 1980, 40(2):403-405.

[8] 赵瑞, 郑阳, 张武平, 等. 冷榨法制取葡萄籽油的最好工艺条件研究[J]. 北京农学院学报, 2009, 24(3):59-62.

[9] 黄丽, 於洪建, 吴巍, 等. 枸杞多酚提取物中总多酚的测定[J]. 药物评价研究, 2012, 35(4):273-275.

[10] 刘玉兰, 彭团儿, 马宇翔. 米糠油及其脱臭馏出物中生育酚和生育三烯酚的分析检测[J]. 中国油脂, 2010, 35(3):70-74.

[11] 陈兴誉. 油茶籽油三种不同制油方法比较研究[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学, 2011.

[12] 李志晓, 金青哲, 叶小飞, 等. 制油工艺对油茶籽油品质的影响[J]. 中国油脂, 2015, 40(4):47-51.

[13] 谷克仁, 梁少华. 植物油料资源综合利用[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2001.

[14] 郭锐, 庞敏, 操丽丽, 等. 甾醇在油炸过程中迁移规律的研究[J]. 农产品加工, 2017(6):1-5.

(上接第10页)

[3] 付旭恒, 吴伟, 吴晓娟. 米糠贮藏时间对米糠可溶性膳食纤维抗氧化性质的影响[J]. 中国油脂, 2017, 42(8):32-36.

[4] KIM S M, CHUNG H J, LIM S T. Effect of various heat treatments on rancidity and some bioactive compounds of rice bran[J]. *J Cereal Sci*, 2014, 60(1):243-248.

[5] 高洋, 肖志刚, 刘海飞, 等. 全脂米糠过氧化物酶挤压钝化参数研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(6):79-86.

[6] 赵勇, 万辉, 郭善辉. 对米糠油国标酸值等几个指标的探讨[J]. 粮食与食品工业, 2011, 18(3):51-54.

[7] 刘玉兰, 郑来宁, 王动民, 等. 米糠挤压膨化对其毛油品质及脱色效果的影响[J]. 粮食与油脂, 2015, 28(8):45-49.

[8] 吴伟, 吴晓娟, 蔡勇建, 等. 米糠贮藏期间米糠球蛋白的结构变化[J]. 食品科学, 2017, 38(1):252-257.

[9] 范国欣, 孙晓薇, 潘希荣. 米糠油中谷维生素含量的测定[J]. 粮油食品科技, 2010, 18(1):20-21.

[10] 林丹, 吴雪辉, 杨公明. 米糠油氧化稳定性研究及货架期预测[J]. 现代食品科技, 2012, 28(10):1323-1326.

[11] LOYPIMAI P, MOONGNGRAM A, CHOTTANOM P. Impact of stabilization and extraction methods on chemical quality and bioactive compounds of rice bran oil [J]. *Emir J Food Agric*, 2015, 27(11):849-856.

[12] 李俊杰, 李珂, 莫玉花, 等. 米糠油酸法脱胶工艺及对 γ -谷维生素、 β -谷甾醇损失的影响研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(4):16-31.

[13] 陆介安. 色拉油磷含量对其品质的影响[J]. 中国油脂, 2004, 29(2):19-20.

[14] PATEL M, NAIK S N. *Gamma - oryzanol from rice bran oil—a review* [J]. *J Sci Ind Res*, 2004, 63(7):569-578.