

精炼工艺对可可脂品质的影响

白雪, 刘元法, 胥多, 孟宗

(江南大学食品学院, 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏无锡214122)

摘要:为探究精炼工艺对可可脂品质的影响,对可可脂毛油进行脱胶、脱酸和脱色,分析精炼过程中可可脂理化指标、微量成分的变化情况。结果表明:可可脂精炼后,酸价下降,过氧化值升高,色泽变浅、透明度升高,微量成分生育酚(288.15~155.75 mg/kg)、植物甾醇(3 621.82~2 551.01 mg/kg)、总酚(216.76~106.41 mg/kg)、可可碱(130.89~78.67 mg/kg)和咖啡因(311.77~202.31 mg/kg)的含量均显著降低;在15~30℃,精炼油固体脂肪含量(92.75%~18.17%)高于毛油(86.27%~3.73%),此外,精炼油的熔化焓值(84.79 J/g)和结晶焓值(64.18 J/g)均高于毛油的熔化焓值(78.45 J/g)和结晶焓值(59.63 J/g),说明可可脂精炼油比毛油具有更高的热稳定性。因此,精炼工艺能够显著影响可可脂的品质,要重视适度加工在今后的应用。

关键词:可可脂;精炼工艺;理化指标;微量成分;品质

中图分类号:TS225.6;TS224.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2020)07-0022-06

Effect of refining process on the quality of cocoa butter

BAI Xue, LIU Yuanfa, XU Duo, MENG Zong

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

Abstract: In order to explore the effect of refining process on the quality of cocoa butter (CB), the degumming, neutralization and bleaching of crude oil were carried out, and the changes of physicochemical indexes and trace elements of CB during refining were analyzed. The results showed that after refining, the acid value decreased, peroxide value increased, color became lighter, transparency increased, and the contents of tocopherols (288.15–155.75 mg/kg), phytosterol (3 621.82–2 551.01 mg/kg), total phenol (216.76–106.41 mg/kg), theobromine (130.89–78.67 mg/kg) and caffeine (311.77–202.31 mg/kg) significantly reduced. At 15–30℃, the solid fat content of the refined oil (92.75%–18.17%) was higher than that of the crude oil (86.27%–3.73%), in addition, the melting enthalpy (84.79 J/g) and crystallization enthalpy (64.18 J/g) of the refined oil were also higher than that of the crude oil with the melting enthalpy (78.45 J/g) and crystallization enthalpy (59.63 J/g), which meant that the refined oil had higher thermal stability than crude oil. In conclusion, the refining process could significantly affect the quality of CB, and it was important to pay attention to the application of moderate processing in the future.

Key words: cocoa butter; refining process; physicochemical index; trace element; quality

天然可可脂(Cocoa Butter, CB)是由可可豆经过

压榨得到的淡黄色油脂^[1],主要甘油三酯为POP、POS和SOS,主要脂肪酸为棕榈酸、硬脂酸和油酸^[2]。可可脂具有可可芳香气味,是巧克力及糖果制品的基料油脂^[3]。头榨毛油中含有过多的水分、磷脂和游离脂肪酸等杂质,碱炼时磷脂会过度乳化,油、皂不能很好地分离,过多的游离脂肪酸(FFA)会加速油脂氧化酸败,不良色素使可可脂颜色加深,甚至发黑。因此,为了除去杂质获得高品质的油品,通

收稿日期:2019-09-22;修回日期:2020-03-06

基金项目:国家自然科学基金项目(31972112, 31471678)

作者简介:白雪(1994),女,在读硕士,主要从事油脂加工与开发的研究工作(E-mail)17851308009@163.com。

通信作者:孟宗,教授,博士(E-mail)mengzong@jiangnan.edu.cn。

常会对可可脂进行精炼,而传统的物理精炼方式不能很好地改善油脂色泽,得到的可可脂颜色暗黄,对于制作白巧克力以及高档化妆品等特殊用途的产品受限。

随着人们健康意识的增强,油脂营养也受到大众的高度关注,精炼过程中油脂有益成分减少^[4]。Jose等^[5]研究了SiO₂脱胶和填料塔汽提对可可脂中游离脂肪酸、生物碱和咖啡因等物质含量的影响,Clereq等^[6]探讨了精炼可可脂对牛奶巧克力品质的影响,但这些研究均缺少对每步精炼工序中可可脂微量物质变化趋势的研究。本研究以可可脂毛油为原料,分析了脱胶、脱酸和脱色工序对其理化指标、微量成分以及物性的影响,通过掌握精炼过程中可可脂品质的变化规律,以期为可可脂精炼及加工优化提供数据参考和理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原料与试剂

可可脂毛油,江苏无锡太湖可可食品有限公司提供。冰乙酸、三氯甲烷、碘化钾、硫代硫酸钠、无水硫酸钠、无水乙醇、可溶性淀粉、重铬酸钾、无水乙醚、95%乙醇、酚酞、氢氧化钠、氢氧化钾、无水甲醇、乙酸乙酯、正己烷等,分析纯,购于J&K公司;HPLC级正己烷,HPLC级甲醇,福林酚试剂, α -、 β -、 γ -、 δ -生育酚混标(纯度>95%),硅烷化试剂BSTFA-TMCS(99:1),均购于Sigma公司;去离子水,实验室自制。

1.1.2 仪器与设备

RW-20 电动搅拌器,德国 IKA 公司;HH-4 数显恒温水浴锅;Agilent 7820 气相色谱仪;1525 高效液相色谱仪(紫外检测器)、2424 高效液相色谱仪(蒸发光散射检测器),美国 Waters 公司;UltraScan Pro1166 高精度分光测色仪,美国 Hunterlab 公司;Q2000 DSC,美国 TA 公司;AM4000 MQC 核磁共振仪;TGL-16G 型台式离心机;UVmini-1240 紫外可见分光光度计,日本岛津公司。

1.2 试验方法

1.2.1 可可脂毛油精炼

同一批次脱胶油、脱酸油和脱色油在实验室依次经过以下步骤获得:于烧杯中称取 500 g 可可脂毛油,置于水浴锅中,不断搅拌待温度升至 65℃,称取油质量 10% 的 65℃ 左右的热 水,滴撒到油中,转速 80 r/min 均匀搅拌 25~30 min,待油水层分离,获得脱胶油;将脱胶油再升温至 65℃,缓慢滴加 9 mL、8.07% 的碱液,转速 80 r/min 均匀搅拌 25~30

min,待油皂离析时,降低搅拌速度,10 min 后停止搅拌,分离皂脚,水洗上层清油 3 次,获得脱酸油;将脱酸油加热至 80℃,缓慢加入 1% 的活性白土,转速 100 r/min 搅拌 25~30 min,停止搅拌后,通过真空抽滤去除白土,获得脱色油。

1.2.2 基本理化指标测定

酸价参考 GB 5009.229—2016 测定;过氧化值参考 GB 5009.227—2016 测定;碘值参考 GB/T 5532—2008 测定;水分及挥发物参考 GB 5009.236—2016 测定;滑动熔点参考 GB/T 24892—2010 测定;色泽采用 UltraScan Pro1166 分光测色仪进行测定,测定前,将仪器设置成反射模式,先后分别使用黑板和白板完成校准后,将样品装入自封袋内,置于测试处,点击开始,仪器自动读取样品的亮度值(L^*)、红/绿值(a^*)、黄/蓝值(b^*)。

1.2.3 脂肪酸组成分析

采用气相色谱法分析油样脂肪酸组成。油样的前处理参照 Bilusic 等^[7]的方法。

气相色谱条件:TR-FAME 柱(60 m×0.25 mm,0.25 μ m),FID 检测器;进样量 1 μ L;分流比 100:1;升温程序为 0~3 min、130℃,3~17 min、130~200℃(5℃/min),17~27 min、200℃,27~37 min、200~220℃(2℃/min)。

1.2.4 甘油三酯组成分析

采用液相色谱法分析油样甘油三酯组成。油样的前处理参照 Segall 等^[2]的方法并稍作改动。

液相色谱条件:Waters Nonpark C18 柱(4.6 mm×150 mm,4 μ m);流动相 A 为乙腈,流动相 B 为异丙醇-正己烷(体积比 1:1);洗脱程序为 0~40 min、60% A,40~45 min、55% A,45~85 min、55% A,85~90 min、60% A;蒸发光检测器温度 45℃;气体流量 1.8 L/min;增益为 1;进样量 10 μ L;流速 0.5 mL/min。

1.2.5 生育酚的测定

参考 Orace 等^[8]的方法进行测定。

1.2.6 植物甾醇的测定

参考 Roiaini 等^[9]的方法进行测定。

1.2.7 总酚(TPC)的测定

参照 Herchi 等^[10]的方法进行测定。

1.2.8 可可碱与咖啡因的测定

参考 Jose^[5]、Vanja^[11] 等的方法并稍作修改。取 1.0 g 油样于 10 mL 离心管中,加入 5 mL 90% 的甲醇,超声溶解 15 min,4 500 r/min 离心 10 min,取上层提取液,过 0.22 μ m 有机滤膜,打入棕色进样瓶,待测。

HPLC 条件:反相柱(250 mm × 4 mm, 5 μm);流动相 A 为 0.1% 乙酸水溶液,流动相 B 为乙腈;流速 1 mL/min;柱温 30 °C;检测波长 278 nm;进样量 10 μL;洗脱程序为 0 min、97% A, 0 ~ 13 min、91% A, 13 ~ 18 min、89% A, 18 ~ 25 min、82% A, 25 ~ 45 min、70% A, 45 ~ 50 min、97% A。

配制质量浓度分别为 10、30、50、80、120 μg/mL 可可碱标准品的甲醇溶液,质量浓度分别为 20、40、80、100、200 μg/mL 咖啡因标准品的甲醇溶液进样,以质量浓度与峰面积绘制标准曲线。采用外标法测定油样可可碱与咖啡因的含量。

1.2.9 物性分析

1.2.9.1 固体脂肪含量的测定

采用 AM4000 MQC 核磁共振仪进行测定。将可可脂在 80 °C 水浴中完全熔化,消除可可脂结晶记忆;以最快的速度将油样装入核磁管中(高度 3.0 ~ 4.0 cm),依次转移至 0 °C 水浴(90 ± 2) min、26 °C 水浴(40 ± 0.5) h、0 °C 水浴(90 ± 2) min,每 5 °C 作为一个测试温度梯度,稳定后的油样在 0 ~ 35 °C 测定不同温度下的固体脂肪含量。

1.2.9.2 熔化-结晶行为的测定

采用差式扫描量热仪(DSC)进行测定。向铝盒中称取油样 4 ~ 8 mg,按如下控温程序测定:从 30 °C 快速升温至 50 °C,再以 10 °C/min 降温至 -30 °C,并保持 5 min,最后以 5 °C/min 升温至 50 °C,并保持 5 min。

1.2.10 数据处理

以上所有试验均重复 3 次,结果以“平均值 ± 相对标准偏差”表示,采用 Origin 9.0 作图和 SPSS 软件进行数据处理和差异性分析,差异在 $P < 0.05$ 时被认为具有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 可可脂毛油的理化指标和组成(见表 1 ~ 表 3)

表 1 可可脂毛油的理化指标

项目	测定结果
酸价(KOH)/(mg/g)	3.23 ± 0.07
碘值(I)/(g/100 g)	34.41 ± 0.84
过氧化值/(mmol/kg)	0.31 ± 0.01
水分及挥发物/%	0.13 ± 0.01
滑动熔点/°C	30.4 ± 0.15

由表 1 可知,可可脂毛油的理化指标均符合国标对于毛油的限定范围,要获得高品质的可可脂,还需进一步精炼。水化脱胶可除去油中的胶溶性杂质,高温水化在一定程度上会影响可可脂的品质,低

温水化操作时间长,油脚中含油量高,处理烦琐,故本试验采用 65 °C 中温水化脱胶。根据预试验结果,在 65 °C 脱酸和 80 °C 活性白土脱色效果最好,脱胶、脱酸和脱色时间均在 25 ~ 30 min 最佳。

表 2 可可脂毛油的脂肪酸组成 %

脂肪酸	含量	脂肪酸	含量
C16:0	26.10 ± 0.00	C20:0	1.01 ± 0.00
C18:0	35.45 ± 0.02	SFA	62.57 ± 0.02
C18:1	32.77 ± 0.04	UFA	35.85 ± 0.04
C18:2	2.93 ± 0.01	PUFA	3.08 ± 0.03
C18:3	0.15 ± 0.00		

由表 2 可知,可可脂毛油中主要脂肪酸为 C16:0 (26.10%)、C18:0 (35.45%)、C18:1 (32.77%),其中饱和脂肪酸含量远高于不饱和脂肪酸。

表 3 可可脂毛油的甘油三酯组成 %

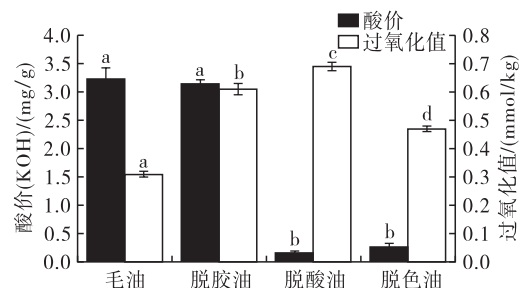
甘油三酯	含量	甘油三酯	含量
PLO	1.31 ± 0.06	POS	40.68 ± 0.16
LOO	0.31 ± 0.06	SOO	7.22 ± 0.06
POP	16.23 ± 0.35	SOS	26.42 ± 0.66
POO	2.35 ± 0.04	SOA	3.23 ± 0.18
OOO	1.15 ± 0.13		

注:P. 棕榈酸;S. 硬脂酸;O. 油酸;L. 亚油酸;A. 花生酸。

由表 3 可知,可可脂毛油主要甘油三酯为 POP (16.23%)、POS (40.68%)、SOS (26.42%),三者之和大于甘油三酯总量的 80%,这与孙晓洋等^[12]的研究结果一致。

2.2 精炼工序对可可脂理化指标的影响

2.2.1 精炼工序对可可脂酸价和过氧化值的影响(见图 1)



注:不同字母表示有显著性差异($P < 0.05$),下同。

图 1 精炼过程中酸价和过氧化值的变化

由图 1 可知,精炼过程中,可可脂的酸价(KOH)从 3.23 mg/g 显著下降到 0.27 mg/g ($P < 0.05$),其中,碱炼后酸价(0.16 mg/g)下降幅度最大。但脱色油的酸价(0.27 mg/g)略微上升,这可能是由于活性白土带入少量的有机酸进入油中,与此同时,活性白土还能吸附中和阶段产生的皂化物中的 Na^+ ,导致 FFA 的产生^[13]。

精炼过程中,可可脂的过氧化值从0.31 mmol/kg显著上升到0.47 mmol/kg ($P < 0.05$),这是由于精炼过程中的高温、酸碱条件使得油脂的氧化程度升高。脱色油的过氧化值(0.47 mmol/kg)较脱酸油的(0.69 mmol/kg)低,可能是由于活性白土对油脂过氧化物的吸附作用^[13]所致。

2.2.2 精炼工序对可可脂色泽的影响(见表4)

表4 精炼过程中可可脂色泽的变化

色泽	精炼前	精炼后
L^*	76.62 ± 0.23a	82.64 ± 0.19b
a^*	1.38 ± 0.02a	-0.36 ± 0.01b
b^*	22.64 ± 0.01a	15.59 ± 0.09b

由表4可知,精炼过程中,可可脂亮度(L^*)从76.62增加到82.64,红色度(a^*)从1.38减少到-0.36,黄色度(b^*)从22.64减少到15.59。毛油的色泽暗沉,亮度不高,偏红、偏黄;而脱色油亮度、透明度高,红色度和黄色度较浅。

2.3 精炼工序对可可脂微量成分的影响

2.3.1 精炼工序对可可脂生育酚含量的影响(见表5)

表5 精炼过程中可可脂生育酚含量的变化 mg/kg

样品	α -生育酚	γ -生育酚	δ -生育酚
毛油	34.40 ± 0.99a	245.90 ± 4.10a	7.85 ± 0.04a
脱胶油	26.00 ± 2.92b	242.96 ± 7.15a	4.27 ± 0.45b
脱酸油	21.83 ± 1.48c	196.30 ± 0.68b	2.20 ± 0.00c
脱色油	19.78 ± 0.98d	134.74 ± 2.34c	1.23 ± 0.05d

由表5可知,可可脂中主要生育酚为 γ -生育酚,其次是 α -生育酚和 δ -生育酚。在精炼过程中,可可脂的生育酚单体和总生育酚含量都是显著降低的($P < 0.05$),毛油的生育酚含量最高,为288.15 mg/kg,精炼后降至155.75 mg/kg,其中 α -生育酚从34.40 mg/kg降至19.78 mg/kg, γ -生育酚从245.90 mg/kg降至134.74 mg/kg, δ -生育酚从7.85 mg/kg降至1.23 mg/kg,这可能是精炼工艺的高温、酸碱等条件导致的结果^[14]。水化脱胶过程中,水结合磷脂从油中分离会带走部分生育酚;碱炼阶段,皂脚吸附作用和水洗过程均会造成生育酚的损失;脱色工序中活性白土对生育酚的吸附也会使其含量减少。

2.3.2 精炼工序对可可脂植物甾醇含量的影响(见图2)

由图2可知,可可脂中主要的植物甾醇是 β -谷甾醇,其次是豆甾醇、菜油甾醇。植物甾醇含量在

精炼工序过程中呈现不断下降的趋势,总植物甾醇从毛油的3 621.82 mg/kg降至脱色油的2 551.01 mg/kg,其中碱炼阶段的影响最大,损失率最高,这是由于碱液会中和油脂中的FFA,形成的皂会夹带油脂伴随物从油中一起分离,加上水洗,会使植物甾醇随皂脚流出,同时也会造成中性油的损失。该结果与谢丹^[15]的研究结果基本一致。此外,活性白土的吸附和催化作用也会使植物甾醇含量减少,或者使植物甾醇转化为其他物质。

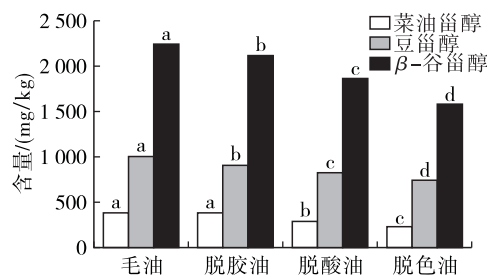


图2 精炼过程中植物甾醇含量的变化

2.3.3 精炼工序对可可脂总酚含量的影响(见图3)

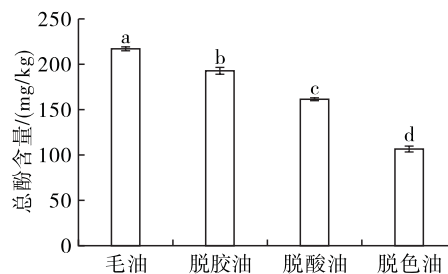


图3 精炼过程中总酚含量的变化

由图3可知,精炼过程中可可脂总酚含量呈显著下降的趋势($P < 0.05$),每个精炼工序对其含量均有显著影响,从毛油的216.76 mg/kg降至脱色油的106.41 mg/kg,其中脱色阶段可可脂中总酚损失最多。这与茶叶籽油在脱酸阶段酚类物质损失最多不一致^[16],可能是油脂品种的差异造成的。

2.3.4 精炼工序对可可脂咖啡因和可可碱含量的影响(见图4)

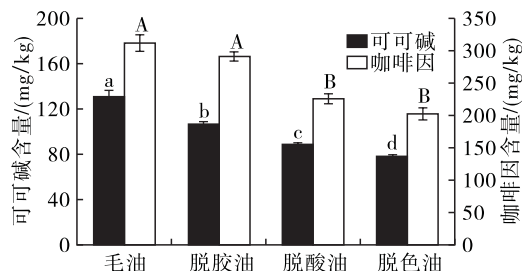


图4 精炼过程中咖啡因和可可碱含量的变化

由图4可知,可可脂的生物碱成分(可可碱和咖啡因)在精炼过程中逐渐减少,其中,可可碱从

130.89 mg/kg 降至 78.67 mg/kg, 咖啡因从 311.77 mg/kg 降至 202.31 mg/kg。每个精炼工序对咖啡因的含量都有显著影响,与毛油相比,脱酸和脱色工序对其可可碱的含量有显著影响($P < 0.05$)。高温和活性白土脱色对生物碱类成分影响很大。Jose 等^[5]报道可可脂在经历高温脱色后可可碱和咖啡因的含量分别下降了 90% 和 95%,这是由于高温以及脱色剂白土活性位点对其催化作用会造成生物碱类物质的分解。

2.4 精炼工序对可可脂物性的影响

2.4.1 精炼工序对可可脂固体脂肪含量的影响 (见图 5)

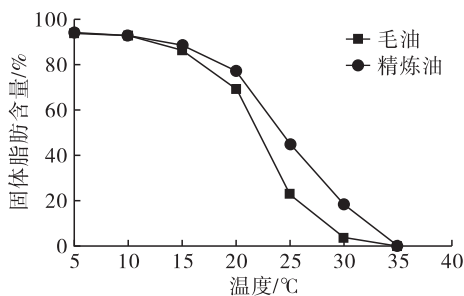


图 5 精炼前后固体脂肪含量的变化

由图 5 可知,可可脂毛油和精炼油的固体脂肪含量曲线较为相似,均在 5 °C 时固体脂肪含量达到 90% 以上,20 ~ 30 °C 时固体脂肪含量分别从 69.6%、77.48% 骤降至 3.73%、18.17%,35 °C 时固体脂肪含量降为 0。在 15 ~ 30 °C 范围内精炼油的固体脂肪含量均高于毛油,所以在此温度范围精炼油表现出较毛油稍高的硬度和热稳定性。

2.4.2 精炼工序对可可脂熔化-结晶行为的影响 (见图 6、表 6 和表 7)

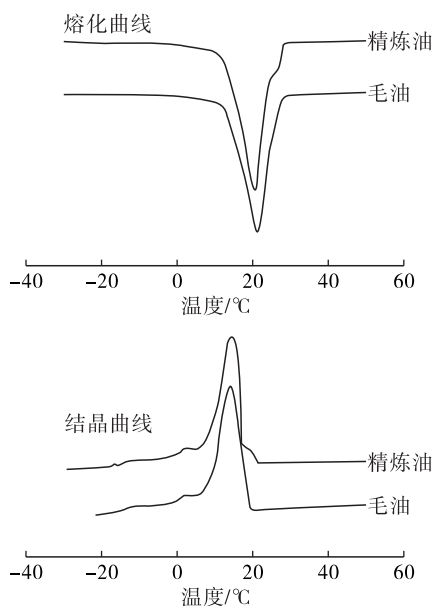


图 6 精炼前后可可脂熔化-结晶行为的变化

表 6 可可脂的熔化参数

油样	初温/°C	最高温/°C	终温/°C	$\Delta H/(J/g)$
毛油	14.30	21.42	28.81	78.45
精炼油	13.43	20.77	29.04	84.79

表 7 可可脂的结晶参数

油样	初温/°C	最高温/°C	终温/°C	$\Delta H/(J/g)$
毛油	4.73	14.34	18.11	59.63
精炼油	4.68	14.62	19.11	64.18

由图 6 可知,可可脂毛油和精炼油的熔化曲线和结晶曲线均为陡峭单峰,峰窄、尖,说明油样组成上的单一性,与表 1 中可可脂甘油三酯的组成结果一致。

由表 6、表 7 可知:可可脂毛油的熔化峰 14.30 ~ 28.81 °C,结晶峰 4.73 ~ 18.11 °C;精炼油的熔化峰 13.43 ~ 29.04 °C,结晶峰 4.68 ~ 19.11 °C;精炼油的熔化峰、结晶峰均较毛油的宽。精炼油的熔化焓值(84.79 J/g)和结晶焓值(64.18 J/g)也都高于毛油的熔化焓值(78.45 J/g)和结晶焓值(59.63 J/g)。一般来说,焓值越高就需要越高的温度来吸收更多的能量。因此,精炼油较毛油的热稳定性稍高。

3 结论

本试验对可可脂毛油进行水化脱胶、碱炼脱酸、白土脱色,精炼之后可可脂酸价下降,过氧化值升高,色泽变浅, L^* 值上升, a^* 、 b^* 值下降,微量成分生育酚、植物甾醇、总酚、可可碱、咖啡因的含量均呈显著下降的趋势($P < 0.05$),相比脱胶阶段,碱炼和脱色对可可脂品质影响较大。此外,精炼还会影响可可脂的固体脂肪含量和热行为,精炼油较毛油表现出稍高的热稳定性。

参考文献:

- [1] 王红, 巢强国, 葛宇. 可可脂及其代用品的特性[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(4): 178-181.
- [2] SEGALL S D, ARTZ W E, RASLAN D S, et al. Analysis of triacylglycerol isomers in Malaysian cocoa butter using HPLC - mass spectrometry[J]. Food Res Int, 2005, 38(2): 167-174.
- [3] AKANDA M J H, SARKER M Z I, NORULAINI N, et al. Optimization of supercritical carbon dioxide extraction parameters of cocoa butter analogy fat from mango seed kernel oil using response surface methodology[J]. J Food Sci Technol, 2015, 52(1): 319-326.
- [4] 薛菁, 张海生, 薛婉瑞. 精炼对苦杏仁油品质及其氧化稳定性的影响[J]. 中国油脂, 2019, 44(4): 13-16.
- [5] JOSE V A, CALLIAUW G, FOUBERT I, et al. Impacts of bleaching and packed column steam refining on cocoa butter properties[J]. J Am Oil Chem Soc, 2007, 84(11): 1069-1077.

(下转第 34 页)

加量、酶解时间各因素的二次项对提取率影响均在极显著水平。

通过对模型方程求解得出提取奇亚籽油的最佳工艺条件为液料比 8.47:1、酶添加量 5.17%、酶解时间 2.16 h,在此条件下奇亚籽油提取率为 89.65%。为了进一步验证模型的可靠性,对最佳条件进行 3 次平行实验验证,得出奇亚籽油平均提取率为 89.53%,与预测值接近,说明回归模型与实际情况拟合较好。

3 结论

以奇亚籽作为原料,采用水酶法提取奇亚籽油。通过单因素实验和响应面实验确定了奇亚籽油的最佳提取工艺条件为:碱性蛋白酶作为酶解用酶,酶解温度 45℃,pH 10,液料比 8.47:1,酶添加量 5.17%,酶解时间 2.16 h。在最佳条件下,奇亚籽油提取率为 89.53%。

参考文献:

[1] 常馨月,陈程莉,龚娣.奇亚籽油的研究进展[J].中国油脂,2020,45(2):111-116.
 [2] 李燕杰,孙婷婷,甄成,等.奇雅子油的理化性质及脂肪酸组成分析[J].中国油脂,2016,41(8):96-97.
 [3] GAZEM R A A, CHANDRASHEKARIAH S A. Pharmacological properties of *Salvia hispanica* (Chia) seeds: a review[J]. J Crit Rev, 2016, 3: 63-67.
 [4] 荣旭,陶宁萍,李玉琪,等.奇亚籽营养成分分析与评价[J].中国油脂,2015,40(9):89-93.
 [5] 王志强,罗锦霞,张方圆,等.奇亚籽含油量及其脂肪酸组成分析[J].广州化工,2018,46(6):71-72.

(上接第 26 页)

[6] CLERCQ N D, MOENS K, FREDERIC D, et al. Influence of cocoa butter refining on the quality of milk chocolate[J]. J Food Eng, 2012, 111(2): 412-419.
 [7] BILUSIC T, ZANETI M, LJUBENKOV I, et al. Molecular characterization of Dalmatian cultivars and the influence of the olive fruit harvest period on chemical profile, sensory characteristics and oil oxidative stability [J]. Eur Food Res Technol, 2017, 244(2): 281-289.
 [8] ORACE J, NEBESNY E, ZYZELEWICZ D. Effect of roasting conditions on the fat, tocopherol, and phytosterol content and antioxidant capacity of the lipid fraction from cocoa beans of different *Theobroma cacao* L. cultivars[J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2014, 116(8): 328-343.
 [9] ROIAINI M, SEYED H M, JINAP S. Effect of extraction methods on yield, oxidative value, phytosterols and antioxidant content of cocoa butter[J]. Food Res Int, 2016, 23(1): 47-54.
 [10] HERCHI W, SAWALHA S. Determination of phenolic

[6] 姚宏燕,罗文涛,杨成,等.奇亚籽油的品质特性及提取工艺研究进展[J].中国油脂,2019,44(4):46-49.
 [7] 岳昊,徐志祥,刘翠平,等.奇亚籽油的健康功效[J].中国油脂,2018,43(7):124-128.
 [8] IMRAN M, NADEEM M, MANZOOR M F, et al. Fatty acids characterization, oxidative perspectives and consumer acceptability of oil extracted from pre-treated chia (*Salvia hispanica* L.) seeds[J/OL]. Lipids Health Dis, 2016, 15(1): 162 [2019-11-06]. <https://doi.org/10.1186/S12944-016-0329-X>.
 [9] IXTAINA V Y, MARCELA L, NOLASCO S M, et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction[J]. J Food Comp Anal, 2011, 24(2): 166-174.
 [10] IXTAINA V Y, VEGA A, NOLASCO S M, et al. Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): characterization and process optimization[J]. J Supercrit Fluids, 2010, 55(1): 192-199.
 [11] GUINDANI C, PODEST R, BLOCK J M, et al. Valorization of chia (*Salvia hispanica*) seed cake by means of supercritical fluid extraction[J]. J Supercrit Fluids, 2016, 112: 67-75.
 [12] 岳金霞,彭丹,徐晓辉.响应面法优化微波辅助提取奇亚籽油工艺[J].河南工业大学学报(自然科学版),2018,39(2):72-77.
 [13] 刘倩茹,赵光远,王瑛瑶,等.水酶法提取油茶籽油的工艺研究[J].中国粮油学报,2011,26(8):36-40.
 [14] 荣辉,吴兵兵,杨贤庆,等.响应面优化水酶法提取裂壶藻油的工艺[J].中国油脂,2018,43(2):98-103.
 and other polar compounds in flaxseed oil using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry[J]. Food Chem, 2011, 126(1): 332-338.
 [11] VANJA T, IVANA R R, ZORAN T, et al. Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia[J]. J Food Compos Anal, 2015, 41:137-143.
 [12] 孙晓洋,毕艳兰,杨国龙.代可可脂、类可可脂、天然可可脂的组成及性质分析[J].中国油脂,2007,32(10):38-42.
 [13] 邓龙,邓泽元,胡蒋宁,等.油茶籽油加工过程中理化性质和营养品质的变化[J].食品科学,2015,36(23):111-115.
 [14] 程敏,塔巍,刘睿杰,等.精炼工艺对椰子油品质的影响[J].中国油脂,2018,43(7):1-5.
 [15] 谢丹.精炼及储藏对菜籽油品质的影响[D].江苏无锡:江南大学,2012.
 [16] 常明,朱晋萱,刘睿杰,等.油脂精炼对茶叶籽油品质变化的影响[J].中国油脂,2014,39(6):31-34.