

大豆油活性白土脱色影响因素

陈焱¹, 尤梦圆¹, 翟孟婷¹, 孙承国², 王鹏³, 彭许云¹,
王翔宇¹, 王满意¹, 肖建安³, 王风艳¹

(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. 中粮油脂专业化公司研发中心, 天津 300452; 3. 中粮油脂专业化公司生产部, 北京 100020)

摘要:研究了大豆油脱色工艺中脱色温度、脱色时间及活性白土添加量对脱色效果的影响, 并分析了活性白土水分含量、比表面积对其吸附效果的影响。结果表明:以精炼小包装巴西一级大豆油为例, 实验室最佳脱色工艺条件为脱色时间 30 min、脱色温度 120 °C、活性白土添加量 0.9%、活性白土水分含量 8%、活性白土比表面积 180 m²/g; 在最佳脱色条件下, 脱色油吸光度为 0.60, 脱色油品质较好, 进一步降低了脱臭能耗。

关键词:大豆油; 活性白土; 脱色; 影响因素

中图分类号: TS225.1; TS224.6 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)07-0023-04

Factors affecting bleaching of soybean oil by activated clay

CHEN Yan¹, YOU Mengyuan¹, ZHAI Mengting¹, SUN Chengguo², WANG Peng³,
PENG Xuyun¹, WANG Xiangyu¹, WANG Manyi¹, XIAO Jian'an³, 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. R&D Center, COFCO Oils and Fats Specialized Company, Tianjin 300452, China; 3. Production Management Department, COFCO Oils and Fats Specialized Company, Beijing 100020, China)

Abstract: The effects of bleaching temperature, bleaching time and dosage of activated clay on the bleaching effect of soybean oil were studied, and the effects of water content and specific surface area of activated clay on its adsorption effect were analyzed. The results showed that with small package Brazilian first grade soybean oil as an example, under the laboratory bleaching process conditions of activated clay 30 min, bleaching temperature 120 °C, dosage of activated clay 0.9%, water content of activated clay 8% and its specific surface area 180 m²/g, the absorbance of the bleached oil was 0.60, and its quality was better, which was conducive to further reduce the energy consumption of deodorization.

Key words: soybean oil; activated clay; bleaching; influence factor

食用油脂常规精炼过程包括脱胶、脱酸、脱色、脱臭^[1-3], 其中脱色工段是影响精炼效果的重要工段之一^[4-5]。油脂经过脱胶和脱酸工段后仍含有磷脂、皂类、微量金属、类胡萝卜素、叶黄素、叶绿素等^[6], 棉籽

油中还含有一定量的棉酚, 这些物质的存在影响油脂的品质, 在油脂脱色过程中应予以脱除^[7-8]。

目前, 工业上应用较多的脱色方法是吸附脱色法^[9]。吸附脱色过程中常用的吸附剂有活性白土、凹凸棒土及活性炭等^[10]。其中, 活性白土是一种具有较高活性的吸附剂, 也是目前工业中应用最广的吸附剂^[11], 其对叶绿素及一些胶溶性杂质(如磷脂、蛋白质、黏液物等)的吸附能力很强, 对碱性原子团和极性原子团表现出强的吸附能力。活性白土是一种二维平面层状结构的硅铝酸盐, 分别由四面体和

收稿日期: 2020-09-22; 修回日期: 2021-05-11

基金项目: “十三五”国家重点研发计划资助项目(2016YFD0401405)

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

八面体组成的四面体片(T)和八面体片(O)相间排列而成,因此了解活性白土性质对脱色效果的影响至关重要^[12]。

本文研究了活性白土性质(水分含量和比表面积)和脱色工艺条件对大豆油脱色效果的影响,以期对大豆油脱色工艺中减少吸附剂的用量,降低能耗提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

大豆中和油,中粮粮油工业(巢湖)有限公司;活性白土(脱色率 $\geq 90\%$,活性度 ≥ 100 mmol/kg,游离酸含量 $\leq 0.5\%$,水分含量 $\leq 12.0\%$),乐平洁净有限公司。

UV-2800型紫外可见分光光度计,尤尼科(上海)仪器有限公司;NOVA 4200e全自动比表面积及孔径分布分析仪,安东帕康塔仪器公司;真空泵,德国Vacuubrand公司;磁力搅拌器,德国IKA公司;卡尔费休水分测定仪,瑞士万通有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 活性白土的性质对大豆油脱色效果的影响

1.2.1.1 活性白土水分含量对脱色效果的影响

(1)取5 g活性白土(水分含量7.8%)放入带密封塞的容器中,在高湿环境(饱和氯化钠溶液、饱和氯化钾溶液、饱和硫酸钾溶液)中平衡72 h,在测定活性白土的水分含量,得到高水分含量活性白土样品(水分含量分别为11.7%、14.66%、17%)。

(2)取活性白土,分别在65℃条件下烘干1、2、3 h,105℃条件下烘干1、2、3 h后放置干燥器中平衡至室温,得到低水分含量活性白土样品(水分含量分别为7.80%、5.05%、3.22%、2.34%、0.99%、0.87%)。

分别取大豆中和油100 g(水分含量为0.0807%),加入经过调节水分含量的活性白土作为脱色剂,在同一脱色条件(脱色温度110℃、脱色时间20 min、活性白土添加量0.8%)下进行脱色,考察活性白土水分含量对脱色效果的影响。

1.2.1.2 活性白土比表面积对脱色效果的影响

分别取大豆中和油100 g(水分含量为0.0807%),分别加入不同比表面积(125、131、143、160、181、196 m²/g)的活性白土,在同一脱色条件(脱色温度110℃、脱色时间20 min、活性白土添加量0.8%)下进行脱色,考察活性白土比表面积对脱色效果的影响。

1.2.2 大豆油活性白土脱色工艺

选取比表面积131 m²/g、水分含量7.8%的活

性白土,分别取大豆中和油100 g(水分含量为0.0807%)进行脱色工艺优化实验,考察脱色时间、脱色温度、活性白土添加量对脱色效果的影响。

1.2.3 大豆油脱色效果评价

采用UV-2800型紫外可见分光光度计在475 nm处测定大豆油脱色后的吸光度(A_{475}),以正己烷溶液作为空白,评价大豆油脱色效果。

2 结果与讨论

2.1 活性白土的性质对大豆油脱色效果的影响

2.1.1 活性白土水分含量对脱色效果的影响

按照1.2.1.1方法研究活性白土水分含量对大豆油脱色效果的影响,结果见图1。

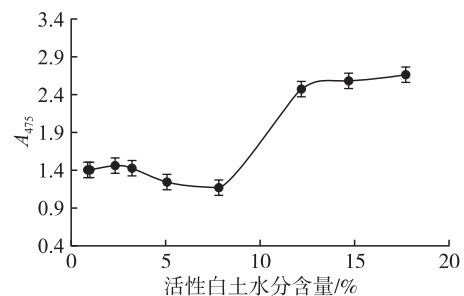


图1 活性白土水分含量对脱色效果的影响

由图1可知,活性白土水分含量对大豆油脱色效果具有显著影响。当活性白土水分含量在7.80%时,脱色油在475 nm处吸光度出现最低值。当活性白土水分含量低于7.80%,随着活性白土水分含量的降低,脱色油在475 nm处吸光度呈现增大趋势,当活性白土水分含量高于7.80%时,随着活性白土水分含量的增大,脱色油在475 nm处吸光度呈现增大趋势。这是由于油脂的吸附脱色过程,就是随着吸附剂自由水分的蒸发,空出的活化表面吸附色素,这就要求吸附剂含有一定量的自由水分^[13]。因此,活性白土水分含量应控制在7.5%~10%为宜。

2.1.2 活性白土比表面积对脱色效果的影响

按照1.2.1.2方法研究活性白土比表面积对大豆油脱色效果的影响,结果见图2。

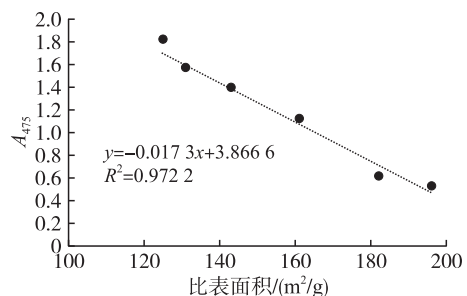


图2 活性白土比表面积对脱色效果的影响

由图2可知,活性白土比表面积与其对大豆中和油的脱色效果呈正相关。经过线性拟合,相关性达到0.972 2。由微观形态结果可知,不同活性白土均一性不同,在均一性相同的情况下,活性白土的比表面积越大,其吸附效果越好,这是由于吸附剂比表面积越大,吸附剂与色素分子接触的可能性越大。活性白土比表面积 $181\text{ m}^2/\text{g}$ 与 $196\text{ m}^2/\text{g}$ 的脱色油吸光度相差不大,因此活性白土比表面积应控制在 $180\sim 200\text{ m}^2/\text{g}$ 。

2.2 大豆油活性白土脱色工艺优化

2.2.1 脱色时间对脱色效果的影响

在脱色温度 $110\text{ }^\circ\text{C}$ 、活性白土添加量 0.8% 条件下,研究脱色时间对大豆油脱色效果的影响,结果见图3。

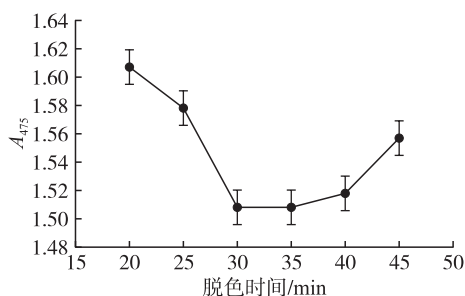


图3 脱色时间对脱色效果的影响

由图3可知,在脱色时间 $20\sim 45\text{ min}$ 范围内,随着脱色时间的延长脱色油吸光度呈现先降低后升高的趋势,即脱色效果呈现先增大后降低的趋势,在脱色时间 30 min 时脱色油吸光度达到最低值。在脱色过程中,色素类分子从大豆油中吸附到达固体吸附剂的表面并处于平衡需要一定时间。由于脱色开始时活性白土表面少量吸附色素或其他杂质,脱色时间超过 30 min 后,随着吸附色素及其他杂质的增加,活性白土表面的空位越来越少,色素分子与活性白土表面空位接触的概率越来越小, 30 min 达到吸附平衡,当脱色时间超过 40 min 时,副反应可能会增加,在活性白土的催化下产生一些新的色素,因而出现吸光度增加的现象^[14-15]。因此,脱色时间应控制在 30 min 左右。

2.2.2 脱色温度对脱色效果的影响

在脱色时间 20 min 、活性白土添加量 0.8% 条件下,研究脱色温度对大豆油脱色效果的影响,结果见图4。

由图4可知,在脱色温度 $100\sim 120\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内,随着脱色温度的升高,脱色油吸光度呈现降低的趋势,脱色温度继续升高时脱色油吸光度呈现缓慢增大趋势,在脱色温度 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 时脱色油吸光度达到最

低值。这可能是因为在一定范围内随着脱色温度的升高,色素等分子的布朗运动速度较快,色素被吸附到活性白土表面的概率增加,然而随着脱色温度的进一步升高,油脂发生氧化的概率增大,脱色油色泽加深,脱色效果降低^[16]。

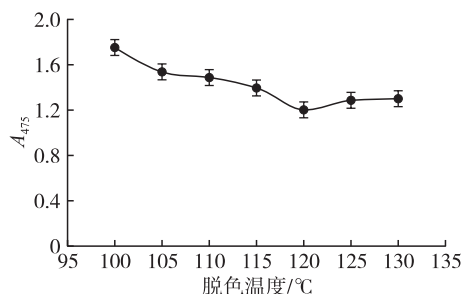


图4 脱色温度对脱色效果的影响

2.2.3 活性白土添加量对脱色效果的影响

在脱色时间 20 min 、脱色温度 $110\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下,研究活性白土添加量对大豆油脱色效果的影响,结果见图5。

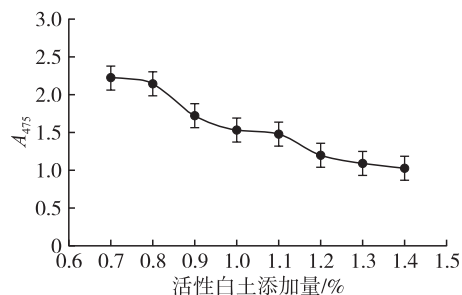


图5 活性白土添加量对脱色效果的影响

由图5可知,随着活性白土添加量的增加,脱色油吸光度呈现降低的趋势。但是活性白土添加量过高,色素被吸附的同时也会造成中性油的损失,造成油得率降低。因此,活性白土添加量控制在 $0.9\%\sim 1.1\%$ 为宜。

在上述实验基础上,以精炼小包装巴西一级大豆油为例,选择大豆中和油最佳脱色工艺条件为脱色时间 30 min 、脱色温度 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 、活性白土添加量 0.9% 、活性白土水分含量 8% 、活性白土比表面积 $180\text{ m}^2/\text{g}$ 。在最佳工艺条件下脱色油吸光度为 0.60 ,脱色油及脱臭油能达到内控指标,活性白土用量降低。

3 结论

本文选用工厂普遍使用的活性白土作为脱色吸附剂对大豆中和油进行脱色实验,以精炼小包装巴西一级大豆油为例,在活性白土水分含量 8% 、活性白土比表面积 $180\text{ m}^2/\text{g}$ 、脱色时间 30 min 、脱色温度 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 、活性白土添加量 0.9% 条件下,脱色油吸光度为 0.60 。活性白土用量降低,小包脱色油品质较好,可进一步降低脱臭的能耗。

参考文献:

- [1] 陈琳, 卢红伶, 胡文君, 等. 茶叶籽油精炼工艺条件对其质量指标的影响[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(12): 74-79.
- [2] 刘元法, 王兴国, 金青哲, 等. 油脂脱色过程中吸附剂对色素及微量成分的影响[J]. 中国油脂, 2005, 30(2): 25-27.
- [3] SILVA S M, SAMPAIO K A, CERIANI R, et al. Adsorption of carotenes and phosphorus from palm oil onto acid activated bleaching earth: equilibrium, kinetics and thermodynamics [J]. J Food Eng, 2013, 118(4):341-349.
- [4] 张振山, 康媛解, 刘玉兰. 植物油脱色技术研究进展[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2018, 39(1): 121-126.
- [5] STRIEDER M M, ENGELMANN J I, POHNDORF R S, et al. The effect of temperature on rice oil bleaching to reduce oxidation and loss in bioactive compounds [J]. Grasas Y Aceites, 2019, 70(1):2871-2878.
- [6] 周灵群. 凹凸棒石脱色行为及其机理[J]. 食品科学, 2019, 40(3):96-102.
- [7] 王剑威. 影响大豆油脂脱色效果技术研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2017.
- [8] 左青, 吕瑞, 徐宏闯, 等. 精炼大豆油返色返酸防止措施[J]. 中国油脂, 2019, 44(5):30-32, 62.
- [9] KING R R, WHARTON F N. Oxidation effects in adsorption bleaching of vegetable oils[J]. J Am Oil Chem Soc, 1949, 26(5):201-207.
- [10] 王琳, 吴时敏. 吸附脱色对食用油脂安全和质量影响[J]. 粮食与油脂, 2011(9):37-40.
- [11] SILVA S M, SAMPAIO K A, CERIANI R, et al. Effect of type of bleaching earth on the final color of refined palm oil[J]. LWT - Food Sci Technol, 2014, 59(2):1258-1264.
- [12] 柴茂. 膨润土的深加工及其应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [13] BASTOS ANDRADE C G, TOFFOLI S M, VALENZUELA DIAZ F R. Adsorption and surface area of modified bentonite used as bleaching clay [C]// TMS Annual Meeting & Exhibition. Cham: Springer, 2018.
- [14] 宋长虹, 朱成志. 油脂脱色加工的探讨[C]//中国粮油学会第五届学术年会论文集. 北京: 中国粮油学会, 2009.
- [15] 钱小君, 蔡新华. 助滤剂在食用油脂脱色工艺中的应用分析[J]. 粮食与食品工业, 2013(3):31-33.
- [16] 武占省. 食用油脂脱色用高效活性白土的研制及其吸附性能研究[D]. 新疆 石河子: 石河子大学, 2006.

(上接第 22 页)

3 结论

通过对不同制油工艺生产的油茶籽油微量营养成分如多酚、维生素 E、植物甾醇、角鲨烯和总黄酮含量, 安全卫生指标过氧化值以及氧化稳定性的研究分析发现, 鲜榨油茶籽油的多酚、维生素 E、植物甾醇、角鲨烯、总黄酮含量均高于其他 3 种工艺(冷榨、热榨和浸出精炼工艺)生产的油茶籽油, 其中角鲨烯和总黄酮含量优势尤其明显; 鲜榨油茶籽油的过氧化值低于其他 3 种工艺生产的油茶籽油, 而氧化稳定性远高于其他 3 种工艺生产的油茶籽油。

参考文献:

- [1] 李志刚, 马力, 陈永忠, 等. 我国油茶籽的综合利用现状概述[J]. 绿色科技, 2018(6):191-194.
- [2] 费学谦. 油茶籽油加工现状、问题及对策分析[J]. 食品工业科技, 2011, 32(10):449-452.
- [3] 杨敏, 周瑞宝, 宋伟. 不同大豆品种提取油脂氧化稳定性研究[J]. 粮食与油脂, 2007(11):21-23.
- [4] 魏征, 郭咪咪, 王雅朦, 等. 油茶籽油多酚化合物研究进展[J]. 食品科学, 2021, 42(3):311-320.
- [5] 谭传波, 田华, 赖琼伟, 等. 不同工艺山茶油生物活性物质含量的比较[J]. 中国油脂, 2018, 43(12): 41-44.
- [6] 王光亚. 保健食品功效成分检测方法[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [7] 李志晓, 金青哲, 叶小飞, 等. 精炼过程中油茶籽油活性成分和抗氧化性的变化[J]. 中国油脂, 2015, 40(8): 1-5.
- [8] 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.
- [9] 赵丹, 汪学德, 张润阳, 等. 制油工艺对油脂品质的影响研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(6): 11-15.
- [10] 张智敏, 吴苏喜, 刘瑞兴, 等. 制油工艺对油茶籽油营养品质的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(11): 268-272.
- [11] 马逸凡, 贾亮, 熊颖, 等. 植物油料热处理影响油脂氧化稳定性机理的研究进展[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(4):181-186.
- [12] 周晴芬, 徐洲, 魏岚, 等. 4 种油茶籽油中多酚类物质的抗氧化活性比较研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(1): 35-38.
- [13] 黄滢璋, 赵雁武, 周振中, 等. 植物甾醇对油脂的抗氧化作用研究[J]. 粮食科技与经济, 2012(3):38-40.
- [14] 纪佳璐, 吴莹, 徐斐然, 等. 马泡瓜籽油理化特性、组成分析及氧化稳定性研究[J]. 食品科学, 2020, 41(21): 15-21.
- [15] 黄健花, 宋志华, 刘慧敏, 等. 植物油的不同组分 DPPH 自由基清除能力及其与微量有益成分含量的相关性[J]. 中国油脂, 2017, 42(2): 67-70, 93.
- [16] 王苗苗, 刘宗浩, 张永, 等. 2 种新疆沙棘中黄酮、多酚及其抗氧化活性分析[J]. 食品工业科技, 2020, 41(18):51-57.