

### 3种脱色剂应用于大豆油脱色的效果

王宏平,孙日飞,何立军,马莉,蒋甜燕,邵彦智

(中储粮镇江粮油有限公司,江苏镇江 212006)

**摘要:**旨在为大豆油精炼中脱色剂的应用提供参考,以大豆碱炼油和3种常用脱色剂活性白土、凹凸棒土、中性膨润土为原料,考察了3种脱色剂对大豆油的脱色、脱皂和脱磷脂能力。结果表明:活性白土、凹凸棒土、中性膨润土添加量超过2%后,脱色率上升速率变慢;脱色剂添加量为3%时,活性白土、凹凸棒土、中性膨润土脱色率分别为92.1%、86.9%、90.7%;大豆碱炼油在426、450、479、665 nm波长处有吸收峰,可通过油样在上述4个波长处吸光度的变化来考察脱色剂的脱色能力;脱色剂添加量为1%时,活性白土、凹凸棒土、中性膨润土对叶绿素的脱除率分别为87.1%、67.7%、54.8%,脱皂率分别为84.5%、83.8%、78.9%,脱磷脂率分别为82.6%、83.5%、90.8%,脱色剂添加量为3%时,3种脱色剂的脱皂率和脱磷脂率均为100%。综上,活性白土的脱色效果最佳,可以通过减少碱炼油中的皂含量和磷脂含量来提升脱色剂对色素的吸附作用。

**关键词:**脱色剂;大豆油;脱色率;色素;脱皂;脱磷脂

中图分类号:TS225.1;TS224.6 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2024)03-0012-04

### Decolorization effect of three decolorants on soybean oil

WANG Hongping, SUN Rifei, HE Lijun, MA Li,

JIANG Tianyan, SHAO Yanzhi

(Sinograin Zhenjiang Oils & Grains Co., Ltd., Zhenjiang 212006, Jiangsu, China)

**Abstract:** In order to provide a reference for the application of decolorant in soybean oil refining, the neutralized soybean oil and three commonly used decolorants (activated clay, attapulgite and neutral bentonite) were used as materials, the abilities of decolorization, soap removal and phospholipids removal from soybean oil of three decolorants were investigated. The results showed that the increasing rate of decolorization rate slowed down when the addition amount of activated clay, attapulgite and neutral bentonite exceeded 2%. When the addition amount of decolorants was 3%, the decolorization rates of activated clay, attapulgite and neutral bentonite were 92.1%, 86.9% and 90.7%, respectively. The neutralized soybean oil had absorption peaks at 426, 450, 479 nm and 665 nm. The decolorization ability of the decolorants could be evaluated by the change of the absorbance of the oil sample at the above four wavelengths. When the addition amount of decolorants was 1%, the chlorophyll removal rates of activated clay, attapulgite and neutral bentonite were 87.1%, 67.7% and 54.8%, respectively, the soap removal rates were 84.5%, 83.8% and 78.9%, respectively, and the phospholipids removal rates were 82.6%, 83.5% and 90.8%, respectively. When the addition amount of decolorants was 3%, the soap removal rate and phospholipids removal rate of the three decolorants reached 100%. In general, the decolorization effect of activated clay is the best, and the adsorption effect for pigments of decolorants can be improved by reducing the soap and phospholipids contents in neutralized oil.

**Key words:** decolorant; soybean oil; decolorization rate; pigment; soap removal; phospholipids removal

收稿日期:2022-10-29;修回日期:2023-10-27

作者简介:王宏平(1967),男,高级工程师,主要从事油厂生产技术管理工作(E-mail)whp132@163.com。

通信作者:蒋甜燕,工程师(E-mail)279611976@qq.com。

油脂精炼成本与多种因素有关,包括原油质量、辅料消耗、能源消耗等<sup>[1]</sup>。色泽是各种油脂标准规定的质量指标之一,也是影响消费者选购产品的因

素之一。生产实践表明,脱色剂的消耗占整个精炼成本的16%~20%,因此脱色剂的高效利用对于降低精炼成本具有重要意义。刘元法等<sup>[2]</sup>研究了膨润土、活性炭、硅胶、凹凸棒土对碱炼大豆油中色素及微量成分的影响,发现油脂脱色过程对油脂品质有重要影响。张文龙等<sup>[3]</sup>分析了各种油脂脱色方法,综述了多种吸附剂的应用研究进展,并提出开发用量更少、色素吸附能力更强、价格更低的脱色剂的紧迫性,也从适度精炼的角度提出适度脱色。目前,工业常用的脱色剂有活性白土、凹凸棒土、膨润土等。本文研究了3种脱色剂对大豆碱炼油的脱色率以及其吸附残皂、残留磷脂和叶绿素的能力,并用紫外-可见分光光度计扫描脱色前后大豆油的光谱图来分析色素变化,以此考察3种脱色剂的脱色能力,以期为大豆油精炼中脱色剂的合理应用提供理论支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 原料与试剂

大豆碱炼油、脱色油(色泽黄40、红6.8,133.4 mm比色槽)、脱臭油(色泽黄7、红0.7,133.4 mm比色槽),取自中储粮镇江粮油有限公司生产车间;活性白土,安吉高超活性白土有限公司;中性膨润土,安徽缘鑫新材料科技有限公司;凹凸棒土,江苏省华源矿业有限公司;异辛烷、氢氧化钾、丙酮、盐酸、氧化锌、硫酸、钼酸钠、硫酸联氨、磷酸二氢钾均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。3种脱色剂的质量指标见表1。

表1 3种脱色剂的质量指标 %

样品	细度(0.075 mm, 200目)	水分	游离酸 (以H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 计)
活性白土	92.50	8.51	0.05
中性膨润土	87.20	7.12	0.04
凹凸棒土	84.00	2.40	0.02

#### 1.1.2 仪器与设备

F型罗维朋比色计,英国Tintoneter公司;UV2550紫外-可见分光光度计,日本岛津公司;SX2-5-12箱式电子炉、HG-9145A电热恒温干燥箱,上海一恒科学仪器有限公司;B11-3型恒温磁力搅拌器,上海司乐仪器有限公司;ME403电子天平,梅特勒-托利多科技有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 大豆油的脱色

称取100.00 g大豆碱炼油于100 mL烧杯中,并置于恒温磁力搅拌器上,边加热边搅拌,升温至

60℃时加入一定量的脱色剂,当温度升至110℃时开始计时,维持温度在(115±5)℃,搅拌脱色20 min后,用双层中速滤纸过滤,即得脱色油。

#### 1.2.2 脱色率计算

用紫外分光光度计在520 nm波长处测定脱色前后大豆油的吸光度,按式(1)计算脱色率( $X_1$ )。

$$X_1 = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $A_0$ 为脱色前大豆油的吸光度; $A_1$ 为脱色后大豆油的吸光度。

#### 1.2.3 大豆油紫外-可见光扫描

以异辛烷为参比溶液,用紫外-可见分光光度计在300~800 nm波长范围内对油样进行扫描,得到油样紫外-可见光扫描谱图。

#### 1.2.4 大豆油中叶绿素、皂、磷脂含量测定

叶绿素含量,参照GB/T 22182—2008《油菜籽叶绿素含量测定 分光光度计法》测定;皂含量,参照GB/T 5533—2008《粮油检验 植物油脂含皂量的测定》测定;磷脂含量,参照GB/T 5537—2008《粮油检验 磷脂含量的测定》测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆碱炼油的质量

表2为大豆碱炼油的质量指标。

表2 大豆碱炼油质量指标

指标	含量/(mg/kg)
叶绿素	0.93
皂	45.5
磷脂	114.7

由表2可知,大豆碱炼油残皂为45.5 mg/kg,磷脂含量为114.7 mg/kg,叶绿素含量为0.93 mg/kg。

### 2.2 脱色剂添加量与脱色率的关系

图1为活性白土、凹凸棒土、中性膨润土3种脱色剂在不同添加量(0.6%、0.8%、1.0%、2.0%、2.5%、3.0%)下的脱色率。

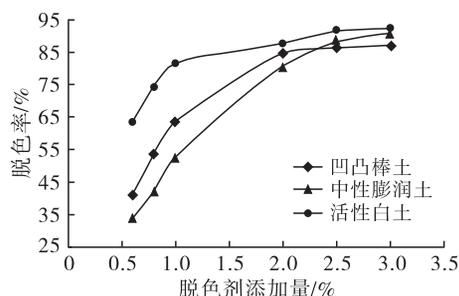


图1 3种脱色剂在不同添加量下的脱色率

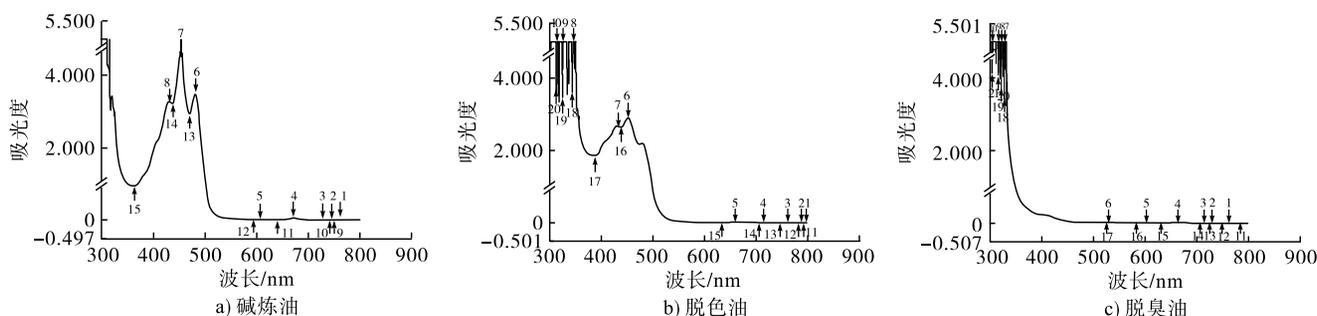
由图1可知:随着脱色剂添加量的增加,3种脱色剂的脱色率均呈上升趋势。脱色剂添加量由

0.5%增加到3.0%时,活性白土、凹凸棒土、中性膨润土的脱色率分别从63.5%、40.6%、34.0%上升到92.1%、86.9%、90.7%;当脱色剂添加量超过2.0%时,3种脱色剂的脱色率上升速率均变缓;3种脱色剂中,活性白土的脱色效果最佳,当脱色剂添加量小于2.3%时,凹凸棒土的脱色效果优于中性膨润土,当脱色剂添加量大于2.3%时,则中性膨润土

的脱色效果优于凹凸棒土。

### 2.3 脱色油全波长光谱扫描

为了能够准确地研究大豆油脱色前后的变化情况,对取自生产车间的大豆碱炼油、脱色油、脱臭油和3种脱色剂脱色后的油脂进行了300~800 nm(300~400 nm为紫外波段,400~800 nm为可见光波段)全波长光谱扫描,结果分别如图2、图3所示。



注:因碱炼油吸光度超出量程,用异辛烷稀释碱炼油后扫描(碱炼油与异辛烷体积比2:1)

图2 取自生产车间油样的紫外-可见光谱图

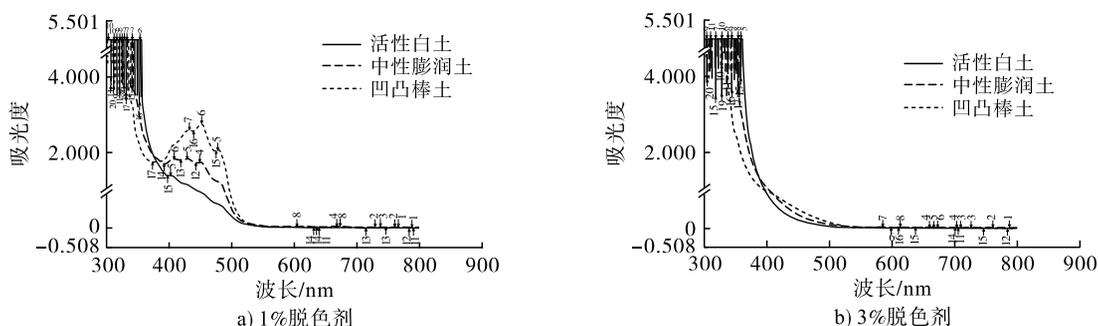


图3 不同添加量的脱色剂脱色后油样的紫外-可见光谱图

油脂中的色素主要分为两类,一类是天然存在的色素,如类胡萝卜素、叶绿素及黄酮类色素等,一类是加工色素。玉米黄质、 $\beta$ -胡萝卜素、叶黄素等共同组成类胡萝卜素混合物。研究表明,在400~800 nm的可见光范围内,叶绿素在665 nm附近有最大吸收峰<sup>[4]</sup>,在426 nm处也有吸收峰<sup>[5]</sup>。类胡萝卜素在400~500 nm有3处吸收峰,分别在422、444、479 nm附近<sup>[6]</sup>, $\beta$ -胡萝卜素最大吸收峰在455 nm<sup>[7]</sup>,玉米黄质最大吸收峰在446 nm<sup>[6]</sup>,叶黄素最大吸收峰在(446 $\pm$ 2) nm<sup>[8]</sup>。从图2a可以看出:碱炼油在400~500 nm有吸收峰,分别在479、450、426 nm处,与类胡萝卜素的吸收峰相符;在665 nm附近也有吸收峰,与叶绿素的吸收峰相符,而在300~350 nm范围内具有吸收的物质较少。本研究中,碱炼油的吸收峰在450 nm附近(300~350 nm为紫外波段,可能是油中其他物质的吸收)。由图2b可以看出,取自生产车间的脱色油,在400~500 nm及665 nm处有吸收峰,与碱炼油相比,其吸光度减小,经过后续脱臭工段后(图2c),脱臭油的最大吸

收峰在300~350 nm范围内,在400~500 nm处的吸收峰消失,其色泽达到一级油要求。因此,脱色工段改善了油脂的色泽,而脱臭工段也具有脱色作用,可以脱除剩余的类胡萝卜素,而叶绿素在脱臭工段降低得比较少,因此在脱色工段须尽可能脱除叶绿素。研究表明,在精炼的脱胶、碱炼、脱色、脱臭工序中,叶黄素、玉米黄质、胡萝卜素、叶绿素是逐步被去除的<sup>[9]</sup>,脱臭工段的高真空高温会使热敏性色素降解,脂肪酸馏出,油脂的色泽进一步变浅。

由图3a可以看出,经1%脱色剂脱色后的油样,在426、450、479、665 nm处仍有吸收峰,与碱炼油相比其吸光度均有降低,说明1%脱色剂并未将油脂中色素完全脱除,但改善了油脂的色泽。由图3b可以看出,经3%脱色剂脱色后的油样,其紫外-可见光谱图与脱臭油的谱图(图2c)走势基本一致,在300~350 nm范围内有最大吸收峰,这可能是由于在脱色、脱臭过程中温度升高,产生了新色素(加工色素),也有可能是原先的色素分子结构发生转变而产生的。

对比图2和图3可知,3种脱色剂均可吸附大豆油中类胡萝卜素和叶绿素,且当添加量充分时,可以基本去除这些色素。但脱色剂添加量过多时,会增加油脂损耗,并且高浓度脱色剂可能会导致最终产品的品质变差<sup>[10]</sup>。

表3 不同脱色剂添加量下脱色油的质量指标

脱色剂	脱色剂添加量/%	叶绿素		皂		磷脂	
		含量/(mg/kg)	脱除率/%	含量/(mg/kg)	脱除率/%	含量/(mg/kg)	脱除率/%
活性白土	1	0.12	87.1	7.04	84.5	20.0	82.6
	3	0.00	100.0	0.00	100.0	0.0	100.0
凹凸棒土	1	0.30	67.7	7.38	83.8	18.9	83.5
	3	0.10	89.2	0.00	100.0	0.0	100.0
中性膨润土	1	0.42	54.8	9.58	78.9	10.5	90.8
	3	0.14	84.9	0.00	100.0	0.0	100.0

由表3可以看出,脱色剂添加量为1%时,3种脱色剂可吸附脱除碱炼油中部分的叶绿素、皂和磷脂,而当脱色剂添加量为3%时,3种脱色剂均可以完全脱除碱炼油中的皂和磷脂,活性白土可以将叶绿素全部吸附脱除,但凹凸棒土和中性膨润土并不能将叶绿素完全脱除,所以在图3b中两者在665 nm处仍有叶绿素的吸收峰。碱炼油中残留的磷脂和皂被脱色剂吸附,它们的存在影响了脱色剂对色素的吸附,所以可以在碱炼工段优化工艺减少皂和磷脂的含量,从而提高脱色剂的脱色能力。

### 3 结论

活性白土、凹凸棒土和中性膨润土对大豆碱炼油均有脱色能力,其中活性白土的脱色效果最好。在精炼加工中脱色剂添加量可以控制在2%以内,过多添加脱色剂对脱色效果的提升有限。碱炼油在426、450、479、665 nm处有吸收峰,可以考虑在这4个波长下优化精炼过程中的脱色剂添加量。另外,应减少碱炼油中的皂含量和磷脂含量,以提高脱色剂的吸附脱色能力。

### 参考文献:

[1] 范存芬. 油脂精炼降低成本与提高得率的探讨[J]. 粮食与食品工业, 2020, 27(2): 18-20.

### 2.4 脱色剂对叶绿素、皂、磷脂的脱除能力

脱色剂除了脱除色素外,还可以脱除油脂中的微量金属、残皂、磷脂、一些臭味物质和多环芳烃等<sup>[2]</sup>。表3为3种脱色剂处理后脱色油中叶绿素、皂含量和磷脂含量。

- [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] 张文龙,黄成义,赵晨伟,等. 植物油中的色素及吸附脱色研究进展[J]. 中国油脂, 2022, 47(6): 21-28.
- [4] 油菜籽叶绿素含量测定 分光光度计法: GB/T 22182—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [5] HENACHE Z, BOUKERROUI A, KASHI I. Modeling of the soybean oil bleaching and optimization of its conditions in the refining process for environmental interest[J]. Nova Biotechnol Chim, 2018, 17(1): 48-57.
- [6] 月旭科技(上海)股份有限公司. 5种类胡萝卜素天然营养物质[EB/OL]. (2020-10-23)[2022-10-29]. [https://www.chem17.com/tech\\_news/detail/2416655.html](https://www.chem17.com/tech_news/detail/2416655.html).
- [7] 饲料添加剂β-胡萝卜素(化学合成): GB 34469—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [8] 梁敏慧,崔亚娟,何梅,等. 叶黄素分析检测方法的研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(8): 390-394.
- [9] 杨亚,刘启东,孙百创,等. 食用植物油精炼过程中色素的定量分析[J]. 中国油脂, 2021, 46(5): 43-47.
- [10] 蒋甜燕,王宏平,孙日飞,等. 脱色吸附剂对大豆脱色油返酸返色的影响[J]. 中国油脂, 2023, 48(5): 16-19.