

近红外全波段扫描技术建立数学模型 鉴别地沟油方法研究

赵静¹, 梁瑞¹, 刘新保¹, 田建文²

(1. 宁夏粮油产品质量检测中心, 银川 750002; 2. 宁夏农林科学院, 银川 750002)

摘要:以7个品种的77份合格食用植物油、28份不合格植物油和118份地沟油作为研究对象, 利用二极管阵列近红外光谱仪, 以10 nm为步长对所有样品进行950~1 650 nm全波段扫描, 通过对不同组别扫描数据的差异化分析, 建立特征波长下不同组别的数学模型, 鉴别地沟油与合格食用植物油及不合格植物油。结果表明: 通过统计学分析手段建立的数学模型, 对原始数据分类准确率为96.0%, 交叉验证准确率为95.5%, 该模型对未知样品的判定准确率达到95%以上。表明基于近红外全波段扫描技术鉴别地沟油的分析是可行的, 且该方法具有操作简单、检测成本低、样品用量小等特点, 可作为地沟油快速筛查方法使用。

关键词:地沟油; 食用植物油; 近红外光谱扫描; 特征波长; 模型

中图分类号: TS227; O657.7 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)09-0071-06

Discerning of swill – cooked dirty oil by establishing mathematical model with near infrared full – band scanning technique

ZHAO Jing¹, LIANG Rui¹, LIU Xinbao¹, TIAN Jianwen²

(1. Grain and Oil Product Quality Inspection Center in Ningxia, Yinchuan 750002, China;

2. Academy of Agriculture and Forestry Sciences in Ningxia, Yinchuan 750002, China)

Abstract: 77 qualified edible vegetable oils of 7 varieties, 28 unqualified vegetable oils and 118 swill – cooked dirty oils were scanned in the full wavelength band at 950 – 1 650 nm with a step length of 10 nm by using diode array near infrared spectrometer. By analyzing the difference of the scanning data of different groups, the mathematical models of different groups under the characteristic wavelength were established to distinguish swill – cooked dirty oils from qualified edible vegetable oils and unqualified vegetable oils. The results showed that the accuracies of classification and cross – validation of the mathematical models established by statistical analysis tools for the original data were 96.0% and 95.5%, respectively, and the accuracy of the model for unknown samples reached over 95%. The results showed that it was feasible to identify swill – cooked dirty oils based on near infrared full – band scanning technique, and the method was simple in operation, low in cost and sample consumption, and could be used as a rapid discerning method for swill – cooked dirty oil.

Key words: swill – cooked dirty oil; edible vegetable oil; near infrared spectral scanning; characteristic wavelength; model

收稿日期: 2020-11-01; 修回日期: 2021-06-05

基金项目: “十三五”宁夏回族自治区重点研发计划(2018BEG03071)

作者简介: 赵静(1987), 女, 工程师, 硕士, 主要从事食品、油脂检验监测及相关项目研究(E-mail)46997135@qq.com。

通信作者: 田建文, 教授(E-mail)nxlyzj@163.com。

食用植物油是我国餐饮烹饪的主要原料之一, 我国每年产生地沟油总量在300万~500万t^[1-2], 随着人民生活水平的提高, 这个数字还在不断增加, 在利益的驱使下, 有部分地沟油返回餐桌^[3]。2011年以来, 面对不断曝光的地沟油回流餐桌事件, 国务

院、卫生部先后发文,大力整治地沟油回流餐桌现象,并召集相关领域专家、学者和技术人员开展大规模地沟油检测技术联合攻关,先后征集的检测方法高达 762 种,后经论证特异性均不强,至今尚缺有效的辨别和鉴定方法^[1-2]。

近红外光谱检测技术是利用含有 C—H、N—H、O—H 和 S—H 的化合物在 700 ~ 2 500 nm 波段产生不同谐波吸收,从而形成特征吸收谱图,且相同的近红外谱图一定是从相同物质得到的^[4-6]。本文利用近红外光谱检测相同物质得到相同谱图这一原理,收集了待测样品近红外谱图数据库,利用 SPSS 统计分析软件,对采集到的数据进行分析研究,并建立合格食用植物油、不合格植物油及地沟油 3 种油脂 Bayes 线性判别函数模型,从而达到鉴别目的,为市场监管部门提供了更多便捷、高效的地沟油鉴别解决方案。

1 材料与方法

1.1 试验材料

合格食用植物油 77 份,涉及 7 个品种,编号为 S20190021 ~ S20190097,所有样品均来自深圳市某检测科技有限公司检测合格的生产、流通环节样品,合格食用植物油样品种类及数量见表 1。

表 1 合格食用植物油样品种类及数量

序号	样品种类	样品数量(份)
1	花生油	6
2	玉米油	7
3	亚麻籽油	7
4	大豆油	9
5	菜籽油	9
6	芝麻油	10
7	调和油	29

不合格植物油 28 份,不合格项目主要有黄曲霉毒素 B₁、脂肪酸组成、过氧化值、溶剂残留、极性组分,样品编号为 S20190103 ~ S20190130,所有样品均来自深圳市某检测科技有限公司抽检的生产、餐饮、流通环节样品。

地沟油样品 118 份,涉及两种类型,煎炸废弃油脂和精炼地沟油,样品编号分别为 A20190001 ~ A20190006、B20190001 ~ B201900112,精炼地沟油由地沟油原油经过高温加热至 240 °C 蒸煮脱臭、吸附脱色等步骤精炼而成^[6]。地沟油原油按照隔天采样 1 批次的频率采集,由银川某生物技术有限公司提供。

DA7200 二极管阵列近红外光谱仪,瑞典 Pertent 仪器公司;液体进样单元,瑞典 Pertent 仪器公司;HH-8 水浴锅。

1.2 试验方法

1.2.1 样品准备

将 77 份合格食用植物油、28 份不合格植物油及 118 份地沟油放入 55 °C 水浴锅中加热,使所有样品处于液体状态。

1.2.2 近红外设备准备

开机预热 30 min 仪器设备自检,光源平衡,设置扫描波段 950 ~ 1 650 nm,扫描波长间隔 10 nm。

1.2.3 光谱扫描

输入样品编号,将准备好的样品通过液体进样单元打入样品检测池进行全波段扫描,光谱采集速率 100 次/s,并保存扫描记录^[7]。

1.2.4 谱图数据处理

利用近红外光谱扫描获得的样品光谱数据,以地沟油、合格食用植物油、不合格植物油为组别,以波长为变量,用 10 nm 作为分析间隔,利用 SPSS 统计分析软件,以波长为主体内因子,组别为主体间因子,通过轮廓分析、多元方差分析和 Bayes 判别分析,对采集的各类样品数据进行统计学分析,建立数学模型判定样品类别。

2 结果与分析

2.1 轮廓分析及判定结果

通过多变量检验和主体间效应检验,判定主体间轮廓的平行与重合情况,结果分别见表 2、表 3。

表 2 波长组别之间的多变量检验^a

检验方法	系数值	F	假设自由度	误差自由度	P
比莱轨迹	1.895	40.184	138.000	306.000	0.000
威尔克 Lambda	0.000	416.994b	138.000	304.000	0.000
霍特林轨迹	3 788.874	4 145.797	138.000	302.000	0.000
罗伊最大根	3 780.299	8 382.402c	69.000	153.000	0.000

注:a.设计截距;b.精确统计;c.此统计是生成显著水平下限的 F 的上限。

表3 主体间效应检验

源	III类平方和	自由度	均方	F	P
截距	272.113	1.000	272.113	114 928.675	0.000
组别	0.324	2.000	0.162	68.496	0.000
误差	0.521	220.000	0.002		

由表2可知,通过比莱轨迹、威尔克 Lambda、雷特林轨迹以及罗伊最大根4种检验方法获得的波长组别多变量检验的F值分别为40.184、416.994、4 145.797、8 382.402,P值均为0.000,P值小于0.01,可以得出3个组别地沟油、合格食用植物油、不合格植物油的总体轮廓相互平行,即3个组别测定结果轮廓基本相同。

由表3可知,组别的F=68.496,P=0.000<0.01,说明3个组别总体轮廓没有完全重合,存在显著差异。通过估算边际平均值轮廓图(图1)可知,在950~1 190 nm、1 250~1 380 nm、1 400~1 650 nm之间,地沟油与合格食用植物油和不合格植物油

存在明显差异,因此可通过多元方差分析对不同组别间的变量进行比较。

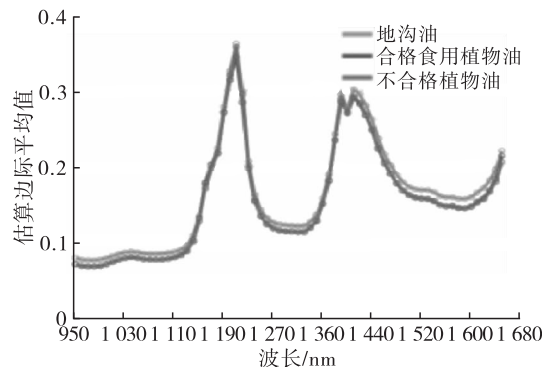


图1 不同组别样品估算边际平均值轮廓图

2.2 多元方差分析及判定结果

根据轮廓分析结果,分别在950~1 190 nm、1 250~1 380 nm、1 400~1 650 nm波段,采用多重比较(LSD)法对不同变量在主体间因子的差异进行判定,结果如表4所示。

表4 多重比较结果

因变量 (波长)/nm	(I)组别	(J)组别	平均值差值(I-J)	标准误差	P	95%置信区间	
						下限	上限
950	地沟油	合格食用植物油	0.008 249 413 435 *	0.000 966 397	0.000	0.006 344 833	0.010 153 993
		不合格植物油	0.008 408 552 593 *	0.001 386 695	0.000	0.005 675 647	0.011 141 459
	合格食用植物油	不合格植物油	0.000 159 139	0.001 455 777	0.913	-0.002 709 914	0.003 028 192
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
1 140	地沟油	合格食用植物油	0.005 543 743 817 *	0.000 868 405	0.000	0.003 832 286	0.007 255 202
		不合格植物油	0.007 497 484 678 *	0.001 246 086	0.000	0.005 041 692	0.009 953 277
	合格食用植物油	不合格植物油	0.001 953 741	0.001 308 163	0.137	-0.000 624 394	0.004 531 875
1 150	地沟油	合格食用植物油	0.002 788 249 787 *	0.000 935 609	0.003	0.000 944 347	0.004 632 152
		不合格植物油	0.006 830 983 765 *	0.001 342 517	0.000	0.004 185 145	0.009 476 823
	合格食用植物油	不合格植物油	0.004 042 733 977 *	0.001 409 398	0.005	0.001 265 085	0.006 820 383
1 160	地沟油	合格食用植物油	-0.002 098 673	0.001 158 449	0.071	-0.004 381 751	0.000 184 405
		不合格植物油	0.005 357 430 304 *	0.001 662 273	0.001	0.002 081 413	0.008 633 448
	合格食用植物油	不合格植物油	0.007 456 103 211 *	0.001 745 084	0.000	0.004 016 882	0.010 895 324
1 170	地沟油	合格食用植物油	-0.000 314 327	0.001 028 16	0.760	-0.002 340 63	0.001 711 976
		不合格植物油	0.004 775 317 26 *	0.001 475 319	0.001	0.001 867 75	0.007 682 884
	合格食用植物油	不合格植物油	0.005 089 644 26 *	0.001 548 816	0.001	0.002 037 229	0.008 142 06
1 180	地沟油	合格食用植物油	0.005 971 446 813 *	0.000 892 395	0.000	0.004 212 709	0.007 730 184
		不合格植物油	0.006 834 661 576 *	0.001 280 509	0.000	0.004 311 027	0.009 358 296
	合格食用植物油	不合格植物油	0.000 863 215	0.001 344 301	0.521	-0.001 786 141	0.003 512 571
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
1 650	地沟油	合格食用植物油	0.006 729 681 821 *	0.001 286 599	0.000	0.004 194 045	0.009 265 319
		不合格植物油	0.014 791 112 681 *	0.001 846 158	0.000	0.011 152 695	0.018 429 53
	合格食用植物油	不合格植物油	0.008 061 430 860 *	0.001 938 129	0.000	0.004 241 756	0.011 881 106

注:基于实测平均值;误差项是均方(误差),为7.71E-005;*表示平均值差值的显著性水平为0.05。

由表4可知:地沟油与合格食用植物油的比较中,在1 160、1 170 nm处,P值分别为0.071和0.760,P>0.05,两组间不存在显著差异,其他波长

下,P<0.05,表明地沟油与合格食用植物油在除1 160~1 170 nm波段外存在显著差异;地沟油与不合格植物油在所有波长下P<0.01,表明地沟油与

不合格植物油在全波段范围内存在显著差异,为了确保地沟油同时与合格食用植物油和不合格植物油存在显著差异,故只在 950~1 150 nm、1 180~1 650 nm 之间对地沟油和合格食用植物油及不合格植物油进行鉴别。

合格食用植物油与不合格植物油的比较中,仅在 1 150、1 160、1 170、1 650 nm 处, $P < 0.05$,故在

1 150、1 160、1 170、1 650 nm 可对合格食用植物油与不合格植物油进行鉴别,其他波段 $P > 0.05$,无法进行有效鉴别。

2.3 Bayes 判别分析及判定结果

在轮廓分析和多元方差分析基础上,在 950~1 150 nm、1 180~1 650 nm 波段,对其变量进行 Bayes 判别分析,步进统计分析结果见表 5。

表 5 输入/除去的变量^{a,b,c}

步骤	输入 (波长/nm)	威尔克 Lambda							
		统计	自由度 1	自由度 2	自由度 3	精确 F			
						统计	自由度 1	自由度 2	P
1	1 440	0.446	1	2	220	136.767	2	220	0.000
2	1 420	0.200	2	2	220	135.540	4	438	0.000
3	1 460	0.141	3	2	220	120.743	6	436	0.000
4	1 480	0.086	4	2	220	130.986	8	434	0.000
5	1 360	0.055	5	2	220	140.331	10	432	0.000
6	1 400	0.036	6	2	220	152.296	12	430	0.000
7	1 380	0.028	7	2	220	152.333	14	428	0.000
8	1 180	0.022	8	2	220	153.451	16	426	0.000
9	1 390	0.018	9	2	220	151.088	18	424	0.000
10	1 560	0.016	10	2	220	144.554	20	422	0.000

注:在每个步骤中,将输入可以使总体威尔克 Lambda 最小化的变量;a. 最大步骤数为 134;b. 要输入的最小偏 F 为 3.84;c. 要除去的最大偏 F 为 2.71。

由表 5 可看出,波长为 1 180、1 360、1 380、1 390、1 400、1 420、1 440、1 460、1 480 nm 和 1 560 nm 10 个变量的 P 值均为 0.000,小于 0.05,因此可作为 Bayes 判别分析特征变量进行建模。

(1) 典则判别函数摘要

通过典则判别摘要形成特征值,并判断函数意义,结果见表 6、表 7。

表 6 特征值

函数	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%	典型相关性
1	26.119 ^a	95.4	95.4	0.981
2	1.273 ^a	4.6	100.0	0.748

注:a. 在分析中使用了前 2 个典则判别函数。

表 7 威尔克 Lambda

函数检验	威尔克 Lambda	卡方	自由度	P
1 直至 2	0.016	888.130	20	0.000
2	0.440	176.930	9	0.000

由表 6 可以看出,在分析过程中形成了 2 个典则判别函数,通过方差百分比可知,第 1 个函数可以解释总变异的 95.4%,第 2 个函数可以解释总变异的 4.6%。由表 7 可知,2 个判别函数均有意义, $P = 0.000 < 0.05$,可进入模型建立阶段。

(2) 分类统计建模

根据典则判别函数摘要结果进行分类统计,得

出分类函数系数,结果见表 8。

表 8 分类函数系数

波长/nm	地沟油 (Y_1)	合格食用植物油 (Y_2)	不合格植物油 (Y_3)
1 180	-31 992.512	-25 734.678	-22 149.698
1 360	-302 571.424	-305 320.488	-308 344.231
1 380	334 533.477	310 769.352	299 512.811
1 390	-224 540.837	-231 665.692	-230 420.040
1 400	203 365.108	234 289.890	239 989.946
1 420	169 481.669	165 395.340	168 290.750
1 440	-122 029.189	-125 388.373	-129 209.018
1 460	-147 750.513	-137 196.736	-140 305.202
1 480	162 316.675	152 933.947	157 580.204
1 560	-40 272.973	-38 150.100	-35 475.662
(常量)	-13 185.281	-13 642.944	-13 680.765

由表 8 可建立不同组别的 Bayes 线性判别函数,该函数(Y)是假定对各组别样品有一定的认识,这种认识常用先验概率来描述,然后利用 Bayes 公式按照一定准则构造一个判别函数,分别计算该样品落入各个子域的概率,所有概率中最大的一类就被认为是该研究对象所属的类别^[8]。

$$Y_1 = -13 185.281 - 31 992.512x_1(1 180) - 302 571.424x_2(1 360) + 334 533.477x_3(1 380) - 224 540.837x_4(1 390) + 203 365.108x_5(1 400) + 169 481.669x_6(1 420) - 122 029.189x_7(1 440) -$$

$$147\ 750.513x_8(1\ 460) + 162\ 316.675x_9(1\ 480) - 40\ 272.973x_{10}(1\ 560)$$

$$Y_2 = -13\ 642.944 - 25\ 734.678x_1(1\ 180) - 305\ 320.488x_2(1\ 360) + 310\ 769.352x_3(1\ 380) - 231\ 665.692x_4(1\ 390) + 234\ 289.890x_5(1\ 400) + 165\ 395.340x_6(1\ 420) - 125\ 388.373x_7(1\ 440) - 137\ 196.736x_8(1\ 460) + 152\ 933.947x_9(1\ 480) - 38\ 150.100x_{10}(1\ 560)$$

$$Y_3 = -13\ 680.765 - 22\ 149.698x_1(1\ 180) - 308\ 344.231x_2(1\ 360) + 299\ 512.811x_3(1\ 380) - 230\ 420.040x_4(1\ 390) + 239\ 989.946x_5(1\ 400) + 168\ 290.750x_6(1\ 420) - 129\ 209.018x_7(1\ 440) - 140\ 305.202x_8(1\ 460) + 157\ 580.204x_9(1\ 480) - 35\ 475.662x_{10}(1\ 560)$$

式中： $x_1 \sim x_9$ 为对应特征波长下的吸光度，括号中的数据为特征波长。

将未知样品在不同特征波长下的扫描结果分别

代入上述3个模型中进行计算，Y值高者即可判定为该类型油脂。

(3) 不同类型油脂模型验证结果

为进一步检验所建模型的可靠性，对地沟油、合格食用植物油、不合格植物油数据进行交叉验证，其结果见图2和表9。

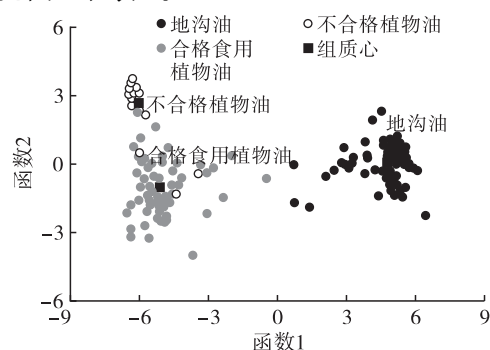


图2 不同组别分类函数组质心及散点图

表9 分类结果

项目	组别	预测组成员信息			总计
		地沟油	合格食用植物油	不合格植物油	
原始	计数(份)				
	地沟油	118	0	0	118
	合格食用植物油	0	71	6	77
	不合格植物油	0	3	25	28
	比例/%				
	地沟油	100.0	0.0	0.0	100.0
	合格食用植物油	0.0	92.2	7.8	100.0
不合格植物油	0.0	10.7	89.3	100.0	
交叉验证 ^a	计数(份)				
	地沟油	118	0	0	118
	合格食用植物油	0	70	7	77
	不合格植物油	0	3	25	28
	比例/%				
	地沟油	100.0	0.0	0.0	100.0
	合格食用植物油	0.0	90.9	9.1	100.0
不合格植物油	0.0	10.7	89.3	100.0	

注：a. 仅针对分析中的个案进行交叉验证。在交叉验证中，每个个案都由那些从该个案以外的所有个案派生的函数进行分类。

由图2可看出，不同组别检测数据较组质心距离不同，地沟油、不合格植物油样品检测数据距各自组质心距离较近且相对集中，合格食用植物油由于采集样品种类较多，不同品种光谱响应值有所差异，检测数据较组质心距离较远且分散。但总体上，地沟油组质心距合格食用植物油和不合格植物油组质心距离较远，可以实现鉴别的目的；合格食用植物油与不合格植物油组质心距离相对较近，且存在个别

交叉，区分鉴别较难。由表9可看出，对原始数据，223份油样(118份地沟油，77份合格食用植物油，28份不合格植物油)中，只有9份误判，对原始数据分类准确率为96.0%，交叉验证准确率为95.5%。说明该模型对未知样品的判定准确率可以达到95%以上。

3 结论

本文通过对118份地沟油、77份不同品种合格

食用植物油和 28 份不合格植物油进行 950 ~ 1 650 nm 近红外全波段扫描,得到不同样品在不同波段的吸光度,利用统计学方法建立 Bayes 线性判别函数,通过地沟油(Y_1)、合格食用植物油(Y_2)和不合格植物油(Y_3)的判别模型,实现对地沟油与合格食用植物油和不合格植物油的定性分析,3 个数学模型分别为:

$$Y_1 = -13\ 185.281 - 31\ 992.512x_1(1\ 180) - 302\ 571.424x_2(1\ 360) + 334\ 533.477x_3(1\ 380) - 224\ 540.837x_4(1\ 390) + 203\ 365.108x_5(1\ 400) + 169\ 481.669x_6(1\ 420) - 122\ 029.189x_7(1\ 440) - 147\ 750.513x_8(1\ 460) + 162\ 316.675x_9(1\ 480) - 40\ 272.973x_{10}(1\ 560)$$

$$Y_2 = -13\ 642.944 - 25\ 734.678x_1(1\ 180) - 305\ 320.488x_2(1\ 360) + 310\ 769.352x_3(1\ 380) - 231\ 665.692x_4(1\ 390) + 234\ 289.890x_5(1\ 400) + 165\ 395.340x_6(1\ 420) - 125\ 388.373x_7(1\ 440) - 137\ 196.736x_8(1\ 460) + 152\ 933.947x_9(1\ 480) - 38\ 150.100x_{10}(1\ 560)$$

$$Y_3 = -13\ 680.765 - 22\ 149.698x_1(1\ 180) - 308\ 344.231x_2(1\ 360) + 299\ 512.811x_3(1\ 380) - 230\ 420.040x_4(1\ 390) + 239\ 989.946x_5(1\ 400) + 168\ 290.750x_6(1\ 420) - 129\ 209.018x_7(1\ 440) - 140\ 305.202x_8(1\ 460) + 157\ 580.204x_9(1\ 480) - 35\ 475.662x_{10}(1\ 560)$$

通过对未知样品进行近红外全波段扫描,分别得到特征波长 1 180、1 360、

1 380、1 390、1 400、1 420、1 440、1 460、1 480 nm 和 1 560 nm 处吸光度,通过比较 3 组 Bayes 判别函数计算结果,达到鉴别地沟油的目的。实验表明,该模型对原始数据分类准确率为 96.0%,交叉验证准确率为 95.5%,说明该模型对未知样品的判定准确率可以达到 95% 以上。

参考文献:

- [1] 宋家玉, 陈金东, 刘文杰, 等. 油脂脂肪酸指纹库构建及在使用油脂地沟油类别鉴别中的应用[J]. 中国公共卫生, 2017, 33(10): 1526 - 1532.
- [2] 杨冬燕, 李浩, 杨永存, 等. 基于拉曼光谱技术的地沟油筛查方法研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(1): 47 - 54.
- [3] 杨冬燕, 李浩, 杨永存, 等. 基于傅里叶变换红外光谱 1 120 cm^{-1} ~ 1 097 cm^{-1} 波段吸收峰差异鉴别地沟油[J]. 中国卫生检验杂志, 2014, 24(6): 765 - 768.
- [4] 原喆. 基于近红外光谱的油料油脂检测技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [5] 邓建平, 杨冬燕, 李浩, 等. 地沟油拉曼光谱特征形态[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(4): 510 - 515.
- [6] 张丙芳, 苑立波, 孔庆明, 等. 近红外光谱技术快速鉴别地沟油与食用植物油的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34(10): 2723 - 2727.
- [7] 张慧, 毛润乾, 郑基焕, 等. 地沟油高光谱透射检测分析[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(5): 31 - 32.
- [8] 余盖文. 基于紫外吸收光谱的油品掺杂快速辨别技术[D]. 武汉: 武汉轻工业大学, 2018.

· 信息 ·

《中国油脂》被美国 EBSCO 数据库收录

近日,《中国油脂》收到美国《艾博思科(EBSCO)数据库》颁发的收录证书,从 2020 年第 9 期开始正式被 EBSCO 数据库全文收录。

EBSCO 数据库是世界著名检索系统之一,也是目前世界上最大的多学科学术期刊数据库和综合性商业资源全文数据库,已经被多个科研机构 and 高校图书馆订购使用,全球 83.3% 的高校图书馆均将 EBSCOhost 列为首选的电子文献检索。现已开发 400 多个在线文献数据库,满足各类型机构的信息需求已达 70 余年,收录全球各种期刊逾 26 万种,全球 115 000 多家机构选用 EBSCO 的产品与服务,每天在 EBSCO 平台上进行的检索达 17 500 万次。

《中国油脂》被 EBSCO 学术数据库收录,标志着在本刊发表的论文将有更高的国际展示度,不仅促进我刊发表的论文在国际上的传播速度和广度,提高国内作者及机构在国际上的学术地位与知名度,而且还能吸引更多的国际作者和读者,推动国际学术交流。

《中国油脂》目前已被美国《化学文摘》(CA)、美国《剑桥科学文摘》(CSA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、日本《科技文献速报》(CBST)、英国《农业与生物科学研究中心文摘》(CABA)收录。