

食用油品质检测仪性能评价

卫星华, 董曼曼, 李 卓, 饶雅琨, 李 敏, 张亚锋*

(西安市食品药品检验所, 西安 710054)

摘 要: **目的** 考察 7 种食用油品质检测仪的检测性能。**方法** 对目前市场上常见的 7 家公司的食用油品质检测仪在不同测量温度下的准确度和重复性进行了系统的研究, 并对检测结果进行总结、分析。**结果** 7 家公司产品的检测能力存在差异, 在各仪器设定的最佳温度范围内只有 2 台仪器的性能指标较好。**结论** 食用油品质检测仪的检测水平有待于进一步提高, 进而更好地在公共食品卫生监管上发挥作用, 广泛应用于企业及监督部门。

关键词: 食用油品质检测仪; 极性组分; 食用油; 性能指标; 性能评价

Performance evaluation of edible oil quality testers

WEI Xing-Hua, DONG Man-Man, LI Zhuo, RAO Ya-Kun, LI Min, ZHANG Ya-Feng*

(Xi'an Institute for Food and Drug Control, Xi'an 710054, China)

ABSTRACT: **Objective** To investigate the detection performances of 7 kinds of edible oil quality detectors. **Methods** The accuracy and repeatability of edible oil quality testers of 7 kinds of companies in the market at different temperatures were systematically studied, and the test results were summarized and analyzed. **Results** There were differences in the detection ability of products. Only 2 kinds of instruments had better performance indexes in the optimum temperature range. **Conclusion** The technical level of the edible oil quality detectors needs to be further improved, in order to play a better role in public food hygiene supervision, and be applied to more enterprises and supervision departments.

KEY WORDS: edible oil quality tester; polar compound; edible oil; performance index; performance assessment

1 引 言

在日常生活中, 煎炸油是一种很常见的原料, 在饮食中占据着非常重要的地位。GB 2716-2018《食品安全国家标准 植物油》^[1]中对煎炸油的极性组分含量等作出了明确规定, 即极性组分超过 27%的煎炸油必须强制性地废弃,

以确保煎炸食品的食用品质安全。极性组分几乎包含了食用植物油在煎炸过程中产生的所有氧化、聚合、裂解和水解产物, 可能对人体健康产生极大威胁^[2]。极性组分包含范围广且检测意义强, 是衡量煎炸油脂品质的一个很好的指标^[3], 当某一油品的极性组分含量较高时, 即可判断其为劣质油品。目前, 柱层析法是世界公认的分煎炸油中

基金项目: 陕西省科技厅科技统筹创新工程计划项目(2014FWPT-01)、陕西省科技研究发展计划项目(2013K13-04-06)、陕西省科技厅重点研发计划(2017F-311)、西安市碑林区科技局应用技术研发项目(GX1706)

Fund: Supported by Shanxi Science & Technology Co-ordination & Innovation Project (2014FWPT-01), Shanxi Science & Technology Research and Development Plan Project (2013K13-04-06), Key Research and Development Plan of Shanxi Science & Technology Department (2017F-311) and Xi'an Municipal Science & Technology Bureau Beilin District Technology Research and Development Project (GX1706)

***通讯作者:** 张亚锋, 副主任药师, 主要研究方向为药品及食品质量分析。E-mail: 27327242@qq.com

***Corresponding author:** ZHANG Ya-Feng, Associate Chief Pharmacist, Xi'an Institute for Food and Drug Control, Xi'an 710054, China. E-mail: 27327242@qq.com

极性化合物的方法^[4,5], 其原理主要是通过柱层析技术的分离使油脂试样被分为非极性组分和极性组分两部分, 其中非极性组分首先被洗脱并蒸干溶剂后称重油脂试样扣除非极性组分的剩余部分即为极性组分。我国检测机构常用制备型快速柱层析法和柱层析法^[6], 其检测结果与国际标准组织(International Organization for Standardization, ISO)标准的检测结果基本一致^[7]。尽管制备型快速柱层析法比传统柱层析法耗时更短、机械化程度更高^[8], 但这种方法仍需耗费较长时间, 且仪器体积较大、溶剂消耗量大、不能实现快速或在线监测、易造成环境污染且危害人体健康^[9], 市场上急需一种快速检测煎炸油极性组分的便携仪器。

食用油品质检测仪是一款便携式检测仪器, 专门用于快速检测煎炸油的使用情况。食用油极性组分变化时, 其介电常数也发生变化^[10,11]。在一定温度下, 油品极性组分的含量和介电常数相关; 同时在一定油品极性组分的含量下, 介电常数和温度相关。食用油品质检测仪使用电容式传感器, 可以灵敏的感应到油品介电常数的微小变化, 在消除电化学的影响因素后, 准确测量出油品极性组分的改变程度, 从而判断油品的品质。采用食用油品质检测仪检测煎炸油的极性组分, 其方法简单、操作简便、无需使用溶剂、准确性好、非破坏性、对操作人员要求较低等, 是非常理想的现场快速检测方法。

随着中国经济的发展及人们生活品质的提高, 公共食品安全越来越受到政府部门和社会大众的重视, 食用油品质检测仪已经得到了广泛的应用。目前市场上食用油品质检测仪品牌较多, 性能上存在着较大差异, 但对各品牌仪器性能检测和评价方面的研究却鲜有报道, 如何挑选一款各方面性能指标都较为优秀的检测仪成为摆在企业和监管部门面前的一道难题。因此, 本研究以目前市场上常见的 7 家公司的食用油品质检测仪(几乎包括市场上所有种类)为对象, 以相对误差和相对标准偏差作为考察的主要性能指标, 对 7 家公司的产品进行了评价和比较, 并分析目前市场上食用油品质检测仪的技术现状, 以期对公共卫生监督所、食品药品监督管理局及餐饮企业在食用油品质检测仪选购上进行指导。

2 材料与方法

2.1 仪器设备与实验材料

食用油品质检测仪(不同品牌的 7 台仪器, 用罗马数字 I~VII 表示); LC-E113S 电陶炉(佛山市忠臣电器有限公司); 温度计(冀州市耀华器械仪表厂); 铁锅(市售)。

实验材料: 菜籽油、大豆油、调和油 1(葵花籽油添加 10%橄榄油)、花生油、葵花籽油、稻米油、芥花籽油、玉米油、橄榄油、调和油 2(由菜籽油、大豆油、葵花籽油、花生油、稻米油、玉米油、芝麻油、胡麻油组成), 以上植物油均为市售并经过长时间高温煎炸。

2.2 实验方案的确定

食用油品质检测仪的使用较为简单, 使用时只需将油品加热至要求的温度范围内, 然后将仪器探头没入油中, 结果即显示在自带的显示屏上。为保证 7 种仪器在测试过程中的准确性及公平性, 本实验在油品的选取、盲样的准备与定值、测试温度选择、测量等问题上主要考虑了以下几个方面。

2.2.1 油品选择

菜籽油、大豆油、花生油、葵花籽油、稻米油、芥花籽油、玉米油、橄榄油、调和油作为世界上使用量较多的常见植物油脂, 广泛出现在人们的日常餐饮过程中。相关研究表明, 不同品种的煎炸油对食用油品质检测仪影响较大^[12], 不同品牌的仪器适合检测的油品各不相同^[13]。

2.2.2 盲样的准备与定值

将 10 种油品以阿拉伯数字 1~10 表示, 并采用相同的包装, 作为盲样对仪器进行测试, 测试人员无法根据样品编号和样品状态判断油品极性组分含量。使用国标柱层析法对 10 种油品进行检测, 国标方法所得极性组分含量值作为本次实验真值, 将各仪器测量值与真值进行比较, 即可得到各仪器的相对误差。油品编号、种类及国标方法所得极性组分含量值如表 1 所示。

2.2.3 测试温度选择

根据 7 种食用油品质检测仪说明书中的标识, 可确定 7 个仪器测试时所需油品的温度范围及最佳测量温度范围。由于仪器的温度范围并不全是其准确测量范围, 在一定温度区域内测量结果容易受到外界因素的干扰, 故为保证该仪器的最佳测试效果, 本次实验在各仪器的最佳测量温度中选取了 1~3 个温度进行测试。测量温度的选取主要考虑了以下 3 个方面: a. 尽量涵盖每种仪器的最佳温度范围, 在每种仪器的最佳测量温度范围中的最低温度和最高温度附近各选取一个温度进行测试。b. 在实际应用中, 食用油品质检测仪通常作为验证煎炸油是否应该更换的一种工具, 常在高温煎炸过程中使用, 故可以考虑在较高温度范围内再增加一个温度进行测试。c. 为便于后期对各仪器数据进行比较, 测量温度的选择尽可能与其他品牌的食用油品质检测仪的最佳温度范围相重合。各品牌食用油品质检测仪的温度范围, 最佳温度范围及选取的测量温度如表 2 所示。

表 1 油品种类及其极性组分含量
Table 1 Oil varieties and the content of polar compound

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
种类	稻米油	芥花籽油	玉米油	橄榄油	调和油(1)	葵花籽油	花生油	调和油(2)	大豆油	菜籽油
极性组分/%	20.8	10.9	14.6	16.5	14.3	12.8	17.2	23.2	13.4	17.6

表 2 食用油品质检测仪的温度范围, 最佳温度范围及测量温度
Table 2 Temperature range, optimum temperature range and measuring temperature of edible oil quality testers

序号	I	II	III	IV	V	VI	VII
温度范围/°C	10~200	40~200	10~200	0~200	50	10~200	150~190
最佳测量温度范围/°C	40~200	40~200	40~200	50~80	50	40~200	150~190
测量温度/°C	50/155/185	50/155/185	50/155/185	50/80	50	50/155/185	155/185

2.2.4 测量过程中的几点说明

(1) 根据 7 种食用油品质检测仪说明书可知除了 V 号仪器需要在测试前对油品品种做出选择(V 号仪器在测量油品极性组分含量时, 需先在仪器预设的食用油、花生油、橄榄油、芝麻油 4 种油品中进行选择), 其他检测仪对不同品种油品的测量方法并没有区别。由于样品为盲样, 故每种油品均在 V 号仪器的不同模式下重复测量, 后期再根据样品实际品种进行数据整理。

(2) 个别仪器配备有温度计或自身有测量温度的功能, 本次实验统一使用实验室温度计。

(3) 除 V 号仪器说明书要求在仪器配备的样品杯中完成测量, 其他仪器均在加热的容器(铁锅)中完成测量。

2.3 实验方法

检测待测油品时先将油品加热, 用温度计测量油品温度达到测量温度即停止加热, 关闭电陶炉, 分别用 7 种食用油品质检测仪对这些样品中的总极性组分含量进行测定, 每种仪器每个温度平行测量 2 次, 取平均值作为该温度测量结果。

2.4 食用油品质检测仪使用注意事项

为保证实验数据的准确性, 食用油品质检测仪在使用上应注意以下几方面。

关掉电加热设备, 以免电磁场影响测量结果。

待测量的油中不含油炸物, 捞出油炸物至少高温加热 5 min 后, 方可测量。

测量前清洁探头, 避免污染。

尽量避免探头碰触金属物, 如锅壁、煎炸篮等, 保证其与金属物的距离不小于 1 cm, 以免影响检测结果。

不断搅动仪器, 以免油温不均导致测量误差。

对待测油品高温加热 5 min 后进行测量, 免除水分使仪器数值偏高的影响, 反复 2~3 次, 直至仪器读数稳定。

3 结果与分析

3.1 不同温度下的检测结果

3.1.1 油温 50 °C 时检测结果

在油温 50 °C 时用食用油品质检测仪测量极性组分含量, 检测所得数值与国标方法检测所得极性组分含量值进行比较, 可得其相对误差, 对每种油品的相对误差求平均

值得到其平均相对误差, 计算结果如表 3 所示。

表 3 油温 50 °C 时的相对误差
Table 3 Relative error of oil temperature at 50 °C

序号	相对误差/%							平均相对误差/%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	15.4	9.6	35.6	15.4	29.8	33.2	/	15.4
2	0.9	0.9	56.0	25.7	11.0	23.9	/	13.1
3	44.5	26.7	99.3	8.2	27.4	58.9	/	29.5
4	6.7	9.1	35.8	1.2	30.9	15.2	/	11.0
5	34.3	25.9	77.6	23.1	6.3	50.3	/	24.2
6	35.9	28.9	88.3	29.7	12.5	57.8	/	28.1
7	10.5	9.3	48.8	8.1	55.2	23.3	/	17.2
8	18.1	16.4	50.0	1.7	42.2	30.6	/	17.7
9	44.8	23.1	75.4	18.7	29.9	58.2	/	27.8
10	6.8	2.3	38.6	4.0	/	23.9	/	9.4

注: 1. V 号仪器检测 10 号样品时显示检测的是水质或者空气; 2. VII 号仪器未参加该温度检测。

从表 3 中不同品种油品的相对误差可以看出, 同一食用油品质检测仪对不同种类的油品测量的准确度差异较大, 其中 I、II 号仪器在测量 3、5、6、9 号油品时较其他油品相对误差较大; IV 号仪器在测量 2、5、6 号油品时较其他油品相对误差较大; V 号仪器虽然在设计时对油品进行了简单的分类, 但在测量 1、3、4、7、8、9 号油品时依旧有较大的相对误差, 并且在检测 10 号油品时出现了“检测的是水质或者空气”的错误提示, 多次尝试均未能成功检测。III、VI 号仪器在测量时整体相对误差较大, 不适合该温度下大部分油品的检测。根据平均相对误差可以看出, 大多数食用油品质检测仪在测量 3、5、6、9 号油品时均出现了较大的误差, 这几款仪器存在着对个别油品测量时误差较大的问题, 所以并不是所有油品都适合用食用油品质检测仪来检测极性组分含量。

3.1.2 油温 80 °C 时检测结果

在油温 80 °C 时测量极性组分含量, 检测所得数值与国标方法检测所得极性组分含量值进行比较, 可得其相对误差, 对每种油品的相对误差求平均值得到其平均相对误差, 结果如表 4 所示。

表 4 油温 80 °C时的相对误差
Table 4 Relative error of oil temperature at 80 °C

序号	相对误差/%										平均相对误差 /%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
IV	21.2	24.8	1.4	5.5	25.9	45.3	15.1	1.3	7.5	1.1	14.9

注: 其他仪器未参加该温度检测。

从表 4 中不同品种油品的相对误差可以看出, IV号仪器在测量 6 号油品时相对误差最大, 在测量 1、2、5 号油品时相对误差也较大, 但测量 3、8、10 号油品的相对误差较小, 均小于 2%, 10 种油的整体平均相对误差也较小, 整体表现较好。

3.1.3 油温 155 °C时检测结果

在油温 155 °C时测量极性组分含量, 检测所得数值与国标方法检测所得极性组分含量值进行比较, 可得其相对误差, 对每种油品的相对误差求平均值得到其平均相对误差, 结果如表 5 所示。

表 5 油温 155 °C时的相对误差
Table 5 Relative error of oil temperature at 155 °C

序号	相对误差/%							平均相对 误差/%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	1.0	11.5	27.9	/	/	16.3	32.2	17.8
2	2.8	2.8	22.9	/	/	2.8	23.9	11.0
3	21.9	19.9	41.8	/	/	28.1	38.4	30.0
4	1.2	0.0	38.2	/	/	12.7	24.2	15.3
5	28.7	29.4	83.2	/	/	39.2	71.3	50.3
6	57.0	64.1	96.9	/	/	92.2	89.1	79.8
7	12.8	11.6	16.9	/	/	20.9	19.2	16.3
8	2.2	3.4	23.3	/	/	3.4	12.1	8.9
9	6.0	32.8	40.3	/	/	7.5	30.6	23.4
10	4.5	6.3	29.5	/	/	0.0	14.8	11.0

注: IV号和V号仪器未参加该温度检测。

由表 5 可知, 所有参加该温度测试的 5 台仪器在测量 6 号油时, 相对误差均最大, 其中相对误差最小为 57.0%, 最大为 96.9%, 说明该油品不适合在该温度下使用食用油品质检测仪进行检测。采用III、VII号仪器测量时整体相对误差较大, 不适合该温度下大部分油品的检测。由平均相对误差可知, 大多数食用油品质检测仪在测量 3、5、6 号油品时均出现了较大的误差, 这几种油品是否适用食用油品质检测仪检测还需进一步研究。

3.1.4 油温 185 °C时检测结果

在油温 185 °C时测量极性组分含量, 检测所得数值与国标方法检测所得极性组分含量值进行比较, 可得其相对

误差, 对每种油品的相对误差求平均值得到其平均相对误差, 结果如表 6 所示。

表 6 油温 185 °C时食用油品质检测仪的相对误差
Table 6 Relative error of oil temperature at 185 °C

序号	相对误差/%							平均相对 误差/%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	29.3	11.5	301.7	/	/	38.5	43.3	84.9
2	97.2	131.2	102.8	/	/	95.4	65.1	98.3
3	58.9	4.1	108.9	/	/	54.8	52.1	55.8
4	67.3	21.2	47.3	/	/	64.2	45.5	49.1
5	73.4	24.5	134.3	/	/	81.8	62.2	75.2
6	107.0	89.1	157.4	/	/	121.9	71.9	109.5
7	33.1	17.4	137.2	/	/	45.9	26.7	52.1
8	28.9	11.6	138.6	/	/	34.1	22.8	47.2
9	62.7	103.0	121.6	/	/	62.7	45.5	79.1
10	25.0	9.1	109.1	/	/	25.0	29.5	39.5

注: IV号和V号仪器未参加该温度检测。

从表 6 中可以看出, 在 185 °C时, I、III、VI和VII号仪器测量所有油品所得的相对误差均大于 20%, 其中III号仪器 90%的数据相对误差大于 100%, I和VI号仪器有 60%的数据相对误差大于 50%, 其中 10%的数据相对误差大于 100%, 说明这几台仪器在该温度下不适宜对本实验中涉及到所有油品进行测量。II号仪器表现相对较好, 但也有 50%的数据相对误差大于 20%, 其中 20%大于 100%。根据平均相对误差可以看出, 这几款仪器测量时误差较大, 测量 6、2、1、9、5 号油尤为显著。

3.1.5 影响食用油品质检测仪准确度的两点因素

良好的准确度是对一款食用油品质检测仪最基本的要求, 尽管已有很多检测仪关于不同煎炸油相关性的验证^[14-16], 但从实验结果可以看出, 目前煎炸油品种和测量温度对食用油品质检测仪准确度的影响依然较大。

(1) 不同油品对检测结果的影响

不同温度下不同油品的平均相对误差如图 1 所示。由于 80 °C条件下只有 1 台仪器参加了测量, 不具有代表性, 故主要比较 50、155 和 185 °C 3 个温度下各油品的相对误

差变化情况。10 种油品的平均相对误差在温度升至 185 ℃ 时明显升高, 其中 6 号油品误差最大; 在 3 个温度下, 5 号和 6 号油的相对误差较大; 在 50 ℃和 155 ℃时, 3 号和 9 号油品误差也比较大。实验结果表明 2、5、6 号油品的平均相对误差随温度的升高而升高, 其他几种油品无特别的规律。同一食用油品质检测仪对不同种类的油品测量时准确度差异较大, 并不是所有种类油品都适用于该检测仪。有研究认为不同油品间不饱和脂肪酸双键数目的差异导致了此现象^[17], 此问题有待进一步研究与验证。

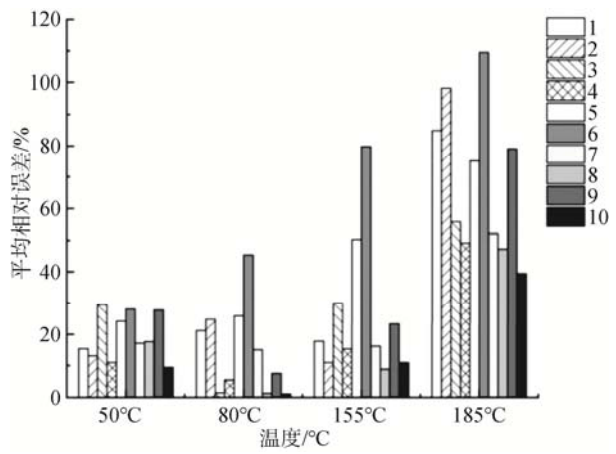


图 1 不同温度下不同油品的平均相对误差
Fig.1 Average relative errors of different oils at different temperatures

(2) 不同温度对检测结果的影响

不同温度下不同仪器的平均相对误差如图 2 所示。尽管本次实验所选测量温度均在仪器标示的最佳测量温度范围内, 但仪器在不同温度下的测量结果仍然不尽如人意。在 185 ℃测量时, 所有仪器平均相对误差均在 40%以上, III号仪器相对误差甚至接近 140%, 无法确保测试的准确性; 在 155 ℃时, I号仪器是 7 台仪器中唯一一个相对误差小于 15%的; 在温度较低的 50 ℃及 80 ℃时, II号和IV号仪器相对较好; III、V、VI、VII号仪器在所有测量温度中相对误差均较大, 不能满足测量要求。

可以看出, 温度对食用油品品质检测仪测量结果影响很大, 除了最佳测量温度范围较小的IV号仪器, 其他仪器在其设定的最佳测量温度范围内并不能很好地保证测量准确性。

3.2 重复性

精密度是保证获得良好准确度的先决条件, 一般说来, 测量精密度不好, 就不可能有良好的准确度, 而重复性是精密度的一个重要度量方式。所以, 我们对参与评价的 7 台仪器的重复性进行了评价。由于调和油(2)混合了多种油品, 更具代表性, 故使用该油品测量重复性。将调和

油(2)加热至表 7 中所示的测量温度, 对仪器按 2.3 检测方法进行检测, 每家仪器在每个温度下分别平行测定 10 次, 计算其相对标准偏差, 计算结果详见表 7。

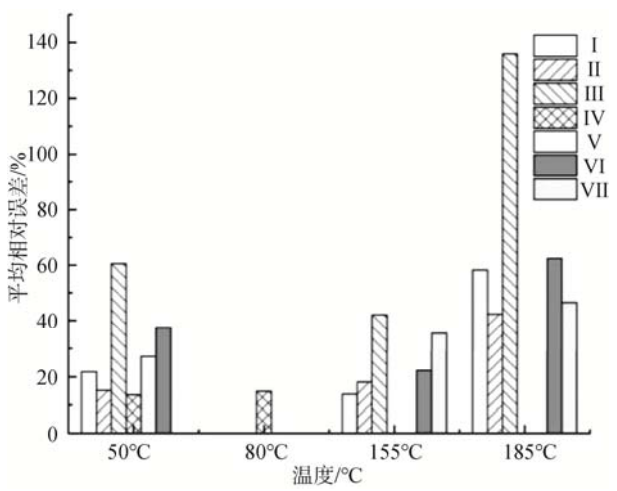


图 2 不同温度下不同仪器的平均相对误差
Fig.2 Average relative errors of different instruments at different temperatures

表 7 不同测量温度下的重复性结果 (n=10)
Table 7 The results of reproducibility at different temperature (n=10)

仪器 编号	相对标准偏差/%				平均相对 标准偏差/%
	50 ℃	80 ℃	155 ℃	185 ℃	
I	1.4	-	1.5	2.3	10.8
II	0.9	-	1.1	2.1	5.5
III	0.4	-	1.9	10.7	26.7
IV	8.7	4.9	-	-	7.3
V	2.8	-	-	-	2.8
VI	1.6	-	1.8	6.3	12.9
VII	-	-	1.4	2.0	4.2

注: -代表未检测。

由表 7 中各仪器不同温度下的相对标准偏差可知, 参与评价的 7 台仪器在所选的几个测试温度下的重复性较好, 除了III号仪器在 185 ℃时相对标准偏差为 10.7%外, 其他仪器均小于 10%。IV和V号仪器由于最佳测量温度范围设置较低未参与高温段测试, 其他仪器随着温度的升高标准偏差均略有升高, 故同一仪器低温段的测量数据重复性更好。

将同一仪器在不同温度下的所有测量结果进行计算, 得到该仪器在其最佳测量温度范围内的相对标准偏差, 如表 7 所示。可以看出I、III、VI号仪器相对标准偏差均大于 10%, 其中III号仪器高达 26.7%, 而这 3 台仪器在特定温度

下具有良好的重复性。由于同一油品的极性组分含量是一定的,而这3台仪器在不同温度下对同一油品测得的数值有较大差异,这说明温度对该仪器的检测数值影响较大,其设置的最佳检测温度范围并不合理,而其他几台仪器在所测温度范围内测得数据比较接近,其设置的最佳检测温度范围更加合理。综上所述可以看出,本次实验的7台仪器中只有4家公司产品的相对标准偏差小于10%,即目前市场上只有57%的产品重复性满足实验要求。

在50℃及155℃时,I号和II号仪器相对较好,可通过进一步调整最佳测量温度范围来减小仪器误差,III、V、VI、VII号仪器在所有测量温度中相对误差均较大,不能满足测量要求。

4 结论与讨论

本研究对目前市场上常见的几种食用油品质检测仪的准确度和重复性在不同测量温度下进行了系统的研究,为食用油品质检测仪的性能评价提供了有力的技术支撑。一台好的食用油品质检测仪须具有良好的准确度和精密度。根据各仪器的相对误差及重复性实验可以看出,本次参与评价的7台仪器中只有2台仪器的各项性能指标较好,该产品整体技术水平还需要进一步提高。

目前餐饮、食品行业对卫生质量的要求越来越高,这就对食品安全监管部门、生产企业等的监管和监控提出了更高的要求,也对食用油品质检测仪的性能提出了更高的要求。为提高食用油品质检测仪的准确度和精密度,可在以下几方面做出改进。

(1) 目前大部分食用油检测仪最佳测量温度范围设置并不合理,在仪器设定的高温下进行测量相对误差较大,不能满足检测的准确度要求。进一步缩小检测温度范围有助于提高仪器准确度。

(2) 芥花籽油、葵花籽油及以葵花籽油为主的调和油的相对误差随测量温度升高而升高,其中葵花籽油及以葵花籽油为主的调和油在不同仪器和不同温度下的相对误差均较大。对于这类油品一方面可以通过确定合理的检测温度范围来提高准确度;另一方面可以通过进一步改进仪器,使其更适合该油品的检测。

(3) 各品牌食用油品质检测仪对不同种类的油品测量时准确度差异较大。整体来看橄榄油、菜籽油及以菜籽油为主的调和油在测量过程中准确度较好,其他油品在不同仪器的检测过程中差异较大,建议不同品牌仪器可以根据各油品特点对仪器进一步改进,进行分类测量,以提高仪器准确度。

(4) 温度对食用油品质检测仪的精密密度影响较大,随着测量温度的升高精密密度减低,可以通过设定合理的测量温度范围进一步提高仪器的精密密度。

参考文献

- [1] GB 2716-2018 食品安全国家标准 植物油[S].
GB 2716-2018 National food safety standard-Vegetable oil [S].
- [2] Weisburger JH. Comments on the history and importance of aromatic and heterocyclic amines in public health [J]. *Mutat Res*, 2002, 506: 9-20.
- [3] 吴晓华,刘玉兰,黄勤生. 煎炸油及煎炸专用棉籽油的研究进展[J]. *农业机械*, 2012, (24): 45-50.
Wu XH, Liu YL, Huang QS. Research progress of frying oil and special cottonseed oil for frying [J]. *Farm Mach*, 2012, (24): 45-50.
- [4] AOCS. Determination of polar compounds in frying fats [S].
- [5] ISO. Animal and vegetable fats and oils determination of content of polar compounds [S].
- [6] GB 5009.202-2016 食用植物油煎炸过程中的极性组分(PC)的测定[S].
GB 5009.202-2016 Determination of polar compounds in edible vegetable oils used in frying food [S].
- [7] 薛斌,姜元荣,曹文明,等. 测定油脂极性组分不同柱层析技术的比较[J]. *中国油脂*, 2018, 43(2): 142-145.
Xue B, Jiang YR, Cao WM, *et al.* Comparison of different column chromatography detection methods on polar compounds in oils and fats [J]. *China Oils Fats*, 2018, 43(2): 142-145.
- [8] 薛斌,曹文明,印瑜洁. 制备型快速柱层析检测煎炸油极性组分含量[J]. *食品与机械*, 2017, 33(9): 78-80.
Xue B, Cao WM, Yin YJ. Detect the content of polar components in frying oils by preparative FLASH chromatography [J]. *Food Mach*, 2017, 33(9): 78-80.
- [9] 刘玉兰,王莹辉,张振山. 电导率法快速检测煎炸油极性组分含量的研究[J]. *中国粮油学报*, 2015, 30(6): 53-56, 61.
Liu YL, Wang YH, Zhang ZS. Rapid detection of the polar component content of frying oil by conductivity method [J]. *J Chin Cere Oils Ass*, 2015, 30(6): 53-56, 61.
- [10] 赵元黎,赵新壁,周建涛. 便携式煎炸油极性组分快速检测仪的设计[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(2): 355-357.
Zhao YL, Zhao XB, Zhou JT. Design on portable and fast - determination instrument for polar compounds in frying oil [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2012, 33(2): 355-357.
- [11] 李徐,刘睿杰,金青哲. 介电常数在煎炸油极性组分快速检测中的应用[J]. *食品安全质量检测学报*, 2014, 5(7): 1918-1922.
Li X, Liu RJ, Jin QZ. The application of dielectric constant in rapid test of total polar compounds in frying oils [J]. *J Food Saf Qual*, 2014, 5(7): 1918-1922.
- [12] Gertz C. Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats [J]. *Eur J Lipid Sci Technol*, 2000, 102(8-9): 566-572.
- [13] Chen WA, Chiu CP, Cheng WC, *et al.* Total polar compounds and acid values of repeatedly used frying oils measured by standard and rapid methods [J]. *J Food Drug Anal*, 2013, 21(1): 58-65.
- [14] 张紫莺,钟平胜,杨亚兰. 压电传感法快速检测煎炸油极性组分含量[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(1): 264-269.
Zhang ZY, Zhong PS, Yang YL. Rapid determination of polar component content in frying oils based on piezoelectric sensing method [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2018, 18(1): 264-269.
- [15] 蔡文辞,李进伟,蒋将. 电导率法快速测定煎炸油中极性物质含量[J]. *中国油脂*, 2013, 38(9): 83-85.

Cai WC, Li JW, Jiang J. Rapid determination of the content of polar substances in frying oil [J]. China Oils Fats, 2013, 38(9): 83–85.

- [16] 周雅琳, 阚建全, 周令国. 电导率法快速检测煎炸油中性化合物含量的研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(5): 320–323.

Zhou YL, Kan JQ, Zhou LG. Study on rapid determination of content of polar compounds in frying oil by conductivity method [J]. Sci Technol Food Ind, 2009, 30(5): 320–323.

- [17] Hu LZ, Toyoda K, Ihara I. Dielectric properties of edible oils and fatty acids as a function of frequency, temperature, moisture and composition [J]. J Food Eng, 2008, 88(2): 151–158.

(责任编辑: 苏笑芳)

作者简介



卫星华, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品质量分析。

E-mail: 799385314@qq.com



张亚锋, 硕士, 副主任药师, 主要研究方向为药品及食品质量分析。

E-mail: 27327242@qq.com