 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v3i9.11793

Analysis of Fatty Acid Composition and Quality Assessment of Edible Oils by Gas Chromatography

Xiaohong Zhao Feili Wang

Urumqi Zhongsheng Yicheng Trading Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

The fatty acid composition of edible oils is directly correlated with their nutritional value, oxidative stability, and processing suitability; thus, it serves as a highly critical indicator for evaluating the quality of edible oils. Gas chromatography (GC) offers advantages such as high separation efficiency, excellent detection sensitivity, and strong result reproducibility, making it widely employed in the analysis of the fatty acid composition of edible oils. Converting the fatty acids present in oils into fatty acid methyl esters enables the precise determination of components such as palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid. This article explores the application value of gas chromatography in the detection of fatty acids in edible oils, covering sample preparation, analytical procedures, quality assessment, and quality control; it also analyzes the significance of different fatty acid compositions in determining the quality of edible oils, aiming to provide a reference for edible oil quality evaluation and safety supervision.

Keywords

gas chromatography; edible oils; fatty acid composition; fatty acid methyl esters; quality analysis

气相色谱法检测食用油中脂肪酸组成及品质分析

赵小红 王飞俐

乌鲁木齐市中盛益诚商贸有限公司，中国 · 新疆 乌鲁木齐 830000

摘　要

食用油的脂肪酸组成对于其营养价值、氧化稳定性、加工适用性有着直接的关联，是评估食用油品质时一项非常重要的指标。气相色谱法具备分离效率较高、检测灵敏度良好、结果重复性较强等特性，常常被运用在食用油脂肪酸组成的分析工作当中。把油脂里的脂肪酸转变为脂肪酸甲酯，能够完成对棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸等成分的精确检测。本文针对气相色谱法在食用油脂肪酸检测方面的应用价值、样品处理、检测流程、品质分析、质量控制展开探讨，剖析不同脂肪酸构成对于食用油品质判断所具有的意义，期望能够为食用油质量评价、安全监管给予参考。

关键词

气相色谱法；食用油；脂肪酸组成；脂肪酸甲酯；品质分析

1 引言

食用油是居民膳食脂肪的关键来源，它的品质会受到原料品种、加工工艺、储藏条件的影响，同时也和脂肪酸组成紧密相连。不同食用油里饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸所占比例有差别，这会对油脂的风味、营养特征、抗氧化能力产生影响。传统的感官评价、常规理化指标能够反映出一部分质量状况，然而却很难全面揭示脂肪酸的结构特征。气相色谱法借助对脂肪酸甲酯进行分离和定量，可以比较准确地展现食用油脂肪酸谱。进行相关检测、品质分析，有利于提高食用油质量控制的科学性。

【作者简介】赵小红（1996–），女，中国甘肃陇南人，本科，高级工程师，从事食品检验技术研究。

2 气相色谱法检测食用油脂肪酸组成的意义

2.1 有助于评价食用油营养价值

脂肪酸组成是判定食用油营养特性的关键依据。通常来讲，食用油之中含有比例各异的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸，不同种类的脂肪酸对于人体营养摄取、膳食结构均衡有着不一样的意义。借助气相色谱法来测定油酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈酸、硬脂酸等主要脂肪酸的含量，能够比较清晰地知晓油脂的营养构成情况。比如说，橄榄油和茶籽油一般是以油酸含量较高作为特色，大豆油和玉米油中亚油酸相对更为丰富，亚麻籽油则因为亚麻酸含量较高而备受关注。

2.2 有助于识别油脂品质变化和掺伪风险

各类植物油有着相对稳定的脂肪酸组成范围，要是样品脂肪酸谱和标称品种明显不一样，那就可能暗示着原料存

在差异、加工出现异常或者存在掺伪风险。气相色谱法能够获取比较完整的脂肪酸组成图谱，借助比较特征脂肪酸比例，可为油脂真实性判断给予依据。比如说，高油酸油脂要是检测出亚油酸比例反常升高，或许就需要进一步排查原料混入状况，芝麻油、花生油、菜籽油等油品也能够结合特征脂肪酸比例帮助鉴别。油脂在储藏过程里，多不饱和脂肪酸容易产生氧化变化，虽说气相色谱法无法直接取代过氧化值、酸价等指标，不过其组成变化能够与常规理化检测相互印证。由此能够看出，脂肪酸检测在品质追踪、风险识别方面具备实际应用价值。

2.3 有助于指导油脂加工与储藏管理

食用油在加工、储藏的过程当中，会受到温度、氧气、光照、金属离子还有水分等诸多因素的影响。脂肪酸不饱和程度要是越高的话，油脂就越容易发生氧化反应，进而导致风味劣变、品质下降。借助气相色谱法掌握不同油脂的脂肪酸组成，企业能够更合理地去选择加工工艺、储藏条件。对于多不饱和脂肪酸含量比较高的油脂，要更加重视低温、避光、充氮等保护措施，对于煎炸或者是高温烹调用油，就得综合考虑脂肪酸稳定性、烟点、氧化指标。脂肪酸组成分析可以将质量控制提前到原料选择、工艺控制、货架期管理环节。

3 气相色谱法检测食用油脂肪酸的技术基础

3.1 脂肪酸甲酯化是检测前处理关键

食用油里的脂肪酸大多是以甘油三酯的形式存在，直接去做气相色谱分析的话难度比较大，得通过甲酯化处理把它转变成挥发性比较好的脂肪酸甲酯才行。甲酯化的效果会直接对检测结果的准确性产生影响。常用的方法有酸催化甲酯化、碱催化甲酯化、酸碱联合甲酯化这几种，不同的方法适用于不同的样品类型还有检测目的。对于游离脂肪酸含量比较低的精炼食用油来说，碱催化的反应速度比较快，操作相对来讲会简便一些，对于酸价比较高或者组成比较复杂的油脂，酸催化或者联合方法更能够确保转化得充分。在前处理的过程中要控制试剂用量、反应温度、反应时间还有萃取条件，防止出现甲酯化不完全、样品损失或者杂质干扰的情况。规范的前处理是获取可靠色谱数据的基础 [1]。

3.2 色谱条件影响组分分离效果

气相色谱法用于检测脂肪酸甲酯时，色谱柱、载气、进样方式、柱温程序、检测器条件，均会对分离效果产生影响。脂肪酸甲酯存在多种类型，其中部分组分的碳链长度相近，或者不饱和程度相仿，要是色谱条件设置得不够合理，就容易出现峰形拖尾、相邻峰重叠或者保留时间不稳定等状况。毛细管色谱柱常常被应用于脂肪酸甲酯的分析工作当中，氢火焰离子化检测器因具备响应稳定、灵敏度比较高的特点而被广泛应用。程序升温能够对不同碳链长度的脂肪酸甲酯的分离情况起到改善作用，让低沸点与高沸点组分都能够获得较好的峰形。

3.3 定性定量分析需要标准化控制

脂肪酸组成分析一般是按照标准品保留时间来进行定性工作，借助峰面积归一化法或者内标法来实施定量。峰面积归一化法操作相对简便，适宜用于常规组成比例的分析，不过对进样稳定性、峰识别准确性有着一定要求，内标法可以提高定量结果的准确性，适合针对特定脂肪酸展开比较精确的测定。在检测过程中要运用混合脂肪酸甲酯标准品建立保留时间参照，必要的时候结合重复进样来确认峰位稳定性。对于含量较低或者容易重叠的脂肪酸，要谨慎加以判断，防止出现误识别。实验室还需要做好仪器校准、空白试验、平行样测定、质量控制样分析等工作。标准化的定性定量流程能够降低人为误差，提高检测结果的可比性。

4 食用油脂肪酸组成与品质分析要点

4.1 饱和脂肪酸含量反映油脂稳定性特征

饱和脂肪酸主要涵盖了棕榈酸、硬脂酸、月桂酸、肉豆蔻酸等多种成分，它们的结构里不存在双键，所以氧化稳定性相对来讲比较强。当食用油里面饱和脂肪酸的比例较高的时候，油脂一般会有较好的耐氧化性，然而过高的比例同样会对营养评价产生影响。不同的油脂中饱和脂肪酸的含量有着明显的差异，像棕榈油、椰子油等饱和脂肪酸含量是比较高的，而大豆油、菜籽油和亚麻籽油的饱和脂肪酸含量则相对较低。通过气相色谱法来分析饱和脂肪酸比例，能够对油脂加工适用性起到辅助判断的作用。比如说，在高温烹调或者工业食品加工的过程中，油脂稳定性是需要重点考虑的因素，而在日常膳食油脂进行选择的时候，则要兼顾稳定性、脂肪酸结构平衡。饱和脂肪酸分析应该和不饱和脂肪酸比例一起进行评价，不能够孤立地去判断品质的好坏 [2]。

4.2 不饱和脂肪酸比例体现营养与氧化敏感性

食用油营养评价中，单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸是很关键的内容。油酸是典型的单不饱和脂肪酸，有着不错的营养价值，而且相对比较稳定，亚油酸和亚麻酸属于人体必需脂肪酸，在膳食结构里意义重大，只是它们双键数量多，更易受氧化作用影响。气相色谱法能够精准分析这些不饱和脂肪酸的比例，可为判断油脂营养特征给予依据。要是某类油脂里亚油酸或者亚麻酸含量高，其营养优势就比较显著，不过在储藏、加工过程中更得预防氧化劣变。油酸含量高的油脂在稳定性和营养性方面有着一定的平衡优势。进行品质分析的时候，要结合不饱和脂肪酸总量、单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸的比例来综合判断。

4.3 脂肪酸谱可辅助建立油品品质指纹

食用油因原料来源、品种特性、加工方式存在差异，往往具备比较稳定的脂肪酸组成特点。气相色谱检测得到的脂肪酸谱能作为油品品质指纹的一部分，用来进行原料鉴别、批次比对、质量追踪。企业在生产的时候能够建立不同油品

的脂肪酸数据库，把新批次样品的检测结果和历史数据作比对，以此判断原料是否稳定、工艺有无异常或者产品有无混入风险。在监管检测当中，同样能够将脂肪酸组成与标签信息、理化指标、感官结果结合运用，提高综合判定能力。脂肪酸组成会受到品种、产地、季节的影响，品质指纹应当建立在充足样本的基础之上，防止使用单一数据做出绝对判断。脂肪酸谱分析更适宜作为综合评价里的重要技术依据 [3]。

5 气相色谱检测结果质量控制策略

5.1 加强样品采集与保存管理

样品的采集与保存乃是确保检测结果具备可靠性的前提条件。食用油样品在进行采集的过程当中，务必要具备代表性，防止仅仅采集表层或者局部的样品进而导致结果出现偏差。对于散装油而言，应当先使其充分混匀之后再进行取样，对于包装油，则需要记录其品牌、批号、生产日期、储藏状态。采样所使用的容器应当保持清洁、干燥且密封，以此避免残留的水分或者其他油脂对样品形成污染。鉴于不饱和脂肪酸容易受到光照、氧气、温度的影响，所以样品保存的时候应当尽量做到避光、密封、低温保存，同时缩短检测之前的放置时间。要是样品已然出现了明显的酸败或者污染情况，应当在报告当中说明其状态，防止结果解释出现失真现象。规范的采样、保存能够减少检测之前所产生的误差，让脂肪酸组成更加贴近样品的真实状态。

5.2 优化前处理流程与仪器维护

甲酯化反应会对检测精密度产生影响，萃取过程也会影响检测精密度，进样情况同样会关系到检测精密度，仪器状态更是会作用于检测精密度。实验室需要依据样品类型挑选适宜的前处理方法，还要对反应条件加以验证。试剂纯度要维持稳定，反应时间需要保持稳定，温度控制必须保持稳定，分层萃取操作也要保持稳定，避免因操作方面存在差异而致使峰面积出现波动。在仪器运行之前，应当检查进样口的状态，也要检查色谱柱的状态，还要检查检测器的状态、载气系统的状态，要定期更换进样垫，也要定期更换衬管，并且要定期老化色谱柱，以此减少污染和残留对峰形所造成的影响。对于连续检测的样品，应当穿插空白样、标准样、质量控制样，从而观察保留时间漂移、响应变化。把仪器维护与前处理优化结合起来，能够提高检测的重复性，进而保证数据长期处于稳定状态 [4]。

5.3 强化结果审核与综合品质判定

当检测结果生成之后，需要对色谱图、保留时间、峰面积、重复性、异常峰展开审核工作。要是出现峰重叠、峰形异常或者主要脂肪酸比例显著偏离常见范围的情况，那么就应当复查前处理过程、标准品状态、仪器条件，必要的时候重新进样或者重新制备样品。品质判定不能单单依靠单个脂肪酸含量，而是要结合脂肪酸组成比例、油品标称种类、酸价、过氧化值、水分、色泽、气味、储藏条件来进行全面分析。对于疑似掺伪或者异常的样品，可以进一步采用其他检测方法来加以验证。结果审核的严谨程度，关乎检测报告的科学性、公信力。只有将气相色谱数据放置于综合质量评价框架当中，才能够更为精确地反映食用油的真实品质 [5]。

6 结语

气相色谱法在食用油脂肪酸组成检测里有着重要的应用价值，它能够比较准确地呈现出油脂中主要饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的比例情况，进而为营养评价、品质分析、真实性判断提供相应依据。在检测的过程当中，甲基酯化的前处理操作、色谱条件的优化举措、标准品的比对环节、结果的审核工作等，都会对数据的可靠性产生影响。食用油品质分析的时候不应仅仅依靠某一个单一指标，而是需要把脂肪酸谱同常规理化指标、加工工艺、储藏条件结合在一起进行综合判断。未来，应当进一步完善检测的标准化流程、油品脂肪酸数据库，以此提高食用油质量控制的科学性与精细化程度。

参考文献

[1] 邱若风.在线热辅助甲基化—气相色谱/质谱法分析食品和药品中脂肪酸组成的研究[D].浙江工业大学,2018.

[2] 杨登辉.红外光谱法与核磁共振氢谱法分析食用油脂肪酸组成[D].河南工业大学,2020.

[3] C.Wallingford J ,Yuhas R ,杜树发 , et al.中国食用油中的脂肪酸:以直接分析值作为制定标签的依据[J].国外医学(卫生学分册),2006,(1):58-63.

[4] 杨滢.油炸食品加工中食用油的氧化及反式脂肪酸组分和含量的变化[D].南昌大学,2013.

[5] 李玉.气相色谱法在食用油中脂肪酸成分测定与质量控制中的应用[J].中外食品工业,2024,(14):66-68.