

薄层色谱法在保健食品检验应用中的 常见问题及解决方法

黄双庆, 何秋霞*, 卿太辉
(汤臣倍健股份有限公司, 珠海 519040)

摘要: 薄层色谱法由于具有操作方便、设备简单、显色容易等特点而被广泛应用于保健食品中中药成分分析。薄层色谱法在应用于保健食品检验时, 常会遇到薄层板、点样器材、展开缸等器材的选择、供试品溶剂的选择、点样量和展开剂的选择以及操作等方面的问题。本研究对薄层色谱法在保健食品检验应用的常见问题进行汇总, 并分析这些问题出现的原因, 提出了进一步的解决措施, 以期提高薄层色谱法检验结果的准确性。

关键词: 保健食品; 薄层色谱法; 常见问题; 解决方法

Common problems and solutions in the application of thin layer chromatography in the inspection of health food

HUANG Shuang-Qing, HE Qiu-Xia*, QING Tai-Hui
(By-Health Co., Ltd., Zhuhai 519040, China)

ABSTRACT: Thin layer chromatography (TLC) is widely used in analysis of traditional Chinese medicine in health food because of convenient operation, simple equipment and easy color development. When TLC applied to the inspection of health food, it often encounters problems in the selection of thin layer plate, sample sampling equipment, developing cylinder and other equipment, as well as the selection of test solution, sample quantity, developing agent and operation. This paper summarized the common problems in the application of TLC in health food inspection, analyzed the causes of these problems, and put forward further solutions, in order to improve the accuracy of TLC inspection results.

KEY WORDS: health food; thin layer chromatography; common problems; solution

1 引言

生活工作节奏的不断加快给人们生理和心理机能带来巨大冲击, 处于亚健康状态的人群不断扩大, 人们关心的已不仅是吃饱穿暖的问题, 而有了更高的追求——健康, 因此人们开始试图用各种方式让自己的身体变得更健康, 保健食品就在这样的背景下应运而生。保健食品的概念是中国对某类食品的统一名称, 国外有关保健食品的名称有

“健康食品”或“功能性食品”, 还有一类称之为“膳食营养补充剂”。部分保健食品有效成分为中药提取物, 常采用薄层色谱法对其进行定性鉴别^[1,2]。薄层色谱法 (thin layer chromatography, TLC) 又叫做薄板分析, 是色谱法中的一种, 是快速分离和定性分析少量物质的一种很重要的实验技术, 属于固-液吸附色谱。本研究对薄层色谱法在保健食品检验应用中的常见问题进行汇总, 分析这些问题出现的原因, 提出进一步的解决措施, 以期提高薄层色谱法检验结果的

*通讯作者: 何秋霞, 主要研究方向为膳食营养补充剂的质量检测。E-mail: 1543043347@qq.com

*Corresponding author: HE Qiu Xia, By-Health Co., Ltd., Zhuhai 519040, China. E-mail: 1543043347@qq.com

准确性。

2 薄层色谱法的原理及特点

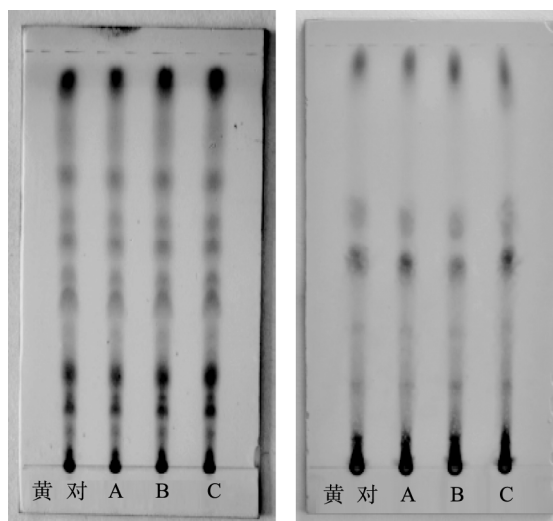
薄层色谱法是一种吸附薄层色谱分离法,它利用各成分对同一吸附剂吸附能力不同,使流动相(溶剂)在流过固定相(吸附剂)的过程中,连续发生吸附、解吸附、再吸附、再解吸附,从而达到各成分相互分离的目的,再利用吸收测定、荧光测定及荧光淬灭等方法最终分离各成分^[3-5]。薄层色谱法对样品预处理要求较低,对固定相、展开剂的选择有着比较大的自由度,对于含有不易从分离介质中脱附的微粒,以及需要色谱后衍生化处理的样品分析比较适用^[6-9]。相关资料^[10-16]提到,薄层色谱法有很多优势,例如:操作、显色比较方便、斑点集中等,但是最为突出的优势为:得到的图谱是直观性很强的图像以及可以同时分离多个样品。薄层色谱作为色谱技术的一个分支也是由于其具有的长处而被广泛应用于中药分析中。现代研究表明^[16-21],利用薄层色谱法对中药提取物进行检验,可实现定性鉴别药品中有效成分的这一效果。

3 薄层色谱法在保健食品检验应用中常见的问题及解决措施

3.1 薄层板的选择

实验室一般采用商品预制板(普通板和高效板)作为薄层板进行检验工作,其原因是:(1)为了得到有良好的分离度和重现性的色谱图。如图 1^[22]所示,根据黄龙尾为所含化学成分的不同,将该药材的薄层色谱鉴别分为小极性部分和大极性部分 2 个段来鉴别;2 个极性段用所优选的方法鉴别,分离效果好,斑点清晰:(2)商品预制板含有较高黏度的高分子有机粘合剂,板面较牢固,不易被划伤,喷雾点样更完全,可以避免板面的划伤。由于生产商的预制板的硅胶原料和加工以及制备过程存在着一些差异性,其质量参差不齐,这会对图谱质量和重现性造成影响,同时粘合剂的选择以及硅胶颗粒的细度分布范围等也会对结果产生一定的影响。若硅胶颗粒的细度分布范围较宽,则会造成重现性差,最终得到不好的图谱:有的商品预制板比较适合脂溶性成分的展开,而不适合极性成分较大且需要在展开剂中加水的样品^[1]。不同的厂家所用到的高分子有机粘合剂可能不同,这也是影响色谱质量的原因之一。对于样品成分比较复杂、色谱斑点较多的样品,预制板的质量要求比较严格,所以在选择薄层板的时候要选择适合该样品的薄层板,以确保可以显出斑点。例如五味子^[23-26]的薄层鉴别,它的点比较多,需要用的预制板要求比较严格,否则就发生跑不出点的现象,一般用 GF₂₅₄ 的薄层板来跑五味子的薄层鉴别,若用别的高效板则会跑不出点。在选择薄层板^[27]的时候一定要选择适用于所要做鉴别的提取

物的薄层板,这样得出来的色谱图是最合适的。若预制板贮存时间过长,或者贮存环境不适宜,会导致其表面涂布的硅胶吸附剂(固定相)容易被污染,因此在使用前需要对其进行预洗。可使用甲醇、甲醇-二氯甲烷混合溶剂或者异丙醇在不密闭的展开缸中上行展开至最前沿,取出晾干,重新活化。



注:左图为小极性部分;右图为大极性部分。

图 1 黄龙尾药材薄层色谱图^[22]

Fig.1 TLC of Huanglongwei^[22]

3.2 点样器材的选择

薄层板表面的机械损伤是由于点样装置引起的,其对色谱质量,尤其是对定量分析将会带来灾难性的影响,特别是已经载有样品的硅胶表面颗粒,若其被划伤和刮除,后果更加严重。近年来,点样器材和点样技术不断更新,已经促使点样质量得到很大提升^[27]。实验室最常用的点样器是定量点样毛细管(微升毛细管),其规格有 0.5、1.0、2.0、5.0、10 μL 等多种,其采用半自动或全自动的条带状喷雾点样,是最方便的方式^[28]。点样针在使用时一定要进行清洗,以避免出现堵塞点不出点的情况。有的实验室选择手动点样,但方法耗时比较长。此外,手动点样若需要重复点样时,在前次点样的溶剂挥发后方可重新点样,这样可避免点样过大出现拖尾、原点扩散等现象,点样时下手要轻,不可刺破薄层。

3.3 展开缸的选择

薄层鉴别的展开缸一般有水平式和直立式 2 种类型,实验室较为常用的是直立式展开缸。它又分为平底展开缸和双槽展开缸,实验室较为常用的为双槽展开缸。由于双槽展开缸具有节省溶剂、便于预平衡、可控制展开缸内相对湿度等优点,而被大多数实验室所选择。跑板前一般需要预饱和(可避免产生边缘效应^[29],即展开时薄层板边缘

斑点的 R_f 值高于中部同组分的斑点 R_f 的现象)。饱和的情况和展开缸的选择有关, 常规的展开缸在展开前较难达到展开缸饱和状态, 可在展开缸内壁放同样大小的用溶剂湿润的滤纸, 以促使缸内尽快达到预饱和的状态。

3.4 显色剂涂布方法的选择

展开后的薄层板大多数需要用显色剂来使展开后的斑点显色^[30], 实验室多采用喷雾显色, 在这个操作过程中需要保证喷出气雾尽量均匀, 否则有些斑点可能显不出来。涂布显色剂的方法有喷雾法和浸渍法这 2 种。喷雾法采用的喷雾瓶应能在一定压力下使试剂喷出均匀的细雾状。浸渍法采用的浸渍槽为特制的扁的玻璃槽, 使用时, 需要将展开后的薄层板平稳垂直地放入浸渍槽中一至数秒后取出, 揩净薄层板背面残存的试剂, 显色后的图像可供分析使用(需要时可加热)^[1]。通常喷雾法使用较多。

3.5 供试品溶剂选择

在进行样品提取物的预处理时, 需要注意供试品溶剂的选择, 这是一个决定能否得到清晰图谱的重要的步骤。由于样品处理时所用到的溶剂有不同程度的洗脱力, 点样时样品会在原点呈环形展开, 此现象称为“点样环形色谱效应”^[31-34]。供试品溶剂的极性会对薄层色谱法的鉴别结果有很大的影响^[35]。例如如果点样后发现原点扩散为空心圆, 这可能是由于样品在溶剂中的溶解度过大所造成的, 这种效应不利于随后的线性展开。在操作时所用的溶剂十分重要, 一般要求所用溶剂的溶解度和黏度均要适宜, 且沸点适中, 对于待测成分不清楚的情况常选用溶解范围较宽的溶剂^[36]。在进行薄层色谱检验时, 需要根据样品的实际情况和检验要求, 选择最适合的提取方法, 并可对展开剂进行合理的调换, 同时采取空白实验等措施对鉴别检验的结果作出验证, 以确保检验结果的准确性。对此有以下 2 点建议: (1)对于液体剂型的水溶性成分的用品应先对其进行脱脂处理, 对含有乙醇的样品应先采用水浴挥发乙醇再进行下一步处理; (2)对粉末剂型中药提取物, 应采用超声提取法^[37-40]、回流提取法^[41,42]作为提取的首选方式。对含有较多糖类或淀粉质成分样品可先用酸性溶剂溶解, 再选择用有机溶剂提取, 若直接采用有机溶剂提取, 则会影响斑点拖尾得到质量不高的图谱, 影响检测结果。

3.6 展开剂选择

依靠色谱分离混合物需要解决的主要问题有 2 个: (1)相邻物质对的分离; (2)宽极性范围内的多组分混合物的分离。但实际情况是对复杂混合物的分离, 即使采用了梯度展开技术, 也不大可能在一个相当宽的极性范围内的多组分环境下, 既解决各组分的最大限度分离问题, 又同时解决各组分最佳分离度的问题。在此前提下, 展开剂的选择成为首要解决问题。对于展开剂的选择主要考虑 2 个

方面^[43,44]: (1)溶剂的极性, 要求使得待分离的主要物质比移值(retention factor, R_f)在 0.3~0.7 范围内; (2)溶剂的选择性, 要求达到最佳的分离度。相关研究表明^[45-50], 不同的展开剂分离效果相差悬殊, 可以根据样品的特性进行适当调换。在检验时可利用极性比较小的溶剂对中药提取物中的有效成分进行溶解以及分离, 此外, 根据实验经验所得, 在相应的展开剂中加入一定的酸与碱可有效避免发生斑点拖尾的情况出现^[36,51]。展开剂的展开能力取决于溶剂的极性大小, 展开剂极性越大, 其对待测物的展开能力就越大。在选择展开剂方面要慎重, 不要随便选择, 要选择适合的展开剂, 这样得到的图谱质量才会更佳。

3.7 点样量的选择

点样是薄层鉴别中非常关键的一步, 既关系到能否得到可以重现的较好的分离度结果, 也关系到定量测定结果的准确性。薄层鉴别中最重要的误差来源是点样量。关于点样量^[52]多少的问题, 一般有 2 种看法: 一种是严格按照质量标准的点样量, 若没有斑点出现即算不符合规定, 但是影响薄层色谱鉴别图谱质量的因素较多, 为避免出现差错, 可适当增大点样量, 但增大是有限度的; 还有一种观点是薄层色谱鉴别就是定性鉴别, 即只要有该成分就应判为符合规定, 按此观点的话即可以无限制地增大点样量^[34]。有些样品较为黏稠, 当增大点样量时, 薄层板的承载量达到一定极限时, 就会有斑点变形、拖尾等现象出现, 这种情况同样也会对薄层色谱鉴别的结果判定存在一些不良影响。如葛根^[34], 在做鉴别时若根据质量标准来操作, 会因样品浓度太稠, 最终得到的图谱质量很差, 模糊不清。经过调试后, 可改变点样量再点板, 这样得到的图谱才会出现拖尾现象, 图谱质量也较好。

3.8 其他问题

在日常做薄层色谱检验时, 一般会先将薄层板进行活化, 目的是使水合硅醇变为游离硅醇基, 进而加强吸附力, 吸附力越大, 活性越高。在对提取物做薄层色谱鉴别检验时, 实验操作人员的操作方法是影响最为关键的一个因素。对样品进行处理时, 若操作人员不能及时地采用合理的方法分离样品中的成分, 则会使图谱质量受到相应的影响。因此在实际检验的过程中, 应选择具有丰富检验经验的操作人员进行实际操作, 且严格规范检验人员自身的行为, 使其严格按照相关的检验标准和流程进行操作, 以尽可能地减少人为因素所致的误差, 从而提高检验结果的准确性。另外, 薄层板的活性取决于实验环境的相对湿度, 在日常检验中, 活化后的薄层板被取出后, 会吸附大气中的水蒸气分子而降低活性, 这也是造成图谱重现性较差的原因之一, 所以在操作时一定要注意实验环境的相对湿度是否符合要求, 避免出现图谱重现性差的情况。控制相对湿度的方法^[1]如下: 可在双槽展开缸的一侧中加入适当浓

度的硫酸,将点样后的薄层板放入另一侧槽中,密闭静置 15~30 min,再将展开剂加入到不含有硫酸的槽中展开:另一种方法是在预先准备好的条件控制箱(如内盛有适当浓度的硫酸的平卧式展开缸)内进行,也可以用适宜大小的干燥器,用不同浓度的硫酸作干燥剂,或用五氧化二磷真空干燥器,在隔板上放置薄层板,密闭一定时间后取出,即刻移入展开缸中展开。

4 结 论

本研究对薄层色谱法在保健食品检验应用的常见问题,如薄层板、点样器材、展开剂、点样量等条件的选择进行了汇总,并对这些问题出现的原因进行了分析,针对问题提出了相应的建议,可为薄层色谱法在保健食品检测中的应用提供参考意义。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家药典委员会. 中华人民共和国药典中药材薄层色谱彩色图集(第一册)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.
The national pharmacopoeia committee of the People's Republic of China. Color atlas of Chinese crude drugs by TLC (volume 1) in pharmacopoeia of the People's Republic of China [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2009.
- [2] 张晖, 徐永, 姚惠源. 纸层析法定量测定米胚芽中的 γ -氨基丁酸[J]. 食品与生物技术学报, 2004, (2): 101-103.
Zhang H, Xu Y, Yao HY. Quantitative determination of γ -aminobutyric acid in rice germ with paper chromatography [J]. Food Sci Biotechnol, 2004, (2): 101-103.
- [3] 汪瑗, 朱若华, 陈惠, 等. 薄层色谱分析法及其进展[J]. 大学化学, 2006, 21(3): 34-40.
Wang Y, Zhu RH, Chen H, et al. Advances in thin layer chromatography [J]. Univ Chem, 2006, 21(3): 34-40.
- [4] 赵鸣舒, 刘文京, 赵希贤, 等. 静态顶空气相色谱法快速鉴别薄荷[J]. 首都医药, 2010, 17(20): 49-50.
Zhao MS, Liu WJ, Zhao XX, et al. Rapid identification of mint by static headspace gas chromatography [J]. Cap Med, 2010, 17(20): 49-50.
- [5] 朱洪. 浅析抽验中药饮片及中成药的质量情况[J]. 海峡药学, 2012, 24(10): 292-293.
Zhu H. A brief analysis of the quality of Chinese herbal decoction pieces and proprietary Chinese medicines [J]. Strait Pharm, 2012, 24 (10): 292-293.
- [6] 谢明, 范卓文. 在中药药物分析中薄层色谱新技术的运用[J]. 中国科技博览, 2015, (1): 238.
Xie M, Fan ZW. Application of new TLC technology in the analysis of traditional Chinese medicine [J]. China Sci Technol Expo, 2015, (1): 238.
- [7] 阳勇, 钟国跃, 武小赞, 等. 常用藏药“蒂达(藏茵陈)”各品种的薄层色谱鉴别研究[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(5): 757-761.
Yang Y, Zhong GY, Wu XY, et al. TLC identification of various varieties of commonly used Tibetan medicine Dida [J]. Chin J Tradit Chin Med, 2013, 38(5): 757-761.
- [8] 陈志肾. 药品检验工作中存在的问题与解决对策探究[J]. 科技创新导报, 2014, (6): 21-22.
Chen ZS. Research on the problems of division in drug testing and the solutions [J]. J Sci Technol Innov, 2014, (6): 21-22.
- [9] 马艳芹, 张蓉蓉, 房吉祥, 等. 现代分析技术在中药质量控制中的应用进展[J]. 首都医药, 2013, (16): 14-15.
Ma YQ, Zhang RR, Fang JX, et al. Application progress of modern analytical technology in quality control of traditional Chinese medicine [J]. Cap Med, 2013, (16): 14-15.
- [10] 罗由萍, 邓鹏飞. 薄层色谱及其在药用植物研究中的应用[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(6): 3309-3312.
Luo YP, Deng PF. Thin layer chromatography and its application in the study of medicinal plants [J]. J Anhui Agric Sci, 2011, 39(6): 3309-3312.
- [11] 张震南. 薄层色谱 ABC[J]. 云南化工, 1995, (1): 46-50.
Zhang ZN. Thin layer chromatography ABC [J]. Yunnan Chem Ind, 1995, (1): 46-50.
- [12] 向金莲, 王伟, 任飞宇. 薄层色谱技术在中药检验中的应用[J]. 中国医药指南, 2018, 16(11):237-238.
Xiang JL, Wang W, Ren FY. Application of thin layer chromatography in the detection of traditional Chinese medicine [J]. China Med Guide, 2018, 16(11): 237-238.
- [13] 尹丽, 宗兰兰, 蒲晓辉, 等. 薄层色谱法在药物分析中的应用[J]. 河南大学学报, 2016, 35(2): 77-80.
Yin L, Zong LL, Pu XH, et al. Application of thin layer chromatography in drug analysis [J]. J Henan Univ, 2016, 35(2): 77-80.
- [14] 吕长淮. 薄层色谱法在药物分析中的应用进展[J]. 中国药房, 2006, 17(22): 1748-1749.
Lv CH. Application of thin layer chromatography in drug analysis [J]. Chin Pharm, 2006, 17(22): 1748-1749.
- [15] 中华人民共和国国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
The National pharmacopoeia commission of the People's Republic of China. The pharmacopoeia of the People's Republic of China (part I) [M]. Beijing: China Pharmaceutical Science and Technology Press, 2015.
- [16] 冯雅斌, 杜靛, 温静. 薄层色谱法在药物分析中的应用及研究进展[J]. 疾病监测与控制, 2011, 5(1): 60-63.
Feng YB, Du L, Wen J. Application and research progress of TLC in drug analysis [J]. Dis Surveill Control, 2011, 5(1): 60-63.
- [17] 梁辉. 黄连上清片中黄芩的薄层色谱鉴别探讨[J]. 科技创新导报, 2013, (33): 37.
Liang H. TLC identification of *Scutellaria baicalensis* in huanglian shangqing tablets [J]. J Sci Technol Innov, 2013, (33): 37.
- [18] 蔡艳丽, 李正国, 卞艳晶. 黄连上清片(丸)中黄连、黄柏薄层鉴别方法研究[J]. 医药制剂, 2016, (17): 37.
Cai YL, Li ZG, Bian YJ. Study on TLC identification method of *Rhizoma coptis* and *Phellodendri chinensis* in huanglian shangqing tablet (pill) [J]. Pharm Prep, 2016, (17): 37.
- [19] 刘晓林. 黄连上清胶囊的薄层色谱鉴别研究[J]. 安徽医药, 2003, 7(4): 303-304.
Liu XL. TLC identification of huanglian shangqing capsules [J]. Anhui Med, 2003, 7(4): 303-304.
- [20] 邹玉繁, 汪小根. 正胃片中药材的薄层色谱鉴别研究[J]. 现代中药研究与实践, 2006, 20(5): 42-44.
Zou YF, Wang XG. TLC identification of medicinal herbs in zhengwei

- tablets [J]. *Mod Chin Med Res Pract*, 2006, 20(5): 42–44.
- [21] 王彬, 李伟威. 健脑片中中药材薄层鉴别方法的研究[J]. 黑龙江科技信息, 2012, (36): 88.
- Wang B, Li WW. Study on TLC identification method in Jiannaoling tablets [J]. *Heilongjiang Sci Technol*, 2012, (36): 88.
- [22] 朱卫萍, 饶高雄. 黄龙尾药材薄层色谱鉴别[J]. 云南中医中药杂志, 2019, 40(9): 68–69.
- Zhu WP, Rao GX. Identification of yellow longtailes by thin layer chromatography [J]. *Yunnan J Tradit Chin Med*, 2019, 40(9): 68–69.
- [23] 王海燕. 薄层色谱鉴别丹参五味子片的效果[J]. 中国医药指南, 2017, 15(16): 43–44.
- Wang HY. Effect of TLC on identification of *Salvia miltiorrhiza-Schisandra chinensis* tablets [J]. *China Med Guide*, 2017, 15(16): 43–44.
- [24] 王晓雷. 复方天麻颗粒中天麻五味子的薄层鉴别[J]. 中医学刊, 2003, 21(6): 1014.
- Wang XL. TLC identification of *Schisandra chinensis* in compound *Gastrodia elata* granules [J]. *J Chin Med*, 2003, 21(6): 1014.
- [25] 胡建英. 安康灵胶囊中五味子、白芍及苦参薄层鉴别研究[J]. 海峡药学, 2008, 20(12): 60–61.
- Hu JY. Identification of *Schisandra chinensis*, *Radix paeoniae* Alba and *Radix sophora* Flavessini in ankang ling capsule [J]. *Strait Pharm*, 2008, 20(12): 60–61.
- [26] 李玉馥, 刘永先. 养心丸中红参、当归、丹参、五味子的薄层色谱鉴别[J]. 辽宁中医学院学报, 2004, 6(3): .
- Li YZ, Liu YX. TLC identification of red ginseng, *Angelica sinensis*, *Salvia miltiorrhiza* and *Schisandra chinensis* in yangxin pills [J]. *J Liaoning Coll Tradit Chin Med*, 2004, 6(3): 226.
- [27] 廖蓓玲. 薄层层析中薄层板的制备方法[J]. 河池师专学报, 1997, 17(2): 104–107.
- Liao BL. Preparation method of thin layer plate in thin layer chromatography [J]. *J Hechi Norm Coll*, 1997, 17(2): 104–107.
- [28] 李乐道, 王玮, 王东援, 等. 薄层色谱自动点样仪的研制[J]. 分析测试技术与仪器, 2001, 7(4): 236–238.
- Li LD, Wang W, Wang DY, et al. Development of TLC automatic sample dispensing instrument [J]. *Anal Test Technol Instrum*, 2001, 7(4): 236–238.
- [29] 胡海英, 施秀芳, 张正全. 薄层色谱操作的一点体会[J]. 现代食品与药品杂志, 2007, (1): 82–83.
- Hu HY, Shi XF, Zhang ZQ. A simple experience of TLC operation [J]. *J Mod Food Med*, 2007, (1): 82–83.
- [30] 吕元美, 邢跃飞. 薄层色谱法分析应用浅析[J]. 中国科技博览, 2015, (11): 36.
- Lv YM, Xing YF. Application of thin layer chromatography [J]. *China Sci Technol Expo*, 2015, (11): 36.
- [31] 李昂. 薄层色谱法在化药分析中的应用[J]. 黑龙江科技信息, 2016, (6): 134.
- Li A. Application of thin layer chromatography in chemical drug analysis [J]. *Heilongjiang Sci Technol Inform*, 2016, (6): 134.
- [32] 孙楠. 中药及中成药薄层色谱鉴别检验相关问题的探讨[J]. 临床医药文献杂志, 2017, 27(4): 5290.
- Sun N. Discussion on TLC identification of traditional Chinese medicine and Chinese patent medicine [J]. *J Clin Med*, 2017, 27(4): 5290.
- [33] 刘爱香. 中药及中成药薄层色谱鉴别检验中的问题分析[J]. 光明中医, 2018, 22(33): 3437–3439.
- Liu AX. Analysis of problems in TLC identification of traditional Chinese medicine and proprietary Chinese medicine [J]. *Guangming Tradit Chin Med*, 2018, 22(33): 3437–3439.
- [34] 赵希贤, 尤立华, 杨秉呼, 等. 中药薄层色谱鉴别检验常见问题探讨[J]. 中国药业, 2013, 22(6): 2–4.
- Zhao XX, You LH, Yang BH, et al. Discussion on common problems in TLC identification of traditional Chinese medicine [J]. *China Pharm*, 2013, 6(22): 2–4.
- [35] 王一寓. 中药山栀的薄层色谱鉴别研究[J]. 中国保健营养, 2017, 27(20): 78–79.
- Wang YY. TLC differentiation of traditional Chinese medicine *Gardenia jasminoides* [J]. *China Health Nutr*, 2017, 27(20): 78–79.
- [36] 吴敏. 中药薄层色谱鉴别检验常见问题研究[J]. 中国保健营养, 2017, 27(8): 381.
- Wu M. Study on common problems in TLC identification of traditional Chinese medicine [J]. *China Health Nutr*, 2017, 27(8): 381.
- [37] 周斌. 用超声波提取中药材[J]. 安徽科技, 2005, (4): 23–24.
- Zhou B. Extraction of Chinese crude drugs by ultrasonic wave [J]. *Anhui Sci Technol*, 2005, (4): 23–24.
- [38] 张俊辉. 超声波技术在中药提取过程中的应用[J]. 中国科技博览, 2016, (5): 312.
- Zhang JH. Application of ultrasonic technology in the extraction of traditional Chinese medicine [J]. *China Sci Technol Expo*, 2016, (5): 312.
- [39] 张素萍. 超声提取技术在中药有效成分提取中的应用优势[J]. 贵州工业职业技术学院学报, 2012, 7(4): 7–9.
- Zhang SP. Application advantages of ultrasonic extraction technology in the extraction of effective components of traditional Chinese medicine [J]. *J Guizhou Inst Ind Technol*, 2012, 7(4): 7–9.
- [40] 周宝双. 中药材提取技术分析[J]. 中国科技博览, 2014, (10): 395.
- Zhou BS. Extraction technology analysis of Chinese medicinal herbs [J]. *China Sci Technol Expo*, 2014, (10): 395.
- [41] 朱立刚, 刘威. 浅析热回流提取技术在中药生产中的应用[J]. 黑龙江中医药, 2013, 46(5): 56.
- Zhu LG, Liu W. Application of thermal reflux extraction technology in the production of traditional Chinese medicine [J]. *Heilongjiang Tradit Chin Med*, 2013, 46(5): 56.
- [42] 夏光辉, 魏风云, 焦冬冬. 回流提取法在玉竹黄酮提取中的应用研究[J]. 通化师范学院学报, 2016, 37(1): 11–14.
- Xia GH, Wei FY, Jiao DD. Application of reflux extraction method in the extraction of flavonoids from jade bamboo [J]. *J Tonghua Norm Univ*, 2016, 37 (1): 11–14.
- [43] 曾镇广. 薄层色谱中展开剂的选择[J]. 新课程学习学术教育, 2010, (6): 328.
- Zeng ZG. Selection of developing agent in TLC [J]. *New Curr Learn Acad Edu*, 2010, (6): 328.
- [44] 罗超, 曾娅丽. 实例浅析薄层色谱展开剂的选择[J]. 中国西部科技, 2006, (30): 49.
- Luo C, Zeng YL. A case study on the selection of development agents for TLC [J]. *Sci Technol West China*, 2006, (30): 49.
- [45] Geiss F. Fundamentals of thin layer chromatography [M]. Heidelberg: Huething, 1987.

- [46] Geiss F. Role of the vapor planar chromatography [J]. J Planar Chromatogr Mod, 1988, 1(2):102.
- [47] Bart MJ. Handbook of thin layer chromatography [M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1991.
- [48] 孙毓庆. 薄层扫描法及其在药物分析中的应用[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1990.
Sun YQ. Thin-layer scanning and its application in drug analysis [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1990.
- [49] Szaboles N. The 'prisma' optimization system in planar chromatography [J]. J Planar Chromatogr, 1988, 1(4): 336.
- [50] Xie PS, Yan YZ. HPTLC fingerprint identification of ginseng drugs [J]. J High Resol Chromatogr, 1987, 10(11): 607.
- [51] 单红艳. 薄层色谱法检验中药应注意的问题[J]. 中国中医药现代远程教育, 2011, 9(17): 146-147.
Shan HY. Problems to be paid attention to in the detection of traditional Chinese medicine by TLC [J]. Chin Med Mod Distance Edu China, 2011, 9(17): 146-147.
- [52] 陈宁. 薄层色谱技术新进展[J]. 广东公安科技, 2002, (2) :12-13.

Chen N. new advances in thin layer chromatography [J]. Guangdong public security technology. 2002, (2): 12-13.

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



黄双庆, 主要研究方向为膳食营养补充剂的质量检测。

E-mail: 978982102@qq.com



何秋霞, 主要研究方向为膳食营养补充剂的质量检测。

E-mail: 1543043347@qq.com

“农兽药残留研究与检测”专题征稿函

食用农产品中农药、兽药残留问题是国内外广泛关注的课题。本刊特组织“**农兽药残留研究与检测**”专题, 征集的稿件主要围绕**农兽药残留标准制定与风险评估、农兽药的代谢与迁移转化、农兽药残留样品前处理方法、农兽药残留检测技术与应用、农兽药残留现场检测技术、农兽药残留市场监测与结果分析等或者您认为与本专题相关有意义的领域**。该专题计划在 2021 年 1~2 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员和专题主编刘宏程研究员和编辑部全体成员特别邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 **2020 年 11 月 30 日**前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题农兽药残留研究与检测):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿选择“**专题: 农兽药残留研究与检测**”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: 农兽药残留研究与检测专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部