

包虫病快速检测技术研究进展

王成程¹, 韩国全^{1*}, 王利娜², 唐廷廷¹, 蒋玉涵¹, 陈传君¹

(1. 四川农业大学食品学院, 雅安 625014; 2. 四川省成都市食品药品检验研究院, 成都 610000)

摘 要: 寄生虫病是常见的食源性疾病, 而包虫病属于常见的寄生虫病。包虫病又称棘球蚴病, 广泛分布于我国青海、西藏、四川、新疆等西北地区, 严重危害人体健康和畜牧业生产。OIE 将棘球蚴病归为全球通报的传染性疫病, 归属为多种动物共患病; WHO 将棘球蚴列为 17 种被忽视的热带病之一, 同时也被列为被忽视的人兽共患病, 成为全球早期预警系统优先预警和应急处置的疾病之一。本文阐述了检测包虫病技术, 包括病原学检测方法、免疫学检测方法、影像学方法及分子生物学检测方法等, 分析了目前国内外学者对于这些技术由复杂向简化的突破, 实现快速、准确检测包虫病的研究成果, 以及进行几种检测方法结果的比较。旨在为未来更好地发展快速、准确检测包虫病的技术方法提供参考依据。

关键词: 包虫病; 检测技术; 免疫学; 光谱学; 分子生物学

Research progress on rapid detection technology of hydatid disease

WANG Cheng-Cheng¹, HAN Guo-Quan^{1*}, WANG Li-Na², TANG Ting-Ting¹,
JIANG Yu-Han¹, CHEN Chuan-Jun¹

(1. College of Food Science and Technology, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;
2. Sichuan Province Food and Drug Inspection Institute, Chengdu 610000, China)

ABSTRACT: Parasitic disease is a common foodborne disease, and hydatid disease is a common parasitic disease. Echinococcosis, also known as hydatid disease, is widely distributed in the northwestern regions of China, including Qinghai, Tibet, Sichuan and Xinjiang, which seriously endangers human health and livestock husbandry. OIE classified the echinococcosis as a globally notified infectious disease and attributed it to a variety of animal comorbidities, while WHO ranked echinococcus as one of the 17 kinds of neglected tropical diseases and was also listed as a neglected zoonosis, one of the priorities for early warning and emergency treatment of the global early warning system at the same time. This article described the detection technology of hydatid disease, including etiological detection methods, immunological detection methods, imaging methods and molecular biology detection methods, analyzed the current technology breakthrough of from complex to simplify by domestic and foreign scholars, to achieve rapid and accurate detection of echinococcosis, as well as the results of several test methods were compared. The purpose was to provide references for the future development of rapid and accurate detection of hydatid disease.

KEY WORDS: hydatid disease; detection techniques; immunology; spectroscopy; molecular biology

*通讯作者: 韩国全, 博士, 副研究员, 主要研究方向为微生物与食品安全, 农产品加工与品质控制。E-mail: hans_980306@sicua.edu.cn.

*Corresponding author: HAN Guo-Quan, Ph.D, Associate Professor, College of Food Science, Sichuan Agricultural University, No.46, Xinkang Road, Yucheng District, Ya'an 624014, China. E-mail: hans_980306@sicua.edu.cn.

1 引言

包虫病又称棘球蚴病,是由寄生于犬科动物的棘球属虫种的幼虫^[1]。棘球绦虫隶属于扁形动物门绦虫纲圆叶目带科棘球属^[2]。包虫病主要有2种,分别是细粒棘球蚴引起的囊型包虫病(cystic echinococcosis, CE)和多房棘球蚴引起的泡型包虫病(alveolar echinococcosis, AE)^[3]。包虫病是寄生机体引起的一种人畜共患寄生虫病。该病几乎原发于肝脏,虫体在肝内呈浸润恶性生长,类似恶性肿瘤,后期易继发脑、肺等转移,最终造成机体肝区肿大、黄疸、咯血等一系列病理性改变甚至死亡,素有“虫癌”之称^[4]。OIE将棘球蚴病归为全球通报的传染性疫病,归属为多种动物共患病;WHO将棘球蚴列为17种被忽视的热带病之一,同时也被列为被忽视的人兽共患病,成为全球早期预警系统优先预警和应急处置的疾病之一^[5]。我国包虫病病例主要集中在青海、西藏、四川、新疆等西北地区,分布广泛。据农业部流行病学调查数据推算,全国每年患包虫病的牛、羊5000万头(只)以上,每年因家畜死亡和脏器废弃造成的直接经济损失超过30亿元。我国包病患者达40余万,感染人数380万人。包虫病严重危害人体健康和畜牧业生产^[6]。本文概述包虫病检测方法,包括病原学检测方法、免疫学检测方法、影像学方法及分子生物检测方等,分析了目前国内外学者对于这些技术由复杂向简化的突破,实现快速、准确检测包虫病研究成果,以及进行几种检测方法结果的比较。旨在为未来更好地发展快速、准确检测包虫病的技术方法提供参考依据。

2 包虫病快速检测技术

2.1 病原学检测技术

病原学检测主要是借助显微镜对寄生虫形态学观察,根据其形态特征做种属鉴定。主要有目检法、压片镜检法和消化法。Chaabane-Banaoues等^[7]采用显微镜检查在553个粪便样品中检测到152个疑似包虫。再用PCR方法对其核酸检测显示138个阳性。Kohansal等^[8]从伊朗西北部8个不同地区采集总共450个狗粪便样品,通过显微镜检查,450份粪便样本中有86份(19.1%)发现胃肠道寄生虫。在5.6%的样品中观察到绦虫卵,其分别含有0.45%的细粒棘球绦虫。

这种传统的显微镜观察快速简便、成本低廉,但常受制于技术人员的技术熟练程度和鉴别能力^[9,10],该法主要肉眼观察虫卵或虫体,检出率较低^[11]。而且棘球属各个种的绦虫卵形态相似,无法鉴别,甚至与其他带科绦虫的虫卵也无法区别^[12]。

2.2 免疫学技术

免疫学技术是通过抗原和抗体的特异性结合反应和信号放大技术达到鉴别物种方法^[13]。免疫诊断主要包括酶联免疫吸附法(ELISA)、蛋白质印迹法(Western blotting)、免疫胶体金法(immune colloidal gold technique)及包虫病皮内试验(Casoni)等方法。

寄生虫本身及其分泌物、代谢产物等均可作为抗原刺激动物机体产生相应抗体,可以通过已知抗原或抗体,检测动物血清中相应抗体或者抗原的存在性,从而判断该动物是否患有这种寄生虫病^[14]。Chirag等^[15]在印度克什米尔谷的患者血清和尿液中发现了特异性抗体,用于诊断囊性包虫病。Sangaran等^[16]使用酶联免疫吸附测定法和Dot-EIA免疫测定法进行了在水牛诊断包虫病中循环抗原的检测。灵敏度和特异度分别为89%和92%,而Dot-EIA测定为94%和96%。Liu等^[17]采用双抗体夹心ELISA法检测犬粪便中细粒棘球绦虫抗原,以细粒棘球绦虫EdiagA864蛋白为抗原,免疫日本大耳白兔,制备多克隆抗体;利用HRP标记兔抗细粒棘球绦虫EdiagA864多克隆抗体,通过溶解、超声方法处理犬粪便样品;以抗细粒棘球绦虫单克隆抗体2D12作为捕获抗体,HRP标记的兔抗细粒棘球绦虫EdiagA864多克隆抗体为检测抗体,双抗夹心ELISA方法特异性较强、敏感性较高、重复性较好,为细粒棘球绦虫流行病学调查及诊断提供了一种更简便、快速、特异的免疫学检测方法。Han等^[18]对ELISA和超声波进行对比,通过IgG-ELISA测定的抗体阳性比例为24.33%(127/522),明显高于超声波检查(17.24%, 90/522)。卓玛^[19]采用抗原酶联免疫吸附法联合检测的配套技术检测肉羊血清抗体与犬粪抗原。该方法特异性强、敏感度高,而且检测也相对迅速,结果准确,适用于大批量样品的检测,对于疾病的净化具有极为重要的作用和积极意义。Tamer等^[20]采用免疫层析检测对包虫病抗体的检测。研究目的是探讨e-颗粒抗体免疫层析试验在棘球球菌病诊断中的价值。ICT评估了102例囊性包虫病,38例其他寄生虫病,50例健康人。ICT的敏感性、特异性、阳性和阴性预测值分别为96.8%、87.5%、98.9%和70%。诊断价值为96.1%。对囊性棘球病的ELISA和免疫层析试验高度的一致性。

Zhuo等^[21]开发基于HSP70的胶体金免疫层析条用于快速检测绵羊细粒棘球绦虫,该实验在20min内完成,不需要专门的设备或化学试剂,而特异性检测证实与肝炎、血矛线虫、矛虫病反刍动物病毒和口蹄疫病毒的阳性血清无交叉反应。这是一种简便、特异和快速的检测方法^[22]。谢贵林等^[23]用金标免疫层析读数仪和肉眼2种方法判读采用金标免疫层析试纸条检测的159份棘球蚴病患者血清和80份其他肝脏疾病患者血清。结果显示,金标免疫层析读数仪检测抗细粒棘球蚴抗体的敏感性(95.6%, 152/159)、特

异性(93.7%, 75/80)和准确性(95.0%, 227/239)均高于肉眼判读结果(92.4%、85.0%和89.9%),而假阴性率(4.4%, 7/159)和假阳性率(6.3%, 5/80)均低于肉眼判读结果(7.5%和15.0%)。

2.3 光谱学技术

光谱学方法是一种快速检测鉴别方法,其突出特点是分析速率快,样品制备简单,可同时测定多种成分,简单无污染,只需对比已知谱图,即可进行快速、简单、可重复、无损伤的定性定量分析。拉曼光谱和近红外光谱检测的都是物质分子的各种振动、转动频率和能级的信息,反映了样品分子中有机物结构和官能团类型,且拉曼光谱与红外光谱在应用对象上各具特色。

Li等^[24]利用近红外技术多孔硅微腔光学生物传感器检测包虫,在这种方法中,通过测量与近红外探测激光器的最大透射强度对应的入射角的变化来检测由多孔硅微腔中的样品的生物反应引起的折射率变化。此文提出的方法可以实现高灵敏度的43 kDa分子量包虫抗原的无标记检测。Cheng等^[25]拉曼光谱法结合神经网络用于快速检测包虫病。拉曼反射光谱表明,在101~175 nm和1801~2701 nm的波长范围内,包虫病血清的反射率高于正常人血清。然后使用主成分分析(principal component analysis, PCA)和反向传播神经网络(back propagation neural network, BPNN)模型获得诊断结果。健康人和包虫患者的诊断率分别为93.3333%和90.9091%,平均最终诊断率为92.1212%。

2.4 影像学诊断

常用的超声、X线、CT、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等影像学诊断,能对包块损害的部位、大小和物理性状等作出较为明确的判断,为手术方式选择以及预后提供依据。其中超声便携快捷、费用低廉,是包虫病的首选检查方法^[26]。CT近年来在包虫病诊疗中普遍应用,对包虫囊肿定位准确清晰,并能显示数目、大小及位置,便于指导选择手术切口和手术方式^[27]。MRI技术能很好地显示囊膜、子囊及泡型包虫病的囊泡,有助于辨别胆管和病灶的关系。对发生囊液感染、破裂等继发性变化病例,磁共振胰胆管造影(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)也可清楚显示包虫的细微结构和特征,从而有助于进一步定性和处置^[28]。其他分子影像技术,如CT灌注成像、MRI质子波谱、磁共振扩散加权成像和MRI灌注成像等很多技术与方法在包虫病诊断方面将得到应用。

Arsenopoulos等^[29]采用超声波技术诊断活羊中的包虫疾病,通过对受影响动物的肝脏和/或肺部的病变进行成像进行判断。得出结论,超声波检查应视为拥有巨大诊断潜力。Crilly等^[30]采用超声波技术对包虫病进行探讨。

Kumar等^[31]发现包虫病是动物肺和肝囊肿的主要原因,比较了放射学和超声检查(ultrasonogram diagnosis, USG)在病态牛动物中检测肺或肝囊肿。使用成像技术,观察到46.7%的动物具有肺和肝囊肿,而33.3%的肺仅有肺,20%仅具有肝囊肿。在31.1%的动物中,囊肿被确定为疾病的主要原因。对于诊断肺囊肿,放射学(71.1%)和USG(62.2%)具有相似的诊断效用。李舍等^[32]采用超声弹性成像技术检测肝泡型包虫病。方法对95例肝脏占位性疾病患者分别行常规超声和超声弹性成像检查,分别记录病灶的大小和弹性评分,并将其诊断结果与手术或病理结果比较。结果95例肝脏占位性疾病患者中,肝泡型包虫病54例、原发性肝癌21例、肝囊型包虫病14例、肝血管瘤6例。超声弹性成像通过测定肝泡型包虫病病灶的硬度,为临床早期诊断提供了一种新的影像学检查方法。

2.5 分子生物学技术

随着分子生物学技术的快速发展,可利用核酸诊断技术早期诊断寄生虫病成为可能。每一种寄生虫的基因并非完全一样的,不同的寄生虫拥有特异的核酸序列。根据核酸序列的差异设计特异性引物或者探针从而检测寄生虫DNA,辨别出寄生虫的种类。

2.5.1 PCR技术

聚合酶链式反应是一种用于放大扩增特定的DNA片段的分子生物学技术,它可看作是生物体外的特殊DNA复制,PCR的最大特点,是能将微量的DNA大幅增加。PCR技术被迅速地应用到基因克隆^[33,34]、基因改造^[35,36]、基因重组^[37,38]和遗传分析^[39]等分子生物学研究领域,并成为该学科研究的经典试验方法。随着PCR技术的不断改进与完善,其可靠性得到不断提高,并在常规PCR原理的基础上衍生出巢氏PCR、定量PCR、多重PCR、荧光PCR、原位PCR和等温PCR等多种类型。

Maksimov等^[40]采用PCR法从狐狸粪便DNA中检测多房棘球绦虫卵,并对市面上4种提取DNA试剂盒进行对比,结果显示当将QIAamp(R)Fast DNA Stool Mini Kit或ZR Faecal DNA MiniPrep TM试剂盒与qPCR组合使用QuantiTect(R)时,观察到在加标狐狸粪便中分离检测多房棘球绦虫卵的最高分析灵敏度。Di Paolo等^[41]也用PCR并测序检测意大利中部野生型猪粒细胞棘球绦虫G3(*Sus scrofa*)。Maas等^[42]采用磁捕获DNA,再进行荧光定量PCR检测包虫病,并与苯酚-氯仿法提取DNA进行比较,磁捕获法具有更高灵敏度,并且磁捕获法不需要有害化学物质。郝力等^[43]采用恒温隔绝式PCR(insulated isothermal PCR, iiPCR)现场检测牛羊包虫病的方法,恒温隔绝PCR是一种基于Rayleigh-Benard对流原理的PCR扩增新技术。对55份牦牛源包囊样本和70份羊源包囊样本的检出率分别为61.8%和4.3%,与文献报道的检测方法的符合率分别为

100%;研究建立的 iPCR 方法特异性好、灵敏度、重复性好,从核酸提取到报告检测结果仅需 1 h,操作方便,可现场使用,为牛羊包虫病的现场快速诊断提供有力的工具。Can 等^[44]使用多重实时 PCR 检测样品包虫病,靶基因为线粒体 12S rRNA 基因。12 种不同的寄生虫的 DNA 样本不存在交叉反应性,显示了分析的特异性。在 25 名患者的 cyst 样本中显示包虫病 DNA,以及与人类 DNA 样本的交叉反应不存在的交叉反应性,表明实验的临床敏感性和特异性为 100%。

2.5.2 环介导等温扩增技术

环介导等温扩增(loop-mediated isothermal amplification, LAMP)技术是一种新型的分子生物学检测技术,该技术在 60~65 °C 恒温条件下,反应 1 h 内,可把目的基因扩增到 10^9 倍。LAMP 方法简单,检测快速,灵敏特异,无需特殊仪器,已广泛应用于多种细菌、病毒以及寄生虫等检测研究^[45-48]。

Ahmed 等^[46]采用实时环介导等温扩增测定快速检测包虫病,根据牛线粒体基因 NADH-1 设计的一组 6 个 LAMP 引物作为 LAMP 测定的靶标。在恒温(63 °C)下进行测定,并使用 Light Cycler 和荧光染料进行实时随访。在简单水浴中进行扩增循环后,用肉眼观察 LAMP 产品的颜色变化,并使用琼脂糖凝胶电泳在 UV 光源下显现。通过存在扩增曲线检测实时 LAMP 阳性结果,而通过不存在荧光检测来表示阴性结果。阳性 LAMP 结果显示为肉眼观察到的蓝色反应,而阴性 LAMP 结果被观察为紫色反应。敏感性研究表明,LAMP 检测仅检测到 10 fg 寄生虫 DNA。当测试从 EG-复合物酸性囊肿提取的 DNA 的 10 倍连续稀释时,LAMP 测定结果与我们之前描述的嵌套 PCR 之间有 100%的一致性。张艳艳等^[47]根据细粒棘球绦虫线粒体细胞色素 c 氧化酶亚基 2(cytochrome c oxidase subunit 2, cox2) 基因序列,设计 4 条 LAMP 引物,建立 LAMP 检测方法操作方便、特异性较强、敏感性较高,适于细粒棘球绦虫感染犬的快速检测。

2.5.3 基因芯片(DNA chip)技术

抗体芯片技术结合了抗原抗体反应的特异性和芯片高密度集成优势,只需少量生物样品,一次检测便可获得几种甚至几万种有关的生物信息或疾病的检测结果,在人类疾病中病原/疾病标志物等的检测上已显示出广阔的应用前景^[48,49]。邵军等^[50]应用抗体芯片技术检测并分析泡型肝包虫病患者血清中炎症因子的表达。结果表明免疫调节相关炎症因子可能参与泡型肝包虫病慢性炎症反应,可能是揭示泡型肝包虫病免疫逃逸机制的重要切入点。并采用抗体芯片技术检测泡型包虫病肝组织凋亡因子的表达,凋亡相关因子在泡型包虫病的疾病进展中发挥相关作用,可能与泡型包虫病的免疫逃逸机制存在联系,而促凋亡因子与抑制性凋亡因子之间也存在某些功能失衡。因此更深入

地探究凋亡因子的作用机制对包虫病诊断和治疗具有重要的参考意义。

2.6 其他快速检测方法

陈敏等^[51]采用 AVE-562 全自动粪便分析仪检测寄生虫,AVE-562 全自动粪便分析仪应用机器视觉技术,对粪便中的有形成分自动捕捉,操作简单,自动化程度高,显著提高了检测速度,减少了人为误差,对于不能自动识别的成分可辅以人工识别,这样较好地解决了其识别准确性的问题。与人工镜检法相比,两者的符合率为 98.9%,仪器的检测速度更快,生物安全性高。

王佳佳等^[52]制备用于包虫抗原 DNA 检测的 *n* 型多孔硅微腔生物传感器,通过检测多孔硅微腔浸入不同浓度的生物溶液前后的微腔反射谱的移动量来验证传感器的性能,溶液浓度从 0.625 $\mu\text{mol/L}$ 至 10.000 $\mu\text{mol/L}$,检测灵敏度为 4.740 nm/($\mu\text{mol/L}$)。当微腔基底浸泡 0.625 $\mu\text{mol/L}$ 生物溶液后,微腔红移 5 nm 表明制备的生物传感器是成功的。根据浓度与微腔红移量之间的线性关系表明在多孔硅传感器上检测包虫病的可行性。徐晓丽等^[49]采用多孔硅生物传感器基于荧光光谱法检测包虫病。基于蛋白质 P38 分子吸附的多孔硅的荧光变化检测蛋白质 P38。试验结果表明,随着抗原浓度的增加,多孔硅的荧光减少也在增加。为 P38 分子机制的基本研究、囊性棘球病的诊断和治疗奠定了基础。Lv 等^[53]在一种硅绝缘子装置上制备一种光致发光薄膜,用于简单、快速和定量检测包虫病诊断蛋白标记物。采用了一种硅氧层表面的 *n* 型硅晶圆片,通过电化学蚀刻法,将阳极和阴极连接到 SOI 薄片表面,在 SOI 表面制备多孔硅,显示出很强的光致发光特性。以 hydatid 疾病诊断蛋白为目标分子,检测该装置的检测能力。将膜浸入不同浓度的靶蛋白后,通过多孔结构对蛋白质进行简单的吸附,对蛋白质的吸附后膜的光致发光强度降低,随着蛋白质浓度的增加,光致发光进一步降低。这种光致发光的多孔硅薄膜提供了快速定量检测的蛋白质,可能是一种有前景的硅基光电材料。

3 结 论

包虫病属于动物源性寄生虫病,分布广、传播途径多样且危害严重。目前包虫病以手术治疗为主,但因手术操作不当导致包虫的残留及术中的播散存在术后复发等问题,且对于一些复杂病例无法实施,如何提高切除率需进一步探索。包虫病属于食源性疾病,从饲养到餐桌加强对该病的预防控制措施,减少其对养殖业的危害、降低其通过肉类产品或其他食品而致人感染的风险性,具有极其重要的意义。目前已应用于包虫病检测的方法很多,以 PCR 为代表的分子生物学方法具有敏感、特异、检测迅速等优点,能直接反映情况,但也存在假阳性情况,需专用仪器等。因

此, 只有结合各种方法的优缺点, 取长补短。包虫病检测方法才能更快、更准确的发展。

参考文献

- [1] 盖文燕, 王君玮, 王娟, 等. 我国主要动物源性寄生虫病检测技术研究进展[J]. 中国动物检疫, 2013, 30(12): 15–18.
Gai WY, Wang JW, Wang J, et al. Research development of detection technology for the main animal parasitic diseases in China [J]. China Anim Health Inspect, 2013, 30(12): 15–18.
- [2] 刘平, 李金花, 李印, 等. 包虫病病原在我国的流行现状及成因分析[J]. 中国动物检疫, 2016, 33(1): 48–51.
Liu P, Li JH, Li Y, et al. The epidemic situation and causative analysis of echinococcosis [J]. China Anim Health Inspect, 2016, 33(1): 48–51.
- [3] 张梦媛, 伍卫平. 国内外包虫病疾病负担研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2017, 12(5): 473–475.
Zhang MY, Wu WP. Advances in study of the burden of echinococcosis in China and elsewhere around the world [J]. J Pathogen Biol, 2017, 12(5): 473–475.
- [4] Wang H, Lu C, Liu X, et al. Metastatic and prognostic factors in patients with alveolar echinococcosis [J]. Int J Clin Exp Pathol, 2015, 8(9): 11192–11198.
- [5] 李永霞. 我国包虫病的流行现状及其防控策略[J]. 兽医导刊, 2017, (17): 17–18.
Li YX. Prevalence of hydatid disease in China and its prevention and control strategies [J]. Vet Orient, 2017, (17): 17–18.
- [6] 吴平顺. 包虫病的危害与防治[J]. 科学种养, 2017, (2): 46–47.
Wu PS. Echinococcosis harm and prevention [J]. Sci Breeding, 2017, (2): 46–47.
- [7] Chaabane-Banaoues R, Oudni-M'rad M, M'rad S, et al. Environmental contamination by *Echinococcus granulosus* sensu lato eggs in relation to slaughterhouses in urban and rural areas in Tunisia [J]. Korean J Parasitol, 2016, 54(1): 113–118.
- [8] Kohansal MH, Nourian A, Haniloo A, et al. Molecular detection of *Taenia* spp. in dogs' feces in Zanjan Province, Northwest of Iran [J]. Vet World, 2017, 10(4): 445–449.
- [9] 张欣, 苏新霞. 镜检法和胶体金法在疟原虫检测中的应用评估[J]. 河南预防医学杂志, 2018(2): 94–95.
Zhang X, Su XX. Practical evaluation of Microscopic examination and Colloidal gold method in detection of plasmodium [J]. Henan J Prev Med, 2018(2): 94–95.
- [10] 蒋守富, 张小萍, 何艳燕. 食品寄生虫快速检测技术的应用进展[J]. 中国食品卫生杂志, 2014, 26(1): 95–100.
Jiang SF, Zhang XP, He YY. Application progress on rapid detection technology of parasites in food [J]. Chin J Food Hyg, 2014, 26(1): 95–100.
- [11] 李永光, 贾龙杰. 动物寄生虫病常规实验室诊断技术[J]. 畜牧兽医杂志, 2017, 36(5): 145–147.
Li YG, Jia LJ. Conventional laboratory diagnostic techniques for animal parasitic diseases [J]. J Anim Sci Vet Med, 2017, 36(5): 145–147.
- [12] 叶倩. 犬细粒棘球绦虫环介导等温扩增(LAMP)诊断方法的建立[D]. 石河子: 石河子大学, 2015.
Ye Q. The establishment of loop-mediated isothermal amplification for echinococcus granulosus of dogs [D]. Shihezi: Shihezi University, 2015.
- [13] 任君安. 羊肉及其制品中掺假动物源性成分数字 PCR 技术精准定量研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.
Ren JA. Precise quantification of animal adulteration ingredients in ovine meat and its reduction by digital PCR method [D]. Beijing: China Agricultural University, 2017.
- [14] 李永光, 贾龙杰. 动物寄生虫病常规实验室诊断技术[J]. 畜牧兽医杂志, 2017, 36(5): 145–147.
Li GY, Jia LJ. Conventional laboratory diagnostic techniques for animal parasitic diseases [J]. J Anim Sci Vet Med, 2017, 36(5): 145–147.
- [15] Chirag S, Fomda BA, Khan A, et al. Detection of hydatid-specific antibodies in the serum and urine for the diagnosis of cystic echinococcosis in patients from the Kashmir Valley, India [J]. J Helminthol, 2015, 89(2): 232.
- [16] Sangaran A, Sundar STB, Latha BR. Antigen based detection of cystic echinococcosis in buffaloes using ELISA and Dot-EIA [J]. J Parasit Dis Off Organ Indian Soc Parasitol, 2017, 41(1): 128–130.
- [17] Liu YY, Huang SC, Gao JS, et al. Establishment and application of double-antibody sandwich ELISA for detection of *Echinococcus granulosus* antigen in dog feces [J]. Chin J Biol, 2017, 30(1): 82–85, 89.
- [18] Han S, Chen R, Fang WJ, et al. Investigation of the use of serology and ultrasonography to detect hepatic cystic echinococcosis in Heilongjiang, China, using a Bayesian framework [J]. ACTA Tropica, 2016, 162: 212–217.
- [19] 卓玛. 肉羊棘球蚴病检测技术[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2017, 33(9): 131.
Zhuo M. Detection technology of echinococcus granulosus in meat [J]. Chin J Anim Husband Vet Med, 2017, 33(9): 131.
- [20] Tamer GS, Dündar D, Uzuner H, et al. Evaluation of immunochromatographic test for the detection of antibodies against *Echinococcus granulosus* [J]. Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res, 2015, 21(10): 1219.
- [21] Zhuo XH, Yu YC, Chen XQ, et al. Development of a colloidal gold immunochromatographic strip based on HSP70 for the rapid detection of *Echinococcus granulosus* in sheep [J]. Vet Parasitol, 2017, 240: 34–38.
- [22] Wang Z, Wang X, Liu X. Echinococcosis in China, a review of the epidemiology of *Echinococcus* spp [J]. Ecohealth, 2008, 5(2): 115–126.
- [23] 谢贵林, 殷军霞, 殷新宇, 等. 金标免疫层析读数仪在棘球蚴抗体检测中的应用[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病志, 2015, 33(3): 211–213.
Xie GL, Yin JX, Duan XY, et al. The application of gold-immunochromatographic test strip reader in serum antibody detection in echinococcosis [J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2015, 33(3): 211–213.
- [24] Li YY, Jia ZH, Lv GD, et al. Detection of *Echinococcus granulosus* antigen by a quantum dot/porous silicon optical biosensor [J]. Biomed Opt Exp, 2017, 8(9): 3458–3469.
- [25] Cheng JY, Xu L, Lu GD, et al. Study on the echinococcosis blood serum detection based on Raman spectroscopy combined with neural network [J]. OptoelectronLett, 2017, 13(1): 77–80.
- [26] 何顺伟. 多房棘球蚴 myophillin, LDH 蛋白的免疫原性与循环核酸检测研究[D]. 青海: 青海大学, 2017.
He SW. Study on immunogenicity of *myophillin*, LDH protein in *Echinococcus multilocularis* and detection of circulating nucleic acids [D]. Qinghai: Qinghai University, 2017.
- [27] 王秀民, 肖占军. 肝包虫诊断现状及外科治疗进展[J]. 基层医学论坛,

- 2008, 12(29): 931.
- Wang XM, Xiao ZJ. Diagnostic status of liver hydatid and surgical treatment progress [J]. Public Med Forum Mag, 2008, 12(29): 931.
- [28] 戴季蓬, 邵英梅, 温浩, 等. 肝包虫病的诊断与治疗进展[J]. 中华肝胆外科杂志, 2011, 17(5): 432–433.
- Dai JP, Shao YM, Wen H, *et al.* Diagnosis and treatment of liver hydatid disease [J]. Chin J Hepatob Surg, 2011, 17(5): 432–433.
- [29] Arsenopoulos K, Fthenakis GC, Papadopoulos E. Sonoparasitology: An alternative approach to parasite detection in sheep [J]. Small Ruminant Res, 2017, 152: 162–165.
- [30] Crilly JP, Politis AN, Hamer K. Use of ultrasonographic examination in sheep veterinary practice [J]. Small Ruminant Res, 2016, 152.
- [31] Kumar A, Saini NS, Mohindroo J, *et al.* Comparison of radiography and ultrasonography in the detection of lung and liver cysts in cattle and buffaloes [J]. Vet World, 2016, 9(10): 1113–1120.
- [32] 李舍, 马淑梅, 冶青善, 等. 超声弹性成像在肝泡型包虫病诊断中的应用价值[J]. 临床超声医学杂志, 2017, 19(2): 96–98.
- Li S, Ma SM, Ye QS, *et al.* Application of elastography in diagnosis of hepatic alveolar echinococcosis [J]. J Clin Ultras Med, 2017, 19(2): 96–98.
- [33] 张昌泉, 赵冬生, 李钱峰, 等. 稻米品质性状基因的克隆与功能研究进展[J]. 中国农业科学, 2016, 49(22): 4267–4283.
- Zhang CQ, Zhao DS, Li QF, *et al.* Progresses in research on cloning and functional analysis of key genes involving in rice grain quality [J]. Sci Agric Sin, 2016, 49(22): 4267–4283.
- [34] 崔丽婷, 李文彦, 包横, 等. 茶条槭 SDH 基因克隆及生物信息学分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(4): 44–51.
- Cui LT, Li WY, Bao H, *et al.* Cloning and Sequence Analysis of SDH Gene from *Acer ginnala* Maxim [J]. J Central South Univ Forest Technol, 2017, 37(4): 44–51.
- [35] 张超, 王义强, 王启业, 等. 产丁醇梭菌基因改造的研究进展[J]. 生物技术通报, 2017, 33(1): 106–113.
- Zhang C, Wang YQ, Wang QY, *et al.* Research progress for genetic modification of butanol-producing clostridia [J]. Biotechnol Bull, 2017, 33(1): 106–113.
- [36] 李培顺, 马红武, 赵学明, 等. 基于代谢网络预测菌种基因改造靶点方法的研究进展[J]. 生物工程学报, 2016, 32(1): 1–13.
- Li SP, Ma HW, Zhao XM, *et al.* Predicting genetic modification targets based on metabolic network analysis—A review [J]. Chin J Biotechnol, 2016, 32(1): 1–13.
- [37] 苏凤艳, 李哲, 李艳芝, 等. 串联 IL-2 的犬瘟热病毒 F-H 融合基因重组乳酸杆菌的构建与表达[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2017, 35(4): 83–88.
- Su FY, Li Z, Li YZ, *et al.* Construction and expression of recombinant lactobacillus containing IL2-F-H fusion gene of canine distemper virus [J]. J Shanghai Jiaotong Univ (Agric Sci), 2017, 35(4): 83–88.
- [38] 王洪伟. 细菌中的基因重组[J]. 中学生物教学, 2017, (13): 43–44.
- Wang HW. Bacterial gene recombination [J]. Middle School Biol Teaching, 2017, (13): 43–44.
- [39] 夏玲, 秦永华, 刘成明, 等. 荔枝 SCoT-PCR 反应体系的建立及其在遗传分析中的应用[J]. 中国农学报, 2014, 30(13): 147–156.
- Xia L, Qin YH, Liu CM, *et al.* Establishment and application of SCoT-PCR system for litchi [J]. Chin Agric Sci Bull, 2014, 30(13): 147–156.
- [40] Maksimov P, Schares G, Press S, *et al.* Comparison of different commercial DNA extraction kits and PCR protocols for the detection of *Echinococcus multilocularis* eggs in faecal samples from foxes [J]. Vet Parasitol, 2017, 237: 83–93.
- [41] Di PA, Piseddu T, Sebastianelli M, *et al.* Detection of *Echinococcus granulosus* G3 in a wild boar (*Sus scrofa*) in central Italy using PCR and sequencing [J]. J Wildlife Dis, 2017, 53(2): 399.
- [42] Maas M, Van RA, Dam-Deisz C, *et al.* Evaluation by latent class analysis of a magnetic capture based DNA extraction followed by real-time qPCR as a new diagnostic method for detection of *Echinococcus multilocularis* in definitive hosts [J]. Vet Parasitol, 2016, 230: 20–24.
- [43] 郝力力, 汤承, 岳华, 等. 牛羊细粒棘球绦虫病现场快速检测方法的建立及应用[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2017, 43(2): 124–128.
- Hao LL, Tang C, Yue H, *et al.* Development and application of an insulated isothermal PCR (iPCR) for on-site detecting echinococcosis in cattle and sheep [J]. J Southwest Univ Nat (Nat Sci Ed), 2017, 43(2): 124–128.
- [44] Can H, İnceboz T, Caner A, *et al.* Detection of *Echinococcus granulosus* and *Echinococcus multilocularis* in cyst samples using a novel single tube multiplex real-time polymerase chain reaction [J]. Mikrobiyoloji Bülteni, 2016, 50(2): 266.
- [45] 王伟, 王海连, 玄立印, 等. 环介导等温扩增技术在肠道传染病检测中的研究进展[J]. 职业与健康, 2017, 33(20): 2873–2876.
- Wang W, Wang HL, Xuan LY, *et al.* Research progress of loop-mediated isothermal amplification technology in detection of intestinal infectious diseases [J]. Occup Health, 2017, 33(20): 2873–2876.
- [46] Ahmed ME, Eldigail MH, Elamin FM, *et al.* Development and evaluation of real-time loop-mediated isothermal amplification assay for rapid detection of cystic echinococcosis [J]. BMC Vet Res, 2016, 12(1): 202.
- [47] 张艳艳, 叶倩, 王正荣, 等. 基于 *cox2* 基因的细粒棘球绦虫环介导等温扩增检测方法的初步建立[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2017, 35(2): 169–172.
- Zhang YY, Ye Q, Wang ZR, *et al.* Preliminary exploration of loop-mediated isothermal amplification based on *cox2* gene of *Echinococcus granulosus* [J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2017, 35(2): 169–172.
- [48] Cai T, Lou GQ, Yang J, *et al.* Development and evaluation of real-time loop-mediated isothermal amplification for hepatitis B virus DNA quantification: a new tool for HBV management [J]. J Clin Virol, 2008, 41(4): 270.
- [49] 徐晓丽. 对虾白斑症病毒和鱼类淋巴囊肿病毒检测抗体芯片的制备与应用[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.
- Xu XL. Development of antibody microarrays for detection of white spot syndrome virus in shrimp or *Lymphocystis* disease virus in fish [D]. Qingdao: China Ocean University, 2011.
- [50] 邵军, 王志鑫, 王虎, 等. 泡型肝包虫病患者血清炎症因子的抗体芯片检测及分析[J]. 胃肠病学和肝病杂志, 2017, 26(5): 566–569.
- Shao J, Wang ZX, Wang H, *et al.* Antibody microarray analysis of the serum inflammatory cytokines in patients with hepatic alveolar echinococcosis [J]. Chin J Gastroenterol Hepatol, 2017, 26(5): 566–569.
- [51] 陈敏, 丁进亚. AVE-562 全自动粪便分析仪在寄生虫检测中的应用[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(12): 1790–1791.

Chen M, Ding JY. Application of AVE-562 automatic stool analyzer in parasite detection [J]. Lab Med Clin, 2017, 14(12): 1790–1791.

[52] 王佳佳, 吕小毅, 李鹏, 等. n 型多孔硅光学传感器应用于包虫病检测(英文)[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2014, 31(2): 190–193

Wang JJ, Lv XY, Li P, et al. N-type porous silicon optical sensing for echinococcosis detection [J]. J Xinjiang Univ (Nat Sci Ed), 2014, 31(2): 190–193.

[53] Lv X, Xin L, Lv G, et al. Preparation of a photoluminescent film on a silicon-on-insulator device for the simple, rapid and quantitative detection of a hydatid disease diagnostic protein marker [J]. IEEE Photonics J, 2017, PP(99): 1.

(责任编辑: 姜 珊)

作者简介



王成程, 主要研究方向为微生物与食品安全。

E-mail: wanghengcheng905@163.com



韩国全, 博士, 副研究员, 主要研究方向为微生物与食品安全, 农产品加工与品质控制。

E-mail: hans_980306@sicau.edu.cn

“油脂加工与质量安全”专题征稿函

油脂是油和脂肪的统称。油脂类食品在人们日常饮食中占据着非常重要的主导地位, 特别是对中国以植物类食品为主的国家来说, 具有无可替代的作用。油脂产品质量安全关系到每个人的日常生活, 具有十分重要的意义。

鉴于此, 本刊特别策划了“油脂加工与质量安全”专题, 由王兴国教授担任专题主编, 主要围绕**油脂安全与检测、油脂产品研发、功能性油脂、油脂贮藏与加工方式、掺伪技术、油脂加工设备、油脂的质量与标准**等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 本专题计划在 2018 年 7 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编吴永宁研究员及专题主编王兴国教授特别邀请您为本专题撰写稿件, 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 2018 年 5 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoods@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部