

燕窝掺伪检测技术研究进展及展望

张世伟, 赖心田, 杨国武*

(深圳市计量质量检测研究院, 深圳 518102)

摘 要: 燕窝是宜药宜膳的高级保健品, 深受消费者喜爱。由于假冒伪劣现象严重, 其掺伪检测技术一直以来都是研究的热点。本文综述了其7类主要的检测方法: 显微鉴别法、分光光度法、色谱法、红外光谱法、聚丙烯酰胺凝胶电泳法、核酸分析法和酶联免疫分析法, 并对燕窝掺伪检测技术的发展做了展望。

关键词: 燕窝; 掺伪; 检测; 进展; 展望

Progress and perspective on edible bird's nest identification methods

ZHANG Shi-Wei, LAI Xin-Tian, YANG Guo-Wu*

(Shenzhen Academy of Metrology and Quality Inspection, Shenzhen 518102, China)

ABSTRACT: Edible bird's nest is a kind of favorite senior health care product by consumers. Because of the proliferation of adulteration and inferior edible bird's nest products, the methods of identification have been a research hotspot. This paper reviewed 7 main methods of identification including microscopic identification, spectrophotometer, chromatography, infrared spectroscopy, polyacrylamide gel electrophoresis, nucleic acid assay and enzyme linked immunosorbent assay, and looked ahead at the development of detection methods for edible bird's nest.

KEY WORDS: edible bird's nest; adulteration; identification; progress; perspective

燕窝为雨燕科(Apodidae)金丝燕属(*Aerodramus* 或 *Collocalia*)多种鸟类分泌唾液筑成的巢窝, 主产于东南亚沿海地区。燕窝是宜药宜膳的高级保健品, 深受消费者喜爱。清朝的《本草备要》及《本草逢原》记载: 燕窝性味甘平, 补虚劳, 益脾胃、养阴补肺^[1]。燕窝含多种人体必需的氨基酸、多糖类以及蛋白质^[2], 现代研究发现, 燕窝有多种药理功效, 主要有抗病毒、提高免疫力和强健骨骼、紧致皮肤等功效^[3-15]

由于自古以来人们对燕窝的尊崇、燕窝的医学药理功能及供应稀缺, 导致燕窝价格昂贵, 相关产品利润丰厚, 因此国内外不法商人利用掺假手段牟取暴

利, 这不仅给消费者带来经济损失, 严重时还可能会危害身体健康。为此, 迫切需要建立与完善燕窝真伪鉴别体系, 为相关执法部门提供技术支撑, 保障消费者健康和经济利益, 维护市场秩序。

1 燕窝的掺伪方式

由于燕窝食品的天然原料价格昂贵、价位等级悬殊、利润丰厚, 国内外一些不法商人利用掺假或全假燕窝及其制品牟取暴利的行为尤为严重。常见的燕窝掺假手段主要有: (1)掺涂胶体: 将琼脂、银耳、猪皮和淀粉等加工品或其它胶质涂抹在劣质燕盏上, 既

基金项目: 广东省质量技术监督局科技项目(2009ZZ06)

Fund: Supported by the Science Foundation of Guangdong Province of Quality and Technical Supervision (2009ZZ06)

*通讯作者: 杨国武, 博士, 教授级高级工程师, 主要研究方向为食品检验。E-mail: yangguowu@yahoo.com.cn

*Corresponding author: YANG Guo-Wu, Professor Level Senior Engineer, Shenzhen Academy of Metrology and Quality Inspection, Minkang Road, Longhua New District, Shenzhen 518102, China. E-mail: yangguowu@yahoo.com.cn

可增加燕盏重量,又令原本松散的燕盏纹络更紧密^[16]。(2)掺粘廉价燕窝:将低价的毛燕、草燕掺粘到高价为官燕上。官燕盏内凹面有一层网状的官燕条,不法商人会用外形非常相似的草燕的燕条将其替换掉。(3)其他:还有伪品燕窝,是以树脂、大菜糕或漂白的海苔等充当即食燕窝或燕碎来谋利。目前常见的燕窝掺假物有价廉的猪皮、白木耳、银耳、蛋清、明胶、淀粉、豆粉、琼脂和鱼鳔等,甚至用植物枝叶和海藻等伪制而成的加工品也不少。这些掺假做法不仅给消费者带来经济损失,严重时还危害身体健康。

2 现有的检测手段

2.1 显微鉴别法

早期的燕窝鉴别主要依赖于经验鉴别^[17]。所谓经验鉴别主要靠看、闻、摸、烧等方法来鉴别燕窝真伪。看:燕窝应该为丝状结构,浸透后或在灯光下观看是半透明状;闻:燕窝有特有的蛋白香味,而不是浓烈的鱼腥味道;摸:燕窝水浸泡后取丝条拉扯,弹性差一拉就断的为假货,用手指揉搓没有弹力能搓成浆糊状的也是假货;烧:燕窝燃烧不会产生噼啪作响的火花。此外,燕窝浸水后得到的不同膨胀率也是鉴别的依据。

由经验鉴别发展而来的显微鉴定方法^[18]主要是从燕窝绒羽的显微特征,以及燕窝、猪皮屑、银耳、琼脂的粉末显微特征入手来鉴别燕窝真伪。在显微镜下真假燕窝的主要区别在于真燕窝是半透明的,有众多细小纹理;银耳不透明,表面无细小纹理,只有较粗的折皱状纹,并有众多白色小点状气泡。涂胶燕窝在体视镜下有两个主要特征:表面平行纹理不清晰,呈粘连状,致密,纹理间无空隙;表面的绒羽由于涂胶的存在而粘贴倒伏于燕窝表面。

经验鉴别法,对于燕盏及一般的燕球、散燕之类加工品,利用性状可区别真伪,但随着市场上燕窝商品来源日趋复杂,特别是加工品燕窝丝等的出现,使得仅凭外观特征已经难以达到鉴别的目的。另外,由于燕窝是唾液腺的分泌物,并不存在组织细胞的特征,因此,显微鉴别法的结果可靠性不高,且这种方法需要对样品进行前处理,既费时又费力。以上经验鉴别法和显微鉴别法,仅适合于纯品燕窝,对燕窝加工品,特别是燕窝饮品不适用。

2.2 分光光度法和色谱法

燕窝糖蛋白中含有大量的唾液酸,其在燕窝中含量相对固定,因此,可作为燕窝含量测定的依据。利用酸或热水提取燕窝中的唾液酸糖蛋白,并将其水解为唾液酸,唾液酸与酸性茚三酮形成稳定的黄色物质,用分光光度法进行测定。胡国昌等^[19]、黄华军等^[20]报道了利用分光光度计即比色法测定燕窝及其制品中唾液酸含量,进而对燕窝及其制品纯度进行评估的方法。

陈文锐^[21]利用毛细管气相色谱法测定燕窝及可能的掺假物如鱼鳔、猪皮、银耳、琼脂等的氨基酸组成;根据氨基酸的总量、组成及缬氨酸/丙氨酸的比例差别,提供了燕窝的鉴定和燕窝制品中燕窝概略定量的可能方法。朱春红等^[22]利用氨基酸分析法对5种真品燕窝、2种市售燕窝以及猪皮、银耳氨基酸含量及配比关系进行了分析,结果显示市售2种燕窝和猪皮、银耳的各氨基酸含量、氨基酸总量均低于真品燕窝,真品燕窝的Asp、Leu、Tyr、Glu、Val、Ser、Phe比例偏高,而假燕窝的猪皮的Ile、Gly、Ala比例偏高。姜水红等^[23]用高效液相色谱法对燕窝中唾液酸含量进行检测,认为该方法具有稳定性及重复性好、灵敏度高、操作简单等特点,能够准确地检测出燕窝中的唾液酸含量。

实际上,许多食物中都含有唾液酸,只是含量很少。目前,唾液酸已能进行产业化规模生产,作为食品添加剂、营养强化剂使用。由此可见,唾液酸并不是燕窝特有的组分,将唾液酸法作为燕窝制品真伪鉴定的一种方法,其特异性及可靠程度不高。

2.3 红外光谱法

孙素琴等^[24]利用微钻石ATR探头FTIR光谱法直接测定了5种天然燕窝和1种市售燕窝样品的光谱图,不同天然燕窝均有自己的红外特征谱。根据图谱吸收峰的波数位置和相对峰强度的差异可鉴别真假燕窝。邓月娥等^[25]直接采用傅里叶变换红外光谱法(FTIR)获得了30种干燕窝产品的红外光谱图。这些谱图与天然燕窝的红外光谱图均有不同程度的差异,主要表现在蛋白质、氨基酸和多糖等主要营养成分的吸收峰。燕窝与伪品猪皮、银耳的红外谱图有明显区别,但不同产地、品种的燕窝化学成分相似,故无法通过红外光谱图进行鉴别。此外,燕窝与伪品的红外光谱图均主要体现蛋白质和多糖的吸收,其谱带有

重叠之处, 故对于掺伪燕窝, 吸收峰的波数位置与正品相近, 仅峰形、峰高、峰强度有差异, 因此未必可以明确鉴别样品的掺伪程度。

2.4 聚丙烯酰胺凝胶电泳法

已有大量研究证明燕窝的蛋白质具有多种药理作用, 可能是燕窝药效的物质基础, 为此对燕窝水溶性蛋白质进行分离的电泳方法具有真伪鉴定的可行性^[26]。单向凝胶电泳及同工酶技术, 采用 PAGE 或 SDS-PAGE 将样品蛋白质进行分离, 对蛋白质图谱进行分析包括蛋白质谱带数、位置及染色程度的差异, 从而达到真伪鉴别的目的。胡珊梅等^[27]利用聚丙烯酰胺凝胶电泳对燕窝及其加工品的蛋白质进行了分析, 发现燕窝加工品的谱带与燕窝的特征带不同, 适于燕窝及其加工品的鉴别。干国平^[28]采用解离系统聚丙烯酰胺凝胶电泳法对燕窝及其伪品的可溶性蛋白进行电泳比较, 结果显示, 正品燕窝中白燕与毛燕均有 7 条谱带, 且谱带位置相同; 血燕有 8 条谱带; 散燕谱带扩散明显, 只有 1 条主带; 其他加工品及常见掺伪品均无谱带。林洁茹等^[29]也采用聚丙烯酰胺凝胶电泳对燕窝及其伪品的可溶性蛋白进行了分析, 发现伪品与燕窝的特征谱带不同, 但燕窝的 SDS-PAGE 的谱带欠清晰。电泳法适用于燕盏样品的分析, 但对于燕窝制品, 由于其蛋白含量低并含有大量糖分等干扰物, 使用该方法分析难度极大。

2.5 核酸分析法

目前分子生物学技术已广泛应用于检验检测领域, 其检测对象主要包括转基因成分及病源性成分和掺假成分等, 国内外报道较多, 但是有关功能食品原料鉴定的报道不多。Chapman 等^[30]采用多重 PCR 技术从 10 种混杂的鱼翅中检测出大白鲨来源成分。Clarke 等^[31]采用 DNA 检测技术对香港鱼翅市场上销售的鱼翅来源种类结构进行了分析。于超等^[32]对康定冬虫夏草与人工虫草的 RAPD 指纹图谱进行了比较研究。罗联忠等^[33]采用 RAPD 标记分析了 30 个灵芝菌株间的亲缘关系。在燕窝中, Lin 等^[34]建立了以线粒体细胞色素 *b* 基因为靶标的燕窝遗传学分子鉴定方法。通过对 11 个燕窝样品中线粒体细胞色素 *b* 基因的 PCR 扩增、测序及序列比对、聚类分析后, 发现该方法能够将燕窝来源区分开, 同时认为该方法具有用于燕窝真伪鉴定的可能性。Wu 等^[35]采用实时荧光 PCR 法和双向电泳法对燕窝成分进行检测, 结

果显示以上两种方法也可用于燕窝纯品、燕窝掺假品和燕窝伪品的鉴别。由于燕窝制品需要经过长时间的热处理过程, 核酸高温降解, 导致扩增难度大且不易实现定量。

2.6 酶联免疫分析法

近年来, 免疫学检测方法因其快速、高通量等优势, 被越来越多地应用于食品检测。免疫学检测以抗原抗体特异性反应为原理, 不需使用大型分析仪器, 操作简单, 为大规样品检测提供了高效的技术手段, 特别是在目标蛋白质定量分析上, 经典的酶联免疫分析技术发挥着不可替代的作用。本课题组报道了一种基于燕窝特征的唾液酸糖蛋白为检测对象的竞争酶联免疫分析技术^[36]。该研究通过蛋白质电泳技术制备各类属的燕窝蛋白质图谱, 寻找出它们共同的蛋白点, 再与制备的猪皮、鱼鳔、银耳等假冒成分等假冒原料蛋白质图谱比较, 发现了燕窝中特征且稳定纯在的蛋白——燕窝唾液酸糖蛋白。该蛋白在燕窝中高丰度、特异性存在, 在不同燕窝中含量稳定且不易热变性、热分解, 可作为燕窝的指示蛋白^[11]。掺伪燕窝由于混入了其他物质, 其唾液酸糖蛋白含量将明显偏低。燕窝制品中该蛋白的含量则反应了添加燕窝的量。将此特征蛋白作为抗原, 免疫动物, 制备了能识别燕窝唾液酸糖蛋白热稳定抗原决定簇的单克隆抗体。该抗体与胶原蛋白、明胶、卵白蛋白、血清白蛋白、银耳水提物、淀粉、唾液酸等常见的掺假物的交叉反应小于 0.1%。终浓度为 1% 的氯化钠、蔗糖、葡萄糖、果糖溶液对该抗体均无基质干扰作用。并且该抗体可以等同识别经过热处理的燕窝唾液酸糖蛋白, 可应用于经过热加工的燕窝制品。利用该单克隆抗体建立了以燕窝特征蛋白为指标的免疫学检测(ELISA)方法, 解决了燕窝及加工产品无法定量检测的难题, 可定量燕窝含量低至 0.04% 的燕窝制品, 回收率为 81.5%~96.5%, RSD 小于 8.0%。该方法前处理简单, 只需提取、稀释两步过程, 具有准确度高、特异性好、稳定可靠、检测周期短等优势, 也为研究和开展其它食品的属性鉴别技术研究提供思路和参考。

3 燕窝检测技术的发展方向

3.1 建立燕窝水解制品的检测技术

高灵敏度一直是分析方法所追求的目标, 目前最灵敏的酶联免疫分析法可检测燕窝含量低至

0.03%的燕窝加工制品,灵敏度满足食品行业检测的需要。本课题组试图将该技术应用于检测标称有燕窝成分的市售化妆品。但所有样品的检测结果均为阴性。原因之一可能在于化妆品生产过程中,为保证更好的吸收效率,燕窝蛋白被蛋白酶水解处理成小分子的蛋白肽,从而破坏了目标抗原决定簇。因此为规范、监管含燕窝化妆品,建立燕窝水解制品的检测方法必不可少。

3.2 现场快速检测

假冒伪劣产品充斥在庞大的燕窝贸易和消费市场中。对于燕窝消费者,其主要为高端人群,消费能力强,对产品的质量更为重视。而燕窝的终端销售者,如餐馆、燕窝庄和商场的燕窝销售门店,也需要能对所采购的燕窝产品进行快速验货的方法。免疫层析技术基于抗原抗体反应原理,以胶体金试纸的形式提供燕窝真伪现场检测方法,操作简单,无需使用大型设备,检测周期短,一般 10 min 内即可得到检测结果,可满足经营和消费者的现场检测需求。

3.3 掺假物的多组分分析

燕窝掺伪的方式多种多样,有的使用明胶、卡拉胶、蛋清等可食用物质进行掺伪,但有的则使用树脂等工业产品,严重危害消费者的身体健康。对使用工业产品的商贩应加大惩戒力度,而且在行政执法中,也需要指出其掺入的物质。但目前缺乏掺假物的多组分分析手段,一一排查非常繁琐且工作量较大。基于色谱质谱技术或免疫生物芯片技术的多组分分析方法将为燕窝的掺伪检测方法的发展开创新的空间。

4 讨论

目前燕窝市场鱼龙混杂,掺假现象屡见不鲜。而燕窝制品含燕窝的量则更加良莠不齐。燕窝制品主要有冰糖燕窝,燕窝口服液,燕窝饮料等各个品种,餐馆也会推出各式燕窝菜肴,但是消费者无法得知所购买的商品真实含有多少燕窝。燕窝制品外包装上对其燕窝用量均无明确标示,部分产品只是标注有固形物含量,并且在向消费者推销的过程中暗示该值即为所含燕窝的量,但事实上,该指标和燕窝的量并无直接关系。这些不法行为不仅给消费者带来经济损失,严重时还可能会危害身体健康。而乱象的根本在于燕窝的相关标准不完善。为此,迫切需要建立切实

可行的燕窝及其制品的定量检测标准,为相关执法部门打击燕窝掺伪行为,规范燕窝及其制品生产经营秩序提供技术支撑,保障消费者健康和经济利益。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(下)[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1986.
Jiangsu new medical school. Chinese medicine dictionary [M]. Shanghai : Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1986.
- [2] 高俊德, 乔太生, 耿建群. 燕窝一般营养成分分析[J]. 营养学报, 1988, 10: 198–199.
Gao JD, Qiao TS, Geng JQ. The nutritional ingredients of yanwo (edible birds nest) [J]. Acta Nutr Sin, 1988, 10: 198–199
- [3] Biddle F. The hemagglutination inhibitor in edible bird nest; its biological and physical properties [J]. J Gen Microbiol, 1963, 31: 31–44.
- [4] Guo C T, Takahashi T, Bukaw W, *et al.* Edible bird's nest extract inhibits influenza virus infection [J]. Antiviral Res, 2006, 70: 140–146.
- [5] 张玫, 王道生. 珍珠燕窝提取液的功效试验[J]. 药物生物技术, 1994, 1 (2): 49–51.
Zhang Z, Wang DS. The effect of the zhenzhu-yanwo extracts on animal function [J]. Pharm Biotechnol, 1994, 1(2): 49–51.
- [6] Bork K, Reutter W, Gerardy-Schahn R, *et al.* The intracellular concentration of sialic acid regulates the polysialylation of the neural cell adhesion molecule [J]. FEBS Lett, 2005, 579: 5079–5083.
- [7] Schauer R. Sialic acids: fascinating sugars in higher animals and man [J]. Zoology, 2004, 107: 49–64.
- [8] Schauer R, Kelm S, Reuter G. In biology of the sialic acids [M]. New York: Plenum, 1995.
- [9] Juan LB, Urs R. Roles, regulation and mechanism of acid function during neural development [J]. Biochimie, 2001, 83: 635–643.
- [10] Barry GT, Goebel WF. Colominic acid, a substance of bacterial origin related to sialic acid [J]. Nature, 1959, 179: 206–211.
- [11] Martin A, Berger V, Perier S, *et al.* Availability of specific sugars for glycoconjugate biosynthesis: A need for further investigations in man [J]. Biochimie, 1998, 80: 75–86.
- [12] 范剑. 单唾液酸四己糖神经节苷脂钠注射液治疗老年性痴呆 45 例[J]. 中国药业, 2007, 16 (19): 59.
Fan J. 45 examples for monosialotetrahexosyl ganglioside sodium Injection treating senile dementia [J]. China Pharm, 2007, 16(19): 59
- [13] Ng MH, Chan KH, Kong YC. Potentiation of mitogenic response by extracts of the swiftlet's (Collocalia) nest [J]. Biochem Int,

- 1986, 13 (3): 521–531.
- [14] 江润祥, 吴文瀚. 怀集石燕燕窝促细胞分裂活性的研究[J]. 动物学报, 1989, 35 (4): 429–435.
- Jiang RX, Wu WH. Potentiation of mitogenic response by extracts of the swiftlet's (apus) nest collected from Huaiji [J]. Acta Zool Sin, 1989, 35(4): 429–435.
- [15] Matsukawa N, Matsumoto M, Bukawa W, *et al.* Improvement of bone strength and dermal thickness due to dietary edible bird's nest extract in ovariectomized rats [J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2011, 75: 590–592.
- [16] 李彩霞. 浅谈燕窝掺假现象及鉴别方法[J]. 浙江中医杂志, 2010, 6: 461.
- Li CX. Phenomenon and identification method for adulterate edible birds nest [J]. Zhejiang J Tradit Chin Med, 2010, 6: 461.
- [17] 任贻军, 王振军, 李万江. 燕窝的鉴别研究概况[J]. 云南中医学院学报, 2009, 32: 64–70.
- Ren YJ, Wang ZJ, Li WJ. Identification method for edible birds nest [J]. J Yunnan Univ Tradit Chin Med, 2009, 32: 64–70.
- [18] 林洁茹, 周华, 赖小平. 体视镜在燕窝鉴别中的应用[J]. 中药材, 2006, 29(3): 219–221.
- Lin JR, Zhou H, Lai XP. Application of stereoscopy on edible bird's nest identification [J]. J Chin Med Mater, 2006, 29(3): 219–221.
- [19] 胡国昌, 陈文锐, 陈捷, 等. 燕窝及其制品的检测方法[J]. 食品科学, 1996, 17(11): 47–50.
- Hu GC, Chen WR, Chen J, *et al.* Detection method for edible birds nest and its products [J]. Food Sci, 1996, 17(11): 47–50.
- [20] 黄华军, 奚星林, 陈文锐, 等. 分光光度法检测燕窝及其制品中燕窝含量[J]. 广州食品工业科技, 2003, 19(3): 68–69.
- Huang HJ, Xi XL, Chen WR, *et al.* Determination of content of bird nest by spectrophotometer [J]. Guangzhou Food Sci and Technol, 2003, 19(3): 68–69.
- [21] 陈文锐. 毛细管气相色谱法测定燕窝中的氨基酸及掺伪鉴别方法的研究[J]. 旅行医学科学, 1995, 1(3): 110–113.
- Chen WR. The studies on amino acids and adulteration of edible bird nest by capillary gas chromatography [J]. Sci Travel Med, 1995, 1(3): 110–113.
- [22] 朱春红, 雍炜, 徐厉, 等. 燕窝真假鉴定技术研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2007, 19(3): 206–209.
- Zhu CH, YONG W, Xu L, *et al.* Methods to identify true edible bird's nest [J]. Chin J Food Hyg, 2007, 19(3): 206–209.
- [23] 姜水红, 查圣华, 谢丽芬, 等. 燕窝中唾液酸含量测定方法的研究[J]. 中国生化药物杂志, 2009, 30(5): 315–317.
- Jiang SH, Zha SH, Xie LF, *et al.* Study on the determination of sialic acid in edible bird 's nest [J]. Chin J Biochem Pharm, 2009, 30(5): 315–317.
- [24] 孙素琴, 梁曦云. 6 种燕窝的傅里叶变换红外光谱法原性状快速鉴别[J]. 分析化学研究简报, 2001, 5(29): 552–554.
- Sun SQ, Liang XY. Identification for six kinds of edible bird's nest by infrared Fourier transform spectrometry [J]. Chin J Anal Chem, 2001, 5(29): 552–554.
- [25] 邓月娥, 孙素琴. FTIR 光谱法与燕窝的品质分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(7): 1242–1245.
- Deng YE, Sun SQ. Analysis and discrimination of collocalia esculenta l.via ftir spectroscopy [J]. Spectrosc Spectr Anal, 2006, 26(7): 1242–1245.
- [26] 乌日罕, 陈颖, 吴亚君, 等. 燕窝真伪鉴别方法及国内外研究进展[J]. 检验检疫科学, 2007, 17(4): 60–62.
- Wu RH, Chen Y, Wu YJ, *et al.* Development of edible bird's nest identification methods [J]. Insp Quar Sci, 2007, 17(4): 60–62.
- [27] 胡珊梅, 赖东美. 燕窝的聚丙烯酰胺凝胶电泳法鉴别[J]. 中国中药杂志, 1999, 24(6): 331–341.
- Hu SM, Lai DM. Identification for edible birds nest and fake by SDS-PAGE method [J]. China J Chin Mater Med, 1999, 24(6): 331–341.
- [28] 干国平. 燕窝及其伪品的凝胶电泳鉴别[J]. 中国医院药学杂志, 1996, 16(4): 172.
- Gan GP. Identification for edible birds nest by SDS-PAGE method [J]. Chin J Hosp Pharm, 1996, 16(4): 172.
- [29] 林洁茹, 董燕, 周华, 等. 燕窝鉴别中的蛋白质电泳研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化-基础研究, 2006, 18(3): 30–32.
- Lin JR, Dong Y, Zhou H, *et al.* Identification of edible bird's nest with electrophoresis [J]. World Sci Technol/Mod Tradit Chin Med Mater Med, 2006, 18(3): 30–32.
- [30] Chapman DD, Abercrombie DL, Pikitch EK, *et al.* A streamlined, bi-organelle, multiplex PCR approach to species identification global conservation and trade monitoring for the great white shark, *Carcharodon carcharias* [J]. Conserv Genet, 2003, 4: 415–425.
- [31] Clarke SC, Magnussen JE, Abercrombie DL, *et al.* Identification of shark species composition and proportion in the Hong Kong shark fin market based on molecular genetics and trade records [J]. Conserv Biol, 2006, 20(1): 201–211.
- [32] 于超, 何俊琳. 康定冬虫夏草与人工虫草的 RAPD 指纹图谱比较研究[J]. 中草药, 2005, (2): 274–277.
- Yu C, He JL. Fingerprint comparison on Cordyceps sinensis and artificial ones by RAPD [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2005, (2): 274–277.
- [33] 罗联忠, 林树钱, 谢宝贵. 灵芝菌株的 DNA 指纹分析[J]. 食用菌学报, 2005, (3): 7–13.
- Luo LZ, Lin SQ, Xie BG. DNA fingerprinting analysis of ganoderma strains [J]. Acta Edulis Fungi, 2005, (3): 7–13.

- [34] Lin JR, Zhou H, Lai XP, *et al.* Genetic identification of edible birds' nest based on mitochondrial DNA sequences [J]. Food Res Int, 2009, 42: 1053–1061.
- [35] Wu YJ, Chen Y, Wang B, *et al.* Application of SYBR green PCR and 2DGE methods to authenticate edible bird's nest food [J]. Food Res Int, 2010, 43: 2020–2026.
- [36] Zhang SW, Lai XT, Liu XQ, *et al.* Competitive enzyme-linked immunoassay for sialoglycoprotein of edible bird's nest in food and cosmetics [J]. J Agric Food Chem, 2012, 60: 3580–3585.

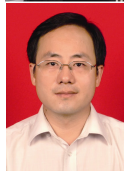
(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



张世伟, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品检验。

E-mail: zsw_8506@163.com



杨国武, 博士, 食品检测所所长, 教授级高级工程师, 主要研究方向为食品检验。

E-mail: yangguowu@yahoo.com.cn