

贝母属植物的分类鉴定方法研究进展

梁孝祺 陈金金 俞超 盛梦俊

【摘要】 贝母属 *Fritillaria* 是百合科 *Liliaceae* 中的一个属,为润肺止咳的名贵中药材。本文就形态学、化学成分多样性、分子标记等方面对贝母属植物的鉴定方法作一综述,并总结了主要鉴定方法间的优缺点,以期对贝母属植物的资源保护、可持续发展等方面提供良好的借鉴。

【关键词】 贝母属; 鉴定方法; 研究进展

【中图分类号】 R286.0 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2014.04.020

Progress in the research of *Fritillaria* identification methods LIANG Xiao-qi, CHEN Jin-jin, YU Chao, et al. College of Biological & Environmental Sciences, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China
Corresponding author: YU Chao, E-mail: 32897949@qq.com

【Abstract】 *Fritillaria* is a large genus belongs to *Liliaceae*, which is a kind of precious Chinese herbal medicine used for healing cough and moisturizing lung. This paper makes a review about *Fritillaria* identification methods, including the morphology, chemical composition, and molecular markers, and summarizes the advantage and disadvantage of different identification methods. This paper is to provide a reference for resource protection and sustainable development of *Fritillaria*.

【Key words】 *Fritillaria*; Identification methods; Research progress

贝母属 *Fritillaria* 是百合科 *Liliaceae* 中的一个属,主要分布于北半球的温带地区,常以干燥的鳞茎入药,具有清热润肺、止咳化痰的功效。近年来,大量的贝母新种和变种被发现,保守估计已被发现的贝母属物种超过 80 种,变种超过 50 种^[1],但在临床处方上通常仅将川贝母与浙贝母两大类进行区分,或是通过中医所称的 6 个道地产区进行划分:伊贝母、川贝母、平贝母、湖北贝母、浙贝母及皖贝母。贝母是典型的多基原药材,如川贝母,在《中华人民共和国药典》(一部)中将卷叶贝母、暗紫贝母、甘肃贝母、梭砂贝母统称为川贝母,而后又加入瓦布贝母和太白贝母^[2]。贝母的多基原性和庞大的物种基数,给其在流通、育种过程中的物种鉴定

带来了困难。本文就贝母属药用植物的分类鉴定方法进行了分析整理,就形态学、化学成分多样性、分子标记等方面对贝母属鉴定方法作一综述,并比较不同方法的优缺点。

1 形态学鉴定

形态学鉴定是中药材最基本的鉴定方法,通过对药材植株的形态特征及其外观的显微特征存在的差异来鉴别不同的药材。但是仅仅通过植株外形进行鉴别,难以判断受到环境影响造成植物发育上的差异,且在近缘植物中往往缺乏足够明显的不同点。

随着显微技术的发展,通过花粉形态和淀粉颗粒形态鉴定贝母属药材成为主流,1996 年罗毅波等^[3]通过花被片、花药、花粉表面纹饰等特性的分析,对中国横断山区及临近地区及长江中下游地区的贝母属植物进行了分类学修订,对暗紫贝母 *Fritillaria unibracteata*、天目贝母 *Fritillaria monantha*、浙贝母 *Fritillaria thunbergii* 中的部分物种进行了归并。2002 年何斜^[4]则通过淀粉颗粒的直径、脐点形状、气孔等特征成功对五大贝母类群进行了区分,明确区别了浙贝母、川贝母、平贝母和伊贝母四种

基金项目:浙江省优势专业—生物技术专业建设子项目(JX0111310800106);浙江省中药材育种专项(2012C12912);宁波市科技局择优委托项目(2012C10036)

作者单位:315100 宁波,浙江万里学院生物与环境学院[梁孝祺(本科生)、陈金金(本科生)、俞超、盛梦俊(本科生)]

作者简介:梁孝祺(1992-),2010 级在读本科生。研究方向:生物技术。E-mail:179623948@qq.com

通讯作者:俞超(1979-),女,硕士,讲师。研究方向:植物分子生物学。E-mail:32897949@qq.com

常见药用贝母。濮祖茂等^[5]对植物叶表面扫描电镜观察,对云南贝母属药用植物川贝母 *Fritillaria cirrhosa*、梭砂贝母 *Fritillaria delavayi* 等进行了聚类分析,确定了不同贝母叶表面的特征具有差异性,也可作为聚类分析的依据。

2 化学成分多样性鉴定

不同种类的药材,其化学成分必然存在差异,而同种药材,其主要成分的含量也存在差异。通过薄层色谱法、高效液相色谱法、热分析法及红外光谱法等,对不同贝母的化学成分差异进行分析,进而对其进行区分。

肖培根等^[1]在贝母亲缘学研究中列举了从 29 类贝母属植物中分离鉴定出的 120 多个生物碱,并指出了不同贝母所含生物碱种类和含量的差异。如浙贝甲素、浙贝乙素及西贝素在不同贝母中存在典型性的差异,西贝素仅存在于高海拔西部地区如四川、甘肃、新疆等产地的川贝母、康定贝母、伊贝母等,而浙贝甲素、浙贝乙素仅存在于东南部低海拔地区产地的浙贝母、安徽贝母、湖北贝母等^[6]。

2.1 高效液相色谱法

高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)是目前主流的贝母化学成分多样性鉴定方法,其利用不同化合物在流动相中的移动速度不同这一特点,通过色谱柱对液相中的化合物进行分子水平的分离,并形成对应分离时间的不同化合物信号强度峰图,以此比对不同贝母化学成分(主要是生物碱)种类及含量的差异。王聪等^[7]在对川贝母的 HPLC 指纹图谱研究中发现了川贝母复合群的成分指纹具有共同特征,并直观区别了川贝母复合群与浙贝母。但蔡晓翠等^[8]通过 HPLC-ELSD 指纹图谱对 10 批不同种植区的伊贝母进行的研究发现,10 批伊贝母色谱峰图谱整体特征相似度高,但伊犁不同产区伊贝母中西贝母碱含量有明显差异,即使是同一产区,不同时期采集的伊贝母西贝母碱含量也有差异。液相色谱法的缺点即是难以排除自然环境、栽培方法等对植株化学成分及含量的影响。针对这一影响特点,周建良等^[9]运用快速液相色谱(rapid resolution liquid chromatography, RRLC)分析了不同产地浙贝母的主成分特征图谱,强调了在高度精确的定量分析基础上各药材之间化学成分及含量上的差异,不仅能作为不同贝母品种的区分依据,还为区分同种药材产地和采收季节

及药材的规格、品级提供了快速直观的定量数据支持。

2.2 其它生化鉴定方法

为解决 HPLC、薄层色谱法等分析技术操作繁琐,分析周期长的问题,杨复森等^[10]将便携式近红外光谱仪运用到了贝母属中药鉴定中,在对川贝母的种群识别、不同基原品种的定性分析和混伪品的鉴别中均取得了理想的效果,且大大降低了实验流程消耗的时间和成本。陈效忠等^[11]则运用操作简单、价格低廉的电化学振荡技术,通过电化学指纹图谱反映药材整体化学成分的差异,成功区分川贝母、平贝母和浙贝母等药材,为中药材的快速鉴定提供了新思路。

3 分子标记鉴定

从分子遗传学角度来看,物种表现型的差异归根结底应追溯到基因型的差异,即在 DNA 序列上的差异,而且这种差异不受环境和个体差异的影响。因此,对基因组序列差异的比较研究无疑为植物分类和鉴定提供了本质依据。随着生命科学技术不断取得重大突破,分子生物学鉴定方法应运而生,应用分子标记技术鉴定中药基原植物及饮片取得了快速发展。

3.1 随机扩增多态性 DNA 标记技术

随机扩增多态性 DNA 标记(random amplified polymorphic DNA, RAPD)技术兴起于 1990 年,是基于 RFLP 技术的第二代分子标记技术,具有操作简单,成本低廉的优势。其运用随机合成的短序列引物(8-12bp)以基因组 DNA 为模板进行扩增,由于其 DNA 上发生碱基的插入、缺失而使随机引物无法结合,从而使产生的 DNA 图谱呈现多态性。该技术的特点是不需要基因探针,即使是完全未知的序列,也能扩增出多态性片段。

2009 年,陆含等^[12]运用 RAPD 技术对浙贝母 4 个品种及 5 种贝母属药材进行了分析。根据多态性片段分析结果,将 4 个浙贝母品种聚类在一起,而 5 种贝母属药材中,浙贝母的变种—东贝母与浙贝母最为接近,伊贝母与浙贝母关系最远,其结果与传统分类学相符。龚伯奇^[13]则通过 RAPD 技术对青海省四个地区的暗紫贝母遗传多样性进行分析,获得的多态性信息准确地将每个样地的样品聚类在一起,并强调了 RAPD 技术在种下等级的鉴定效力。在鉴定的稳定性方面,周洁^[14]运用 RAPD 标记和

ISSR 标记对 12 个浙贝母品种进行了分子鉴定,区分了磐安本地种植的贝母和引种贝母类群,并发现 RAPD 的聚类结果与 ISSR 标记得到的聚类结果基本一致,肯定了 RAPD 技术的鉴定准确性。

3.2 简单重复区间标记技术

简单重复区间标记技术(inter-simple sequence repeat, ISSR)是对 SSR 技术进行改进后的新型分子标记技术,又称为微卫星—锚定 PCR 技术。DNA 在复制及修复过程中 DNA 的滑动和错配,或者减数分裂期间姐妹染色单体的不均等交换均会产生简单重复区间(simple sequence repeat, SSR),这些区间的两端多为保守的单拷贝序列,且 SSR 在整个基因组中分布较为均匀,在不同品种间变异广泛。ISSR 技术以 SSR 序列为引物并在 3' 端或者 5' 端加上 2~4 个随机核苷酸,PCR 过程中使锚定引物引起特意位点的退火,使重复序列间 DNA 片段成功扩增。由于不同物种和品种的 SSR 在基因组中的位置和数量均有差异,故扩增结果将表现出多态性^[15]。刘晓贤等^[16]运用 ISSR-PCR 技术,对 8 个浙贝母居群、1 个东贝母居群、1 个皖贝母居群和 2 个川贝母居群进行聚类分析,发现磐安地区的浙贝居群已明显区别于其他产区浙贝居群,并且长期的留种栽培使磐安浙贝遗传多样性水平降低,形成相对稳定的遗传。王果平等^[17]同样通过 ISSR 技术,对新疆贝母属遗传多样性进行了聚类分析,将十种贝母分为三个类群。结果显示,大白花贝母、小白花贝母、黄花贝母和托里贝母聚类在了一起,这与罗毅波等^[3]提出观点相吻合,对于戈壁贝母的分类也和前人的研究结果一致。

虽然 ISSR 兼具了 RAPD 的简便性和 SSR 的稳定性,但对于反应体系的要求较为严格,赵鑫等^[18]研究了 TagDNA 聚合酶用量、dNTP、引物和 Mg^{2+} 浓度四种因素对伊贝母 ISSR-PCR 扩增的影响,确定了适于伊贝母 ISSR 的反应体系,这对其他贝母属药用植物的 ISSR 反应体系建立有指导作用。

3.3 DNA 条形码技术

DNA 条形码技术(DNA barcode)通过选取普遍性高且在种内遗传较为稳定但种间进化速率较快的 DNA 序列,设计相应的引物,通过 PCR 技术扩增出待鉴定物种的对应 DNA 片段序列,通过直接测序的方法获得序列信息,运用 MEGA 等软件比对序列信息,便能对其进行物种鉴定和系统发育构件,具有操作简单,鉴定效率高,重复性强,不受样品个体

差异和环境影响等优点^[19]。陈士林等^[20]在对 2373 份药材样品的研究基础上,提出了以核基因 ITS2 序列为核心叶绿体基因 psbA-trnH 序列为辅的中药材 DNA 条形码分子鉴定指导原则,ITS2 序列是作为贝母属药用植物条形码鉴定的理想序列。在对贝母属的近缘属——重楼属的研究中,朱英杰等^[21]对 psbA-trnH、rpoB、rpoC1、rbcL、matK 和核 ITS2 序列的 PCR 扩增成功率和鉴定效率进行了对比,发现 ITS2 序列鉴定效果最好,在 29 个物种 67 份样品中的鉴定效率为 100%,可将中国大部分重楼属物种准确区分开来,且在种内几乎不存在差异。

基于 ITS2 序列在百合科部分属中的成功应用,罗焜等^[22]同样运用 ITS2 序列对川贝母及其混伪品进行了鉴定。其结果表明,ITS2 序列能准确区分川贝母基原植物与其混伪品,并将六种不同的川贝母基原植物:卷叶贝母、暗紫贝母、甘肃贝母、梭沙贝母、太白贝母、瓦布贝母聚类在一起,验证了药典的正确性。另外,系统发育树显示,川贝母、甘肃贝母、梭沙贝母的多个样品呈多物种交错状,推测其川贝母复合群可能是处于激烈分化的物种形成阶段,一些种下等级在不同地区,植物形态和花部特征出现差异,而被划分为不同物种,此推论与肖培根等^[1]的讨论相符。

3.4 其它分子标记技术

表达序列标签(expressed sequence tags, ESTs)技术,是利用逆转录酶,对编码蛋白质的 mRNA 进行逆转录,构建物种 cDNA 文库,并对文库中的克隆进行大规模测序,通过 ESTs 图谱区分基因水平的差异。目前,在川贝母的 cDNA 文库中,已有超过 2158 条高品质的 ESTs 序列信息,和超过 1343 个独特的转录组^[23]。现已发现包括 HMGR、CYP450s、FPSs 和氨基酸转移酶在内的数十个川贝母生化活性相关的转录组基因鉴定技术提供了技术支持。ESTs 序列还有望用于探究同源基因在保守物种之间进化水平的差异,是潜在的系统发育标记^[24]。

扩增片段长度多态性(amplified fragment length polymorphism, AFLP)技术是建立在 RFLP 技术基础上的一种新型分子标记技术,利用 EcoRI、PstI 及 SacI 等限制性内切酶切割基因组 DNA,形成酶切位点不同、分子量大小不等的随机性酶切片段,在其两端接上双链人工接头后,进行 PCR 扩增,电泳后获得具有多态性的指纹图谱。徐金中等^[25]运用 AFLP

分析了浙江主产区浙贝母的种质遗传多样性,发现 AFLP 技术在不同产地浙贝母中具有丰富的遗传多样性,其聚类关系也与产地有明显的关联性。在地理位置上较近的东阳、磐安、永康、缙云产地的贝母遗传距离同样较近,而浙贝母最初的产地象山浙贝母居群与其他居群相对独立,这进一步表明象山浙贝母居群遗传基因较为保守,与其他迁徙居群形成明显差异。

4 总结及展望

综合大量研究结果,对各种方法进行了总结分析,其不同鉴定方法的优缺点如表 1 所示。

在对不同方法的比较中,肖培根、罗焜等均认为,从基因角度入手,深入到遗传物质遗传分化的研究对贝母属以及其它药用植物的鉴定具有准确、稳定、可重复的优势。而 DNA 条形码技术,是现阶段内非常适合作为药用植物大批量快速鉴定的技术,其条形码序列 ITS2 片段,存在于细胞核中,适用于贝母鳞茎干片、粉末等市场流通样品的鉴定,鉴定效果理想^[22,31]。系统化、标准化的 DNA 条形码鉴定技术能够贯穿中药材种植、加工、生产、流通等各个环节,实现对中药材基原物种、粉末、组织等材料来源的快速鉴定^[20],在生物物种监管、药材市场管理、生物多样性及系统进化研究等方面有着巨大的潜在作用,能很好地解决贝母市场鱼龙混杂,各个相似品种间以次充好的现象。

综上所述,对于贝母属植物以及其它中药材的鉴定,无论是生化标记还是分子标记,都走向一个数据收集、数据库构建的过程,在新技术方面,期望随着生物技术的发展,ESTs 技术、系统生物学、SNP 技术和基因芯片技术能为贝母属药用植物研究提供有力帮助^[32]。

表 1 在贝母属中不同鉴定方法的优劣分析

方法	鉴定目标	操作难度	主要优点	主要缺点
形态鉴定	形态学差异等	难度较大 费用较低	中药的“形、色、嗅、味”等形态学特征与药性存在一定的相关性 ^[26] 。形态鉴定技术难度小,费用低,抱粉学鉴定等微观鉴定法在显微技术的支持下提高了形态鉴定的准确性 ^[27] 。	对鉴定人员的专业经验要求高,鉴定工作量大。且植物形态受环境、个体差异等影响较大,准确度低。肉眼的主观鉴定无法实现鉴定的客观化、批量化、数字化和网络化 ^[28] 。
HPLC	化学成分差异	难度较低 费用较低	多以贝母生物碱等药用成分的差异性进行分析,从根本上对药理作用的相似性进行鉴定,有一定优势 ^[7,9] 。操作流程短,鉴定速度快。	样品中化学成分的差异往往受到植物个体生长情况、环境情况等影响,鉴定可靠度低 ^[8] 。对近缘物种的鉴定并不准确。
RAPD	随机片段长度差异	难度一般 费用适中	无需设计引物,在未知基因组序列中也能进行鉴定。操作简单,成本低。	图谱中常有某些条带重复性较差,多态性位点较少。实验技术方面难以标准化,不同的随机引物进行的不同鉴定结果间缺乏可比性。
ISSR	SSR 序列分布差异	难度较高 费用适中	相比 RAPD 技术,ISSR 多态性位点较多 ^[15] ,实验重复性好,结果可靠性高。相比 SSR 技术,通用性更高,费用更低 ^[29] 。	对扩增反应的体系要求高,在不同植物中往往需要重新摸索体系要求 ^[18] 。其对群体分化和物种分化的差异比对往往与亲缘关系有出入 ^[16] 。
AFLP	酶切片段长度差异	难度较高 费用较高	由于限制性内切酶的选择较多,故能获得大量的标记数目,并且具有较高的分辨率和可靠度 ^[25] 。	技术难度及成本高,需要同位素或非同位素标记引物,需要配套仪器设备。对 DNA 纯度要求高,不适用于大规模分析鉴定 ^[30] 。
DNA 条形码	特定片段序列差异	难度较低 费用适中	选用通用性高的序列,适用于大规模物种的鉴定,对亲缘关系的界定更加准确。高效、规范化的操作流程有利于全物种条形码信息库的构建 ^[20] 。	对种以下大水平的鉴定能力不足,在对近缘物种的分析中存在鉴定效果较为模糊。
ESTs	mRNA 序列差异	难度很高 费用较高	从不同药材的生化、生理差异,深入到蛋白质组学的差异,进而通过 mRNA 数据库来进行鉴定分析。对基因的遗传进化有研究作用 ^[23-24] 。	操作难度极高,运用逆转录酶和克隆技术,工作量大,费用高。数据库构建难度大,适用于模式生物蛋白质组学和基因组学研究 ^[30] ,不适用于物种鉴定。

参 考 文 献

- [1] 肖培根, 姜艳, 李萍. 中药贝母的基原植物和药用亲缘学的研究[J]. 植物分类学报, 2007, 45(4): 473-487.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 2010 年版. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [3] 罗毅波, 陈心启. 中国横断山区及其临近贝母属的研究[J]. 植物分类学报, 1996, 34(5): 547.
- [4] 何斜. 中药贝母的品种与性状区别[J]. 海峡药学, 2002, 14(6): 55-57.
- [5] 濮祖茂, 丁侃, 苏宝亮. 云南贝母属药用会务叶表面扫描电镜观察[J]. 电子显微学报, 2001, 20(1): 11.
- [6] 王书军, 高文远, 于琳. 百合科贝母属药用植物分类研究进展[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(16): 1609-1614.
- [7] 王聪, 王曙, 马静. 川贝母的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 华西药理学杂志, 2010, 25(1): 61-63.
- [8] 蔡晓翠, 贺金华, 徐芳. 新疆道地药材伊贝母 HPLC-ELSD 指纹图谱研究及西贝母碱含量测定[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(21): 83-85.
- [9] 周建良, 刘伟, 郭增喜. 基于快速液相色谱四级杆飞行时间串联质谱的浙贝母特征图谱研究[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(17): 2832-2837.
- [10] 杨复森, 武卫红, 王宁. 于 AOTF-近红外光谱技术的川贝母药材即时快速鉴别研究[J]. 中成药, 2013, 35(1): 135-139.
- [11] 陈效忠, 邹桂华, 李守君. 电化学指纹图谱鉴别几种贝母药材的新方法[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(2): 73-75.
- [12] 陆含, 朱世华. 浙贝母 4 品种及 5 种贝母遗传多样性的 RAPD 分析[J]. 宁波大学学报, 2009, 22(1): 45-47.
- [13] 龚伯奇. 青海省四个地区暗紫贝母遗传多样性 RAPD 分析[D]. 西宁: 青海师范大学, 2010.
- [14] 周洁. 浙贝母种质资源的分子指纹鉴定技术研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2012.
- [15] Liqun W, Xiongze D, Xuefeng L. Genetic Diversity of Velvetleaf Germplasm by RAPD and ISSR Markers[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2009(1): 126-132.
- [16] 刘晓贤, 陈川, 潘兰兰. 基于 ISSR-PCR 技术的浙贝母种质遗传分析[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2010, 36(3): 246-254.
- [17] 王果平, 樊丛照, 李晓瑾. 基于 ISSR 的新疆贝母属植物遗传多样性研究[J]. 中草药, 2013, 44(7): 887-890.
- [18] 赵鑫, 凯撒, 苏莱曼. 伊贝母植物 ISSR-PCR 反应体系的建立与优化. 江苏农业科学, 2011, 39(2): 78-80.
- [19] Shilin Chen, Yao H, Han JP, et al. Validation of the ITS2 Region as a Novel DNA Barcode for Identifying Medicinal Plant Species[J]. PLoS ONE, 2010, 5(1): 8613.
- [20] 陈士林, 姚辉, 韩建萍. 中药材 DNA 条形码分子鉴定指导原则[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(2): 141-147.
- [21] 朱英杰, 陈士林, 姚辉, 等. 重楼属药用植物 DNA 条形码鉴定研究[J]. 药学报, 2010, 45(3): 376-382.
- [22] 罗焜, 马培, 姚辉. 基于 ITS2 序列鉴定川贝母及其混伪品基原植物[J]. 世界科学技术(中医药现代化), 2012, 14(1): 1153-1157.
- [23] Sun C, Sun Y, Song J, et al. Discovery of genes related to steroidal alkaloid biosynthesis in *Fritillaria cirrhosa* by generating and mining a dataset of expressed sequence tags (ESTs)[J]. Journal of Medicinal Plants Research, 2011, 5(21): 5307-5314.
- [24] Hao DC, Ma P, Mu J, et al. De novo characterization of the root transcriptome of a traditional Chinese medicinal plant *Polygonum cuspidatum*[J]. Sci China Life Sci, 2012, 55(5): 452-466.
- [25] 徐金中, 张红叶, 马喜彦. 浙江主产区栽培浙贝母种质遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 中草药, 2010, 41(1): 109-113.
- [26] 翟华强, 王燕平, 黄璐琦, 等. 温热类中药材“形、色、嗅、味”特征初步分析[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(8): 1255-1257.
- [27] 黄雄峰, 陈小明, 钟秋珍, 等. 黄桃变异株系遗传稳定性的孢粉学鉴定[J]. 福建果树, 2009, (4): 5-9.
- [28] 陈士林, 郭宝林, 张贵君, 等. 中药鉴定学新技术新方法研究进展[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(8): 1043-1055.
- [29] Ganopoulos I V, Kazantzis K, Chatzicharisis I, et al. Genetic diversity, structure and fruit trait associations in Greek sweet cherry cultivars using microsatellite based (SSR/ISSR) and morpho-physiological markers[J]. Euphytica, 2011, 181(2): 237-251.
- [30] HAO Da-Cheng, GU Xiao-Jie, XIAO Pei-Gen. Phytochemical and biological research of *Fritillaria* medicinal resources[J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2013, 11(4): 330-343.
- [31] Yao H, Song J, Liu C, et al. Use of ITS2 region as the universal DNA barcode for plants and animals[J]. PloS one, 2010, 5(10): 13102.
- [32] 张利媛, 于雯雯, 吴媛, 等. 利用基因芯片技术筛选棉花产量性状相关的基因[J]. 棉花学报, 2013, 25(5): 417-425.

(收稿日期: 2013-12-05)

(本文编辑: 秦楠)

· 信息之窗 ·

本刊对来稿中缩略语的有关要求

在摘要及正文中首次出现缩略语时应注明全称。缩略语应尽量少用, 以免影响阅读的流畅性, 不超过 4 个汉字的名词不使用缩略语。已被公知公认的缩略语可以直接使用, 如 DNA、RNA、HBsAg、PCR 等。尚未被公知公认的缩略语以及原词过长、在文中多次出现者, 若为中文可于文中第一次出现时写出全称, 在圆括号内写出缩略语; 若为外文可于文中第一次出现时写出中文全称, 在圆括号内写出外文全称及其缩略语。例如: 流行性脑脊髓膜炎(流脑), 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(obstructive sleep apnea syndrome, OSAS)。全文缩略语以 5 个以下为宜。