

斑螟亚科 (鳞翅目: 螟蛾科) 系统分类学研究进展

杜艳丽¹, 宋士美², 武春生², 孙淑玲¹

(1. 北京农学院 植物科学技术系, 北京 102206; 2. 中国科学院 动物研究所, 北京 100101)

摘要: 笔者综述了斑螟亚科 Phycitinae 的系统分类研究概况, 重点论述国内外分类研究历史与现状、族级阶元划分与系统分类等方面的最新研究进展。指出斑螟亚科系统分类中存在的区系研究不平衡、系统发育研究不完善、近缘属区别特征不够明确、近缘种形态鉴定不够准确等问题, 建议将形态分类与分子系统学方法相结合以研究斑螟亚科的系统分类, 并对斑螟亚科系统学未来的研究与发展提出展望。

关键词: 鳞翅目; 螟蛾科; 斑螟亚科; 系统分类学; 研究进展

中图分类号: Q969.42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-3186(2007)01-0072-04

Research Progress in the Taxonomy of Phycitinae(Lepidoptera: Pyralidae)

DU Yan-li¹, SONG Shi-mei², WU Chun-sheng², SUN Shu-ling¹

(1. Department of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China;

2. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The subfamily Phycitinae is the second largest group of Pyralidae in Lepidoptera with important economic significance. This paper reviews the taxonomic history of Phycitinae, as well as the updated progress in its taxonomic status, the demarcation of its tribes, and the systematic study. In addition, some problems, such as the imbalance on faunistic study, the absence of systematic study, and the ambiguous differences between similar genera and closely related species are discussed. The combination of morphological and molecular systematics is suggested as a future study.

Key words: Lepidoptera; Pyralidae; Phycitinae; taxonomy; research progress

斑螟亚科 Phycitinae 隶属于鳞翅目 Lepidoptera 螟蛾科 Pyralidae, 是螟蛾科的第二大亚科。“斑螟”源于其幼虫胸部第 2 节和腹部第 8 节背面左右两侧毛瘤有单眼状圆斑^[1]。该亚科与螟蛾科其他亚科的区别特征是成虫前翅 R₅ 脉消失, 雌、雄后翅都只有 1 根翅脉, 雄性第 8 腹节味刷 1~5 对, 呈一维或三维空间结构排列。

斑螟亚科昆虫多数种类抗旱、耐寒, 某些种类喜湿, 少数种类适生于盐碱地, 甚至还有部分种类为重要的仓库害虫^[2], 因而该亚科昆虫遍布于世界各大动物地理区系, 其中以古北区种类最为丰富, 新热带区、新北区和澳洲区次之, 非洲区最少^[3-7]。目前, 全世界已知约 5 000 种, 隶属于 920 余属。斑螟食性杂, 许多种类为农林生产上的重要害虫, 如梢斑螟属 *Dioryctria* Zeller 昆虫以幼虫危害各种针叶树的树干、主梢、球果、种子等^[8], 引起侧梢丛生, 树干畸形, 种子产量降低; 豆荚螟 *Etiella zinckenella* Treitschke 危害各种豆类, 可将其籽粒全部吃光, 而豆荚内只留下虫粪, 严重影响豆子的产量和品质; 烟草粉斑螟 *Ephestia elutella* (Hübner) 以幼虫危害谷物、烟叶等仓储物品, 使烟叶出现缺刻、孔洞, 受

害严重者仅剩叶脉, 同时幼虫还有取食、排泄粪便、吐丝的习性, 使得烟叶品质下降, 经济损失巨大。随着中国加入 WTO 及国际农产品市场的开放, 外来物种的入侵将对中国农业生产安全构成威胁, 因而对于分布范围广、食性杂的斑螟需多加防范^[8]。

1 斑螟亚科世界分类研究简史

自 Scopoli(1763)命名 *Phalaena rosella* 开始, 斑螟的分类学研究经历 240 多年, 报道大约 5 000 种, 目前仍有越来越多的斑螟新物种被发现。随着斑螟分类学的发展, 新分类系统不断被建立, 旧分类系统被修订甚至被推翻, 现在已对大多数类群的分类系统达成共识, 但对少数类群仍然存在一些争议。纵观斑螟分类学和系统发育研究的历史, 可将其划分为 3 个时期, 即萌芽期、探索期和发展期。

1.1 萌芽期 从 18 世纪 60 年代到 19 世纪初, 这个时期的工作主要是新物种的发现, 斑螟尚未被视作一个亚科进行分类研究, 而是与螟蛾科其他亚科的昆虫归在一起, 如 Scopoli、Fabricius 等发现大量新种, 使得物种数量急剧增加。

收稿日期: 2006-11-08; 修订日期: 2006-12-30

基金项目: 国家自然科学基金(项目编号: NSFC 30400040); 中国科学院植物园与生物分类学研究项目(项目编号: KSCX2-YW-Z-013); 北京市科技新星项目(项目编号: 2006A25); 教育部留学回国人员科研启动基金; 北京农学院引进人才启动基金(项目编号: 35027)

作者简介: 杜艳丽, 女, 1972 年出生, 博士, 研究方向: 昆虫学, E-mail: yanlidu@bac.edu.cn

1.2 探索期 从19世纪上半叶到20世纪初,重在建立和描述新分类单元,但由于未使用外生殖器特征,导致某些外部形态相似种类的分类学地位出现混乱现象。如Meyrick^[9]、Turner^[10]对澳大利亚斑螟的描述和修订中,就有一些种类被错误归入与其外形相似的古北区的属中。而这个阶段分类系统的建立则刚刚起步,如Zeller将斑螟亚科与螟蛾科其他亚科区分开来,并根据雄性触角基部缺刻的有无将该类群分为两类,即“有缺刻类”(Knotenhornigen)和“无缺刻类”(Nackthornigen)^[11-12]。

1.3 发展期 从20世纪初至今,斑螟的分类学和系统学研究都有很大进展。首先,在种类鉴定和特征描述上,认识到外生殖器特征在斑螟分类中的重要性,新的分类单元不断被建立和描述。因为斑螟亚科近缘属的外部形态特征差异很细微,必须依靠外生殖器的特征才能取得比较准确的鉴定结果,对于某些近缘种而言,还须借助于地理分布、寄主植物等生物学特性和分子生物学特征加以区分^[8]。20世纪30年代,Amsel率先将外生殖器特征应用到斑螟亚科分类研究中,使得斑螟的分类研究迅速发展,鉴定的准确性进一步增强,区域性专著相继问世^[2, 13-21]。

在分类系统的建立上,不论是族级阶元的划分,还是属级阶元的定义,很多学者都相继提出自己的观点,出现百家争鸣的局面。①在斑螟的分类学地位上,Ragonot^[22-23]将斑螟作为一个科级阶元进行研究,并以拟斑螟属 *Anerastia* Hübner 为模式属建立拟斑螟亚科 *Anerastinae* Ragonot, 1887,与斑螟亚科 *Phycitinae* 一并归为斑螟科 *Phycitidae*。②在族级阶元分类系统的建立上,Heinrich^[14]在对美洲斑螟进行研究时,依据后翅翅脉将斑螟分为3个组(group),但没有给予组的具体名称。Agenjo^[24]依据雄性触角基部鳞毛簇的有无将斑螟分为2个亚族(斑螟亚族 *Phycitina* 和峰斑螟亚族 *Acrobasiina*)。Roesler^[2]依据喙的发达程度、雄性触角基部鳞毛簇的有无和腹部末端味刷(*culcita*)的对数,将斑螟亚科分为4个族,即隐斑螟亚族 *Cryptoblabini*、斑螟亚族 *Phycitini*、退喙斑螟亚族 *Cabniini* 和拟斑螟亚族 *Anerastiini*。之后,许多学者也都进行相关研究,但与Roesler的观点大同小异,主要的分歧点在于拟斑螟亚族 *Anerastiini* 和斑螟亚科 *Phycitinae* 之间的关系^[25-30]。③在某些近缘属的定义上,各学者意见不一,出现很多同物异名、异物同名和新组合等。如由于 *Acrobasis* Zeller, *Conobathra* Meyrick, *Trachycera* Ragonot, *Eurhodope* Hübner 和 *Furcata* Du, Sung and Wu 等近缘属之间,以及 *Ancylosis* Zeller, *Heterographis* Ragonot, *Staudingeria* Ragonot 等属之间的区别特征不明显,导致很多种类的分类学地位不能确定,甚至同一物种,不同学者将其归入不同的属^[31-32]。

综上所述,虽然斑螟亚科分类研究在特征的选取上、新分类单元的建立上都已取得很大进展,但某些近缘属和相似种的鉴定仍然困扰着很多分类学家,还有待于新特征的使用。在斑螟亚科系统发育的研究上,截至目前,除一篇关于种级阶元的支序分析外,还没有关于斑螟亚科族级阶元或近缘属的系统发育关系研究的报道^[8]。

2 中国斑螟亚科研究概况

20世纪初,一些外国学者在中国采集大量的昆虫标本,

并发表一系列分类研究论文。在斑螟的分类研究上,德国的Höne博士于20世纪20年代至30年代在中国的南方进行较为全面的采集,遍及中国的北京、山东、广东、福建、台湾、四川、西藏、云南、陕西等地,目前这些标本大多保存在罗马尼亚和德国。所以,中国早期斑螟亚科的记载都出自外国人之手。主要有:Caradja(1926—1939)、Caradja & Meyrick(1933—1938)和Roesler(1965—1993),另外,Hampson(1896)、Wileman & South(1917—1918)、Strand(1918, 1922)、Shibuya(1928)、Munroe(1958)、Mutuura & Munroe(1972)、Yoshiyasu(1991)等也或多或少对中国的斑螟进行命名和描述。

中国学者对该亚科的整理始于胡经甫,他在1938年出版的“*Catalogus Insectorum Sinensium*”中收录中国斑螟亚科(当时称作“*Anerastiinae*”)16属29种^[33];陆近仁等^[34]依据Caradja的工作,增补40属131种。杨集昆^[35-36]记录中国华北斑螟11属15种,并命名、描述危害库尔勒香梨的1新种。王平远^[1]记录11属16种;王平远等^[37-38]对中国的樟子松梢斑螟种团 *Dioryctria mongolicella* 和赤松梢斑螟种团 *Dioryctria sylvestrella* 进行修订,发现新种2个。

杜艳丽等^[8, 32, 39-46]对中国斑螟亚科的8属30余种进行系统分类研究,发现1个新属,12个新种,1个中国新记录属,6个新记录种,组建5项新组合,并对严重危害针叶树种的梢斑螟属进行分子系统学研究。任应党等^[47]记录中国斑螟亚科3新种。

目前,中国斑螟亚科已报道83属266种。其中,仅在中国台湾有分布记录的为11属36种。

3 问题与讨论

斑螟亚科昆虫种类多、食性杂、分布广、外部形态特征差异小,难于鉴定,给斑螟亚科分类研究造成很大困难,现将目前研究中存在的问题归纳如下:

3.1 区系研究不平衡 虽然斑螟亚科昆虫广泛分布于世界六大动物地理区系,但目前古北区和新北区、新热带区报道的种类较多,而其他区系记载的种类相对较少。从出版的区域性专著和研究论文也可以看出上述分布情况;Heinrich^[14]和Neunzig^[19-21]对美洲的斑螟亚科进行系统研究,且Neunzig在对斑螟进行分类学研究的同时,还对某些种的生物学,尤其是寄主和分布等给予论述,并于1972年发表关于美国东北部峰斑螟属幼虫的系统分类学研究^[48]。Roesler^[2, 18],Roesler等^[15-17]分别对古北区和东洋区(主要是印度尼西亚)的斑螟进行系统分类研究,Balinsky^[13]记述非洲的斑螟。另外,Neunzig,Roesler等除建立采自新北区和古北区斑螟亚科的新分类单元外,还对峰斑螟属 *Acrobasis*、同斑螟属 *Homoeosoma*、曲斑螟属 *Ancylosis* 等10余个属进行修订。以上这些研究无疑为古北区和新北区、新热带区斑螟亚科的多样性研究增添不少内容。

3.2 有关斑螟亚科的系统发育尚无全面报道 目前,虽然Roesler将斑螟亚科划分为4个族的分类系统已为大多数学者所接受,但仍有很多问题尚未解决,主要在于斑螟亚科的单系性还没有确定。如一个多世纪以来,拟斑螟属 *Anerastia* Hübner 与凤斑螟属 *Peoria* Ragonot 之间的关系,以及二者与斑螟亚科 *Phycitinae* 的隶属关系一直存在争议。

Ragonot^[22]将斑螟作为一个科级阶元,把斑螟亚科 Phycitinae 和拟斑螟亚科 Anerastiinae 作为斑螟科 Phycitidae 的两个亚科。Hulst^[49]把 Ragonot 所认为的拟斑螟亚科 Anerastiinae 定义为凤斑螟亚科 Peoriinae,并将拟斑螟属 *Anerastia* 移入 Phycitinae。Ragonot^[50]完全反对 Hulst 的观点,认为凤斑螟属 *Peoria* 和拟斑螟属 *Anerastia* 都取食杂草,如果二者的下唇须和翅面斑纹等外部形态特征也很相似,那么毫无疑问,它们之间的亲缘关系就会很近,结果也只有 2 种,即要么将这二者归入一个亚科——拟斑螟亚科 Anerastiinae,与斑螟亚科 Phycitinae 并列,要么将二者归为一个族——拟斑螟族 Anerastiini,作为斑螟亚科 Phycitinae 的一个支系。然而,凤斑螟属 *Peoria* 和拟斑螟属 *Anerastia* 唯一的共有衍征就是“喙退化”,两者的外生殖器特征差异明显,如此以来,单依靠“喙退化”这一特征就将这两个属组合在一起便不大合适,所以,后人又相继对凤斑螟属和拟斑螟属昆虫的关系进行研究,但结论并不一致,Shaffer^[25-26]和 Cook^[27]认为应将二者作为两个独立的类群来研究,Minet^[28]和 Solis 等^[29]认为二者应被归为一个族,只是当时没有找到能支持这一支系的共同衍征;Horak^[30]在研究澳大利亚的斑螟组 Phycita-group 时,发现凤斑螟属和拟斑螟属昆虫的雌性外生殖器的产卵瓣和雄性外生殖器的爪形突虽然具有某些差异,但因二者之间存在中间过渡类型,所以认为应将二者当作一个单系群;同时,凤斑螟属和拟斑螟属昆虫的喙都很发达,雄性触角基部都有一簇较大的鳞片簇,下颚须刷状,包藏在下唇须内,所有这些特征都与斑螟亚科的特征相符,故认为应将凤斑螟属、拟斑螟属和其他近缘属都归入拟斑螟族 Anerastiini,作为斑螟亚科的一个族。Horak 的研究为解决斑螟亚科的单系性提供很有力的证据,但 Horak 指出:“只有将形态特征与分子生物学特征相结合,才能对关于‘Anerastiini 是 Phycitinae 的亚族之一’的推论给予很好的论证”。

3.3 近缘属的鉴别特征不够明确,某些属的分类学地位难以确定 根据 Roesler 对各个族或亚族的定义和分类特征,一些属的分类学地位难以确定,也未曾有学者明确指出哪个族或亚族包括哪些属,如上述凤斑螟属 *Peoria* 和拟斑螟属 *Anerastia* 的分类学地位就曾引起很多争议。再如:峰斑螟属 *Acrobasis* 与锥斑螟属 *Conobathra*,锯齿斑螟属 *Trachycera* 等近缘属因外部形态特征和外生殖器特征的差异都较小,导致某些种的分类学地位难以确定,出现很多同物异名、异物同名和新组合,甚至于同一学者对某些属的分类学地位也一再持怀疑和不肯定态度,如 Roesler^[31]、Roesler 等^[16]对驼斑螟属 *Cyphita* Roesler 与峰斑螟属 *Acrobasis* Zeller 之间的关系就不能肯定;同样,*Ancylosis* 与 *Heterographis* 等临近属的区别特征也不明显,使得某些种的分类学地位不能确定,在近缘属之间移来移去^[2]。

3.4 一些近缘种形态上难以准确鉴定,还必须借助于生物学和分子生物学特征 因为斑螟亚科形态特征差异小,某些近缘种之间即使借助于外生殖器特征,也难以准确而客观区分开来,还必须依靠生物学和分子生物学特征等。如依靠形态特征、地理分布和生物学特性,稍斑螟属 *Diorçtria* 已记述 9 个种团 70 个种,但某些种在其原始描述中仅借助于地理分布或寄主植物方面的些许差异而被区分开来,如 *D. contortella*, *D. monticolella* 和 *D. tumicolella*, 另外,根据某

些种的原始描述,其差异足以被定为两个种,但后人的研究发现,在原始描述的两个种的区别特征之间,还存在许多形态上的中间过渡类型,因而难以准确把握这些中间过渡类型的分类学地位^[51]。研究表明:将形态特征与分子生物学特征(线粒体 DNA (COI + COII)的基因序列)相结合,既可客观而准确鉴定斑螟亚科的每一个相似种,又可对其种间及高级阶元的系统发育进行全面的分析^[8]。因此,分子生物学特征的引入对鉴定斑螟亚科这样一个形态特征差异小而又具有重要经济意义的类群来说,是必要而迫切的。

3.5 对中国斑螟亚科的研究还存在明显不足 与世界斑螟亚科的研究状况相比,对中国斑螟亚科的研究还存在明显不足。中国横跨古北区与东洋区,生物多样性丰富不言而喻。目前,世界斑螟亚科已知约 5 000 种,如果按中国生物多样性占世界的 10% 来计算,中国现在应记载 500 种左右,但据笔者最近统计,中国仅记录 83 属 266 种,其中,只有 21 个种是中国专家定名的^[32, 36-45, 47],其余均为外国专家记述^[2, 15-18]。因斑螟亚科外部形态相似,目前主要借助于外生殖器特征进行分类鉴定,而早期的描述过于简单,缺乏外生殖器特征的描述,且那些模式产地为中国、早期定名为新种的标本现在都保存在欧洲各大博物馆,这无疑在很大程度上严重阻碍中国斑螟亚科的系统分类研究。杜艳丽^[52-53]共记述中国斑螟亚科 52 属 216 种,使得中国已知种增至 92 属约 400 种,其中,建立 2 个新属、46 个新种,发现 9 个中国新记录属和 67 个中国新记录种(亚种),组建 8 项新组合,指出 1 项种级新异名和 1 个错误鉴定,恢复 1 个种级有效学名,并首次报道 5 个种的雄性和 16 个种的雌性个体。尽管如此,与国际相比,中国在该亚科的系统分类上还有很大差距,很有必要对中国的斑螟亚科进行较为系统的研究。

正如 Shaffer 等^[6]指出“斑螟亚科系统发育的研究有待于中国斑螟亚科系统分类研究的完善”。因此,开展中国斑螟亚科昆虫的系统分类和系统发育研究,不但对中国农林经济害虫的准确鉴定和有效防治具有重要意义,而且对世界斑螟亚科的系统发育研究有很重要的意义。

4 展 望

当前,斑螟亚科的系统分类研究工作已具备一定的基础,但对族级阶元的划分、近缘属的界定、近缘种的鉴定、高级阶元的系统发育及中国斑螟亚科区系研究等尚需进行广泛深入的研究。同时,随着分子生物学、细胞学、生态学等多学科的交叉渗透,和支序系统学、进化系统学、比较形态学等多种方法的应用,斑螟亚科的系统分类学已进入一个新的发展阶段。

分子生物学方法不仅可以弥补形态学在种下阶元分类上的不足,也可用来区别近缘属和近缘种等。目前,利用分子系统学的研究结果进一步探讨物种的分化和形成机制、讨论各类群的演化过程是斑螟亚科系统分类学家的目标之一。所以,分子系统学、形态分类学以及进化生物学的有机结合,是未来斑螟亚科系统分类发展的重要方向。

参考文献:

- [1] 王平远. 中国经济昆虫志(螟蛾科) [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 1-229

- [2] Roesler R U. Microlepidoptera Palaearctica IV [M]. Wien: Verlag Georg Fromme and Co, 1973; 1-752
- [3] Heppner J B, Inoue H, Arita Y, et al. Lepidoptera of Taiwan II [M]. Gainesville: Scientific Publishers Inc, 1992; 1-276
- [4] Hodges R W, Dominick T, Davis DR, et al. Check list of the Lepidoptera of America North of Mexico including Greenland [M]. London: Wedge Entomological Research Foundation, 1983; 1-284
- [5] Vri L, Kroon D. Southern African Lepidoptera [M]. Johannesburg: Lepidopterists Society of Southern Africa and the Transvaal Museum, 1986; 1-198
- [6] Shaffer M, Nielsen E S, Horak M. Pyralidae [M]. // Nielsen E S, Edwards E D, Rangsi T V. Checklist of the Lepidoptera of Australia. East Melbourne: CSIRO Publications, 1996; 164-199
- [7] Shaffer J C. Phycitinae [M]. // Heppner J B. Checklist: Atlas of Neotropical Lepidoptera (Hyblaeoidea-Pyraloidea-Tortricoidea). Gainesville: Association for Neotropical Lepidoptera, 1995, 3(2): 93-105
- [8] Du Y L, Roe A D, Sperling F A H. Phylogenetic framework for *Dioryctria* (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) based on combined analysis of mitochondrial DNA and morphology [J]. Can Ent. 2005(137): 685-711
- [9] Meyrick E. Descriptions of Australian Microlepidoptera [J]. Proc Linn Soc N S W. 1879(3): 175-216
- [10] Turner A J. A preliminary revision of the Australian Thyrididae and Pyralidae-Part I [J]. Proc R Soc, 1904(18): 109-199
- [11] Zeller P C. Die Gallerien und Nachthornigen Phycideen [J]. Isis von Oken, 1848; 569-618; 641-691; 721-754
- [12] Zeller P C. Exotische Phycideen [J]. Isis von Oken, 1848; 857-890
- [13] Balinsky B L. A study of African Phycitinae in the Transvaal Museum [M]. Johannesburg: Blairgowrie, 1994; 1-208
- [14] Heinrich C. American moths of the subfamily Phycitinae. Part 207 [M]. Washington: U S Nat Mus Bull, 1956; 1-581
- [15] Roesler R U, Kppers P V. Beitrage zur Kenntnis der Insektenfauna Sumatras. Teil 8. Die Phycitinae (Lepidoptera, Pyralidae) von Sumatra; Taxonomie Teil A [M]. Beitrage naturk Forsch SudwDtl (Beih), 1979; 1-249
- [16] Roesler R U, Kppers P V. Beitrage zur Kenntnis der Insektenfauna Sumatras. Teil 9. Die Phycitinae (Lepidoptera, Pyralidae) von Sumatra; Taxonomie Teil 13. Okologie und Geobiologie [M]. Beitrage naturk Forsch SudwDtl (Beih), 1981; 1-282
- [17] Roesler R U. Die Phycitinae von Sumatra (Lepidoptera, Pyralidae) [M]. Keltern; Dieh] und Heterocera Sumatrana Society, 1983; 1-205
- [18] Roesler R U. Microlepidoptera Palaearctica 8 [M]. Wien: Verlag Georg Fromme and Co, 1993; 1-305
- [19] Neunzig H H. The moths of America north of Mexico including Greenland 15(2), Pyraloidea: Pyralidae: Phycitinae (Part-*Acrobasis* and allies) [M]. Lawrence: Allen Press, 1986; 1-112
- [20] Neunzig H H. The moths of America north of Mexico including Greenland 15(3), Pyraloidea: Pyralidae: Phycitinae (part) [M]. Lawrence: Allen Press, 1990; 1-165
- [21] Neunzig H H. The moths of America north of Mexico including Greenland 15(4), Pyraloidea: Pyralidae: Phycitinae (part) [M]. Lawrence: Allen Press, 1997; 1-157
- [22] Ragonot E L. Revision of the British species of Phycitidae and Galleriidae [J]. Ent Mon Mag, 1885(22): 17-32; 52-58
- [23] Ragonot E L. Diagonoses d'esp ces nouvelles de Phycitidae d'Europe et des Pays limitrophes [J]. Ann Soc Ent Fr, 1887, 7(6): 224-260
- [24] Agenjo R. Tribus y subtribus de la Subfamilia Phycitinae Cotes, 1899 (Lepidoptera: Phycitidae) [J]. Eos, Madr, 1958(34): 205-208
- [25] Shaffer J C. A revision of the Peorinae and Anerastiinae (auctorum) of America North of Mexico (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. Bull U S Nat Mus, 1968(280): 1-124
- [26] Shaffer J C. A revision of the Neotropical Peorinae (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. Syst Ent, 1976(1): 281-331
- [27] Cook M. Revision of the genus *Maliarpha* (Lepidoptera: Pyralidae), based on adult morphology with description of three new species [J]. Bull Ent Res, 1997(87): 25-36
- [28] Minet J. Les Pyraloidea leur Principales Divisions Systematiques (Lepidoptera: Ditrysia) [J]. Bull Soc Ent France, 1982(86): 262-280
- [29] Solis M A, Mitter C. Review and preliminary phylogenetic analysis of the subfamilies of the Pyralidae (*sensu stricto*) (Lepidoptera: Pyraloidea) [J]. Syst Ent, 1992(17): 79-90
- [30] Horak M. Reassessment of the Anerastiini and their status in the Phycitinae (Pyralidae): a century-long controversy [J]. Invert Syst, 2003(17): 89-98
- [31] Roesler R U. Phycitinen-Studien 9 (Lepidoptera, Pyralidae) [J]. Ent Z, 1971, 81(16): 177-192
- [32] Du Y L, Song S M, Wu C S. A new genus in the subfamily Phycitinae and one new species from China [J]. Ann Zool, 2005, 55(1): 199-205
- [33] Wu C F. Anerastiinae. In: Catalogus Insectorum sinensium [M]. Beijing: The Fan Memorial Institute of Biology, 1938; 71-75
- [34] 陆近仁, 管致和. 中国螟蛾科昆虫名录 胡氏《中国昆虫目录》补遗(卷螟亚科) [J]. 昆虫学报, 1953, 3(1): 100-107
- [35] 杨集昆. 华北灯下蛾类图志(上) [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1977; 183-250
- [36] 杨集昆. 库尔勒香梨优斑螟新种记述(鳞翅目: 螟蛾科) [J]. 华中农业大学学报, 1994, 13(6): 560-562
- [37] 王平远, 宋士美. 中国东北危害樟子松的松梢螟新种和一新种(鳞翅目: 螟蛾科: 斑螟亚科) [J]. 昆虫学报, 1982, 25(3): 323-327
- [38] 王平远, 宋士美. 中国赤松梢斑螟种群的种类订正(鳞翅目: 螟蛾科: 斑螟亚科) [J]. 昆虫学报, 1985, 28(3): 302-313
- [39] Du Y L, Li H H, Wang S X. A Study on Genus *Nyctegretis* Zeller from China (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) [J]. Acta Scien Nat Univ, Nankai, 2001, 34(4): 121-125
- [40] Du Y L, Li H H, Wang S X. A taxonomic study on the genus *Assara* Walker from China (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) [J]. Acta Zootaxonomica. Sinica, 2002, 27(1): 9-20
- [41] Du Y L, Li H H, Wang S X. A taxonomic study on genus *Ceroprepes* Zeller from China (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) [J]. SHILAP Revta Lepid, 2002, 30(118): 113-118
- [42] Du Y L, Li H H, Wang S X. The genus *Sacculocornutia* Roesler from China (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) [A]. In: Lian Z M et al. Animal Science [C]. Xi'an; Shaanxi Normal University Press, 2002; 135-139
- [43] Du Y L, Song S M, Wu C S. First record of the genus *Anabasis* Heinrich from China, with description of a new species (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) [J]. Ent News, 2005, 116(5): 325-330
- [44] Du Y L, Song S M, Wu C S. A review of Chinese *Patagoniodes* Roesler with three new species [J]. Trans Am Ent Soc, 2005, 131(3/4): 347-353
- [45] Du Y L, Song S M, Yang D. New species of *Ceroprepes* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae), with a key to Chinese species [J]. Zootaxa, 2005(1082): 57-64
- [46] 杜艳丽, 尤平, 张丹丹, 等. 螟蛾科 [M] // 金道超, 李子忠. 贵州赤水景观昆虫. 贵阳: 贵州科学技术出版社, 2006; 234-251
- [47] Ren Y D, Li H H. Review of *Ammatucha* Turner with descriptions of three new species (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) [J]. Zootaxa, 2006(1131): 59-68
- [48] Neunzig H H. Taxonomy of *Acrobasis* larvae and pupae in eastern North America (Lepidoptera, pyralidae) [M]. Washington, U S Government Printing Office, 1972; 1-158
- [49] Hulst G D. The Phycitidae of North America [J]. Trans Am Ent Soc, 1890(17): 93-228
- [50] Ragonot E L. Monographie des Phycitinae et des Galleriinae [M]. Saint-P tersbourg, 1893; 1-658
- [51] Sopot S L, Bennett RG, Landry J F et al. Identification of the "grey" *Dioryctria* species of British Columbia (Lepidoptera, Pyralidae) [J]. J. Ent Soc Brit Columbia, 1996(93): 75-92
- [52] 杜艳丽. 中国北方斑螟亚科的分类学研究 [D]. 天津: 南开大学, 2002
- [53] 杜艳丽. 中国斑螟亚科分类学研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005