

食品昆虫竹虫研究进展

易传辉¹, 和秋菊², 王琳¹ (1. 云南林业职业技术学院, 应用生态与职业教育研究所, 云南昆明 650224; 2. 西南林学院, 云南省高校森林灾害预警与控制重点实验室, 云南昆明 650224)

摘要 介绍了食用昆虫的价值、食用历史以及国内外竹虫的研究进展, 分析了竹虫开发利用中存在的问题, 并对竹虫的开发利用前景进行了展望。

关键词 竹虫; 食品昆虫; 研究进展; 养殖

中图分类号 S186 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)34-16877-03

Research Progress on Food-insect *Omphisa fuscidentalis* Hampson

YI Chuan-hui et al (Institute of Applied Ecology and Vocational Education, Yunnan Forestry Vocational College, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract The value, history of food-insect and research progress of *Omphisa fuscidentalis* Hampson at home and abroad were introduced, existing problems in the development and utilization were analyzed, and the prospect was forecasted.

Key words *Omphisa fuscidentalis* Hampson; Food-insect; Research progress; Culture

随着世界人口的快速增加, 为了获取更多的资源, 人们过度地开发自然资源, 致使生态环境受到严重破坏, 生物多样性面临丧失, 资源快速消耗, 部分资源面临枯竭, 自然灾害濒爆发, 人类生存和发展面临空前危机。自 2005 年以来, 全球粮食价格上涨 75%, 仅 2007 年就上升了 40%, 2008 年油价上升至 140 美元/桶, 给全世界经济带来了巨大影响。合理开发和利用自然资源 and 寻找新的可再生能源, 已成为人类社会可持续发展的必由之路。

昆虫具有繁殖快、适应性强、个体数量和生物量巨大的特点, 是一个待开发的巨大资源宝库。目前, 世界上已知生物 180 多万种, 其中昆虫 100 多万种, 约占 55%, 在生物界中占有明显优势, 昆虫的总重量达 1 万亿 kg, 同时个体数量惊人, 仅 1 巢白蚁就达 50~100 万头。我国是利用昆虫资源的重要国家, 利用昆虫资源已有 5 000 多年的历史。云南是世界生物多样性最为丰富的地区之一, 具有悠久的利用昆虫资源的历史, 食用昆虫在云南十分普遍^[1~6]。竹虫是云南独具特色的民族食品昆虫, 笔者通过介绍竹虫的开发与研究概况, 以期促进对竹虫这一特色资源进一步开发和利用。

1 食用昆虫的价值与食用历史

1.1 昆虫的食用与保健价值

昆虫具有繁殖速度快、食物转化率高、营养成分含量丰富的特点, 被认为是目前最大且最具开发潜力的动物蛋白源。大量的营养分析表明, 许多昆虫干体的蛋白质含量很高, 如蟋蟀、蝉、蝴蝶、蚂蚁、蝇蛆干粉的蛋白质含量分别达 75%、72%、67%、67% 和 61%。蜻蜓幼虫粗蛋白为 40%~65%, 同翅目中供食用的幼虫和卵为 40%~57%, 蜉蝣目幼虫为 40%~65%, 半翅目数种蜡类为 42%~73%, 鞘翅目数种幼虫为 23%~66%, 鳞翅目中的食用昆虫在 20%~70%, 蜂类为 15%~70%, 蚂蚁为 38%~76%; 昆虫血液中含有丰富的游离氨基酸, 高达 300~2 430 mg/100 g, 而人体血液游离氨基酸仅为 24~34 mg/100 g。分析表明, 食用昆虫中人体必需氨基酸含量为 4%~34%, 占昆虫氨基酸总量的 27%~51%, 且多数种类蛋白质中氨基酸

比例接近 WHO/FAO 提出的氨基酸模式, 是人类优质的蛋白源。昆虫体内脂肪含量在 5%~55%, 有些鳞翅目幼虫脂肪含量可达干重的 50% 以上, 脂肪中亚油酸等不饱和脂肪酸比例大, 可与花生油、豆油等媲美, 脂肪性维生素含量高于一般动物油脂; 昆虫体内糖类物质种类很多, 除糖原、葡萄糖、赤藓糖、丙糖、庚酮糖和果糖外, 海藻糖的含量丰富, 是多种昆虫血糖的主要成分, 同时, 含有的大量核糖和核酮糖是人体代谢过程中必需的原料; 昆虫体内还含有丰富的钙、铁、镁、磷、硫、锌、硒等矿物质, 并含有多种维生素。昆虫不仅营养丰富, 还具有明显的保健功能, 食用昆虫资源的开发与利用将为人健康做出巨大贡献^[2~3, 7~15]。

1.2 昆虫的食用历史

人类利用昆虫作食品的历史悠久。在我国, 早在 3 000 多年前, 蚊子酱就被列为帝王的膳用食品, 公元前 5 世纪就有食蝗虫的记载。我国云南、广东、广西、福建等地民间早有食白蚁、龙虱、蚂蚁、荔枝椿的习俗, 京津人喜欢油炸蝗虫, 江苏、浙江等地喜食蚕蛹, 东北、河北、河南、安徽、山东、江苏等地喜食豆天蛾幼虫、蛹及炸蝉。一些地方喜食家蝇幼虫(肉芽)、蜂幼虫、蛹、蚁卵、竹象及蛴螬等。据不完全统计, 我国各地传统食用的昆虫达 100 多种。在国外, 墨西哥、英国、美国、法国、意大利、日本等国也都有吃昆虫的习俗, 特别是墨西哥被称为昆虫食品之乡, 食虫种类达 385 种之多。据 1975 年国际红十字会调查发现, 数百万非洲人靠昆虫和植物根为生。1992 年 5 月 26 日, 美国昆虫学家集会以昆虫宴庆祝纽约昆虫学会成立 100 周年。1996 年, 中国昆虫学会在武汉召开昆虫产业化会议时, 也将天鸡虾排(蝗虫)、干煸旱虾(黄粉虫)、油爆金豆(蚕蛹)、玉笋麻果(工程蝇蛆)、嫦娥嬉水(雄蚕蛾)等作为 15 道昆虫菜, 其味道鲜美, 受到了与会代表称赞^[2~4, 10, 13, 14~16]。

2 竹虫研究进展

2.1 国内研究概况

竹虫又名称竹蛆, 属鳞翅目螟蛾科昆虫, 国内主要分布于云南南部的西双版纳州、德宏州、红河州等地区, 是云南当地少数民族传统美食^[5~6, 17~22], 国外主要分布于缅甸、泰国、老挝等东南亚国家。有学者认为竹虫为竹蠹螟(*Chilo fuscidentalis* Hampson)^[18, 21], 但也有学者认为其为螟蛾科 *Omphisa* 属的一个新种^[19~20], Singtripop 等认为, *Omphisa* 属在南亚有 2 个种分布, 在泰国分布的种被确定为

基金项目 云南林业职业技术学院博士专项科研基金资助。

作者简介 易传辉(1970-), 男, 四川开江人, 博士, 副教授, 从事昆虫生态、观赏昆虫培育与利用研究。

收稿日期 2009-08-03

Omphisa fuscidentalis Hampson^[23]。国内对竹虫种类还存在争议,在2006年德国的鳞翅目昆虫协会成立大会会刊中也提到此事^[24],但结合笔者多年对竹虫的调查,通过与泰国竹虫生活史的比较,认为其为 *Omphisa fuscidentalis* Hampson 更为可靠。目前国内对竹虫的研究报道较少,冯颖等对竹虫的营养进行了分析,并对其开发价值进行了评述,分析表明,竹虫蛋白质含量可达30%~40%,氮基酸含量为29.9%,粗脂肪含量为60.42%,不饱和脂肪酸含量为55.9%,营养丰富^[18]。张美玲等对竹虫菌落总数和大肠杆菌群进行了测定,并发现其肠道内含有沙门菌和志贺菌等致病菌^[19]。莫潇等对竹虫的生物学习性进行观察研究发现,竹虫在云南德宏为1年1代,卵最早7月上旬出现,至9月上旬结束;幼虫最早于7月上旬出现,至次年6月中旬结束,幼虫5龄,1~4龄龄期长40~45 d,5龄较长,次年5月中开始化蛹,整个幼虫期长达300 d左右;蛹最早于5月中旬出现,于9月下旬结束,蛹期50 d左右;成虫7月初开始出现,9月上旬结束^[20,22];王琦等对竹虫的氨基酸、糖、脂肪等营养成分和无机元素与维生素等进行分析表明,竹虫含有丰富的蛋白质和脂肪以及VB和维生素PP等^[19]。

2.2 国外研究概况 国外对竹虫的研究较早,也较深入,研究涉及生物学特性、滞育解除与生理生化等方面。泰国清迈大学的 Leksawasdi 在第二届国际植物保护会议上对竹虫生物学特性进行了首次报道,认为其为 *Omphisa* 属的一个种,种类待定。竹虫主要分布于在泰国北部山区,通过访问当地47个村民发现,竹虫在8月产卵,卵期5~14 d,孵化幼虫通过钻蛀小孔进入竹笋内,竹虫寄生后竹笋节间变短,幼虫期长达280~304 d,可能到次年8月结束,当幼虫老熟后从竹笋上部下行至当初其进入竹笋的一节中,蛹期为30~40 d,羽化成虫从最初钻入孔钻出^[25]。Singtripop 等对竹虫的生物学特性进行了详细研究,并确定其为 *Omphisa fuscidentalis* Hampson。调查发现,竹虫出现在泰国北部、老挝、缅甸热带高原(海拔500 m)森林的竹笋内,在北纬19°的泰国清迈附近发现幼虫至少寄生在5种竹子中,利用PCR分析细胞色素C氧化酶亚组基因变化表明,5种竹子内的幼虫为同一个种。成虫8月初出现,产卵于新出竹笋上,卵呈块状,初孵幼虫在竹笋上钻孔进入竹笋内取食节间肉质。幼虫在9月变成老熟幼虫,之后一直在节间空洞中长达9个月(从9月至次年6月),通过头宽值测定来推测幼虫为5龄,幼虫头宽值符合Dyar规律。每月从野外采集老熟幼虫测定了重量、头宽、蛋白质、脂肪、血淋巴固醇浓度。在滞育9个月期间,幼虫重量持续增长,但头宽值保持不变,脂肪呈现波动,但蛋白质在9~3月期间一直维持在相近水平,变化不大,3月后蛋白质大幅度增加,整个滞育期间血淋巴固醇保持较低水平。最近研究表明,幼虫滞育从5龄取食结束至次年6月^[26]。Nettagul 等对保幼激素在终止竹虫幼虫滞育及其机理等方面进行研究,竹虫在泰国北部1年1代,最长时期为幼虫滞育期,从9月~次年5月,滞育由环境和内分泌共同控制。实验表明,0.025、0.05、0.1 mg/L 保幼激素(JHA)可终止滞育,但蜕皮激素不能打破滞育^[27]。但Singtripop 的研究表明,蜕皮激素也能打破竹蛹幼虫滞育,并且20E(20-羟基酮,蜕皮激素)

和保幼激素类似物(JHA:S-甲氧普林)通过作用于前胸腺体可终止幼虫滞育、幼虫化蛹。血淋巴海藻糖动态研究表明,滞育幼虫对保幼激素和固醇类敏感^[28]。2008年Singtripop等保幼激素终止竹虫幼虫的激素机理进行研究表明,保幼激素通过刺激前胸腺体的分泌而激活蜕皮激素的增加,从而终止幼虫的滞育,但蜕皮激素受体并不参与前胸腺体活性表达^[29]。

Tatun 等对滞育幼虫的生理生化进行研究表明,海藻糖酶的活性从10月~次年3月较低,但到5月大幅度上升(上升4倍),高含量一直持续至7月的蛹期。注射保幼激素与20-羟基酮都能增加海藻糖酶的活性,中肠中海藻糖酶活性在注射20E后的48 h上升1倍,在整个滞育期间注射保幼激素后,中肠中蜕皮激素受体增加,同时血淋巴中固醇类物质(蜕皮激素)增加,接着海藻糖酶活性增加,20E可能调节着海藻糖酶的活性,同时,研究表明,可溶性的海藻糖酶参与了从幼虫到蛹过程中的调节(调节Treh-1基因),但不溶性的没有参与(膜包裹的)^[30-31]。Jatuporn Tungjitwitayakul 等对3种热休克基因的特征表达进行了研究, Tungjitwitayakul 等对竹虫2种贮藏蛋白的认识、描述和发展规律进行了研究^[32-33]。

3 存在的问题与展望

竹虫具有丰富的营养,独具云南民族特色,在云南德宏州、西双版纳州和红河州等地普遍食用,在云南各大中城市都有销售,已远销全国部分城市。目前,国内仅涉及竹虫生物学特性初步研究,并对营养进行了分析和人工养殖初步探索,但对种类还存在分歧;国外研究较深入,涉及生物学、生理生化和滞育。国内外未见有关人工规模化养殖的详细研究报道。目前市场上提供的竹虫均来自人工野外采集,每年10月中上旬,当竹虫幼虫进入5龄准备滞育越冬时,从竹梢下行至竹基部,是采集竹虫的最佳时机,当地居民开始采集时,当年大量生幼竹被砍伐,寄主植物受到了严重破坏,竹虫越冬种群仅极少数能逃过采集,资源受到极大破坏。因此,开展人工规模养殖技术研究迫在眉睫。同时,竹虫的利用方式简单,仅提供新鲜原虫、油炸原虫,新鲜原虫不便于长途运输,油炸原虫在形态上不便于更多人接受,因此开展竹虫产品与食用方法研究对于竹虫的开发利用具有重要意义。

随着人口的继续增长,资源的快速消耗和环境的恶化,人们必将进一步将目光聚焦到昆虫这些有待开发的资源上来。竹虫是云南的特色食品昆虫,随着旅游业的快速发展和民族文化的进一步发掘,竹虫的开发与利用必将得到进一步的加强。

参考文献

- [1] 陈晓鸣. 资源昆虫学研究进展[M]. 昆明:云南科技出版社,1999.
- [2] 陈晓鸣,冯颖. 中国食用昆虫[M]. 北京:中国科学技术出版社,1999.
- [3] 陈晓鸣,冯颖. 资源昆虫学概论[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [4] 陈振耀. 昆虫世界与人类社会[M]. 广州:中山大学出版社,2008.
- [5] 高闻. 云南少数民族食虫习俗[J]. 烹调知识,1994(10):39-40.
- [6] 范靖国. 哈尼族名菜两款[J]. 家庭科技,2001(8):29.
- [7] 魏美才,刘高强. 昆虫蛋白质资源的开发研究进展[J]. 中南林学院学报,2001,21(2):86-90.
- [8] 彭伟正,罗赫荣,王克勤. 昆虫食品研究现状与产业发展对策[J]. 湖南农业科学,2003(3):69-71.
- [9] 李孟楼. 资源昆虫学[M]. 北京:中国林业出版社,2005.
- [10] 周建华,董贝森. 高蛋白昆虫食品的研究[J]. 山东师范大学学报:自

然科学版,2000,15(2):190-193.

[11] 李孙洋,纳娟. 昆虫的食用价值以及昆虫食品开发前景[J]. 思茅师范高等专科学校学报,2006,22(6):5-8.

[12] 陆剑锋,何剑中. 可食用昆虫资源的利用历史、现状及展望[J]. 食品科学,2006,27(12):830-837.

[13] 刘振江. 昆虫食品的开发利用[J]. 世界农业,2005(11):45-48.

[14] 王国昌,梁海燕. 昆虫食品的研究与利用[J]. 安徽农业科学,2006,34(2):317-318.

[15] 严善春. 资源昆虫学[M]. 沈阳:东北林业大学出版社,2001.

[16] 杨冠煌. 中国昆虫资源利用和产业化[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

[17] 文猛. 虫着种种[J]. 云南林业,2002,23(6):24.

[18] 冯颖,陈晓鸣. 竹虫营养分析及开发利用价值评述[J]. 林业科学研究,2000,13(2):188-191.

[19] 张美玲,徐昆龙,肖蓉,等. 笋蠹食用安全性的卫生学研究[J]. 中国食品卫生杂志,2006,18(1):26-28.

[20] 莫潇,张洁,龚济达. 笋蠹生物学学习性观察研究报告[J]. 中国科技教育,2002(5):42-46.

[21] 王琦,周玲仙,殷建忠. 竹虫营养成分分析[J]. 营养学报,2002,24(3):323-324.

[22] 秦瑞豪,欧晓红. 食用昆虫竹蠹螟幼虫龄期测定[C]//李典谟,伍一军,武春生,等. 当代昆虫学研究——中国昆虫学会成立60周年纪念大会暨学术讨论会论文集. 北京:中国农业出版社,2004:690-693.

[23] TIPPAWAN SINGTRIPOP, SOMSAK WANICHACHEEWA, SEIJI TSUZUKI, et al. Larval growth and diapause in a tropical moth, *Omphis fuscidentalis* Hampson[J]. Zoological Science,1999,16(5):727-733.

[24] The Pyraloid Planet. A newsletter for the Pyraloidea fans [EB/OL]. http://globiz.sachsen.de/BioDiv/GlobIZ/qlobiz_start/Bilder/Pyraloidplanet.

[25] PAITON LEKSAWASDI. Life history and natural enemy of a bamboo borer (*Omphis* sp., Pyralidae: Lepidoptera)[J]. Bangkok (Thailand): The Second National Plant Protection Conference, Chiang Mai (Thailand),1993(1):96-102.

[26] TIPPAWAN SINGTRIPOP, SOMSAK WANICHACHEEWA, SHO SAKURAI. Juvenile hormone-mediated termination of larval diapause in the bamboo borer, *Omphis fuscidentalis* [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology,2000,30(8/9):847-854.

[27] ANCHALEE NETTAGUL, TIPPAWAN SINGTRIPOP. Effects of juvenile hormone on the termination of larval diapause in bamboo borer (*Omphis fuscidentalis* Hampson)[M]. Bangkok (Thailand): Congress on Science and Technology of Thailand,1998:588-589.

[28] TIPPAWAN SINGTRIPOP, YASUNORI ODA, SOMSAK WANICHACHEEWA, et al. Sensitivities to juvenile hormone and ecdysteroid in the diapause larvae of *Omphis fuscidentalis* based on the hemolymph trehalose dynamics index[J]. Journal of Insect Physiology,2002,48(8):817-824.

[29] TIPPAWAN SINGTRIPOP, MANAPORN MANABOON, NUJIRA TATUN, et al. Hormonal mechanisms underlying termination of larval diapause by juvenile hormone in the bamboo borer, *Omphis fuscidentalis* [J]. Journal of Insect Physiology,2008,54(1):137-145.

[30] NUJIRA TATUN, TIPPAWAN SINGTRIPOP, SHO SAKURAI. Dual control of midgut trehalase activity by 20-hydroxyecdysone and an inhibitory factor in the bamboo borer *Omphis fuscidentalis* Hampson[J]. Journal of Insect Physiology,2008,54(2):351-357.

[31] NUJIRA TATUN, TIPPAWAN SINGTRIPOP, JATUPORN TUNGJITWITAYAKUL, et al. Regulation of soluble and membrane-bound trehalase activity and expression of the enzyme in the larval midgut of the bamboo borer *Omphis fuscidentalis* [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology,2008,38(8):788-795.

[32] JATUPORN TUNGJITWITAYAKUL, NUJIRA TATUN, TIPPAWAN SINGTRIPOP, et al. Characteristic expression of three heat shock-responsive genes during larval diapause in the bamboo borer *Omphis fuscidentalis* [J]. Zoological Science,2008,25(3):321-333.

[33] JATUPORN TUNGJITWITAYAKUL, TIPPAWAN SINGTRIPOP, ANCHALEE NETTAGUL, et al. Identification, characterization, and developmental regulation of two storage proteins in the bamboo borer *Omphis fuscidentalis* [J]. Journal of Insect Physiology, 2008,54(1):62-76.

(上接第 16868 页)

综合防病措施。各种病害及防治措施见表 1。

表 1 斑点叉尾鮰的主要病害及防治措施

Table 1 Main diseases and control measures of *Ictalurus punctatus*

病害名称 Diseases	病原 Pathogen	症状 Symptom	防治措施 Control measures
水霉病 Saprolegniasis	水霉菌或绵霉菌	体表向外生长,如旧棉絮状的菌丝	用 0.05% 水霉净浸泡鱼体 5 min
爱德华氏菌病 Edwardsielliasis	爱德华氏细菌	全身有细小的红斑或充血,病鱼常作环状游动,活动失常,不久后死亡	采用生石灰彻底清塘消毒,外用巨碘全池泼洒,内服肠安
柱形病(腐皮病) Cylindrical disease	柱状黄杆菌	常发生在鳃部,也可发生在体表、头部、鳍条或口腔。病原体侵入上述部位后,出现灰白色溃疡甚至表皮腐烂,暴露出肌肉和骨骼,可在短时间内引起大量死亡	用 0.2~0.3 mg/L 稳定性二氧化氯全池泼洒或用 1%~3% 食盐水浸浴鱼体,至鱼有不安状为止 ^[11] ,同时用盐酸土霉素 50~80 mg/kg 拌饵投喂,连续 10 d 为一个疗程 ^[12]
小瓜虫病 Ichthyophthiriasis	由多子小瓜虫寄生引起	小瓜虫侵入鱼的皮肤和鳃组织后,形成针头大小的白点,肉眼可见。危害最严重,几天内可导致池鱼全部死亡	0.75~1.50 ml/m ³ 杀虫灵 2 号全池泼洒,或 15 ml/m ³ 福尔马林全池泼洒,2 d 泼洒 1 次
车轮虫病 Trichodiniasis	由车轮虫寄生引起	车轮虫寄生于鳃或体表,危害种苗。鱼群沿池边游动速度快,体色发黑,厌食	用 0.2 mg/L 硫酸亚铁 + 0.5 mg/L 硫酸铜溶液全池泼洒即可 ^[13]

参考文献

[1] 崔琴. 斑点叉尾鮰健康养殖技术[J]. 水产养殖,2005(9):14-16.

[2] 周进. 斑点叉尾鮰肌肉营养成分分析[J]. 河北渔业,2003(1):17-18.

[3] 何福林,向建国. 沟鲶的生物性状及生化特性研究[J]. 水利渔业,2006(6):54-55.

[4] 汪开毓,耿毅,陈德芳,等. 斑点叉尾鮰主要疾病与防治(上)[J]. 科学养鱼,2008(1):14-16.

[5] 百度网: 斑点叉尾鮰 [EB/OL]. <http://imgsrc.baidu.com/baike/pic/item/95afee1ff82f92efe0fe0b06.jpg>

[6] 潘顺林. 斑点叉尾鮰生物学特性及养殖技术[J]. 水利渔业,2004(4):45-46.

[7] 连平山信息网: 斑点叉尾鮰亲鱼的分期培育 [EB/OL]. (2009-01-06), [http://liaping.gdsq.cn/main_v2_3/contentfiles/detail.jsp?dparam=](http://liaping.gdsq.cn/main_v2_3/contentfiles/detail.jsp?dparam=resagritech&inoid=782588)

[resagritech&inoid=782588](http://liaping.gdsq.cn/main_v2_3/contentfiles/detail.jsp?dparam=resagritech&inoid=782588).

[8] 钱华,钱宏兵. 斑点叉尾鮰的池塘养殖技术[J]. 渔业致富指南,2005(9):32.

[9] 张永江. 斑点叉尾鮰健康养殖技术[J]. 中国水产,2007(7):28-29.

[10] 施军. 斑点叉尾鮰养殖技术措施及病害防治[J]. 江西水产科技,2007(2):39-40.

[11] 陈昌福,孟长明. 斑点叉尾鮰的主要疾病与防治对策[J]. 渔业致富指南,2005(13):60-61.

[12] 张林,孟彦,罗晓松,等. 斑点叉尾鮰主要疾病及其防治概述[J]. 淡水渔业,2007(1):76-79.

[13] 钟海平. 斑点叉尾鮰池塘养殖技术[J]. 安徽农学通报,2007(13):116-117.