

硬蜱生防真菌制剂的研究及应用

孙明¹, 王晓燕², 罗建勋^{1*}

¹ 中国农业科学院兰州兽医研究所, 家畜疫病病原生物学国家重点实验室, 农业部草食动物疫病重点实验室, 甘肃省动物寄生虫病重点实验室, 兰州 730046

² 兰州大学第二医院神经内科, 兰州 730030

摘要: 昆虫病原真菌作为一种很有潜力的生物控制因子, 已在农业害虫生物防治领域得到广泛的应用, 而在兽医外寄生虫病防治的研究才刚刚起步。针对目前用于蜱化学药物防治的药效持久期短的技术难点, 建立和改进蜱虫的防治体系, 降低环境污染, 减少或禁用化学农药势在必行, 开发高效、稳定的生物农药已成为当务之急。作者等结合蜱生物防治的初步研究成果, 特别是针对栖息土壤环境中的昆虫病原微生物对蜱的致病力筛选及其生防制剂进行探讨, 以促进这一研究领域的可持续发展, 这对于保护环境、维持生态平衡、发展无污染的绿色畜牧业产品以及对畜牧业的可持续发展具有极为重要的意义。

关键词: 蜱, 昆虫病原真菌, 生防制剂

中图分类号: R37 **文献标识码:** A **文章编号:** 0001-6209 (2012) 08-0948-06

蜱(Tick), 隶属于蜱螨亚纲, 是一种专性的非永久性外寄生节肢动物。目前, 世界上已知蜱总数达 896 种, 大部分属于硬蜱科(Ixodidae), 记录了 14 个属约 702 种; 在我国, 蜱的记录包括 2 科 6 亚科, 共计 10 个有效属 117 个有效种^[1-2]。蜱作为一种外寄生虫和病原的重要传播媒介, 经常在鸟类、蛇类、野生动物和家畜间寄生和更换宿主, 将自然疫源性疾​​病和人畜共患病病原传播给人和宿主动物, 严重影响着人和宿主动物的健康, 制约着畜牧业的较快持续发展, 给环境公共卫生问题和人畜安全带来了严重危害。据粗略统计, 经蜱携带和传播的病毒性疾​​病有 126 种, 立克次氏体性疾​​病有 20 种, 螺旋体性疾​​病有 18 种, 细菌性疾​​病 14 种和原虫性疾​​病 26 种^[3]。尤其自 2007 年 5 月报告首例疑似无形体病

例以来, 国内已有 6 个省份出现无形体病例, 仅河南一省已监测发现此类综合病例 557 例, 死亡 18 例, 引起了当地民众相当大的恐慌^[4]。

联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)统计, 蜱对畜牧业养殖所造成的损失日益严重, 仅硬蜱给畜牧业造成的损失, 全球每年高达 70 亿美元^[5], 由蜱直接叮咬造成动物皮革经济价值可下降 20% ~ 30%^[6]。因此, 蜱的防控, 是防治蜱和蜱传病的关键。从蜱的防治历史看, 灭蜱制剂的应用多借鉴了农业有害昆虫的防治方法, 而专门针对蜱的防治制剂还没有研制出来, 还有待于科研工作者的进一步研究。近年来, 国内外学者研究表明病原微生物如苏云金芽孢杆菌、白僵菌属、绿僵菌属、寄生性线虫

基金项目: 甘肃省省青年科技基金计划(1107RJYA067); 国家科技支撑计划(2007BAD40B06); 甘肃省科技重大专项计划项目(0801NKDA033)

* 通信作者。Tel: +86-931-8342551; E-mail: vectorparasit@126.com

作者简介: 孙明(1985-), 甘肃武威人, 硕士, 主要从事动物虫媒疫病及其生物防控的研究。E-mail: sunming85@126.com

收稿日期: 2012-02-24; **修回日期:** 2012-04-01

可用于蜱类防治, 尤其病原真菌和寄生性线虫为蜱的可持续控制提供了希望^[7-8]。利用生物天敌研制生物防治制剂, 这一防治模式在控制农业害虫上已经发挥了显著的作用, 并且成为有害生物综合治理(Integrated Pest Management, IPM) 的一项重要措施。本文欲借鉴这一防治模式, 结合蜱类生物防治的初步研究成果, 对蜱的生防制剂进行探讨, 以促进这一研究领域的可持续发展。

1 蜱生防真菌资源概述

世界上的虫生真菌资源极为丰富, 许多国家都十分重视蜱生防真菌的研究和利用, 研究比较深入而广泛的国家有澳大利亚、巴西、伊朗、西班牙、中国等。目前, 人们已发现 11 种曲霉属、3 种白僵菌属、3 种镰刀菌属、1 种瓶梗青霉属和 3 种轮枝孢属均与蜱的控制有关^[8]。在自然界中, 真菌对蜱的易感性主要是病原真菌的种类、蜱种及其生长发育阶段三者之间的关系来决定, 对璃眼蜱属、牛蜱属和扇头蜱属的易感菌研究表明, 不同的蜱种及其发育阶段, 真菌菌株的毒力差异显著^[4]。通过科研人员的共同努力, 白僵菌属和绿僵菌属被认为是较有前途的蜱病原菌, 对蜱进行的生物测定实验也进一步表明, 这两种属的虫生真菌对蜱有比较明显的防治效果。另外几种虫生真菌, 刀孢轮枝菌(*Lecanicillium psalliottea*)^[9]、蜡蚧轮枝菌(*lecanicillium lecanii*)^[10]、淡紫拟青霉(*Paecilomyces lilacinus*)^[11] 等对蜱的生防潜力正在研究进行中, 也有希望被加工成应用剂型。

2 生防真菌的致病机制

生防真菌的侵染体主要有分生孢子、芽生孢子及菌丝体 3 种形式, 其中, 最为常见的侵染体是分生孢子。穿透体壁是生防真菌感染寄主的最主要途径, 包括孢子附着、穿透和进入寄主体腔后与宿主免疫系统的竞争。对于节肢动物蜱来说, 由于种属的差异和不同的发育阶段, 生防真菌对其的易感性具有很大的差异, 生防真菌侵入蜱主要是通过体壁、气门、消化道等多种途径侵染, 这个过程往往伴随着一系列酶的活动^[4]。芽管一旦穿透体壁进入血腔, 生防真菌便使用寄主蜱虫的营养在血腔中生长繁殖, 当

血腔中充满虫生真菌菌体时, 蜱死亡变僵, 若遇到合适的环境条件, 菌丝便从体壁长出分生孢子梗, 产生分生孢子, 并借此开始新的侵染, 以造成流行病的发生, 因此, 人们可依赖一定的技术如喷雾法、喷粉法和撒施法将其孢子制剂引入到靶环境中去, 通过接种式放菌、引种定殖等应用方式感染蜱虫, 以达到生物防蜱的目的。

3 生防真菌的生物安全性评价

有关病原真菌对人畜林木作物的影响以及施用病原真菌后对天敌、人畜的影响, 前人已做了充分的评价。徐庆丰^[12] 对白僵菌作为微生物杀虫剂的安全性评价表明, 白僵菌对人畜林木作物无毒害、不伤天敌、具有不污染环境等优点。于有志等^[13] 认为白僵菌符合作为生物制剂对微生物提出的一些基本要求, 即对温血动物和植物无害、易培养、致病性足以使害虫数量减至许可水平之下。韩宝瑜等实验表明^[14], 大面积、长期放菌后, 病原真菌对非目标无脊椎动物无致病性、对人畜安全、不污染环境。因此, 开发和研制真菌制剂对控制蜱及农林害虫具有重大意义。

4 蜱生防真菌的剂型研究

在昆虫病原微生物中, 生防真菌易于生产并制备成多种制剂保存。为了更好地利用生防真菌孢子防治特定环境中的蜱虫, 延长孢子粉贮藏期并提高其环境稳定性, 生防真菌的分生孢子被加工成多种剂型, 或用于田间推广。

4.1 水剂

实验室常采用浸渍法和喷塔喷雾接种法, 利用未剂型化的孢子粉水悬液处理供试蜱虫, 对生防真菌进行毒力评价。Pirali-kheirabadi K 等^[9] 观察了绿僵菌、白僵菌和刀孢轮枝菌菌株对具环牛蜱的杀伤作用, 浓度为 10^7 孢子/mL 时绿僵菌、白僵菌和刀孢轮枝菌在感染 6-11 d 后对蜱的致死率分别为 90% - 100%、70% 和 56.6%。Kaaya and Hassan 报道^[15] 昆虫病原真菌(10^9 孢子/mL) 能杀死具尾扇头蜱和彩饰花蜱的全部幼蜱、80% - 100% 的若蜱和 80% - 90% 的成蜱, 可使消色牛蜱饱血雌蜱 40% - 50% 死亡, 使其卵的孵化率减少 68% (球孢白僵菌) 和

48% (金龟子绿僵菌)。Reis 等分别用 $10^5 - 10^8$ 孢子/mL 的白僵菌和绿僵菌孢子悬液处理卡宴花蟀时也发现, 15 d 后未饱血若蟀死亡率达 29% - 73%, 饱血若蟀致死率达 31% - 51%, 未饱血成蟀致死率为 47% - 79%^[16]。孙明等^[11]用本地分离的 13 株虫生真菌对小亚璃眼蟀进行侵染性实验, 在浓度为 1×10^8 孢子/mL 时, 经过 21 d 的观察, 球孢白僵菌、金龟子绿僵菌、淡紫拟青霉对小亚璃眼蟀饱血雌蟀的致死率分别为 34.49% - 100%、3.46% - 93.10%、6.90%。在所供试菌株中, 球孢白僵菌表现了较高的毒力, 饱血雌蟀初期行动呆滞, 呈萎缩状态, 体壁出现黑色小点, 随着病情发展的程度, 黑点逐渐扩张, 蟀出现死亡。在田间试验中, Fernands 等^[16]将 $10^5 - 10^9$ 孢子/mL 的金龟子绿僵菌孢子水悬液喷洒在牛体表控制微小牛蟀, 可使幼蟀致死率高达 93.3% - 100%, 卵孵化率降低 35.7% - 88.0%。

4.2 油剂

油剂的使用, 代表了蟀生防真菌剂型的巨大改进, 油剂粘着力强、渗透性好、耐光、耐温、破坏蟀体表蜡质层和几丁质, 利于真菌芽管侵入和雾滴与蜡质叶片表面的接触, 不仅提高了雾滴的持效性和附着力, 还适当的延长了药剂的残效期, 从而提高制剂的防治效果, 而且在低温环境中, 油剂可降低孢子脱水的可能, 适用于形成超低容量技术 (Ultra-low volume, ULV) 和雾滴控制应用技术 (controlled droplet application, CDA) 的理想混合物, 降低挥发性, 并且大面积应用的用量较小, 已成为当前真菌制剂生产的主要研发剂型。Angelo I 等^[10]用 1×10^8 孢子/mL 的刀孢轮枝菌油剂处理微小牛蟀, 处理后第 4 d 从僵蟀体表观察到分生孢子, 其防控率高达 97.6%。另外, 油具有良好的分散性和附着性, 接触蟀虫表皮后, 油分散速度很快, 可携带分生孢子进入一些因不适合孢子生长而被保护的蟀腿部关节、气门等部位, 进一步加速了真菌制剂对蟀虫的接触和侵染。

4.3 微胶囊

伊可儿等^[17]以可溶性淀粉、明胶、氯化钙等为材料, 采用相分离凝聚法制成的白僵菌微囊, 贮藏 10 个月后解囊, 孢子萌发率为 62.89% ~ 80.28%, 贮藏 12 个月后, 对马尾松毛虫进行生物测定, 校正死亡率为 66.11% ~ 76.83%。严敖金^[18]研制出的

白僵菌孢子的微胶囊剂, 能有效地保护孢子免受紫外线的损伤。这说明对孢子粉进行微囊化处理, 可以有效提高其贮藏期, 降低外界因素的干扰, 在蟀的真菌制剂研究中, 是保证孢子粉活力的一种行之有效的方法。

4.4 复合生物杀虫剂

混合制剂的提出, 主要是菌药协同效果的研究, 与相容性较好的高效低毒低残留杀蟀药物配伍使用是生防真菌向实用方向发展的趋势。王子坚^[19]利用绿僵菌的代谢产物几丁质酶和苏云金芽胞杆菌药剂进行配伍, 对微小牛蟀饥饿幼蟀进行致病力试验, 研究表明在 1.6×10^2 mg/kg 的高浓度苏云金芽胞杆菌溶液中添加终浓度为 2 U/mL 的几丁质酶时, 杀蟀效果最强, 表现出很好的协同作用, 可增效 65.1%。在筛选与球孢白僵菌相容性良好的杀蟀药物研究中, 任巧云等^[20]选用 8 种高效、低毒、低残留新型无公害农药进行相关测定, 研究表明球孢白僵菌与拟除虫菊酯类农药溴氰菊酯相容性良好, 这与绿僵菌与溴氰菊酯相容性测定的结果一致^[21]。在此基础上, 孙明等^[22]测定溴氰菊酯对球孢白僵菌 *B. bat17* 菌株营养生长和孢子萌发的影响以及菌药混用后对小亚璃眼蟀的协同致病效果, 当浓度为 0.25 ppm 时, 农药对真菌的生长及孢子萌发率影响极小, 而且与孢子的相容性良好, 对蟀的致死效果观察, 比单独使用菌制剂和农药的效果都好, 且在一周内将供试蟀全部杀死, 既缩短白僵菌制剂的作用时间, 使菌剂增效, 又可大幅度降低药物用量, 提高其防治效果并可在很大程度上缓解蟀对化学药物产生的抗药性和化学药物对环境造成的污染问题, 有利于改善生态环境和保持农业的可持续发展。

4.5 毒素类制剂

关于生防真菌的代谢毒素研究已经成为近年来昆虫病原真菌研究的一个重要领域, 现在已经知道昆虫病原真菌分泌的毒素物质在致死寄主的过程中起关键作用^[23-24]。龚跃武等^[25]把球孢白僵菌孢子悬液经冰冻匀浆处理后, 待细胞内毒素物质释放出来, 用该悬液处理蚊幼虫, 死亡加快, 死亡率明显增高。根据微生物制剂毒性分级, 生防真菌的毒素类代谢产物属于低毒类, 一般对动物具有慢性毒性, 但不会发生良性或恶性肿瘤, 也没有致畸或致突变的作用。因此, 在蟀的生防制剂研究中, 可以借鉴农业害虫生物防治经验, 如果毒素对非靶生物无毒害

作用,则可尝试作为生物灭蜱制剂进行开发和利用。

5 讨论和小结

在我国,从平均海拔 4000 多米的青藏高原到海拔 155 米的吐鲁番盆地均有蜱的分布^[4],而硬蜱的发育要经历幼蜱、若蜱、成蜱和卵 4 个发育阶段,各个发育阶段又与其所处生活环境密切相关。由于宿主特异性和相对狭窄的温、湿度及耐受性等因素影响了很多蜱种的分布,多数蜱都分布在热带和亚热带地区,只有很少种类的蜱分布于高纬度地区^[26]。从总的情况看,利用生防真菌在蜱的生物防治中具有其它防治方法不可替代的优势。国内针对不同地域蜱虫已开展了优良菌株选育方面的工作,但剂型与施用方法单一,尚未开展大规模的田间试验。对于真菌剂型研究,迄今为止尚未商品化剂型供应。实验室研制的剂型产品常因为标准不统一,产品使用后的外界因素如环境温度、湿度、紫外线辐射等不可控因素对产品的影响研究不彻底;制剂载体种类、含水量、包装材料、增效剂和保护剂等的使用无明确规定;化学药物与生防真菌制剂生物相容性较差,影响真菌制剂作用的完全发挥;剂型生物学研究不够深入,常常是现配现用,缺乏高技术含量的适用剂型研究;某些植物油如向日葵油、花生油等易变质、残留粘性物质而易堵塞喷洒装置,给工业化生产、贮藏制剂产品带来了极大的挑战,制约着当前真菌制剂的快速发展。

生防真菌侵染体的有效贮存在很大程度上决定着蜱生防制剂研发的成功与否,这在于分生孢子、菌丝等侵染体是生防制剂的主要杀蜱活性成分,孢子粉含水量和贮存温度更是影响生防真菌孢子贮存寿命的重要因素。越来越多的研究表明,孢子含水量和贮存温度通过交互影响内贮总糖和蛋白质的代谢水平从而影响孢子活力。如何提高孢子贮存期和活率?对粉剂剂型中孢子存活率的考虑,不仅要解决载体选择、孢子贮藏期内自身代谢副产物的抑制作用,还要改善制剂使用后所处的微环境,以防止高温、低湿、紫外光线等不利于孢子萌发的外界环境的影响。因此,适当的增料及其缓冲能力,对化学抑制性物质的吸收能力、微环境的优化能力以及在制剂中添加湿润剂、紫外保护剂,增效剂等是制备粉剂的重中之重。

大多数病原微生物不耐高温、干燥以及需在低温下贮存等因素限制,生防真菌制剂的剂型研究也在向实用化方向发展。复合杀虫剂已受到人们的普遍关注,不仅克服了单一生物杀虫剂对温湿度的要求、延长施药时间以及剂型不稳定的问题,又可以避免环境条件的影响,提高防治效果。灭蜱制剂的研究已从化药防治转化为生物防治,人们的注意点也开始集中到绿色生物控蜱的研究,自然界中还有大量的蜱虫病原真菌尚待调查和利用,推行以生物防治为主的综合防治是控制当前蜱虫问题的重要技术措施,而中国农科院兰州兽医研究所在蜱的生防领域已做了大量的研究,研制的白僵菌与苦皮藤素的复配杀蜱新制剂^[27]、绿僵菌与溴氰菊酯的复配杀蜱新制剂^[28]正在推广应用,因此,发展复合型生防制剂的研究将在蜱的生物防治领域具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 杨晓军,陈泽,刘敬泽. 中国蜱类的有效属和有效种. 河北师范大学学报(自然科学版) (*Journal of Hebei Normal University*), 2008,32(4): 529-533.
- [2] Chen Z, Yang X, Bu F, Yang X, Yang X, Liu J. Ticks (acari: ixodoidea: argasidae, ixodidae) of China. *Experimental and Applied Acarology*, 2010, 51(4): 393-404.
- [3] 龚海燕,周金林,周勇志,张维谊. 镰形扇头蜱半饱血雌蜱 cDNA 文库的构建. 中国人兽共患病杂志 (*Chinese Journal of Zoonoses*), 2004,20(6): 485-488.
- [4] 孙明. 蜱病原真菌的分离、鉴定及其生物学特性研究. 甘肃农业大学硕士学位论文. 2011.
- [5] 周金林. 蜱的功能分子研究及其应用前景. 动物医学进展 (*Progress in Veterinary Medicine*), 2004, 25(1): 53-56.
- [6] 郝雪峰,殷宏,罗建勋. 蜱的化学和免疫学防治研究进展. 动物医学进展 (*Progress in Veterinary Medicine*), 2008,29(12): 52-56.
- [7] 孙明,任巧云,关贵全,刘志杰,李有全,马米玲,刘爱红,牛庆丽,杨吉飞,殷宏,罗建勋. 对蜱致病性球孢白僵菌培养条件的优化. 微生物学通报 (*Microbiology China*), 2011,38(7): 1022-1030.
- [8] 孙明,关贵全,任巧云,殷宏,罗建勋. 蜱生物防治展望. 寄生虫与医学昆虫学报 (*Acta Parasitologica et Medica Entomologica Sinica*), 2010,17(4): 249-253.

- [9] Pirali-Kheirabadi K., Haddadzadeh H, Razzaghi-Abyaneh M, Bokaie S, Zare R, Ghazavi M, Shams-Ghahfarokhi M. Biological control of *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* by different strains of *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium psalliotae* fungi. *Parasitology Research*, 2007, 100 (6) : 1297-1302.
- [10] Angelo IC, Fernandes EK, Bahiense TC, Perinotto WM, Moraes AP, Terra AL, Bittencourt VR. Efficiency of *Lecanicillium lecanii* to control the tick *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 2010, 172 (3-4) : 317-322.
- [11] Sun M, Ren Q, Guan G, Liu Z, Ma M, Gou H, Chen Z, Li Y, Liu A, Niu Q, Yang J, Yin H, Luo J. Virulence of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces lilacinus* to the engorged female *Hyalomma anatolicum anatolicum* tick (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 2011, 180 (3-4) : 389-393.
- [12] 徐庆丰. 白僵菌安全性及其作为微生物杀虫剂的评价. 生物防治通报 (*Chinese Journal of Biological Control*), 1991, 7 (2) : 77-80.
- [13] 于有志, 孙洪儒. 白僵菌 (*Beauveria Bassiana*) 的致病性及其在地下害虫防治中的应用. 宁夏农学院学报 (*Journal of Ningxia Agricultural College*), 2003, 24 (1) : 58-61.
- [14] 韩宝瑜, 李增智, 陈国平, 王成树, 张东流. 球孢白僵菌对非目标无脊椎动物致病性的研究. 安徽农业大学学报 (*Journal of Anhui Agricultural University*), 1996, 23 (3) : 404-410.
- [15] Kaay GP, Hassan S. Entomogenous fungi as promising biopesticides for tick control. *Experimental and Applied Acarology*, 2000, 24 (12) : 913-926.
- [16] Fernandes EK, Bittencourt VR. Entomopathogenic fungi against South American tick species. *Experimental and Applied Acarology*. 2008, 46 (1-4) : 71-93.
- [17] 伊可儿, 李运帷, 金得森, 范弘达, 陈仙景. 白僵菌微囊化的初步研究. 微生物学通报 (*Microbiology China*), 1992, 19 (3) : 180-182.
- [18] 严敖金, 张灿峰, 柳富国, 唐进根, 夏春胜, 梁华. 触破式微胶囊加工工艺及初步应用. 南京林业大学学报 (*Journal of Nanjing Forestry University*), 1999, 23 (1) : 66-69.
- [19] 王子坚. 绿僵菌对蜱致病因子的分析和初步应用. 甘肃农业大学硕士学位论文. 2010.
- [20] 任巧云, 关贵全, 李有全, 马米玲, 刘爱红, 刘军龙, 牛庆丽, 金玉荣, 王子坚, 罗建勋, 殷宏. 八种杀蜱药物与球孢白僵菌分生孢子的生物相容性. 中国兽医学 (*Chinese Journal of Veterinary Science and Technology*), 2009, 39 (5) : 456-460.
- [21] 任巧云, 殷宏, 关贵全, 马米玲, 刘爱红, 李有全, 刘军龙, 牛庆丽, 金玉荣, 罗建勋. 10 种农药与绿僵菌的相容性测定. 江西农业大学学报 (*Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*), 2009, 31 (2) : 242-246.
- [22] Sun M, Ren Q, Liu Z, Guan G, Gou H, Ma M, Li Y, Liu A, Yang J, Yin H, Luo J. *Beauveria bassiana*: Synergistic effect with acaricides against the tick *Hyalomma anatolicum anatolicum* (Acari: Ixodidae). *Experimental Parasitology*, 2011, 128 (3) : 192-195.
- [23] Dutra V, Nakazato L, Broetto L, Silveira SI, Henning VM, Schrank A. Application of representational difference analysis to identify sequence tags expressed by *Metarhizium anisopliae* during the infection process of the tick *Boophilus microplus* cuticle. *Research in Microbiology*, 2004, 155 (4) : 245-251.
- [24] Freimoser FM, Hu G, St LR. Variation in gene expression patterns as the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* adapts to different host cuticles or nutrient deprivation in vitro. *Microbiology*, 2005, 151 (2) : 361-371.
- [25] 龚跃武, 苏晓庆, 梁宗琦. 九株虫生真菌灭蚊试验初报. 贵阳医学院学报 (*Journal of Guiyang Medical College*), 1995, 20 (1) : 8-10.
- [26] Anderson JF, Magnarelli LA. Biology of ticks. *Infectious Disease Clinics of North America*, 2008, 22 (2) : 195-215.
- [27] 罗建勋, 殷宏, 任巧云, 关贵全, 马米玲, 刘志杰, 刘爱红, 李有全. 一种杀蜱生防制剂及其制备方法. 中国专利: CN201010211707.9, 2010-06-26.
- [28] 罗建勋, 殷宏, 任巧云, 关贵全, 马米玲, 刘志杰, 刘爱红, 李有全, 刘军龙, 牛庆丽. 一种用于杀蜱的复配制剂及其制备方法. 中国专利: CN201010255921.4, 2010-08-18.

Fungal bio-control agents against Ixodid tick—A review

Ming Sun¹, Xiaoyan Wang², Jianxun Luo^{1*}

¹ State Key Laboratory of Veterinary Etiological Biology, Key Laboratory of Grazing Animal Diseases MOA, Key Laboratory of Veterinary Parasitology of Gansu Province, Lanzhou Veterinary Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730046, China

² Department of Neurology, the Second Affiliated Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China

Abstract: Entomopathogenic fungi as potential agents for bio-control have been widely applied in the control of insect pests in agriculture. However, the application remains in laboratory scale for the control of ectoparasites. Owing to the need to combat the short lasting period of chemical acaricides and reduction of pollution, it is urgent to develop sufficient, stable and safe measures for tick control. We reviewed the primary scientific achievements in utilization of environmental microbes for controlling of ticks. Studies conducted in this field may benefit to sustainable development, environmental protection, maintaining ecological balance and production of green products.

Keywords: Tick, entomopathogenic fungi, preparations of bio-control

(本文责编:王晋芳)

Supported by the Youth Sciences Foundation of Gansu Province (1107RJYA067), by the Supporting Plan (2007BAD40B06) and by the Key Project of Gansu Province (0801NKDA033)

* Corresponding author. Tel: +86-931-8342551; E-mail: vectorparasit@126.com

Received: 24 February 2012 / Revised: 1 April 2012

1953 年创刊以来所有文章全文上网

从 2008 年 1 月开始《微生物学报》的所有文章开始全文上网了。欢迎广大读者登陆本刊主页 (<http://journals.im.ac.cn/actamicrocn>) 浏览、查询、免费下载全文! 由于《微生物学报》历史久远, 为方便读者查阅, 将刊期变化作以下统计。

《微生物学报》刊、期统计表

2012 年 8 月统计

时间	刊期	卷号	期号
1953 - 1956	半年刊	1 - 4	1 - 2
1957 - 1958	季刊	5 - 6	1 - 4
1959	季刊	7	1 - 2
1959 - 1962	停刊 3 年		
1962	季刊	8	3 - 4
1963 - 1965	季刊	9 - 11	1 - 4
1966	季刊	12	1 - 2
1966 - 1972	停刊 6 年半		
1973 - 1988	季刊	13 - 28	1 - 4
1989 - 2007	双月刊	29 - 47	1 - 6
2008 - 2011	月刊	48 - 51	1 - 12
2012	月刊	52	8