

白僵菌的研究概况

赫英伟

(凤城市边门林业站, 辽宁 凤城 110105)

摘要:对近年来白僵菌在农业生防领域中的研究进展进行了综述,包括白僵菌的生物学性状、致病性、侵染途径和致病机制、白僵菌毒素以及生防领域的应用。

关键词:白僵菌;致病性;白僵菌素

中图分类号:S476.12

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)04-0145-03

近年来,随着国家大力倡导农业生产的可持续发展,生物防治越来越受到重视,特别是利用真菌的代谢产物控制线虫病害在国内外已取得了显著的成果。白僵菌是重要的生防菌,由于其寄主范围广具有非常高的生防价值。

1 白僵菌的生物学性状

白僵菌属半知菌亚门(Deteromycotina)、丝孢纲(Hyphomycetes)、丝孢目(Hyphomycetales)、丛梗孢科(Moniliaceae)、白僵菌属(Beauveria),是一种虫生真菌,寄主范围极广,已记载的包括15目、149科的700余种昆虫及蛱蝶目的6科、10余种螨和蜱。

白僵菌的菌落成绒状,从卷毛状~粉状,有时呈绳索状,但很少形成束丝梗;白色,稍后或变成淡黄色,偶成淡红色;背面无色,或淡黄~粉红色。分生孢子梗多,着生在营养菌丝上,粗 $1\sim 2\ \mu\text{m}$;产孢细胞(瓶梗)常浓密簇生于菌丝、分生孢子梗或膨大的泡囊(柄细胞)上,球形~瓶形,颈部延长成粗 $1\ \mu\text{m}$ 、长达 $20\ \mu\text{m}$ 的产孢轴,轴上具小齿突,呈膝状(“之”字形弯曲)的产孢细胞和泡囊常增生,在分生孢子梗或菌丝上聚成球形~卵形的相当于密室的孢子头,在低倍镜下即可看到。分生孢子球形或近球形,透明,光滑, $(2\sim 3)\ \mu\text{m}\times(2.0\sim 2.5)\ \mu\text{m}$ 。

2 白僵菌的致病性

2.1 白僵菌的致病性及其影响因素

白僵菌能寄生多种昆虫,但不同菌株对寄主有一定的专化性,致病力也有一定的差异,若是某菌株长期侵染某一种昆虫,就会对那种害虫产生

嗜嗜性。可以利用白僵菌这种特性,通过人工定向培养,提高白僵菌对某种害虫的专化性和致病力。白僵菌对不同种类害虫的致病力不同,例如用从大豆食心虫(*Grapholitha glycinivorella* Matsumura)分离的白僵菌去感染玉米螟(*Ostrinia nubilalis* Hubner)、苹小食心虫(*Grapholitha inopinata* Heinrich)、榆树金花虫(*Polysphila bigsbyana* Kirby),结果对玉米螟寄生率为100%,苹小食心虫为80%,榆树金花虫则不能寄生,寄生性不同的原因目前未见报道。

2.2 侵染途径和致病机制

白僵菌对寄主的侵染同其它虫生真菌一样,一般要经历10个阶段:分生孢子的附着—孢子萌发—芽管穿透表皮—菌丝在血腔中生长—产生毒素—寄主死亡—菌丝入侵所有器官—菌丝穿出表皮—产生分生孢子—分生孢子扩散。只要经历前4~5个阶段,就可以使昆虫致病。白僵菌主要通过体壁侵入,也可以通过消化道、气门及伤口等途径侵入虫体。感染的途径因昆虫种类、虫态、环境条件不同而有差别。关于虫真菌将寄主致死的原因,传统的观点认为菌丝在虫体内迅速增殖,大量消耗吸收寄主的营养而最终使寄主死亡,但也有很多学者认为虫生真菌在侵入寄主的过程中先分泌一些毒素物质将寄主杀死,然后才开始大量繁殖菌丝。

3 白僵菌毒素

3.1 白僵菌素

早在1969年Hamill^[1]就报道过,白僵菌的杀虫成分为白僵菌素(Beauvericin),是一种环状缩羧肽,是从球孢白僵菌菌丝体内纯化出来的,用丙酮和酒精可以提取,对多种昆虫有毒杀作用。

3.2 球孢白僵菌素

球孢白僵菌素是Suzuki和Kanaoka1977年

收稿日期:2009-11-30

作者简介:赫英伟(1973-),男,满族,辽宁省凤城市人,从事林业害虫生物防治研究。E-mail: pieris@163.com。

从白僵菌和蜡介轮枝菌(*Verticillium lecanii*)中分离出的另一种不同于白僵菌素的缩羧肽,此毒素比白僵菌素毒性高^[2]。13 pg·g⁻¹球孢白僵菌素可使5龄的家蚕死亡,而用1 000 pg·g⁻¹的白僵菌素尚未死亡。

3.3 卵孢毒素

球孢白僵菌、卵孢白僵菌、金色毛壳霉(*Chaetomium aureum*)、染色卵孢霉(*Oospora colorans*)和侧面毛壳孢(*Chaetomium trilaterate*)在代谢过程中都产生卵孢毒素,其结构已经被鉴定。卵孢毒素对许多昆虫有毒杀作用;其对孵化后一天的小公鸡有比较高的毒性,对小麦、燕麦、烟草和豆科植物也产生药害。关于卵孢毒素是否有积累中毒和致癌作用的问题,至今未见资料报道。

3.4 高分子的毒素

高分子的毒素主要是酶类,白僵菌培养过程中能释放几丁质酶、纤维素酶、蛋白酶、淀粉酶等^[3],其中一些酶对昆虫致病特别重要,如几丁质酶分解几丁质,使白僵菌芽管进入体壁。

3.5 未确定的毒素

白僵菌培养物中还发现一些未确定的毒素,分别对马铃薯甲虫和蜡螟幼虫有毒杀作用。

4 白僵菌的生防应用

4.1 白僵菌对农林昆虫的防治

苏联、法国、美国、加拿大、日本等国家对白僵菌研究比较深入。1939年苏联的波斯别洛夫,在沃尔湮林区,利用白僵菌防治松尺蠖,效果达63%。日本于1933年在九州地区就研究了应用白僵菌防治松毛虫的方法;Bing和Lewis^[4]将白僵菌孢子悬浮液喷到玉米芯粉,以Gustafson混合器混合,得到白僵菌颗粒剂,每个心叶中手施0.4 g(含孢子 4.55×10^7 个),这样孢子可以在玉米的整个生长期得到宿存。法国、瑞士等欧洲国家应用布氏白僵菌防治森林西方五月鳃金龟,采用飞机沿森林边缘200~250 m区带喷洒芽生孢子悬浮液,用量大约为 10^{14} 孢子·hm⁻²,喷洒2次。在日本防治柳杉和扁柏树上的柳杉天牛,是将有分生孢子的无纺布包裹树干,并在成虫交配期喷洒1次菌液;防治树上星天牛则是用笼罩方法,以 $10^7 \sim 10^{10}$ 孢子·g⁻¹的分生孢子-麦麸初制剂处理树下周围土壤,每棵树施20 g菌剂,或用有菌绷带捆绑树干,均可导致95%以上的死亡率。

在我国,南至海南、北抵黑龙江都有白僵菌的

分布,应用白僵菌防治农、林害虫的种类和面积均居世界首位,防治害虫种类达40种以上,年防治面积达67万hm²。白僵菌在农业害虫上应用最早,应用面积最大的是防治玉米螟。白僵菌的杀虫效果因所用菌株、剂型和时空不同而各异,张爱文等^[5]于1992年研制出白僵菌可湿性粉剂,并对可湿性粉剂喷粉、喷雾和人工撒施进行比较试验,发现相同剂量3种用菌方式均能控制玉米螟(*Ostrinia nubilalis* Htibne),效果达79%~87%,且相互间无显著差异。而林业害虫防治效果较好的当属松毛虫。白僵菌孢子易扩散,在上风处合理布点施药,对松毛虫的杀虫率可达90%~98%。郭志红等^[6]利用卵孢白僵菌防治苗圃地下害虫蛴螬,施菌量60~90 kg·hm⁻²,防治效果69%~86%。吴正东等^[7]用高孢粉(1 600~2 100亿·g⁻¹)1 kg·hm⁻²使松毛虫死亡率达80%~92%;湖南从1985年起连续8 a施用白僵菌79 t,防治松毛虫4.3 hm²,致死率>85%。广东用白僵菌(星天牛菌株)粘、膏、涂孔法防治木麻黄的星天牛,20 d后死亡率达70%,30 d后达100%,但安徽由蛀孔注射菌防治松褐天牛的僵虫,死亡率达10.5%~18.3%^[8]。在云南防治松针斑蛾(*Elerusia lcptalina*),幼虫、蛹总僵死率78.6%~88.1%,在东北土壤施用白僵菌(菌株采自上中)防治落叶松球果花蝇(*Strobilimyica spp*),死亡率64.7%~81.1%。但防治落叶松叶蜂效果仅28%~52%。安徽用白僵菌喷雾防治一字竹象(*Otidognathrsdavidis*)效果达72.2%。江西在5月份20℃、RH>90%竹蝗1龄盛期施放白僵菌,跳蝻死亡率达80%以上。布氏白僵菌对地下害虫有较强的寄生能力,在东北用112.5~150.0 kg·hm⁻²施用对苗圃大黑鳃金龟防效66.9%~85.0%,僵虫率55.6%~68.4%^[9]。陶训等^[10]白僵菌菌株B-66号防治桃小食心虫2 kg菌剂加25%对硫磷微胶囊0.15 kg幼虫僵死率达85.60%~93.55%,成虫诱捕量和落卵量分别减少70.98%~86.06%和83.95%~98.14%,平均虫果率仅有0.73%。林庆源^[11]筛选出对白僵菌菌株Bh1,应用该菌株的菌剂与农药混用防治荔枝蜡效果显著。

我国白僵菌资源丰富,而白僵菌制剂又是一类生产容易、成本低廉、对人畜安全、不污染环境的昆虫病原真菌微生物制剂,其发展潜力巨大,今后在农林生产上的应用必将越来越广泛。

参考文献:

- [1] Hamill R L, Higgins C E, Boaz H E, et al. The structure of beauvericin, a new depsipeptide antibiotic toxic to *Artemia salina* [J]. *Tetrahedron Letters*, 1969, 49: 4255-4258.
- [2] Suzuki A, Kanaoka M, Isogai, A. A new insecticidal cyclodepsipeptide from *Beauveria bassiana* and *Verticillium lecanii*[J]. *Tetrahedron Lett*, 1977(25): 2167-2170.
- [3] 董宏平,袁生. 球孢白僵菌代谢产物的研究概况[J]. *生物技术*, 1999, 9(4): 33-36.
- [4] Bing L A, Lewis L C. Suppression of *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) by Endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin[J]. *Environmental Entomology*, 1991, 20(4): 1207-1211.
- [5] 张爱文,刘维真,农向群,等. 白僵菌可湿性粉剂的研制[J]. *生物防治通报*, 1992, 8(3): 118-120.
- [6] 郭志红,崔永三,杨弘平,等. 卵孢白僵菌防治苗圃地蛴螬的应用技术[J]. *东北林业大学学报*, 2001(6): 32-35.
- [7] 吴正东,蒋平,等. 白僵菌平板生产高孢粉工艺研究[J]. *浙江林业科技*, 1994, 14(1): 36-39.
- [8] 孙继美,汤坚. 球孢白僵菌不同菌株生物学特性的研究[J]. *安徽农业大学学报*, 1996, 23(3): 297-302.
- [9] 李兰珍,周新胜,崔永三,等. 卵孢白僵菌防治苗圃地蛴螬的研究[J]. *东北林业大学学报*, 1998(2): 33-36.
- [10] 陶训,冯建国,庄乾营,等. 白僵菌防治桃小食心虫的研究[J]. *山东农业科学*, 1994(5): 39-42.
- [11] 林庆源. 荔枝蛀白僵菌优良菌株的筛选及应用技术的研究[J]. *林业科学研究*, 2005, 18(2): 143-146.

The Review of Research on *Beauveria bassiana*

HE Ying-wei

(Bianmen Forest Station, Fengcheng, Liaoning 118105)

Abstract: Research of *Beauveria bassiana* in the field of agricultural bio-control in recent years was reviewed, including the biological characteristics of *Beauveria bassiana*, pathogenicity, pathogenesis, beauvericin, and applications of biological control.

Key words: *Beauveria bassiana*; pathogenicity; beauvericin

(上接第 125 页)

- [2] 顾其胜,侯春林. 第六生命要素[M]. 上海:第二军医大学出版社,1999.
- [3] 陈西广,刘万顺,刘晨光. 几丁质的研究与进展[J]. *生物工程进展*, 1997, 17(3): 5-9.
- [4] 陈天. 甲壳素及其衍生物在生物医学上的应用[J]. *生物医学工程学报*, 1989, 6(1): 60-64.
- [5] 严俊. 甲壳素的化学和应用[J]. *化学通报*, 1984(11): 26-31.
- [6] 汪秋安,郭振楚. 甲壳素及壳聚糖的制备与利用[J]. *资源开发与保护*, 1992, 8(3): 198-200.
- [7] 张凯,郝晓东,黄渝鸿,等. 甲壳素及壳聚糖的应用[J]. *应用化工*, 2004, 33(3): 6-8.
- [8] 广东省推广优选法领导小组办公室. 优选法与正交法在农业上的应用[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [9] 中国科学院数学研究所数理统计组. 正交试验法[M]. 北京:人民教育出版社,1975.
- [10] 周春辉,孙加龙. 壳聚糖制备工艺优化设计[J]. *贵州大学学报(农业与生物科学版)*, 2001, 20(6): 426-430.
- [11] 陈东辉,陈亮,胡家震. 壳聚糖制备方法的比较研究[J]. *化学研究与应用*, 2002, 14(1): 56-58.
- [12] 汪志君. 碱量法测定壳聚糖中的胺基[J]. *化学世界*, 1986, 27(1): 22-23.
- [13] 王金云,李平. 甲壳素、壳聚糖的制备[J]. *河北轻化工学院学报*, 1995, 16(1): 48-52.
- [14] 裘迪红,张芝芬,吴汉民,等. 甲壳低聚糖制备的研究[J]. *食品与机械*, 2001, 83(3): 29-30.

Study on Extraction Process of Chitin/Chitosan from *Tenebrio molitor* L.

FAN Wen-yan, WANG Li-yan

(Agronomy College of Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: The orthogonality experiment was used to optimize the extraction conditions of chitin/chitosan from *Tenebrio molitor* L.. The results showed that HCl concentration, NaOH concentration in the process of deacetylation and HCl treating time significantly affect the extraction rate of chitin/chitosan, and the order of effect degree was as follows: HCl concentration > NaOH concentration > HCl treating time. The optimal extraction process were 10% HCl soaking for 2 h to 6 h at room temperature, 7% NaOH boiling for 2.5 h at 100 °C and treated with 50% NaOH for 8 h at 85 °C. Under these conditions, the extracting rate of chitin/chitosan was 15%. The dissociative amidogen of chitin/chitosan was more than 80%. The ash content of chitin/chitosan less than 1%. The water content of chitin/chitosan was 4.91%~5.01%.

Key words: *Tenebrio molitor* L.; chitin/chitosan; extraction process