

中图分类号: S532; S435. 315 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2011)05-0302-04

云南省马铃薯害虫寄生真菌资源研究

陈 斌, 杜广祖, 张永科, 杨艳丽, 李正跃*

(农业生物多样性与病虫害控制教育部重点实验室, 生物多样性研究与应用技术国家工程中心,
云南农业大学植物保护学院, 云南 昆明 650201)

摘 要: 为了解云南省马铃薯害虫的病原真菌种类, 为马铃薯害虫的生物防治提供依据, 2007~2010 年, 对云南省马铃薯害虫寄生真菌进行了调查、采集, 经过鉴定, 云南省马铃薯害虫病原真菌有 2 门 8 属 9 种, 隶属于半知菌门和接合菌门, 其中前者包括丝孢纲真菌中的球孢白僵菌[*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill]、蚜虫枝孢菌[*Cladosporium aphidis* (Thuemen) Oester]、金龟子绿僵菌[*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin]、蜡蚧轮枝菌[*Verticillium lecanii* (Zimmernann) Viegas]、莱氏野村菌[*Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson]和拟青霉[*Paecilomyces* sp.]; 接合菌门真菌有虫霉目的暗孢耳霉[*Conidiobolus obscurus* Remaudiere & Keller]、新蚜虫疔霉[*Pandora neoaphidis* (Remaudiere & Hennebert) Humber] 和努利虫疔霉[*Pandora nouryi* (Remaudiere & Hennebert) Humber]。其中新蚜虫疔霉球孢白僵菌分别是云南马铃薯上蚜虫及块茎蛾病原真菌的优势种。

关键词: 马铃薯; 虫生真菌; 云南; 生物防治

Investigation of Entomopathogenic Fungi on Potato Pest Insects in the Yunnan Province

CHEN Bin, DU Guangzu, ZHANG Yongke, YAN Yanli, LI Zhengyue*

(Key Laboratory of Agro-biodiversity and Pest Management of Education Ministry of China, College of Plant Protection,
Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: Investigation of the entomopathogenic fungi resources was carried out in potato planting fields during 2007-2010 in the Yunnan province. Nine species of entomopathogenic fungi in Deuteromycotina and Zygomycota were identified. They were *Beauveria bassiana*, *Cladosporium aphidis* (Thuemen) Oester, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, *Verticillium lecanii* (Zimmernann) Viegas, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, *Paecilomyces* sp., *Conidiobolus obscurus* Remaudiere & Keller, *Pandora neoaphidis* (Remaudiere & Hennebert) Humber and *Pandora nouryi* (Remaudiere & Hennebert) Humber. Among them, *Pandora neoaphidis* was the dominant species of entomopathogenic fungi.

Key Words: potato crop; entomopathogenic fungi; Yunnan; biological control

虫生真菌以其高强度的自然流行性和显著的自然控制害虫的效能, 尤其是其作为唯一能通过昆虫体壁侵染刺吸式昆虫的致病微生物, 倍受世界各国生物防治领域学者的关注^[1-2]。虫生真菌资源的研究一直是昆虫病理学及害虫生物防治研究

的重要内容^[1, 3]。马铃薯害虫种类多, 如马铃薯块茎蛾和蚜虫等发生危害严重, 防治困难, 研究和利用生物因子控制马铃薯害虫已是马铃薯害虫综合治理的重要内容。因此, 本研究对云南省马铃薯田间马铃薯害虫病原真菌种类进行调查采集和

收稿日期: 2011-04-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(30860005); 国家 973 计划项目(2011CB100404); 云南省自然科学基金项目(2008CD124; 2003C0017Q); 云南省教育厅项目(02QY051); 云南省现代农业马铃薯产业技术体系(云农(科)[2009]53 号)项目。

作者简介: 陈斌(1970-), 男, 教授, 主要从事昆虫病理学和农业害虫综合治理。

* 通信作者(Corresponding author): 李正跃, 教授, 主要从事昆虫生态和害虫综合治理, E-mail: ndchbin@hotmail.com。

鉴定, 将为马铃薯害虫生物防治研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 标本采集及调查

马铃薯生长的不同季节, 调查采集马铃薯植株上罹病虫体, 带回室内分离和鉴定罹病虫体上的病原真菌。

1.2 病原真菌种类鉴定

丝孢类虫生真菌的鉴定, 主要通过观察菌株菌落的色泽、形态、生长速度等培养性状、产孢结构及孢子形状与大小, 根据国内外发表的有关虫生真菌新分类文献和相关研究专著^[4-5], 进行种类鉴定。

虫霉目真菌的鉴定, 主要通过制取初生分生孢子弹射片法观察初生分生孢子的核数与细胞壁的囊壁数、核的大小, 在乳酚棉蓝中观察和测量初生和次生分生孢子形状和大小, 用挑片法观察虫尸表面子实层的结构及分生孢子梗、假根、假囊状体等器官的形态。根据 Humber 提出的 3 科 21 属的最新分类系统^[6], 参考《中国真菌志, 第十三卷, 虫霉目》等^[1]资料鉴定虫霉菌。

2 结果与分析

2.1 昆虫病原真菌种类

对采集的罹病虫体上的昆虫病原真菌分离鉴定, 初步鉴定出马铃薯害虫病原真菌有 2 门 8 属 9 种。

2.1.1 球孢白僵菌 *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill

球孢白僵菌属半知菌门(Deuteromycotina)丝孢纲(Hyphomycetes)白僵菌属(*Beauveria* Vuillemin)。球孢白僵菌侵染寄主昆虫后, 罹病虫体初呈乳白色绒毛状, 后呈白色粉层, 覆盖整个虫体。在 PDA 培养基上球孢白僵菌菌落在生长初期呈绒状, 丛卷毛状至粉状, 生长后期随着菌落产孢, 菌落白色粉状, 稍后变为淡黄色, 背面无色至淡黄色。分生孢子梗着生在营养菌丝上, 粗 1~2 μm , 产孢细胞(瓶梗)浓密簇生于菌丝、分生孢子梗或膨大的泡囊(柄细胞)上, 球形至瓶形, 颈部明显延长成粗 1 μm 、长达 20 μm 的产孢轴, 轴上具小齿突, 呈膝状弯曲。分生孢子球形或近球形, 透明, 光滑, 2~3 μm × 2~2.5 μm 。

寄主昆虫: 马铃薯块茎蛾(*Phthorimaea operculella* Zeller)、桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)、菜蚜 *Eurydema dominulus* (Scopoli)、小猿叶甲 *Phaedon brassicae* Baly (Coleoptera: Chrysomelinae)。

采集地点: 宣威、嵩明、寻甸、曲靖、陆良、会泽、马龙、蒙自、建水、陇川。

2.1.2 蚜虫枝孢菌 *Cladosporium aphidis* (Thuemen) Clester

蚜虫枝孢菌隶属半知菌门(Deuteromycotina)丝孢纲(Hyphomycetes)枝孢属(*Cladosporium* Link ex Fr.)。罹病蚜虫初呈无色, 后逐渐呈灰白色, 至绒毛状菌丝覆盖整个虫体。在 PDA 培养基上菌落圆形至不规则形, 培养至 20 d 时菌落直径达 30~55 mm × 25~40 mm, 菌落绒毛状, 黑褐色, 背面黑色。菌丝淡褐色至褐色, 分隔较长, 粗 5.0~8.0 μm 。分生孢子梗直立, 单生至簇生, 分隔偶有分枝, 基部少膨大, 深褐色, 顶部色淡, 具突起, 32.5~58.4 μm × 4.1~5.0 μm ; 枝孢无隔, 偶有一个隔膜, 具有顶齿和黑色胞脐, 淡褐色, 5.4~18.4 μm × 2.7~4.0 μm ; 分生孢子纺锤形, 短链生, 平滑, 无色至淡褐色, 4.1~5.9 μm × 2.7~3.0 μm 。

寄主昆虫: 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)、茄无网蚜 *Acyrtosiphon solani* (Kaltenbach)。

采集地点: 嵩明、建水、宣威。

2.1.3 蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii* (Zimmernann) Viegas

蜡蚧轮枝菌属半知菌门(Deuteromycotina)丝孢纲(Hyphomycetes)轮枝孢属(*Verticillium* Nees ex Link)。寄主昆虫被感染初期, 虫体表面长出菌丝, 较稀疏, 最后整个虫体表面长满菌丝体, 并产生大量分生孢子。在 PDA 培养基上培养 10 d 后, 菌落直径达 3.5~4.5 cm, 菌落白色绒毛状, 背面淡黄色至黄色。分生孢子梗不发达, 似营养菌丝, 其上有单生、对生或 3~4 个轮生的瓶梗。分生孢子椭圆形至圆柱形, 两端圆, 单生, 在瓶梗顶部聚集成头状, 2.3~10 μm × 1~2.6 μm 。

寄主昆虫: 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)、温室白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum* (Westwoode))。

采集地点: 寻甸、宣威、嵩明。

2.1.4 金龟子绿僵菌 *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin

金龟子绿僵菌属半知菌门(Deuteromycotina)丝孢纲(Hyphomycetes)绿僵菌属(*Metarhizium* Sorokin)。罹病虫体初期呈白色绒毛状, 随着菌体的生长发育, 菌落呈橄榄绿, 后整个虫体布满绿色孢子粉层。在 PDA 培养基上培养初期菌落绒毛状, 最初为白色,

产孢时橄榄绿色。菌丝具分隔和分枝, 透明, 直径为 $1.5\ \mu\text{m} \times 2.0\ \mu\text{m}$ 。分生孢子梗直径约为 $2.0\ \mu\text{m}$, 末端产生瓶形小梗 $5\sim 7\ \mu\text{m} \times 2\sim 3\ \mu\text{m}$ 。从瓶梗的末端以向基式连续形成长串链的分生孢子。分生孢子单细胞, 长椭圆形至圆柱状, $5\sim 9\ \mu\text{m} \times 2\sim 3\ \mu\text{m}$ 。单个存在时色亮, 成堆时橄榄色, 脱落的孢子常聚集成菱形的孢子团块或壳状结构。

寄主昆虫: 棕色鳃金龟 *Holotrichia titanis* Reitter 幼虫。

采集地点: 丽江。

2.1.5 拟青霉菌 *Paecilomyces* sp.

拟青霉菌属半知菌门(Deuteromycotina)丝孢纲(Hyphomycetes)拟青霉菌属(*Paecilomyces* Bainier)。罹病虫体初期呈现灰色至褐色绒毛状, 随着菌体的生长, 菌落呈黄褐色或暗灰色, 絮状。分生孢子梗具横隔, 多次分枝在孢梗上形成典型的帚状结构特征, 分枝的分离程度较大。瓶状小梗或生于短侧枝上, 或从越冬菌丝生出。分生孢子圆形、卵圆形、椭圆形, 表面光滑或粗糙, 成串。

寄主昆虫: 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)。

采集地: 宣威。

2.1.6 莱氏野村菌 *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson

莱氏野村菌隶属半知菌亚门(Deuteromycotina)丝孢纲(Hyphomycetes)无孢目(Agonomycetales)野村菌属(*Nomuraea* Maublanc)。寄主昆虫在被莱氏野村菌感染的初期, 虫体上长出灰白色绒毛状菌丝, 之后菌丝布满整个虫体, 最后产生大量橄榄绿孢子层覆盖整个虫体。在 PDA 培养基上生长速度缓慢, 在 25°C 下培养 20 d 时菌落直径达 $1.0\sim 2.5\ \text{cm}$, 结构致密, 菌落表面偶尔可见到生长较好的气生菌丝, 产孢结构常出现在菌落的某些部位; 菌落最初淡绿色, 随后变深绿, 背面无色或黄色。气生菌丝光滑具分隔, 无色或淡色, 宽 $2\sim 3\ \mu\text{m}$ 。分生孢子梗直立, 具分隔, 产自基质菌丝, 长 $160\ \mu\text{m}$, 宽 $2\sim 2.5\ \mu\text{m}$, 形成浓密的分枝簇, 分枝上紧密着生 $2\sim 3$ 个瓶梗, 光滑, 透明至淡绿色。瓶梗 $4.7\sim 6.5\ \mu\text{m} \times 2.3\sim 3\ \mu\text{m}$, 多为短柱形, 偶有膨大的基部, 具短尖。分生孢子成干燥离散的链, 广拟椭圆形。有时柱状或近柱状, 光滑, 淡绿, 成堆时绿色, $3.5\sim 4.5\ \mu\text{m} \times 2\sim 3.1\ \mu\text{m}$ 。

寄主昆虫: 银纹夜蛾 *Argyrogramma agnata* (Staudinger) 幼虫。

采集地点: 宣威、马龙。

2.1.7 暗孢耳霉 *Conidiobolus obscurus* Remaudiere & Keller

暗孢耳霉隶属接合菌门(Zygomycota)虫霉目(Entomophthorales)新月霉科(Ancylistaceae)耳霉属(*Conidiobolus* Brefeld)。罹病虫体初期体色呈灰白色, 随着病原菌的生长繁殖, 虫体上形成栅栏状排列淡褐色的子实层覆盖虫体。分生孢子无色或淡黄绿色, 多核, 单囊壁; 球型, 基部乳突粗钝; 大小 $17\sim 24\ \mu\text{m} \times 13\sim 20\ \mu\text{m}$, 平均 $20.7\ \mu\text{m} \times 16.9\ \mu\text{m}$ 。次生分生孢子稍小于初生分生孢子, 形态与初生分生孢子相同。蚜虫感病后虫体膨大, 表面呈白色绒毛状, 空气湿度低时体表颜色变暗, 略带砖红色。

寄主昆虫: 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)、萝卜蚜 *Lipaphis erysimi* Kalténbach。

采集地点: 昆明、宣威、嵩明、曲靖、建水、蒙自、陇川、昭通。

2.1.8 新蚜虫疔霉 *Pandora neoaphidis* (Remaudiere & Hennebert) Humber

新蚜虫疔霉隶属接合菌门(Zygomycota)虫霉目(Entomophthorales)虫霉科(Entomophthoraceae)虫疔霉属(*Pandora* Humber)。有翅蚜和无翅蚜均可被侵染, 蚜尸除翅及触角以外通体为白色至黄白色子实层所覆盖, 罹病虫体周围可见大量白色分生孢子。罹病蚜虫上可以明显看到从罹病蚜体节间膜上长出的分生孢子梗和着生其上的分生孢子。初生分生孢子无色透明, 椭圆形、倒拟卵形或拟卵形, 平均 $13\ \mu\text{m} \times 28.5\ \mu\text{m}$, 对称或不对称, 多数乳突明显, 偏向一侧, 有明显的液泡, 双囊壁。分生孢子梗栅栏状排列于虫体上并覆盖蚜尸。在牛奶蛋黄培养基上生长 4 d 后菌落直径 $1.5\sim 2.0\ \text{cm}$, 灰白色, 不平坦带有细密绒毛, 基质稍呈肉桂色。新蚜虫疔霉在马铃薯叶片上桃蚜种群中发生流行普遍。

寄主昆虫: 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)、萝卜蚜 *Lipaphis erysimi* Kalténbach。

采集地点: 昆明、嵩明、宣威、曲靖、昭通、陆良、楚雄、大理、丽江、建水、蒙自、文山、陇川。

2.1.9 努利虫疔霉 *Pandora nouri* (Remaudiere & Hennebert) Humber

努利虫疔霉隶属于接合菌门(Zygomycota)虫霉目(Entomophthorales)虫霉科(Entomophthoraceae)虫疔

霉属(*Pandora Humber*)。罹病蚜虫初期呈淡褐色, 后期呈淡粉红色, 分子孢子覆盖虫体。初生分生孢子无色透明, 双囊壁, 形似新蚜虫病霉, 倒拟卵形, 多对称, 有液泡, 平均大小为 $16.7\ \mu\text{m} \times 9.7\ \mu\text{m}$ 。次生分生孢子较小, 与初生分生孢子同形。分生孢子梗二歧分支或掌状分支, 栅栏状排列, 成熟时形成淡褐色子实层覆盖虫体。假囊状体单菌丝状。

寄主昆虫: 桃蚜 *Myzus persicae* Sulzer、萝卜蚜 *Lipaphis erysimi* Kaltenbach

采集地点: 宣威、寻甸、陆良。

2.2 病原真菌优势种

根据调查结果, 新蚜虫病霉和球孢白僵菌分别是云南省马铃薯害虫病原真菌中丝孢真菌及虫霉菌两类虫生真菌的优势种类, 其中新蚜虫病霉在马铃薯田桃蚜、萝卜蚜、茄无网长管蚜等蚜虫种群中均有发生, 且流行性强, 对蚜虫自然种群控制作用明显, 而球孢白僵菌作为一种经典广谱的虫生真菌, 在田间可自然侵染马铃薯植株上的马铃薯块茎蛾幼虫。

3 讨 论

云南马铃薯害虫病原真菌种类丰富。除以上种类外, 在马铃薯田罹病虫体上还发现有黄曲霉和镰刀菌, 但对于这些种类菌株的致病性只有作进一步研究后才能确定其是否为害虫寄生真菌。本研究发现, 新蚜虫病霉和球孢白僵菌是马铃薯害虫病原真菌主要种类, 该结果与云南省十字花科蔬菜田害虫病原真菌资源情况基本一致^[7-9], 表明了新蚜虫病霉在云南省农作物蚜虫种群中自然发生和流行普遍, 具有重要的开发潜力。

马铃薯害虫病原真菌菌株的毒力评价将是下一步研究的重要内容之一。资源研究是高毒力生物防菌株开发利用的基础。云南省马铃薯田昆虫病原真菌种类丰富, 新蚜虫病霉和球孢白僵菌分别是侵染马铃薯蚜虫及马铃薯块茎蛾的重要寄生真菌种类, 且有些菌株对马铃薯害虫具有较强的致病性^[8,10-12]。然而, 不同菌株往往具有不同的致病性, 因此, 在继续开展马铃薯害虫病原真菌资源调查的同时, 还有必要加强测定不同菌株对马铃薯主要害虫的毒力, 以期为生防制剂开发提供依据。

【参 考 文 献】

- [1] 李增智. 中国真菌志(第十三卷, 虫霉目)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] Milner R J. Prospects for bio-pesticides for aphid control [J]. Entomophaga, 1997, 42: 227-239.
- [3] Lacey L A, Frutos R, Kaya H A, et al. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future [J]. Biological Control, 2001, 21: 230-248.
- [4] 蒲蛰龙, 李增智. 昆虫真菌学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996: 715.
- [5] Hawksworth DL. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation [J]. Mycological Research, 1991, 95 (6): 641-65.
- [6] Humber R A. Synopsis of a revised classification for the Entomophthorales (Zygomycotina) [J]. Mycotaxon. 1989, 34(2): 441-460.
- [7] 陈斌, 李正跃, 桂富荣, 等. 云南省昆明地区菜蚜新蚜虫病霉发生流行规律[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2): 204-207.
- [8] Chen B, Li Z Y, Sun Y Y, et al. Virulence of *Metarhizium anisopliae* Metschnikoff (Sorokin) against the *Polyphyla laticollis* [C] // Proceeding of the fifth world potato congress. Kunming: Yunnan Fine Arts Publishing House. 2005: 243-2450.
- [9] Chen B, Li Z Y, Feng M G. Occurrence of entomopathogenic fungi in migratory alate aphids in Yunnan Province of China [J]. Biocontrol, 2008, 53(2): 317-326.
- [10] 陈斌. 昆明地区蚜虫病原真菌的发生与两种生防真菌制剂对菜蚜及粉虱的田间防效评价[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
- [11] 何恒果, 陈斌, 李正跃. 侵染马铃薯块茎蛾幼虫的球孢白僵菌对桃蚜的毒力测定[J]. 农药, 2004, 43(1): 22-24.
- [12] 孙跃先, 李正跃, 桂富荣, 等. 白僵菌对马铃薯块茎蛾致病性的测定[J]. 西南农业学报, 2004, 17(5): 627-629.

书

讯

《中国马铃薯》杂志 2009、2010 年合订精装本, 各 80 元/本, 2011 年中国马铃薯大会年会论文集《马铃薯产业与科技扶贫》一书已由哈尔滨工程大学出版社出版, 定价 100 元/册, 有需要的读者, 请另加 10% 邮费, 寄至本刊编辑部, 汇款请附详细说明, 款到寄书。

联系电话: 0451- 55190003

《中国马铃薯》编辑部