

草坪草币斑病研究进展

吕晨辰¹, 伊中友², 罗来鑫¹, 李健强^{1*}

(1. 中国农业大学植物病理学系/农业部植物病理学重点开放实验室, 北京 100193;

2. 京华高尔夫俱乐部, 三河 065201)

摘要 本文总结了草坪草币斑病在世界范围内的发生分布、危害症状、病原以及病害发生发展规律,介绍了国内外利用草坪草抗病性以及生态防治、生物防治、化学防治等方法预防控制币斑病的研究进展,对我国草坪草币斑病的防控现状及展望进行了讨论。

关键词 草坪草; 币斑病; *Sclerotinia homoeocarpa*; 研究进展; 防治对策

中图分类号: S 436.8 **文献标识码**: A **DOI**: 10.3969/j.issn.0529-1542.2010.02.009

Research advances in the dollar spot of turfgrasses

Lü Chenchen¹, Yi Zhongyou², Luo Laixin¹, Li Jianqiang¹

(1. Department of Plant Pathology, China Agricultural University/Key Laboratory of

Plant Pathology, Ministry of Agriculture, Beijing 100193, China;

2. Jinghua Golf Club, Sanhe 065201, China)

Abstract The distribution, harmfulness, symptoms, pathogens and disease development of the dollar spot of turfgrass were summarized. The integrated disease management, including host disease resistance, ecological and biological control and chemical control, was introduced. Present situation and prospects of disease prevention and control were also discussed in this review.

Key words turfgrass; dollar spot disease; *Sclerotinia homoeocarpa*; research advancement; control strategy

近年来,我国草坪业发展迅速,草坪面积不断扩大,病害管理日益成为草坪养护工程中备受关注的问题。币斑病(dollar spot, DS)又称圆斑病或钱斑病,病原为 *Sclerotinia homoeocarpa*,是一种常见的草坪病害,在高尔夫球场的果岭、球道上经常发生,严重影响草坪的观赏和使用价值。我国南北方大部分地区、几乎所有常见草种上均有该病的发生,且近年来呈加重趋势,但国内鲜见与该病害相关的研究报道。鉴于此,笔者在评述国内外币斑病研究进展的基础上,结合北京周边高尔夫球场的币斑病防治经验,通过与各球场草坪总监的交流及问卷调查,总结并评述了我国草坪草币斑病的防控现状,期望能对我国该病害的整体研究有所借鉴和帮助。

1 病害的分布和危害

1.1 发生和分布

币斑病自 1932 年由 Moneith 首次在美国发现报

道以来,已在北美、中美、欧洲、新西兰、澳大利亚和日本等地普遍发生^[1-2]。美国除西部干旱地区外,其余地区的草坪均已受其危害^[3]。我国南方各省及北方大部分地区在潮湿多雨的条件下,币斑病发生普遍。20 世纪 90 年代中后期,我国南方新建植球场的球道边缘即已零星出现币斑病症状;2005 年,我国北方草坪币斑病开始明显发生,到 2007 年大面积发生,特别是在高尔夫球场果岭、球道上,危害严重。

1.2 寄主范围

币斑病菌除主要危害翦股颖、海滨雀稗、狗牙根外,还能侵染结缕草、野牛草、早熟禾、黑麦草等 40 多种冷、暖季型禾本科草坪草,以及包括石竹科、旋花科、莎草科和豆科在内的 500 多种植物^[2]。我国高尔夫球场主要种植的草种如翦股颖、草地早熟禾、海滨雀稗、狗牙根等,均可被其侵染。

1.3 症状及危害

币斑病的典型症状是在草坪上形成圆形、凹陷、

稻草色斑块,约钱币大小,因而得名币斑病。不同修剪情况下,症状略有不同。在高尔夫球场果岭等修剪较低($<0.3\sim 0.7$ cm)的草坪上,呈细小、凹陷、稻草色的圆形病斑,直径一般不超过 6 cm。病情严重时,病斑可连片形成更大的不规则枯草区。在家用、绿地草坪和其他留茬较高(>1.5 cm)的草坪上,可形成直径 2~15 cm 的不规则枯草斑,病斑连片后可覆盖大片草坪。单株染病时,叶片首先呈水浸状褪绿斑,随后逐渐扩大为漂白色、沙漏状、贯穿整叶的大斑。除早熟禾外,病斑边缘通常环绕一圈红褐色条带。从叶尖开始枯萎的情况也很常见。单片叶上可密布许多小斑或只呈现一个大斑,均可造成整叶枯萎。经过湿润低温的午夜,翌日清晨可以在带露叶片的新鲜病斑上观察到白色、蛛网状的气生菌丝。叶片变干后,菌丝体即消失^[3-4]。币斑病的叶部症状易与红丝病、铜斑病、褐斑病和腐霉枯萎病的叶部症状混淆,需要借助镜检进行区分。

2 病原菌的研究

2.1 分类地位

Bennett 对来自美国、澳大利亚、英国的币斑病菌进行了培养观察,并将所有菌株分为“具有完全生育阶段的菌株”(perfect strain)、“仅产生囊丝的菌株”(ascigerous strain)和“不产孢菌株”(non-sporing strain)3种,其中“不产孢菌株”为优势菌株。根据 Bennett 的报道,币斑病菌可以在“微菌核”所组成的致密子座组织上产生子囊盘,“具有完全生育阶段的菌株”能够形成杯状分生孢子和产囊丝,据此特征,他将该病原菌定名为 *Sclerotinia homoeocarpa*^[5]。

Whetzel 描述核盘菌科的特征时,明确核盘菌属真菌必须能够在由气生菌丝集结而成的块状菌核上产生子囊盘。根据这一定义,由于 *S. homoeocarpa* 不能产生典型的子囊盘而被认为应该排除在核盘菌属之外。随后,Khon 从解剖学、组织化学和 rDNA ITS 区序列比对的角度分析,认为引起币斑病可能是由 *Lanzia* 和 *Moellerodiscus* 中的一种或几种引起的,但这一观点需要更多相关试验来证明^[6-8]。此外,Vargas 和 Powell 通过形态学特征和 ITS 区序列比对发现,*S. homoeocarpa* 与 *Rutstroemia* 的相似性达到 88%,并据此将来自北美、澳大利亚、新西兰等地的菌株重新命名为 *Rutstroemia floccosum*^[9]。

币斑病菌在自然条件和人工培养过程中,均鲜

见有性或无性阶段的典型结构,所以其分类地位一直是学术界讨论的热点。目前,我国部分草坪专家认为币斑病是由 *Lanzia* 和 *Moellerodiscus* 中的一种或几种复合侵染引起的,但有关病原菌的鉴定及分类地位的研究鲜有报道。

2.2 生长特性

在 PDA 或燕麦培养基上培养,*S. homoeocarpa* 首先形成向上散生的、白色絮状气生菌丝;随后,菌丝集结,菌落逐渐变得致密,表面为淡褐色或淡青色。4~6 周后,菌落呈现垫状或片状(视菌丝量而异),气生菌丝下层产生片状、有明显黑色边缘的子座组织(stroma)。随着不断吸收周围菌丝,子座组织厚度增加,颜色变深(橄榄色~黑色),体积增大,最终可占据菌落的大部分。子座组织可用于菌株的长期保存。

2.3 营养亲和群的相关研究

Powell 和 Vargas^[10]以及 Viji^[11]先后将来自美国、加拿大的菌株归类为 11 个营养亲和群(vegetative compatible group, VCG)。通过 ITS 序列比对、RAPD、RFLP、AFLP 等方法比较发现,11 个 VCG 在遗传学上十分相近。因此,VCG 不能够用于种的鉴定,仅代表种内多样性^[11-12]。不同地域、不同寄主上的 *S. homoeocarpa* 均存在多样性^[5]。

3 病害发生规律

当草坪冠层温度在 15~32 °C,且长期处于高湿状态时,适于币斑病的发生^[2]。我国幅员辽阔,不同地域发病时期各异:华南的广东、广西、海南、福建等地主要集中在 11 月至次年 4 月,四川、云南、中部省区以及北方大部分地区主要集中在初春及 7~10 月。温度 21~27 °C,湿度大于 85%,为病害发展的最适条件;此外,温暖潮湿的天气、形成重露的凉爽夜温、干旱瘠薄的土壤等因素,均可以加重病害的流行^[4]。

S. homoeocarpa 属于兼性腐生菌,通常以菌丝体和子座在病株或土壤中度过不良环境条件。当环境条件适宜时,从病组织或子座上产生的菌丝可在其接触的相邻叶片上定殖,成为初侵染来源。病原菌主要通过雨水、流水、工具、人畜活动等方式传播和蔓延。运动草坪在频繁作业及人员走动过程中,割草机、电瓶车、打孔机等各种机械以及高尔夫球鞋均可能将菌丝或病组织传播到健康植株上^[3-4]。自

然条件下,很少发现该病原菌以有性生殖的方式进行传播^[12]。

4 病害的防治

草坪病害的综合防治(IPM)是指从整个草坪生态系统出发,综合运用农业、物理、生物、化学等防治措施,创造不利于病虫草等有害生物而有利于草坪草生长的环境条件,将有害生物控制在经济危害水平以下,保证草坪草良好的使用和观赏价值。在草坪养护管理实践中,通过抗病育种、生态防治、化学防治、生物防治等途径的配合,实现币斑病的综合防治。

4.1 选用抗耐病草种和品种

目前,在包括翦股颖、草地早熟禾、高羊茅、狗牙根、海滨雀稗等在内的我国主要草坪草中,尚无抗币斑病的品种。尽管有的文献列出了中度抗病或中度感病的匍匐翦股颖(‘L-93’, ‘Pennlinks’, ‘Seaside’, ‘Penn A4’, ‘Penn G2’)和草地早熟禾(‘Moonlight’, ‘Sidekick’, ‘Award’, ‘Misty’, ‘America’)品种,但与感病品种相比,其抗病性差异并不显著^[1]。据文献报道^[13],草地早熟禾中的‘Nuggett’, ‘Sydsport’,紫羊茅中的‘Dawson’,多年生黑麦草中的‘Manhattan’,狗牙根中的‘Ormond’, ‘Tifway’, ‘Sunturf’,结缕草中的‘Emerald’以及巴哈雀稗中的‘Pensacola’等品种易感币斑病,受害也较严重,在草坪建植和养护管理实践中需要高度重视。根据笔者的球场养护管理经验,北方主要草种抗耐病能力的强弱依次为高羊茅>草地早熟禾>翦股颖,这可能与草种的需肥量和草坪修剪高度相关。

4.2 生态防治

各种草坪由于频繁修剪、长期践踏等原因,具有其特殊的生态脆弱性,为病害侵染提供了更多可能。因此,通过科学的水肥供应和合理的辅助措施提高草坪草的抗病能力,是草坪养护管理的关键。

4.2.1 施肥

各种草坪一般根据土壤测试结果进行施肥,氮肥量保持在 20~25 g/m² 能够有效降低币斑病的发生几率^[14],且不同氮源氮肥的防治效果存在差异:硝酸铵、硫包尿素和有机改良剂相对于天然有机肥(活性污泥、堆肥)而言,能够更加显著地提高草坪质量并减轻病害发生^[15-17]。

氮肥对币斑病的抑制机理目前还不清楚。有研

究认为,病原菌能否成功侵染植株,主要取决于这一关键时期土壤及植株表面微生物种群的活性。施用氮肥可能影响微环境中其他有益微生物的活性及区系组成,它们通过拮抗、竞争、寄生等方式削弱病原菌的活性。另外,充足的氮肥能够保证草坪草的营养条件,有利于提高其对病害和其他胁迫条件的抵抗能力。

有研究表明,春季对未染病草坪施肥,可有效预防币斑病的发生;草坪染病后施入足量的氮肥,虽然不能代替杀菌剂的杀菌效果^[18],但能够减轻病害严重程度,促进草坪恢复,减少杀菌剂的用量,有利于生态环境的保护。

4.2.2 湿度控制

叶面湿度过高,叶面湿润时数(leaf surface wetness duration, LWD)过长,有利于币斑病的发生,并为其他病原真菌穿透叶组织提供了良好的条件。Walsh 研究表明^[19]:在 17.5 °C 条件下,*S. homoeocarpa* 引起匍匐翦股颖发病所需的最小叶面湿润时数(LWD_{min})为 12 h, LWD_{min} 随温度降低而延长,实际 LWD 与发病面积成正相关。Ellarm^[20]通过试验证明,将 LWD 控制在发病所需的 LWD_{min} 以下或一半时,预防病害效果最好。因此,生产中采取减少叶面湿度、控制实际 LWD 的管理措施,能够有效预防币斑病发生。

由于叶面湿润主要是草坪草上露水积累的结果,因此尽快消除草叶上的露水能达到控制病害的目的。Williams^[21]和 Ellram^[20]等人研究了割草和拉绳索两种去露方法对币斑病的预防效果,证明前者防效更好。此外,在大面积草坪的管理实践当中,还经常利用短时喷水和喷施表面活性剂(湿展剂)等方法来防止叶表面水珠的积累,减轻病害的发生。

土壤湿度也是影响病害发生的因素之一。实际管理中,土壤水分不足会加重病害的发生,比如斜坡比洼地的草坪病害发生严重。因此,采取合理的灌溉措施(时间、频率、灌溉量等)保持土壤湿度在萎蔫点以上,有利于降低币斑病的发病率及严重程度^[16-22];清晨深浇比傍晚浅浇能更好地预防币斑病。这可能与 *S. homoeocarpa* 的致病机制相关,同时也是环境因素和土壤湿度共同作用的结果。

4.2.3 修剪及枯草层清理

修剪过低的草坪容易发生币斑病。因此,平时应保持适当的修剪高度,对于发病草坪可以提高修

剪高度、减少修剪频率,以减缓病害的发展。Emmons曾提出,锈钝刀片割草可能会比锋利刀片割草造成更多供病害侵染的伤口而加重病情;但 Ellram 随后试验证明两者之间实际上并不存在显著差异^[20]。目前,大多数草坪管理者仍推荐使用锋利刀片割草,以免造成过多伤口^[23]。

枯草层过厚也会增加病害的发生。通过梳草、打孔和铺沙等方式及时清理过厚的枯草层,移去草坪周围的高大树木,改善空气对流状况,均能减轻币斑病的发生。

4.3 化学防治

在修剪频繁的草坪上或病害高发期,除了需要良好管理措施的配合外,化学防治也是必不可少的。当夜间温度 $>15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、LWD $>8\text{ h}$ 时,则应该喷洒药剂预防币斑病。杀菌剂的持效期一般为 $14\sim 21\text{ d}$ ^[24],实际应用中应根据杀菌剂种类和环境条件适当延长或缩短施药间隔。

有机汞和无机汞制剂是早期防治草坪病害的有效药剂,考虑到其对环境的影响,故被福美双(thiram)所取代。20世纪五六十年代,用于防治币斑病的其他保护性杀菌剂还包括:波尔多液(bordeaux mixture)、敌菌灵(anilazine)、百菌清(chlorothalonil)、五氯硝基苯(quintozene)和二硫代氨基甲酸盐类促进剂(dithiocarbamate accelerators)。

内吸性杀菌剂的出现提高了币斑病的防治效果,其中以苯并咪唑类(benzimidazoles)、二甲酰亚胺类(dicarboximides)和甾醇合成抑制剂(demethylation-inhibitor, DMI)使用最为广泛,而甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂如 strobilurin 等则对币斑病防效较差或无效果^[25]。由于连续、多次、大量的使用同一药剂,*S. homoeocarpa*对无机农药、传统触杀型农药和以上3种内吸型杀菌剂(苯并咪唑类^[26-27],二甲酰亚胺类^[26,28]和甾醇合成抑制剂^[29-32])都产生了抗性,田间也已出现多药抗药性和交互抗药性菌株^[33]。

实际管理中,百菌清、多菌灵、三唑酮、甲基硫菌灵、异菌脲等药剂常用于预防币斑病的发生,即在病害初发期,将药剂稀释 $500\sim 1000$ 倍液进行叶面喷施;病害严重时可与代森锰锌等保护性杀菌剂复配使用。为延缓病原菌抗药性的产生,可将几种杀菌剂轮换使用。由于草坪需要定期浇水,币斑病反复性强,在杀菌剂的一般持效期内($14\sim$

21 d),有时并不能有效控制病害;因此适当增加施药的频率,缩短施药间隔期能够很好地控制币斑病的发生蔓延,但同时会造成一定的药剂选择压力和环境压力。笔者认为,应根据病害发生条件实时选择不同作用机理的杀菌剂和适当施药间隔期,并通过与管理措施、生物防治等方法相结合,延缓杀菌剂抗性的出现^[34-36]。

4.4 生物防治

随着病原菌抗药性的产生,利用拮抗微生物替代化学杀菌剂来防治币斑病成为了一条不可忽视的途径,并对此进行了大量的研究。币斑病的生物防治可以归为以下3种途径。

4.4.1 通过施用有机改良剂减轻币斑病的发生^[36]

以堆肥、绿肥、植物残体为代表的有机改良剂,通过调节微生物区系、诱导植株抗病性、改良土壤结构等机制,不但能增强土壤肥力、改善草坪草生长微环境、提高草坪品质,而且能够减少化学药剂的使用,是控制土传病害的一条重要途径。

4.4.2 直接利用有益微生物的拮抗、竞争作用

由于受到防治效果、持效期、活菌制剂稳定性等方面的限制,目前只有 *Pseudomonas aureofaciens* TX-1 菌株^[37](商品名 Tx-1)和 *Trichoderma harzianum* T-22 菌株^[38](商品名 BioTrek 22G)通过美国环保署的登记成为生物农药,在中低度病害压力下配合杀菌剂使用,用于币斑病的防治。

4.4.3 利用弱毒菌株作为生物防治途径

弱毒菌株可引起病原菌群体致病力衰退,是生物防治的另一条重要途径。Zhou 和 Boland 最先报道了 *S. homoeocarpa* 中存在可传染的弱毒相关 dsRNA^[39],并通过田间人工接种弱毒菌株成功防治了币斑病^[40]。弱毒菌株的产生主要与病原菌本身的变异以及弱毒相关病毒 dsRNA 的感染有关。Deng 发现弱毒菌株 Sh12B 体内的 dsRNA 与引起荷兰榆树病菌致病力衰退的线粒体病毒 *Ophiostoma mitovirus 3a(OMV3a)-Ld* 同源^[41],并通过接种 OMV3a 观察到正常菌株的弱毒现象^[42]。这可能成为对币斑病进行生物防治的理想因子。

5 我国草坪草币斑病的防控现状与展望

我国草坪业起步晚但发展迅速,草坪建植面积的扩大和国外草种、草皮不断向国内调运,为我国草坪病害的预防与控制带来了很大的挑战。近几年,

对于草坪草上“大病”、“重病”等病害的研究取得了很大进展,但尚有诸多方面需要加强。

币斑病是一种在我国乃至世界范围内普遍发生的重要病害,通常因为发病初期疏于管理而导致病害扩展蔓延,严重破坏草坪的观赏与使用价值,造成重大经济损失。一方面,由于我国对该病害系统的研究较少,目前较规范的中文文献仅有 1、2 篇,币斑病原的分类鉴定、生物学性状、遗传多样性、病害流行及药剂敏感性等尚不明确,这也给实际管理中病害的预测预报、农业措施、药剂防治等带来了难度;目前,我国大部分高尔夫球场等草坪管理者并没有制定针对币斑病的高效的化学防治方案,仅仅停留在“见斑施药”或与其他病害“协同治理”的状态,也没有充分发挥和协调水肥调节等重要措施的预防作用。另一方面,美国、加拿大的许多地方已经明令禁止草坪养护过程中使用任何化学农药,而我国部分球场、草场为了追求经济效益,满足运动及观赏需求,仍然在发生病害后大量、多次、连续使用化学农药,违反了安全、环保等原则,不利于草坪生态系统的可持续发展。因此,币斑病的病害研究和实际养护管理要朝着更科学、更环保、更安全、更经济的方向发展,还有许多工作要做。

随着我国学界对币斑病病原菌研究的深入,新型农药与制剂的研发,在秉持“防重于治”原则的基础上,完全有可能通过建立完善的预测预报机制,利用优良抗耐病品种,结合病害的发生、流行规律,配合农业及生物防治,采取有效的化学防治,实现草坪草币斑病的综合治理。同时,随着抗耐病品种的选育,各种生物药剂的开发,国外有机高尔夫球场“无化学药品使用处理”试验的成功^[43],草坪管理者专业素质的提高,最终应通过以生态学为基础的有害生物管理(EBPM),努力创造一个有利于促进草坪品种生长发育、提高草坪品种抗逆性的环境,建立并维持一个经济、环保、安全、可持续的草坪生态系统。

参考文献

- [1] Monteith J L, Dahl A S. Turf diseases and their control[EB/OL]. <http://turf.lib.msu.edu/1930s/1932/320887.pdf>.
- [2] 刘荣堂. 草坪有害生物及其防治[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [3] Vargas J M. Management of turfgrass diseases[M]. Boca Raton: CRC Press, 1994.
- [4] Smiley R W, Dernoeden P H, Clarke B B. Compendium of turfgrass diseases [M]. American Phytopathological Society (APS Press) St. Paul, 2005.
- [5] Bennett F T. Dollar spot disease of turf and its causal organism, *Sclerotinia homoeocarpa* n. sp. [J]. Annals of Applied Biology, 1937, 24(2): 236 - 257.
- [6] Kohn L M, Grenville D J. Anatomy and histochemistry of stromatal anamorphs in the *Sclerotiniaceae*[J]. Canadian Journal of Botany, 1989, 67(2): 371 - 393.
- [7] Carbone I, Kohn L M. Ribosomal DNA sequence divergence within internal transcribed spacer 1 of the *Sclerotiniaceae*[J]. Mycologia, 1993, 85(3): 415 - 427.
- [8] Kohn L M. Delimitation of the economically important plant pathogenic sclerotinia species [J]. Phytopathology, 1979, 69(8): 881 - 886.
- [9] Pamela R B. Determining dollar spot fungicide resistance in tennessee and northern Mississippi[D]. Knoxville: The University of Tennessee, 2005.
- [10] Powell J F, Vargas J M Jr. Vegetative compatibility and seasonal variation among isolates of *Sclerotinia homoeocarpa*[J]. Plant Disease, 2001, 85(4): 377 - 381.
- [11] Viji G, Uddin W, O'Neill N R, et al. Genetic diversity of *Sclerotinia homoeocarpa* isolates from turfgrasses from various regions in north America[J]. Plant Disease, 2004, 88(11): 1269 - 1276.
- [12] Hsiang T, Mahuku G S. Genetic variation within and between southern Ontario populations of *Sclerotinia homoeocarpa*[J]. Plant Pathology, 1999, 48(1): 83.
- [13] 赵美琦. 草坪病害[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [14] 李昆. 高尔夫球场病虫害综合管理——夏威夷草坪管理之四 [EB/OL]. <http://sports.sina.com.cn/golf/2008-01-03/10073395058.shtml>, 2008-1-7.
- [15] Nelson E B, Craft C M. Suppression of dollar spot on creeping bentgrass and annual bluegrass turf with compost-amended topdressings[J]. Plant Disease, 1992, 76(9): 954 - 958.
- [16] Liu L X, Hsiang T, Carey K, et al. Microbial populations and suppression of dollar spot disease in creeping bentgrass with inorganic and organic amendments[J]. Plant Disease, 1995, 79(2): 144 - 147.
- [17] Davis J G, Dernoeden P H. Dollar Spot severity, tissue nitrogen, and soil microbial activity in bentgrass as influenced by nitrogen source[J]. Crop Sci, 2002, 42(2): 480 - 488.
- [18] Boulter J I, Boland G J, Trevors J T. Evaluation of composts for suppression of dollar spot (*Sclerotinia homoeocarpa*) of turfgrass[J]. Plant Disease, 2002, 86(4): 405 - 410.
- [19] Walsh B K. Epidemiology and disease forecasting system for dollar spot caused by *Sclerotinia homoeocarpa* FT Bennett[D]. Guelph: University of Guelph, 2000.
- [20] Ellram A, Horgan B, Hulke B. Mowing strategies and dew removal to minimize dollar spot on creeping bentgrass[J]. Crop Science, 2007, 47(5): 2129.

- [21] Williams D W, Powell A J, Vincelli P, et al. Dollar spot on bentgrass influenced by displacement of leaf surface moisture, nitrogen, and clipping removal[J]. *Crop Sci*, 1996, 36(5): 1304 - 1309.
- [22] McDonald S J, Dernoeden P H, Bigelow C A. Dollar spot and gray leaf spot severity as influenced by irrigation, chlorothalonil, paclobutrazol, and a wetting agent[J]. *Crop Sci*, 2005, 46: 2675 - 2684.
- [23] 曾赞安, 曾光辉. 香港有机高尔夫球场的草坪管理研究实施[J]. *昆虫天敌*, 2006, 28: 18 - 25.
- [24] Latin R. Residual efficacy of fungicides for control of dollar spot on creeping bentgrass[J]. *Plant Disease*, 2006, 90(5): 571 - 575.
- [25] Martin B. A new strobilurin fungicide for turfgrass disease control[EB/OL]. <http://www.gcsaa.org/gcm/2003/jan03/PDFs/01Strobilurin.pdf>, 2003.
- [26] Detweiler A R, Vargas J M Jr, Danneberger T K. Resistance of *Sclerotinia homoeocarpa* to iprodione and benomyl[J]. *Plant Disease*, 1983, 67(6): 627 - 630.
- [27] Warren C G, Sanders P, Cole H. *Sclerotinia homoeocarpa* tolerance to benzimidazole configuration fungicides[J]. *Phytopathology*, 1974, 64: 1139 - 1142.
- [28] Bishop P, Sorochan J, Ownley B H, et al. Resistance of *Sclerotinia homoeocarpa* to iprodione, propiconazole, and thiophanate-methyl in Tennessee and Northern Mississippi[J]. *Crop Sci*, 2008, 48(4): 1615 - 1620.
- [29] Hsiang T, Liao A, Benedetto D. Sensitivity of *Sclerotinia homoeocarpa* to demethylation-inhibiting fungicides in Ontario, Canada, after a decade of use[J]. *Plant Pathology*, 2007, 56(3): 500 - 507.
- [30] Miller G L, Stevenson K L, Burpee L L. Sensitivity of *Sclerotinia homoeocarpa* isolates to propiconazole and impact on control of dollar spot[J]. *Plant Disease*, 2002, 86(11): 1240 - 1246.
- [31] Golembiewski R C, Vargas J M Jr, Jones A L, et al. Detection of demethylation inhibitor(DMI) resistance in *Sclerotinia homoeocarpa* populations[J]. *Plant Disease*, 1995, 79(5): 491 - 493.
- [32] Jo Y K, Niver A L, Rimelspach J W, et al. Fungicide sensitivity of *Sclerotinia homoeocarpa* from golf courses in Ohio[J]. *Plant Disease*, 2006, 90(6): 807 - 813.
- [33] Burpee L L. Control of dollar spot and creeping bentgrass caused by an isolate of *Sclerotinia homoeocarpa* resistant to benzimidazole and demethylation-inhibitor fungicides[J]. *Plant Disease*, 1997, 81(11): 1259 - 1263.
- [34] Fidanza M A, Wetzellii H C, Agnew M L, et al. Evaluation of fungicide and plant growth regulator tank-mix programmes on dollar spot severity of creeping bentgrass[J]. *Crop Protection*, 2006, 25(9): 1032 - 1038.
- [35] Couch H B. Strategies for preventing and managing fungicide resistance[J]. *Golf Course Manage*, 2003, 71(5): 111 - 115.
- [36] Goodman D M, Burpee L L. Biological control of dollar spot disease of creeping bentgrass[J]. *Phytopathology*, 1991, 81(11): 1438 - 1446.
- [37] Powell J F, Vargas J M Jr, Nair M G, et al. Management of dollar spot on creeping bentgrass with metabolites of *Pseudomonas aureofaciens* (TX-1)[J]. *Plant Disease*, 2000, 84(1): 19 - 24.
- [38] Lo C T, Nelson E B, Harman G E. Improved biocontrol efficacy of trichoderma harzianum 1295 - 22 for foliar phases of turf diseases by use of spray applications[J]. *Plant Disease*, 1997, 81(10): 1132 - 1138.
- [39] Zhou T, Boland G J. Hypovirulence and double-stranded RNA in *Sclerotinia homoeocarpa*[J]. *Phytopathology*, 1997, 87(2): 147 - 153.
- [40] Zhou T, Boland G J. Suppression of dollar spot by hypovirulent isolates of *Sclerotinia homoeocarpa*[J]. *Phytopathology*, 1998, 88(8): 788 - 794.
- [41] Deng F, Xu R, Boland G J. Hypovirulence-associated double-stranded RNA from *Sclerotinia homoeocarpa* is conspecific with ophiostoma novo-ulmi mitovirus 3a-Ld[J]. *Phytopathology*, 2003, 93: 1407 - 1414.
- [42] Deng F, Boland G. Attenuation of virulence in *Sclerotinia homoeocarpa* during storage is associated with latent infection by ophiostoma mitovirus 3a[J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2006, 114(2): 127 - 137.
- [43] 李昆. 有机高尔夫——草坪管理的新概念[EB/OL]. http://news.china-flower.com/paper/papernewsinfo.asp?n_id=205880.

封面照片说明:

马铃薯甲虫 [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)] 是马铃薯毁灭性害虫, 原产于北美洲, 已传入欧洲、亚洲等地。1993 年入侵我国新疆伊犁州西部, 目前仍被限制在天山以北、木垒县以西的马铃薯种植区内。由于我国马铃薯种植区域广大, 大部分的种植区适宜马铃薯甲虫的定殖。因此, 在这些地区的检疫和预防工作至关重要, 封面的图片可用于种类的辨识。a: 成虫交配; b: 卵; c: 幼虫; d: 成虫。

虞国跃(北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 100097)