

甘蔗绵蚜为害损失研究

李文凤, 张荣跃, 黄应昆*, 尹炯, 单红丽,
王晓燕, 罗志明, 仓晓燕

(云南省农业科学院甘蔗研究所, 开远 661699)

摘要 甘蔗绵蚜 *Ceratovacuna lanigera* Zehntner 是现今广泛分布于我国各甘蔗种植区,严重影响甘蔗产量和品质的叶部害虫。为探明现有生产水平条件下甘蔗绵蚜对甘蔗实测产量及糖分的为害损失和对新植宿根出苗的影响情况,给甘蔗绵蚜的科学有效防控提供理论依据和翔实的实测数据。本研究于2014—2016年,选择主栽品种,同田设立为害区和未为害区,调查评估绵蚜为害对新植宿根出苗的影响,甘蔗成熟期分别收砍称量和测定分析甘蔗产量及糖分含量,并计算甘蔗实测产量及糖分损失。研究结果显示,甘蔗实测产量减少 2 503~4 123 kg/667 m²,平均 3 079 kg/667 m²;产量损失率为 28.5%~45.7%,平均 35.9%;出汁率减少 2.4%~4.13%,平均 3.01%;甘蔗糖分降低 5.48%~8.16%,平均 6.38%;蔗汁锤度降低 6.95~9.05°BX,平均 7.66°BX;蔗汁重力纯度降低 8.43%~19.97%,平均 12.35%;而蔗汁还原糖分则增加 1.01%~1.3%,平均 1.21%;新植出苗率降低 24.7%~27.3%,平均 26.0%;宿根出苗数减少 3 829~5 083 株/667 m²,平均 4 456 株/667 m²,相对出苗损失率为 57.6%~58.0%,平均 57.8%。可见,目前云南蔗区甘蔗绵蚜为害造成的甘蔗产量及糖分损失十分严重,甘蔗绵蚜为害已成为现阶段严重影响甘蔗产量和品质的主要挑战之一。研究结果对加强甘蔗绵蚜的科学有效防控和支持中国蔗糖产业的可持续发展具有重要意义。

关键词 甘蔗绵蚜; 发生为害; 甘蔗产量; 糖分; 损失评估

中图分类号: S 435.661 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.03.032

Sugarcane losses damaged by *Ceratovacuna lanigera* Zehntner

Li Wenfeng, Zhang Rongyue, Huang Yingkun, Yin Jiong, Shan Hongli,
Wang Xiaoyan, Luo Zhiming, Cang Xiaoyan

(Sugarcane Research Institute, Yunnan Provincial Academy of Agricultural Sciences, Kaiyuan 661699, China)

Abstract *Ceratovacuna lanigera* Zehntner is the main leaf pest of sugarcane, now widely distributed in planting areas and affecting both the yield and quality of sugarcane in China. The aim of this study was to assess the real cane yield and sugar yield losses, investigate the influence on emergence of newly planted cane and ratoon cane caused by *C. lanigera* under the current conditions for sugarcane production, and to provide detailed data that could contribute to developing a scientific and rationale plan for the effective control of the pest. Main sugarcane cultivars grown in the region were chosen for the study. The influence on emergence of newly planted cane and ratoon cane were surveyed in pesticide-treated and untreated areas during 2014—2016. The mature sugarcane was harvested and weighed to assess the cane yield. The quality and sucrose content were analyzed, and the real cane yield and sugar yield losses were calculated. The results indicated that cane production reduced by 2 503—4 123 kg/667m², 3 079 kg / 667m² on average; the yield loss rate was 28.5%—45.7%, 35.9% on average; the sugarcane juice yield decreased by 2.4%—4.13%, 3.01% on average; the sucrose content reduced by 5.48%—8.16%, 6.38% on average; sugarcane juice brix dropped by 6.95—9.05°BX, 7.66°BX on average; sugarcane juice gravity purity decreased by 8.43%—19.97%, 12.35% on average; the reducing sugar of sugarcane juice increased by 1.01%—1.3%, 1.21% on average; The emergence rate of the newly planted cane reduced by 24.7%—27.3%, 26.0% on average; emergence numbers of ratoon cane reduced by 3 829—5 083 plants/667m², 4 456 plants/667m² on average; The relative rate of emergence loss was 57.6%—58.0%, 57.8% on average. It was confirmed that currently the loss of sugarcane yields and

收稿日期: 2016-08-18 修订日期: 2016-08-28

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-20-2-2);云南省现代农业产业技术体系建设专项

* 通信作者 E-mail:huangyk64@163.com

sucrose content caused by *C. lanigera* was very serious in the cane-growing regions of Yunnan Province, and the damage of *C. lanigera* has become one of the main challenges to affect the sugarcane yield and quality at present.

Key words *Ceratovacuna lanigera*; occurrence and damage; sugarcane yield; sucrose content; loss evaluation

甘蔗绵蚜 *Ceratovacuna lanigera* Zehntner, 又称甘蔗粉角蚜, 属于半翅目 Hemiptera, 粉角蚜属 *Ceratovacuna* Zehntner, 是我国蔗区为害甘蔗的主要害虫, 广泛分布于各甘蔗种植区, 发生面积可达种植面积的 80% 以上^[1-3]。尤其近年来, 由于甘蔗实行秋植或冬植, 复杂的栽培制度使甘蔗绵蚜获得充足食料并转移为害, 加上连年炎热干旱少雨, 有利于其快速繁殖和种群发展, 导致其为害有逐年加重趋势。多数蔗区防治不及时不到位, 导致其为害成灾, 甘蔗减产减糖严重, 造成了巨大的经济损失^[1,4]。

甘蔗绵蚜以成蚜、若蚜在蔗叶背面中脉两侧群集吸食汁液, 使蔗叶枯黄凋萎, 同时虫体分泌蜜露黏附于叶片上导致煤烟病发生, 影响叶片光合作用, 甘蔗生长萎缩, 产量降低, 糖质下降; 甘蔗绵蚜为害的蔗种和宿根出苗率降低, 缺塘断垄, 减产更重^[1,4]。国内外对甘蔗绵蚜的生物学、生态学特性研究报道较多, 但有关甘蔗绵蚜对甘蔗产量及糖分的为害损失研究报道较少^[5-10]。本文通过对田间自然条件下甘蔗绵蚜为害对甘蔗实测产量及糖分损失进行评估研究, 进一步探明现有生产水平条件下甘蔗绵蚜对甘蔗实测产量及糖分的为害损失, 为建立甘蔗绵蚜的有效防治策略提供有价值的依据。

1 材料与方 法

1.1 甘蔗绵蚜为害对甘蔗实测产量和糖分的损失评估

2014 年和 2015 年, 选择目前种植面积占我国蔗区 60% 以上的甘蔗主栽品种‘新台糖 22 号’分别进行 2 年新植和 1 年宿根试验。试验地设在云南开远蔗区(东经 103°23', 北纬 23°7'), 属可灌田, 排灌方便, 地势平坦, 土质为黏壤土, pH 6.0, 有机质含量 2.05%。试验地常年种植甘蔗, 地块土质、肥力均较一致, 甘蔗绵蚜发生为害严重, 虫株率高达 100%。

试验设甘蔗绵蚜为害区和未为害区 2 个处理, 3 次重复, 共 6 个小区, 每小区设置 10 行, 行长 5 m, 行距 1 m, 小区面积 50 m²。每小区下种量 300 段双芽苗, 随机区组排列。甘蔗绵蚜未为害区采用 70% 噻虫嗪可分散粉剂 40 g/667 m², 于 6 月初甘蔗绵蚜迁飞入蔗地繁殖为害前, 结合甘蔗培土一次性施药防治甘蔗绵蚜。按 667 m² 用药量与施肥量混匀后均

匀撒施于蔗株基部并及时覆土。甘蔗绵蚜为害区不施药只施肥, 其他栽培管理措施按当地常规生产方法进行。

于 10 月甘蔗绵蚜发生高峰期, 分别调查记录各小区总株数和虫株数, 计算虫株率。

虫株率(%) = 虫株数/各小区总株数 × 100。

于次年 2 月甘蔗成熟期分别测定甘蔗绵蚜为害区和未为害区甘蔗株高、茎径、蔗汁锤度和有效茎数。每小区 3 点取样, 每点顺序测量 20 株甘蔗的株高、茎径、蔗茎锤度; 调查记录各小区总有效茎数, 计算 667 m² 有效茎; 并实测甘蔗绵蚜为害区和未为害区甘蔗产量(分别收砍称量各小区蔗茎产量), 计算相对产量损失率。

667 m² 有效茎(条) = 小区总有效茎数(条)/50(m²) × 667(m²)。

相对产量损失率(%) = (未为害区实测产量 - 为害区实测产量)/未为害区实测产量 × 100。

于甘蔗收获期分别测定甘蔗绵蚜为害区和未为害区甘蔗糖分。每小区随机选择 10 条蔗茎, 按中国甘蔗糖业标准化与质量检测中心制定的二次旋光法, 采用美国“Rudolph, Autopol 880 + J257”全自动糖度分析系统测定分析各样品出汁率(%)、甘蔗糖分(%)、重力纯度(%)、还原糖分(%)等品质指标, 按“损失量 = 未为害区 - 为害区”计算各指标的损失量。

1.2 甘蔗绵蚜为害蔗种对新植出苗率的影响评估

2015 年和 2016 年, 分别选择甘蔗绵蚜为害和未为害蔗种进行新植试验, 调查评估甘蔗绵蚜为害蔗种对新植出苗率的影响。试验设甘蔗绵蚜为害和未为害蔗种 2 个处理, 3 次重复, 共 6 个小区, 每小区设置 10 行, 行长 5 m, 行距 1 m, 小区面积 50 m², 每小区下种量 300 段双芽苗, 随机区组排列。其他栽培管理措施按当地常规生产方法进行。

齐苗后调查记录各小区出苗总数, 计算出苗率。

出苗率(%) = 小区出苗数/小区下芽量 × 100。

1.3 甘蔗绵蚜为害对宿根出苗率的影响评估

2014 年和 2015 年新植试验收砍后, 2015 年和 2016 年留养宿根进行宿根试验, 调查评估甘蔗绵蚜为害对宿根出苗率的影响。试验设甘蔗绵蚜为害区和未为害区 2 个处理, 3 次重复, 共 6 个小区, 每小区面积 50 m², 随机区组排列。其他栽培管理措施按当地常规生产方法进行。

齐苗后调查记录各小区出苗总数,计算 667 m² 出苗数和相对出苗损失率。

相对出苗损失率(%)=(未为害区出苗数-为害区出苗数)/未为害区出苗数×100。

2 结果与分析

2.1 甘蔗绵蚜为害对甘蔗农艺性状及蔗茎产量的影响

从图 1 和表 1 可以看出,云南蔗区甘蔗绵蚜发生为害严重,虫株率高达 100%;受害蔗株蔗叶枯黄

凋萎,虫体分泌露黏附于叶片上导致煤烟病,影响光合作用,甘蔗生长萎缩,株高、茎径、蔗汁锤度、有效茎都比未受害健康蔗株显著减少,甘蔗产量损失严重。其中株高减少 57.5~104.6 cm,平均 83.1 cm;茎径减少 0.53~0.79 cm,平均 0.64 cm;蔗汁锤度减少 8.1~11.4°BX,平均 9.5°BX;有效茎数减少 148~333 条/667 m²,平均 216 条/667 m²;甘蔗实测产量减少 2 503~4 123 kg/667 m²,平均 3 079 kg/667 m²;甘蔗实测产量相对损失率为 28.5%~45.7%,平均 35.9%。



图中红线表示为害与未为害的分界线。a: 田间为害状; b: 受害甘蔗生长萎缩; c: 受害后产量损失严重; d: 为害引起煤烟病; e: 受害蔗种出苗率低; f: 受害宿根萌芽率低

The red line in the figures indicated the dividing line between the damage and undamaged areas. a: Symptom of the damage in the field; b: Sugarcane growth atrophy caused by damage; c: Severe yield losses caused by damage; d: Sooty mold caused by damage; e: The low germination rate caused by damage; f: The low germination rate of ratoon cane caused by damage

图 1 甘蔗绵蚜为害症状

Fig. 1 Symptom of the damage caused by *Ceratovacuna lanigera*

表 1 甘蔗绵蚜为害对甘蔗农艺性状及蔗茎产量的影响¹⁾

Table 1 Effect of the damage caused by *Ceratovacuna lanigera* on the agronomic traits and sugarcane yield

年份 Year	植期 Plant period	处理 Treatment	虫株率/% The injured plant rate	株高/cm Plant height	茎径/cm Stem diameter	蔗汁锤度/°BX Brix	有效茎/条· (667m ²) ⁻¹ Number of effective stem	实测产量/kg· (667m ²) ⁻¹ Measured yield	相对产量 损失率/% Relative yield loss rate
2014	新植	未为害区	0.0	274.4 a	2.67 a	21.9 a	6 225 a	8 796 a	28.5
		为害区	100.0	216.9 b	2.06 b	12.9 b	6 077 b	6 293 b	
		损失量		57.5	0.61	9	148	2 503	

续表 1 Table 1(Continued)

年份 Year	植期 Plant period	处理 Treatment	虫株率/% The injured plant rate	株高/cm Plant height	茎径/cm Stem diameter	蔗汁锤度/°BX Brix	有效茎/条· (667m ²) ⁻¹ Number of effective stem	实测产量/kg· (667m ²) ⁻¹ Measured yield	相对产量 损失率/% Relative yield loss rate
2015	新植	未为害区	0.0	273.7 a	2.54 a	21.0 a	5 503 a	7 829 a	33.4
		为害区	100.0	186.6 b	2.01 b	12.9 b	5 336 b	5 218 b	
		损失量		87.1	0.53	8.1	167	2 611	
	宿根	未为害区	0.0	283.7 a	2.51 a	22.3 a	6 003 a	9 025 a	
		为害区	100.0	179.1 b	1.72 b	10.9 b	5 670 b	4 902 b	
		损失量		104.6	0.79	11.4	333	4 123	
平均损失量				83.1	0.64	9.5	216	3 079	35.9

1) 同列数据后不同字母表示方差分析在 0.05 水平差异显著。下同。

Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 甘蔗绵蚜为害对甘蔗品质的影响

甘蔗品质测定结果列于表 2。从表 2 可以看出,为害区受害蔗株的甘蔗出汁率、甘蔗糖分、蔗汁锤度、蔗汁重力纯度均显著低于未为害区健康蔗株,蔗汁还原糖分则显著高于健康蔗株。其中甘蔗出汁率减少 2.4%~4.13%,平均 3.01%;甘蔗糖

分降低 5.48%~8.16%,平均 6.38%;蔗汁锤度降低 6.95~9.05°BX,平均 7.66°BX;蔗汁重力纯度降低 8.43%~19.97%,平均 12.35%;而蔗汁还原糖分则增加 1.01%~1.3%,平均 1.21%。由此可见,甘蔗绵蚜发生为害严重影响甘蔗品质,导致出糖率降低。

表 2 甘蔗绵蚜发生为害对甘蔗品质的影响

Table 2 Effect of the damage by *Ceratovacuna lanigera* on sugarcane quality

年份 Year	植期 Plant period	处理 Treatment	甘蔗出汁率/% Juice yield	甘蔗糖分/% Sucrose content	蔗汁锤度/°BX Brix	蔗汁重力纯度/% Gravity purity	蔗汁还原糖分/% Reducing sugar
2014	新植	未为害区	71.04 a	16.42 a	22.44 a	87.18 a	0.3 b
		为害区	68.64 b	10.94 b	15.49 b	78.75 b	1.6 a
		损失量	2.40	5.48	6.95	8.43	-1.3
2015	新植	未为害区	70.65 a	16.05 a	21.91 a	86.18 a	0.27 b
		为害区	68.14 b	10.54 b	14.94 b	77.52 b	1.6 a
		损失量	2.51	5.51	6.97	8.66	-1.33
	宿根	未为害区	74.78 a	16.15 a	22.11 a	86.58 a	0.24 b
		为害区	70.65 b	7.99 b	13.06 b	66.61 b	1.25 a
		损失量	4.13	8.16	9.05	19.97	-1.01
平均损失量			3.01	6.38	7.66	12.35	-1.21

表 3 甘蔗绵蚜为害对新植和宿根出苗的影响

Table 3 Effect of the damage by *Ceratovacuna lanigera* on emergence of the newly planted cane and ratoon cane

年份 Year	处理 Treatment	新植 New-planting		宿根 Ratoon		
		小区出苗数/株 Emergence number in the plot	出苗率/% Emergence rate	小区出苗数/株 Emergence number in the plot	出苗数/株·(667m ²) ⁻¹ Emergence number	相对出苗损失率/% Relative emergence loss rate
2015	未为害区	416	69.3 a	498	6 644 a	57.6
	为害区	252	42.0 b	211	2 815 b	
	损失量	208	27.3	287	3 829	
2016	未为害区	403	67.2 a	657	8 765 a	58.0
	为害区	255	42.5 b	276	3 682 b	
	损失量	148	24.7	381	5 083	
平均损失量		178	26.0	334	4 456	57.8

2.3 甘蔗绵蚜为害对新植和宿根出苗率的影响

从图 1 和表 3 可以看出,甘蔗绵蚜为害严重影

响新植和宿根出苗,出苗率显著降低,造成缺塘断垄。其中,受害蔗茎作种苗新植出苗率降低 24.7%

~27.3%, 平均 26.0%; 为害严重田块宿根出苗数显著减少, 宿根出苗数减少 3 829~5 083 株/667 m², 平均 4 456 株/667 m², 相对出苗损失率为 57.6%~58.0%, 平均 57.8%。

3 结论与讨论

甘蔗绵蚜是甘蔗大生长期为害甘蔗最严重的叶部害虫, 广泛分布于我国各甘蔗种植区, 发生面积可达种植面积的 80% 以上。近年来, 甘蔗种植制度变化和全球气候变暖为甘蔗绵蚜提供了有利的越冬场所, 利于其迁飞繁殖和种群发展, 使其为害有逐年加重趋势。目前我国甘蔗生产常因甘蔗绵蚜防治不及时、不到位而受损严重, 给甘蔗产区造成巨大的经济损失^[1-4]。已有研究表明, 不同时期、不同种植方式和生产水平条件下, 甘蔗绵蚜发生动态对甘蔗生产的为害强度以及造成的产量及糖分损失是多变的^[11-15]。因此, 研究探明现有生产水平条件下甘蔗绵蚜对甘蔗实测产量及糖分的为害损失和对新植宿根出苗的影响, 可为甘蔗绵蚜的科学有效防控提供理论依据和详实的实测数据。

本研究在田间自然条件下, 同田设立为害区和未为害区。获得的甘蔗绵蚜为害甘蔗产量及糖分损失实测数据和新植宿根出苗率接近生产实际, 可客观地反映害虫田间为害的实际状况, 适用性强。研究结果显示, 当前云南蔗区甘蔗绵蚜为害造成的甘蔗产量及糖分损失相当严重, 新植宿根出苗率明显降低, 造成缺塘断垄。其中, 甘蔗实测产量平均减少 3 079 kg/667 m², 最多减少 4 123 kg/667 m², 甘蔗实测产量相对损失率平均为 35.9%, 最多 45.7%; 甘蔗糖分平均降低 6.38%、最多降低 8.16%; 蔗汁重力纯度平均降低 12.35%, 最多降低 19.97%; 新植出苗率平均降低 26.0%, 最多降低 27.3%; 宿根出苗数平均减少 4 456 株/667 m², 最多减少 5 083 株/667 m²; 相对出苗损失率平均为 57.8%, 最多 58.0%。Gupta 和 Goswami^[13] 评估指出绵蚜为害致甘蔗产量减少 16.6%; 在印度马哈拉施特拉邦, 绵蚜为害致甘蔗产量减少 7%~39%, 糖分回收率下降 1.2~3.43 百分点^[14]; 印度卡纳塔克邦甘蔗绵蚜造成的损失可达甘蔗产量的 26% 和含糖量的 24%^[15]。由此可见, 目前云南蔗区甘蔗绵蚜为害造

成的甘蔗产量及糖分损失十分严重, 甘蔗绵蚜为害已成为现阶段严重影响甘蔗高产、稳产、优质的一个主要挑战。因此, 切实加强甘蔗绵蚜的科学有效防控, 减少为害损失, 对确保甘蔗生产安全和蔗糖产业可持续发展具有重要意义。

7 月—10 月既是甘蔗伸长大拔节奠定产量关键时期, 也是甘蔗绵蚜发生为害高峰期。甘蔗绵蚜在蔗田的发生消长可分为以下几个阶段: 6 月—7 月有翅蚜虫迁飞入蔗田形成中心虫株, 成为当年绵蚜发生基点; 7 月—8 月迅速扩散到全田, 9 月—10 月猖獗为害, 严重影响甘蔗生长, 导致甘蔗减产减糖^[1-3]。可见, 甘蔗大生长期是甘蔗绵蚜大发生为害造成甘蔗产量及糖分损失的关键时期, 应根据其虫情特点, 于 2 月—6 月甘蔗绵蚜迁飞入蔗田繁殖为害前, 采用 70% 噻虫嗪可分散剂 40 g/667 m², 结合甘蔗种植管理一次性施药防治, 按 667 m² 用药量与施肥量混合均匀后, 均匀撒施于蔗沟、蔗蔸或蔗株基部并及时覆土, 可有效控制甘蔗绵蚜为害, 确保甘蔗安全生长。

参考文献

- [1] 黄应昆, 李文凤. 现代甘蔗病虫害原色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [2] 安玉兴, 管楚雄. 甘蔗病虫及防治图谱[M]. 广州: 暨南大学出版社, 2009.
- [3] 李文凤, 黄应昆. 云南甘蔗害虫天敌及其自然控制作用[J]. 昆虫天敌, 2004, 26(4): 156-162.
- [4] 李文凤, 单红丽, 黄应昆, 等. 云南甘蔗主要病虫害发生动态与防控对策[J]. 中国糖料, 2013(1): 59-62.
- [5] 陈庭俊. 甘蔗蚜虫的发生和综合防治技术[J]. 甘蔗, 1999, 6(1): 36-38.
- [6] 冯奕玺. 甘蔗绵蚜的发生及防治技术[J]. 植保技术与推广, 1998, 18(1): 24-25.
- [7] Subartawan A. Population fluctuation of woolly aphid (*Ceratorvacuna lanigera* Zehntner) (Homoptera: Aphididae) in Takalar Sugar Mill [J]. Majalah Penelitian Gula, 1996, 32: 1-2.
- [8] Saputro S E, Trijantro B, Harhap R M. Fogging with a mixture of basudin 60 EC and Sunshine to control *Ceratorvacuna lanigera* Zehntner in the camming sugar manufacturing region [J]. Berita Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indones, 1995 (12): 23.
- [9] Kumarasinghe N C, Basnayake B R S B. Influence of monsoonal weather on sudden establishment of the sugarcane woolly aphid in Sri Lanka [J]. Sugar Tech, 2009, 11(3): 267-273.

- glomerata* on *Coriandrum sativum* L. [J]. Communications in Agricultural & Applied Biological Sciences, 2013, 78(3): 617-620.
- [11] Lahoz E, Caiazzo R, Fanigliulo, A, et al. *Phoma glomerata* as causal agent of crown rot disease of fennel in southern Italy [J]. Communications in Agricultural & Applied Biological Sciences, 2007, 72(72): 875-878.
- [12] Dhanju A S, Chohan J S. A note on *Phoma glomerata*-in relation to bud-blight affected plants of groundnut (India)[J]. Indian Phytopathology, 1975, 27(4): 665-666.
- [13] Thomidis T, Michailides T J, Exadaktylou E. *Phoma glomerata* (Corda) Wollenw. & Hochapfel a new threat causing cankers on shoots of peach trees in Greece [J]. European Journal of Plant Pathology, 2011, 131(2): 171-178.
- [14] Wang X, Wang J, Gao J, et al. First report of leaf spot disease on *Schisandra chinensis* caused by *Phoma glomerata* in China [J]. Plant Disease, 2012, 96(2): 289.
- [15] Zhao D, Kang Y B. First report of branch blight of tree peony caused by *Phoma glomerata* in China [J]. Plant Disease, 2013, 97(8): 1114.
- [16] 吴翠萍, 李彬, 粟寒, 等. 进境美国苜蓿草中苜蓿黄萎病菌的检疫鉴定[J]. 植物检疫, 2011, 25(1): 42-46.
- [17] White T J, Bruns T, Lee S, et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal rna genes for phylogenetics [M]//Innis M A, Gelfand D H, Sninsky J J, et al. PCR protocols—a guide to methods and applications, 1990: 315-322.
- [18] Vilgalys R, Hester M. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species [J]. Journal of Bacteriology, 1990, 172: 4238-4246.
- [19] Carbone I, Kohn L M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes [J]. Mycologia, 1999, 91(3): 553-556.
- [20] de Gruyter J D, Aveskamp M M, Woudenberg, J H C, et al. Molecular phylogeny of *Phoma* and allied anamorph genera: towards a reclassification of the *Phoma* complex [J]. Mycological Research, 2009, 113(4): 508-519.
- [21] Stamatakis A, Alachiotis N. Time and memory efficient likelihood-based tree searched on phylogenomic alignments with missing data [J]. Bioinformatics, 2010, 26: 132-139.
- [22] Corda A K J. Icones fungorum hucusque cognitorum. Volume 4 [M]. Prague: Apud J G Calve, 1840.
- [23] Wollenweber H W; Hochapfel H. Beiträge zur Kenntnis parasitärer und saprophytischer Pilze I. *Phomopsis*, *Dendrophoma*, *Phoma* und *Ascochyta* und ihre Beziehung zur Fruchtfäule [J]. Zeitschrift für Parasitenkunde, 1936, 8: 561-605.
- [24] Chen Q, Jiang J R, Zhang G Z, et al. Resolving the *Phoma* enigma [J]. Studies in Mycology, 2015, 82: 137-217.
- [25] 段维军, 顾建锋, 张慧丽, 等. 进境意大利苹果苗上葡萄茎枯病菌的截获鉴定[J]. 植物病理学报, 2014, 44(5): 542-545.
- [26] 孙娟, 陈舜胜, 于子翔, 等. 美国进境大豆葡萄茎枯病菌的检疫鉴定[J]. 植物检疫, 2014, 28(1): 48-52.
- (责任编辑: 杨明丽)
-
- (上接 191 页)
- [10] Arakaki N. Seasonal occurrence of the sugar cane woolly aphid, *Ceratovacuna lanigera* (Homoptera: Aphididae), and its predators in sugar cane fields of Okinawa Island [J]. Applied Entomology and Zoology, 1992, 27(1):99-105.
- [11] Padul M V, Chitalkar G B, Chavan S T, et al. *Ceratovacuna lanigera* (Zehnt) induces biochemical changes in sugarcane [J]. International Journal of Agricultural Research, 2008, 3(5):365-370.
- [12] Mukunthan N, Srikanth J, Singaravelu B, et al. Assessment of woolly aphid impact on growth, yield and quality parameters of sugarcane [J]. Sugar Tech, 2008, 10(2):143-149.
- [13] Gupta M K, Goswami P K. Incidence of sugarcane woolly aphid and its effect on yield attributes and juice quality [J]. Indian Sugar, 1995, 44: 883-885.
- [14] Patil R K, Ramegowda G K, Mulimani V, et al. A note on the dispersal of sugarcane woolly aphid, *Ceratovacuna lanigera* Zehntner [J]. Insect Environment, 2004, 10(2): 83-84.
- [15] Tatagar M H, MohanKumar H D. Survey of sugarcane woolly aphid (*Ceratovacuna lanigera* Zehntner) all along the Tungabhadra river belts in Haveri district, Karnataka [J]. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 2010, 23(1): 128-129.
- (责任编辑: 杨明丽)