

鲜食玉米南方锈病发生动态及药剂防控

田耀加, 赵守光, 张 晶, 黄亮华, 王秋燕, 陈红弟

(广州市农业科学研究院特用玉米研究所, 广州 510308)

摘要 田间条件下采用目测法调查了由多堆柄锈菌(*Puccinia polysora* Underw.)引起的南方锈病在广州鲜食玉米产区的发生动态,并测试了锈病对鲜食玉米产量的影响及几种药剂对南方锈病的防治效果。结果表明,南方锈病在鲜食玉米生产期间持续危害,7月份和11月份发生最严重,发病率近100%。锈病危害直接造成鲜食玉米果穗净重降低,重度危害(危害严重度>50%)比轻度危害(危害严重度<30%)折合每667 m²产量减少47.6 kg。化学药剂对南方锈病具有抑制作用,其中125 g/L 氟环唑 SC 和250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 的防治效果最好,处理后锈病危害严重度比对照分别降低63.04%和57.21%,可挽回产量损失8%以上。

关键词 鲜食玉米; 南方锈病; 发生动态; 危害; 药剂防治

中图分类号: S 432 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.06.032

Occurrence dynamics and chemical control of southern rust on fresh corn

Tian Yaojia, Zhao Shouguang, Zhang Jing, Huang Lianghua, Wang Qiuyan, Chen Hongdi

(Institute of Special Maize, Guangzhou Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510308, China)

Abstract The occurrence dynamics of southern rust (*Puccinia polysora* Underw.) was investigated with the method of visual observation under field condition at producing area of fresh corn in Guangzhou. The damage of rust against corn yield and the control effect of several fungicides were also tested. Results showed that the rust damages fresh corn during the whole growing period of corns all the year round, and the most serious period appeared in July and November with disease incidence of nearly 100%. The net weight of corn ear reduced with the damage of southern rust. Thus, the yield of fresh corn decreased by 47.6 kg per 667 m² when the disease severity was higher than 50%. 125 g/L epoxiconazole SC and 250 g/L pyraclostrobin EC both had the good control effect, and the disease severity was decreased by 63.04% and 57.21% respectively compared with the control, and reduced the yield loss by more than 8%.

Key words fresh corn; southern rust; occurrence dynamics; damage; chemical control

由多堆柄锈菌(*Puccinia polysora* Underw.)引起的南方锈病是玉米锈病的一个类型,属于气传病害,具有暴发性强、蔓延快的特点。该病在中国最早于20世纪70年代在台湾和海南被发现,90年代以后陆续在其他地区发生危害^[1-2],现已在我国多个玉米产区上升为主要病害。在玉米产区,南方锈病多发生于玉米生长后期,一旦发生,危害重且难以控制。据报道,近年来广西、云南、广东、浙江、湖北、河南、河北等地的玉米均遭受南方锈病危害,导致不同程度减产^[3-8]。然而,南方锈病防控相关的研究工作却相对滞后。

广东乃至华南地区是我国鲜食玉米主要产区,在国内外鲜食玉米产业中地位突出。受亚热带气候影响,该区域也是南方锈病适宜发生区,其每年可持续发生8~9个月。因此,加快对南方锈病发生危害与防治研究,对于科学制定病害综合防控方案、保障鲜食玉米产业发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 鲜食玉米南方锈病田间发生动态调查

调查地点位于广东省广州市花都区花东镇鲜食玉米产区,该地区近年来南方锈病发生严重。田间

调查始于3月,部分田块鲜食玉米已处于苗期至拔节期,调查结束于11月底,此时大部分鲜食玉米已完成最后的鲜穗采摘。以珠湖村及邻近村6个鲜食玉米生产田块为监测点,田块平均面积6 667 m²以上。每个田块5点取样,每点调查10株以上。目测法记录每株玉米发病叶片面积约占总叶片面积的百分比(危害严重度),以发病率及危害严重度评价南方锈病的发生动态。病害监测期间鲜食玉米播期不一致,不同生育时期有交错重叠,处于5叶期之前的玉米不作为调查对象。6月之前锈病发病较轻,每月1次,以后发病重且快,则每月调查2~3次。

1.2 南方锈病危害动态分析及药剂防治效果测定

1.2.1 田间布局及药剂防治处理

试验在广州市农业科学研究院花都试验基地开展,供试鲜食玉米为‘广甜7号’,为广州市农业科学研究院自主选育品种,对锈病敏感。起畦种植,畦长约3.6 m,宽1.5 m,每畦种植玉米2行,平均种植密度约为3 500株/667 m²。每处理小区种植3畦6行,小区之间种植2畦作为隔离区。田间玉米按常规管理,大喇叭口期前统一防治玉米螟,其他时期不用药(试验药剂除外)。试验于锈病初发期(玉米抽雄前期,10月21日)开始对每个小区进行药剂防治,所有药剂(表1)稀释1 000倍使用,间隔7 d用药1次,连续用药3次。设喷施清水为对照(CK),每处理重复3次。

表1 南方锈病防治供试化学药剂

编号 Code	药剂名称 Fungicide	生产厂家 Manufacturer
Tr1	250 g/L 吡唑醚菌酯乳油	巴斯夫公司
	250 g/L Pyraclostrobin EC	
Tr2	125 g/L 氟环唑悬浮剂	巴斯夫公司
	125 g/L Epoxiconazole SC	
Tr3	50%啉酰菌胺水分散粒剂	巴斯夫公司
	50% Boscalid WG	
Tr4	75%百菌清可湿性粉剂	广州农药厂从化市分厂
	75% Chlorothalonil WP	
Tr5	50%硫黄·三唑酮悬浮剂	江门市大光明 农化有限公司
	50% Sulfur · triadimefon SC	

1.2.2 南方锈病危害对鲜食玉米产量的影响

于玉米鲜穗采收前,在不同处理小区内分别标记轻度危害(病害严重度≤30%)、中度危害(30%<病害严重度≤50%)及重度危害(病害严重度>50%)的玉米植株,果穗采收后于室内去除苞叶测

量单穗净重,不同危害严重度果穗均测量30个以上,以单穗净重考察南方锈病对鲜食玉米产量的影响。

1.2.3 药剂处理对南方锈病的防治效果测定

于喷药前后连续调查锈病发病情况,直至玉米鲜穗采收为止。每处理小区取中间2行连续调查20株,目测法记录每株玉米发病叶片面积占植株总叶片面积的百分比(病害严重度),计算不同药剂处理对锈病的防治效果。并于鲜穗采收期,分别对每处理小区中间4行进行取样测产,以单穗鲜重评价不同药剂处理对鲜食玉米群体产量的影响。

1.3 数据处理

利用SPSS软件对采集数据进行差异性统计分析。南方锈病发病率及试验药剂对锈病防效的计算公式如下。

发病率(%)=(发病植株数/调查总植株数)×100;

防效(%)=[(对照区病害严重度-处理区病害严重度)/对照区病害严重度]×100。

2 结果与分析

2.1 鲜食玉米南方锈病田间发生动态

田间自然条件下南方锈病在鲜食玉米生产区年度发生动态如图1所示。南方锈病在全年鲜食玉米生产期间呈现持续上升危害趋势,田间发病具有2个高峰期,分别出现于7月和11月。秋季种植的玉米(8月以后)较春季种植的玉米(7月之前)受害更为严重,前者平均发病率和危害严重度分别为76%和30%,而后者分别为40%和13%。

南方锈病自4月中旬开始零星发生,以较低的危害水平持续至5月中旬。此后病害开始快速扩散,在田间大范围发生,6月中旬植株发病率为33%(6月17日),但病害严重度低于10%。7月南方锈病的危害达到第一个高峰,7月中旬发病率上升至76%(7月12日),下旬发病率近100%,病害严重度也达50%(7月26日)。此后发病率和危害严重度均有所下降,9月11日调查时发病率和病害严重度为最低点,分别为55%和10%。9月下旬始锈病危害又逐渐上升,至10月14日田间平均发病率和病害严重度分别为73.67%和29.31%,11月下旬两者分别达到近100%和56%(11月25日)。

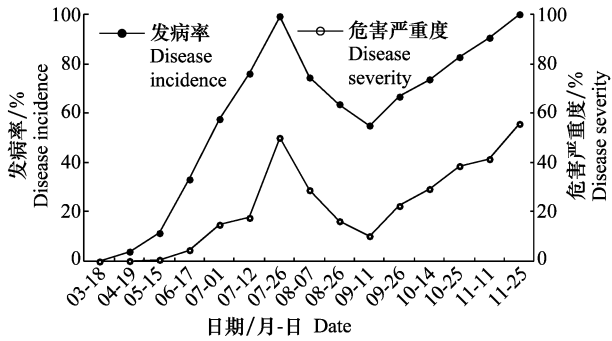


图 1 鲜食玉米南方锈病田间发生动态

Fig. 1 Occurrence dynamics of southern rust in fresh corn filed

2.2 南方锈病危害对鲜食玉米产量的影响

通过药剂防控并在收获期分别标记不同病害严重度的玉米植株,测定南方锈病危害对鲜穗产量的影响,结果如图 2 所示。随南方锈病危害严重度的升高,鲜穗产量呈下降趋势,单穗净重在轻度危害(病害严重度 $\leq 30\%$)、中度危害($30\% < \text{病害严重度} \leq 50\%$)和重度危害(病害严重度 $> 50\%$)之间具有显著差异($F=6.98, P<0.01$)。受南方锈病轻度危害植株的单穗净重平均为 233.7 g,而重度危害的产量显著降低,单穗净重平均为 220.1 g,减少约 5.8%。

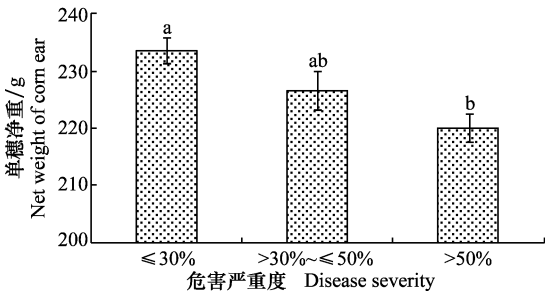


图 2 南方锈病危害对鲜食玉米产量的影响

Fig. 2 Influence on the yield of fresh corn by southern rust damage

2.3 药剂对南方锈病的防治效果

5 种药剂对南方锈病的防治效果如图 3、表 2 所示。结果表明,5 种药剂均能有效降低锈病的发生,处理区植株南方锈病严重度显著低于对照。至鲜穗收获期(11 月 25 日),药剂处理的平均病害严重度为 34.37%,而对照为 65.83%,平均防治效果达 48%。不同药剂对锈病的抑制效果具有明显差异,其中 125 g/L 氟环唑 SC 和 250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 的防效最佳,处理后病害严重度分别为 24.33%和

28.17%,与对照相比,对南方锈病的防效分别达 63.04%和 57.21%;其次为 50%啶酰菌胺 WG,处理后病害严重度为 36.67%。75%百菌清 WP 和 50%硫黄·三唑酮 SC 处理后病害严重度分别为 37.83%和 44.83%,防治效果明显低于 125 g/L 氟环唑 SC 和 250 g/L 吡唑醚菌酯 EC。

药剂处理在一定程度上降低了南方锈病造成的鲜食玉米产量损失。收获期取样测产(表 2)表明,对照区单穗鲜重为 278.4 g,而药剂处理的平均单穗鲜重为 295.8 g。与对照相比,250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 和 125 g/L 氟环唑 SC 处理的单穗鲜重显著提高,分别为 305.2 g 和 301.6 g,折合每 667 m² 产量增加 1 068.19 kg 和 1 055.56 kg,分别增产 9.63%和 8.33%。其他 3 种药剂处理的鲜食玉米产量也较对照有所提高,但未达到显著水平。

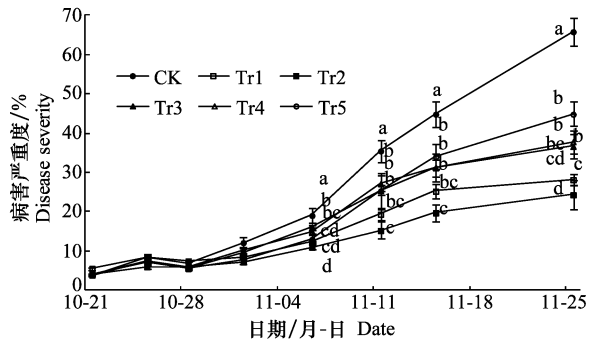


图 3 药剂处理对南方锈病的控制作用

Fig. 3 Control effect of fungicides treatment against southern rust

3 讨论与结论

南方锈病是由多堆柄锈菌(*Puccinia polysora* Underw.)引起的气传病害,在适宜的环境条件下,病原菌以夏孢子传播,发生蔓延快而广。由于气温和病原菌数量的影响,玉米不同生育时期受锈病危害的程度有所不同。有研究表明,玉米苗期至乳熟期接种南方锈病夏孢子悬浮液,均会引发锈病^[9-10]。而在实际生产中,由于田间病原菌的不断积累及反复再侵染,玉米生长后期南方锈病的危害程度往往要高于生长前期^[11]。广州地处亚热带,高温高湿气候为南方锈病的发生危害提供了良好的基础。调查

结果显示,南方锈病病菌自4月起在鲜食玉米上引发锈病,并一直持续到生长期结束。一方面,由于侵染源的限制且气温较低,春季种植的玉米在前期锈病发生范围小,危害较轻。但6月以后,田间玉米处于生长中后期,多数锈病病斑破裂散出大量的夏孢子,引起病害快速传播,植株发病率迅速升高,并直至秋播玉米采收结束。另一方面,在不同

田块甚至同一田块,鲜食玉米播期存在着较大的交叉重叠,其中以8月最为明显,一部分田块玉米处于苗期,病害尚未表现出来。加之花都区8、9月平均最高温度达31℃以上,持续高温抑制了病原孢子的再侵染,从而降低了危害严重度的平均水平,致使8、9月病害危害呈下降趋势,并在后期又形成一个危害高峰。

表2 不同药剂处理对锈病的防效以及鲜食玉米产量分析
Table 2 Control efficacy of different fungicides against southern rust and yield of fresh corn

处理 Treatment	严重度/% Disease severity	防效/% Control efficacy	单穗鲜重/g Fresh weight per ear	折合亩产/kg Yield per 667 m ²	比对照增产/% Increasing percentage
清水 Water	(65.83±3.44)a	—	(278.4±0.70)b	974.36	—
250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 250 g/L Pyraclostrobin EC	(28.17±1.36)cd	57.21	(305.2±0.56)a	1 068.19	9.63
125 g/L 氟环唑 SC 125 g/L Epoxiconazole SC	(24.33±3.58)d	63.04	(301.6±0.16)a	1 055.56	8.33
50%啶酰菌胺 WG 50% Boscalid WG	(36.67±3.03)bc	44.30	(294.9±0.73)ab	1 031.99	5.92
75%百菌清 WP 75% Chlorothalonil WP	(37.83±2.89)b	42.53	(287.1±0.70)ab	1 004.72	3.12
50%硫黄·三唑酮 SC 50% Sulfur·triadimefon SC	(44.83±3.09)b	31.90	(290.3±0.73)ab	1 016.06	4.28

玉米植株感染南方锈病病菌后,玉米叶片布满病斑,严重时覆盖一层赤红色锈粉,从而阻碍植株光合作用,影响玉米果穗籽粒的灌浆与发育,造成产量减少。据报道,2014年湖北武汉秋玉米南方锈病造成一般地块减产达60%~70%,严重地块绝收^[12-13]。本文研究结果表明,南方锈病不同危害水平可不同程度地影响鲜食玉米果穗产量,当危害严重度超过50%时,单穗平均净重相比危害严重度小于30%的果穗下降约5.8%。依常规生产而言,鲜食玉米一般种植密度为3 500株/667 m²,以此折算则南方锈病重度危害比轻度危害的鲜食玉米田每667 m²产量将下降约47.6 kg。

研究数据表明,南方锈病能引起明显的经济损失,需要采取及时而有效的防控措施。化学药剂在一定程度上可抑制南方锈病的发展,一些新近开发的甲氧基丙烯酸酯类、三唑类杀菌剂表现出较好的防效,如32.5%苯甲·醚菌酯悬浮剂、25%醚菌酯悬浮剂等^[14]。本文研究得到类似的结果,甲氧基丙烯酸酯类的吡唑醚菌酯和三唑类的氟环唑对南方锈病防控效果最佳,防效达57%以上,可挽回产量损失8%以上。这两种药剂可作为防控南方锈病的有效药剂,但其防治适期和最佳防治浓度还有待进一步研究。

鲜食玉米是以乳熟期鲜嫩果穗为果菜兼用产品,在广东地区广泛种植,仅甜玉米即有近20万hm²,占全国约50%。南方锈病已在广东鲜食玉米产区区域性流行暴发危害,需引起关注。在化学防控的基

础上,应选育、推广抗病品种,利用鲜食玉米自身的抗逆性,防止南方锈病大范围快速蔓延。在玉米对锈病的抗性评价中,抗性品种的危害严重度一般为25%以下,而感病品种为50%以上。本文锈病危害测定结果显示,重度危害(病害严重度>50%)的鲜食玉米比轻度危害(病害严重度≤30%)的果穗净重下降约5.8%,换言之,推广抗性品种相比感病品种可挽回5.8%的产量损失。

国内外在玉米抗锈病研究方面均开展了较多工作,对一些玉米材料进行了系统的抗南方锈病评价与利用^[15-18]。迄今已有多个抗南方锈病基因(抗性位点)被发现并定位在不同的染色体上,其中包含有显性单基因^[19-24]。然而,现有的研究主要集中于普通玉米,以鲜食玉米为材料的抗性研究鲜见报道。因此,亟待在普通玉米研究的基础上,借鉴其研究成果,加快鲜食玉米抗锈病选育与推广。

参考文献

[1] 刘章雄,王守才. 玉米锈病研究进展[J]. 玉米科学, 2003, 11(4): 76-79.
[2] 田耀加,赵守光,张晶,等. 中国玉米锈病研究进展[J]. 中国农学通报, 2014, 30(4): 226-231.
[3] 胡务义,唐有全,阮义理,等. 淳安县玉米南方型锈病危害逐年严重[J]. 植物保护, 1999, 25(6): 50.
[4] 刘玉瑛,石洁,王庆雷. 1998年河北省发生南方型玉米锈病[J]. 植物保护, 1999, 25(3): 53.

- [3] Chaudhry M Q. A review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insects [J]. Pesticide Science, 1997, 49(3): 213–228.
- [4] Horn F P, Sullivan J. Current practice in fresh fruit fumigation with phosphine in Chile [C] // Proceedings of 2005 Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. 31 October–3 November 2005, San Diego, CA.
- [5] Liu Yongbiao. Low temperature phosphine fumigation for postharvest control of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on lettuce, broccoli, asparagus, and strawberry [J]. Journal of Economic Entomology, 2008, 101(6): 1786–1791.
- [6] 张凡华, 刘涛, 李丽, 等. 低温条件下磷化氢熏蒸对玫瑰采后品质的影响[J]. 植物检疫, 2011(6): 1–4.
- [7] Liu Bo, Zhang Fanhua, Wang Yuejin. Toxicity of phosphine to *Carposina niponensis* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) at low temperature [J]. Journal of Economic Entomology, 2010, 103(6): 1988–1993.
- [8] 张凡华, 刘波, 王跃进. 低温条件下磷化氢熏蒸对不同水果品质的影响[J]. 食品科技, 2010(5): 48–50.
- [9] Abbott W S. A method of computing the effectiveness of an insecticide [J]. Journal of Economic Entomology, 1925, 18: 265–267.
- [10] Robertson J R, Preisler H K, Russell R M. Polo Plus: Probit and Logit analysis user's guide [M]. LeOra Software, Petaluma, CA, USA. 2002.
- [11] Bond E J. Manual of fumigation for insect control [M]. FAO Plant Production and Protection Paper 54. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 1984.
- [12] Winks R G, Waterford C J. The relationship between concentration and time in the toxicity of phosphine to adults of a resistant strain of *Tribolium castaneum* (Herbst) [J]. Journal of Stored Products Research, 1986, 22: 85–92.
- [13] 张凡华, 王跃进, 刘涛, 等. 磷化氢熏蒸对西花蓟马的毒力作用研究[J]. 植物检疫, 2013(2): 49–52.
- [14] Bell C H. The efficiency of phosphine against diapausing larvae of *Ephestia elutella* (Lepidoptera) over a wide range of concentrations and exposure times [J]. Journal of Stored Products Research, 1979, 15(2): 53–68.
- [15] Winks R G. The toxicity of phosphine to adults of *Tribolium castaneum* (Herbst): Time as a dosage factor [J]. Journal of Stored Products Research, 1984, 20(1): 45–56.
- [16] Rajendran S. Responses of phosphine-resistant strains of two stored-product insect pests to changing concentrations of phosphine [J]. Pesticide Science, 1994, 40(3): 183–186.
- [17] Karunatatne C, Moore G A, Jones R, et al. Phosphine and its effect on some common insects in cut flowers [J]. Postharvest Biology and Technology, 1997, 10(3): 255–262.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 180 页)

- [5] 黄惠玲, 梁海孙. 2000 年天等县玉米锈病暴发[J]. 广西植保, 2001, 14(4): 28.
- [6] 吕印谱, 宋宝安, 李传礼, 等. 河南省 2004 年夏玉米锈病发生原因及防治对策[J]. 中国植保导刊, 2005, 25(11): 15–17.
- [7] 刘骏, 马青, 于凯, 等. 我国玉米南方锈病发生区域和玉米品种田间抗性的研究[J]. 作物杂志, 2009(3): 71–75.
- [8] 付家锋, 柳家友, 吴伟华, 等. 漯河市玉米南方锈病的发生与综合防治[J]. 农业科技通讯, 2013(4): 134–135.
- [9] 阮义理, 胡务义, 何万娥. 玉米多堆柄锈菌的生物学特性[J]. 玉米科学, 2001, 9(3): 82–85.
- [10] 郑明祥, 胡务义, 阮义理, 等. 玉米南方型锈病夏孢子的侵染时期[J]. 植物保护学报, 2004, 31(4): 439–440.
- [11] 田耀加, 赵守光, 张晶, 等. 广州地区鲜食玉米锈病发生动态[J]. 生态学杂志, 2013, 32(11): 3010–3014.
- [12] 汤少云, 徐曾炯, 胡冬梅, 等. 武汉市 2014 年秋玉米锈病发生特点与防治措施[J]. 湖北植保, 2015(2): 46–47.
- [13] 韩群营, 黄明生, 李守荣, 等. 2014 年湖北蔡甸夏播鲜食玉米南方锈病暴发原因及综防对策[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(11): 104–106.
- [14] 刘立峰, 徐法三, 黄应辉. 不同药剂防治玉米南方锈病效果研究[J]. 现代农业科技, 2013(7): 134–135.
- [15] Futrell M C, Hooker A L, Scott G E. Resistance in maize to corn rust controlled by a single dominant gene [J]. Crop Science, 1975, 15(4): 597–599.
- [16] Brewbaker J L, Kim S K, So Y S, et al. General resistance in maize to southern rust (*Puccinia polysora* Underw.) [J]. Crop Science, 2011, 51(4): 1393–1409.
- [17] 袁虹霞, 邢小萍, 李朝海, 等. 不同玉米品种对南方锈病的抗性比较[J]. 玉米科学, 2010, 18(2): 107–109.
- [18] 李石初, 杜青. 玉米种质资源抗南方玉米锈病鉴定初报[J]. 现代农业科技, 2010(21): 187–189.
- [19] Scott G E, King S B, Armour J W, Jr. Inheritance of resistance to southern corn rust in maize populations [J]. Crop Science, 1984, 24(2): 265–267.
- [20] Wanlayaporn K, Authrapun J, Vanavichit A, et al. QTL mapping for partial resistance to southern corn rust using RILs of tropical sweet corn [J]. American Journal of Plant Sciences, 2013, 4(4): 878–889.
- [21] Jines M P, Balint-Kurti P, Robertson-Hoyt L A, et al. Mapping resistance to southern rust in a tropical by temperate maize recombinant inbred topcross population [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2007, 114(4): 659–667.
- [22] Chen C X, Wang Z L, Yang D E, et al. Molecular tagging and genetic mapping of the disease resistance gene *RppQ* to southern corn rust [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2004, 108(5): 945–950.
- [23] 刘章雄, 王守才, 戴景瑞, 等. 玉米 P₂₅ 自交系抗锈病基因的遗传分析及 SSR 分子标记定位[J]. 遗传学报, 2003, 30(8): 706–710.
- [24] Zhang Ya, Xu Li, Zhang Dengfeng, et al. Mapping of southern corn rust-resistant genes in the W2D inbred line of maize (*Zea mays* L.) [J]. Molecular Breeding, 2010, 25(3): 433–439.

(责任编辑: 杨明丽)