

59 个安徽玉米新组合对茎腐病的抗性分析

段海明, 王永福, 余利, 黄伟东, 余海兵

(安徽科技学院农学院, 安徽 凤阳 233100)

摘要: 采用田间人工土壤埋接法, 测定了安徽 59 个玉米新杂交组合对禾谷镰孢菌茎腐病的抗性。结果表明: 59 个玉米组合中, 有 11 个组合表现为高抗(HR), 23 个组合表现为抗(R), 18 个组合表现为中抗(MR), 1 个组合表现为感病(S), 6 个组合表现为高感(HS); 玉米杂交组合接种禾谷镰孢菌后, 其穗重、粒重和出籽率均降低。分析玉米组合的抗病性和穗重、粒重, 认为抗(R)组合 245×249 的利用价值较高。

关键词: 玉米新组合; 茎腐病; 禾谷镰孢菌; 抗性鉴定; 安徽

中图分类号: S513.02

文献标志码: A

文章编号: 1007–1032(2018)01–0066–05

Resistance analysis of 59 new maize hybrids to stalk rot in Anhui province

DUAN Haiming, WANG Yongfu, YU Li, HUANG Weidong, YU Haibing

(College of Agriculture, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China)

Abstract: The resistance of 59 new maize hybrid combinations against *Fusarium graminearum* stalk rot was determined by field artificial soil embedding method. The results showed that among the 59 maize combinations, 11 combinations showed high resistance (HR), 23 combinations showed resistance (R), 18 combinations showed middle resistance (MR); 1 combination was susceptible (S), 6 combinations were high susceptible (HS). The spike weight, grain weight and seed yield were reduced in the 59 maize combinations inoculated with *Fusarium graminearum* compared to those un-inoculated. The resistance combination (245 × 249) had higher value considering the disease resistance and spike and grain weight.

Keywords: new corn combination; stalk rot disease; *Fusarium graminearum*; resistance identification; Anhui

近年来, 玉米种植区推广种植机收粒品种及秸秆还田和免耕少耕栽培技术, 虽然对保护环境、提高土壤有机质含量和降低种田成本等大有裨益, 但病残体的累积量逐年增大, 致使玉米茎腐病呈加重发生的趋势^[1–2], 迫切需求玉米茎腐病防治的新技术^[3]。玉米茎腐病作为积年流行病害, 具有侵染期长、前期症状不明显、灌浆期发病后猝不及防等特点, 即便使用种子处理剂, 也存在持效期短、效果差的缺陷, 因而一旦发生将无法挽救, 造成较大产量损失。培育抗病品种是减轻茎腐病发生、保证玉米高产的根本途径^[4], 基于此, 国家玉米新品种的审定一直将玉米品种对茎腐病在主要生态区的抗

性水平作为评审的重要依据。开展玉米新组合对茎腐病的抗性鉴定可为抗病材料的筛选和新品种的审定提供基础数据^[5]。已有的研究普遍认为, 引起玉米茎腐病的病原菌以镰孢菌和腐霉菌为主, 二者单独或者复合侵染造成病害的发生, 其种群结构及优势病原菌因地区而异^[6]。王富荣等^[7]开展了不同玉米品种对玉米茎腐病的抗性鉴定, 结果表明, 采用肿囊腐霉菌和串珠镰孢菌单独或混合接种, 品种抗性表现基本一致, 抗腐霉菌的品种同样抗镰孢菌。笔者以禾谷镰孢菌(*Fusarium graminearum*)作为鉴定用菌株, 对玉米育种安徽省工程技术研究中心 2016 年配制的 59 个玉米杂交组合进行人工田间接

收稿日期: 2017–09–13

修回日期: 2017–12–02

基金项目: 安徽省高校省级自然科学研究重点项目(KJ2017A512); 安徽省凤阳县国家农作物品种区域实验站奖补项目(1701r07010008); 安徽科技学院引进人才项目(ZRC2012326); 安徽科技学院植物保护重点学科经费(AKZDXK2015C04)

作者简介: 段海明(1982—), 男, 山东蒙阴人, 博士, 副教授, 主要从事玉米抗病性鉴定研究, duanhm@ahstu.edu.cn

种, 评估接种后的穗粒重损失, 旨在明晰玉米组合对茎腐病的抗性水平, 为玉米新品种审定和抗病育种提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

供试的 59 个玉米杂交组合由玉米育种安徽省工程技术研究中心提供。禾谷镰孢菌(*Fusarium graminearum*)由河北省农林科学院植物保护研究所提供。

1.2 方法

试验在安徽科技学院进行。玉米杂交组合的播种期为 2016 年 6 月 29 日, 接种期为 2016 年 8 月 13 日。以郑单 958 为对照。接种参照蒋鹏等^[8]的方法。于 2016 年 10 月 15 日, 参照王晓鸣等^[9]的方法, 调查玉米组合对茎腐病的抗性。于玉米完熟期收

获、充分晾晒后, 记载玉米轴色, 测定玉米组合的穗重和粒重。

2 结果与分析

2.1 玉米组合茎腐病的病情分级和抗性评价

从表 1 可知, 供试的 59 个玉米组合中有 34 个玉米组合的轴色为红色。有 11 个组合表现为高抗(HR), 占参试组合的 18.6%; 23 个组合表现为抗(R), 占参试组合的 39.0%; 18 个组合表现为中抗(MR), 占参试组合的 30.5%; 1 个组合表现为感病(S), 占参试组合的 1.7%, 6 个组合表现为高感(HS), 占参试组合的 10.2%。52 个组合表现为中抗及以上抗性水平, 51 个组合的发病率小于郑单 958, 抗性水平总体较高。白轴玉米在高抗(HR)组合中所占比例较高, 达 63.6%, 而抗(R)、中抗(MR)组合均以红轴占比较大, 分别为 60.9%和 66.7%, 高感(HR)组合红、白轴所占比例相等。

表 1 59 个玉米组合茎腐病的发病率及抗性

Table 1 Incidence of stalk rot for 59 maize hybrid combinations and their resistance to stalk rot

玉米组合	轴色	发病率/%	抗性	玉米组合	轴色	发病率/%	抗性
801×809	红	0	高抗(HR)	317×299	白	7	抗(R)
816×455	红	0	高抗(HR)	391×389	白	7	抗(R)
665×663	红	0	高抗(HR)	134397-3-3×299	白	7	抗(R)
637×635	红	0	高抗(HR)	257×263	白	10	抗(R)
291×299	白	0	高抗(HR)	323×331	红	13	中抗(MR)
275×299	白	0	高抗(HR)	815×809	红	13	中抗(MR)
309×299	白	0	高抗(HR)	15H307×299	红	13	中抗(MR)
409×391	白	0	高抗(HR)	237×245	红	13	中抗(MR)
134390-3-2×299	白	0	高抗(HR)	703×711	红	14	中抗(MR)
637×647	白	0	高抗(HR)	677×683	红	18	中抗(MR)
693×701	白	0	高抗(HR)	203×215	红	20	中抗(MR)
229×237	红	7	抗(R)	657×651	红	22	中抗(MR)
221×203	红	7	抗(R)	203×217	红	23	中抗(MR)
755×763	红	7	抗(R)	613×625	红	27	中抗(MR)
改良玉 66M×299	红	7	抗(R)	613×611	红	27	中抗(MR)
10H036×299	红	7	抗(R)	177×185	红	27	中抗(MR)
61196-14×299	红	7	抗(R)	365×363	白	13	中抗(MR)
15 郑 58×299	红	7	抗(R)	365×377	白	13	中抗(MR)
15H017×299	红	7	抗(R)	109×133	白	14	中抗(MR)
134427-1-1×299	红	7	抗(R)	117×133	白	20	中抗(MR)
603×609	红	7	抗(R)	159×167	白	20	中抗(MR)
625×629	红	7	抗(R)	郑单 958	白	21	中抗(MR)
687×683	红	7	抗(R)	169×167	白	23	中抗(MR)
713×721	红	7	抗(R)	731×739	红	33	感(S)
125×133	红	8	抗(R)	651×649	红	42	高感(HS)
283×299	白	7	抗(R)	99×107	红	46	高感(HS)
245×249	白	7	抗(R)	189×193	红	100	高感(HS)
151×133	白	7	抗(R)	197×189	白	57	高感(HS)
267×263	白	7	抗(R)	81×79	白	80	高感(HS)
347×299	白	7	抗(R)	379×387	白	100	高感(HS)

2.2 茎腐病对玉米组合穗重、粒重和出籽率的影响

由表2和表3可见,随着玉米组合抗性水平的下降,其平均穗重和粒重减少,以高感组合的出籽率下降最明显。4个红轴高抗组合的平均穗重减少10.0 g,平均粒重减少15.1 g,平均出籽率下降4.1%;7个白轴高抗组合的平均穗重减少13.4 g,平均粒重减少15.3 g,平均出籽率下降2.3%。14个红轴抗性组合的平均穗重减少17.1 g,平均粒重减少17.4 g,平均出籽率下降1.5%;9个白轴抗性组合的平均穗重减少19.5 g,平均粒重减少19.8 g,平均出籽率下降1.6%。12个红轴中抗组合的平均穗重减少29.5 g,平均粒重减少29.3 g,平均出籽率下降

2.1%;7个白轴中抗组合(包括郑单958)的平均穗重减少23.3 g,平均粒重减少22.4 g,平均出籽率下降1.3%。3个红轴高感组合的平均穗重减少62.3 g,平均粒重减少61.0 g,平均出籽率下降5.2%;3个白轴高感组合的平均穗重减少57.7 g,平均粒重减少55.0 g,平均出籽率下降5.4%。综上,红轴玉米组合抗性水平(R)以上时,接种后穗、粒重的损失量小于白轴组合,而红轴组合中抗(MR)以下时,接种后穗、粒重的损失量大于白轴组合。

以玉米组合的平均粒重为评判指标,可以看出,红轴玉米组合中,17个组合未接种病菌的平均粒重超过郑单958,接种后有14个组合的粒重超过郑单

表2 红轴玉米组合的穗重和粒重及出籽率

Table 2 Spike and grain weight, seed yield of the red corn cob varieties

玉米组合	穗重/g		粒重/g		出籽率/%	
	接种	未接种	接种	未接种	接种	未接种
801×809	135.0±5.1	142.4±18.5	107.8±3.7	120.2±16.9	79.9±0.3	84.6±7.0
816×455	247.6±13.4	259.1±5.3	195.1±17.3	211.1±4.5	78.7±4.0	81.4±0.5
665×663	155.6±6.4	168.8±4.1	123.1±1.1	142.8±4.9	79.3±2.5	84.5±0.9
637×635	143.1±6.1	151.1±5.1	116.1±5.0	128.2±3.1	81.2±1.9	84.9±1.1
229×237	209.9±3.4	221.3±3.9	184.7±9.6	194.9±6.5	87.9±3.2	88.0±1.5
221×203	215.1±10.1	225.4±2.1	174.2±1.9	187.4±1.5	81.2±3.1	83.1±0.3
755×763	259.5±12.8	303.1±9.5	213.2±11.5	249.8±3.3	82.1±0.4	82.5±1.5
改良玉 66M×299	188.0±3.0	197.2±8.4	148.9±0.7	163.0±10.6	79.2±0.9	82.5±1.8
10H036×299	196.3±15.3	210.0±16.4	157.9±14.8	171.2±13.9	80.2±1.5	81.5±2.5
61196-14×299	256.3±24.7	264.0±10.9	205.4±11.8	215.3±18.9	80.0±0.9	81.4±1.0
15 郑 58×299	156.5±3.5	178.5±8.4	122.1±3.8	140.2±9.1	78.0±0.8	78.4±1.6
15H017×299	270.9±7.5	279.9±6.9	230.1±8.2	243.3±2.7	84.9±0.7	87.0±1.2
134427-1-1×299	185.9±9.6	195.4±2.1	154.9±3.1	164.1±10.4	83.6±3.0	83.8±9.4
603×609	175.7±5.9	219.6±9.9	140.7±3.0	181.8±8.9	80.2±1.3	82.7±0.4
625×629	164.8±5.6	189.6±6.2	136.9±10.8	166.9±3.4	82.8±3.9	88.1±1.9
687×683	192.6±18.0	208.5±6.8	157.6±9.1	171.2±2.2	82.2±3.5	82.5±1.7
713×721	171.4±7.8	181.7±8.7	152.1±11.9	162.2±8.5	88.7±4.6	89.2±1.8
125×133	218.0±15.5	225.5±7.0	186.0±10.0	197.2±8.1	85.6±1.7	87.4±0.9
323×331	142.0±2.5	173.1±11.5	118.7±1.0	147.3±10.8	83.6±0.8	85.0±0.7
815×809	212.2±6.1	253.6±6.0	161.8±3.8	209.0±5.7	76.3±0.8	82.4±0.4
15H307×299	285.4±3.8	297.2±8.2	228.7±2.9	238.4±4.1	80.1±0.1	80.3±1.9
237×245	266.3±19.3	288.7±16.4	219.7±14.4	239.2±14.9	82.6±1.4	82.8±0.6
703×711	186.5±9.6	192.2±6.5	162.4±15.9	168.9±6.2	86.6±4.3	87.9±0.3
677×683	163.7±8.2	218.7±6.2	140.9±19.3	195.4±2.8	85.4±7.5	89.4±1.6
203×215	262.0±12.4	272.3±3.4	207.3±3.2	217.4±4.2	79.4±2.5	79.8±0.7
657×651	221.9±11.7	233.7±8.8	184.6±3.2	197.6±19.8	83.5±2.9	84.0±10.2
203×217	212.4±7.3	259.7±1.5	169.6±6.0	210.9±15.3	79.8±1.4	81.1±5.5
613×625	195.6±9.3	205.0±14.8	168.3±14.1	177.2±10.9	85.8±3.2	86.6±1.2
613×611	184.4±8.7	237.7±10.0	152.8±3.3	206.7±8.9	83.0±2.2	86.9±0.1
177×185	192.1±4.1	247.0±11.5	165.5±12.3	223.4±2.1	86.0±5.3	90.8±3.3
731×739	203.2±8.7	235.0±6.0	173.2±7.1	203.5±4.5	85.3±0.9	86.6±0.6
651×649	156.1±5.2	210.1±18.0	135.2±6.1	185.2±16.9	86.5±1.1	88.1±1.0
99×107	215.5±8.3	276.5±9.7	165.3±5.4	229.3±8.8	76.7±1.0	82.9±0.3
189×193	106.4±7.0	178.4±9.0	81.2±5.4	150.2±8.6	76.6±4.9	84.3±3.4

表3 白轴玉米组合的穗重、粒重及出籽率

Table 3 Spike and grain weight, seed yield of the white corncob varieties

玉米组合	穗重/g		粒重/g		出籽率/%	
	接种	未接种	接种	未接种	接种	未接种
291×299	186.4±9.8	200.6±10.6	159.1±2.6	179.4±3.6	85.8±3.7	89.8±3.5
275×299	217.2±1.5	233.9±14.1	165.2±5.3	184.9±12.9	76.1±1.9	79.0±0.9
309×299	187.9±0.7	198.8±8.5	142.1±10.5	160.8±2.6	75.6±5.3	81.1±2.1
409×391	215.9±1.9	218.9±1.5	178.2±3.5	181.7±11.5	82.5±1.1	83.0±4.7
134390-3-2×299	197.5±0.5	209.4±3.1	156.5±8.1	167.5±3.6	79.2±3.9	80.0±0.7
637×647	138.2±5.2	156.8±1.7	116.4±2.4	133.0±3.6	84.3±1.4	84.8±1.6
693×701	126.8±3.8	145.0±7.0	106.0±4.8	123.5±1.9	83.5±1.7	85.5±3.0
283×299	182.5±7.8	194.9±13.5	150.8±11.8	161.2±12.8	82.5±3.7	82.6±0.9
245×249	350.7±13.6	361.1±8.9	267.6±18.2	280.7±7.2	76.3±0.4	77.7±0.3
151×133	217.3±20.5	234.1±14.8	183.6±17.2	201.1±9.3	84.5±0.6	86.1±1.9
267×263	208.1±2.1	216.7±15.2	176.2±5.6	190.8±4.2	84.8±3.4	88.6±4.3
347×299	197.6±3.8	222.1±6.6	156.5±3.2	183.7±2.2	79.2±0.4	82.8±1.7
317×299	156.3±5.5	182.9±13.8	142.3±4.2	167.6±7.0	91.1±1.4	92.1±3.2
391×389	225.5±7.7	265.0±12.5	186.4±3.3	220.3±12.2	82.7±1.5	83.1±2.0
134397-3-3×299	189.8±22.1	198.5±19.3	159.1±1.1	168.4±16.6	84.9±8.6	85.8±0.5
257×263	183.2±4.2	210.8±7.9	163.2±1.9	189.7±17.1	89.1±1.1	89.6±4.9
365×363	152.3±3.4	168.1±19.3	126.9±4.6	144.7±19.6	83.3±1.7	85.7±2.0
365×377	193.0±13.7	205.9±11.6	166.3±10.1	179.5±10.2	86.3±1.0	87.1±0.2
109×133	193.5±18.6	235.9±17.2	158.0±12.2	195.2±13.9	82.0±1.9	82.8±0.5
117×133	203.2±19.3	220.9±20.3	167.4±9.5	190.3±17.8	83.0±3.3	86.2±0.3
159×167	283.6±6.5	311.4±1.9	227.8±5.0	250.9±17.1	80.3±0.4	80.5±5.1
郑单 958	195.1±3.4	219.0±1.6	167.3±2.0	188.0±6.7	85.5±0.5	85.8±2.6
169×167	264.6±12.0	287.3±10.0	228.3±11.0	250.3±5.9	86.3±0.5	87.8±4.7
197×189	215.3±9.8	263.3±15.3	178.4±5.0	223.4±6.6	83.2±4.2	85.2±3.6
81×79	178.4±7.3	238.4±6.3	143.6±10.2	201.6±6.5	80.3±2.9	84.5±0.7
379×387	114.9±4.4	179.9±3.8	89.5±8.8	151.5±5.2	77.7±6.0	84.2±1.7

958；抗性(R)组合 755×763 未接种的平均粒重最高，达 249.8 g，其后依次为抗性组合 15H017×299、中抗(MR)组合 237×245 和 15H307×299，平均粒重分别为 243.3、239.2、238.4 g。接种后抗性(R)组合 15H017×299 的平均粒重最高，达 230.1 g，其后依次为组合 15H307×299、237×245 和 755×763，平均粒重分别为 228.7、219.7、213.2 g，可以看出红轴玉米抗性(R)组合 15H017×299 的利用价值较高。白轴玉米组合中，11 个玉米组合未接种的平均粒重超过郑单 958，接种后有 9 个组合的粒重超过郑单 958；未接种的以抗性(R)组合 245×249 的平均粒重最高，达 280.7 g，其后依次为中抗(MR)组合 159×167 和 169×167，平均粒重分别为 250.9 g 和 250.3 g；接种的以组合 245×249 的平均粒重最高，达 267.6 g，其后依次为组合 169×167 和 159×167，平均粒重分别

为 228.3 g 和 227.8 g。综合分析，59 个参试组合中以白轴抗性(R)组合 245×249 的利用价值最高。

3 结论与讨论

玉米茎腐病的发生流行与品种的抗病性密切相关。玉米接种茎腐病菌后造成的产量损失和不同组合对茎腐病的抗性水平具有密切联系，也和抗病性鉴定地点所处的环境条件存在紧密联系^[10-11]。本研究结果表明，玉米茎腐病抗性和产量损失总的趋势是，对茎腐病具有抗性的玉米组合，接种病菌后造成的穗重、粒重的平均损失量较小，而感病组合造成的损失则较大，但具体到每个组合，应开展接种试验后才能下结论，这和玉米茎腐病的发病时期以及不同玉米品种的耐病补偿性相关^[8]。玉米茎腐病在不同品种中的侵入时期和扩展速度不同，侵入

后扩展速度快的品种,会使灌浆提前终止,从而严重影响玉米的穗重、粒重和产量;扩展速率慢的品种于灌浆后期发病或表现为抗性,从而造成其损失也较小^[12-13]。玉米对茎腐病的抗性水平高,产量损失一般较小,但总产不一定是最高的,从本研究结果也可以看出,无论是穗重还是粒重,高抗组合的穗重和粒重都未达到最高,反而高抗(HR)组合801×809在未接种病菌时穗重和粒重均最低,分别为142.4 g和120.2 g;高感(HS)组合接种茎腐病菌后对玉米的灌浆影响较大,因而接种病菌后的穗重和粒重均以高感组合189×193最低,为106.4 g和81.2 g。59个玉米组合中,未接种和接种病菌的穗重和粒重均以抗(R)组合245×249最高,穗重分别达361.1 g和280.7 g,粒重分别为350.7 g和267.6 g,利用价值较高,这也说明茎腐病抗性要和品种的产量相结合进行考察,二者兼顾才能选育出优异的品种供生产上使用。玉米对茎腐病的抗病性大多表现为数量性状,受多个基因控制^[14-15]。通过本研究可以得出,大多数和自交系299杂交的组合对茎腐病表现出了较高水平的抗性,和自交系189组配的组合大多感病,因此推测自交系299可能含有抗性基因,而自交系189可能含有感茎腐病的相关基因。应该加强抗茎腐病基因的挖掘,开展不同的抗病基因和田间抗病性的关系研究,以及进行玉米茎腐病发生与玉米其他性状的关联分析,分析玉米表型(株高、茎粗、花丝、花药的颜色,叶片结构、气生根数量、轴色、糖分的含量、木质素、酚类物质的含量、抗逆酶活等)与抗性的相关性,最终建立茎腐病快速鉴定体系,供生产上使用,以增加鉴定的科学性和可信度^[16-18]。

参考文献:

- [1] 王晓鸣,晋齐鸣,石洁,等.玉米病害发生现状与推广品种抗性对未来病害发展的影响[J].植物病理学报,2006,36(1):1-11.
- [2] 陈捷.我国玉米穗、茎腐病病害研究现状与展望[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):393-401.
- [3] KHOKHAR M K, HOODA K S, SHARMA S S, et al. Post flowering stalk rot complex of maize—present status and future prospects[J]. Maydica, 2014, 59: 226-242.
- [4] 芦连勇.河南省近年审定玉米品种抗性分析与抗性育种目标的变化[J].农业科技通讯,2012(12):145-149.
- [5] 段灿星,王晓鸣,武小菲,等.玉米种质和新品种对腐霉茎腐病和镰孢穗腐病的抗性分析[J].植物遗传资源学报,2015,16(5):947-954.
- [6] 马红霞,张海剑,孙华,等.玉米茎腐病病原菌检测方法研究[J].植物保护,2017,43(3):149-153.
- [7] 王富荣,石秀清.玉米品种抗茎腐病鉴定[J].植物保护学报,2000,27(1):59-62.
- [8] 蒋鹏,王波,段海明,等.玉米新组合对茎腐病的抗性鉴定[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2015,41(1):67-70.
- [9] 王晓鸣,戴法超,廖琴,等.玉米病虫害田间手册——病虫害鉴别与抗性鉴定[M].北京:中国农业科技出版社,2002:28-29.
- [10] 王良发,徐国举,张守林,等.对25个玉米品种的茎腐病抗性分析和产量损失评估[J].玉米科学,2015,23(6):12-17.
- [11] 张正斌,段子渊,徐萍,等.安徽省粮食安全及现代农业发展战略[J].中国生态农业学报,2016,24(19):1161-1168.
- [12] 王波,赵翔.玉米新组合茎腐病发病规律及抗性鉴定研究[J].安徽科技学院学报,2012,26(3):15-18.
- [13] 李学杰,张桂阁,吴明泉,等.夏玉米成熟后期茎腐病对千粒重的影响[J].山东农业科学,2015,47(5):93-95.
- [14] LIU Y J, GUO Y L, MA C Y, et al. Transcriptome analysis of maize resistance to *Fusarium graminearum*[J]. BMC Genomics, 2016, 17(1):1-13.
- [15] SANTIAGO R, REID L M, ZHU X, et al. Gibberella stalk rot(*Fusarium graminearum*) resistance of maize inbreds and their F1 hybrids and their potential for use in resistance breeding programs[J]. Plant Breeding, 2010, 129(4):454-456.
- [16] MA C Y, MA X N, YAO L S, et al. qRfg3, a novel quantitative resistance locus against *Gibberella* stalk rot in maize[J]. Theor Appl Genet, 2017, 130(8):1723-1734.
- [17] 李亚玲,龙书生,郭军战,等.玉米感染禾谷镰刀菌后PAL、POD活性和同工酶谱的变化[J].西北植物学报,2003,23(11):1927-1931.
- [18] 纪明山,陈捷,黄国坤,等.玉米抗腐霉菌茎腐病超微结构的研究[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):482-486.

责任编辑:罗慧敏
英文编辑:罗维