

中国野生鸭茅种质资源锈病抗性研究

曾 兵, 兰 英, 伍 莲

(西南大学荣昌校区动物科学系, 重庆荣昌 402460)

摘要:鸭茅是一种著名的温带牧草, 容易感染锈病。本研究从植株感病率、感病严重度、病情指数和反应指数 4 方面对国内 37 份鸭茅种质资源(野生资源 35 份)进行锈病的病情调查及抗病性研究。研究初步揭示了鸭茅锈病的发病规律, 研究结果显示 02-106、02-107、90-130、02-115 等 4 份材料对鸭茅锈病具有较好抗性, 可作为育种材料进一步深入研究。

关键词:鸭茅; 种质资源; 锈病; 锈病抗性

The Rust Resistance Research of Chinese Natural Orchardgrass Germplasm

ZENG Bing, LAN Ying, WU Lian

(Department of Animal Science, Southwest University, Rongchang 402460)

Abstract: Orchardgrass is a kind of famous forage in temperate zone with higher infection of rust disease. According to the infection analysis of rust in field, 37 orchardgrass accessions (35 of them were natural accessions) were tested in the paper. The infection phenomenon of rust was investigated and the result suggested that accessions of 02-106, 02-107, 90-130, 02-115 could moderately resist to both leaf and stem rust. All of the four accessions are of more value for rust resistance reproductive selection.

Key words: Orchardgrass; Germplasm; Rust disease; Rust resistance

鸭茅 (*Dactylis glomerata*) 是温带最重要的禾本科牧草, 在美国及英国、德国、芬兰等欧洲国家大面积栽培^[1]。我国的鸭茅资源十分丰富, 已在全国发现野生鸭茅生长地 26 个。近年来, 鸭茅在我国长江流域及以南地区广泛栽培应用, 并取得了显著的经济、生态和社会效益, 具有较高的研究价值和极为广阔的利用前景^[2-4]。

然而, 锈病 (*Puccinia graminis*) 是禾本科作物里最易发生的病害之一^[5-7], 同样也是鸭茅栽培和种子生产中的常见且危害较为严重的病害^[8], 严重影响牧草生产和其饲用品质^[9]。鸭茅对锈病的易感性已成为限制其被更广泛利用的重要因素^[10], 抗锈病品种的选育已成为我国鸭茅育种的一个重要目标。

优良抗病基因的获得依赖于种质资源, 国外也非常重视抗锈病资源的研究。如 Ittu 等^[11]从收集到的众多鸭茅生态型中发现源自意大利的鸭茅生态型比丹麦的更抗锈病。同时通过大量品种 (126 份) 比较, 发现欧洲南部的鸭茅对黑锈病具有最大的抗性, 其中来自前苏联的 3 个品种对黑锈病的自然感病率不到 5%, 并通过无性选择获得了抗性无性系^[12]。目前, 国内对鸭茅资源研究集中在生产性能和分子标记方面, 尚没有关于鸭茅种质资源锈病抗性研究的报道, 也没有野生资源锈病抗性评价报道。通过前期研究发现多数国外引进的鸭茅品种都易感染锈病, 而国内部分野生

收稿日期: 2009-03-31

修回日期: 2009-07-30

基金项目: 重庆市“十一五”科技重大专项 (CSTC, 2008AA1020; CSTC, 2009AA1008); 西南大学荣昌校区博士基金 (08BSr06); 重庆市自然科学基金 (CSTC, 2009BB1128); 国家自然科学基金项目 (30371022)

作者简介: 曾兵, 博士, 副教授。E-mail: zbin78@163.com

通讯作者: 兰英, 硕士, 讲师。E-mail: lanying-ying@163.com

资源对锈病抗性较好,对开展锈病抗性育种具有较大研究潜力。为此,本试验采用田间自然感病鉴定法,对中国野生鸭茅进行锈病的病情调查及抗病性分析,以评价不同野生种源的抗性差异,为抗病育种及病害防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试鸭茅种质资源共 37 份(表 1),其中国审品种宝兴和安巴作为对照(目前为生产中广泛应用品种,生产性能较好),野生鸭茅 35 份。国审品种通过购买种子种植,野生鸭茅通过野外采集植株带回后移栽并收集种子,于 2006 年 9 月统一种植于四川农业大学草业科学系试验基地内,每份建植 1m²的资源圃小区,定株 6 株,抗病观测在资源圃小区内进行。

表 1 供试鸭茅资源及其来源

Table 1 Name list and origin of *D. glomerata* L. accessions

资源编号 Accession code	资源采集 (来源)地 Origin	采集时间 Collecting time	资源编号 Accession code	资源采集 (来源)地 Origin	采集时间 Collecting time
02-101	贵州毕节	2001.4	02-109	四川宝兴	2001.4
00850	新疆	2001.5	91-7	四川汉源	2001.4
02-115	云南德钦	2001.4	安巴	丹麦	2000.8
02-107	四川宝兴	2001.4	91-103	四川越西	2001.4
02-106	四川宝兴	2001.4	02207	新疆	2001.5
90-130	四川茂县	2001.4	01032	新疆	2001.5
01-101	贵州毕节	2001.4	02-104	贵州水城	2001.4
02-103	贵州纳雍	2001.4	02-108	四川宝兴	2001.4
79-9	江西庐山	2001.4	02-102	贵州织金	2001.4
00849	新疆	2001.5	02-105	四川达州	2001.4
02104	新疆	2001.5	02-111	云南中甸	2001.4
02138	新疆	2001.5	02271	新疆	2001.5
90-70	四川康定	2001.4	01-103	新疆	2001.5
02-116	云南昆明	2001.4	02240	新疆	2001.5
91-1	四川汉源	2001.4	02-112	云南中甸	2001.4
02411	新疆	2001.5	02-113	云南德钦	2001.4
宝兴	四川宝兴	2001.8	02-114	云南曲靖	2001.4
02068	新疆	2001.5	01-104	新疆	2001.5
02106	新疆	2001.5			

1.2 测定指标与方法

锈病调查记载标准参照 1995 年国家质量技术

监督局颁发的《小麦条锈病测报调查规范国家标准》^[13]和王春梅^[14]的草坪病害调查方法制定。叶片调查在鸭茅锈病自然发生最严重的 4 月中旬进行,茎秆调查在鸭茅全部进入抽穗期的 5 月下旬进行。于 2007 年开始连续观测 2 年,在每个小区内选择完整的植株分蘖悬挂挂牌定株观测,每份资源共定株 20 个生殖枝,叶片选择从上向下的第 4 片叶,观测其上的叶片感病率;再定株其中 10 个生殖枝观测茎秆感病率。

1.2.1 茎、叶感病率 感病率(%) = 发病株(或器官)数/调查总株(或器官)数 × 100%。

1.2.2 严重度 指感病器官上锈菌夏孢子堆所占据的面积与器官总面积的百分比,用分级法表示,设 1%、5%、10%、20%、40%、60%、80%、100% 共 8 级,叶片未发病,记为 0,虽已发病,但严重程度低于 1%,记为 t(微量)。严重度调查严格参照“小麦条锈病测报调查规范国家标准”,调查每个器官的发病严重级别,再分别计算平均严重级别,并根据以下公式计算严重度:严重度 = Σ(平均严重程度级别 × 各级病器官数)/调查总器官数。

1.2.3 病情指数 表示发病普遍程度和严重程度的综合指标。病情指数 = Σ[病株(器官)数 × 严重度代表值]/总株(器官)数 × 最高一级严重度代表值 × 100%。

1.2.4 反应指数 是根据植株过敏性坏死反映情况和孢子堆产生情况划分的类型,综合观察小区发病状况,用以表示植株品种抗病程度,按 0、0₁、1、2、3、4 等 6 个类型记载,各类型可附加 + 或 -, 以表示偏轻或偏重。反应型划分标准如下:0(免疫型 HR⁺):叶片上不产生任何可见斑状;0₁(近免疫型 HR):叶片上产生小型枯死斑,不产生夏孢子堆;1(高度抗病型 HR⁻):叶片上产生枯死条点或条斑,夏孢子堆很小,数目很少;2(中度抗病型 MS⁻):夏孢子堆小到中等大小,较少,其周围叶组织枯死或显著褪绿;3(中度感病型 MS):夏孢子堆较大,较多,其周围叶组织有褪绿现象;4(高度感病型 HS):夏孢子堆大而多,周围不褪绿。另外,根据观测具体情况,设置高度抗病型和中度抗病型的中间型(中度-高度抗病型 MR~HR)和极度感病型(HS⁺)。中度-高度抗病型(MR~HR)表现为植株器官上产生少量枯死条点或条斑,夏孢子堆较小,数目较少。极度易感病型(HS⁺)表现为植株器官几乎全部感病,夏孢子堆将整个植株器官覆盖。叶片和茎秆的测定方法均参照上述分级标准展开。

1.3 数据统计与分析

采用 Excel 2003 计算数据平均值、方差分析、多重比较,利用 SPSS 12.0 进行聚类分析、主成分二维分析。

2 结果与分析

2.1 鸭茅叶片对锈病的抗性分析

鸭茅叶片感染锈病情况经过方差分析及多重比较,结果如表 2 所示:在观测期间,叶片发病率为 23.33%~98.33%,病情指数为 6.60~63.54,平均严重程度为 0.50~5.08,反应指数为 2.08~4.00,变异系数分别为 35.37%、53.15%、54.00%、18.44%。表明病情指数和平均严重程度变异系数较高,野生鸭茅不同种源感染锈病后受害程度变异较大,叶片锈病总体表现为中度偏重发生,不同鸭茅叶片对锈病的抗性在中度抗病性到高度感病性之间。

综合分析野生鸭茅叶片感染锈病情况发现,90-70、00849、02104、02-106、00850 的叶片发病率及叶片病情指数均显著低于其他材料($P<0.05$),即这 5 个材料叶片的抗病性显著强于其他材料。来自云南的野生材料 20-113 和 02-114 叶片感染锈病非常严重,2 个国审鸭茅品种宝兴和安巴在所有材料中处于中、高度感染状态,说明需要通过进一步育种研究选育出较抗锈病品种以替代目前生产中较易感锈病的主栽鸭茅品种。可以利用叶片发病率及叶片病情指数较低的野生材料开展锈病抗性育种研究。

根据叶片发病率、病情指数、平均严重程度和反应指数进行综合聚类(图 1),可将鸭茅分为 4 个类群。从表 3 得出,第Ⅲ类高度感病型的病叶率、病情指数极显著高于第 I、II 类型($P<0.01$),严重程度显著高于第 II 类型;第 I 类型的严重程度显著高于第 II 类型。

聚类分析中,第 I 类为中度感病型,包括 02207、02240、79-9、02068、02-112、02-101、02-111、01-101、02106、01-103、02271、安巴、02-105、02-116、02-108、02-103、01032、02-109 共 18 份材料。该类材料均表现为叶片上有较大而多的夏孢子堆,其周围叶组织有褪绿现象,国审品种安巴属于中度感病型材料。

表 2 野生鸭茅叶片感染锈病情况

Table 2 leaves infected rust disease in natural *D. glomerata* L. accessions

材料编号 Accessions code	叶片感病 率(%) Infection rate of rust disease in leaves	叶片病 情指数 Disease index of leaves	平均严 重程度 Mean serious degree	反应指数 Comprehensive index
00850	33.33 *	11.25 *	0.90 *	2.64
02-115	43.75	11.56)	0.91 *	2.08
02-107	40.28	12.15 *	0.92 *	2.23
79-9	48.89	18.30	1.42	3.14
00849	27.50 *	9.58 *	0.74 *	2.60
02104	26.94 *	8.54 *	0.66 *	2.39
02207	49.58	20.26	1.60	3.12
安巴	63.06	28.54	2.26	3.59
91-103	82.78	39.51	3.13	3.89
01032	60.28	25.31	2.00	3.33
01-103	53.61	23.37	1.82	3.27
02240	50.28	20.42	1.60	3.21
02-104	87.78	39.78	2.98	3.90
02-108	71.67	26.88	2.15	3.30
02-102	91.11	45.00	3.60	3.98
02-105	64.17	28.47	2.26	3.70
02-111	55.83	19.20	1.32	2.88
02271	50.83	24.27	1.91	3.40
02106	46.39	16.74	1.33	2.69
02-109	64.72	25.24	2.00	3.25
91-7	72.50	35.52	2.73	3.83
02411	91.25	47.24	3.77	3.98
宝兴	81.39	36.91	2.92	3.76
02068	43.33	17.03	1.34	3.17
02-116	57.22	26.88	2.12	3.58
02-101	54.72	21.15	1.68	3.09
91-1	87.50	39.62	3.14	3.66
01-101	56.67	19.97	1.54	2.82
02-103	70.28	26.22	2.10	3.41
02-106	34.44 *	9.79 **	0.75 *	2.09
90-130	35.42	12.45 *	0.96 *	3.03
01-104	78.89	39.38	3.11	3.89
02138	31.94	9.90 **	0.76 *	2.48
90-70	23.33 *	6.60 **	0.50 *	2.13
02-112	56.25	21.09	1.69	2.95
02-114	92.50	52.19	4.16	4.00
02-113	98.33	63.54	5.08	4.00
Mean	58.89	25.40	2.00	3.20
Min	23.33	6.60	0.50	2.08
Max	98.33	63.54	5.08	4.00
s	20.83	13.50	1.08	0.59
CV(%)	35.37	53.15	54.00	18.44

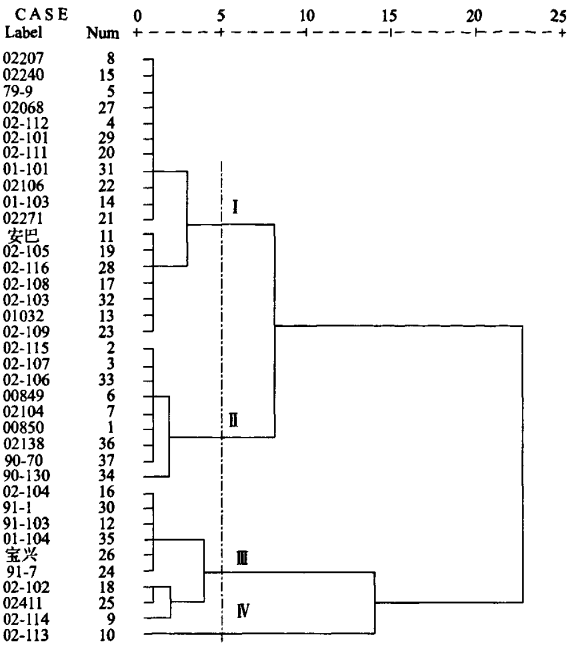


图 1 野生鸭茅锈病叶片感病聚类图

Fig. 1 Dendrogram of natural *D. glomerata* L. accessions by serious degree of rust disease in leaves

第Ⅱ类为中度抗病型,包括 02-115、02-107、02-106、00849、02104、00850、02138、90-70、90-130 共 9 份材料。中度抗病型为对锈病抗性相对较好的材料,全部来自野生资源,除了来自云南的 02-115 材料外,其余均为新疆和四川采集的资源。该类材料均表现为叶片上有小到中等大小的夏孢子堆,较少,其周围叶组织枯死或显著褪绿。第Ⅲ类为高度感病型,包括 02-104、91-1、91-103、01-104、宝兴、91-7、02-102、02411、02-114 共 9 份材料。该类材料均表现为叶片上有夏孢子堆大面多。国审品种宝兴属于高度感病型材料,表现为较为容易感病。

第Ⅳ类为极度易感病型,仅有 02-113。该类材料表现为叶片几乎全部感病,夏孢子堆将整个叶片覆盖。

对不同感、抗病类型鸭茅叶片锈病感病率、病情指数、平均严重程度、反应指数的方差分析和多重比较表明,除第Ⅳ类与第Ⅲ类的病情反应指数差异不显著外,其余指标在不同类型间差异均达极显著水平。野生鸭茅资源的叶片锈病抗性差异较大,但有 26 份材料为中度抗病或感病,占有所有 35 份野生材料的 77.14%,即大部分材料叶片锈病抗性相对对照宝兴品种较好。但没有轻度感病或不感病材料,说明开展鸭茅抗锈病品种选育迫

在眉睫。

表 3 不同类群野生鸭茅叶片锈病感病严重程度

Table 3 Mean serious degree of rust disease in leaves of natural *D. glomerata* L. with categories

类群 Category		感病率(%) Infection rate of rust disease	病情 指数 Disease Index	平均严 重程度 Mean serious degree	反应指数 Comprehensive index
第Ⅰ类 中度感 病型 MS	平均值 \bar{x}	56.54	22.74	1.78 *	3.22
	最小值 Min	43.33	16.74	1.32	2.69
	最大值 Max	71.67	28.54	2.26	3.70
第Ⅱ类 中度抗 病型 MR	平均值 \bar{x}	32.99	10.20	0.79	2.41
	最小值 Min	23.33	6.60	0.50	2.08
	最大值 Max	43.75	12.45	0.96	3.03
第Ⅲ类 高度感 病型 HS	平均值 \bar{x}	85.08 **	41.68 **	3.28 *	3.88
	最小值 Min	72.50	35.52	2.74	3.66
	最大值 Max	92.50	52.19	4.16	4.00
第Ⅳ类 极度感 病型 HS		98.33	63.54	5.08	4.00

2.2 鸭茅茎秆对锈病的抗性分析

与叶片感病相比较,鸭茅茎秆感染锈病变幅更大(表 4),其感病率在 0~100%,病情指数为 0~62.50,平均严重程度为 0~5.00,反应指数为 1.00~4.00,即不同鸭茅茎秆感染锈病从轻度到重度皆有发生,表明锈病更易在茎秆上发生。

由表 4 得知,02-115、02-103 茎秆感病率显著低于其他材料,02-106、90-130、02-107 茎秆发病率及茎秆病情指数均极显著低于其他材料。

聚类分析表明(图 2),鸭茅茎秆感病分为 3 类:第Ⅰ类为高度感病型,包括 02411、91-1、02-105、02-104、02-102、宝兴、02-114、02-113 共 8 份材料。宝兴的茎秆感病表现和叶片一样为极度易感病型。

第Ⅱ类为中度感病型,包括 01-101、90-70、79-9、02-116、01-103、安巴、02-108、91-7、01-104、02-109、91-103、02-101、02-112 共 13 份材料。安巴的茎秆感病表现和叶片一样为中度感病型。

第Ⅲ类为中度-高度抗病型,包括 02-107、02-106、90-130、02-115、02-103 共 5 份材料,全部为野生材料,分别来自四川和云南、贵州。

表 4 供试野生鸭茅茎秆感染锈病状况

Table 4 Stems infected rust disease in natural *D. glomerata* L. accessions

材料编号 Accessions code	茎秆感 病率(%) Infection rate of rust disease in stems	茎秆病 情指数 Disease index of stems	平均严 重程度 Mean serious degree	反应指数 Comprehensive index
02-115	25.83 *	6.46 *	0.45 **	1.48
02-107	0.00 **	0.00 **	0.00 **	1.00 *
79-9	64.33	27.32	2.09	3.29
安巴	76.67	30.69	2.44	3.24
91-103	57.22	17.15	1.36	2.39
01-103	68.89	28.54	2.25	3.27
02-104	98.89	37.08	2.97	3.08
02-108	83.89	29.38	2.35	2.98
02-102	99.44	48.33	3.87	3.86
02-105	93.33	41.88	3.35	3.82
02-109	87.22	33.26	2.66	3.21
91-7	80.56	35.69	2.84	3.50
02411	91.67	41.35	3.29	3.53
宝兴	97.22	51.39	4.11	3.98
02-116	65.56	26.81	2.08	3.14
02-101	58.89	20.49	1.63	2.61
91-1	91.11	40.69	3.25	3.58
01-101	65.56	24.79	1.95	2.99
02-103	22.22 *	6.94	0.53 **	2.28
02-106	2.22 **	0.56 **	0.03	1.22 *
90-130	8.33 **	3.13 **	0.17 **	1.33 *
01-104	77.33	34.08	2.70	3.48
90-70	65.00	24.38	1.95	3.10
02-112	45.00	11.25 *	0.90 *	2.15
02-114	100.00	56.25	4.50	4.00
02-113	100.00	62.50	5.00	4.00
\bar{x}	66.40	28.48	2.26	2.94
Min	0.00	0.00	0.00	1.00
Max	100.00	62.50	5.00	4.00
s	31.37	17.01	1.37	0.89
CV(%)	47.24	59.73	60.62	30.28

表 5 不同类群野生鸭茅锈病茎秆感病严重程度

Table 5 Mean serious degree of rust disease in stems of natural *D. glomerata* L. with categories

类群 Category		病感率(%) Infection rate of rust disease	病情 指数 Disease index	平均严 重程度 Mean serious degree	反应指数 Comprehensive index
第Ⅰ类 高度感 病型 HS	平均值 \bar{x}	96.46 **	47.43 **	3.79 *	3.73 *
	最小值 Min	91.11	37.08	2.97	3.08
	最大值 Max	100.00	62.50	5.00	4.00
第Ⅱ类 中度感 病型 MS	平均值 \bar{x}	68.93 **	26.45 **	2.09 *	3.03 **
	最小值 Min	45.00	11.25	0.90	2.15
	最大值 Max	87.22	35.69	2.84	3.50
第Ⅲ类 中度-高 度抗病型 MR~HR	平均值 \bar{x}	11.72 **	3.42 **	0.24 **	1.46 **
	最小值 Min	0.00	0.00	0.00	1.00
	最大值 Max	25.83	6.94	0.53	2.28

方差分析和多重比较表明(表5),鸭茅茎秆高度感病型、中度感病型、高度抗病型的病茎率和病情指数的差异均达到极显著,高度、中度感病型的严重程度显著高于高度抗病型,且高度感病型的反应指数显著高于中度感病型、高度抗病型。

2.3 鸭茅叶片、茎秆感病综合分析

对鸭茅叶片和茎秆病情指数进行二维排序(以叶片病情指数为横坐标,茎秆病情指数为纵坐标),从叶片和茎秆病情指数平均值点上画出横纵两条线将图分成4个象限(图3)。

象限Ⅰ:叶片和茎秆发病都较轻,包括02-106、02-107、90-103、02-115、02-103、02-112、02-101、90-70、01-101、79-9、02-116、02-108,共计12份材料。

象限Ⅱ:叶片发病严重,而茎秆发病较轻,仅91-103。

象限Ⅲ:叶片发病较轻,而茎秆发病较重,包括安巴、02-109、01-103、02-105,共计4份材料。

象限Ⅳ:叶片和茎秆发病都较重,包括01-104、91-7、02-104、91-1、02411、02-102、宝兴、02-114、02-113,共计9份材料。

结合前面的聚类分析可知,象限Ⅰ的材料属中度感病-中度抗病的类型,其中02-106、02-107、90-130、02-1154份鸭茅无论是叶片还是茎秆都属于中度抗病类型,而供试材料中的2个作为对照的国审品种(宝兴、安巴)对锈病皆特别敏感,由此可见,野生鸭茅中蕴藏着较耐(抗)锈病的优良种质,可为抗病品种的选育提供宝贵的原材料。

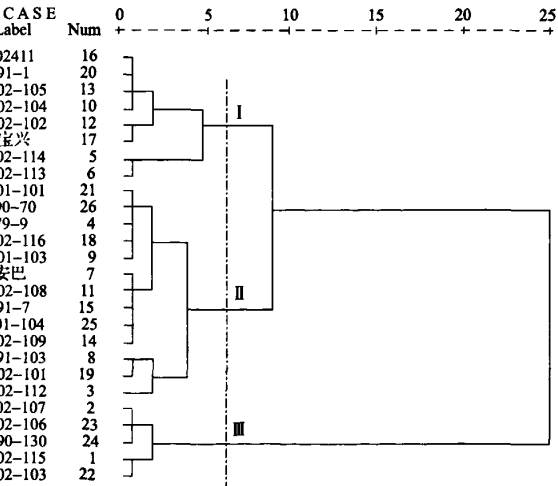


图 2 野生鸭茅锈病茎秆感病聚类图

Fig. 2 Dendrogram of natural *D. glomerata* L. accessions by rust disease resistance in stems

2 种结果的样本中所提取 RNA 质量不高或含有较多抑制 PCR 扩增的成分。据报道:大豆、菜豆种子中碳水化合物所占比重较大,分别为14%~25%和69.4%,主要由蔗糖、棉籽糖、阿拉伯半乳糖等组成。在 RNA 提取过程中这些糖类物质很容易形成难溶的胶状物质与 RNA 共沉淀^[24],并会在后续试验中抑制 PCR 的有效扩增。特别是大豆种子中蛋白质、脂类的含量较高,进一步增加了 RNA 的提取难度,这也是在试验中发现大豆种子 ELISA 与 RT-PCR 检测符合率低于菜豆种子的原因之一。一些在血清学检测中为阴性反应的样本,在用分子方法检测时,却表现为阳性,证明 RT-PCR 方法能够更准确地检测出种子中的微量病毒,具有更高的准确性。

参考文献


- [1] Edwardson J R, Christie R G. Handbook of viruses infecting legumes [M]. London: CRC Press Inc, 1991
- [2] Ford R E, Jilka J M, Tolin S A. Viral diseases in soybean [C] // Proceedings of the World Soybean Research Conference IV, Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soja Press, 1989: 1312-1354
- [3] Allen D J, Lenne J M. The pathology of food and pasture legumes [M]. Wallingford: Cambridge University Press, 1997
- [4] Brunt A, Crabtree K, Gibbs A. Viruses of tropical plants [M]. Wallingford: Cambridge University Press, 1990
- [5] Hartman G L, Sinclair J B, Rupe J C. Compendium of soybean diseases, 4th edition [M]. Saint Paul, Minnesota, APS Press, 1999
- [6] 陈永萱, 薛宝娣, 浦冠勋. 大豆花叶病毒 (SMV) 种子带毒的研究 [J]. 中国病毒学, 1987 (3): 66-71
- [7] 许泽永, 陈坤荣. 油料作物病毒和病毒病 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008
- [8] Lin M T, Hill J H. Bean pod mottle virus: Occurrence in Nebraska and seed transmission in soybean [J]. Plant Disease, 1983, 67: 230-233
- [9] Ross J P. Response of early and late-planted soybeans to natural infection by bean pod mottle virus [J]. Plant Disease, 1986, 70: 222-224
- [10] Giesler L J, Ghabrial S A, Hunt T E. Bean pod mottle virus, a threat to U. S. soybean production [J]. Plant Disease, 2002, 86: 1280-1289
- [11] Hopkins J D, MueHer A J. Effect of bean pod mottle virus on soybean yield [J]. Journal of Economic Entomology, 1984, 77: 943-947
- [12] Lana A F, Lohms H, Bos L, et al. Relationship among strains of bean common mosaic virus and blackeye cowpea mosaic virus: members of the potyvirus group [J]. Annals of Applied Biology, 1988, 113: 493-505
- [13] Schwartz H F, Pastor-Corrales M A. Bean production problems in the tropics [M]. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989
- [14] Laviolette F A, Athow K L. Longevity of tobacco ring spot virus in soybean seed [J]. Phytopathology, 1971, 61: 755
- [15] Pierce W H, Hungerford C W. A note on the longevity of the bean mosaic virus [J]. Phytopathology, 1929, 19: 605-606
- [16] 尼尔高 P. 种子病理学 [M]. 狄原渤, 李学书, 朱之靖, 等译. 北京: 农业出版社, 1987
- [17] Stáiz M, Castro S, Blas C D, et al. Serotype-specific detection of bean common mosaicpoty virus in bean leaf and seed tissue by enzymatic amplification [J]. Journal of Virological Methods, 1994, 50: 145-154
- [18] 王杰, 王晓鸣, 黄丽. 大豆干种子中大豆花叶病毒的 RT-PCR 检测 [J]. 植物病理学报, 2005, 35 (3): 214-220
- [19] 王杰, 王晓鸣. 菜豆种子中菜豆普通花叶病毒的 RT-PCR 检测 [J]. 植物保护学报, 2006, 33 (4): 345-350
- [20] 邱丽娟, 常汝镇, 陈可明, 等. 中国大豆 (*Glycine max*) 品种资源保存与更新状况分析 [J]. 植物遗传资源科学, 2002, 3 (2): 34-39
- [21] 齐宁, 魏淑红, 林红, 等. 高蛋白抗病大豆新种质龙品 03-311 的选育与利用 [J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7 (2): 249-251
- [22] 张后金. 大豆种子的储存管理 [J]. 中国种业, 2009 (3): 29
- [23] Departments of Agronomy, Entomology, and Plant Pathology, University of Wisconsin-Madison. Soybean mosaic virus and alfalfa mosaic virus [EB/OL]. [2009-04-12]. <http://www.plantpath.wisc.edu/soyhealth/viruscomplex/smv.htm>
- [24] Johansen E, Edwards M C, Hampton R O. Seed transmission of viruses: Current perspectives [J]. Annuals Review of Phytopathology, 1994, 32: 363-386

(上接第 283 页)

- [8] 唐一国. 鸭茅的栽培技术及利用 [J]. 四川草原, 2003 (5): 59-59
- [9] 梅鹏, 别治法. 种用鸭茅锈病的防治 [J]. 中国草地, 1991 (2): 76-76
- [10] 李先芳, 丁红. 鸭茅生物学特性及栽培技术 [J]. 河南林业科技, 2000, 20 (3): 24-25
- [11] Itu M, Kellner E. Studies on the response to black rust of varieties of cocksfoot [J]. Analele Institutului de Cercetari pentru Cereale si Plante Tehnice, 1977, 42: 23-29
- [12] Itu M, Kellner E. Sources of resistance to black rust (*Puccinia*

graminis Pers.) in cocksfoot [J]. Probleme de Genetica Teoretica si Aplicata, 1980, 12: 511-517

- [13] 商鸿生, 姜瑞中. GB/T15795-1995 小麦条锈病测报调查规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1995
- [14] 王春梅. 草坪病虫害防治 [M]. 延边大学出版社, 2002: 65-67
- [15] 周新力, 胡茂林, 邵军民, 等. 小麦-簇毛麦易位系的抗条锈性遗传分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9 (1): 51-54
- [16] 李星, 于秀梅, 李亚宁, 等. 小麦抗叶锈病近等基因系 TcLr41 SSH 文库构建与分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9 (4): 428-432

作者: [曾兵](#), [兰英](#), [伍莲](#), [ZENG Bing](#), [LAN Ying](#), [WU Lian](#)
作者单位: [西南大学荣昌校区动物科学系, 重庆荣昌, 402460](#)
刊名: [植物遗传资源学报](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)
年, 卷(期): 2010, 11(3)

参考文献(16条)

1. [梅鹃](#); [别治法](#) [种用鸭茅锈病的防治](#) 1991 (02)
2. [唐一国](#) [鸭茅的栽培技术及利用](#) [期刊论文] - [四川草原](#) 2003 (05)
3. [刘金平](#); [张新全](#); [游明鸿](#) [西南地区扁穗牛鞭草种质资源抗锈病能力初步研究](#) [期刊论文] - [草业学报](#) 2006 (04)
4. [刘章雄](#); [王守才](#) [玉米锈病研究进展](#) [期刊论文] - [玉米科学](#) 2003 (04)
5. [王海华](#); [秋东](#); [陈维多](#) [小麦抗条锈病基因分子标记及定位研究进展](#) [期刊论文] - [东北农业大学学报](#) 2009 (03)
6. [张新全](#); [杜逸](#); [郑德诚](#) [鸭茅二倍体和四倍体PMC减数分裂, 花粉育性及结实性的研究](#) 1996 (06)
7. [彭燕](#); [张新全](#) [鸭茅种质资源多样性研究进展](#) [期刊论文] - [植物遗传资源学报](#) 2003 (02)
8. [彭燕](#); [张新全](#) [鸭茅生理生态及育种学研究进展](#) [期刊论文] - [草业学报](#) 2005 (04)
9. [李星](#); [于秀梅](#); [李亚宁](#) [小麦抗叶锈病近等基因系TcLr41SSH文库构建与分析](#) [期刊论文] - [植物遗传资源学报](#) 2008 (04)
10. [周新力](#); [胡茂林](#); [邵军民](#) [小麦-簇毛麦易位系的抗条锈性遗传分析](#) [期刊论文] - [植物遗传资源学报](#) 2008 (01)
11. [王春梅](#) [草坪病虫害防治](#) 2002
12. [商鸿生](#); [姜瑞中](#) [GB/T 15795-1995. 小麦条锈病测报调查规范](#) 1995
13. [Ittu M](#); [Kellner E](#) [Sources of resistance to black rust \(Puccinia graminis Pers.\) in cocksfoot](#) 1980
14. [Ittu M](#); [Kellner E](#) [Studies on the response to black rust of varieties of eocksfoot](#) 1977
15. [李先芳](#); [丁红](#) [鸭茅生物学特性及栽培技术](#) 2000 (03)
16. [贾慎修](#) [中国饲用植物志](#) 1985

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwcyxyxb201003006.aspx