

100 份燕麦种质资源抗秆锈病鉴定

袁军海¹, 曹丽霞², 张立军², 赵世锋², 张爱香¹, 张红杰¹

(1. 河北北方学院 植物保护系, 河北 宣化 075131; 2. 张家口市农业科学院 燕麦研究所, 河北 张家口 075000)

摘要: 为了筛选燕麦抗性资源, 2011—2012 年在 2 个试验点采用孕穗期接种混合菌种的方法, 对 100 份燕麦种质资源进行了抗秆锈病鉴定。结果表明: 园粒莠麦等 5 份皮燕麦和二秋莠麦等 13 份裸燕麦, 至少在 1 个试验点表现免疫、抗病或慢病, 品燕 1 号皮燕麦和 64 燕麦等 10 份裸燕麦, 至少在 1 个试验点表现中度抗病或严重度为 40%~60% 的中度感病, 上述资源大多在温度较低的试验点 1 更抗病, 推测与大多数燕麦抗秆锈病基因表现低温抗病性有关; 其余资源表现感病或高度感病。这 5 份皮燕麦和 13 份裸燕麦可作为抗秆锈病资源加以利用。

关键词: 燕麦; 秆锈病; 种质资源; 抗病性鉴定

中图分类号: S435.126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)01-0089-04

Evaluation of 100 Oat Germplasms for Stem Rust Resistance

YUAN Jun-hai¹, CAO Li-xia², ZHANG Li-jun², ZHAO Shi-feng², ZHANG Ai-xiang¹, ZHANG Hong-jie¹

(1. Department of Plant Protection, Hebei North University, Xuanhua 075131, China;

2. Institute of Oat, Zhangjiakou Academy of Agricultural Sciences, Zhangjiakou 075000, China)

Abstract: Stem rust resistance of 100 oat germplasms was evaluated from 2011 to 2012 by inoculating the mixture of oat stem rust isolates at two test sites during booting stage. The results showed that 5 hulled oats, such as Yuanliyoumai and so on, and 13 naked oats, such as Erqiuyoumai and so on, were immune, resistant or slow rust at least at one test site. One hulled oat, Pinyan 1, and 10 naked oats, such as 64 Yanmai and so on, were moderately resistant or moderately susceptible with severity from 40% to 60% at least at one test site. Most of the germplasms mentioned above were more resistant at test site 1 with low temperature, which was deduced to be in accord with the fact that most of oat stem rust resistance genes were low-temperature resistant. The rest cultivars or lines were susceptible or high susceptible. Hence, the five hulled oats and 13 naked oats could be used as resistant resource for stem rust.

Key words: oat; stem rust; germplasm; resistance evaluation

燕麦是我国重要的粮饲兼用作物之一, 全国常年种植面积约 70 万 hm^2 , 主要分布在华北、西北和西南的高寒山区, 华北冀晋蒙三省(区)的燕麦面积约占全国总面积的 54%^[1]。其中, 河北省常年播种面积约 13 万 hm^2 , 主要集中在张家口、承德两地的坝上, 以冀西北的张家口为主, 包括康保、沽源、张北、尚义和崇礼等县, 常年播种面积约 10 万 hm^2 。秆锈病是华北燕麦产区的主要病害之一, 植株感病后不但千粒重降低、面粉色黑不筋, 而且茎秆易折断、饲草质量下降^[2]。选育燕麦抗病品种是防治秆锈病的主要措施, 在无公害、绿色甚至有机燕麦生产

上更加重要^[3]。种质资源是抗病基因的重要来源。Salmeron 等^[4]对墨西哥的 103 份燕麦种质资源进行抗秆锈病鉴定, 从中发现了 53 份抗病材料。Gold 等^[5]对加拿大的 9 978 份燕麦种质资源接种优势小种 NA67, 进行抗秆锈病鉴定, 结果发现, 在二倍体砂燕麦(*Avena strigosa*)中有 35 份表现高抗, 12 份表现中抗, 在四倍体阿比西尼亚燕麦(*A. abyssinica*)、细燕麦(*A. barbata*)和瓦维洛夫燕麦(*A. varviloviana*)及六倍体野红燕麦(*A. sterilis*)中, 有 71 份表现中抗, 其余材料均表现高度感病。1977 年, 杨海鹏^[2]用我国燕麦秆锈病菌对引自加拿大的种质资

收稿日期: 2013-06-28

基金项目: 国家现代农业产业技术体系项目(CARS08-E-1); 河北省科技厅科技支撑计划项目(12226501)

作者简介: 袁军海(1969-), 男, 河北无极人, 副教授, 博士, 主要从事植物抗病性与病害流行研究。E-mail: yuanjunhai@163.com

源进行了抗病性鉴定,筛选出 Harmon、Stout、Sal-emn 等 16 份材料,可作为抗病亲本。至今未发现关于我国燕麦种质资源抗秆锈病研究的报道。为此,于 2011—2012 年,在冀西北地区对搜集到的 100 份燕麦种质资源进行了抗秆锈病鉴定,以期筛选出燕麦抗性资源,在抗秆锈病育种中进行利用。

1 材料和方法

1.1 试验材料

燕麦种质资源共 100 份,由中国农业科学院作物科学研究所提供。其中皮燕麦 18 份,均来自国内:山西 6 份,内蒙古、甘肃和河北各 2 份,陕西、云南、贵州、青海、宁夏和吉林各 1 份。裸燕麦 82 份,68 份来自国内:山西 21 份、河北 19 份、内蒙古 16 份、青海 4 份、吉林和黑龙江各 2 份,云南、宁夏、陕西和四川各 1 份;14 份来自国外:丹麦 2 份,罗马尼亚、法国、德国、芬兰和瑞典各 1 份,国家未知 7 份。以坝苽 1 号为感病对照,由张家口市农业科学院燕麦研究所提供。燕麦秆锈病菌为 4 个菌株的等比例混合菌种,分别采自张北县公会镇、张北县油篓沟乡、康保县康保镇和崇礼县白旗乡。

1.2 试验地概况

设 2 个试验点:(1)张家口市农业科学院煤矿基地。该基地位于张北县县城东部(东经 $114^{\circ}45'$,北纬 $41^{\circ}08'$),海拔 1 400 m,年平均气温 2.6°C ,年降雨量 300 mm 左右,无霜期 90~110 d。5 月中旬播种,9 月中旬收获。(2)河北北方学院南校区农场。该农场位于宣化县沙岭子镇(东经 $114^{\circ}55'$,北纬 $40^{\circ}39'$),海拔 640 m,年平均气温 7.7°C ,年降雨量 300~400 mm,无霜期 110~140 d。3 月中旬播种,7 月中旬收获。其他管理措施与大田生产基本相同。

1.3 试验方法

每畦 64 行,行长 2 m,行距 0.33 m,两边各留 1 行保护行,每隔 20 行安排 1 行诱发行,每畦 2 行,其余 60 行为鉴定行,均分为 3 部分:两侧各约 0.9 m 播种待鉴材料,中间留出约 0.2 m,与各鉴定行垂直方向另播种 1 行接种行。保护行、诱发行和接种行品种均为坝苽 1 号。每份种质资源安排 1 行,均条播约 50 粒种子。燕麦孕穗初期,将 2 g 混合菌种的新鲜夏孢子粉加入 1 000 g 蒸馏水中,最终配成含 0.05% Tween20 的悬浮液,用注射器注入穗苞内,每个穗苞 1 mL,每 5 cm 接种 1 个穗苞。燕麦乳熟前后,当感病对照茎秆的病害严重度达 80% 后,调查各待鉴材料的严重度和抗感反应。严重度按改良 Cobb 标准^[6]目测;抗感反应根据侵染型判断,侵染型按 Roelfs^[7]提出的标准调查记载,分为 0、;、1、2、X、Y、Z、3、4 共

9 级,0 为免疫(I),;~1 为高抗(HR),2~Z 为中抗(MR),3 为中感(MS),4 为高感(HS)。

2 结果与分析

2.1 皮燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果

感病对照坝苽 1 号在 2 个试验点均表现高度感病且发病严重度为 80%,说明接种成功。

18 份皮燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果见表 1。园粒苽麦在试验点 1 表现免疫,在试验点 2 表现高抗且严重度为 5%;水晶 22 和 ZNY062 在试验点 1 均表现高抗且严重度 $\leq 10\%$,在试验点 2 为中抗且严重度 $\geq 60\%$;老苽麦在试验点 1 表现中感至中抗且严重度为 40%,但在试验点 2 为高感且严重度 $\geq 80\%$;大苽麦在试验点 2 与老苽麦相同,但在试验点 1 表现高度感病且严重度为 30%,可视为慢病。以上 5 份材料均有较大应用价值。品燕 1 号虽在 2 个试验点的严重度均为 60%,但在试验点 2 表现中抗,仍有一定应用价值。ZNY066 等 12 份材料在 2 个试验点均表现中感至高感且严重度 $\geq 60\%$,从抗秆锈病角度看其应用价值不大。

表 1 18 份皮燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果

品种(系)	来源	试验点 1		试验点 2	
		严重度 /%	抗感 反应	严重度 /%	抗感 反应
园粒苽麦	中国山西	0	I	5	HR
水晶 22	中国内蒙古	5	HR	≥ 80	MR
ZNY062	中国陕西	10	HR	60	MR
老苽麦	中国甘肃	40	MS—MR	≥ 80	HS
大苽麦	中国河北	30	HS	≥ 80	HS
品燕 1 号	中国山西	60	HS	60	MR
ZNY066	中国云南	60	MS	≥ 80	HS
小苽麦	中国山西	60	MS	≥ 80	MS
ZNY065	中国贵州	60	HS	≥ 80	HS
8343/7/1	中国山西	60	HS	≥ 80	HS
系左苽麦	中国山西	60	HS	≥ 80	MS
老苽麦	中国甘肃	60	HS	≥ 80	HS
蒙燕 7904	中国内蒙古	≥ 80	MS	≥ 80	MS—HS
固原燕麦	中国宁夏	≥ 80	HS	≥ 80	HS
ZNY070	中国吉林	≥ 80	HS	≥ 80	HS
ZNY071	中国山西	≥ 80	HS	≥ 80	HS
白玉麦 L23	中国青海	≥ 80	HS	≥ 80	HS
品 12	中国河北	≥ 80	HS	≥ 80	HS

注:数据为 2010 年和 2011 年 2 a 平均值,下同。

2.2 裸燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果

82 份裸燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果见表 2。二秋苽麦在试验点 1 表现免疫,Bauntebue 在试验点 2 表现高抗且严重度为 20%,2 份材料在另一试验点均表现慢病;小苽麦在试验点 1 表现高抗且严重度为 40%,但在试验点 2 表现高感且严重度 $\geq 80\%$;赤 2 苽麦、品 16、品 17 和堵吉在试验点 1 均表现中抗且严重度 $\leq 30\%$,但在试验点 2,赤 2 苽麦表现高抗但严重

度 $\geq 80\%$,品 16 表现中抗且严重度为 40%,品 17 和堵吉表现中感至高感且严重度 $\geq 60\%$;PY01-06 和大筱麦在试验点 1,及 ZNY095、PY01-09、同系 456 号和燕 2004 在试验点 2 均表现慢病,但 6 份材料在另一试验点均表现中感至高感且严重度 $\geq 60\%$ 。以上 13 份材料均有较大应用价值。64 燕麦、晋 8609-1、柳叶青、2247034 和 ZNY076 在试验点 1 及 578 在试验点 2 均表现感病且严重度为 40%,但在另一试验点,除柳叶青表现中抗外,其余均表现高感且严重度 $\geq 80\%$;鉴 19 在试验点 2 表现中抗且严重度为 50%,索里多尔、LY03-02 和 Nobgen navre 在试验点 1 表现中感至高感且严重度为 50%,但 4 份材料在另一试验点均表现高度感病且严重度 $\geq 80\%$ 。以上 10 份材料仍有一定应用价值。ZNY001 等 59 份材料在 2 个试验点均表现中感至高感且严重度 $\geq 60\%$,从抗秆锈病角度评价其应用价值不大。

表 2 82 份裸燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果

品种(系)	来源	试验点 1		试验点 2	
		严重度/%	抗感反应	严重度/%	抗感反应
二秋筱麦	中国山西	0	I	30	MS
Bauntebue	丹麦	30	MS	20	HR
小筱麦	中国内蒙古	40	HR	≥ 80	MS
赤 2 筱麦	中国内蒙古	20	MR	≥ 80	HR
品 16	中国河北	30	MR	40	MR
品 17	中国河北	30	MR	60	MS
堵吉	中国四川	30	MR	≥ 80	HS
PY01-06	国外,国家未知	20	MS	≥ 80	HS
大筱麦	中国山西	20	MS	≥ 80	HS
ZNY095	中国山西	60	HS	20*	MS*
PY01-09	国外,国家未知	≥ 80	MS	30	MS
同系 456 号	中国山西	≥ 80	HS	30*	MS*
燕 2004	中国河北	60	MS	30	HS
64 燕麦	中国内蒙古	40	MS	≥ 80	HS
晋 8609-1	中国山西	40	MS	≥ 80	HS
柳叶青	中国山西	40	MS	≥ 80	MR
2247034	中国河北	40	HS	≥ 80	HS
ZNY076	中国青海	40	HS	≥ 80	HS
578	中国河北	≥ 80	HS	40	MS
鉴 19	中国内蒙古	≥ 80	HS	50	MR
索里多尔	国外,国家未知	50	MS	≥ 80	HS
LY03-02	中国河北	50	MS	≥ 80	HS
ZNY001	中国青海	60	MS	≥ 80	HS
大筱麦	中国河北	60	MS	≥ 80	MS
二筱麦	中国山西	60	MS	≥ 80	HS
品 5 号	中国河北	70	HS	60	MS
Loevile	芬兰	60	HS	≥ 80	HS
ZNY053	中国河北	60	HS	≥ 80	HS
9314-122	中国河北	60	HS	≥ 80	HS
米燕麦	中国黑龙江	60	HS	≥ 80	HS
芋麦 L21	中国青海	60	HS	≥ 80	HS
ZNY063	中国吉林	60	HS	≥ 80	HS
大筱麦	中国山西	60	HS	≥ 80	HS
VII 40-7	中国内蒙古	≥ 80	HS	60	HS
83113-6	中国山西	≥ 80	HS	60	HS
D16	中国内蒙古	≥ 80	HS	70	MS
S-30	德国	≥ 80	HS	70	MS
7641M-9	中国河北	70	HS	≥ 80	HS
PY01-02	中国吉林	70	HS	≥ 80	HS
品 2	中国内蒙古	70	HS	≥ 80	HS
73014-336	中国山西	70	HS	≥ 80	HS
品 12	中国河北	≥ 80	HS	70	HS
五寨筱麦	中国内蒙古	≥ 80	HS	70	HS
ZNY097	中国山西	≥ 80	HS	≥ 80	MS
宁筱一号	中国宁夏	≥ 80	HS	≥ 80	MS
坝燕一号	中国河北	≥ 80	HS	≥ 80	MS
品 14	中国河北	≥ 80	HS	≥ 80	MS
小筱麦	中国山西	≥ 80	MS	≥ 80	HS
555	中国山西	≥ 80	HS	≥ 80	HS
Banner	丹麦	≥ 80	HS	≥ 80	HS
Ronald	国外,国家未知	≥ 80	HS	≥ 80	HS
74047-202	中国山西	≥ 80	HS	≥ 80	HS
N. deMoychcour	国外,国家未知	≥ 80	HS	≥ 80	HS
LY01-08	国外,国家未知	≥ 80	HS	≥ 80	HS

续表 2 82 份裸燕麦种质资源抗秆锈病鉴定结果

品种(系)	来源	试验点 1		试验点 2	
		严重度/%	抗感反应	严重度/%	抗感反应
LY01-12	国外,国家未知	≥80	HS	≥80	HS
冀杂二号	中国河北	≥80	HS	≥80	HS
蒙燕 7726	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
Ⅶ10-12	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
74039-137	中国山西	≥80	HS	≥80	HS
Cenad 88 ovas	罗马尼亚	≥80	HS	≥80	HS
坝莠三号	中国河北	≥80	HS	≥80	HS
7920/4/1	中国山西	≥80	HS	≥80	HS
青引一号	中国青海	≥80	HS	≥80	HS
坝莠 10 号	中国河北	≥80	HS	≥80	HS
80-01-5	中国山西	≥80	HS	≥80	HS
Ariane	法国	≥80	HS	≥80	HS
Coomallo	中国山西	≥80	HS	≥80	HS
高 7-19	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
左之大莠麦	中国山西	≥80	MS	≥80	HS
泸西燕麦	中国云南	≥80	HS	≥80	HS
品 16	中国河北	≥80	HS	≥80	HS
蒙燕 7716	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
定边莠麦	中国陕西	≥80	HS	≥80	HS
二莠麦	中国山西	≥80	HS	≥80	HS
二不秋莠麦	中国山西	≥80	HS	≥80	HS
蒙燕 7413	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
高千四号	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
赤 38 莠麦	中国内蒙古	≥80	HS	≥80	HS
品 7752-8-2	中国河北	≥80	HS	100	HS
蒙燕 7309	中国内蒙古	100	HS	≥80	HS
ZNY052	中国黑龙江	100	HS	≥80	HS

注: * 表示有混杂,其余植株表现高度感病且严重度≥80%。

3 结论与讨论

本研究对 100 份燕麦种质资源进行了抗秆锈病鉴定,结果发现:18 份皮燕麦资源中有 5 份材料、82 份裸燕麦资源中有 13 份材料至少在 1 个试验点表现免疫、抗病或慢病,可作为抗病资源利用。

所有具有应用价值的材料在 2 个试验点的鉴定结果均有差异。多数在试验点 1 更抗病,如皮燕麦资源中的园粒莠麦、水晶 22、ZNY062、老莠麦和大莠麦,及裸燕麦资源中的二秋莠麦、小莠麦、赤 2 莠麦、品 16、品 17、堵吉、PY01-06 和大莠麦等;少数相反,如品燕 1 号、Bauntebue、ZNY095、PY01-09、同系 456 号和燕 2004 等。2 个试验点的降雨量差别不大,但试验点 1 属于丘陵地带,气候冷凉,而试验点 2 海拔较低,燕麦生长后期气温较高。已有研究表明,温度的变化对燕麦抗秆锈病基因的表达有较大影响。在已正式命名的 17 个抗秆锈病基因中,在苗期, *pg1*、*pg2* 和 *pg10* 表达对温度表现较为稳定,但 *pg1* 和 *pg2* 的抗病性程度随温度增高有所下降, *pg10* 有时在高温下更抗病有时相反,有一定变化,其余 13 个基因均呈现典型的低温抗病性(*pg11* 仅在成株期表达,未测定)^[8-9]。这与本试验的结果比较一致,同时也说明大多数燕麦抗秆锈病基因在成株期同样表现低温抗病性。考虑到我国燕麦种植区域大多气候冷凉,这一特点更有利于燕麦抗秆锈病种质资源在我国的应用。

参考文献:

- [1] 国家燕麦产业技术研发中心,中国食品工业协会燕麦产业工作委员会. 中国燕麦产业发展报告 2010[R]. 西安:陕西科学技术出版社,2011.
- [2] 杨海鹏. 燕麦秆锈病[J]. 内蒙古农业科技,1984(4): 44-46.
- [3] 杨才. 有机燕麦生产[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010.
- [4] Salmeron J J, Harder D E, Chong J, *et al.* Mexican oat germ plasm as a source of resistance to stem rust and crown rust[J]. Plant Disease, 1996, 80(5): 404-407.
- [5] Gold S J, Mitchell F J, Fetch T G J. Evaluation of *Avena* spp. accessions for resistance to oat stem rust[J]. Plant Disease, 2005, 89(5): 521-525.
- [6] Peterson R F, Campbell A B, Hannah A E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals[J]. Canadian Journal of Research (Section C), 1948, 26(5): 496-500.
- [7] Roelfs A P. Race specificity and methods of study [M]// Bushnell W R, Roelfs A P. The cereal rust (Volume I). New York: Academic Press, 1984: 134.
- [8] Adhikari K N, McIntosh R A, Oates J D. Distribution and temperature sensitivities of genes for stem rust resistance in Australian oat cultivars and selected germplasm[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 2000, 51(1): 75-83.
- [9] Fetch T G J. Effect of temperature on the expression of seedling resistance to *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* in oat[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2006, 28(4): 558-565.