

小麦种质材料对麦红吸浆虫的 抗性鉴定与分析*

李建军, 李修炼, 成卫宁

(西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 在人工虫圃中鉴定了小麦种质材料对麦红吸浆虫的抗性, 并对各种类型的材料进行了分析。结果表明, 不同小麦种质材料对麦红吸浆虫具有明显的抗性差异。高抗、中抗、低抗和感虫类型的种质材料分别占参试种质材料的 11.54%, 23.08%, 19.23% 和 46.15%。不同的种质材料具有不同的抗性, 其单穗虫数、穗被害率、粒被害率、损失率和抗性指数有很大差异。建立了判别分析模型和回归模型, 判对率可达 95.45% 以上。选出了 9 份高抗类型的种质材料可供生产和育种上应用。

[关键词] 小麦种质材料; 麦红吸浆虫; 抗性鉴定

[中图分类号] S332.1 **[文献标识码]** A

[文章编号] 1671-9387(2004)02-0017-04

麦红吸浆虫 (*Sitona lineolata* Gehins) 是我国黄淮海区小麦生产上的一种毁灭性害虫^[1], 20 世纪 50 年代和 80 年代曾 2 次在我国爆发成灾, 并造成严重损失。20 世纪 90 年代以来, 我国局部地区仍频繁成灾, 造成一定损失。20 世纪 50 年代后, 我国曾应用抗虫品种如西农 6028 和南大 2419 及其子代品种控制吸浆虫危害, 发挥了重要作用。20 世纪 80 年代由于放松了抗性育种, 所种品种多数不抗吸浆虫, 使小麦吸浆虫重又迅速繁殖而造成严重危害。因此, 进行抗虫品种的选育和推广成为控制吸浆虫危害的重要措施之一^[1]。

目前, 已鉴定选出了一些抗吸浆虫的小麦品种^[2~9], 但对小麦种质材料抗虫性的鉴定未见报道。为了进一步明确小麦种质材料对麦红吸浆虫的抗性及其特点, 本研究搜集了部分小麦种质材料, 对其进行抗麦红吸浆虫的鉴定与分析。

1 材料与方法

1.1 材料

供试种质材料 78 份, 分别由原陕西省农科院小麦研究中心、原西北植物研究所小麦育种室和河南省农科院植保所等单位提供。供试虫源采自陕西省西安市灞桥区小麦吸浆虫严重发生的地块, 将虫穗

采回后撒在鉴定虫圃内, 让吸浆虫自己入土, 保证虫圃有足够的虫量。调查表明, 平均虫口基数为 5 500 头/m²。

1.2 试验设计

试验于 1997~1998 年在西北农林科技大学植保学院抗性鉴定虫圃进行, 参试品种(材料)共 78 个。每份材料播种 1 行, 行长 1.0 m, 行距 0.25 m, 每隔 20 个品种种植一个感虫品种, 感虫品种为小偃 6 号。重复 3 次, 第一重复顺序排列, 第二、三重随机排列。按照大田常规管理, 不施任何农药, 各品种在虫圃自然感虫。

1.3 鉴定方法

于翌年小麦抽穗后, 调查记载各小区抽穗盛期和扬花期, 并调查成虫羽化情况, 观察抽穗期与吸浆虫羽化期的吻合程度。在小麦乳熟期, 吸浆虫尚未脱壳入土前, 每小区随机取 10 穗, 剥查每粒小麦上的虫数, 记载单穗粒数、单穗虫粒数、单穗虫数。计算穗被害率、粒被害率和损失率。抗性指数(RI) = 参试种质的损失率/对照种质的损失率。小麦种质材料对麦红吸浆虫的抗性分级标准如下: 0 级: 免疫(I), RI = 0; 1 级: 高抗(HR), 0 < RI < 0.20; 2 级: 中抗(MR), 0.20 < RI < 0.50; 3 级: 低抗(LR), 0.50 < RI < 1.00; 4 级: 感虫(S), RI > 1.00。根据抗性指数

* [收稿日期] 2003-03-03

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目“小麦重大病虫害可持续控制技术”研究(2001BA509B03)

[作者简介] 李建军(1970-), 男, 陕西千阳人, 助理研究员, 主要从事小麦害虫和蔬菜无公害防治技术研究。

判断种质材料抗虫性,分析不同抗虫性种质材料类型的特点。

1.4 数学模型的建立

根据鉴定结果的分类,采用逐步判别分析法建立判别分析方程。采用张贤珍等^[10]和李修炼等^[11]的方法应用 Q B A S I C 编程求解。数据在计算机上运行计算。回归模型应用统计软件 SPSS 来求得^[12]。

2 结果与分析

2.1 麦红吸浆虫发生调查结果

鉴定虫圃的调查结果表明,该年小麦抽穗盛期为 04-18~ 26,麦红吸浆虫羽化盛期为 04-20~ 24,二者吻合程度很高。麦红吸浆虫发生偏重,虫圃所种

种质材料全部受害。种质材料的抗虫性是由其形态和生化等本身具有的特性所决定的,并非由于其抽穗期与危害期不同步而形成的避害性造成^[8]。

2.2 小麦种质材料对麦红吸浆虫的抗性鉴定结果

鉴定结果(表 1)表明,参试的 78 份小麦种质材料对麦红吸浆虫的抗虫性具有明显差异。其中免疫种质材料 0 份;高抗(HR)种质材料 9 份,占 11.54%;中抗(MR)种质材料 18 份,占 23.08%;低抗(LR)种质材料 15 份,占 19.23%;感虫(S)种质材料 36 份,占 46.15%。可见,在参试种质材料中, Y05、Y10、9117-2-15-5、451、KOK、遗 4151、冀麦 25、陕 S36160 和鉴 10 等高抗种质材料可供生产和育种上使用。

表 1 小麦种质材料对麦红吸浆虫抗性鉴定结果

Table 1 The evaluation result of resistance in wheat indoplasn to wheat blossom midge

分级 Sort	抗虫性 Resistance	种质材料 Idioplasm material	鉴定份数 Numbers	占种质材料 百分数/% Percent
1	HR	Y05, Y10, 9117-2-15-5, 451, 遗 4154(Yi 4154), 冀麦 25(Jimai 25), 鉴 10(Jian 10), 陕 S36160(Shaan S36160), KOK	9	11.54
2	MR	Y02, Y09, Y19, Y22, 晋麦 47(Jinmai 47), Q 8841-6, 高优 503(Gaoyou 503), 9314-16-11, Y9102-0-2-9, 4188(82), 522-3, 鉴 1(Jian 1), 鉴 6(Jian 6), 鉴 7(Jian 7), 鉴 8(Jian 8), 鉴 9(Jian 9), 豫农 015(Yunong 015), 百农 12(Bainong 12)	18	23.08
3	LR	Y04, Y12, Y16, Y20, Y21, Y24, 小偃 936(Xiaoyan 936), Y15, 小偃 134(Xiaoyan 134), Q 8879-4, Y8843-0-1-9-10, Y8843-0-1-9-28, Y93194-0-12-3, 88/25-25-3, 小偃 6 号(Xiaoyan 6)	15	19.23
4	S	Y01, Y03, Y06, Y07, Y08, Y11, Y13, Y14, Y17, Y18, Y23, WX8911-1-3, Q 321303, T88(1) 74, 114-2-18, B28, 9317, 91182, 90122, 30-25-18, 92302-11-4-5, 9123, Y8843-0-1-9-9, Y93120-0-3-6, 小偃 926(Xiaoyan 926), 宝丰 93-3(Baofeng 93-3), 长武 134(Changwu 134), 陕 2158(Shaan 2158), 陕 623(Shaan 623), 鉴 1(Jian 1), 鉴 3(Jian 3), 鉴 4(Jian 4), 鉴 5(Jian 5), 陕优 412(Shaanyou 412), 遗 NC9307(Yi NC9307), 9420	36	46.15

2.3 小麦抗麦红吸浆虫种质材料分析

根据虫圃鉴定结果和抗虫性分级标准,将参试的 78 份种质材料分为 4 类(表 2)。

第 I 类:高抗(HR)类型。单穗虫数最少,平均为

0.49 头,穗被害率(22.49%)、粒被害率(1.25%)和损失率(0.38%)最小,抗性指数平均为 0.10。其中以 KOK 和冀麦 25 最抗虫,抗性指数为 0.04。该类

表 2 不同抗性小麦种质材料对麦红吸浆虫抗性指标平均值

Table 2 Mean of resistant index of wheat indoplasn to wheat blossom midge

分类 Sort	抗虫性 Resistance	单穗粒数 Numbers of grains	单穗虫粒数 Numbers of feed grains	单穗虫数 Numbers of pest single fringe	穗被害率/% Rate of feed fringes	粒被害率/% Rate of feed grains	损失率/% Rate of Loss	抗性指数 Resistant index
I	HR	29.7 A	0.38 aA	0.49 aA	22.49 aA	1.25 aA	0.38 aA	0.10 aA
II	MR	31.5 A	1.34 abA	1.74 aA	52.52 bB	5.82 aA	1.12 aA	0.37 aA
III	LR	32.9 A	2.83 bAB	3.77 abAB	75.93 cBC	8.61 aAB	2.87 aAB	0.75 aAB
IV	S	32.0 A	5.45 cB	8.76 bB	86.92 cC	17.19 bB	6.79 bB	1.81 bB

注:小写字母和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上的差异显著性。

Note: The lowercase letter is significant at 0.05 level, and the capital letter is significant at 0.01 level

第 II 类:中抗(MR)类型。单穗虫数为 1.74 头,穗被害率平均 52.52%,粒被害率 5.82%,损失率为 1.12%,抗性指数平均为 0.37。

第 III 类:低抗(LR)类型。单穗虫数 3.77 头,穗被害率 75.93%,粒被害率 8.61%,损失率为 2.87,

可以用作育种上的抗性材料。

抗性指数平均 0.75。分别是高抗类型的 7.69, 3.38, 6.89, 7.55 和 7.5 倍。可见,抗性类型中种质材料之间抗性差异较大。

第 IV 类:感虫(S)类型。单穗虫数 8.76 头,穗被害率 86.92%,粒被害率 17.19%,损失率 6.79%,

抗性指数平均 1.81。分别是低抗类型的 2.32, 1.14, 2.00, 2.43 和 2.41 倍; 是高抗类型的 17.88, 3.86, 13.75, 18.32 和 18.10 倍。其中 Y08 是参试种质材料中最感虫的, 抗性指数达 4.38, 是 KOK 的 109 倍。可见, 感虫材料极易受到麦红吸浆虫的危害, 造成重大损失, 它与高抗类型之间抗虫性差异极大。

对 4 类不同抗性的小麦种质材料进行 LSR 检验, 结果(表 2)表明, 各类间单穗粒数差异不显著, 其它指标 HR、MR 和 LR 间差异不显著, 但它们与 S 间差异极显著。

综合分析, 抗性类型的种质材料平均单穗虫数为 2.00 头, 穗被害率 50.31%, 粒被害率为 5.23%, 损失率为 1.46%, 抗性指数为 0.41; 感虫性类型的种质材料对应有关数据分别是前者的 4.38, 1.73, 3.29, 4.77 和 4.41 倍, 二者差异很大。因此, 开展抗性种质材料的鉴定与利用, 对于综合治理麦红吸浆虫十分重要。

2.4 判别分析模型的建立

根据田间鉴定分类结果, 以判别能力显著的穗被害率(X_4), 粒被害率(X_5)和损失率(X_6)入选, 应用逐步判别分析法建立如下判别分析模型:

$$Y_1(X) = -10.424 + 0.358X_4 - 2.795X_5 + 31.317X_6$$

$$Y_2(X) = -81.042 + 0.954X_4 - 7.375X_5 + 100.445X_6$$

$$Y_3(X) = -283.575 + 1.563X_4 - 11.554X_5 + 189.366X_6$$

$$Y_4(X) = -1.430150 + 3.009X_4 - 31.045X_5 + 450.016X_6$$

式中, Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 分别为 HR, MR, LR, S 的抗性指数计算值, 用于判别样本所属类别。

对该模型判别效果的检验结果为: $\chi^2 = 15.961 > \chi_{0.01}^2 = 9.21$, 表明判别效果极显著。用此模型进行回验, 78 个样本判别分类结果见表 3, 判对 65 个, 判对率 83.33%。13 个样本错判 1 个级别, 判对率 11.12%。总判对率 94.45%。对 1992~1993 年参试的 148 个样本进行判别, 完全判对的有 146 个样本, 判对率为 98.65%。

2.5 回归模型的建立

以供试材料的单穗粒数(X_1)、虫粒数(X_2)、虫数(X_3)及穗被害率(X_4)和粒被害率(X_5)为自变量, 抗性指数(Y)为因变量, 进行多元回归分析。删去作用很小的因子(单穗粒数和穗被害率), 以作用显著的单穗虫粒数(X_2)、虫数(X_3)和粒被害率(X_5) (与抗性指数的相关系数分别为 0.927^{**}, 0.939^{**} 和 0.973^{**}) 为自变量建立回归数学模型, 经显著性检验表明达极显著水平。回归方程为:

$$Y = -0.0416 - 0.240X_2 + 0.148X_3 + 0.109X_5$$

复相关系数 $R = 0.990^{**}$, 决定系数 $R^2 = 99\%$ 。用此模型回验, 判对率 100%。

表 3 用判别模型进行判别分类的结果

Table 3 The classification result of discriminant model

实际抗性 Actual resistance	估计抗性 Predicted resistance								样本总数 Total numbers	判对率/% Right percentage
	高抗 HR		中抗 MR		低抗 LR		感虫 S			
	份数 Numbers	判对率/% Right percentage	份数 Numbers	判对率/% Right percentage	份数 Numbers	判对率/% Right percentage	份数 Numbers	判对率/% Right percentage		
HR	9	100	0	0	0	0	0	0	9	100
MR	0	0	18	100	0	0	0	0	18	100
LR	0	0	0	0	15	100	0	0	15	100
S	0	0	0	0	13	36.11	23	63.89	36	87.98
合计 Total	9		18		28		23		78	94.45

对入选变量作通径分析, 结果表明, X_3 和 X_5 是影响抗性指数(Y)的直接因素(通径系数 $P_{3y} = 0.750^{**}$, $P_{5y} = 0.916^{**}$), X_2 主要通过 X_3 和 X_5 影响抗性指数($P_{23y} = 0.7211$, $P_{25y} = 0.8511$)。

3 结论与讨论

小麦种质材料抗麦红吸浆虫鉴定结果表明, 参试小麦种质材料对麦红吸浆虫的抗性存在明显的差异, 鉴定筛选出高抗种质材料 9 份, 中抗种质材料

18 份, 低抗种质材料 15 份。其中 9 份高抗种质材料可以作为理想的抗麦红吸浆虫的育种材料。

试验参试种质材料中, 抗性材料的单穗虫数、穗被害率、粒被害率、损失率和抗性指数分别是感虫性材料的 0.2283, 0.5788, 0.3042, 0.2098, 0.2265 倍, 与前人的研究结论相同^[13]。

应用判别分析模型进行抗性鉴定, 具有显著的判别效果。充分考虑穗被害率、粒被害率和虫口损失率等多个指标, 可以比较全面地评价种质材料的抗

虫性。采用本研究建立的判别模型进行判别分类检验,对于HR和MR的判对率达100%,完全可以正确判定抗虫性。同时还可以将不同年份的鉴定结果放在一起评价,减少了误差。同时采用与抗性指数显著相关的单穗虫粒数、单穗虫数和粒被害率建立了回归模型,回归检验达极显著水平。目前,虽然建立了根据穗部特征来判别抗虫性的判别模型和回归模型,且判别抗虫性效果明显^[11,14],但是单纯依靠穗部特征也有一定的误差。如果将穗部特征和田间鉴定指标相结合建立综合判别模型和回归模型,必将加大模型的正确性,这部分工作尚待进一步加强。

对分类后的4类种质材料进行LSR检验结果

表明,低抗类型和感虫类型的多个指标间差异不显著,这可能是判别模型中将S误判为LR的主要原因。也说明分类标准有待改进。

在小麦抗吸浆虫鉴定中,目前在小麦品种鉴定方面前人已经做了大量工作,选出了一批抗虫性好的品种,并在生产中发挥了重大作用^[5-9]。作者进行的抗虫性鉴定结果表明,在小麦种质材料中存在一些抗虫性较好的材料,可以作为生产育种上的后备材料。所以,尚需进一步完善抗虫性鉴定技术,广泛搜集种质资源进行抗虫性鉴定,组建抗虫性种质资源库,供生产和育种工作参考使用,对于控制小麦吸浆虫的危害具有重要意义。

[参考文献]

- [1] 李建军,李修炼,成卫宁. 小麦吸浆虫研究现状与展望[J]. 麦类作物, 1999, 19(3): 51- 55
- [2] 孙正东. 小麦当家品种对麦红吸浆虫抗性鉴定初报[J]. 植物保护, 1989, 15(3): 29
- [3] 孙京瑞,丁红建,倪汉祥,等. 小麦品种抗吸浆虫鉴定[J]. 植物保护, 1995, 21(2): 22- 23
- [4] 韩桂仲,高九思,王胜亮. 小麦品种对麦红吸浆虫抗性研究[J]. 植物保护学报, 1990, 17(3): 200, 208
- [5] 张克斌,宁毓华,胡木林. 小麦品种对麦红吸浆虫抗性鉴定结果综析[J]. 西北农业大学学报, 1988, 16(增刊): 43- 49
- [6] 赵菊香,任之英. 小麦品种资源对麦红吸浆虫的抗性鉴定[J]. 陕西农业科学, 1990, (4): 5- 6
- [7] 成卫宁,李修炼,吴兴元. 小麦抗麦红吸浆虫鉴定[J]. 陕西农业科学, 1996, (3): 37
- [8] Wright A T, Doane J. Wheat midge infestation of spring cereals in Northeastern Saskatchewan[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1987, 67: 117- 120
- [9] Sedivy J. The occurrence of *Contarinia tritici* and *Sitodiplosis mosellana* on selected wheat varieties (Diptera: Cecidomyiidae) [J]. Ochrana Roslin, 1994, 30(4): 293- 303
- [10] 张贤珍,王长生,胡兰,等. BASIC语言农业数理统计计算程序[M]. 北京: 农业出版社, 1990. 241- 250
- [11] 李修炼,赵菊香,吴兴元,等. 据小麦穗部特征建立判别品种对麦红吸浆虫抗性数学模型的研究[J]. 西北农业学报, 1993, 2(1): 78- 82
- [12] 黄海,罗友丰,陈志英,等. SPSS 10.0 for Windows 统计分析[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001. 170- 185
- [13] Panda N. Principles of host-plant resistance to insect pest[M]. New York: John Wiley and Sons, 1979. 36
- [14] 丁红建,郭予元. 麦穗形态学与抗吸浆虫的关系研究[J]. 植物保护学报, 1993, 20(1): 19- 24

A n a l y s i s a n d e v a l u a t i o n o f r e s i s t a n c e i n w h e a t i d i o p l a s m t o w h e a t b l o s s o m m i d g e (*S i t o d i p l o s i s m o s e l l a n a*)

L I J i a n - j u n , L I X i u - l i a n , C H E N G W e i - n i n g

(College of Plant Protection, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The wheat idioplasm resistance to wheat blossom midge was evaluated (*Sitodiplosis mosellana*) in the simulate insect garden. The results indicated that the resistance of 78 wheat idioplasm s were significantly different. The highly resistant, middle resistant, low resistant and susceptible varieties were 11.54%, 23.08%, 19.23% and 46.15%. The different wheat idioplasm s had plenty difference in the insect numbers, fringe rate of injury, seed rate of injury, and index of resistance. The discriminant function model and regression equation were founded. The right percentage of classification result of those models was 95.45%. There were 9 highly resistant wheat idioplasm s to be used as improved idioplasm s in resistant breeding.

Key words: wheat idioplasm s; *Sitodiplosis mosellana*; analysis and evaluation of resistance