

# 小麦苗期禾谷缢管蚜生物学反应及抗蚜性分析

胡想顺<sup>1</sup>, 赵惠燕<sup>1</sup>, 胡祖庆<sup>1</sup>, 郭晓晨<sup>2</sup>, 徐烈琴<sup>3</sup>, 李东鸿<sup>1</sup>, 张宇红<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨凌 712100; 2 宝鸡市农科所, 陕西 岐山 722400;

宝鸡市渭滨区农技站, 陕西 宝鸡 721000)

**[摘 要]** 为了评价不同来源小麦品种(系)对禾谷缢管蚜(*Rhopalosiphum padi* L.)的抗性,应用每株麦苗上接 1 头蚜虫的方法,在人工气候室内,对禾谷缢管蚜在 10 个小麦品种(系)上的 5 个生物学参数发育历期 *DD*、成虫与幼虫的体重差 *DW*、成虫在与发育历期相等时间内的产仔数 *F*、相对日均体重增长率 *MRGR* 和成虫在与发育历期相等时间内的日均产仔数 *Rm* 进行了测定,并以此为基础用多元方差分析法、多目标综合判别法和聚类分析法评价了这 10 个小麦品种(系)对禾谷缢管蚜的抗性。结果表明,在试验的 10 个小麦品种(系)中,小偃 22、Astron、Ww2730 和 Amigo 最不适于禾谷缢管蚜(*R. padi*)在其上取食,抗性最好,98-10-35 和 Xanthus 次之,98-10-32、186Tm 和 98-10-30 处在中间水平,Batis 对禾谷缢管蚜(*R. padi*)的适应性最好,抗性最差。证明 Astron、Ww2730 和 Amigo 可作为抗蚜育种材料在我国使用。

**[关键词]** 小麦;禾谷缢管蚜;生物学参数;抗蚜性

**[中图分类号]** S435.122<sup>+</sup>.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)05-0157-06

## Biological parameters of bird cherry-oat aphids feeding on wheat varieties(lines) seedling and wheat resistance to aphid

HU Xiang-shun<sup>1</sup>, ZHAO Hui-yan<sup>1</sup>, HU Zu-qing<sup>1</sup>, GUO Xiao-chen<sup>2</sup>,

XU Lie-qin<sup>3</sup>, LI Dong-hong<sup>1</sup>, ZHANG Yu-hong<sup>1</sup>

(1 College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Baoji City Agriculture

Research Station, Qishan, Shaanxi 722400, China; 3 Weinan Area of Baoji City Agriculture Technique

Station, Baoji, Shaanxi 721000, China)

**Abstract:** In order to evaluate the wheat varieties(lines) resistance to bird cherry-oat aphids, 5 biological parameters, development days (*DD*), weight difference between 1st instar larvae and adult (*DW*), fecundity (*F*), mean relative growth rate (*MRGR*) and rate of mean production (*Rm*) of bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus) feeding on 10 wheat varieties (lines) seedling were studied by using the way that 1 wheat seedling admitted 1 aphid feeding in greenhouse. These wheat varieties (lines) resistance to *R. padi* also had been estimated by 3 ways, multivariate variance analysis, multi-object integrated synthesis and "Ward" cluster analysis. The result showed, Xiaoyan 22, Astron, Ww2730 and Amigo had the strongest resistance to *R. padi*; and 98-10-35, Xanthus had stronger resistance to *R. padi*; 98-10-32, 186Tm and 98-10-30 kept the middle level of resistance to *R. padi*; Batis showed best fitness, but its resistance is the weakest. So the wheat varieties Astron, Ww2730, and Amigo are good breeding materials resistant to *R.*

†收稿日期] 2006-03-13

[基金项目] 国家自然科学基金项目(39970112, 30470268);中德两国农业部资助项目(02/03);西北农林科技大学青年专项基金项目(080807, 08080252)

[作者简介] 胡想顺(1973 - ),男,甘肃天水人,讲师,在职博士,主要从事农作物病虫害综合治理,昆虫生态学与抗虫育种研究。  
E-mail: huxiangshun@163.com; xiangshun@nwsuaf.edu.cn

*padi* in China.

**Key words:** wheat; *Rhopalosiphum padi* L.; biological parameters; resistance

抗虫品种一般具有对害虫的专一性,与环境的协调性以及与其他防治措施的相容性等特点,是农田病虫害可持续性治理战略中的一项重要措施<sup>[1-2]</sup>。禾谷缢管蚜(*Rhopalosiphum padi* Linnaeus)是全球小麦的重要害虫<sup>[3-17]</sup>。选育和利用抗蚜品种要符合生态学规律和有害生物可持续治理的原则,要有利于环境保护,符合农业可持续发展的要求。国内外已筛选出了一些抗禾谷缢管蚜的小麦品种(材料)及近缘抗蚜材料<sup>[12-17]</sup>;有关小麦品种(系)抗禾谷缢管蚜机制的研究已涉及到小麦的形态学特征<sup>[12]</sup>、生化特征,如次生代谢物质<sup>[13,18-19]</sup>及营养物质<sup>[9,20]</sup>等方面。但有关小麦品种(系)对禾谷缢管蚜发育繁殖和体重影响的系统研究还不深入。本研究在人工气候室内,对来源于 3 个国家 10 个小麦品种(系)的禾谷缢管蚜在苗期的生物学参数进行了研究,并以此为基础对这些小麦品种(系)的抗蚜性进行了评估,以期研究蚜虫危害机理、引进国外抗蚜小麦资源,以及理解小麦品种的抗蚜机理提供理论依据,为小麦育种筛选抗虫材料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 小麦材料 Astron、Batis、Xanthus 和 Ww2730,为德国育成的抗蚜小麦品种(材料);Amigo 为美国 20 世纪 70 年代育成的抗麦二叉蚜(*Schizaphis graminum*)小麦品种;小偃 22 为我国以小麦和偃麦草远源杂交育成的小麦品种,综合抗逆性良好,为目前关中地区主栽品种;98-10-30、98-10-32、98-10-35 和 186Tm,为西北农林科技大学植保学院生态组近年来从抗蚜材料一粒小麦(*Triticum monococcum*)<sup>[8]</sup>的杂交后代中选育的抗蚜小麦材料。

1.1.2 供试虫源 禾谷缢管蚜(*R. padi*)由德国联邦农林业研究中心(BBA)实验室饲养,饲养条件:温度白天(15 ± 0.5) °C,夜晚(13 ± 0.5) °C;光照 16 h/d;相对湿度(60 ± 10) %。

### 1.2 蚜虫生物学参数的测定

室内试验于 2002-10 ~ 2003-04 在德国联邦农林业研究中心进行。小麦种植于 9 cm × 9 cm × 10 cm 的塑料花盆中,每品种 30 ~ 31 盆,每盆种 5 粒种子,土壤为沙 腐殖质 黑壤土(体积比 1 3 3);

温度白天(20 ± 0.5) °C,夜晚(18 ± 0.5) °C;光照 16 h/d;相对湿度(60 ± 10) %,按需浇水。

10 日龄后只选留长势一致的 1 株麦苗备用,13 日龄(2 ~ 3 叶期)前小麦在玻璃温室内生长。13 日龄时接初产 1 龄若蚜(出生 24 h 内),接蚜前称重(*W*<sub>1</sub>),每株麦苗接 1 头蚜虫,接蚜后用直径 4.5 cm,高 24 cm,一头蒙着纱布的玻璃管罩住,同时将其移入室内人工智能控制气候室,生长条件为:温度白天(20 ± 0.5) °C,夜晚(18 ± 0.5) °C;光照 16 h/d;相对湿度(60 ± 10) %,通风。此后每日检查 2 次(早晨 8:00,下午 6:00),至成蚜时记录羽化时间、翅型(不同翅型分开统计),称重(*W*<sub>a</sub>),计算体重差(*DW*,  $DW = W_a - W_1$ );发育历期(*DD*,初产 1 龄若蚜至羽化的时间 + 0.5 d);相对日均体重增长率(*MRGR*,  $MRGR = (\ln W_a - \ln W_1) / DD$ );研究表明,成蚜在与发育历期相等时间内的产仔数等于全生育期产仔数的 80 %,因此成蚜称重后重新接回,继续饲养至与发育历期相等的时间,计数成蚜在这段时间内的产仔数,作为生殖力(简写 *F*)的指标,这样可以节约试验时间,对试验精度影响不大<sup>[3]</sup>;计算成蚜在与发育历期相等时间内的日均产仔数(*Rm*,  $Rm = F / DD$ )<sup>[5,21-23]</sup>。

### 1.3 数据处理

数据处理时,将有翅蚜和无翅蚜分别统计,记录死亡蚜虫数。先对各生物学指标进行单因素方差分析,再进行多元方差分析和聚类分析,具体参照袁志发等<sup>[24]</sup>和胡想顺等<sup>[25]</sup>的方法。

多目标综合判别依据赵惠燕等<sup>[26]</sup>、杨超<sup>[27]</sup>的方法。设小麦品种各指标向量为  $V_{ij} = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}, x_{i5})$ ,其中  $i = 1, 2, 3, \dots, 10$ ,  $x_{i1} = DD$ ,  $x_{i2} = DW$ ,  $x_{i3} = F$ ,  $x_{i4} = MRGR$ ,  $x_{i5} = Rm$ 。由于发育历期越长,体重差越小,繁殖力越少, *MRGR* 和 *Rm* 越小,则抗性越强,因此,在极差标准化时, *DD* 用公式  $y_{ij} = 1 - (x_{ij} - \min\{x_{ij}\}) / (\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\})$ ,其他指标用公式  $y_{ij} = (x_{ij} - \min\{x_{ij}\}) / (\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\})$ ;给各指标赋以不同权重向量  $W = (a, b, c, d, e)^T$ ,则判别指标函数  $R = V_{ij} \cdot W$ ,计算 10 个小麦品种(系)对禾谷缢管蚜(*R. padi*)的抗性判别指标,指标越大,抗性越弱。

2 结果与分析

2.1 禾谷缢管蚜在 10 小麦品种上的生物学参数

禾谷缢管蚜 (*R. padi*) 无翅型在 10 个小麦品种

(系)上的生物学参数比较及单因素方差分析结果如表 1 所示。由表 1 可见,若蚜死亡率以 *Xanthus* 最高,Ww2730 和小偃 22 最小。除生殖力外,其他参数在小麦品种(系)间差异均达极显著水平( $SSR_{0.01}$ )。

表 1 禾谷缢管蚜(无翅型)在 10 个小麦品种(系)上的生物学参数比较

Table 1 Biological parameter of *R. padi* (wingless) on 10 wheat varieties and monovariate variance analysis

| 小麦品种(系)<br>Variety (line) | 样本数<br>N | 若蚜死亡率/%<br>Death rate of nymphae | 发育历期/d<br>DD    | 体重差/μg<br>DW        | 生殖力<br>F     | 相对日均体重增长率<br>MRGR      | 日均产仔数<br>Rm     |
|---------------------------|----------|----------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|------------------------|-----------------|
| Batis                     | 23       | 13.33                            | 7.50 ± 0.4 aA   | 727.20 ±160.57 aA   | 45.04 ±7.44  | 0.412 7 ±0.047 7 aA    | 6.01 ±0.95 aA   |
| 186Tm                     | 25       | 3.33                             | 7.68 ±1.65 aA   | 675.36 ±196.08 abAB | 42.80 ±13.29 | 0.399 3 ±0.088 3 aA    | 5.60 ±1.75 abAB |
| 98-10-30                  | 20       | 3.33                             | 7.53 ±1.70 aA   | 661.20 ±213.05 abAB | 40.60 ±10.72 | 0.395 1 ±0.092 4 aA    | 5.43 ±1.49 abAB |
| 98-10-32                  | 24       | 6.67                             | 7.81 ±1.67 bBC  | 612.71 ±186.50 bcBC | 42.17 ±12.12 | 0.380 0 ±0.089 3 abAB  | 5.39 ±1.42 abAB |
| Xanthus                   | 19       | 26.67                            | 8.16 ±1.85 cC   | 622.84 ±198.58 bcBC | 44.68 ±12.31 | 0.364 2 ±0.087 6 bcAB  | 5.49 ±1.51 abAB |
| 98-10-35                  | 15       | 20                               | 8.23 ±2.05 cC   | 685.27 ±207.56 aA   | 43.27 ±11.79 | 0.374 2 ±0.095 3 abcAB | 5.26 ±1.40 bB   |
| Amigo                     | 20       | 10                               | 8.05 ±1.88 bcBC | 617.90 ±183.03 bcBC | 41.25 ±11.11 | 0.365 2 ±0.086 8 bcAB  | 5.15 ±1.41 bB   |
| Ww2730                    | 26       | 0                                | 8.02 ±1.60 bcBC | 554.31 ±153.93 dD   | 41.04 ±11.14 | 0.355 3 ±0.074 2 bcB   | 5.11 ±1.31 bB   |
| Astron                    | 20       | 20                               | 8.08 ±1.78 bcBC | 593.90 ±177.33 cCD  | 40.75 ±11.02 | 0.355 4 ±0.084 5 bcB   | 5.04 ±1.30 bB   |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22       | 27       | 0                                | 8.29 ±1.61 cC   | 524.10 ± 185.68 dD  | 40.72 ±10.85 | 0.340 2 ±0.079 5 cB    | 4.96 ±1.40 bB   |

注:表中数据是平均值 ±标准差,大写字母表示  $SSR_{0.01}$  水平差异极显著;小写字母表示  $SSR_{0.05}$  水平差异显著。表 2 同。  
Note: The data are mean ±standard error in the table;capital letters show the very significant difference ( $SSR_{0.01}$ ) and small letters show the significant difference ( $SSR_{0.05}$ ). The same for the following table 2.

禾谷缢管蚜 (*R. padi*) 有翅型在 10 个小麦品种(系)上的生物学参数比较及单因素方差分析结果如

表 2 所示,其中体重差和日均产仔数在小麦品种(系)间差异达显著水平( $SSR_{0.05}$ )。

表 2 禾谷缢管蚜(有翅型)在 10 个小麦品种(系)上的生物学参数比较

Table 2 Biological parameter of *R. padi* (alatae) on 10 wheat varieties and monovariate variance analysis

| 小麦品种(系)<br>Variety(line) | 样本数<br>N | 发育历期/d<br>DD | 体重差/μg<br>DW     | 生殖力<br>F     | 相对日均体重增长率<br>MRGR | 日均产仔数<br>Rm   |
|--------------------------|----------|--------------|------------------|--------------|-------------------|---------------|
| Batis                    | 3        | 8.00 ±0.56   | 647.00 ±32.65 ab | 23.00 ±14.65 | 0.364 6 ±0.014 1  | 2.88 ±0.67 b  |
| 186Tm                    | 4        | 9.00 ±0.71   | 625.00 ±66.98 bc | 32.00 ±9.13  | 0.335 3 ±0.023 7  | 3.57 ±1.04 a  |
| 98-10-30                 | 6        | 9.29 ±0.57   | 676.43 ±110.02 a | 25.00 ±4.32  | 0.335 7 ±0.019 5  | 2.71 ±0.52 bc |
| 98-10-32                 | 4        | 8.75 ±0.65   | 581.75 ±69.33 cd | 26.25 ±3.86  | 0.343 9 ±0.005 5  | 3.03 ±0.57 b  |
| Xanthus                  | 3        | 9.28 ±0.62   | 627.67 ±84.41 bc | 37.67 ±30.84 | 0.315 5 ±0.022 3  | 3.94 ±2.95 a  |
| 98-10-35                 | 9        | 9.10 ±0.55   | 609.00 ±97.35 bc | 20.40 ±4.39  | 0.336 1 ±0.022 4  | 2.25 ±0.52 c  |
| Amigo                    | 7        | 9.00 ±0.41   | 699.75 ±94.70 a  | 31.25 ±18.14 | 0.331 2 ±0.032 5  | 3.53 ±2.22 a  |
| Ww2730                   | 4        | 9.17 ±0.76   | 636.67 ±26.10 bc | 25.00 ±1.00  | 0.333 8 ±0.035 9  | 2.74 ±0.18 bc |
| Astron                   | 4        | 9.25 ±0.27   | 669.00 ±82.19 ab | 25.17 ±13.35 | 0.331 0 ±0.018 5  | 2.73 ±1.51 bc |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22      | 3        | 9.50 ±0.35   | 556.00 ±58.76 d  | 24.00 ±24.31 | 0.312 9 ±0.031 2  | 2.53 ±0.62 bc |

2.2 各参数原始数据的多元方差分析

对 10 个小麦品种(系)的生物学参数进行总体两因素(翅型与品种)多元方差分析,有翅型和无翅型间差异极显著,其在总体上相等的 *F* 概率为 0.004 21,品种间相互比较的结果如表 3 所示。由表 3 可见,Batis 各生物学参数均值向量在总体上与 186Tm、98-10-30 差异不显著,而与 98-10-32 差异显著,与其他 6 个小麦品种(系)差异极显著;186Tm 各生物学参数均值向量在总体上与 98-10-30、98-10-32、Amigo 差异不显著,而与 *Xanthus* 和 98-10-35

差异显著,与 Ww2730、Astron 和小偃 22 差异极显著;98-10-30 各生物学参数均值向量在总体上与 Batis、186Tm、98-10-32 和 Amgio 差异不显著,而与 *Xanthus* 和 Astron 差异显著,与 98-10-35、Ww2730 和小偃 22 差异极显著;98-10-32 与小偃 22、Batis 差异显著,而与其他小麦品种(系)差异均不显著;小偃 22 与 *Xanthus*、Amigo、Ww2730 和 Astron 差异不显著,而与 98-10-32 差异显著,与 Batis、186Tm、98-10-30、98-10-35 差异均极显著。

2.3 对 10 个小麦品种(系)的抗性排序

应用多目标综合判别法对 10 个小麦品种(系)的禾谷缢管蚜(*R. padi*)抗性进行排序,判别指标向量随权重改变及品种抗性排序变化如表 4 所示,由于发育历期、体重差和生殖力为原始参数,首先给其权重为 5,而相对日均体重增长率和日均产仔数是综合指标,因此首先给其权重为 10,由此得出 10 个小麦品种(系)的抗性顺序为 Batis < 186 Tm < 98-10-30 < 98-10-32 < Xanthus < 98-10-35 < Amigo <

Ww2730 < Astron < 小偃 22。但两个综合指标的计算均涉及到发育历期,因此改变权重继续排序,结果表明其顺序变化不大,仅 Xanthus 与 98-10-32, Astron 与 Ww2730 的排序有轻微变化,因此可以认为 10 个小麦品种(系)对禾谷缢管蚜的抗性顺序由弱到强为 Batis < 186 Tm < 98-10-30 < Xanthus < 98-10-32 (或 98-10-32 < Xanthus) < 98-10-35 < Amigo < Ww2730 < Astron (或 Astron < Ww2730) < 小偃 22。

表 3 10 个小麦品种(系)均值向量在总体上相互两两相等的 F 概率

Table 3 F probability of biological parameter mean vector equivalent to each other between 2 varieties on 10 wheat varieties in total.

| 小麦品种(系)<br>Variety(line) | Batis        | 186Tm       | 98-10-30     | 98-10-32  | Xanthus | 98-10-35  | Amigo   | Ww2730  | Astron  | 小偃 22<br>Xiaoyan22 |
|--------------------------|--------------|-------------|--------------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|--------------------|
| Batis                    | 1.000 0      |             |              |           |         |           |         |         |         |                    |
| 186Tm                    | 0.707 9      | 1.000 0     |              |           |         |           |         |         |         |                    |
| 98-10-30                 | 0.544 2      | 0.845 7     | 1.000 0      |           |         |           |         |         |         |                    |
| 98-10-32                 | 0.022 5 *    | 0.347 0     | 0.223 8      | 1.000 0   |         |           |         |         |         |                    |
| Xanthus                  | 0.002 4 * *  | 0.045 5 *   | 0.016 8 *    | 0.453 7   | 1.000 0 |           |         |         |         |                    |
| 98-10-35                 | 0.001 0 * *  | 0.018 6 *   | 0.007 3 * *  | 0.070 4   | 0.427 2 | 1.000 0   |         |         |         |                    |
| Amigo                    | 0.004 6 * *  | 0.119 6     | 0.114 6      | 0.503 5   | 0.805 3 | 0.537 0   | 1.000 0 |         |         |                    |
| Ww2730                   | 2.65E-05 * * | 0.003 5 * * | 0.005 0 * *  | 0.516 1   | 0.540 5 | 0.043 5 * | 0.494 6 | 1.000 0 |         |                    |
| Astron                   | 0.000 1 * *  | 0.005 9 * * | 0.010 8 *    | 0.279 4   | 0.636 3 | 0.379 5   | 0.864 2 | 0.782 4 | 1.000 0 |                    |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22      | 6.21E-07 * * | 0.000 2 * * | 2.44E-04 * * | 0.011 7 * | 0.187 4 | 0.005 8 * | 0.200 3 | 0.147 8 | 0.093 7 | 1.000 0            |

注: \* 表示 0.01 < F < 0.05,差异显著; \* \*表示 F < 0.01,差异极显著。

Note: \* means F probability less than 0.05, greater than 0.01, which means different between 2 varieties in total; \* \* means F probability less than 0.01, very different between 2 varieties in total.

表 4 禾谷缢管蚜(*R. padi*)在 10 个小麦品种(系)上生物学参数的多目标综合判别及抗蚜性排序

Table 4 *R. padi* biological parameter multi-object integrated synthesis differentiate on 10 wheat varieties and resistance order to *R. padi*

| 小麦品种(系)<br>Variety(line) | (5,5,5,10,10) <sup>T</sup> |       | (1,1,11,11,11) <sup>T</sup> |       | (7,7,7,7,7) <sup>T</sup> |       | (9,9,9,4,4) <sup>T</sup> |       |
|--------------------------|----------------------------|-------|-----------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                          | 判别指标                       | 排序    | 判别指标                        | 排序    | 判别指标                     | 排序    | 判别指标                     | 排序    |
|                          | Differentiate index        | Order | Differentiate index         | Order | Differentiate index      | Order | Differentiate index      | Order |
| Batis                    | 35.00                      | 10    | 35.00                       | 10    | 35.00                    | 10    | 35.00                    | 10    |
| 186Tm                    | 24.34                      | 9     | 23.57                       | 9     | 24.08                    | 9     | 23.83                    | 9     |
| 98-10-30                 | 20.30                      | 8     | 19.29                       | 8     | 19.96                    | 8     | 19.62                    | 8     |
| 98-10-32                 | 16.57                      | 7     | 16.92                       | 6     | 16.48                    | 6     | 16.39                    | 6     |
| Xanthus                  | 16.28                      | 6     | 18.18                       | 7     | 16.91                    | 7     | 17.55                    | 7     |
| 98-10-35                 | 14.87                      | 5     | 16.31                       | 5     | 15.56                    | 5     | 16.24                    | 5     |
| Amigo                    | 9.84                       | 4     | 10.59                       | 4     | 10.09                    | 4     | 10.34                    | 4     |
| Ww2730                   | 6.44                       | 3     | 6.87                        | 2     | 6.58                     | 3     | 6.72                     | 2     |
| Astron                   | 6.09                       | 2     | 7.46                        | 3     | 6.55                     | 2     | 7.00                     | 3     |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22      | 0.14                       | 1     | 0.31                        | 1     | 0.20                     | 1     | 0.25                     | 1     |

2.4 对 10 个小麦品种(系)抗性的聚类分析

马氏距离表示的是由各指标均值向量组成多维空间间的距离指标,将各品种上的禾谷缢管蚜生物学参数均值向量极差标准化后,再以马氏距离为据进行 Ward 聚类分析,可以对各个品种抗蚜性强弱进行分类,各参数相差越小,马氏距离越小,抗性越

相近。由图 1 可以看出,10 个小麦品种(系)以 0.50 为分界点聚为很明显的 4 类:Ww2730 与 Astron 先聚在一起(马氏距离为 0.025 8),然后和 Amigo 聚为一类(马氏距离为 0.051 4)后,再和小偃 22 聚为一类(马氏距离为 0.211 9),是为第一类,抗性最强;98-10-35 与 Xanthus(马氏距离为 0.137 7)聚为第 2

类,抗性较强;98-10-30与已经聚在一起的98-10-32与186Tm(马氏距离为0.1275)聚为一类(马氏距离为0.1381),是为第3类,抗性较弱;Batis为单独的一类,抗性最差。

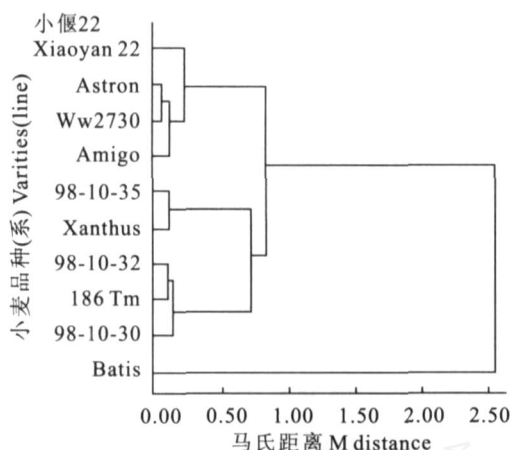


图1 10个小麦品种(系)对禾谷缢管蚜抗性的马氏距离“Ward”聚类分析

Fig.1 “Ward” cluster analysis of Mahalanobis distance of 10 wheat varieties resistance to *R. padi*

### 3 讨论

前人研究表明,小麦品种的抗生性并不能造成若蚜个体的直接死亡,但对若蚜发育历期、成蚜寿命和产仔数影响显著<sup>[28]</sup>。本研究与前人研究结论基本一致,但若蚜在不同小麦品种(系)上的死亡率为0~26.67%,其原因有待进一步加大试验样本进行详细的研究。

本文在前人研究的基础上,以禾谷缢管蚜(*R. padi*)在10个小麦品种(系)苗期的5个生物学参数为原始数据,用3种方法综合评估了这些小麦材料对禾谷缢管蚜的抗性。所得结果基本可以互相印证:多目标综合判别分析表明,小偃22、Astron、Ww2730、Amigo的抗性排名为前4,聚类分析表明这4个小麦品种(系)抗性强弱为一类,方差分析可知这4个小麦品种(系)的各生物学参数差异不显著,故认为这4个小麦品种(系)的综合抗性相对最强,这与Astron在德国对禾谷缢管蚜(*R. padi*)有较好的抗性<sup>[13]</sup>相吻合;多目标综合判别排名第5和第6(或第7)的98-10-35与Xanthus聚为一类,相互间各参数均值向量在总体上也差异不显著,对禾谷缢管蚜的抗性较强;排名第7(或第6),8和9的98-10-32、98-10-30和186Tm聚为一类,其各生物学参数均值向量在总体上差异不显著,抗性较差;排名第10的Batis单独聚为一类,除与抗性较差的98-10-

30、186Tm差异不显著,与98-10-32差异显著外,与其他几个小麦品种(系)差异极显著,对禾谷缢管蚜(*R. padi*)的适应性最好,抗性最差。

本文应用的5个生物学参数“发育历期、体重差、生殖力、相对日均体重增长率、日均产仔数”中,禾谷缢管蚜无翅蚜除生殖力外,其他各参数在小麦品种(系)间差异均极显著;而有翅蚜除体重差和日均产仔数差异显著外,其他参数差异均不显著。说明不同品种有不同的抗性机制,这与前人研究结果基本相似<sup>[4,6,28]</sup>。同时也说明,在抗蚜性研究中,应该以植物抗性3机制为理论基础,不仅考虑综合指标,也应该注重单一指标(可以将由单一抗性指标筛选出的抗性材料,通过杂交手段组合在一起选育综合性状好的抗蚜品种)。

本试验在小麦苗期进行,而有关小麦受害的关键期——扬花期和灌浆期,禾谷缢管蚜在不同小麦品种(系)上的生物学反应及抗蚜性,有待进一步研究。

致谢:本试验的设计和完成得到了Udo Heimbach和Thomas Thieme先生的具体指导,特此感谢。

### 【参考文献】

- [1] 周明祥. 作物抗虫育种[M]. 北京:农业出版社,1992.
- [2] 华南农业大学. 农业昆虫学[M]. 2版. 北京:农业出版社,1994.
- [3] Dixon A F G. Structure of aphid populations[J]. Aphid Review of Entomology, 1985, 30:155-174.
- [4] Tremblay. Resistance of wheat and grasses to *Rhopalosiphum padi* [J]. Environmental Entomology, 1989, 18(6): 921-932.
- [5] Thomas T, Udo H. Development and reproductive of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on winter wheat cultivars[J]. Wprs Bulletin, 1996, 19(3): 1-8.
- [6] 周福才, 陆自强, 陈丽芳, 等. 小麦品种对禾谷缢管蚜的抗性机理研究[J]. 江苏农学院学报, 1997, 18(4): 53-56.
- [7] 周福才, 陆自强, 陈丽芳, 等. 小麦形态特征与抗禾谷缢管蚜的关系[J]. 江苏农学院学报, 1998, 19(4): 39-42.
- [8] 赵惠燕, 杜利锋, 张改生. 小麦抗病虫基因定位研究进展[J]. 西北农业学报, 1998, 7(6): 68-72.
- [9] 周福才, 陆自强, 陈丽芳, 等. 小麦麦株内可溶性糖与抗禾谷缢管蚜的关系[J]. 江苏农业研究, 1999, 20(2): 60-63.
- [10] 郭良珍, 刘绍友. 小麦品种对禾谷缢管蚜抗性的多目标评价及抗性因素分析[J]. 湛江海洋大学学报, 2000, 20(2): 40-44.
- [11] 郭良珍, 刘绍友, 苏丽. 小麦禾谷缢管蚜的危害损失和防治指标研究[J]. 植物保护, 2000, 26(6): 12-14.
- [12] 李庆, 叶华智. 小麦近缘野生植物对禾谷缢管蚜的抗性研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(6): 719-723.
- [13] 李庆, 叶华智, 杨群芳, 等. 若干生化指标与山羊草对禾谷缢

- 管蚜抗性的关系[J]. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1038-1043.
- [14] 方嘉禾, 刘旭. 作物和林木种质资源研究进展[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001.
- [15] 刘志勇, 白玉亭, 马盾. 新疆小麦近缘野生植物染色体及抗病虫性研究进展[J]. 新疆农业科学, 1997(3): 109-111.
- [16] 叶华智. 小麦族种质资源对禾谷缢管蚜的抗性评价及生化抗性机制研究[D]. 四川雅安: 四川农业大学, 2002.
- [17] 胡木林, 陈燕, 郑小林, 等. 35 个草坪草品种对禾谷缢管蚜抗性的研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(6): 784-787.
- [18] 李庆, 杨群芳. 氧肟酸在植物抗性中的作用[J]. 四川农业大学学报, 2000, 18(4): 374-376.
- [19] 李庆, 叶华智, 杨群芳, 等. 七种小麦近缘野生植物对禾谷缢管蚜抗性的生化机制[J]. 植物保护学报, 2004, 31(1): 1-5.
- [20] 李庆, 叶华智, 杨群芳, 等. 小麦近缘野生植物营养水平与抗禾谷缢管蚜的关系[J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 26(3): 348-351.
- [21] Cailaud C M, Dedryver C A, Simon J C. Development and reproductive potential of the cereal aphid *Sitobion avenae* on resistant wheat lines (*Triticum monococcum*) [J]. Annales of Applied Biology, 1994, 125: 219-232.
- [22] Emden H F, van Awmack C S. Harrington the interaction of host plant resistance to insects with other control measures[J]. Pest and Diseases, 1990, 3: 939-948.
- [23] Chambers R J, Wellings P W, Dixon A F G. Sycamore aphid numbers and population density. Some processes[J]. Journal of Animal Ecology, 1985, 54: 425-442.
- [24] 袁志发, 周静芋. 多元统计分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [25] 胡想顺, 刘小凤, 赵惠燕, 等. 在 Excel 表中进行多元方差分析[J]. 西北农业学报, 2006, 15(2): 174-179.
- [26] 赵惠燕, 汪世泽. 旱塬麦田生态系统蚜虫病毒病多目标综合防治策略研究[J]. 西北农业学报, 1995, 4(1): 44-50.
- [27] 杨超. 运筹学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [28] 仵均祥, 姜金虎, 沈宝成, 等. 小麦品种对麦蚜主要生命参数影响的研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10(4): 447-451.

## (上接第 156 页)

- [6] 王卫东, 小仓信夫. 花绒穴甲室内发育研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 43-47.
- [7] 孔晓凤, 孙玉荣, 赵军. 花绒穴甲不会飞处理对产卵数量的影响试验[J]. 宁夏农林科技, 2002(6): 25.
- [8] 孔晓凤, 赵军. 花绒穴甲幼虫、蛹的饲养试验[J]. 宁夏农学院学报, 2002, 23(3): 80-82.
- [9] 雷琼, 陈建锋, 黄娜, 等. 花绒坚甲成虫人工饲料的筛选研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(3): 259-261.
- [10] 王卫东, 赵军, 小仓信夫. 花绒穴甲幼虫人工饲料的开发研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 48-51.
- [11] 周嘉熹, 杨雪彦. 光肩星天牛综合防治技术[J]. 西北林学院学报, 1992, 7(3): 20-25.
- [12] 周嘉熹, 鲁新政, 禄玉中. 引进花绒坚甲防治光肩星天牛实验报告[J]. 昆虫知识, 1985, 22(2): 84-86.
- [13] 黄焕华, 许再福, 杨忠岐, 等. 松褐天牛的重要天敌——花绒坚甲[J]. 广东林业科技, 2003, 19(4): 76-77.
- [14] 唐桦, 刘益宁, 马国骅. 宁夏地区光肩星天牛天敌种类调查初报[J]. 森林病虫害通讯, 1996(1): 30-31.
- [15] 王卫东, 刘益宁, 宝山, 等. 宁夏光肩星天牛、光肩星天牛天敌昆虫的研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 90-93.
- [16] 徐志宏, 陈为民, 余伟. 松树皮下节肢动物种群动态研究初报[J]. 华东昆虫学报, 2005, 14(2): 105-108.
- [17] Inoue E. Studies on the natural enemy of *Monochamus alternatus* Hope, *Dastarcus longulus* Sharp (Coleoptera: Colydiidae) [J]. Bull Okayama Prefectural Forest Experiment Station, 1991(10): 40-47.
- [18] Kosaka H, Ogura N. Rearing of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on artificial diets [J]. Appl Emt Zool, 1990, 25: 532-534.
- [19] Williams D W, Lee H, Kim I. Distribution and abundance of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Natural Acer Stands in South Korea[J]. Environmental Entomology, 2004, 33(3): 540-545.
- [20] 郭祥光. 昆虫生态学的常用数学分析方法[M]. 北京: 农业出版社, 1985: 654-655.
- [21] 李孟楼, 郭新荣, 庄世宏, 等. 混交林的多样性及其光肩星天牛的抗性研究[J]. 林业科学, 2005, 41(1): 157-164.