

小麦品种(系)对不同地理种群荻草谷网蚜的抗性*

徐昭焕^{1, 2**} 程登发¹ 孙京瑞¹ 刘 勇³ 杨秀丽⁴ FREDERIC Francis⁵ 陈巨莲^{1***}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100193;

2. 江西农业大学农学院 南昌 330045; 3. 山东农业大学植物保护学院 泰安 271018;

4. 山西省农业科学院小麦研究所 临汾 041000; 5. Functional and Evolutionary Entomology, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgium)

摘 要 采用田间成株期自然感蚜法和室内苗期接虫法, 鉴定 12 个小麦品种(系)对 5 个不同地区荻草谷网蚜 *Sitobion miscanthi* (Takahashi) 种群的抗性。结果表明, 小麦品种(系)室内苗期的抗性表现与田间成株期基本一致; Amigo、KOK、北京 837、铭贤 169 和红芒红对 5 个地理种群荻草谷网蚜的抗性表现相同, 丰产 3、中 4 无芒、JP①、晋麦 31、L1、885479-2 和小白冬麦对 5 个地理种群荻草谷网蚜种群的抗性表现则存在差异。研究表明我国荻草谷网蚜对抗蚜作物品种具有致害性分化。

关键词 小麦, 荻草谷网蚜, 抗性鉴定, 地理种群, 生物型

Resistance of wheat varieties (lines) to the different geographic populations of *Sitobion miscanthi*

XU Zhao-Huan^{1, 2**} CHENG Deng-Fa¹ SUN Jing-Rui¹ LIU Yong³

YANG Xiu-Li⁴ FREDERIC Francis⁵ CHEN Ju-Lian^{1***}

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University,

Nanchang 330045, China; 3. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

4. Institute of Wheat, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen 041000, China; 5. Functional and Evolutionary Entomology, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgium)

Abstract The behavior of five different geographic populations of *Sitobion miscanthi* (Takahashi) on 12 wheat varieties (lines) was observed through laboratory screening of seedling technique and field screening of adult technique. The results showed that the resistant performance of 12 wheat varieties (lines) in seedling were consistent with that of adult period; the resistance of Amigo, KOK, cv. Beijing 837, cv. Mingxian 169 and cv. Hongmanghong to five different geographic populations was similar, however, the other wheat varieties (lines), Fengchan NO. 3, Zhong 4 wumang, JP①, cv. Jinmai 31, L1, 885479-2 and cv. Xiaobaidongmai had different types of resistance to five different geographic populations of *S. miscanthi*. The result demonstrated that there were biotype differentiations of *S. miscanthi* in China.

Key words wheat, *Sitobion miscanthi*, resistance screening, geographic population, biotype

荻草谷网蚜 *Sitobion miscanthi* (Takahashi) 是我国小麦上的重要害虫之一, 以刺吸式口器取食小麦汁液导致小麦产量和品质降低; 并可传播病毒病(BYDV), 分泌蜜露遮盖叶片影响光合作用, 严重威胁着小麦生产。一直以来, 该蚜在我国被

误认为“麦长管蚜”。长期以来各地对麦蚜以化学防治为主, 化学农药的大量使用带来了诸如环境污染、害虫抗药性和杀伤天敌等一系列问题(李军等, 2007)。因此, 培育小麦抗蚜品种成为小麦害虫可持续治理的重要措施(于洋等, 2006; 刘勇

* 资助项目: 国家自然科学基金(30971920)、中-比国际科技合作项目(2010DFA32810, PIC SHANDONG)。

**E-mail: xuzhaohuan@hotmail.com

***通讯作者, E-mail: jlchen@ippcaas.cn

收稿日期: 2011-03-01, 接受日期: 2011-10-26

等, 2007)。

抗蚜鉴定是抗蚜育种的重要基础。常用的小麦抗蚜鉴定方法有田间成株期和室内苗期鉴定方法。小麦田间成株期自然感蚜法, 研究较为深入并制定了小麦抗蚜虫评价技术规范(侯有明和沈宝成, 1998; 李素娟等, 1998; 段灿星等, 2006)。小麦室内苗期抗荻草谷网蚜鉴定主要依据蚜量的比较鉴别品种的抗性差异。与麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* (刘旭明和金达生, 1998; Nuessly *et al.*, 2008) 和麦双尾蚜 *Diuraphis noxia* (Weiland *et al.*, 2008; Ennahli *et al.*, 2009; Sotelo *et al.*, 2009) 等相比, 室内苗期抗荻草谷网蚜鉴定方法研究进展缓慢, 缺乏合适的抗性评级体系 (Xu *et al.*, 2011)。

蚜虫的遗传变异大, 生态适应性强, 容易形成新生物型, 在时间和空间上限制某些抗虫品种的利用。已鉴定的昆虫生物型中, 蚜虫占大约 50% (Saxena and Barrion, 1987)。其中正式命名 23 个

麦二叉蚜生物型(刘旭明和金达生, 1998; Anstead *et al.*, 2003; Burd *et al.*, 2006) 和 8 个麦双尾蚜生物型 (Weiland *et al.*, 2008)。目前荻草谷网蚜生物型的研究尚处于摸索阶段 (Xu *et al.*, 2011)。

本研究采用田间成株期抗性鉴定和室内苗期抗性鉴定 2 种方法, 研究 12 个小麦品种(系)对不同地理种群荻草谷网蚜的抗性, 拟建立室内苗期抗荻草谷网蚜评价体系并检测荻草谷网蚜生物型的分化, 并有待为进一步研究抗源选择、抗性育种组合设计、抗性品种推广和合理布局提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试小麦品种(系)

12 个供试小麦品种(系)详细信息见表 1, 除 Amigo 由 Dr. David Porter 博士 (USDA-ARS) 提供外, 其它均来源于中国农业科学院植物保护研究所植保信息技术研究课题组。

表 1 12 个供试小麦品种(系)及其相关信息
Table 1 12 wheat varieties (lines) and their related information

小麦品种 Wheat varieties	品种抗性及其抗性基因 Previously known reaction to <i>Sitobion avenae</i> and resistance gene if known	抗性机制 Main resistance mechanism	参考文献 References
Amigo	抗/Gb2	—	Hollenhorst and Joppa, 1983
丰产 3 号	抗	—	李素娟等, 1998
中 4 无芒	抗	抗生性	陈巨莲等, 1997
JP1	抗	抗生性	陈巨莲等, 1997
KOK	抗	排趋性	陈巨莲等, 1997
晋麦 31	抗	—	郑王义等, 1999
L1	抗	排趋性	陈巨莲等, 1997
885479 - 2	感	抗生性	陈巨莲等, 1997
北京 837	感	—	陈巨莲等, 1997
小麦冬麦	抗	排趋性	陈巨莲等, 1997
铭贤 169	感	—	刘勇等, 2001
红芒红	感	—	陈巨莲等, 1997

1.2 成株期抗性鉴定

1.2.1 试验地点 河北廊坊, 山西临汾, 山东泰安, 河南新乡, 四川江油。

1.2.2 鉴定方法 成株期抗性鉴定按小麦抗蚜虫评价技术规范(标准编号: NY/T 1443.7-2007)进行, 每个品种(系)播种 2 行, 每隔 6 个品种(系)播种 1 行抗蚜对照品种北京 837, 每行均匀播种

100 粒; 试验田四周种植 1 m 宽的北京 837 保护行。试验采用完全随机设计, 每品种(系)重复种植 3 次。试验区土壤特点及田间管理与当地大田一致, 整个试验期不施用任何农药。在小麦灌浆期进行调查。调查分 3 组同时进行。每行选取蚜量最高的 1 株, 判定蚜害级别(表 2)并记录。采用蚜虫发生盛期各小麦品种(系)的蚜害级别最高者

与所有参试小麦品种(系)蚜害级别众数的平均值的比值作为抗性定级的依据。小麦蚜害级别比大于 0.9 时为感蚜品种(系)(S),相反则为抗蚜品种(系)(R)。

表 2 小麦蚜害级别的划分标准
Table 2 Classification criterion of wheat-damage

蚜害级别 Damage scale	各级别的蚜虫量 No. of aphids
0	全株无蚜虫
1	全株有少量蚜虫(10 头以下)
2	全株有一定量蚜虫(10~20 头),穗部无蚜虫或仅有 1~5 头
3	全株有中等数量蚜虫(21~50 头),穗部有少量蚜虫(6~10 头)
4	全株有大量蚜虫(50 头以上),穗部有片状的蚜虫聚集,蚜虫占穗部的 1/4 左右
5	穗部有 1/4~3/4 的小穗有蚜虫
6	全部小穗均密布蚜虫

1.3 苗期抗性鉴定

1.3.1 供试虫源 从河北廊坊,山西临汾,山东泰安,河南新乡,四川江油的小麦(*Triticum aestivum* L.)上采集荻草谷网蚜。虫源采回后,在室内(22±1)℃,湿度 40%~60%,光照 L:D=16:8 条件下隔离饲养于感蚜品种“北京 837”麦苗上繁殖保存备用。上述虫源可直接用于小麦对群体荻草谷网蚜的抗性鉴定。同时,分别从每个地理种群中取出 1 头,隔离繁殖成克隆系。用于小麦对个体荻草谷网蚜的抗性鉴定。

1.3.2 鉴定方法 小麦苗期对荻草谷网蚜的抗性鉴定没有统一标准。与麦二叉蚜和麦双尾蚜不同,荻草谷网蚜危害后麦苗症状不明显,因此根据小麦受荻草谷网蚜危害后的症状鉴定小麦苗期抗性非常困难。所以本文中使用的苗期鉴定方法是模拟田间条件进行的,蚜害等级也是依照田间标准中的要求划分的。供试小麦品种(系)采用盆栽方式,每个品种(系)种 1 盆,每盆 10 株;供试的 12 盆小麦品种(系)随机放置于同一个尼龙网养虫笼(55 cm×45 cm×60 cm)。小麦二叶期时每株接 2 龄若虫 2 头。接种 10 d 后调查记载各品种的蚜量。共设 3 个重复。计算蚜虫盛发期各品种(系)单盆着蚜量与总品种(系)平均单盆着蚜量的比值的平均值,当小麦的蚜量比小于或等于 0.9 时为抗蚜品种(系),大于 0.9 时为感蚜品种(系)。

2 结果与分析

2.1 成株期田间抗性鉴定

12 个小麦品种(系)对 5 个不同地区荻草谷网蚜田间种群的抗性鉴定结果(表 3)表明部分小麦品种(系)对不同地区荻草谷网蚜田间自然种群的抗性存在差异。丰产 3 号在四川江油表现抗性,在其它 4 个地区则为感性;中 4 无芒在河北廊坊表现感性,在其它 4 个地区则为抗性;晋麦 31 在山东泰安表现感性,在其它 4 个地区则为抗性;885479-2 在河北廊坊表现抗性,在其它 4 个地区则为感性;L1 在河北廊坊和河南新乡表现感性,在其它 3 个地区则为抗性;小白冬麦在河北廊坊和河南新乡表现抗性,在其它 3 个地区则为感性;Amigo,KOK,北京 837,铭贤 169 和红芒红在 5 个地区的抗性表现相同。

2.2 苗期抗性鉴定

12 个小麦品种(系)对河北廊坊,山东泰安和河南新乡的荻草谷网蚜室内群体无典型的抗感性反应(数据未显示),对山西临汾和四川江油群体及 5 个不同地区的个体(克隆)抗性结果与成株期鉴定结果相同(表 4),表明部分小麦品种(系)对不同地区的荻草谷网蚜群体或个体(克隆)的抗性存在差异。丰产 3 号和 JP①对山东泰安和河北廊坊个体(克隆)表现抗性,对其它群体和个体(克隆)则表现感性;L1 对河南新乡个体(克隆)和江油群体表现为感性,对其它群体和个体(克隆)表现抗性;小白冬麦对新乡个体(克隆)和江油群体表现抗性,对其它群体和个体(克隆)则表现感性;Amigo,中 4 无芒,KOK,晋麦 31,885479-2,铭贤 169,红芒红对各地区群体和个体(克隆)的表现相

同。此外,本研究发现 12 个小麦品种(系)对山西临汾个体(克隆)与群体的抗性反应一致,而对四川江油个体(克隆)与群体的抗性反应不一致。

比较室内苗期群体与田间成株期抗性鉴定结

果,发现对于山西临汾种群,12 个品种(系)在两生育期的抗性趋势完全一致,仅同一品种(系)的抗性程度有差异;而四川江油种群,某些小麦品种(系)在两生育期的抗性不同。

表 3 12 个小麦品种(系)对 5 个不同地理种群荻草谷网蚜田间种群的抗性
Table 3 Reaction of resistance to five different geographic populations of *Sitobion miscanthi* in 12 wheat varieties (lines) through field screening

小麦品种(系) Wheat varieties (lines)	蚜害级别比 Ratio of damage scale									
	廊坊 Langfang		临汾 Linfen		泰安 Tai'an		江油 Jiangyou		新乡 Xinxiang	
Amigo	0.67	R	0.60	R	0.88	R	0.65	R	0.68	R
丰产 3 号	1.12	S	1.50	S	1.33	S	0.55	R	1.13	S
中 4 无芒	1.34	S	0.60	R	0.88	R	0.73	R	0.68	R
JP①	1.34	S	1.50	S	1.10	S	0.86	R	1.13	S
KOK	0.89	R	0.90	R	0.44	R	0.74	R	0.90	R
晋麦 31	0.45	R	0.60	R	1.33	S	0.89	R	0.90	R
L1	1.34	S	0.90	R	0.88	R	0.75	R	1.13	S
885479-2	0.67	R	1.50	S	1.33	S	1.49	S	1.35	S
北京 837	1.12	S	1.20	S	1.33	S	1.29	S	1.35	S
小白冬麦	0.89	R	1.20	S	1.10	S	1.55	S	0.90	R
铭贤 169	1.34	S	1.20	S	1.10	S	1.33	S	1.35	S
红芒红	1.12	S	1.20	S	1.33	S	1.16	S	1.13	S

表 4 12 个小麦品种(系)对 5 个不同地理种群荻草谷网蚜室内群体及个体(克隆)的抗性
Table 4 Reaction of resistance to five different geographic populations or individuals (clones) of *Sitobion miscanthi* in 12 wheat varieties (lines) through laboratory screening

小麦品种(系) Wheat varieties (lines)	蚜害级别比 Ratio of damage scale													
	泰安个体		江油个体		临汾个体		新乡个体		廊坊个体		江油群体		临汾群体	
	Tai'an		Jiangyou		Linfen		Xinxiang		Langfang		Jiangyou		Linfen	
	individual		individual		individual		individual		individual		population		population	
Amigo	0.41	R	0.32	R	0.44	R	0.68	R	0.46	R	0.41	R	0.50	R
丰产 3 号	0.63	R	1.38	S	1.46	S	1.16	S	0.65	R	1.15	S	1.55	S
中 4 无芒	0.73	R	0.58	R	0.57	R	0.50	R	0.80	R	0.53	R	0.42	R
JP①	0.51	R	1.55	S	1.65	S	1.21	S	0.74	R	1.63	S	1.70	S
KOK	0.54	R	0.86	R	0.74	R	0.82	R	0.55	R	0.63	R	0.67	R
晋麦 31	0.61	R	0.88	R	0.62	R	0.69	R	0.81	R	0.67	R	0.74	R
L1	0.88	R	0.58	R	0.57	R	1.33	S	0.70	R	0.93	S	0.58	R
885479-2	2.19	S	1.59	S	1.06	S	1.13	S	1.60	S	1.53	S	1.14	S
北京 837	2.01	S	1.09	S	1.09	S	1.20	S	2.02	S	1.01	S	1.05	S
小白冬麦	0.97	S	1.12	S	1.00	S	0.48	R	1.15	S	0.28	R	0.96	S
铭贤 169	1.22	S	1.01	S	1.43	S	1.33	S	1.45	S	1.82	S	1.25	S
红芒红	1.29	S	1.05	S	1.38	S	1.38	S	1.06	S	1.41	S	1.44	S

3 讨论

目前,小麦苗期对荻草谷网蚜的抗性鉴定没有统一标准。与麦二叉蚜和俄罗斯蚜不同,荻草谷网蚜危害后麦苗症状不明显,因此根据小麦受荻草谷网蚜危害后的症状鉴定小麦苗期抗性非常困难。但是,不同小麦品种(系)对麦蚜的抗性差异明显,抗性机理也各异,但最终都反映在蚜虫种群数量的不同(段灿星等, 2003)。因此,在小麦室内抗性鉴定中,我们模拟田间条件,蚜害等级也是依照田间标准中的要求划分的,即采用各品种(系)单钵着蚜量与总品种(系)平均单钵着蚜量的比值的平均值划分抗蚜级别。利用此划分标准鉴定的结果显示山西临汾种群的室内苗期与田间成株期抗性鉴定结果基本相同,即苗期与成株期抗性趋势一致,这与 Sotherton 和 Emden(1982),段灿星等(2006),李贤庆等(2006)的前期研究结果基本一致。由此可见,作者的小麦室内苗期抗荻草谷网蚜评价体系是可行的。而本文中四川江油种群的室内苗期与田间成株期抗性鉴定结果不一致,可能是田间采集的虫源不是本地区的优势种群。

本研究发现田间成株期和室内苗期抗性鉴定可以得出相似结果,即部分小麦品种(系)对不同地理种群荻草谷网蚜的抗性是有差异的。由此表明我国荻草谷网蚜对部分抗蚜作物品种具有致害性分化,并依此推测荻草谷网蚜可能发生了生物型分化。本研究仅就 12 个小麦品种(系)对 5 个不同地理种群荻草谷网蚜抗性反应进行了初步探讨,每个种群中也只选取 1 头蚜虫进行繁殖克隆及小麦抗性鉴定。研究结果为深入了解我国荻草谷网蚜生物型的分化程度、分布及其频率提供了技术资料积累及探索性贡献,相关研究还有待进一步扩大采集范围并对每个种群进行多个个体(克隆)抗性鉴定。

参考文献(References)

Anstead JA, Burd JD, Shufran KA, 2003. Over-summering and biotypic diversity of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae) populations on noncultivated grass hosts. *Environ. Entomol.*, 32:662—667.

Burd JD, Porter DR, Puterka GJ, Haley SD, Peairs FB, 2006. Biotypic variation among north American Russian

wheat aphid (Homoptera: Aphididae) populations. *J. Econ. Entomol.*, 99:1862—1866.

Ennahli S, El-Bouhssini M, Grando S, Anathakrishnan R, Niide T, Starkus L, Starkey S, Smith CM, 2009. Comparison of categories of resistance in wheat and barley genotypes against biotype 2 of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdjumov). *Arthropod-Plant Interact.*, 3(1):45—53.

Hollenhorst MM, Joppa LR, 1983. Chromosomal location of genes for resistance to greenbug in Largo and Amigo wheats. *Crop Sci.*, 23:91—93.

Nuessly GS, Nagata RT, Burd JD, Hentz MG, Carroll AS, Halbert SE, 2008. Biology and biotype determination of greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), on seashore paspalum turfgrass (*Paspalum vaginatum*). *Environ. Entomol.*, 37(2):586—591.

Saxena RC, Barrion AA, 1987. Biotypes of insect pests of agricultural crops. *Insect Sci. Appl.*, 8:453—458.

Sotelo P, Starkey S, Voothuluru P, Wilde GE, Smith CM, 2009. Resistance to Russian wheat aphid biotype 2 in CIMMYT synthetic hexaploid wheat lines. *J. Econ. Entomol.*, 102(3):1255—1261.

Sotherton NW, Emden HFV, 1982. Laboratory assessments of resistance to the aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* in three *Triticum* species and two modern wheat cultivars. *Ann. Appl. Biol.*, 101(1):99—107.

Weiland AA, Peairs FB, Randolph TL, Rudolph JB, Haley SD, Puterka GJ, 2008. Biotypic diversity in Colorado Russian wheat aphid (Hemiptera: Aphididae) populations. *J. Econ. Entomol.*, 101(2):569—574.

Xu ZH, Chen JL, Cheng DF, Sun JR, Liu Y, Francis F, 2011. Discovery of English grain aphid (Hemiptera: Aphididae) biotypes in China. *J. Econ. Entomol.*, 104(3):1080—1086.

陈巨莲,孙京瑞,丁红建,倪汉祥,李晓飞,1997. 主要抗蚜小麦品种(系)的抗性类型及其生化抗性机制. *昆虫学报*, 40(1):190—195.

段灿星,王晓鸣,朱振东,2006. 小麦种质对麦长管蚜的抗性鉴定与评价. *植物遗传资源学报*, 7(3):297—300.

段灿星,王晓鸣,朱振东,张正伟,金达生,2003. 我国小麦抗麦长管蚜(*Sitobion avenae*)研究概况. *植物遗传资源学报*, 4(2):175—178.

侯有明,沈宝成,1998. 小麦品种对麦长管蚜抗性的模糊综合决策. *应用生态学报*, 9(3):273—276.

李军,赵惠燕,李志刚,韩诗畴,安新城,2007. 不同小麦品种对麦长管蚜的抗性. *昆虫知识*, 44(4):509—512.

李素娟,张志勇,王兴运,丁红建,倪汉祥,孙京瑞,程登发,

- 陈巨莲,1998. 用模糊识别技术鉴定小麦品种(系)抗蚜性研究. 植物保护,5:15—16.
- 李贤庆,郭线茹,李克斌,尹姣,曹雅忠,2006. 不同小麦品种(系)对麦长管蚜的抗性. 昆虫学报,49(6):963—968.
- 刘旭明,金达生,1998. 北京地区麦二叉蚜生物性鉴定研究初报. 昆虫学报,41(2):141—144.
- 刘勇,陈巨莲,程登发,2007. 不同小麦品种(系)叶片表面蜡质对两种麦蚜取食的影响. 应用生态学报,18(8):1785—1788.
- 刘勇,倪汉祥,孙京瑞,胡萃,2001. 麦蚜对不同抗性小麦挥发物的嗅觉反应及其变异. 中国农业科学,34(4):391—395.
- 于洋,庞保平,高书晶,夏春颖,2006. 春小麦品种对麦长管蚜生长发育和繁殖的影响. 应用生态学报,17(2):354—356.
- 郑王义,尹青云,史忠良,马爱萍,1999. 冬小麦品种对麦长管蚜抗性机制与抗性遗传研究进展. 小麦研究,20(1):1—5.