ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报
Acta Ecologica Sinica

第32卷 第1期 Vol.32 No.1 2012

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

第32卷 第1期　　2012年1月　(半月刊)

目　　次

专论与综述

研究简报

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 332 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2012-01

封面图说:白鹭展翅为梳妆,玉树临风巧打扮——这是大白鹭繁殖期时的美丽体态。大白鹭体羽全白,身长94—104cm,寿命20多年。是白鹭中体型最大的。繁殖期的大白鹭常常在湿地附近的大树上筑巢,翩翩飞舞吸引异性,其繁殖期背部披有蓑羽,脸颊皮肤从黄色变成兰绿色、嘴由黄色变成绿黑色。大白鹭是一个全世界都有它踪迹的广布种,一般单独或成小群,在湿地觅食,以小鱼、虾、软体动物、甲壳动物、水生昆虫为主,也食蛙、蝌蚪等。

彩图提供:陈建伟教授　国家林业局　E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201011151632
孙娅,管志勇,陈素梅,房伟民,陈发棣.菊属与蒿属植物苗期抗蚜虫性鉴定.生态学报,2012,32(1):0319-0325.
Sun Y, Guan Z Y, Chen S M, Fang W M, Chen F D. Identification of aphid resistance in eleven species from *Dendranthema* and *Artemisia* at seedling stage. Acta Ecologica Sinica,2012,32(1):0319-0325.

菊属与蒿属植物苗期抗蚜虫性鉴定

孙 娅,管志勇,陈素梅,房伟民,陈发棣*
(南京农业大学园艺学院,南京 210095)

摘要:为发掘对蚜虫有抗性的菊花近缘种属植物,对 11 份菊属及蒿属植物苗期进行了田间和室内抗蚜虫性鉴定。结果发现:在田间鉴定条件下,随着平均蚜害指数(I^*)值的升高,蚜虫抗性等级逐渐降低,其中:黄金艾蒿、黄蒿、香蒿的 I^* 值为 0.00,属于免疫性;牡蒿的 I^* 值为 0.13,属于高抗性;大岛野路菊的 I^* 值为 0.25,属于抗性;异色菊的 I^* 值为 0.37,属于中抗性;那贺川野菊、龙脑菊的 I^* 值为 0.51—0.75,属于感性;泡黄金菊、紫花野菊、菊花脑的 I^* 值>0.75,属于高感性;在室内鉴定条件下,不同材料对蚜虫的抗性表现出很大差异,根据繁殖倍率的不同,11 份材料分为 5 个抗性等级,其中黄金艾蒿、牡蒿、黄蒿、香蒿繁殖倍率为 0.00,属于极高抗性;大岛野路菊繁殖倍率为 5.86,属于中抗性;异色菊、那贺川野菊、龙脑菊繁殖倍率为 7—10,属于低抗性;泡黄金菊、紫花野菊、菊花脑繁殖倍率>10,属于无抗性。综合分析表明:田间鉴定与室内鉴定结果基本一致,其中黄金艾蒿、黄蒿等 8 份材料田间和室内鉴定结果无差别;牡蒿田间鉴定表现为高抗性,而室内鉴定表现为极高抗性;大岛野路菊田间鉴定表现为抗性,而室内鉴定表现为中抗性;异色菊田间鉴定表现为中抗性,而室内鉴定表现为低抗性。黄金艾蒿、黄蒿、牡蒿、香蒿、大岛野路菊对蚜虫表现良好抗性,可用于栽培菊花抗蚜性遗传改良。

关键词:菊属;蒿属;蚜虫;抗性鉴定

Identification of aphid resistance in eleven species from *Dendranthema* and *Artemisia* at seedling stage

SUN Ya, GUAN Zhiyong, CHEN Sumei, FANG Weimin, CHEN Fadi*
(*College of Horticulture*, *Nanjing Agricultural University*, *Nanjing* 210095, *China*)

Abstract: Chrysanthemum (*Dendranthema*×*grandiflorum* Tzvel.) is one of the most economically important ornamental plants all over the world. Aphid is one of major agricultural pests and specialized to feed on phloem, they penetrate plant tissues via a primarily intercellular route, and ingest phloem sap from Chrysanthemum plants through stylets. Aphids not only result in a loss in quality, but also are an important vector of plant viruses besides damaging Chrysanthemum plants directly. Chrysanthemum is particularly susceptible to aphid infestation from the time of its seedling stage to its flowering as a crop. The phenotypes caused by aphids include the leaf rolling, chloroplast degradation, and folding of leaves or inflorescence of Chrysanthemum. Given the evolution of aphid resistance to pesticides, there is a growing need to screen aphid-resistant germplasm from *Dendranthema* and its closely related genera *Artemisia* L. for the breeding of chrysanthemum. The aphid resistance of eleven species from *Dendranthema* and *Artemisia* L. were evaluated at seedling stage under the field in Chrysanthemum Germplasm Resource Preserving Centre, Nanjing Agricultural University, China and lab conditions in no-insect nets room of Nanjing Agricultural University. The results showed that the aphid-resistance reduced with average damage index of aphid (I^*) value increased under the field condition. *A. vulgaris* ‘Variegate’,

基金项目:南京农业大学基本科研业务费杰出人才培养与引进项目(KYJ200907);上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2009)第 3-3 号];江苏省科技支撑计划(BE2008307);江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(10)114]

收稿日期:2010-11-14; **修订日期**:2011-04-18

*通讯作者 Corresponding author. E-mail: chenfd@njau.edu.cn

A. scoparia and *A. annua* that all had 0.00 I^* value were all aphid immunity species; *A. japonica* with 0.13 of the I^* value was belonging to high resistant level; The I^* value of aphid resistance of the *D. crassum* belonging to resistant level was 0.25; *D. dichrum* with 0.37 I^* value was belonging to moderately resistant grade; *D. yoshinaganthum* and *D. japonicum* whose I^* value were 0.51—0.75 were belonging to aphid sensitive grade; *D. boreale*, *D. zawadskii* and *D. nankingense* with the >0.75 I^* value were highly sensitive to aphids. Under lab condition, aphid resistance varied among species. Eleven species can be divided into five different grades in terms of aphid resistance according to the multiplication rate (MR). For example, the *A. vulgaris* 'Variegate', *A. japonica*, *A. scoparia* and *A. annua* with 0.00 MR all were the highest resistance species; *D. crassum* that had 5.86 MR belonged to moderate resistant type; *D. dichrum*, *D. yoshinaganthum* and *D. japonicum* with 7—10 MR were belonging to low resistant grade; *D. boreale*, *D. zawadskii* and *D. nankingense* whose MR were all >10, were non-resistant species. The aphid resistance under field condition was overall consistent with that under lab condition. The aphid resistance of eight species such as *A. vulgaris* 'Variegate' and *A. scoparia* were confirmed under field and lab conditions. However, *A. japonica* was high resistant specie under field condition while belonging to the highest resistant grade under lab condition; *D. crassum* was resistant to aphid under field condition but was moderate resistant one under lab condition; and *D. dichrum* had moderate resistance under field condition but low resistance to the pests under lab condition. Therefore, *A. vulgaris* 'Variegate', *A. scoparia*, *A. japonica*, *A. annua* and *D. crassum* were promising germplasms for aphid-resistance breeding of chrysanthemum based on our results.

Key Words: *Dendranthema*; *Artemisia*; aphid; resistance identification

菊花(*Dendranthema×grandiflorum*)原产我国,是我国十大传统名花和世界四大切花之一,目前我国拥有菊花品种3000个以上[1]。菊花因其清雅高洁、花型优美、色彩绚丽,广泛应用于花坛、地被、盆花和切花等,在花卉生产中占有十分重要的地位。然而,菊花在生产过程中易受病虫害危害,严重影响其产量和品质。蚜虫是菊花最重要害虫之一[2],不仅危害嫩枝和叶背、花蕾,致使植株矮化、卷叶甚至死亡[3],其排泄物还易导致煤污病发生,同时,也是菊花病毒的主要传播者之一[1,4]。危害菊花的蚜虫主要包括菊姬长管蚜(*Macrosiphoniella sanbourni* Gillette)、桃赤蚜(*Myzus persicae* Sulzer)、棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)3种,但最为常见和为害最严重的是菊姬长管蚜。目前,菊花蚜虫防治多采用化学方法,但大量使用杀虫剂会使蚜虫的天敌数量减少,蚜虫的抗药性也逐渐增加[5],选育和利用抗蚜或耐蚜的菊花品种将是最经济和有效的防治途径。菊属及其近缘属植物具有许多栽培菊花所缺乏的优异基因,是菊花遗传改良的重要资源。目前,有关植物抗蚜虫性鉴定的研究主要集中在大豆[6-7]、小麦[8]、苜蓿[9]等植物,菊属及其近缘属植物抗蚜虫性鉴定研究鲜见报道。本研究对11份菊属及蒿属植物进行田间和室内苗期抗蚜虫性鉴定,以期发掘抗蚜虫优异种质,并对两种蚜虫鉴定方法进行比较,为菊花抗蚜虫性育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料均取自南京农业大学“中国菊花种质资源保存中心”,其中菊属(*Dendranthema*)7个种、蒿属(*Artemisia* L.)4个种(表1)。

表1 供试的试验材料

Table 1 Plant materials used in this study

物种 Species	采集地 Location	物种 Species	采集地 Location
黄金艾蒿 *Artemisia vulgaris* 'Variegate'	南京	牡蒿 *A. japonica*	日本广岛
黄蒿 *A. scoparia*	南京	香蒿 *A. annua*	日本筑波
大岛野路菊 *Dendranthema crassum*	日本石川	异色菊 *D. dichrum*	河北内丘
那贺川野菊 *D. yoshinaganthum*	日本筑波	龙脑菊 *D. japonicum*	日本筑波
洵黄金菊 *D. boreale*	日本筑波	紫花野菊 *D. zawadskii*	安徽黄山
菊花脑 *D. nankingense*	南京		

1.2　田间抗性鉴定

1.2.1　供试虫源

试验虫源为菊长管蚜(*Macrosiphoniella sanbourni*)的田间自然种群。

1.2.2　试验方法

参试材料于 2008 年初定植于南京农业大学“中国菊花种质资源保存中心”,小区面积 5 m × 4 m,完全随机区组排列,3 次重复。小区不施药,常规水肥管理,大田自然感虫。对每份材料 5 点取样,每点 10 株,共 50 株,在苗期蚜虫盛发时期每隔 1 周调查 1 次,连续调查 2a。

参照蚜害指数法[10]并进行适当改进对材料进行抗性评价。标准为:0 级,全株无蚜;1 级,植株上有零星蚜虫;2 级,心叶及嫩茎上蚜虫明显可见;3 级,心叶及嫩茎上布满蚜虫;4 级,全株蚜量较多,叶片卷曲。蚜害指数(I)= ∑(受害级株数×受害级值)/(调查总株数×最高受害级值),求出参试材料 2a 共 6 次重复的平均蚜害指数(I^*),作出抗性评价。其中:免疫 0;高抗≤0.20;抗 0.2—0.35;中抗 0.35—0.50;感 0.50—0.75;高感>0.75。

1.3　室内抗性鉴定

1.3.1　材料准备

选取长势一致的无虫害健壮插穗进行生根繁殖,待其生根后移栽到带孔的塑料杯中常规管理。选取 6—8 叶龄的幼苗作为室内抗性鉴定的材料。整个过程在南京农业大学防虫网室中进行。

1.3.2　供试虫源

从基地种植的菊花植株上采集菊长管蚜,在 23—28 ℃、*RH* 80% 条件下饲养,选取两龄若虫作为待接种蚜虫。

1.3.3　试验方法

将待接蚜虫饥饿处理 4 h,参照 Deng 等[11]的方法,用毛笔小心地将其接到鉴定植株顶端嫩叶处,每株接种 5 只蚜虫,每个处理重复 30 株,接种完毕后立即罩上透气的隔离罩。第 3 天开始统计植株上的蚜虫数量,之后每隔 2 d 统计 1 次,连续统计 3 周,共计 21 d,7 次。

以繁殖倍率[12]作为评价标准对材料进行抗蚜性分级。繁殖倍率=某一材料接种 21d 蚜虫平均数量/该材料接种时蚜虫平均数量,其中:极高抗<1;高抗 1—4;中抗 4—7;低抗 7—10;无抗性>10。

采用 SPSS v13.0 软件对蚜虫数量进行了差异显著性分析与 Duncan 多重比较。

2　结果与分析

2.1　菊属及蒿属植物田间抗蚜性鉴定

表 2 表明,随着 I^* 值的升高,蚜虫抗性等级逐渐降低。其中:黄金艾蒿、黄蒿、香蒿 I^* 值为 0.00,属于免疫性;牡蒿 I^* 值为 0.13,属于高抗性;大岛野路菊 I^* 值为 0.25,属于抗性;异色菊 I^* 值为 0.37,属于中抗性;那贺川野菊、龙脑菊 I^* 值为 0.51—0.75,属于感性;泡黄金菊、紫花野菊、菊花脑 I^* 值>0.75,属于高感性。

2.2　菊属及蒿属植物室内抗蚜性鉴定

从表 3 可以看出,不同材料对蚜虫的抗性表现出很大差异。极高抗性材料蚜虫接种 3 d 后,接种蚜虫数量急剧减少;其他材料蚜虫接种 3 d 内无明显变化,但接种 3 d 后蚜虫数量呈现快速增长趋势,且不同材料间蚜虫增殖速度存在明显差异。蚜虫接种 21 d 时,黄金艾蒿(图 1A)、牡蒿(图 1B)、黄蒿(图 1C)、香蒿(图 1D)蚜虫平均数量为 0.00 头;大岛野路菊(图 1E)蚜虫平均数量为 29.30 头;异色菊(图 1F)蚜虫平均数量为 39.25 头;那贺川野菊(图 1G)蚜虫平均数量为 41.65 头;龙脑菊(图 1H)蚜虫平均数量为 46.35 头;泡黄金菊(图 1I)蚜虫平均数量为 61.00 头;紫花野菊(图 1J)蚜虫平均数量为 68.40 头;菊花脑(图 1K)蚜虫平均数量最多,为 79.10 头。根据繁殖倍率的不同,11 份材料分为 5 个抗性等级,其中黄金艾蒿、牡蒿、黄蒿、香蒿繁殖倍率为 0.00,属于极高抗性;大岛野路菊繁殖倍率为 5.86,属于中抗性;异色菊、那贺川野菊、龙脑菊繁殖倍率为 7—10,属于低抗性;泡黄金菊、紫花野菊、菊花脑繁殖倍率>10,属于无抗性。

表 2 11 份材料田间抗性鉴定结果

Table 2 Resistance of eleven materials to aphid in field test

材料名称 Name of material	第 1 年的 I^* 值 I^* value of the 1st year	第 2 年的 I^* 值 I^* value of the 2nd year	平均 I^* 值 Mean of I^* value	抗性等级 Resistance grade
黄金艾蒿	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00	免疫
牡蒿	0.16±0.01B	0.10±0.01AB	0.13	高抗
黄蒿	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00	免疫
香蒿	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00	免疫
大岛野路菊	0.26±0.02C	0.24±0.02C	0.25	抗
异色菊	0.37±0.01D	0.37±0.02D	0.37	中抗
那贺川野菊	0.63±0.03E	0.59±0.04E	0.61	感
龙脑菊	0.65±0.04E	0.67±0.04F	0.66	感
泡黄金菊	0.87±0.07F	0.82±0.06G	0.85	高感
紫花野菊	0.87±0.06F	0.85±0.10GH	0.86	高感
菊花脑	0.90±0.09FG	0.91±0.08H	0.91	高感

表中数据为平均数±标准误;大写字母表示 0.01 水平上的显著差异

表 3 11 份材料室内抗性鉴定结果

Table 3 Resistance of eleven materials to aphid in lab test

材料名称 Name of material	蚜虫接种后不同天数的蚜虫数量 No. of aphids at different days after inoculation							繁殖倍率 Multiplication rate	抗性等级 Resistance grade
	3 d	6 d	9 d	12 d	15 d	18 d	21 d		
黄金艾蒿	0.20±0.09A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	极高抗
牡蒿	1.00±0.27B	0.20±0.09A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	极高抗
黄蒿	1.40±0.13B	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	极高抗
香蒿	1.10±0.16B	0.20±0.09A	0.05±0.05A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	0.00±0.00A	极高抗
大岛野路菊	4.60±0.17C	5.65±0.24B	9.40±0.27B	24.65±0.52B	31.60±0.55B	29.35±0.39B	29.30±0.53B	5.86±0.22B	中抗
异色菊	4.30±0.18C	10.60±0.37C	22.85±0.33C	33.75±0.37C	39.15±0.44C	36.00±0.41C	39.25±0.38C	7.85±0.25BC	低抗
那贺川野菊	4.90±0.28C	9.20±0.31CD	14.60±0.46D	20.25±0.43BD	19.55±0.36D	30.00±0.35B	41.65±0.52CD	8.33±0.34C	低抗
龙脑菊	5.00±0.23C	12.70±0.21E	16.45±0.29DE	25.15±0.39B	35.95±0.28CE	41.65±0.40D	46.35±0.36D	9.27±0.27C	低抗
泡黄金菊	5.00±0.18C	8.85±0.23CD	20.25±0.26CF	24.35±0.30B	50.40±0.37F	47.85±0.27E	61.00±0.40E	12.20±0.30D	无抗
紫花野菊	5.00±0.18C	7.25±0.22CDE	12.55±0.26DG	39.65±0.31E	51.45±0.36F	61.30±0.28F	68.40±0.36F	13.68±0.31DE	无抗
菊花脑	5.00±0.19C	8.00±0.16CDE	23.45±0.21C	54.85±0.27F	61.75±0.26G	63.34±0.43FG	79.10±0.43G	15.82±0.34EF	无抗

表中数据为平均数±标准误;大写字母表示 0.01 水平上的显著差异

表 2 和表 3 数据显示,大田和室内抗性鉴定结果基本一致,黄金艾蒿、黄蒿、香蒿表现为免疫性或者极高抗性;那贺川野菊、龙脑菊表现为感性或者低抗性;泡黄金菊、紫花野菊、菊花脑表现为高感性或者无抗性。部分材料存在较小差异,牡蒿田间鉴定结果为高抗性,而室内鉴定表现为极高抗性;大岛野路菊田间鉴定结果为抗性,而室内鉴定表现为中抗性;异色菊田间鉴定结果为中抗性,而室内鉴定表现为低抗性。

3 讨论

植物对蚜虫的抗性鉴定结果受多种因素的制约和影响,其中以蚜虫的发生数量和植物材料本身特性为主,而这两个因素又受气候和栽培管理水平的影响。由于田间环境很难控制,要获得可靠的鉴定结果,需多年重复鉴定或在田间调查的基础上进行室内接种鉴定,以校正田间鉴定结果。研究[8,13-14]发现,禾谷绕管蚜和麦长管蚜在田间和室内条件下的鉴定结果一致,且苗期和成株期蚜虫抗性结果也一致。本研究对蚜虫田间发生情况进行了 2a 重复调查,结果保持一致;同时采用透气的隔离罩[15]进行人工接种和室内抗蚜虫性鉴定,一方面防止蚜虫逃出接种植物和外来天敌入侵,另一方面也保证了环境因子一致性。结果发现田间和室内接种鉴定结果也基本一致,说明获得的抗蚜虫性数据是可靠的。本实验通过田间与室内相结合的鉴定方法建立了一套较为完整的蚜虫抗性评价体系,可以及时准确,全面地研究植物的抗虫性,为选育抗蚜材料提供了大量抗源,同时奠定了抗蚜基因和抗虫性机理的研究基础,为综合防治、材料布局和生产应用提供了技术支撑。

植物的抗蚜虫机制复杂,可以包括两个方面:组成抗性和诱导抗性。组成抗性指植物本身具有的抗虫特性(结构特征、营养物质、次生代谢物等),诱导抗性指植物遭受植食性昆虫进攻后表现出来的抗虫特性(活性

图 1　11 种不同抗性材料接种蚜虫 21d 后蚜虫发生情况

Fig. 1　Aphid density on eleven different materials at 21 day after aphid inoculation

A:黄金艾蒿(极高抗性)*A. vulgaris* 'Variegate' (the highest resistance),B:牡蒿(极高抗性)*A. japonica* (the highest resistance),C:黄蒿(极高抗性) *A. scoparia* (the highest resistance),D:香蒿(极高抗性) *A. annua* (the highest resistance),E:大岛野路菊(中抗性) *D. crassum* (moderate resistance),F:异色菊(低抗性)*D. dichrum* (low resistance),G:那贺川野菊(低抗性) *D. yoshinaganthum* (low resistance),H:龙脑菊(低抗性) *D. japonicum* (low resistance),I:泡黄金菊(无抗性)*D. boreale* (non-resistance),J:紫花野菊(无抗性)*D. zawadski* (non-resistance),K:菊花脑(无抗性) *D. nankingense* (non-resistance)

氧及抗氧化与防御酶类)[16-18]。Bosland 等[19]发现叶片上具有短柔毛的辣椒类型可以抗蚜虫;Pritchard[20]认为树液成分的恒定与树液成分是否有利于蚜虫的生长和繁殖影响到蚜虫的取食行为;Deng 等[11]发现抗蚜虫蒿属植物与栽培菊花远缘杂交后代抗蚜虫性的提高与精油含量和成分有关,其中单萜和倍半萜是抗蚜虫的主要成分。植物受到蚜虫危害后,体内活性氧代谢系统的平衡会受到影响[21],丙二醛(malondialdehyde,MDA)能与细胞内各种成分发生反应,从而导致蛋白质、核酸、多糖和膜脂分子的氧化破坏[22],随之寄主体内也将发生一系列防御反应,而酶恰恰是这些反应的基础,包括 POD、PPO、PAL、SOD、CAT 等都在植物的抗虫防御过程中起着不同程度的保护作用[21,23-24]。Chaman[25]发现蚜虫侵染大麦、棉花后会引起苯丙烷类代谢途径的关键酶—苯丙氨酸解氨酶活性升高,在大麦中抗蚜品种的苯丙氨酸解氨酶活性以及水杨酸的含量均高于敏感品种。本研究发现不同材料的抗蚜虫性存在明显差异,为揭示材料的抗虫机制,需结合形态组织学、生理分子学

等进一步研究。

References:

[1] Li H J. Chysanthemums in China. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1981: 59-63.

[2] Wang J, Hu H L, Zhang C L, Hu Y B, Liu M F. Integrated control of maind diseases and insects of *Dendranthema morifolium*. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(4): 444-448.

[3] Sauge M H, Lacroze J P, Poëssel J L, Pascal T, Kervella J. Induced resistance by *Myzus persicae* in the peach cultivar 'Rubira'. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2002, 102(1): 29-37.

[4] Ellis P R, Pink D A C, Phelps K, Jukes P L, Breeds S E, Pinnegar A E. Evaluation of a core collection of *Brassica oleracea* accessions for resistance to *Brevicoryne brassicae*, the cabbage aphid. Euphytica, 1998, 103(2): 149-160.

[5] Devonshire A L, Field L M. Gene amplification and insecticide resistance. Annual Review of Entomology, 1991, 36: 1-23.

[6] Hill C B, Li Y, Hartman G L. Resistance to the soybean aphid in soybean germplasm. Crop Science, 2004, 44(1): 98-106.

[7] Wu T L, Ma X H, Yao L M, Wang B. Identification of soybean resources of resistance to aphids. Agricultural Sciences in China, 2009, 8(8): 979-984.

[8] Lowe H J B. Development and practice of a glasshouse screening technique for resistance of wheat to the aphid *Sitobion avenae*. Annals of Applied Biology, 2008, 104(2): 297-305.

[9] Huang W. Evaluation of the Resistance to Aphid of Alfalfa Varieties and Preliminary Studies on the Resistance Mechanism[D]. Xianyang: Northwest A and F University, 2007.

[10] Cao R H, Liang K G, Wang X L. The Identification Method of Crop Disease and Insect Resistance. Beijing: Agricultural Publishing House, 1992: 147-148.

[11] Deng Y M, Chen S M, Lu A M, Chen F D, Tang F P, Guan Z Y, Teng N J. Production and characterisation of the intergeneric hybrids between *Dendranthema morifolium* and *Artemisia vulgaris* exhibiting enhanced resistance to chrysanthemum aphid (*Macrosiphoniella sanbourni*). Planta, 2010, 231(3): 693-703.

[12] Chen F D, Deng Y M, Chen S M, Fang W M, Guan Z Y, He J P, Teng N J. An artificial inoculation identification method of aphid-resistant chrysanthemum: China, 200910029626. 2009-9-2.

[13] Havlickova H. Differences in level of tolerance to cereal aphids in five winter wheat cultivars. Rostlinna Vyroba-UZPI, 1997, 43(12): 593-596.

[14] Spiller N J, Llewellyn M. A comparison of the level of resistance in diploid *Triticum monococcum* and hexaploid *Triticum aestivum* wheat seedlings to the aphids *Metopolophium dirhodum* and *Rhopalosiphum padi*. Annals of Applied Biology, 1986, 109(1): 173-177.

[15] He J P, Chen F D, Chen S M, Fang W M. Aphid-resistance of chrysanthemum cultivars. Chinese Journal of Ecology, 2010, 29(7): 1382-1386.

[16] Sahota T S, Manville J F, White E. Interaction between Sitka spruce weevil and its host, *Picea sitchensis* (Bong) Carr.: a new mechanism for resistance. The Canadian Entomologist, 1994, 126(4): 1067-1074.

[17] Hodkinson I D, Flynn D H, Shackel S C. Relative susceptibility of *Salix* clones to chrysomelid beetles: evidence from the Stott willow collection at Ness. European Journal of Forest Pathology, 1998, 28(4): 271-279.

[18] Narayanaswamy K C, Ramegowda T, Raghuraman R, Manjunath M S. Biochemical changes in spiralling whitefly (*Aleurodicus dispersus* Russell) infested mulberry leaf and their influence on some economic parameters of silkworm (*Bombyx mori* L.). Entomon-Trivandrum, 1999, 24(3): 215-220.

[19] Bosland P W, Ellington J J. Comparison of *Capsicum annuum* and *C. pubescens* for antixenosis as a means of aphid resistance. HortScience, 1996, 31(6): 1017-1018.

[20] Pritchard J, Griffiths B, Hunt E J. Can the plant-mediated impacts on aphids of elevated CO_2 and drought be predicted? Global Change Biology, 2007, 13(8): 1616-1629.

[21] Liu Y Q, Jiang L, Sun L H, Wang C M, Zhai H Q, Wan J M. Changes in some defensive enzyme activity induced by the piercing-sucking of brown planthopper in rice. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2005, 31(6): 643-650.

[22] Jiang M Y, Jin J H. Generation of hydroxyl radical in plants and its relation to the initiation of lipid peroxidation. Plant Physiology Communications, 1993, 29(4): 300-305.

[23] Chen Q, Zhang Y D. Correlation of oxidases with the resistance of capsicum cultivars to *Myzus persicae*. Chinese Journal of Tropical Crops, 2004, 25(3): 42-46.

[24] Zhang J F, Xue Q Z. The activity dynamics of main protective enzymes in rice plants under feeding stresses of *Sogatella furcifera* and *Nilaparvata lugens*. Scientia Agricultura Sinica, 2004, 37(10): 1487-1491.

[25] Chaman M E, Copaja S V, Argandoña V H. Relationships between salicylic acid content, phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, and resistance of barley to aphid infestation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(8): 2227-2231.

参考文献:

[1] 李鸿渐. 中国菊花. 南京: 江苏科学技术出版社, 1981: 59-63.

[2] 王杰, 胡惠露, 张成林, 胡易冰, 刘明芳. 菊花病虫害综合防治研究. 应用生态学报, 2002,13(4): 444-448.

[9] 黄伟. 不同紫花苜蓿品种抗蚜性鉴定及抗性机理初步研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2007.

[10] 曹如槐, 梁克恭, 王晓玲. 农作物抗病虫性鉴定方法. 北京: 农业出版社, 1992: 147-148.

[12] 陈发棣, 邓衍明, 陈素梅, 房伟民, 管志勇, 何俊平, 滕年军. 一种人工接种鉴定菊花蚜虫抗性的方法: 中国, 200910029626. 2009-9-2.

[15] 何俊平, 陈发棣, 陈素梅, 房伟民. 不同菊花品种抗蚜虫性鉴定. 生态学杂志, 2010, 29(7): 1382-1386.

[21] 刘裕强, 江玲, 孙立宏, 王春明, 翟虎渠, 万建民. 褐飞虱刺吸诱导的水稻一些防御性酶活性的变化. 植物生理与分子生物学学报, 2005, 31(6): 643-650.

[22] 蒋明义, 荆家海. 植物体内羟自由基的产生及其与脂质过氧化作用启动的关系. 植物生理学通讯, 1993, 29(4): 300-305.

[23] 陈青, 张银东. 3 种氧化酶与辣椒抗蚜性的相关性. 热带作物学报, 2004, 25(3): 42-46.

[24] 张金锋, 薛庆中. 稻飞虱为害胁迫对水稻植株内主要保护酶活性的影响. 中国农业科学, 2004, 37(10): 1487-1491.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 1 January, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Review and Monograph

Scientific Note

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7　国外邮发代号:M670　标准刊号:ISSN 1000-0933　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　话**:(010)62941099;62843362

E-mail:shengtaixuebao@rcees.ac.cn　**网　址**:www.ecologica.cn

编辑部主任　孔红梅　　**执行编辑**　刘天星　段　靖

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 32 卷　第 1 期　(2012 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly,Started in 1981)
Vol. 32　No. 1　2012

编　　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主　　编	冯宗炜
主　　管	中国科学技术协会
主　　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085
出　　版	科　学　出　版　社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717
印　　刷	北京北林印刷厂
发　　行	科　学　出　版　社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订　　购	全国各地邮局
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号

Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18,Shuangqing Street,Haidian,Beijing 100085,China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18,Shuangqing Street,Haidian,Beijing 100085,China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing　100717,China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083,China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street,Beijing 100717,China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044,China

ISSN 1000-0933 01

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q　　**国内外公开发行**　　**国内邮发代号** 82-7　　**国外发行代号** M670　　**定价** 70.00 元