

多种植物乙醇提取物对桃蚜和萝卜蚜 试验种群的控制作用

周琼¹, 梁广文², 曾玲², 沈叔平²

(¹湘潭师范学院生物系,湘潭 411201; ²华南农业大学昆虫生态研究室,广州 510462)

摘要: 测定了 63 种植物茎叶或果实的乙醇提取物(浓度 0.01 g DW·ml⁻¹)对桃蚜 *Myzus persicae*(Sulzer) 和萝卜蚜 *Lipaphis erysimi*(Kaltenbach) 的忌避作用。结果表明,大多数试验植物的乙醇提取物对桃蚜和萝卜蚜均有明显的忌避效果。其中,苍耳 *Xanthium sibiricum* Petr. et Widd. 提取物对桃蚜和萝卜蚜的忌避率分别为 0.481 和 0.557,产后代数比对照降低 39% 和 63.5%,桃蚜、萝卜蚜的种群趋势指数仅为对照的 29.1% 和 11.3%;白蝴蝶 *Syngonium podophyllum* Schott. 植株提取物对桃蚜和萝卜蚜的忌避率分别为 0.452 和 0.615,产后代数比对照降低 24.5% 和 64.1%,桃蚜和萝卜蚜的种群趋势指数仅为对照的 33.3% 和 14.9%。对蚜虫有较好的控制效果。

关键词: 多种植物;乙醇提取物;萝卜蚜;桃蚜;忌避率;干扰作用控制指数(IIPC)

The Control Efficiency of Some Plant Alcohol Extracts on the Laboratory Populations of *Myzus persicae*(Sulzer) and *Lipaphis erysimi*(Kaltenbach)

ZHOU Qiong¹, LIANG Guangwen², ZENG Ling², SHEN Shurping²

(¹ Department of Biology, Xiangtan Normal College, Xiangtan 411201;

² Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

Abstract: The effect of semiochemicals from 63 species plants on peach aphid (*M. persicae*) and mustard aphid (*L. erysimi*) was investigated. The deterrent rate, reproduction deterrent index and the interference index of population control (IIPC) were used to evaluate the effects of semiochemicals on population control of the two target aphids in laboratory. The results of the experiments showed that the extracts of many common plants have noticeable effect on both aphids. The deterrent rates of the extract from *Xanthium sibiricum* and *Syngonium podophyllum* to *M. persicae* and *L. erysimi* were 0.481 and 0.557, 0.452 and 0.615, respectively. The extracts of these plants could be used to construct the plant protectant to protect crops.

Key words: Plants; Alcohol extracts; *Myzus persicae* (Sulzer); *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach); Deterrent rate; Interference index of population control (IIPC)

植物为抵抗植食性昆虫的为害,在长期的协同进化过程中形成了复杂的化学防御体系,植物的次生化合物(secondary compounds, semiochemical)是主要防御性物质。已查明对昆虫起防御作用的次生化合物远远超过 3 000 种^[1,2]。植物次生物质由于具有良好的环境相容性而受到重视,利用非嗜食植物次生物质研制成植物保护剂进行害虫的防治,是

目前植物保护发展的热点。采用生物防治措施和植物保护剂代替部分杀虫剂,有助于综合防治(IPM)的发展^[3~5]。本研究为植物保护剂研究的一部分内容,测定了多种植物的乙醇提取物(浓度 0.01 g DW·ml⁻¹)对叶菜类蔬菜主要蚜虫——桃蚜和萝卜蚜的忌避、存活、拒产仔作用,应用干扰作用控制指数 IIPC^[4,5]评价这些提取物对桃蚜和萝卜蚜试验种

收稿日期:2001-10-15

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(39930120),湖南省教育厅资助项目(01C269)

作者简介:周琼(1965-),女,湖南长沙人,副教授,博士,主要从事农业害虫生态控制和化学生态学研究。Tel:0732-8291163; Fax:0732-8291001; E-mail:zjoan@xtnu.edu.cn

群的综合控制作用,以筛选出对蚜虫有较好控制作用的植物种类供进一步的研究。

1 材料与方法

1.1 供试虫源和植物种类

1.1.1 供试蚜虫 桃蚜和萝卜蚜采自深圳碧岭生

态村菜场的萝卜地,并饲养于 40cm × 40cm × 70cm 铝合金养虫笼中的萝卜苗上。

1.1.2 供试植物 有63种植物,隶属于38科58属,2000年9~10月采集,从中筛选出与对照有显著性差异的34种植物的乙醇提取物供试(表1)。

表1 供试植物

Table 1 The tested plants

科名	Family	植物名称	Plants species	采集部位	Collected parts	来源	Source
禾本科	Agrostidoideae	香茅草	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	全叶	Leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
禾本科	Agrostidoideae	红尾翎	<i>Digitaria ti morensis</i> (Kunth) Balansa	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
夹竹桃科	Apocynaceae	长春花	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
天南星科	Araceae	菖蒲	<i>Acorus calamus</i> L.	全株	Intact plant	广州五山	Wushan Guangzhou
天南星科	Araceae	野芋	<i>Coccoloba esculenta</i> (L) Schott	全叶	Leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
天南星科	Araceae	白蝴蝶	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	蔓叶	Tendrils and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
菊科	Compositae	胜红蓟	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
菊科	Compositae	艾叶	<i>Artemisia princeps</i> Pamp	茎叶	Stem and leaf	湖南省湘潭市郊	Xiangtan Hunan
菊科	Compositae	飞机草	<i>Chromolaena odorata</i> (L.)	茎叶	Stem and leaf	海南省文昌市郊	Wenchang Hainan
菊科	Compositae	薇甘菊	<i>Mikania micrantha</i> H. B. & K.	茎叶	Stem and leaf	深圳市郊	Shenzhen
菊科	Compositae	三裂蟛蜞菊	<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Hitch	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
菊科	Compositae	苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i> Petr. et Widd	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
旋花科	Convolvulaceae	五爪金龙	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	蔓叶	Tendrils and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
大戟科	Euphorbiaceae	木薯	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	全叶	Leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
里白科	Gleicheniaceae	芒苣	<i>Dicranopteris pedata</i> (Houtt.) Nakaike	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
唇形科	Labiatae	益母草	<i>Leonurus heterophyllum</i> Sweet	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
唇形科	Labiatae	紫苏	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britt	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
樟科	Lauraceae	樟树	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
豆科	Leguminosae	野葛藤	<i>Pueraria lobata</i> (Willd) Ohwi	蔓叶	Tendrils and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
豆科	Leguminosae	白花非洲山毛豆	<i>Tephrosia vogelii</i> Hook	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
海金沙科	Lygodiaceae	海金沙	<i>Lygodium japonicum</i> (Thurb.) Swartz	蔓叶	Tendrils and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
木兰科	Magnoliaceae	白兰花	<i>Michelia alba</i> DC	叶	Leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
木犀科	Oleaceae	云南黄素馨	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	茎叶	Stem and leaf	湖南省湘潭市郊	Xiangtan Hunan
胡椒科	Piperaceae	草胡椒	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	全株	Intact plant	广州五山	Wushan Guangzhou
海桐科	Pittosporaceae	海桐	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) Ait	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
蓼科	Polygonaceae	水蓼	<i>Polygonum flaccidum</i> Meisn.	茎叶	Stem and leaf	湖南省长沙市郊	Changsha Hunan
茜草科	Rubiaceae	鸡矢藤	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr	蔓叶	Tendrils and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
芸香科	Rutaceae	九里香	<i>Murraya exotica</i> L.	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
芸香科	Rutaceae	花椒	<i>Zanthoxylum schini folium</i> Siebb. et Zucc	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
茄科	Solanaceae	番茄	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
茄科	Solanaceae	烟草	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	茎叶	Stem and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
山茶科	Theaceae	油茶	<i>Camellia oleifera</i> Abel	种子	Seed	湖南省长沙市郊	Changsha Hunan
马鞭草科	Verbenaceae	马樱丹	<i>Lantana camara</i> L.	蔓叶	Tendrils and leaf	广州五山	Wushan Guangzhou
姜科	Zingiberaceae	砂姜	<i>Kaempferia coenobialis</i> (Hance)	茎	Stem	广州	Guangzhou

1.1.3 试剂 0.3%印楝素乳油:深圳农宝生物工程有限公司生产。鱼藤酮精:广州市农药厂生产。机油乳剂:加德士公司生产。

1.1.4 抽提仪器 索氏抽提器, DWF-TooA型植物试样粉碎机。

1.2 方法

1.2.1 植物试样的抽提方法 新鲜植物用清水冲

净污尘,晾干,以50℃恒温烘干至脆,取出,于植物试样粉碎机中粉碎成粉末,用密封瓶装储。抽提时称取50g干粉用滤纸包好,以5倍重量的95%乙醇于索氏抽提仪中提取24h,将提取液过滤后,浓缩至每毫升含1g干物质(1g DW·ml⁻¹),冰箱保存供试。测试前临时稀释。

1.2.2 含有效忌避作用物质的植物提取物的筛选

将萝卜叶片带中脉,剪成直径 4 cm 的圆片,并保持中脉两侧的叶面对称一致。将 1%琼脂融化倒入直径 12 cm 的培养皿中央,冷却,将叶圆片的叶面朝底贴上。叶背的一侧用 $0.01 \text{ g DW} \cdot \text{ml}^{-1}$ 的植物乙醇提取物涂布均匀,另一侧用与提取物等量的乙醇加水涂布作为对照,待叶片晾干形成药膜,将 2~3 龄桃蚜用描笔轻轻挑在叶背上,每叶 16~22 头,保证各叶片中脉两侧的蚜虫数目相等。用保鲜膜封住皿口,用昆虫针刺上多个通气孔,倒置,于 25℃恒温下培养,分别于 24、48、72 h 记录各叶片上的蚜虫数。每皿为 1 个处理,每处理重复 6~12 次。用 DPS 软件^[6]处理数据。

1.2.3 含有效拒产仔作用物质的植物抽提物的筛选 采用改进的叶圆片法^[7],将萝卜叶片剪成直径 4 cm 的叶圆片,同上法贴在培养皿中,整个叶背用 $0.01 \text{ g DW} \cdot \text{ml}^{-1}$ 的乙醇提取物涂布均匀,晾干,每皿挑入四龄有翅若蚜 6 头,同上法封口培养。每皿为 1 个处理,每处理 5 次重复。

1.3 数据分析方法

$$\text{忌避率} = (P_{\text{hTr}} - P_{\text{hCK}}) / P_{\text{hCK}}$$

$$\text{干扰作用控制指数 IIPC} = I' / I = P_{\text{hTr}} S_{\text{LTr}} / P_{\text{fTr}} / P_{\text{hCK}} S_{\text{LCK}} P_{\text{fCK}}$$

$$P_{\text{fTr}} / P_{\text{hCK}} S_{\text{LCK}} P_{\text{fCK}}$$

其中, P_{hTr} 、 P_{hCK} 分别是处理和对照组蚜虫的居留率; S_{LTr} 、 S_{LCK} 分别是处理和对照组四龄有翅若蚜存活率; P_{fTr} 、 P_{fCK} 分别是处理和对照组成蚜的单雌产仔量。

2 结果与分析

2.1 抽提物对 2 种蚜虫的忌避作用

所测试的 63 种植物乙醇提取物和 3 种药剂中,36 种植物提取物和药剂对桃蚜的忌避作用显著。将此 36 种植物提取物和药剂用于对萝卜蚜的忌避作用试验,34 种对萝卜蚜忌避作用效果显著,与对照相比差异达 0.05 显著水平。其中,机油乳剂(稀释 400 倍)、木薯、九里香、苍耳、油茶、白蝴蝶、花椒、山毛豆、红尾翎和番茄等 10 种植物抽提物或药剂对桃蚜的忌避作用较好,忌避率分别达到 0.667、0.530、0.480、0.481、0.454、0.452、0.428、0.414、0.411 和 0.407;对萝卜蚜有较好忌避作用的植物乙醇提取物或药剂有樟树、机油乳剂(稀释 400 倍)、香茅草、白蝴蝶、菖蒲、苍耳、白兰花、山毛豆、花椒、黄素馨和马缨丹,忌避率分别为 0.729、0.722、0.624、0.615、0.558、0.557、0.553、0.550、0.545、0.512 和 0.500。总的来看,36 种植物乙醇提取物和药剂中,

除个别种类外,大部分植物提取物对萝卜蚜的忌避作用明显比桃蚜的强,可能与桃蚜的食性广、适应性强,而萝卜蚜食性寡、适应性差有关。

2.2 植物乙醇提取物对四龄幼虫的存活和成蚜的拒产仔作用

将筛选出的与对照有显著性差异的植物提取物用于研究对四龄有翅若蚜的存活和有翅成蚜产仔的影响。结果表明,在 36 种植物提取物和药剂中,有 16 种植物的提取物和药剂,分别是飞机草、菖蒲、烟草、樟树、番茄、鸡矢藤、胜红蓟、苍耳、山毛豆、白蝴蝶、五爪金龙、油茶、花椒、芒箕、机油乳剂(稀释 400 倍)、0.3%印楝素乳油(稀释 2 000 倍)对桃蚜四龄有翅若蚜存活和有翅成蚜繁殖有影响,可降低其存活率和繁殖率(表 2)。对萝卜蚜四龄若蚜存活和成蚜繁殖都有影响的植物乙醇提取物和药剂也有 16 种,它们是飞机草、菖蒲、烟草、樟树、艾叶、紫苏、鸡矢藤、苍耳、山毛豆、油茶、木薯、芒箕、白兰花、野芋、鱼藤精(稀释 1 000 倍)和 0.3%印楝素乳油(稀释 2 000 倍)。研究还发现,五爪金龙乙醇提取物处理萝卜蚜四龄有翅若蚜,羽化出成蚜的翅皱缩不展,成蚜无法飞翔,但成蚜繁殖量比对照未降低。

2.3 植物乙醇提取物对桃蚜和萝卜蚜控制作用的评价

应用庞雄飞(2000)的干扰作用控制指数(IIPC)评价供试的植物乙醇提取物和药剂对桃蚜和萝卜蚜的控制作用(表 2)。由表中可以看出,处理后,使桃蚜的 IIPC 值低于 1 的植物提取物和药剂有 25 种,使萝卜蚜的 IIPC 值低于 1 的植物提取物和药剂有 36 种,表明这些植物的乙醇提取物和药剂对两种蚜虫的种群增长均有一定的干扰控制作用。对桃蚜效果非常明显的有山毛豆、油茶、机油乳剂(稀释 400 倍)、0.3%印楝素乳油(稀释 2 000 倍)、烟草、苍耳、飞机草、白蝴蝶、胜红蓟、樟树、番茄、鸡矢藤、菖蒲和芒箕等的处理,IIPC 值分别达 0.055、0.055、0.091、0.192、0.269、0.291、0.293、0.333、0.366、0.372、0.401、0.374、0.436 和 0.493,即对桃蚜的控制作用分别达到 94.5%、94.5%、90.9%、80.8%、73.1%、70.9%、70.6%、66.5%、62.8%、59.9%、62.6%、56.4%和 50.7%;许多种类对萝卜蚜效果非常明显,其中,0.3%印楝素乳油(稀释 2 000 倍)、机油乳剂(稀释 400 倍)、山毛豆、油茶、芒箕、鱼藤精(稀释 1 000 倍)、樟树、香茅草、烟草、苍耳、白蝴蝶、菖蒲和鸡矢藤等处理,IIPC 分别为 0、0.033、0.033、0.039、0.070、0.071、0.077、0.084、0.109、0.113、

0.149、0.187和0.264,即对萝卜蚜种群的干扰控制效果达100%、96.7%、96.7%、96.1%、93%、92.9%、92.3%、91.6%、89.1%、88.7%、85.1%、

81.3%和73.6%,这些植物提取物对两种蚜虫起到了较好的控制作用。

表2 植物乙醇提取物对桃蚜和萝卜蚜的控制作用¹⁾

Table 2 The control effect of plant alcohol extracts on peach aphid and mustard aphid

植物种类或药剂 Plant extract or reagent	桃蚜 Peach aphid				萝卜蚜 Mustard aphid			
	忌避指数 Deterrent index	存活指数 Survival index	繁殖忌避指数 Reproduction deterrence index	IIPC	忌避指数 Repelling index	存活指数 Survival index	繁殖忌避指数 Reproduction deterrence index	IIPC
黄素馨 <i>J. mesnyi</i>	0.708	0.541	1.846	0.707	0.488	1.397	1.478	1.008
蟛蜞菊 <i>W. trilobata</i>	0.706	0.889	1.211	0.760	0.568	1.489	0.694	0.587
海桐 <i>P. tobira</i>	0.785	1.212	1.944	1.850	0.852	1.000	0.261	0.222
野葛藤 <i>P. lobata</i>	0.852	1.412	2.482	2.986	0.582	0.938	1.233	0.673
长春花 <i>C. roseus</i>	0.808	1.016	1.155	0.948	0.593	1.467	0.578	0.503
飞机草 <i>C. odorata</i>	0.635	0.946	0.487	0.293	0.914	0.720	0.784	0.516
益母草 <i>L. heterophyllum</i>	0.989	1.204	2.956	3.520	0.645	1.065	1.069	0.734
微甘菊 <i>M. micrantha</i>	0.687	1.059	1.303	0.948	0.659	1.133	0.818	0.611
菖蒲 <i>A. calamus</i>	0.929	0.933	0.503	0.436	0.442	0.800	0.530	0.187
草胡椒 <i>C. ochlandra</i>	0.657	1.016	1.546	1.032	0.506	1.400	0.338	0.239
海金沙 <i>L. japonicum</i>	0.730	0.871	1.072	0.682	0.568	1.040	0.430	0.254
烟草 <i>N. tabacum</i>	0.580	0.978	0.475	0.269	0.548	0.850	0.235	0.109
马缨丹 <i>L. canmar</i>	1.026	1.016	0.846	0.882	0.500	1.411	0.425	0.300
樟树 <i>C. camphora</i>	0.654	0.933	0.610	0.372	0.271	0.840	0.338	0.077
砂姜 <i>K. coenobialis</i>	0.608	1.113	1.938	1.311	0.931	1.170	0.822	0.895
艾叶 <i>A. princeps</i>	0.792	1.113	1.470	1.296	0.861	0.975	0.772	0.648
番茄 <i>L. esculentum</i>	0.593	0.771	0.878	0.401	1.081	1.110	0.698	0.838
紫苏 <i>P. frutescens</i>	0.789	1.142	1.370	1.234	0.576	0.96	0.552	0.305
鸡矢藤 <i>P. scandena</i>	0.746	0.933	0.537	0.374	0.728	0.760	0.477	0.264
胜红蓟 <i>A. conyzoides</i>	0.921	0.836	0.476	0.366	0.860	1.110	0.713	0.680
苍耳 <i>X. sibiricum</i>	0.519	0.922	0.610	0.291	0.443	0.700	0.365	0.113
山毛豆 <i>T. vogelli</i>	0.586	0.711	0.131	0.055	0.453	0.600	0.122	0.033
九里香 <i>M. exotica</i>	0.520	1.016	1.086	0.574	0.757	1.400	0.654	0.693
白蝴蝶 <i>S. podophyllum</i>	0.548	0.804	0.755	0.333	0.385	1.080	0.359	0.149
五爪金龙 <i>I. cairica</i>	0.873	0.932	0.718	0.584	0.654	1.233	0.606	0.489
香茅草 <i>C. citratus</i>	1.014	1.271	2.648	3.413	0.376	1.063	0.211	0.084
油茶 <i>C. oleifera</i>	0.546	0.777	0.129	0.055	0.726	0.700	0.077	0.039
花椒 <i>Z. schini folium</i>	0.572	0.896	0.861	0.441	0.455	1.156	0.934	0.491
木薯 <i>M. esculenta</i>	0.470	0.941	1.337	0.591	0.606	0.75	0.825	0.375
芒箕 <i>D. pedata</i>	0.696	0.824	0.860	0.493	0.755	0.672	0.138	0.070
水蓼 <i>M. esculenta</i>	0.976	1.059	1.846	1.908	0.762	0.786	1.121	0.671
白兰花 <i>M. alba</i>	0.829	1.024	0.571	0.485	0.447	0.938	0.603	0.253
野芋 <i>C. esculenta</i>	0.772	1.353	2.542	2.655	1.060	0.875	0.763	0.572
红尾翎 <i>D. timorensis</i>	0.589	1.200	2.433	1.720	0.705	1.438	0.468	0.475
鱼藤酮 Rotenone 1 000 ×	1.505	1.118	0.602	1.013	0.815	0.422	0.207	0.071
机油乳剂	0.333	0.708	0.386	0.091	0.278	1.164	0.102	0.033
Petroleum spray oil 400 ×								
印楝素乳油	1.110	0.598	0.289	0.192	0.527	0.250	0.000	0.000
Azadirachtin 2 000 ×								

¹⁾ 忌避指数 (Deterrent index) = P_{hTr} / P_{hCK} ; 存活指数 (Survival index) = S_{LTr} / S_{LCK} ; 繁殖忌避指数 (Reproduction deterrence index) = P_{rdTr} / P_{rdCK}

3 讨论

供试植物的大多数种类的乙醇提取物对桃蚜和萝卜蚜有明显的忌避作用,如苍耳、白蝴蝶、烟草和山毛豆等;应用干扰作用控制指数(IIPC)对筛选结果进行评价,效果非常明显的植物提取物有苍耳、白蝴蝶、鸡矢藤、芒箕、油茶、菖蒲、烟草、樟树、花椒、白

兰花和山毛豆等,其中苍耳和白蝴蝶是除山毛豆、油茶和烟草外,对桃蚜和萝卜蚜控制效果均很好的植物种类,有可能用于构建控制蔬菜蚜虫的植物保护剂。

研究表明,自然界中存在大量对蚜虫有干扰控制作用的植物次生物质,从中筛选出对人畜无毒无害,不污染环境,对主要天敌安全甚至可能具有

引诱作用,对 1 种或 1 类作物起保护作用的化合物是有可能的。如果制成若干种对蚜虫有驱避、拒食、生长发育抑制、拒产仔以致有毒杀作用的次生化化合物的混合制剂,将对作物产生保护效果。本论文提供了室内筛选的部分结果,对蚜虫取食的影响、蚜虫主要天敌的影响、田间试验结果、有效活性成分的分离提纯等已另整理成文,作用机理等仍有待进一步的工作。

致谢:承蒙张维球教授鉴定蚜虫种类并审阅初稿,庄雪影教授和孙同兴副教授鉴定植物种类,谨致谢忱。

References

- [1] Denno R F, McClure M S, Ott J R. Interspecific interactions in phytophagous insects: competition reexamined and resurrected. *Ann. Rev. Ent.* 1995, 40:297 - 331.
- [2] Kang L. The chemical defenses of plants to phytophagous insects. *Chinese Bulletin of Botany*, 1995, 12(4):22 - 27. (in Chinese)
康 乐. 植物对昆虫的化学防御. 植物学通报, 1995, 12(4): 22 - 27.
- [3] Ohsawa K. Search for pest control chemicals from Southeast Asian Plants. *XIVth International Plant Protection Congress, Plant Protection Towards the Third Millennium-Where Chemistry Meets Ecology*. Jerusalem, Israel, July 25 - 30, 1999, (Abstracts):10.
- [4] Pang X F. Plant protectants and plant immune engineering insect pests. *World Science and Technology Research and Development*, 1999, 21(2):24 - 28. (in Chinese)
庞雄飞. 植物保护剂与植物免疫工程. 世界科技研究与发展, 1999, 21(2):24 - 28.
- [5] Pang X F, Zhang M X, Hou Y M, Jiao Y, Cen Y J. Evaluation of plant protectants against pest insects. *Chineses Journal of Applied Ecology*, 2000, 11(11):108 - 110. (in Chinese)
庞雄飞,张茂新,侯友明,焦 懿,岑伊静. 植物保护剂防治害虫效果的评价. 应用生态学报, 2000, 11(11):108 - 110.
- [6] Tang Q Y, Feng M G. Practical statistics analyses and plat of computer dealing. Beijing: Agricultural Press. 1997. (in Chinese)
唐启义,冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台. 北京:农业出版社,1997.
- [7] Liu S S. Introduce a method of rearing aphids: a new method of leaf disc. *Entomological Knowledge*, 1988, 25(2):79 - 80. (in Chinese)
刘树生. 介绍一种饲养蚜虫的方法——新的叶子圆片法. 昆虫知识, 1988, 25(2):79 - 80.