贵州菜蚜对杀虫剂的敏感性监测*

李文红[1**] 李添群[2] 杨丽娟[3] 邓利荣[4] 王慧敏[3] 周宇航[1] 李凤良[1***]

（1. 贵州省农业科学院植物保护研究所，贵阳 550006；2. 贵州省修文县植保植检站站，修文 550299；
3. 长江大学，荆州 434023；4. 贵阳学院，贵阳 550000）

摘 要 **【目的】** 持续监测菜蚜田间种群对杀虫剂的敏感性，是菜蚜防治与抗药性治理的重要措施，本研究旨在探析贵州菜蚜对十字花科蔬菜地常用杀虫剂的敏感性。**【方法】** 采用叶片浸渍法测定了 2017-2018 年贵州省贵阳市花溪区、修文县、毕节市黔西县、遵义市播州区桃蚜 *Myzus persicae*、甘蓝蚜 *Brevicoryne brassicae* 和萝卜蚜 *Lipaphis erysimi* 田间种群对 10 余种常用药剂的敏感性，并分别以物种、年份、地区和杀虫剂为变量进行数据比较和统计分析。**【结果】** 3 种菜蚜对杀虫剂的敏感性差异显著，桃蚜对杀虫剂的敏感性明显低于甘蓝蚜和萝卜蚜（分别相差 12.7 倍和 15.5 倍）；贵州不同地区间同种蚜虫对杀虫剂敏感性差异不明显，贵阳、黔西和息烽甘蓝蚜对杀虫剂敏感性没有差异；贵阳和遵义萝卜蚜对杀虫剂敏感性也没有差异。年度间同种蚜虫对杀虫剂敏感性发生变化，从 2017-2018 年桃蚜和甘蓝蚜敏感性分别下降了 2.2 倍和 1.9 倍；其中贵阳市桃蚜种群对烯啶虫胺、噻虫啉、噻虫嗪、毒死蜱、噻虫胺和溴氰虫酰胺的敏感性下降了 5.6-115.0 倍；贵阳市甘蓝蚜种群对功夫菊酯、氟啶虫胺腈、毒死蜱、吡虫啉和噻虫嗪的敏感性也有 2.1-6.7 倍不同程度的下降。**【结论】** 多数药剂对甘蓝蚜和萝卜蚜的毒力较高，可用于这 2 种蚜虫的防治，优先推荐噻虫嗪和溴氰虫酰胺等交替轮换使用；桃蚜对多数杀虫剂很不敏感，且抗性上升很快，推荐氟啶虫胺腈、吡虫啉和抗蚜威等药剂暂时还可以用于防治贵州桃蚜，急需寻找新型高效药剂来交替轮换使用。

关键词 桃蚜；甘蓝蚜；萝卜蚜；杀虫剂；敏感性

Susceptibility of cruciferous vegetable aphids in Guizhou province to insecticides

LI Wen-Hong[1**] LI Tian-Qun[2] YAND Li-Juan[3] DENG Li-Rong[4]
WANG Hui-Min[3] ZHOU Yu-Hang[1] LI Feng-Liang[1***]

(1. Guizhou Institute of Plant Protection, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China;
2. Xiuwen Station of Plant Protection and Quarantine, Xiuwen 550299, China, 3. Yangtze University,
Jinzhou 434023, China; 4. Guiyang University, Guiyang 550000, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the susceptibility to commonly used insecticides in free-living populations of cruciferous vegetables aphids in Guizhou Province, which is important information for controlling, and managing insecticide resistance in, these pests. **[Methods]** The leaf-dipping method was used to assess susceptibility to more than 10 commonly used insecticides in wild populations of *Myzus persicae* (Sulzer), *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) in Guiyang, Xifeng, Qianxi and Zunyi in 2017-2018. In addition, detection data, including species, year, population and insecticide, were compared and statistically analyzed. **[Results]** 1. Significant differences were found in the susceptibility of the three vegetable aphids to the insecticides tested. *M. persicae* was 12.7- and 15.5-fold, respectively, less susceptible than *B. brassicae* and *L. erysimi*. 2. No significant difference in susceptibility was detected among different populations of *B. brassicae* in Guiyang, Qianxi and Xifeng, and in populations of *L. erysimi* in Guiyang and Zunyi. 3. Susceptibility of *M. persicae* and *B. brassicae* decreased by 2.2- and 1.9-fold from 2017 to 2018. The susceptibility of the

*资助项目 Supported projects：贵州省科技支撑计划（黔科合支撑[2016]2532 号）；贵州省科研机构服务企业行动计划项目（黔科合服企[2015]4012 号）

**第一作者 First author，E-mail：liwh2015@126.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：leefengliang@126.com

收稿日期 Received：2019-06-18；接受日期 Accepted：2019-07-23

Guiyang population *M. persicae* to nitenpyram, thiacloprid, thiamethoxam, chlorpyrifos, clothianidin and cyantraniliprole also significantly decreased by 5.6- to 115.0-fold over this period, and the susceptibility of the Guiyang population of *B. brassicae* to lambda-cyhalothrin, sulfoxaflor, chlorpyrifos, imidacloprid and thiamethoxam decreased by 2.1- to 6.7-fold. **[Conclusion]** Most insecticides that are highly toxic to *B. brassicae* and *L. erysimi* can be used to control these two aphid species. Thiamethoxam and cyantraniliprole should be used in rotation. *M. persicae* was not sensitive to most of the tested insecticides and rapidly develops resistance to these. Sulfoxaflor, imidacloprid and pirimicarb will only be temporarily effective against *M. persicae* in Guizhou province. New insecticides that are effective against *M. persicae* are urgently required.

Key words　*Myzus persicae*; *Brevicoryne brassicae*; *Lipaphis erysimi*; insecticide; susceptibility

菜蚜是我国十字花科蔬菜上的主要害虫，我国菜蚜主要有桃蚜 *Myzus persicae*（Sulzer）、甘蓝蚜 *Brevicoryne brassicae*（Linnaeus）和萝卜蚜 *Lipaphis erysimi*（Kaltenbach）。菜蚜分布广、繁殖快、为害重，加之传播病毒病，常常使蔬菜产量、品质和食用价值显著下降，极大地影响市场供应和菜农收入。1988-1990 年，赖仲廉等（1993）调查了贵阳地区春甘蓝菜蚜发生消长特点，发现贵阳春甘蓝菜蚜有甘蓝蚜、桃蚜和萝卜蚜 3 种。生产上防治菜蚜时，长期单一依赖化学防治，从而导致菜蚜抗药性越来越严重，农药的用量有增无减，严重影响生物多样性和环境安全，影响农产品质量安全。不同菜蚜常常混合发生，在不同地区、不同季节和不同作物上，不同菜蚜发生的比例差异较大（刘树生等，1993，1997），且不同菜蚜对药剂的敏感性存在较大差异（林文彩等，2015）。因此，在田间使用药剂对菜蚜进行精准防控时需要对当地不同菜蚜的发生规律进行调查，同时需要对当地不同菜蚜对杀虫剂的敏感性进行检测和监控。抗药性监测和治理是有效控制农药使用浓度和次数增加的一个重要环节。害虫抗药性监测的目的是了解田间抗药性的水平，及时提出抗药性治理措施，减少农药的投入量，保证农产品安全。

目前，有关菜蚜抗药性监测的报道较多（Lal *et al.*，2002；闫彦萍等，2006；张玉英，2006；何成兴等，2008；Cole，2011；Devee *et al.*，2011；宫亚军等，2012；Bass *et al.*，2014；林文彩等，2015；孟建玉等，2015；Li *et al.*，2016；汤秋玲等，2016；Sen *et al.*，2017；Tang *et al.*，2017），但对贵州地区菜蚜抗药性动态的监测信息较少。为此，笔者于 2017-2018 年测定了贵州地区 3 种菜蚜对 10 余种常用杀虫剂的敏感性，旨在了解本地区菜蚜对防治药剂的敏感性现状，研究结果对贵州菜蚜的防治具有重要指导意义。

1　材料与方法

1.1　供试害虫

于 2017-2018 年甘蓝生产季节，分别采集贵州省贵阳市花溪区、修文县、毕节市黔西县、遵义市播州区十字花科蔬菜上的甘蓝蚜、桃蚜和萝卜蚜（表 1），带回室内以洁净、无药甘蓝叶分别饲喂，挑取无翅雌成蚜进行敏感性测定。

表 1　2017-2018 年菜蚜田间种群采集信息
Table 1　Collection information of three aphid species

种群 Population	蚜虫物种 Aphid species	采集时间 Collection time	采集地点 Collection site
贵阳 Guiyang	桃蚜 *M. persicae*	2017.4	金竹镇 Jinzhu
	萝卜蚜 *L. erysimi*	2017.5	金竹镇 Jinzhu
	甘蓝蚜 *B.brassicae*	2017.5	金竹镇 Jinzhu
遵义 Zunyi	萝卜蚜 *L. erysimi*	2017.10	马坪镇 Mapin
贵阳 Guiyang	甘蓝蚜 *B.brassicae*	2018.4	金竹镇 Jinzhu
息烽 Xifeng	甘蓝蚜 *B.brassicae*	2018.4	石硐镇 Shidong
黔西 Qianxi	甘蓝蚜 *B.brassicae*	2018.4	雨朵镇 Yuduo

1.2 供试药剂

本文供试药剂的具体信息见表 2。

1.3 菜蚜对杀虫剂的敏感性测定方法

采用叶片浸渍法进行测定(Busvine , 1980)。用丙酮分别将上述药剂配制母液，4 ℃保存、备用。用无菌水配制 0.1% Triton-100 乳化液，用该乳化液将各供试药剂按等比稀释成 5-6 个系列浓度。避开主叶脉，用直径为 6 cm 打孔器将洁净甘蓝叶片制成叶碟，将叶碟在各系列浓度的药液中浸泡 10 s 后取出，自然晾干，将晾干的叶碟置于铺有湿润滤纸的直径 6.5 cm 的塑料培养皿中；以浸泡乳化液的叶碟处理为对照。用小毛笔挑取 20 头健康无翅雌成蚜，接种至叶碟上，每种药剂每个浓度重复 3 次。接虫后，将培养皿正面朝上置于温度为（25 ± 1）℃、光周期 L∶D = 16∶8，相对湿度 60%-70%的恒温培养箱中培养。48 h 后检查死亡虫数，用 DPS 软件计算药剂对 3 种菜蚜的毒力回归方程、LC_{50} 及其 95%置信区间。采用 SAS v8 软件（SAS Institute，Cary，NC）对监测的 LC_{50} 值进行差异显著性分析。2017-2018 年监测了贵州省 3 个地区菜蚜种群对常用杀虫剂的敏感性，分别以物种、年份、地区和杀虫剂为变量进行数据比较和统计，分析田间菜蚜抗药性变化趋势，以期为贵州地区菜蚜的田间防治和抗性治理提供参考依据。

表 2 供试药剂的有效成分含量及生产厂家

Table 2 Active ingredient contents and manufacturers of tested insecticides

药剂名称 Insecticide name	有效成分含量 Content of A.I.	生产厂家 Manufacturer
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	95%	南京红太阳集团有限公司
联苯菊酯 Bifenthrin	96%	南京红太阳集团有限公司
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	95%	美国陶氏益农公司
烯啶虫胺 Nitenpyram	96%	江苏克胜股份有限公司
噻虫嗪 Thiamethoxam	96%	江苏克胜股份有限公司
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	95%	美国杜邦公司
吡虫啉 Imidacloprid	95%	江苏克胜股份有限公司
敌敌畏 Dichlorovos	77.5%	山东大成农药股份有限公司
毒死蜱 Chlorpyrifos	97%	南京红太阳集团有限公司
灭多威 Methomyl	97%	湖北兴正源精细化工有限公司
噻虫啉 Thiacloprid	97%	江苏克胜股份有限公司
噻虫胺 Clothianidin	97%	江苏克胜股份有限公司
啶虫脒 Acetamiprid	96%	江苏克胜股份有限公司
抗蚜威 Pirimicarb	98%	江苏龙灯化学有限公司
阿维菌素 Abamectin	97%	河北威远生物化工有限公司
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐（甲维盐）Emamectin benzoate	95%	河北威远生物化工有限公司

2 结果与分析

2.1 2017-2018 年贵州地区 3 种菜蚜对不同杀虫剂敏感性的监测

2.1.1 贵阳桃蚜对不同杀虫剂的敏感性 2017-2018 年测定了贵阳地区桃蚜对 16 种杀虫剂的敏感性（表 3）。结果表明，氟啶虫胺腈、吡虫啉和抗蚜威对贵阳桃蚜的毒力相对较高（LC_{50} 值：13.72-22.08 mg/L）；噻虫嗪、烯啶虫胺、啶虫脒、噻虫胺、噻虫啉、毒死蜱、敌敌畏、联苯菊酯和阿维菌素对贵阳桃蚜的敏感性较低（LC_{50} 值：50.07-271.93 mg/L）；灭多威、甲维盐、功夫菊酯和溴氰虫酰胺对贵阳桃蚜的毒力非常低（LC_{50} 值：>500 mg/L）。

表 3　2017-2018 年贵阳桃蚜对不同杀虫剂的敏感性

Table 3　Susceptibilities of *Myzus persicae* to different insecticides in Guiyang city from 2017 to 2018

杀虫剂 Insecticide	年份 Year	斜率 Slope	致死中浓度 LC_{50}（mg/L）95%置信区间 95% CL
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	2017	1.44	15.70	10.23 − 23.90
	2018	1.29	13.72	8.86 − 22.32
吡虫啉 Imidacloprid	2017	0.83	22.08	11.55 − 46.27
	2018	1.04	15.80	9.06 − 1.42
噻虫嗪 Thiamethoxam	2017	0.74	5.83	2.13 − 11.64
	2018	0.90	50.07	28.11 − 109.33
烯啶虫胺 Nitenpyram	2017	0.91	2.36	1.07 − 4.46
	2018	1.18	271.93	155.46 − 698.71
啶虫脒 Acetamiprid	2017	0.62	53.56	16.76 − 118.58
	2018	0.65	103.97	51.08 − 238.13
噻虫胺 Clothianidin	2017	0.99	28.28	12.99 − 50.59
	2018	1.10	208.56	114.09 − 585.33
噻虫啉 Thiacloprid	2017	1.17	10.76	4.25 − 18.89
	2018	1.09	132.32	78.36 − 289.07
毒死蜱 Chlorpyrifos	2017	1.56	14.19	9.89 − 19.69
	2018	2.78	110.04	85.56 − 159.33
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	2017	1.82	562.93	402.21 − 861.61
	2018	−	>2 000	−
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	2017	1.05	90.83	55.49 − 152.26
	2018	−	>500	−
敌敌畏 DDVP	2018	5.23	76.36	65.80 − 90.02
抗蚜威 Pirimicarb	2017	1.14	14.97	9.09 − 24.36
灭多威 Methomyl	2017	−	>5 000	−
联苯菊酯 Bifenthrin	2017	1.58	89.93	61.22 − 128.55
阿维菌素 Abamectin	2017	0.94	130.64	78.95 − 230.84
甲维盐 Emamectin benzoate	2017	−	>5 000	−

2.1.2　贵州地区甘蓝蚜对不同杀虫剂的敏感性

2017-2018 年测定了贵阳、黔西和息烽 3 个地区甘蓝蚜种群对 13 种杀虫剂的敏感性(表 4)。结果显示，大部分杀虫剂对贵州甘蓝蚜的毒力较高，仅吡虫啉对 2018 年息烽甘蓝蚜种群的 LC_{50} 值大于 50 mg/L。毒死蜱的毒力最高，对贵阳甘蓝蚜的 LC_{50} 值为 0.07-0.23 mg/L。

2.1.3　贵州地区萝卜蚜对不同杀虫剂的敏感性

2017 年，测定了贵阳和遵义地区萝卜蚜种群对 12 种杀虫剂的敏感性（表 5)。结果显示，所有杀虫剂对贵州萝卜蚜的毒力都较高（ LC_{50} 值<20 mg/L)。毒死蜱、灭多威和功夫菊酯对萝卜蚜的毒力非常高，LC_{50} 值<1 mg/L。

2.2　贵州菜蚜对杀虫剂敏感性的物种间比较

以物种为变量，对测定的所有 LC_{50} 值进行聚类分析（图 1)。结果显示，桃蚜对杀虫剂的敏感性明显低于甘蓝蚜和萝卜蚜（ $F = 11.60$，$P<0.000\ 1$)，杀虫剂对桃蚜的 LC_{50} 值均值为（ 110.07 ± 31.44) mg/L，分别是对甘蓝蚜和萝卜蚜 LC_{50} 值的 12.7 倍和 15.5 倍[LC_{50} 值:(8.69 ± 1.72) mg/L 和（ 7.08 ± 1.74) mg/L]。

表 4 2017-2018 年贵州甘蓝蚜对不同杀虫剂的敏感性

Table 4 Susceptibilities of *Brevicoryne brassicae* to different insecticides in Guizhou province from 2017 to 2018

杀虫剂 Insecticide	种群 Population	年度 Year	斜率 Slope	致死中浓度 LC_{50}（mg/L）95%置信区间 95% CL
毒死蜱 Chlorpyrifos	贵阳 Guiyang	2017	1.21	0.07	0.02 − 0.15
		2018	2.22	0.23	0.11 − 0.36
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	贵阳 Guiyang	2017	0.90	4.96	2.54 − 10.37
		2018	1.13	5.32	2.89 − 10.79
	黔西 Qianxi	2018	0.87	0.14	0.05 − 0.61
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	贵阳 Guiyang	2017	1.31	1.74	0.91 − 2.91
		2018	1.51	11.66	6.46 − 20.49
	黔西 Qianxi	2018	1.17	6.58	3.32 − 11.21
	息烽 Xifeng	2018	1.16	6.28	3.40 − 11.60
联苯菊酯 Bifenthrin	贵阳 Guiyang	2017	0.86	3.29	1.49 − 6.77
		2018	0.88	5.92	0.50 − 13.25
	黔西 Qianxi	2018	0.78	8.60	3.62 − 17.83
	息烽 Xifeng	2018	1.15	5.88	3.13 − 10.79
烯啶虫胺 Nitenpyram	贵阳 Guiyang	2018	0.86	2.13	0.46 − 4.80
	黔西 Qianxi	2018	0.46	1.67	0.01 − 7.36
	息烽 Xifeng	2018	0.84	3.40	1.03 − 6.97
噻虫嗪 Thiamethoxam	贵阳 Guiyang	2017	0.93	1.47	0.19 − 3.51
		2018	0.91	3.03	0.27 − 7.73
	黔西 Qianxi	2018	0.86	17.38	8.45 − 40.71
	息烽 Xifeng	2018	0.90	3.35	1.26 − 6.50
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	贵阳 Guiyang	2017	0.80	3.32	1.10 − 7.60
		2018	0.76	17.56	6.86 − 36.58
	黔西 Qianxi	2018	1.34	16.69	3.34 − 34.47
	息烽 Xifeng	2018	1.04	17.95	7.88 − 31.97
灭多威 Methomyl	贵阳 Guiyang	2017	1.10	1.21	0.54 − 2.29
抗蚜威 Pirimicarb	贵阳 Guiyang	2017	1.44	4.36	2.76 − 6.43
噻虫啉 Thiacloprid	贵阳 Guiyang	2017	0.77	7.75	3.01 − 15.59
啶虫脒 Acetamiprid	贵阳 Guiyang	2017	0.82	16.93	7.70 − 41.39
吡虫啉 Imidacloprid	贵阳 Guiyang	2017	0.92	8.00	3.84 − 23.93
		2018	1.39	21.30	12.17 − 35.41
	息烽 Xifeng	2018	1.26	51.50	30.12 − 88.73
敌敌畏 DDVP	贵阳 Guiyang	2018	1.67	12.12	7.53 − 17.83
	息烽 Xifeng	2018	0.85	14.88	7.67 − 53.92

2.2.1 贵州菜蚜对杀虫剂敏感性的地区间比较

以地区为变量，分别对甘蓝蚜和萝卜蚜的毒力数据进行聚类分析（图 2）。结果表明地区间差异不明显（P>0.05）。杀虫剂对贵阳、黔西和息烽 3 个地区甘蓝蚜种群的 LC_{50} 值均值分别为（6.62 ± 1.38）、（8.51 ± 2.98）和（14.75 ± 6.49）

表 5　2017 年贵州萝卜蚜对不同杀虫剂的敏感性

Table 5　Susceptibilities of *Lipaphis erysimi* to different insecticides in Guizhou province in 2017

杀虫剂 Insecticide	种群 Population	斜率 Slope	致死中浓度 LC_{50} mg/L	95%置信区间 95%CL
毒死蜱 Chlorpyrifos	贵阳 Guiyang	1.01	0.74	0.27 − 1.47
	遵义 Zunyi	1.07	0.87	0.39 − 1.53
溴氰虫酰胺 Cyantraniliprole	遵义 Zunyi	1.01	0.75	1.36 − 11.24
	贵阳 Guiyang	0.67	2.20	0.03 − 2.82
阿维菌素 Abamectin	贵阳 Guiyang	1.32	1.76	0.29 − 1.42
	遵义 Zunyi	0.93	3.79	0.33 − 6.08
噻虫嗪 Thiamethoxam	贵阳 Guiyang	1.02	9.20	1.79 − 6.98
	遵义 Zunyi	0.90	7.07	1.59 − 28.99
抗蚜威 Pirimicarb	贵阳 Guiyang	0.95	26.65	7.60 − 34.89
	遵义 Zunyi	0.85	14.43	14.14 − 59.44
联苯菊酯 Bifenthrin	遵义 Zunyi	0.76	4.85	0.61 − 7.78
灭多威 Methomyl	遵义 Zunyi	0.42	0.74	0.05 − 1.28
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 Emamectin benzoate	遵义 Zunyi	0.64	8.17	1.00 − 3.74
吡虫啉 Imidacloprid	遵义 Zunyi	1.06	13.56	4.60 − 19.86
啶虫脒 Acetamiprid	遵义 Zunyi	1.16	10.17	3.42 − 13.07
氟啶虫胺腈 Sulfoxaflor	遵义 Zunyi	1.05	19.07	7.25 − 22.80
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	贵阳 Guiyang	0.76	3.33	5.00 − 18.10

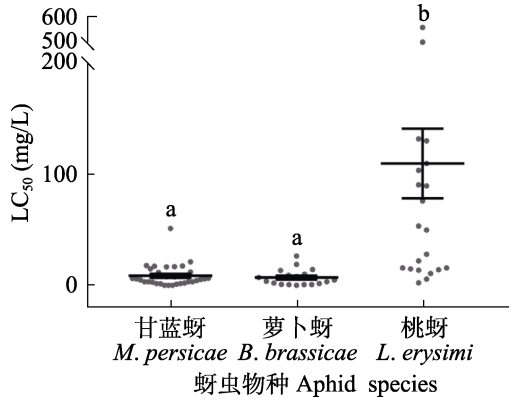

图 1　贵州菜蚜对杀虫剂敏感性的物种间比较

Fig. 1　Comparison of insecticide susceptibilities between three aphid species

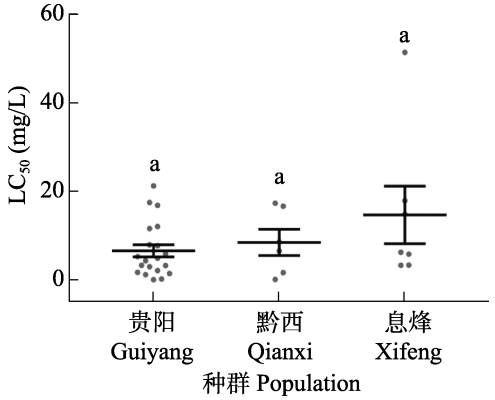

图 2　贵州甘蓝蚜对杀虫剂敏感性的地区间比较

Fig. 2　Comparison of insecticide susceptibilities among field populations of *Brevicoryne brassicae*

不同小写字母表示不同菜蚜对杀虫剂敏感性有显著性差异。图 2-图 5 同。

The different lower case letter means significant difference between aphid species. The same as Fig.2-Fig.5.

mg/L（$F = 1.86$，$P = 0.17$）；杀虫剂对贵阳和遵义萝卜蚜种群的LC_{50}值均值分别为（7.31 ± 4.05）mg/L 和（6.97 ± 1.81）mg/L（$F = 0.01$, $P = 0.93$）。

2.2.2　贵州菜蚜对杀虫剂敏感性的年度间比较

以年度为变量的聚类分析(图 4，图 5)，结果表明从 2017-2018 年桃蚜和甘蓝蚜对杀虫剂敏感性均有降低，分别降低了 2.2 倍（LC_{50}值：（4.83 ± 1.43）mg/L 和（10.62 ± 2.39）mg/L）和 1.9 倍（LC_{50} 值：（80.16 ± 41.74）mg/L 和（148.96 ± 47.33）mg/L），但统计分析结果显示差异不显

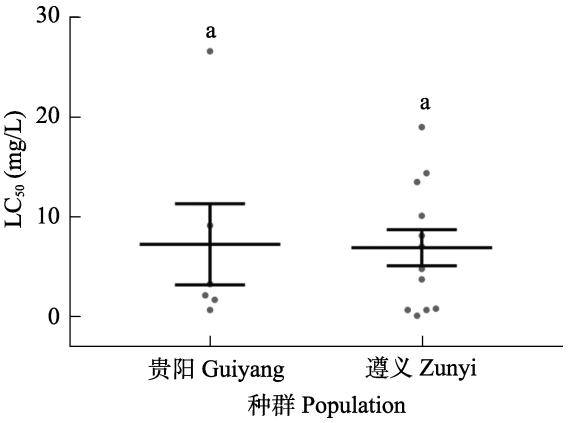

图 3　贵州萝卜蚜对杀虫剂敏感性的地区间比较

Fig. 3　Comparison of insecticide susceptibilities among field populations of *Lipaphis erysimi*

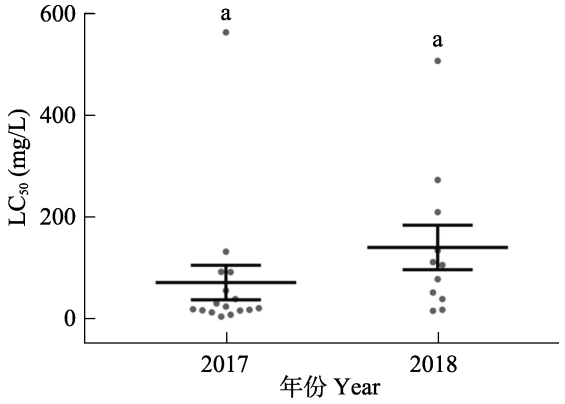

图 4　贵州桃蚜对杀虫剂敏感性的年度间比较

Fig. 4　Comparison of insecticide susceptibilities of *Myzus persicae* between 2017 and 2018

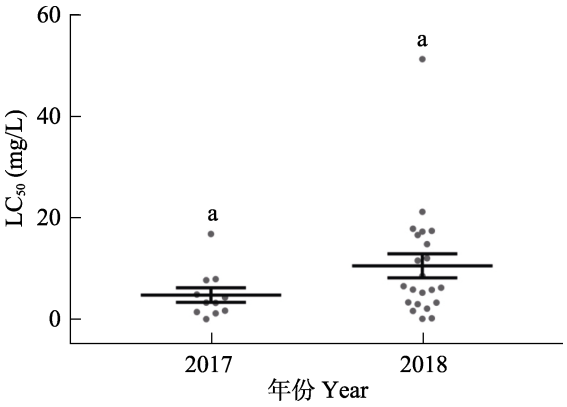

图 5　贵州甘蓝蚜对杀虫剂敏感性的年度间比较

Fig. 5　Comparison of insecticide susceptibilities of *Brevicoryne brassicae* between 2017 and 2018

著（桃蚜：$F = 1.19$，$P = 0.29$；甘蓝蚜：$F = 2.66$，$P = 0.11$），这是因为不同药剂的毒力年度间差异存在多样性。故需要针对每种杀虫剂的毒力进行年度间比较分析。

2.2.3　贵阳地区菜蚜对杀虫剂敏感性的年度间比较　贵阳市桃蚜种群对氟啶虫胺腈、吡虫啉和啶虫脒的敏感性没有显著变化，而对烯啶虫胺、噻虫啉、噻虫嗪、毒死蜱、噻虫胺和溴氰虫酰胺的敏感性明显降低（图 6）。

贵阳市甘蓝蚜种群对联苯菊酯和溴氰虫酰胺的敏感性没有显著变化，而对功夫菊酯、氟啶虫胺腈、毒死蜱、吡虫啉和噻虫嗪的抗性分别上升了 6.7、5.3、3.4、2.7 和 2.1 倍（图 7）。

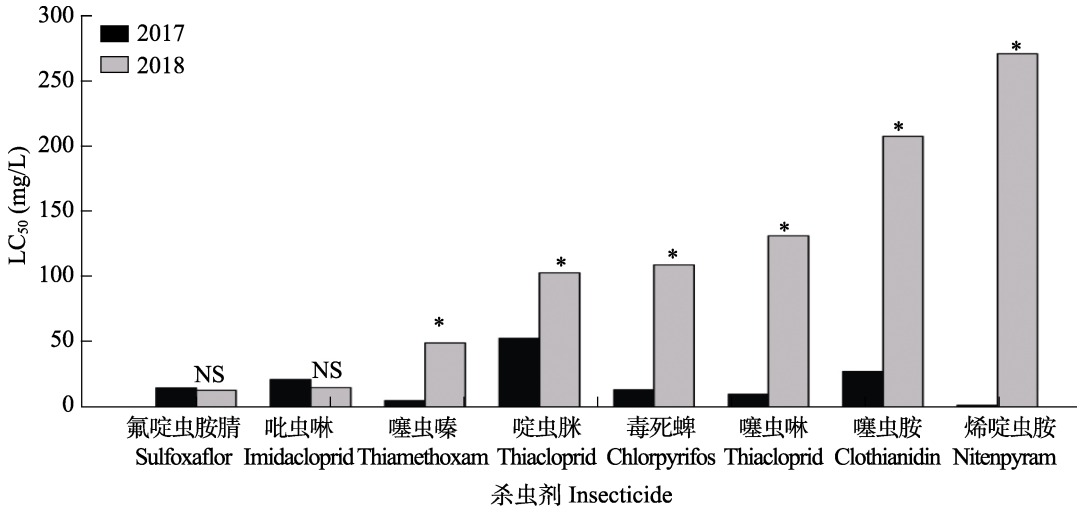

图 6　贵阳桃蚜对杀虫剂敏感性的年度间变化

Fig. 6　Comparison of insecticide susceptibilities of *Myzus persicae* in Guiyang between 2017 and 2018

* 表示桃蚜对该药剂年度间有显著性差异；NS 表示桃蚜对该药剂年度间无显著性差异。图 7 同。

* means significant difference between years; NS means no significant difference between years. The same as Fig.7.

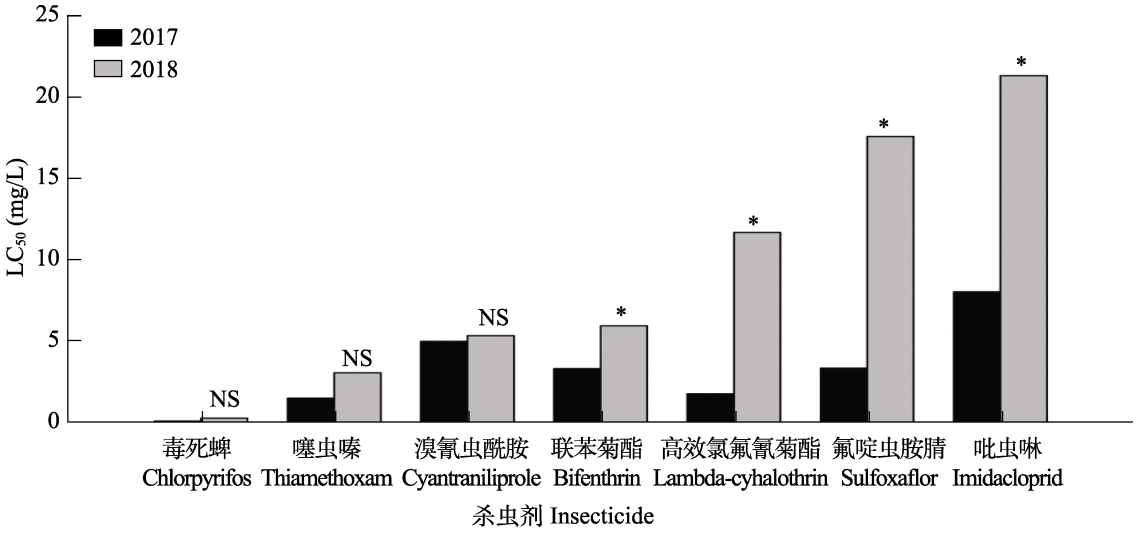

图 7　贵阳甘蓝蚜对杀虫剂敏感性的年度间变化

Fig. 7　Comparison of insecticide susceptibilities of *Brevicoryne brassicae* in Guiyang between 2017 and 2018

3　讨论

害虫抗药性是导致害虫猖獗的重要原因之一，也是影响杀虫剂使用效果的关键因子（高希武，1987）。蚜虫抗药性的形成是长期药剂压力下害虫自然选择的结果，其抗药性的严重程度受药剂压力、蚜虫的遗传变异能力与适合度等多种因素决定（高希武，1987）。菜蚜是危害十字花科蔬菜的主要害虫，自化学杀虫剂进行防治以来，关于其对防治药剂的抗药性监测就逐渐被报道（宫亚军等，2012；Bass *et al.*，2014；林文彩等，2015；孟建玉等，2015；Li *et al.*，2016）。桃蚜是世界性农业害虫，是典型的 r-对策害虫，长期大量、高频率化学农药的使用造成桃蚜对多种杀虫剂产生了抗性（刘芳洁，2009；Tang *et al.*，2017）。

本文所测药剂为贵州蔬菜产区的常用药剂及新型药剂。监测数据表明，与甘蓝蚜和萝卜蚜相比，桃蚜对所测大多数杀虫剂的敏感性较低，且下降较快。贵州地区桃蚜不仅对有机磷类、氨基甲酸酯类和拟除虫菊酯类等传统杀虫剂的敏感性低，而且对抗生素类、新烟碱类和双酰胺类杀虫剂的敏感性较低，这与该地区长期使用这几类药剂及药剂间存在交互抗性密切相关。相对而言，贵州地区甘蓝蚜和萝卜蚜对杀虫剂的敏感性较高，这与其它研究报道结果类似，如林文彩等（2015）报道杭州地区萝卜蚜和桃蚜之间对毒死蜱和高效氯氰菊酯的敏感性差异极大。本文中贵阳地区萝卜蚜、甘蓝蚜和桃蚜之间对功夫菊酯和毒死蜱等杀虫剂的敏感性差异极其显著。不同菜蚜对杀虫剂敏感性差异较大的原因之一可能是害虫寄生范围的差异，桃蚜属于广食性害虫，接触药剂频繁，抗性上升快，甘蓝蚜和萝卜蚜主要寄主植物是十字花科蔬菜，药剂选择压力较低。

基于文中的监测数据和分析，作者对贵州地区菜蚜的用药提供以下参考：

（1）桃蚜：目前该地区毒力较高的药剂较少，推荐氟啶虫胺腈、吡虫啉和抗蚜威等药剂暂时还可以很好的防治贵州菜蚜，急需要寻找新型高效的药剂来交替轮换使用。

（2）甘蓝蚜：大部分杀虫剂都可以用于防治贵州甘蓝蚜，其中优先推荐毒死蜱、噻虫嗪和溴氰虫酰胺。贵州甘蓝蚜对吡虫啉、氟啶虫胺腈和功夫菊酯的抗性上升很快，需慎用或少用。

（3）萝卜蚜：贵州萝卜蚜对很多药剂都非常敏感，可选的防治药剂较多，毒死蜱、灭多威和功夫菊酯等这些传统药剂的毒力都非常高。

抗药性的监测是一个长期而艰巨的任务，本文仅为 2 年的监测结果，需要持续地监测田间的敏感性动态，以便更好地指导本地蔬菜蚜虫的防治。同时，为了减缓各类药剂抗药性的风险，蚜虫防治过程中需坚持不同类型杀虫剂混用或者

轮换使用的原则。特别是对于桃蚜的防治，抗药性治理、无交互抗性的新药开发以及非化学防治显得尤其重要。

参考文献 (References)

Bass C, Puinean AM, Zimmer CT, Denholm I, Field LM, Foster SP, Gutbrod O, Nauen R, Slater R, Williamson MS, 2104. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 51(8): 41–51.

Busvine JR, 1980. FAO plant production and protection paper 21: Recommended methods for measurement of resistant to pesticides. Rome: FAO. 49–51.

Gao XW, 1987. Management of pest resistance. *World Agriculture*, 7: 41–44. 高希武, 1987. 害虫抗药性的治理. 世界农业, 7: 41–44.]

Gong YJ, Wang ZH, Shi BC, Kang ZJ, Zhu L, Zhu L, Wei SJ, 2012. Toxicities and field control efficacy of six pesticides to the mustard aphid *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Hemiptera: Aphididae). *Pesticide*, 51(7): 526–528. [宫亚军, 王泽华, 石宝才, 康总江, 朱亮, 魏书军, 2012. 6 种常用杀虫剂对萝卜蚜的毒力测定及田间防效. 农药, 51(7): 526–528.]

Lai ZL, Zhang HC, Jin WH, Chen GS, Lai H, Luo QH, Wu ZF, 1993. Experiment of the comprehensive control of vegetable aphids on spring cabbage. *China Vegetable*, 1(5): 17–18. [赖仲廉, 张洪昌, 金卫红, 陈贵蜀, 赖红, 罗庆怀, 吴正芬, 1993. 贵阳地区春甘蓝菜蚜综合防治试验. 中国蔬菜, 1(5): 17–18.]

Li Y, Xu Z, Shi L, Shen G, He L, 2016. Insecticide resistance monitoring and metabolic mechanism study of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), in Chongqing, China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 132(9): 21–28.

Lin WC, Zhang JM, Li WD, Zhang PJ, Zhang ZJ, Huang F, Bei YW, Lü YB, 2015. Susceptibility experiments of vegetable aphids to insecticides. *Journal of Zhejiang Agricultural Science*, 56(8): 1249–1251. [林文彩, 章金明, 郦卫弟, 张蓬军, 张治军, 黄芳, 贝亚维, 吕要斌, 2015. 菜蚜对杀虫剂的敏感性试验. 浙江农业科学, 56(8): 1249–1251.]

Liu FJ, 2009. Toxicity determination of several pesticides to vegetable aphid *Myzus persicae* Sulzer in the laboratory. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 37(12): 50–52. [刘芳洁, 2009. 几种常用杀虫剂对桃蚜的毒力测定. 山西农业科学, 37(12): 50–52.]

Liu SS, Ma Q, Li ZQ, Shi ZH, 1993. Pattern of seasonal abundance of aphids feeding on cruciferous vegetables in the suburbs of Hangzhou. *Journal of Zhejiang Agricultural University*, 19(1): 50–52. [刘树生, 马群, 李志强, 施祖华, 1993. 杭州郊区菜蚜数量的季节消长规律. 浙江农业大学学报, 19(1): 47–52.]

Liu SS, Wang XG, Wu XJ, Shi ZH, Chen QH, Hu HX, Li ZQ, 1997. Population fluctuation of aphids on crucifer vegetables in Hangzhou suburbs. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 8(5): 510–514. [刘树生, 汪信庚, 吴晓晶, 施祖华, 陈其瑚, 胡红祥, 李志强, 1997. 杭州郊区菜蚜种群的数量消长规律. 应用生态学报, 8(5): 510–514.]

Meng JY, Zhang CY, Lu N, Shang SH, 2015. Detection of resistance to imidacloprid of *Myzus persicae* in major tobacco-growing area in Guizhou. *Journal of Jiangsu Agricultural Science*, 43(4): 162–164. [孟建玉, 张长禹, 陆宁, 商胜华, 2015. 贵州主要烟区烟蚜对吡虫啉的抗药性测定. 江苏农业科学, 43(4): 162–164.]

Tang QL, Ma KS, Hou YM, Gao XW, 2017. Monitoring insecticide resistance and diagnostics of resistance mechanisms in the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 143(11): 39–47.