

# 瓜类病虫害防治用药选择与复配的大数据挖掘

游秀峰<sup>1</sup>, 李为争<sup>1,2</sup>

(1. 河南农业大学植物保护学院 郑州 450002; 2. 河南省新型农药创制与应用重点实验室 郑州 450002)

**摘要:**综合分析2010年1月1日后登记的瓜类上农药单剂和病虫害的对应关系,构建了“瓜类病虫害防治用药一张图”;并用多维尺度图展示了瓜类复配药剂中不同单体的组合频次。推荐如下用药种类:(1)蓟马:吡虫啉>多杀霉素≈乙基多杀菌素;(2)潜叶蝇:噻虫嗪;(3)蚜虫:苦参碱;(4)鳞翅目幼虫:溴氰虫酰胺≈氯虫苯甲酰胺;(5)粉虱:溴氰虫酰胺;(6)实蝇:阿维菌素;(7)螨:乙螨唑;(8)枯萎病:噁霉灵>络氨铜;(9)炭疽病:苯醚甲环唑;(10)白粉病:戊唑醇/吡唑醚菌酯;(11)霜霉病:烯酰吗啉;(12)疫病:氰霜唑=双炔酰菌胺;(13)角斑病:噻森铜;(14)病毒病:香菇多糖;(15)蔓枯病:多抗霉素。结论是,对应分析能够有效地处理特定作物上病虫害与农药之间的复杂关系,简明地展示农药的科学选择和复配。

**关键词:**瓜类;杀菌剂;杀虫剂;对应分析;多维尺度

中图分类号:S642+S65

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2022)03-026-05

## Data mining on the selection and mixing of registered pesticides against cucurbit diseases and pests

YOU Xiufeng<sup>1</sup>, LI Weizheng<sup>1,2</sup>

(1. College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China; 2. Henan Provincial Key Laboratory of Pesticide Innovation and Application, Zhengzhou 450002, Henan, China)

**Abstract:** We investigated the relationships of cucurbit diseases/insects and registered pesticides since January 1, 2010, and established “OneMap” for pesticide selection. We analyzed the mixing frequency of different pesticides registered using multi-dimension scaling. The these pesticides are recommended for management of different diseases and insects: (1) thrips: imidacloprid>spinosad ≈ spinetoram; (2) leaf-miners: thiamethoxam; (3) aphids: matrine; (4) caterpillars: cyantraniliprole ≈ chlorantraniliprole; (5) whiteflies: cyantraniliprole; (6) fruit flies: abamectin; (7) mites: etoxazole; (8) fusarium wilt: hymexazol>cuaminosulfate; (9) anthracnose: difenoconazole; (10) powdery mildew: tebuconazole and pyraclostrobin; (11) downy mildew: dimethomorph; (12) phytophthora blight: cyazofamid = mandipropamid; (13) angular leaf spot: saisentong; (14) virus: lentinan; (15) gummy stem blight: polyoxin. We conclude correspondence analysis can effectively deal with the complex relationships between pests and pesticides. Our map concisely displays scientific selection and mixing of pesticides.

**Key words:** Melon; Fungicide; Insecticide; Correspondence analysis; Multi-dimension scaling

瓜类作物是葫芦科以食用果实为主的栽培植物的总称,主要有南瓜属、丝瓜属、冬瓜属、葫芦属、西瓜属、甜瓜属、佛手瓜属、栝楼属和苦瓜属等9个属,多数为一年生草本蔓性植物<sup>[1]</sup>。随着瓜类设施园艺推广和复种指数提高,病虫害日趋严重。一些绿色防控技术很难收到理想效果。例如,黄板诱杀始盛期的蚜虫和粉虱效果不理想,而当黄板上能够大量粘捕到这些害虫时,瓜田也早已错过了施药关键期。同时,黄板还对天敌有诱杀作用<sup>[2]</sup>。因此,化

学防治在瓜类病虫害防治体系中是不可缺少的,特别是重大病虫害的应急防控。《中华人民共和国农业部公告第199号》、《绿色食品瓜类蔬菜》(NY/T 747—2013)和《食品安全国家标准食品中污染物限量》(GB 2762—2016)等标准列出了不同瓜类禁限用的农药名录<sup>[1-3]</sup>,但是正面引导种植户科学用药的作用有限。截至2021年8月11日,中国农药信息网([www.chinapesticide.org.cn](http://www.chinapesticide.org.cn))共发布了登记在瓜类上的杀虫剂445个,杀菌剂2656个,这为瓜类种植户

收稿日期:2021-05-11;修回日期:2021-10-08

基金项目:河南农业大学自然科学类青年创新基金项目(KJ CX2018A12)

作者简介:游秀峰,女,实验师,研究方向为新型农药创制及应用。E-mail:youxiufeng@henau.edu.cn

通信作者:李为争,男,副教授,研究方向为应用昆虫生态学。E-mail:wei-zhengli@163.com

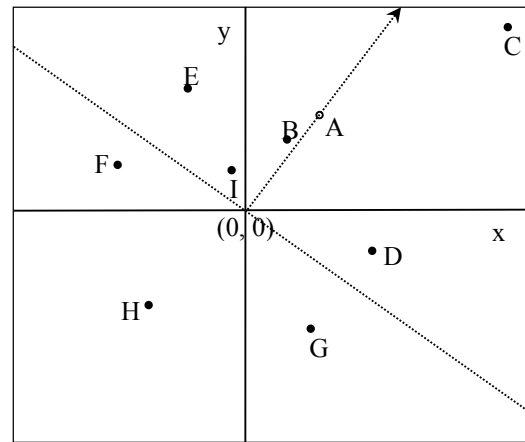
提供了多种可选药物,但具体哪一种农药才是最科学的对口农药仍然无法断定。近年来,关于瓜类病虫害防治发表了许多文献<sup>[4-8]</sup>,但由于不同研究者试验条件的差异,不同药剂的效果难以进行横向比较。此外,瓜类最易产生药害,尤其是开花期耐药性最差。这些因素和日益复杂的病虫害防治形势,为种植户的决策带来很大困难。因此,迫切需要回答如何对瓜田用药品种进行科学选择和合理混配的问题。

党的十九届五中全会强调了贯通植保专业大数据的重要性。按照顶层设计、系统整合、数据集成、综合展示的思路,通过汇集现有信息系统数据资源,强化数据挖掘和综合应用,形成病虫害信息“一张图”<sup>[9]</sup>。已经办理登记的农药,必然通过了大量室内和大田药效验证,并在市场运作中进行产量、销量、用量的动态微调,可视为农药应用经验总库。然而,一种农药可以兼治许多有害生物,一种病虫害又可以选择多种农药进行防治。针对特定病虫害种类,究竟选择哪一种农药才是最合适的?对应分析(Correspondence analysis)是解析这类涉及多变量、多类别的错综复杂关系的强力工具<sup>[10]</sup>。其基本思想是对列联表数据进行主成分分析降维,以散点图展示不同类别的相似性或伴随性<sup>[11]</sup>。为此,作者分析了2010年1月1日至今在瓜类上取得登记的病虫害防治药剂信息,构建了“瓜类病虫害化学防治一张图”,并用多维尺度分析了瓜田登记的复配剂中不同单体成分结合的频次。

## 1 对应分析和解读方法

登录中国农药信息网,搜索2010年1月1日至2021年8月11日之间在瓜类上登记的杀虫剂和杀菌剂单剂。将登记证号、农药名称和防治对象录入Excel,分别对农药类别和防治对象进行连续性数值编码。如果同一登记证涉及2种及2种以上防治对象,则每种防治对象单独占有1行。右侧新建一列“权重”,权重因子赋值“1”。在SPSS 19.0中新建农药名称、防治对象和权重3个变量,前两者设置为数值名义型变量,权重设置为度量型变量,导入农药登记信息并对权重进行加权。将“农药名称”和“防治对象”分别作为行变量和列变量,定义其最小值(1)和最大值(最大编码值),采用欧氏度量的对应分析法。根据每个类别点的坐标值用Origin 18.0绘制双变量散点图。

现以一张对应分析图(图1)阐明其解读方法。假设散点A为某防治对象,B~I为8种农药。从坐标



注:实心圆点:农药;空心圆点:一个假想的防治对象。

图1 对应分析解读方法示意图

原点出发绘制一组通过每个散点的有向射线(即“正向矢量”)辅助解读,如图中的有向虚线表示防治对象A的正向矢量。(1)推荐用药及防效认可度:与防治对象A正向矢量夹角小于 $90^\circ$ 的4种农药(B、C、D、E)可以选用。其中,离坐标原点越远的散点对应的农药登记证数量越多,防效认可度越高。如C防效认可度高于B、D、E。(2)登记靶标专一性:在B、C、D、E中,某种农药正向矢量和A正向矢量夹角越小,登记靶标专一性越强,即更多厂家认为该农药专门用于防治A。如农药B对防治对象A的登记靶标专一性强于C、D、E。(3)可以兼治的防治对象和防治谱相似的农药:在同一变量中绘制各类别正向矢量。2种防治对象正向矢量夹角越小,生产中越容易用同种农药实现兼治(图1中仅给出了一种防治对象A);相应地,2种农药正向矢量夹角越小,防治谱越相似。

## 2 多维尺度图的构建和解读

查询瓜类农药混剂登记信息,将混剂拆分为单体成分并整理成二向对称矩阵,首行和首列分别是单体名称,交叉格中为采用行、列对应的单体复配而成的登记证总数,使得行数和列数相等,行和列上的农药单体顺序一致。为了使结论具有普适性,将农药单体整合为上位概念,如“高效氯氟氰菊酯”“氯氟氰菊酯”“氟氯氰菊酯”“氯氰菊酯”“联苯菊酯”并称为“拟除虫菊酯类”。在SPSS 19.0变量视图中将二项矩阵表首行的单体分别定义为度量型变量,返回数据视图并将交叉格数据导入。然后运行Proxscal型的多维尺度分析,将所有变量导入“毗邻值”变量区。点击“模型”按钮,“形状”点选“满矩阵”,“毗邻值”点选“相似性”。在结果窗口中找到

不同农药单体的二维坐标值,在Origin 2018中绘制散点图。对其解读需要结合两个距离:(1)一对散点之间的距离越近,其对应的农药单体复配频次越高,越适合混用;(2)如果两组散点对(例如A和B,C和D)的内部距离相同,则观察这些散点组离坐标原点的距离,这个距离越远表示2种单剂越适合混用。

### 3 瓜类病虫害登记用药的对应分析

#### 3.1 害虫-杀虫剂关系的对应分析

图2显示瓜类害虫和杀虫剂的对应分析结果。蓟马、蚜虫和潜叶蝇类防治用药特征鲜明,瓜实蝇、

螨类、烟粉虱、棉铃虫和甜菜夜蛾用药特征不明显。蓟马防效认可度最高的是吡虫啉,多杀霉素(注:多杀霉素又称为多杀菌素)和乙基多杀菌素两种类似农药防效认可度略低,三者登记靶标专一性相同。潜叶蝇类针对性强且防效认可度最高的杀虫剂是噻虫嗪。蚜虫以苦参碱登记最多,其他可选择的还有呋虫胺、氟啶虫胺胍、金龟子绿僵菌、吡蚜酮和啶虫脒等,登记频次较低且相同。棉铃虫和甜菜夜蛾防治可以选择的杀虫剂有溴氰虫酰胺和氯虫苯甲酰胺。烟粉虱可以采用溴氰虫酰胺进行防治。瓜实蝇-阿维菌素、螨类-乙螨唑属于单线对应关系。

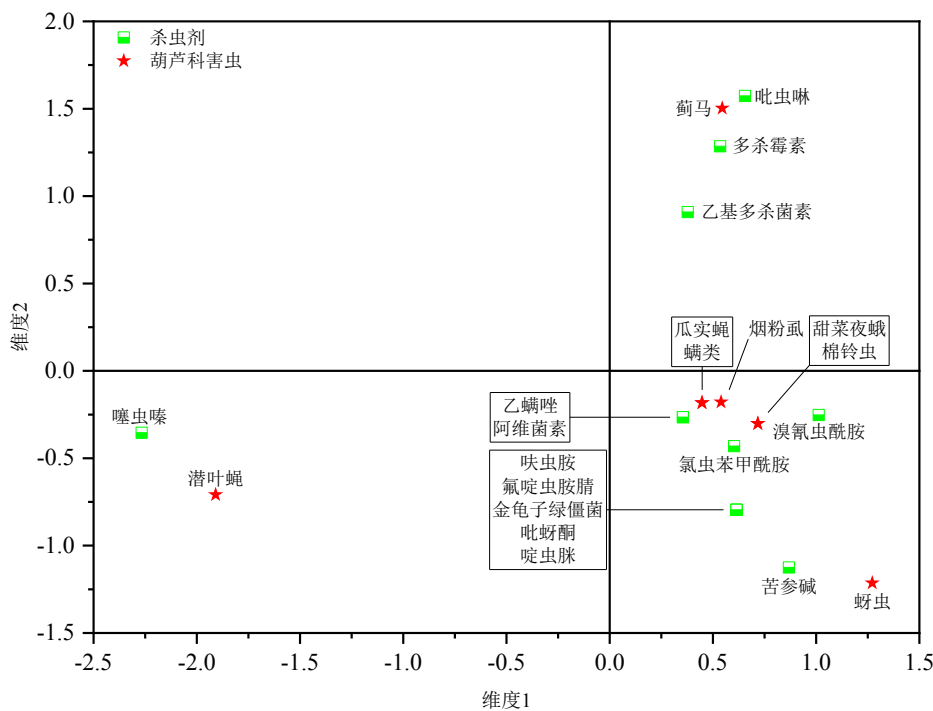


图2 瓜类害虫与杀虫剂的对应分析

#### 3.2 病害-杀菌剂关系的对应分析

瓜类病害及杀菌剂的对应分析见图3。从农药生产和销售企业的角度来看,炭疽病、白粉病、枯萎病是最受重视的三大病害,用药特征最明显。霜霉病和疫病虽然也属于瓜类常发性病害,但可能由于此前研发的杀菌剂老品种已经很多,防治效果比较稳定,近年来新办理的登记证并不比上述3种病害更多。从办理登记证的杀菌剂来看,以噁霉灵、苯醚甲环唑、吡唑醚菌酯和戊唑醇办理登记最多,因为这些杀菌剂散点距离坐标原点相对较远。其中,枯萎病防效认可度最高的是噁霉灵(17个登记证)和络氨铜(8个登记证),较少使用的还有咯菌腈、多粘类芽孢杆菌、嘧啶核苷类抗菌素、申嗪霉素、氨基寡糖素等。炭疽病防效认可度最高的是苯醚甲环

唑(46个登记证),其他可选用的有啶氧菌酯、甲基硫菌灵和代森锰锌,啶菌酯则相对广谱,登记靶标专一性不如上述3种。白粉病防效认可度最高的是戊唑醇(36个登记证)和吡唑醚菌酯(32个登记证)。其他病害登记的杀菌剂较少,仅按最高登记频次的杀菌剂统计如下:霜霉病-烯酰吗啉;疫病-氰霜唑=双炔酰菌胺;角斑病-噻森铜;病毒病-香菇多糖;蔓枯病-多抗霉素。

#### 3.3 低登记频次农药总结

瓜类病虫害会随着气候变化、贸易往来、耕作制度变迁、生物入侵、病虫抗性发生等出现次要靶标迅速上升为主要靶标的情况。对应分析的结论未必适应未来更长的年限。因此,将目前已经取得登记但只有一家农资生产企业认可的登记证信息

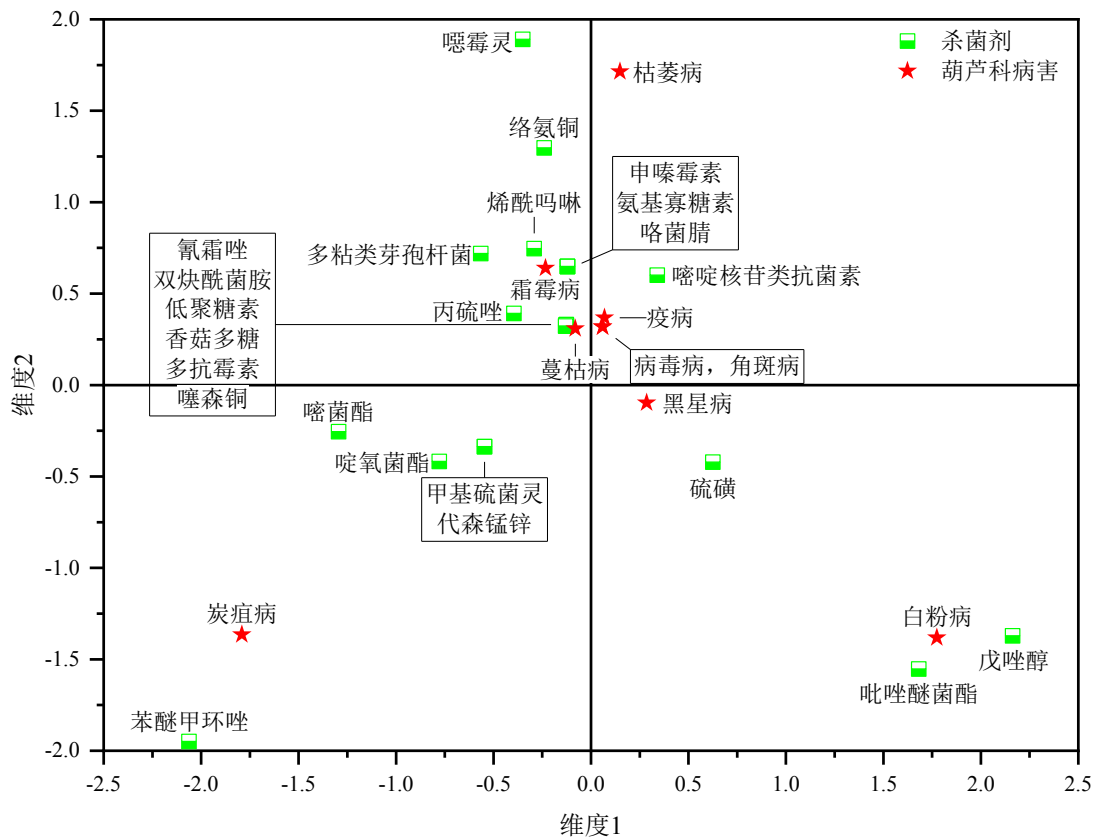


图3 葫芦科蔬菜病害与杀菌剂的对应分析

汇总于表1。

表1 农药—靶标—对应关系的登记证信息

登记证号	农药名称	葫芦科植物	靶标
PD20184010	苯菌酮	苦瓜	白粉病
PD20111457	百菌清	苦瓜	霜霉病
PD20170534	戊菌唑	西瓜	白粉病
PD20142065	阿维菌素	西瓜	根结线虫
PD20121664	氟吡菌酰胺	西瓜	根结线虫
PD20160147	噻唑膦	西瓜	根结线虫
PD20210466	春雷霉素	西瓜	角斑病
PD20101391	混合氨基酸铜	西瓜	枯萎病
PD20180082	解淀粉芽孢杆菌	西瓜	枯萎病
PD20101654	枯草芽孢杆菌	西瓜	枯萎病
PD20130411	地衣芽孢杆菌	西瓜	枯萎病
PD20182179	二氰葱醌	西瓜	炭疽病
PD20150135	异菌脲	西瓜	叶斑病

### 3.4 瓜类农药复配剂的多维尺度分析

图4和图5是根据瓜类杀虫剂和杀菌剂复配剂中各农药单体成分复配频次绘制的多维尺度图。从图4可以看出,多维尺度图第一象限主要是咀嚼式口器害虫的防治药剂,第二象限主要是粉虱类害虫的防治药剂,第三象限是瓜类蚜虫的防治药剂,第四象限主要是潜叶蝇类的防治药剂。氟啶虫胺腈和新烟碱类杀虫剂之间、阿维菌素类似物和拟除虫菊酯之间最常用来复配。

图5显示当前在瓜类上登记的杀菌剂混剂远远多于杀虫剂混剂。其中,比较适宜混配的杀菌剂对有:苯醚甲环唑与嘧菌酯,吡唑醚菌酯与代森联,烯酰吗啉与代森锰锌,福美双与福美锌,铜制剂与春雷霉素,阿维菌素类似物与噻唑膦等。读者可以根据不同杀菌剂散点之间的距离以及散点配对和坐标原点的距离寻找合适混配方案,如甲霜灵类与代森锰锌之间等,不再赘述。

## 4 讨论与结论

以往的登记农药分析,事实上仅仅是以百分比的形式进行简单分析,并没有兼顾植物上病虫害与农药之间的复杂对应关系,例如番茄上不同农药类别所占的比例、不同剂型所占的比例、不同毒性级别的农药所占的比例<sup>[12-13]</sup>,以及2014—2018年在马铃薯上的登记用药情况分析<sup>[14]</sup>。笔者将瓜类病虫害用药种类选择和复配描绘成简明的“一张图”,蕴含着丰富的信息,无论对于种植户、农药产销商还是植保行业的技术指导、植物保护教材的修订都有良好借鉴意义。根据本试验得出的共性特点,对瓜类病虫害防治用药种类推荐如下——(1)蓟马:吡虫啉>多杀霉素≈乙基多杀菌素;(2)潜叶蝇类:噻虫



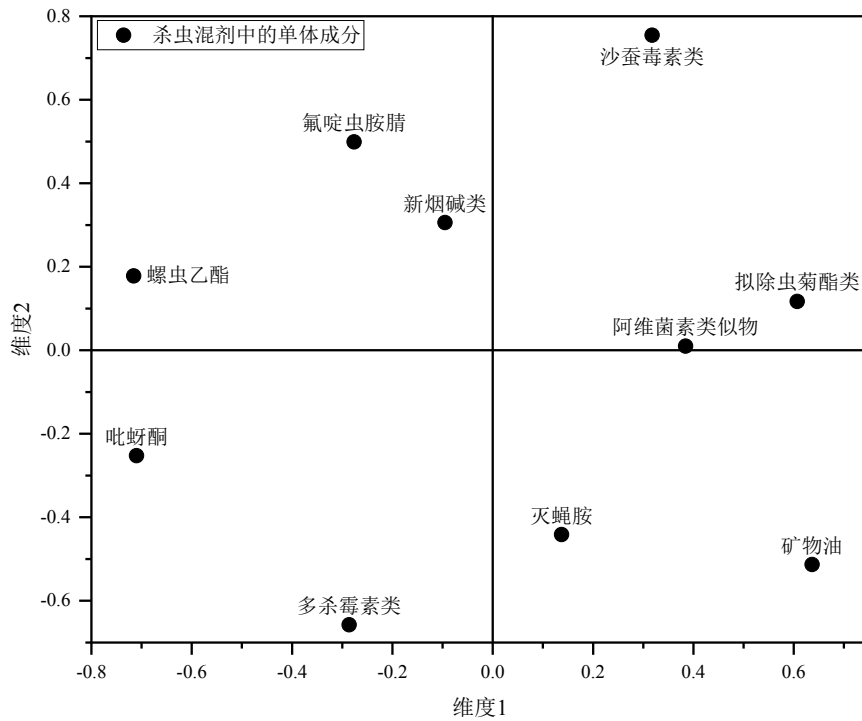


图4 瓜类复配型杀虫剂的多维尺度图

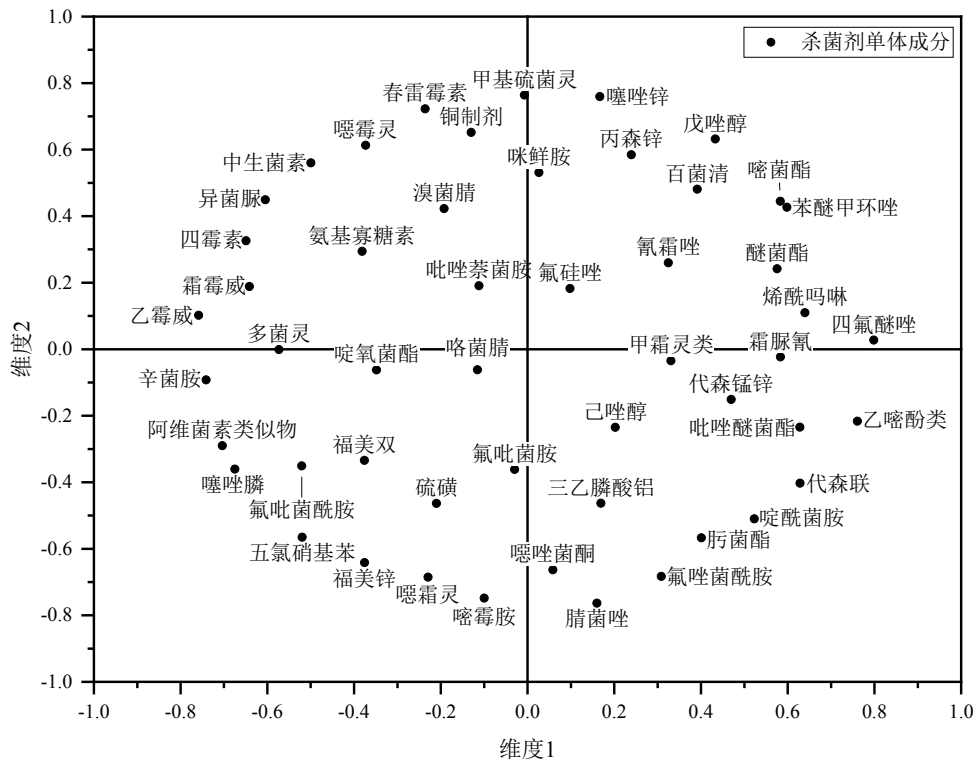


图5 瓜类复配型杀菌剂多维尺度图

啞; (3) 蚜虫: 苦参碱; (4) 棉铃虫和甜菜夜蛾: 溴氰虫酰胺≈氯虫苯甲酰胺; (5) 烟粉虱: 溴氰虫酰胺; (6) 瓜实蝇: 阿维菌素; (7) 红蜘蛛: 乙螨唑; (8) 枯萎病: 啞霉灵>络氨铜; (9) 炭疽病: 苯醚甲环唑; (10)

白粉病: 戊唑醇、吡唑醚菌酯; (11) 霜霉病: 烯酰吗啉; (12) 疫病: 氰霜唑=双炔酰菌胺; (13) 角斑病: 噻森铜; (14) 病毒病: 香菇多糖; (15) 蔓枯病: 多抗霉 (下转第35页)