

• 研究论文 •

昆虫病原线虫 H06与化学杀虫剂对韭菜 迟眼蕈蚊的联合作用

孙瑞红*, 李爱华

(山东省果树研究所, 山东 泰安 271000)

摘要: 为合理协调生物防治与化学防治, 在室内测定了昆虫病原线虫与杀虫剂的联合作用。结果表明, 昆虫病原线虫 *Heterorhabditis bacteriophora* H06(150~300条/虫)对韭菜迟眼蕈蚊 *Bradysina odoriphaga* 幼虫(韭蛆)的侵染致死率为1.2%~23.8%。4种杀虫剂对韭蛆的 LC_{50} 值为0.34~8.79 mg/L, 毒力大小依次为桉素>毒死蜱>辛硫磷>吡虫啉; 杀虫剂对H06线虫的 LC_{50} 值为595~4388 mg/L。将H06线虫(150条/虫)分别与4种杀虫剂混合处理韭蛆, 韭蛆死亡率明显高于线虫和杀虫剂单用处理。药后2 d 辛硫磷12.5~100 mg/L+H06处理的韭蛆死亡率为73.0%~82.0%, 辛硫磷单用时死亡率为38.0%~60.0%; 桉素0.16~1.25 mg/L+H06处理的死亡率为90.0%~97.5%, 桉素单用时的死亡率为13.8%~37.5%; 毒死蜱15~120 mg/L和吡虫啉1.56~12.54 mg/L单用时韭蛆的死亡率分别为14.0%~28.0%和0%~7.5%, 与H06线虫混用处理的死亡率分别为50.0%~65.0%和58.8%~80.0%。药后5 d 毒死蜱和吡虫啉与H06线虫对韭蛆的联合致死率分别达87.0%~95.0%和61.3%~88.8%。结果表明, 昆虫病原线虫与上述4种杀虫剂联合防治韭蛆具有更好的效果。

关键词: 昆虫病原线虫; *Heterorhabditis bacteriophora* H06 杀虫剂; 韭菜迟眼蕈蚊

中图分类号: S482.3

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2007)01-0066-05

Studies on Combination Effect of Entomopathogenic Nematode H06 and Insecticide against *Bradysina odoriphaga*

SUN Rui-hong*, LI Aihua

(Shandong Institute of Pomology, Taian 271000 Shandong Province, China)

Abstract The combination effect of entomopathogenic nematodes and 4 insecticides against *Bradysina odoriphaga* was evaluated in laboratory. The results showed that entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* H06 was low infectivity (1.2%~23.8%) against *B. odoriphaga* in dose of 150~300 IJs/larvae. The LC_{50} value of the 4 insecticides to larvae of *B. odoriphaga* was 0.34~8.79 mg/L, and followed the order of toosendanin>chlorpyrifos>phoxin>imidacloprid. The LC_{50} value of the 4 insecticides to H06 was 595~4388 mg/L. However, the mortalities of *B. odoriphaga* caused by nematode-insecticide combination were higher than that of insecticide or nematode alone. After treated for 2 d, the mortalities caused by phoxin 12.5~100 mg/L+H06 and toosendanin 0.16~

收稿日期: 2006-09-20 修回日期: 2006-12-30

作者简介: 孙瑞红(1965-), 女, 博士, 研究员, 从事害虫防治研究. 联系电话: 0538-8266607 E-mail: ml@sdip.cn

基金项目: 山东省农业科学院科研基金项目“生物线虫防治园艺害虫研究与开发”。

1.25 mg/L + H06 were 73.0%~82.0% and 90.0%~97.5%, respectively; while that caused by phoxin and toosendarin alone were just 38.0%~60.0% and 13.8%~37.5%, respectively. Chlorpyrifos (15~120 mg/L) and imidacloprid (1.56~12.54 mg/L) applied alone caused 14.0%~28.0% and 0.0%~7.5% mortalities respectively, but their combinations with H06 caused 50.0%~65.0% and 58.8%~80.0% mortalities respectively. After treated for 5 d, the mortalities caused by chlorpyrifos + H06 and imidacloprid + H06 were 87.0%~95.0% and 61.3%~88.8%, respectively. The study showed that entomopathogenic nematodes could be mixed with 4 insecticides for controlling *B. odoriphaga*.

Key words entomopathogenic nematode; *Heterorhabditis bacteriophora*; insecticide; *Bradyrhina odoriphaga*

韭菜迟眼蕈蚊 *Bradyrhina odoriphaga* 是危害韭菜的主要害虫, 以幼虫(韭蛆)群集蛀食地下根茎, 造成植株死亡。多年来, 生产上常用高毒有机磷杀虫剂等灌根防治, 致使韭菜中农药残留高度超标。目前, 我国大力发展无公害蔬菜, 要求使用低毒农药和采取生物措施来控制害虫^[1~3]。

已有报道, 昆虫病原线虫与化学农药混用可以提高以竹直锥大象虫、香蕉黑象甲、金龟子等害虫的防治效果^[4~6]。昆虫病原线虫是一种可以工厂化生产的害虫天敌生物, 能防治多种地下和钻蛀性害虫, 室内试验发现一些异小杆属线虫品种对韭蛆有很高的寄生活性^[7,8]。*Heterorhabditis bacteriophora* H06 线虫又名泰山 1 号, 从泰安桃小食心虫 *Carposina sasakii* 越冬虫茧内分离获得, 它适应性强、繁殖力高、田间控制桃小食心虫效果好^[9,10]。尽管 H06 线虫对韭蛆的侵染效果不及国外引进的 *Heterorhabditis indica* LN2 品种^[7], 但经作者试验, H06 较 LN2 及其他异小杆属线虫更容易人工培养, 能够大量生产以满足需要。为此, 作者于室内就 H06 线虫与低毒化学杀虫剂联合防治韭蛆的效果进行了研究。

1 材料与方法

1.1 供试线虫及昆虫

线虫: *Heterorhabditis bacteriophora* H06 (以下简称 H06), 经大蜡螟 *Galleria mellonella* 幼虫活体培养获得侵染期线虫。

昆虫: 韭蛆, 从山东泰安郊区韭菜田采集幼虫, 在室内饲养 1 代后进行试验; 大蜡螟幼虫, 室内人工饲养。

1.2 供试杀虫剂

有效成分质量分数为 48% 的毒死蜱 (chlorpyrifos) 乳油 (美国陶氏益农公司生产); 40% 辛硫磷 (phoxin) 乳油 (鲁南农药厂生产); 5% 吡虫啉 (imidacloprid) 乳油 (大连凯飞化学股份有限公司); 0.5% 楝素 (toosendarin) 乳油 (农大德力帮科技股份有限公司提供)。

1.3 试验方法

1.3.1 昆虫病原线虫侵染韭蛆 采用培养皿滤纸法^[11]。在直径 9 cm 的培养皿中先放两张中速滤纸, 再放入 20 头 4 龄韭蛆, 每皿滴加 0.8 mL H06 线虫悬液。线虫设 3 000、5 000、6 000 条/20 头 3 个剂量, 以蒸馏水处理作对照, 重复 5 次。置于 (21±1) °C 恒温培养箱内, 96 h 检查侵染结果。

1.3 试验方法

1.3.1 昆虫病原线虫侵染韭蛆 采用培养皿滤纸法^[11]。在直径 9 cm 的培养皿中先放两张中速滤纸, 再放入 20 头 4 龄韭蛆, 每皿滴加 0.8 mL H06 线虫悬液。线虫设 3 000、5 000、6 000 条/20 头 3 个剂量, 以蒸馏水处理作对照, 重复 5 次。置于 (21±1) °C 恒温培养箱内, 96 h 检查侵染结果。

1.3.2 杀虫剂对韭蛆的毒力测定 在直径 9 cm 的培养皿中放两张中速滤纸, 用移液器滴加 0.8 mL 蒸馏水使滤纸润湿。按倍量稀释法, 将杀虫剂用蒸馏水稀释成系列浓度的药液。选取 4 龄韭蛆, 放入小型不锈钢茶漏中, 在药液中浸渍 3 s, 同时浸渍适量剪切的韭菜叶段。取出后, 用吸水纸吸净韭蛆和菜叶上的多余药液, 一同放入培养皿中。每皿 20 头, 重复 5 次, 以蒸馏水处理作对照, 置于 (21±1) °C 恒温培养箱内。药后 48 h 检查死亡虫数, 计算 LC₅₀ 和 LC₉₅ 值等。

1.3.3 杀虫剂对昆虫病原线虫的毒力测定 按 1.3.2 节方法将杀虫剂配制成系列浓度药液, 分别吸取 5 mL 放入直径 4.4 cm、高 5.5 cm 的小塑料杯中, 滴加 2 滴线虫液, 约 6 000 条, 摇匀, 加盖, 重复 5 次, 放置在 (25±1) °C 的恒温培养箱内处理 24 h。摇匀, 从杯内取 0.4 mL 混合液, 于解剖镜下检查线虫死亡数量, 计算 LC₅₀ 值等。

1.3.4 昆虫病原线虫与杀虫剂联合作用试验 用蒸馏水将供试的 4 种药剂配制成 4 000 倍、8 000 倍、16 000 倍和 32 000 倍稀释液。在直径 9 cm 的培养皿中放两张中速滤纸, 滴加 0.6 mL 蒸馏水, 放

入 20 头 4 龄韭蛆和适量韭菜叶段。分别滴加 0.1 mL 线虫液 (3 000 条 /20 头) 和 0.1 mL 药液, 并设药剂、单用处理, 以蒸馏水处理作对照。置于 (21 ±1) °C 恒温培养箱内, 分别于 2 d 和 5 d 检查韭蛆感染死亡率。

1.4 数据分析

试验数据以 EPS-98 农业科研数据处理软件进行统计分析^[12]。

2 结果与分析

2.1 H06 线虫对韭蛆的侵染效果

虽然 H06 线虫单用处理能侵染韭蛆, 但侵染效果很低, 3 000~ 6 000 条 /20 头的线虫剂量对韭蛆的侵染致死率仅 1.3%~ 23.8%。

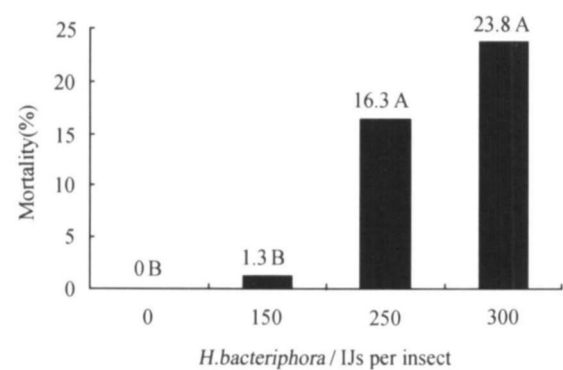


Fig 1 Infectivity of *H. bacteriophora* H06 to *B. odoriphaga*

2.2 杀虫剂对韭蛆的毒力

由表 1 结果可见, 桉素的毒力最高, LC₅₀ 值为 0.34 mg/L; 吡虫啉的毒力最低, LC₅₀ 值是桉素的 25.9 倍, 而且吡虫啉对韭蛆作用效果缓慢, 韭蛆受药后先停止取食, 随后虫体肿胀死亡。毒死蜱和辛硫磷的毒力基本相同。

2.3 杀虫剂对 H06 线虫的安全性

4 种杀虫剂对 H06 线虫的 LC₅₀ 值在 595 mg/L 以上, 说明它们对 H06 线虫均比较安全, 安全性由高到低顺序为: 辛硫磷 > 毒死蜱 > 吡虫啉 > 桉素。

2.4 H06 线虫与杀虫剂的联合作用效果

以低浓度药液与 H06 线虫混合, 测定其对韭蛆的联合作用。结果 (图 2) 表明, H06 线虫 150 条 / 虫与上述 4 种杀虫剂 4 000~ 32 000 倍稀释液混用, 药后 2 d 各处理韭蛆死亡率均高于杀虫剂和线虫单用。Koppenh fer 等^[6] 认为这是杀虫剂对昆虫病原线虫的增效作用。

由于 4 种杀虫剂性质不同, 因此与线虫的联合作用差异明显。辛硫磷对韭蛆速效性好, 对线虫的增效最不明显, 药后 2 d 韭蛆的死亡率比辛硫磷单用仅提高 22%~ 35%; 药后 5 d 辛硫磷单用处理韭蛆死亡率显著提高, 与辛硫磷 + H06 基本相同。单用桉素 0.16~ 1.25 mg/L 处理, 药后 2 d 韭蛆的死亡率为 13.8%~ 37.5%, 而与 H06 线虫混用, 其死亡率为 90.0%~ 97.5%, 提高了 60.0%~ 76.2%, 联合作用效果显著。

Table 1 Toxicity of 4 insecticides to *B. odoriphaga* larvae

Insecticides	LC-P line Y =	LC ₅₀ /(mg/L)	LC ₉₅ /(mg/L)	R	Relative toxicity
Imidacloprid	3.932 5+ 1.130 8x	8.79	250.5	0.933 9	25.9
Phoxin	3.872 3+ 1.817 2x	4.17	33.55	0.982 5	12.3
Chlorpyrifos	3.997+ 1.637 9x	4.10	41.37	0.977 8	12.1
Toosendarin	5.751 9+ 1.602 5x	0.34	3.61	0.986 1	1.0

Note: Relative toxicity is ratio of the LC₅₀ value of pesticide to the LC₅₀ value of toosendarin. The same as in table 2.

Table 2 Toxicity of 4 insecticides to *H. bacteriophora* H06

Insecticides	LC-P line (Y =)	LC ₅₀ /(mg/L)	R	Relative toxicity
Phoxin	1.974 4+ 0.830 7x	438.8	0.954 6	7.4
Chlorpyrifos	1.341 5+ 1.045 3x	316.2	0.975 3	5.3
Imidacloprid	3.009 1+ 0.626 6x	150.3	0.933 9	2.5
Toosendarin	2.910 8+ 0.752 8x	595	0.894 0	1.0

毒死蜱和吡虫啉杀虫效果较慢, 药后 2 d 单用处理韭蛆死亡率很低, 分别为 14.0%~ 28.0% 和 0%~ 7.5%; 与 H06 线虫混用后, 韭蛆死亡率分别提高 36.0% 和 87.0%。其中, 毒死蜱与 H06 线

虫的联合作用效果低于吡虫啉。药后 5 d, 毒死蜱与线虫的联合作用效果提高, 导致 87.0%~ 95.0% 的韭蛆死亡。

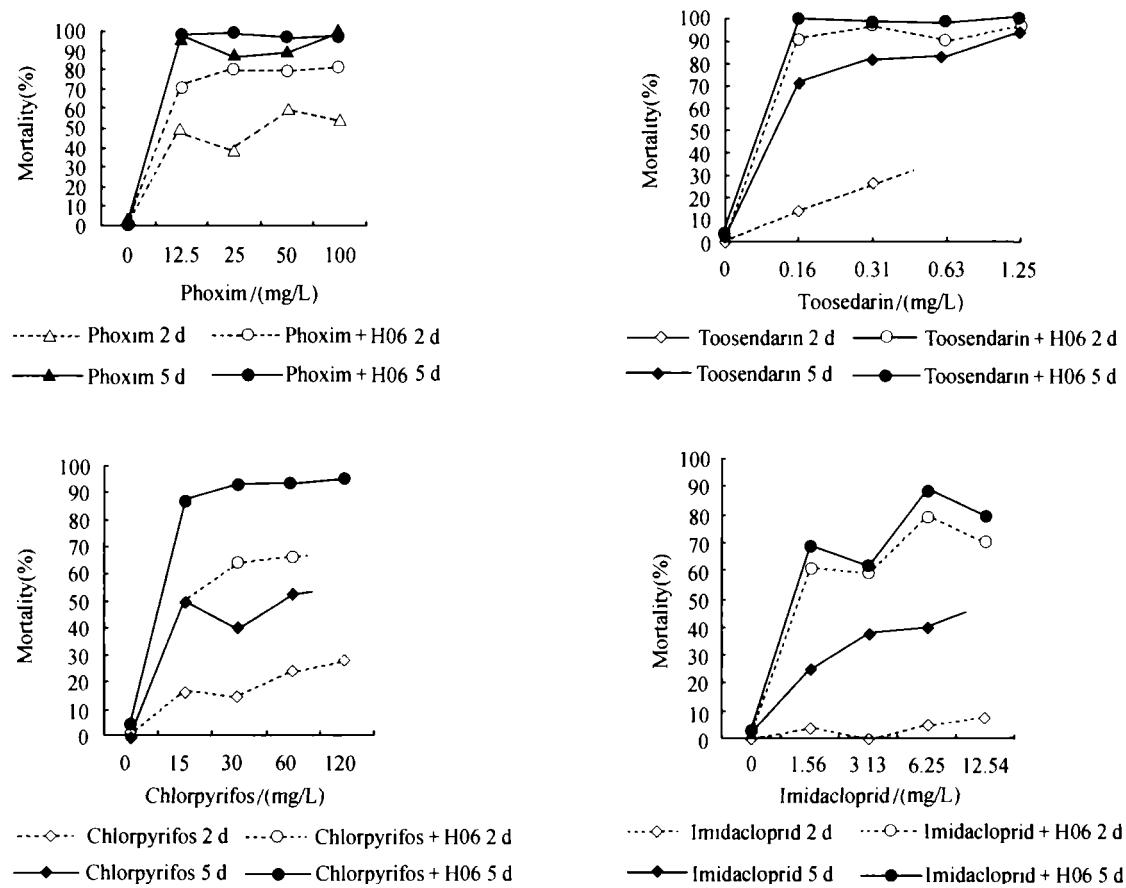


Fig 2 Combined effect of *H. bacteriophora* H06 and 4 insecticides against *B. odoriphaga*

3 讨论

在高毒有机磷杀虫剂被禁用后急需低毒替代产品来防治韭菜迟眼蕈蚊。据文献报道, 毒死蜱、辛硫磷和吡虫啉对韭蛆有效^[2 13], 本研究结果也证实了这一点, 并发现楝素对韭蛆具有较高毒力。由于韭菜迟眼蕈蚊一年发生多代, 需要连续用药灌根防治。长期用药后势必出现农药残留、环境污染和韭蛆抗药性等问题。昆虫病原线虫可以侵染韭蛆, 但田间单独使用很难达到理想效果。把生物防治与化学防治合理结合, 将是综合防治韭菜迟眼蕈蚊的一个有效途径。

昆虫病原线虫对不同化学农药的敏感性存在差异^[14], 混用时应考虑农药对线虫的安全性。通过室内试验, 发现毒死蜱、辛硫磷、楝素、吡虫啉对 *H. bacteriophora* H06 线虫安全, 可以混合使用处理韭蛆。4 种杀虫剂可以显著提高 H06 线虫对韭蛆的侵染致死效果, 这与国外昆虫病原线虫与吡虫啉混用防治金龟子幼虫的试验结果一致^[6]。

目前, 在防治地下害虫的推荐药剂中, 毒死蜱因其防治效果好、持效期长而被广泛应用。但国

内外已对蔬菜中毒死蜱的残留标准进行了重新修订, 要求降低其使用数量^[15 16]。本研究发现, 以低于常用浓度 4~ 30 倍的毒死蜱药液与 H06 线虫混用后, 可以显著提高线虫对韭蛆的侵染效果, 这为田间利用昆虫病原线虫与化学杀虫剂混用防治韭蛆的可行性提供了科学依据。

参考文献:

[1] LI Yong-ping (李永平), LI Xu-qin (李秀芹), YU Yi-jun (虞铁俊), et al NY/T5002-2001, 中华人民共和国农业行业标准: 无公害食品 韭菜生产技术规程 [S]. 中华人民共和国农业部, 2001.

[2] XUE Ming (薛明), WANG Yong-xian (王永显). 韭菜迟眼蕈蚊无公害治理药剂的研究 [J]. Pesticide (农药), 2002, 41 (5): 29-31.

[3] LUO Wan-chun (罗万春), MU Wei (慕卫), ZHANG Xin (张新). 毒死蜱防治韭蛆的田间药效试验 [J]. 植保技术与推广, 1998 18(5): 42-43.

[4] LIU Nan-xin (刘南欣), LIANG Mei-fang (梁梅芳), ZHANG Zhen-ying (张振英), et al 格氏线虫中国品系 (85011) 防治竹象虫的施用技术及与农药混用的研究 [J]. Natural Enemies of Insects (昆虫天敌), 1990, (12): 142-148

- [5] XU Ji-lian(徐洁莲), YANG Ping(杨平), WU Xi-zhan(伍锡湛). 应用苹果蠹蛾线虫防治香蕉扁黑象甲的研究 [J]. Chin J Tropical Crops(热带作物学报), 1992, 12(2): 77-82
- [6] KOPPENHÖFER A M, COWLES R S, COWLES E A, et al Comparison of Neonikotinoid Insecticides as Synergists for Entomopathogenic Nematodes [J]. Biol Contr, 2002, 24: 90-97.
- [7] SUN Rui-hong HAN Ri-chou, LIA i-hua et al Efficacy of Entomopathogenic Nematodes against Bradysia odoriphaga (DIP. M ycetophilidae) [C]. //The XV th International Plant Protection Congress Beijing China, 2004.
- [8] ZHANG Bao-shu(张宝恕), WANG Xue-li(王学利), CHEN Xiao-wen(陈晓文), et al 昆虫病原线虫防治韭菜根蛆的研究 [J]. Sci Tech Tianjin Agric Forestry (天津农林科技), 1994, (2): 4-6.
- [9] LISu-chun(李素春), LIAN Jian-sheng(练健生), YANG Ping(杨平), et al 昆虫病原线虫泰山 1 号的研究 [J]. Acta Phytophylacica Sinica (植物保护学报), 1986, 13(4): 267-272.
- [10] LISu-chun(李素春), LIU Ji-bo(刘加博), HE De-ju(贺德菊). 泰山 1 号线虫防治桃小食心虫的研究 [J]. Acta Phytophylacica Sinica (植物保护学报), 1990, 17(3): 237-240.
- [11] SUN Rui-hong(孙瑞红), LIA i-hua(李爱华), HAN Ri-chou(韩日畴), et al 昆虫病原线虫 *Heterorhabditis indica* LN2 品系防治韭菜迟眼蕈蚊的影响因素研究 [J]. Natural Enemies of Insects(昆虫天敌), 2004, 26(4): 150-155.
- [12] YUAN Ke-jun(苑克俊), LI Zhen-san(李震三), ZHANG Dao-hui(张道辉), et al DPS-98 科研数据处理软件简介 [J]. Computer and Agriculture(计算机与农业), 1999, (4): 21-24.
- [13] GAO Zhan-lin(高占林), DANG Zhi-hong(党志红), PAN Wen-liang(潘文亮), et al 河北省不同地区韭蛆(韭菜迟眼蕈蚊)对杀虫剂的敏感性 [J]. Chin J Pestic Sci(农药学报), 2002, (4): 88-90.
- [14] QING Ji-gang(秦久刚). 新线虫对药剂敏感性的测定 [J]. Natural Enemies of Insects(昆虫天敌), 1984, 6(1): 46-48.
- [15] MAO Xue-dan(毛雪丹). 日本“肯定列表制度”及其农药残留限量标准 [J]. Chin J Food Hygiene(中国食品卫生杂志), 2006, 18(1): 91-92.
- [16] GB 2763-2005, 《食品中农药最大残留限量》标准 [S]. 中华人民共和国卫生部和中国国家标准化管理委员会, 2005.

(Ed. JIN SH)

欢迎订阅 第 9 卷 《农药学学报》(2007 年)

《农药学学报》是由中国农业大学主办、国内外公开发行的农药学综合性学术期刊,“中国科技核心期刊”,主要面向农药研究工作者、植保工作者及大专院校师生,旨在及时、全面报道农药学各分支学科有创造性的最新研究成果与综合评述,是了解我国农药学研究动态的理想园地。

本刊现设 3 个栏目:专论与综述、研究论文及研究简报。所发表的论文涵盖了农药学所有分支领域,主要包括合成与构效关系、分析与残留、环境与毒理、作用机制研究、制剂加工及应用等。

本刊现已被美国《化学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》、英国《动物学记录》以及汤姆森科技信息集团(Thomson Scientific)等 10 家国外重要检索机构收录,同时是《中国科学引文数据库》等多家国内重要数据库的来源期刊。

本刊国内统一刊号为 CN 11-3995/S, A4 开本, 96 页,季刊,国内定价 15 元,全年 60 元,全国统一邮政发行(邮发代号 2-949),订户可通过当地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部索取订单或直接从邮局汇款购买(1999~2006 年已出版期刊,本编辑部还有少量库存,欢迎订阅,价格优惠 20%)。

汇款请寄:北京海淀区圆明园西路 2 号中国农业大学理学院《农药学学报》编辑部

邮 编: 100094 联系人:唐 静 电 话: 010-62733003

E-mail nyxuebao@ 263.net

欢迎单位及 个人踊跃订阅!