

5种农药对大豆蚜虫的室内毒力与田间防效

蒋何雪¹, 吴晓峰^{2*}, 孔玄庆³, 罗泽伟³, 金晨钟³ (1.永州市农业综合服务中心, 湖南永州 423000; 2.永州市农业科学研究所, 湖南永州 423000; 3.农田杂草防控与应用协同创新中心, 湖南娄底 413800)

摘要 为了筛选出防治大豆蚜虫高效的农药及用量, 选用常见5种杀虫剂进行室内毒力测定和田间防效试验。室内毒力测定结果表明, 5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂、20%噻虫胺悬浮剂、5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂、20%双甲脒乳油对大豆蚜虫的 LC_{50} 分别为3.172、0.328、4.889、4.516、2.108 mg/L; 田间防效结果表明, 5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂、20%噻虫胺悬浮剂1 000倍液和20%双甲脒乳油1 000、2 000倍液对大豆蚜虫防效较好, 药后3 d, 防效分别为95.05%、94.74%、88.02%、89.67%和87.02%, 药后15 d, 防效分别为92.01%、90.70%、88.28%、97.64%和88.35%。在大豆蚜虫的田间防治中, 可推荐使用5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂和20%噻虫胺悬浮剂1 000倍液和20%双甲脒乳油1 000~2 000倍液。

关键词 农药; 大豆蚜虫; 防效

中图分类号 S48 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)16-0165-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.16.044



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Indoor Toxicity and Field Control Effect of Five Pesticides on Soybean Aphid

JIANG He-xue¹, WU Xiao-feng², KONG Xuan-qing³ et al (1. Agricultural Comprehensive Service Center of Yongzhou, Yongzhou, Hunan 423000; 2. Yongzhou Institute of Agricultural Science, Yongzhou, Hunan 423000; 3. Cooperative Innovation Center for Weed Control and Application in Farmland, Loudi, Hunan 413800)

Abstract In order to select effective pesticide and dosage for controlling *Aphis glycines*, five insecticides were selected for toxicity test and field control effect test. In the toxicity test, the LC_{50} of 5% acetamiprid EC, 20% lambda-cyhalothrin EW, 20% clothianidin SC, 5% emamectin Benzoate ME and 20% amitraz EC were 3.172, 0.328, 4.889, 4.516 and 2.108 mg/L, respectively. In the field control effect test, 5% acetamiprid EC, 20% lambda-cyhalothrin EW, 20% clothianidin SC diluted 1 000 times and 20% amitraz EC diluted 1 000 and 2 000 times had better control effect on *Aphis glycines*, the control effects were 95.05%, 94.74%, 88.02%, 89.67% and 87.02%, respectively 3 days after application, and 92.01%, 90.70%, 88.28%, 97.64% and 88.35% after 15 days. Therefore, 5% acetamiprid EC, 20% lambda-cyhalothrin EW, 20% clothianidin SC diluted 1 000 times and 20% amitraz EC diluted 1 000–2 000 times could be recommended for field control of *Aphis glycines*.

Key words Pesticides; *Aphis glycines*; Control effect

大豆含有丰富的蛋白质, 可直接或加工成豆制品供人食用, 具有较高的营养价值, 同时大豆也是我国主要的油料作物。近年来, 大豆虫害的发生有明显加重趋势, 影响大豆的产量与品质, 虫害已成为影响大豆生产的主要因素之一^[1], 大豆害虫主要有斜纹夜蛾、大豆高隆象、大豆蚜等, 其中大豆蚜(*Aphis glycines*)是危害大豆作物的主要害虫之一^[2], 属半翅目(Hemiptera)蚜科(Aphididae), 蚜虫具有孤雌生殖和两性生殖2种繁殖方式, 且繁殖周期短、年世代数多, 容易大量暴发^[3]。主要危害大豆顶叶的背面和嫩茎, 吸食大豆汁液, 导致叶片萎缩和发黄、植株发育受阻、植株矮小等, 从而影响其光合作用, 蚜虫大量暴发可导致大豆减产、植株死亡^[4]。此外, 研究表明, 大豆蚜除直接危害植株外, 还能通过迁飞传播花叶病毒, 造成更严重的影响^[5-6]。生产防治上有农业防治和化学防治2种方式, 其中农业防治主要为合理轮作、不同作物复合种植、选用抗病虫品种、加强栽培管理等^[7-8], 但防治效果不佳。目前对大豆蚜虫的防治主要依赖于化学农药, 但长期使用化学农药会导致蚜虫产生一定的抗药性, 从而通过加大农药使用量来达到同样的防治效果, 进而导致蚜虫抗性更强, 陷入防治的恶性循环中^[9], 害虫的抗药性已成为害虫防治过程中面临的重要

问题^[10-11], 国内登记的杀虫剂产品中, 用于大豆蚜虫防治的药剂品种单一, 数量较少。

笔者在湖南永州地区开展啶虫脒、高效氯氟氰菊酯、噻虫胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐和双甲脒5种农药对大豆蚜虫的室内毒力及田间防治试验, 比较不同药剂不同施药用量下的防效, 以期筛选出防治大豆蚜虫高效的药剂进行推广, 为大豆蚜虫的防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地点位于湖南省永州市农业科学研究所大豆试验田双牌县九甲村, 地势平坦, 土壤肥力中等, 有机质含量丰富, 前茬作物为冬闲田, 供试大豆品种为湘春豆24号, 2020年4月10日播种。

1.2 仪器与试剂 仪器: 移液枪(吉尔森), 型号M1000; 背负式电动喷雾器(农家园), 型号3WBD-16L; 万分之一电子天平(日本岛津), 型号AUY220; 人工气候箱(宁波海曙赛福实验仪器厂), 型号PRX-250B; 量杯、玻璃棒等。

试剂: 5%啶虫脒乳油, 威海韩孚生化药业有限公司; 20%高效氯氟氰菊酯水乳剂, 青岛星牌作物科学有限公司; 20%噻虫胺悬浮剂, 河北利时捷生物科技有限公司; 5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂, 广东茂名绿银农化有限公司; 20%双甲脒乳油, 南通雅本化学有限公司。

1.3 室内毒力测定 采用浸虫法进行毒力测定, 实验室采用盆栽进行大豆栽培, 人工接入大豆蚜虫, 待蚜虫繁殖头胎后

基金项目 2019年永州市重点科研项目(2019YZD006)。

作者简介 蒋何雪(1972—), 男, 湖南道县人, 农艺师, 从事农业推广工作。*通信作者, 农艺师, 硕士, 从事农业推广工作。

收稿日期 2020-11-29

及时去除成虫,保留幼蚜饲养,待用。分别称取供试药剂配制成系列浓度梯度的药液,取带蚜虫的大豆嫩枝叶将其浸入药液中5 s,取出用滤纸吸去水滴后晾干,放入已垫有滤纸的直径9 cm的培养皿中,培养皿中滴入水保湿。每供试药剂配制5个浓度,每浓度为1个处理,每处理3次重复。培养皿置于人工光照气候箱中,设温度(25±2)℃,相对湿度60%,光:暗=16 h:8 h,检查各处理死亡虫数,用细毛笔触及虫体,无反应记为死亡,试验周期为48 h,求出毒力回归方程及LC₅₀值。

1.4 田间药效试验 参照《农药田间药效试验准则》^[12]进行试验,5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂、20%噻虫胺悬浮剂、5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂、20%双甲脒乳油分别按照1 000、2 000倍液进行施药,每浓度设置4个小区,每小区25 m²,小区随机分布,对照采用清水处理,每小区喷施1.5 L水。5点取样法进行蚜虫虫口数调查,施药前及施药后1、3、7、15 d进行蚜虫虫口数调查,每小区虫口基数大于500只,根据调查结果计算虫口减退率和校正防效。

$$\text{虫口减退率} = \frac{\text{施药前活虫数} - \text{施药后活虫数}}{\text{施药前活虫数}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{校正防效} = \frac{\text{处理虫口减退率} - \text{对照虫口减退率}}{100 - \text{对照虫口减退率}} \times 100\% \quad (2)$$

1.5 数据处理 采用SPSS 16.0对试验数据进行处理,对校正防效采用Duncan检验进行组间差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 室内毒力 根据各供试药剂不同染毒浓度的对数值

及其处理下大豆蚜虫的死亡率进行回归分析,结果见表1。由表1可知,随着染毒时间的延长,蚜虫死亡数增多,5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂、20%噻虫胺悬浮剂、5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂、20%双甲脒乳油对大豆蚜虫的LC₅₀分别为3.172、0.328、4.889、4.516、2.108 mg/L,其中20%高效氯氟氰菊酯水乳剂对大豆蚜虫的室内毒力最大,活性最好,20%噻虫胺悬浮剂活性最低,各供试药剂对大豆蚜虫的毒力排序为20%高效氯氟氰菊酯水乳剂>20%双甲脒乳油>5%啶虫脒乳油>5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂>20%噻虫胺悬浮剂。

2.2 田间防效 药效试验中,施药后进行蚜虫虫口数调查的同时,也调查了对大豆是否产生药害,通过目测观察每个小区大豆的叶片及花蕾等,未发现叶片发黄、灼烧、卷曲、非正常落花等异常情况的发生,说明不同药剂在该试验浓度范围内,对大豆均无药害产生。1~3 d的防效可以反映出药剂的速效性。由表2可知,5种农药的防效均与农药的施药浓度呈正相关,药后3 d的防效较药后1 d的防效有所增加。药后1 d,5%啶虫脒乳油1 000倍液、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂1 000、2 000倍液和20%噻虫胺悬浮剂1 000倍液防效较好,均超过80%,分别为92.95%、92.03%、82.08%,其中前两者防效与其他各处理防效具有显著差异(P<0.05)。药后3 d,各处理防效均增加,其中20%双甲脒乳油在1 000、2 000倍液下防效增加显著,分别为89.67%和87.02%,5%啶虫脒乳油和20%高效氯氟氰菊酯水乳剂高浓度处理的校正防效均超过90%,与其他各处理具有显著差异(P<0.05),分别为95.05%和94.74%。

表1 大豆蚜虫的室内毒力测定结果

Table 1 Laboratory virulence test results of soybean aphid

序号 No.	药剂 Pesticide	时间 Time//h	回归方程 y=ax+b Regression equation	R ²	LC ₅₀ mg/L	95%置信区间 95% confidence interval//mg/L
1	5%啶虫脒乳油	48	y=3.072x-1.540	0.996	3.172	2.635~3.758
2	20%高效氯氟氰菊酯水乳剂	48	y=2.619x+1.269	0.975	0.328	0.263~0.339
3	20%噻虫胺悬浮剂	48	y=4.269x-4.2.946	0.989	4.899	4.299~15.565
4	5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂	48	y=3.636x-2.381	0.989	4.516	3.847~395.205
5	20%双甲脒乳油	48	y=4.592x-1.488	0.984	2.108	1.870~2.386

7~10 d的防效可反映出药剂的持效性,结果见表2。药后7 d,各药剂的校正防效与药后3 d防效基本一致,除20%噻虫胺悬浮剂和5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂低浓度处理,其他处理的校正防效均超过80%,其中5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂和20%双甲脒乳油的高浓度处理的校正防效均超过90%,分别为94.19%、94.05%和93.80%,与其他各组均具有显著差异(P<0.05),5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂2 000倍液处理防效最差,为66.37%。药后15 d较药后7 d,20%双甲脒乳油防效仍有所提高,但其他处理防效均出现下降趋势,5%啶虫脒乳油、20%高效氯氟氰菊酯水乳剂和20%双甲脒乳油高浓度处理的校正防效仍超过90%,说明其持效性较好。

3 结论与讨论

国内关于大豆的研究主要集中在栽培技术和育种等方面^[13-17],关于大豆蚜虫防效研究较少,登记在大豆作物上防治蚜虫的杀虫剂品种少,但关于其他蚜虫登记的农药品种丰富,相关研究也较多,单一农药的长期使用,会不断提高害虫的抗药性。啶虫脒属于新型烟碱类杀虫剂,作用于昆虫神经系统的烟酰乙酰胆碱受体,有触杀、胃毒和较强的渗透作用,杀虫广谱、持效期长、内吸性强,对蚜虫、飞虱、蓟马等害虫具有触杀和胃毒作用^[18-19]。高效氯氟氰菊酯是新一代II型广谱高效拟除虫菊酯杀虫剂,对害虫具有强烈触杀、胃毒作用,杀虫谱广、高效、作用快,具有神经毒性,通过干扰钠通道作用于昆虫的神经系统,并破坏神经元而达到除虫效果,是棉花、

果树、烟草、蔬菜、大豆等作物害虫防治的常用农药^[20-21]。噻虫胺具有触杀、胃毒和内吸活性,是一种具有噻唑环的新烟碱类高效安全、高选择性的杀虫剂,对蚜虫、叶蝉、蓟马、飞虱等害虫具有良好的防效^[22]。甲氨基阿维菌素苯甲酸盐是一种新型抗生素类生物源杀虫剂,具有高效、低毒、低残留、易降解的特点,对多种鳞翅目害虫表现良好,能有效控制害虫种群的发生规模^[23]。双甲脒是一种防治螨害的新型有机氮杀螨剂,主要用于蔬菜、茶叶、棉花等作物的害虫防治^[24]。

韩文清等^[25]研究发现 20% 啶虫脒可溶性粉剂 5 000 倍液对大豆蚜虫 14 d 的防效能达 83.29%,吴廷娟等^[26]研究发现啶虫脒在施药后 7 d 对金银花蚜虫防效能达 87.25%,赵春攀等^[27]研究发现 2.5% 高效氯氟氰菊酯水乳剂 2 000 倍液对辣木蚜虫 15 d 的防效能达 90% 以上,马聪娟^[28]研究发现噻虫胺对小麦蚜虫的防效能达 90% 以上。该研究中 5 种农药对不同蚜虫及害虫的生物活性均较高,因此,选用上述药剂进行大豆蚜虫的室内毒力及田间防效试验。

表 2 不同药剂对大豆蚜虫的防治效果

Table 2 Control effect of different pesticides on soybean aphid

序号 No.	农药 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	药前虫口数 Number of insects before pesticide//只	药后 1 d 1 d after pesticide		药后 3 d 3 d after pesticide	
				减退率 Rate of decline//%	校正防效 Correction control effect//%	减退率 Rate of decline//%	校正防效 Correction control effect//%
1	5%啶虫脒乳油	2 000	559.0	71.66	73.11 de	84.83	84.72 c
		1 000	580.0	92.57	92.95 a	95.08	95.05 a
2	20%高效氯氟氰菊酯 水乳剂	2 000	530.0	81.11	82.08 bc	87.80	87.72 bc
		1 000	554.0	91.60	92.03 a	94.78	94.74 a
3	20%噻虫胺悬浮剂	2 000	567.0	67.97	69.61 ef	77.23	77.08 d
		1 000	552.0	82.22	83.13 b	88.10	88.02 b
4	5%甲氨基阿维菌素苯 甲酸盐微乳剂	2 000	577.0	63.29	65.72 g	67.22	67.62 e
		1 000	539.5	66.90	68.32 fg	76.46	76.53 d
5	20%双甲脒乳油	2 000	579.5	72.19	73.88 d	87.60	87.02 bc
		1 000	539.0	77.26	78.93 c	89.61	89.67 b
6	空白对照	0	591.0	-5.41	—	0.68	—

序号 No.	农药 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	药前虫口数 Number of insects before pesticide//只	药后 7 d 7 d after pesticide		药后 15 d 15 d after pesticide	
				减退率 Rate of decline//%	校正防效 Correction control effect//%	减退率 Rate of decline//%	校正防效 Correction control effect//%
1	5%啶虫脒乳油	2 000	559.0	87.11	85.18 c	81.68	80.87 d
		1 000	580.0	94.95	94.19 a	92.34	92.01 b
2	20%高效氯氟氰菊酯 水乳剂	2 000	530.0	86.71	84.72 c	81.01	80.17 d
		1 000	554.0	94.82	94.05 a	91.10	90.70 bc
3	20%噻虫胺悬浮剂	2 000	567.0	81.09	78.25 d	73.08	71.89 e
		1 000	552.0	90.05	88.56 b	88.77	88.28 c
4	5%甲氨基阿维菌素苯 甲酸盐微乳剂	2 000	577.0	70.64	66.37 e	68.99	67.74 f
		1 000	539.5	82.85	80.34 d	83.23	82.47 d
5	20%双甲脒乳油	2 000	579.5	88.91	87.01 bc	88.60	88.35 c
		1 000	539.0	94.71	93.80 a	97.50	97.64 a
6	空白对照	0	591.0	-5.41	—	0.68	—

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences between different treatments($P<0.05$)

室内毒力试验中,采用浸叶,判断不同药剂对大豆蚜虫的毒力差异,结果发现,毒力排序为 20% 高效氯氟氰菊酯水乳剂>20% 双甲脒乳油>5% 啶虫脒乳油>5% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂>20% 噻虫胺悬浮剂。田间防效试验中,5% 啶虫脒乳油、20% 高效氯氟氰菊酯水乳剂的速效性较其他药剂较好,从持效性方面分析发现,5% 啶虫脒乳油、20% 高效氯氟氰菊酯水乳剂、20% 噻虫胺悬浮剂、5% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂高浓度处理及 20% 双甲脒乳油对大豆蚜虫具有良好的持效性,且防效均超过 80%,其中 5% 啶虫脒乳油、20% 高效氯氟氰菊酯水乳剂、20% 双甲脒乳油 1 000 倍液下防效超过 90%,尤其以 20% 双甲脒乳油防效最为突出,达 97.64%,与其他各处理具有显著差异($P<0.05$)。因此,在大豆蚜虫的田间防治中,可推荐使用 5% 啶虫脒乳油、20% 高效

氯氟氰菊酯水乳剂和 20% 噻虫胺悬浮剂 1 000 倍液和 20% 双甲脒乳油 1 000~2 000 倍液。

参考文献

- [1] 刘月英.大豆主要虫害及防治措施[J].黑龙江科技信息,2013(3):226.
- [2] 王志华.2004 年大豆蚜虫大发生原因分析及防治建议[J].大豆通报,2005(2):9.
- [3] 汤秋玲,马康生,高希武.蔬菜蚜虫抗药性现状及抗性治理策略[J].植物保护,2016,42(6):11-20.
- [4] 刘兴龙,王克勤,朱立新,等.大豆蚜对大豆阶段性危害研究[J].黑龙江农业科学,2014(6):57-59.
- [5] 邵向阳,刘登明.大豆蚜生活习性及生物防治[J].现代化农业,2009(6):52-53.
- [6] 田兆丰,刘伟成,罗晨,等.不同蚜虫对黄瓜花叶病毒(CMV)亚组 I、II 分离物传播效率比较研究[J].华北农学报,2011,26(5):234-238.
- [7] 梁建秋,张明荣,吴海英,等.几种农药对大豆虫害防控效果的比较[J].安徽农业科学,2015,43(1):98-100,103.

(下转第 186 页)

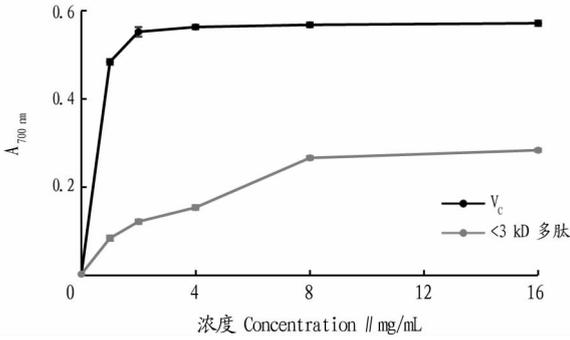


图8 不同浓度的样品对还原力的影响

Fig.8 Effects of different sample concentrations on reducing power

作为天然抗氧化剂,在生物医学、日用化妆品和食品行业有一定的开发利用价值。

参考文献

- [1] SILA A,BOUGATEF A.Antioxidant peptides from marine by-products: Isolation, identification and application in food systems.A review[J].Journal of functional foods,2016,21:10-26.
- [2] PAN X,ZHAO Y Q,HU F Y,et al.Preparation and identification of antioxidant peptides from protein hydrolysate of skate (*Raja porosa*) cartilage [J].Journal of functional foods,2016,25:220-230.
- [3] BOUGATEF A,HAJJJI M,BALTI R,et al.Antioxidant and free radical-sca-

ving activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases[J].Food chemistry,2009,114(4):1198-1205.

- [4] 张昊,任发政.天然抗氧化肽的研究进展[J].食品科学,2008,29(4):443-447.
- [5] SARMADI B H,ISMAIL A.Antioxidative peptides from food proteins: A review[J].Peptides,2010,31(10):1949-1956.
- [6] 田裕心,彭亚博,姚昱锐,等.响应面优化鮑鱼内脏抗氧化肽制备工艺及其活性[J].食品工业,2019,40(4):110-115.
- [7] 李美娜,黎德佳,谢景,等.鲤鱼鱼鳞蛋白的酶解制备工艺及其抗氧化活性[J].安徽农业科学,2017,45(19):86-89.
- [8] 宋正规,雷静,薛张芝,等.乌贼皮胶原蛋白特性与抗氧化能力研究[J].天然产物研究与开发,2018,30(2):286-293.
- [9] 刘倩茹,柏圣达,赵国雨,等.北太平洋鲑鱼鳃卵抗氧化酶解寡肽的制备[J].湖北农业科学,2018,57(13):70-74,78.
- [10] 颜琳,姜双双,闫欣,等.皱纹盘鲍腹足抗氧化肽的制备及其工艺优化[J].食品与发酵工业,2019,45(17):123-128.
- [11] 曾健辉,朱宝君,王娟,等.响应面法优化酶解海洋低值鱼肉制备抗氧化肽工艺[J].安徽农业科学,2016,44(22):80-83.
- [12] 李世博,镜鲤(*Cyprinus carpio*)鱼皮抗氧化胶原蛋白肽的制备和性质研究[D].哈尔滨:黑龙江大学,2013.
- [13] YE H,ZHOU C H,SUN Y,et al.Antioxidant activities *in vitro* of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum* [J].European food research and technology,2009,230(1):101-109.
- [14] 刘建伟,梁文文,熊善柏,等.响应面法优化鲢鱼皮抗氧化肽的混合酶解工艺[J].食品工业,2018,39(3):157-161.
- [15] LI Y,LI J,LIN S J,et al.Preparation of antioxidant peptide by microwave-assisted hydrolysis of collagen and its protective effect against H₂O₂-induced damage of RAW264.7 cells[J].Marine drugs,2019,17(11):1-13.

(上接第167页)

- [8] 汤忠琴,尚静,张磊,等.不同田间配置对套作大豆主要虫害的种群分布影响[J].四川农业大学学报,2018,36(3):297-302,308.
- [9] 汤秋玲,马康生,高希武.蔬菜蚜虫抗药性现状及抗性治理策略[J].植物保护,2016,42(6):11-20.
- [10] 梁彦,张帅,邵振润,等.棉蚜抗药性及其化学防治[J].植物保护,2013,39(5):70-80.
- [11] 何秀玲.害虫抗药性研究与治理状况概述[J].世界农药,2013,35(5):34-38.
- [12] 中华人民共和国农业部.农药田间药效试验准则 第27部分:杀虫剂防治十字花科蔬菜蚜虫:GB/T 1464.27—2010[S].北京:中国农业出版社,2010.
- [13] 刘宏英,张红,马玉勇,等.高产高油春大豆新品种湘春豆28号选育及栽培技术[J].作物研究,2015,29(6):651-652,654.
- [14] 曹金锋,胡铁欢,孙永媛,等.丰产抗病抗倒大豆新品种沧豆11选育[J].作物研究,2020,34(1):53-56.
- [15] 唐江华,苏丽丽,李亚杰,等.不同耕作方式对复播大豆光合特性、干物质生产及经济效益的影响[J].应用生态学报,2016,27(1):182-190.
- [16] 朱元刚,高凤菊,曹鹏鹏,等.种植密度对玉米-大豆间作群体产量和经济产值的影响[J].应用生态学报,2015,26(6):1751-1758.
- [17] 任媛媛,王志梁,王小林,等.黄土塬区玉米大豆不同间作方式对产量和经济收益的影响及其机制[J].生态学报,2015,35(12):4168-4177.

- [18] 邓业成,王荫长,李洁荣,等.啮虫脒的杀虫活性研究[J].西南农业学报,2002,15(1):50-53.
- [19] 王建军,韩召军,王荫长.新烟碱类杀虫剂毒理学研究进展[J].植物保护学报,2001,28(2):178-182.
- [20] 汝医,李慧冬,王文博,等.气相色谱法测定玉米中高效氯氟氰菊酯残留[J].农药,2008,47(12):893-895.
- [21] 虞游毅,杨璐,廖享,等.高效氯氟氰菊酯和氯氟菊酯在苹果中的残留降解动态及其去除方法[J].浙江农业学报,2018,30(8):1376-1381.
- [22] 杨庆喜,刘娜,程功,等.噻虫胺在水稻和土壤中的残留及消解动态[J].农药,2018,57(5):343-346,358.
- [23] 岳强,闫文涛,张苹,等.氨基阿维菌素苯甲酸盐对苹果树草小卷叶蛾的田间防治效果[J].中国果树,2019(6):80-82.
- [24] 谭璟慧,谢宏斌,李贵荣,等.超高效液相色谱法同时测定蜂蜜中双甲脒及其代谢物残留量[J].食品安全质量检测学报,2020,11(12):4091-4096.
- [25] 韩文清,尹蓉,秦一凡.几种杀虫剂防治大豆蚜虫对比试验[J].农业开发与装备,2018(12):131-132.
- [26] 吴廷娟,谢小龙,李景亮,等.不同农药种类对金银花蚜虫的防治效果[J].安徽农业科学,2020,48(1):145-146,149.
- [27] 赵春攀,朱国渊,龙继明,等.5种杀虫剂对辣木蚜虫的防治效果[J].热带农业科技,2018,41(4):46-49.
- [28] 马聪娟.噻虫胺对小麦蚜虫的防治效果试验[J].农村科技,2020(2):40-42.