技 术 与 应 用
Technology & Application

氟啶虫酰胺对枸杞田棉蚜和枸杞木虱的防效及其残留消解动态

乔彩云[1]， 陈佳斌[2]， 王 芳[2*]， 张 蓉[2*]， 穆雨琦[2]， 刘 畅[2]， 李 元[3]

（1. 宁夏枸杞产业发展中心，银川 750001；2. 宁夏农林科学院植物保护研究所，银川 750002；
3. 宁夏回族自治区中卫市沙坡头区林业技术推广服务中心，中卫 755000）

摘要 为了明确氟啶虫酰胺对枸杞田间的棉蚜 *Aphis gossypii* 和枸杞木虱 *Poratrioza sinica* 的防治效果，确定其在枸杞上的安全间隔期，分别采用浸叶法、微量点滴法测定药剂对棉蚜和枸杞木虱的室内毒力，茎叶喷雾法进行田间药效试验和残留消解动态试验。室内毒力结果表明，氟啶虫酰胺对棉蚜和木虱的 LC_{50} 分别为 3.999、19.876 mg/L。田间防治试验结果表明，药后 14 d，氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫的防效为 98.4%～99.6%，对枸杞木虱的防效为 91.7%～96.8%。残留消解动态结果表明，药后 7 d，氟啶虫酰胺在枸杞干果中残留量为 0.69～1.78 mg/kg，低于最大残留限量 3 mg/kg。综合各试验结果，枸杞田氟啶虫酰胺防治棉蚜和木虱的推荐剂量分别为 15.0～30.0 g/hm^2 和 42.9～60.0 g/hm^2，应用安全间隔期为 7 d。

关键词 氟啶虫酰胺； 棉蚜； 枸杞木虱； 室内毒力； 田间防效； 安全间隔期

中图分类号： S 435.67 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2024665

Field control efficacy of flonicamid on *Aphis gossypii* and *Poratrioza sinica* and its residue digestion dynamics

QIAO Caiyun[1]， CHEN Jiabin[2]， WANG Fang[2*]， ZHANG Rong[2*]， MU Yuqi[2]， LIU Chang[2]， LI Yuan[3]

（1. *Ningxia Wolfberry Industry Development Center*, *Yinchuan* 750001, *China*; 2. *Institute of Plant Protection*, *Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences*, *Yinchuan* 750002, *China*; 3. *Forestry Technology Extension Service Center of Shapotou District*, *Zhongwei City*, *Ningxia Hui Autonomous Region*, *Zhongwei* 755000, *China*）

Abstract This study aimed to determine control effects of flonicamid on *Aphis gossypii* Glover and *Poratrioza sinica* Yang & Li in wolfberry, and determine its safe interval. The biological activities of the agent against *A. gossypii* and *P. sinica* were determined by leaf dipping and micro-drop methods in laboratory, and the field efficacy and safe interval period trials were carried out by foliar spray method. Laboratory bioassay showed that the LC_{50} values of flonicamid on *A. gossypii* and *P. sinica* were 3.999 and 19.876 mg/L, respectively. Field experiments demonstrated that after 14 days of treatment, the control efficacy of flonicamid against *A. gossypii* was 98.4%－99.6%, and that against *P. sinica* was 91.7%－96.8%. After 7 days of treatment, the residue of flonicamid in wolfberry fruit was 0.69－1.78 mg/kg, which was lower than the maximum residue limit of 3 mg/kg. In conclusion, the recommended dose of flonicamid for controlling of *A. gossypii* and *P. sinica* was 15.0－30.0 g/hm^2 and 42.9－60.0 g/hm^2, respectively, and the safety interval was 7 days.

Key words flonicamid; *Aphis gossypii*; *Poratrioza sinica*; indoor toxicity; field efficacy; safe interval period

枸杞木虱 *Poratrioza sinica* Yang & Li 属半翅目 Hemiptera 木虱科 Psyllidae 昆虫，棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 属半翅目 Hemiptera 蚜科 Aphididae 昆虫，二者都是枸杞上的主要害虫，在我国各枸

收稿日期： 2024－12－19 **修订日期**： 2025－02－21
基金项目： 2021 年青年科技人才托举工程项目；宁夏回族自治区农业科技自主创新资金“十四五”农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目（NGSB-2021-10-04）；宁夏回族自治区重点研发计划（2025BBF01001）
* 通信作者 E-mail：王芳 wangfangwf80@163.com；张蓉 yczhrnx@163.com

杞产区均有发生,严重暴发时会降低枸杞品质及产量[1-3]。目前,对枸杞木虱、蚜虫的防治仍以化学药剂为主,但随着农药长期、大面积或不合理施用,导致枸杞木虱及蚜虫对有机磷类、大环内酯类、新烟碱类以及拟除虫菊酯类等多类杀虫剂产生不同程度的抗性药[4-5]。2006 年,张怡等[6]发现宁夏农林科学院枸杞科学研究所试验基地内吡虫啉对蚜虫的 LC_{50} 为 3.065 6 mg/L;2017 年,王芳等[4]发现该地区吡虫啉对蚜虫的 LC_{50} 已经达到了 94.169 4 mg/L。12 年时间,该地区枸杞上蚜虫对吡虫啉的抗药性提高了 30.7 倍,其他化学药剂如毒死蜱、阿维菌素、啶虫脒、高效氯氰菊酯等也同样面临着抗性升高,防效降低的问题。因此,筛选使用新型杀虫剂与枸杞上常用杀虫剂交替使用,对于提高对枸杞木虱、蚜虫的防治效果,延缓抗药性的产生具有积极意义。

氟啶虫酰胺[7](flonicamid)是一种吡啶酰胺类杀虫剂,通过抑制刺吸式口器害虫取食,造成害虫因饥饿而死亡的新型杀虫剂,被国际杀虫剂抗性行动委员会认定为 Group 29 类全新有效成分。它可以有效防治蚜虫类[8-9]、粉虱类[10-11]等半翅目害虫,对蓟马[12]、茶小绿叶蝉 *Empoasca pirisuga* (Matumura)[13]、水稻白背飞虱 *Sogatella furcifera*(Horváth)[14]、桑白蚧 *Pseudaulacaspis pentagona*(Targioni Tozzetti)[15]等均有杀虫效果。氟啶虫酰胺作用机理新颖,与目前市场上销售的其他杀虫剂无交互抗性,并对环境表现出了良好的安全性,对咀嚼式口器害虫没有毒力,对蜜蜂、家蚕、瓢虫等天敌类昆虫及部分水生生物低毒,具有很好的发展前景[7-8,16-17]。本文旨在研究氟啶虫酰胺对枸杞田蚜虫和木虱的防治效果及在枸杞上的残留动态,明确其应用安全间隔期,为枸杞病虫害的绿色防控及安全用药提供帮助。

1　材料与方法

1.1　供试药剂

97%氟啶虫酰胺原药(陕西美邦药业集团股份有限公司)、98%吡虫啉原药(江苏克胜集团股份有限公司)、50%氟啶虫酰胺水分散粒剂(陕西美邦药业集团股份有限公司)、70%吡虫啉水分散粒剂[拜耳作物科学(中国)有限公司]。

1.2　试验地概况

室内毒力测定,棉蚜和枸杞木虱均采自宁夏青铜峡市邵岗镇甘城子村(105°54′E,38°06′N)。

田间药效试验、残留和消解动态试验均在宁夏银川有害生物观测站内的枸杞种植区(106°08′E,38°39′N)进行。枸杞品种为‘宁杞 7 号’,株行距 1 m×2.8 m,土壤类型为灌淤土,黄河水漫灌,土壤肥力均匀一致,偏碱性,整个试验区地势平坦、排灌方便,管理水平较高,适宜开展该试验。

1.3　室内毒力测定

母液配制:使用丙酮将 97%氟啶虫酰胺原药和 98%吡虫啉原药分别配制成 19 400 mg/L 和 19 600 mg/L 的母液备用。

蚜虫采用浸叶法进行室内毒力测定:在预试验的基础上,用 0.1%吐温-80 水溶液将 0.97%氟啶虫酰胺母液稀释成 20、10、5、2.5、1.25 mg/L 5 个质量浓度梯度,对照药剂 0.98%吡虫啉母液稀释成 20、10、5、2.5、1.25 mg/L 5 个质量浓度梯度,并以 0.1%吐温-80 水溶液处理作为空白对照。将挑好的成蚜同叶片浸入待测药液中,5~10 s 后取出并用滤纸吸去多余水分,随后将试虫放入铺有保湿滤纸的培养皿中,用保鲜膜封口并用昆虫针扎孔。每个浓度重复 3 次,每重复处理不少于 20 头成蚜,将处理后的蚜虫放入温度(26±2)℃、相对湿度(60±10)%、光周期 L//D=16 h//8 h 的人工培养箱内,24 h 后检查蚜虫的死亡状况,用昆虫针轻触蚜虫,虫体不动则记为死亡。

枸杞木虱采用点滴法进行毒力测定:在预试验的基础上,用 0.1%吐温-80 水溶液将氟啶虫酰胺母液稀释成 100、50、25、12.5、6.25 mg/L 5 个质量浓度梯度,将对照药剂吡虫啉母液稀释成 200、100、50、25、12.5 mg/L 5 个质量浓度梯度,并以 0.1%吐温-80 水溶液处理作为空白对照。用微量点滴器将 0.2 μL 待测药液点滴在枸杞木虱前胸背板处,放入装有新鲜叶片的 100 mL 离心管中,用纱布封口并用橡皮筋扎紧。每个浓度重复 4 次,每重复处理 10 头枸杞木虱,将处理后的枸杞木虱放入温度(26±2)℃,相对湿度(60±10)%,光周期 L//D=16 h//8 h 的人工培养箱内,24 h 后检查枸杞木虱的死亡状况,用昆虫针轻触枸杞木虱,虫体不动则记为死亡。

1.4　田间药效试验设计

棉蚜:试验药剂 50%氟啶虫酰胺水分散粒剂设 30.0、22.5、15.0 g/hm^2 3 个有效成分用量处理,对照药剂 70%吡虫啉水分散粒剂有效成分用量为 58.80 g/hm^2,另设清水对照共 5 个处理,每处理设 4 个小区,每小区 6 株枸杞树,小区之间隔 1 株枸杞

树并随机区组排列，共 20 个小区，120 株枸杞树。

枸杞木虱：试验药剂 50%氟啶虫酰胺水分散粒剂设 60.0、50.0、42.9 g/hm² 3 个有效成分用量处理，对照药剂 70%吡虫啉水分散粒剂有效成分用量为 84.0 g/hm²，另设清水对照共 5 个处理，每处理设 4 个小区，每小区 6 株枸杞树，小区之间隔 1 株枸杞树并随机区组排列，共 20 个小区，120 株枸杞树。

1.5 氟啶虫酰胺在枸杞中的残留和消解动态

试验参照《农作物中农药残留试验准则》[18]，设氟啶虫酰胺推荐最高使用剂量(60 g/hm²)及清水对照 2 个处理。每处理采摘不少于 5 kg 鲜果，混匀后 1 kg 鲜果榨汁封存，另外 4 kg 正常制干，干果和鲜果－20℃储藏。试验共采集药后 0(2 h 以内)、1、3、5、7、14、21、28、35 d 的鲜果和干果，共计 9 次 36 个样品。将样品送标准检测中心(浙江正明检测有限公司)采用 QuEChERS-高效液相串联质谱法对样品进行残留检测。

1.6 数据调查及统计分析

室内毒力测定：在药后 24 h 调查虫口总数和死亡数，用 DPS 软件进行数据处理并计算毒力回归方程及 LC_{50} 等。

田间药效试验：分别于施药前、施药后 3、7、14 d 调查虫口数，共调查 4 次。依据地方标准《枸杞病虫害监测预报技术规程》[19]的调查方法并稍作调整，每小区蚜虫定点调查 10 个枝条，枸杞木虱随机调查 10 个枝条，调查记录每个枸杞枝条上蚜虫和木虱成虫的虫口数量。计算防治效果，并在 DPS 数据处理系统软件上用 Duncan 氏新复极差法分析各处理防治效果的差异显著性。

防治效果＝[1－(空白对照区施药前虫口数×药剂处理区施药后虫口数)/(空白对照区施药后虫口数×药剂处理区施药前虫口数)]×100%。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定

室内毒力测定结果表明，吡虫啉对棉蚜和枸杞木虱的 LC_{50} 分别为 7.744、73.561 mg/L，与对照药剂吡虫啉相比，氟啶虫酰胺对棉蚜和枸杞木虱具有更好的杀虫活性，LC_{50} 分别为 3.999、19.876 mg/L，是吡虫啉的 1.94 倍和 3.70 倍。

经调查，吡虫啉是虫源地防治枸杞蚜虫和木虱的常用杀虫剂，而氟啶虫酰胺则是第一次使用，因此，棉蚜和枸杞木虱对氟啶虫酰胺更加敏感。同时，因种间差异，两种农药对棉蚜的室内毒力也比枸杞木虱更高。

表 1 氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫和枸杞木虱的室内毒力(24 h)

Table 1 Indoor toxicity of flonicamid against *Aphis gossypii* and *Poratrioza sinica*

试虫 Tested insect	药剂 Insecticide	斜率±标准误 Slope±SE	致死中浓度(95%置信区间)/(mg/L) LC_{50}(95% confidence interval)	卡方(χ^2) Chi-square	自由度 df	P 值 P value
棉蚜 *Aphis gossypii*	97%氟啶虫酰胺 TC flonicamid 97% TC	1.047±0.171	3.999(2.816～5.393)	3.310	3	0.346
	98%吡虫啉 TC imidacloprid 98% TC	1.086±0.183	7.744(5.771～11.563)	3.620	3	0.306
枸杞木虱 *Poratrioza sinica*	97%氟啶虫酰胺 TC flonicamid 97% TC	1.529±0.242	19.876(14.216～26.467)	1.334	3	0.721
	98%吡虫啉 TC imidacloprid 98% TC	1.605±0.254	73.561(55.518～105.783)	1.155	3	0.764

2.2 田间药效试验

枸杞蚜虫田间药效试验结果表明(表 2)，氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫具有较好的速效性且持效期较长。药后 3 d，50%氟啶虫酰胺 WG 22.5、30.0 g/hm² 的防治效果分别为 97.1%、97.6%，显著高于 15.0 g/hm² 和 70%吡虫啉 WG 对照处理；药后 7、14 d，氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫的防治效果均在 98.4%以上，各处理间防效无显著差异但均显著高于吡虫啉处理。

试验期间，正值有翅蚜开始迁飞，蚜虫大量发生时期。药后 7 d，氟啶虫酰胺各处理对蚜虫的防效最好，达到了 99.6%～100%；药后 14 d，各处理虫口基数增加，防效略有下降，为 98.4%～99.6%。

枸杞木虱田间药效试验结果表明，氟啶虫酰胺各处理对枸杞木虱均具有较好的防治效果。药后 3 d，氟啶虫酰胺 60.0 g/hm² 的防治效果为 78.2%，与 50.0 g/hm² 防效无显著差异，显著高于 42.9 g/hm² 和对照药剂吡虫啉的防效，氟啶虫酰胺 50.0 g/hm² 与 42.9 g/hm² 的防效无显著差异；药后 7 d，氟啶虫酰胺 50.0、60.0 g/hm² 的防治效果分别为 85.2%、89.4%，无显著差异，显著高于 42.9 g/hm² 和吡虫啉的防效，而氟啶虫酰胺 42.9 g/hm² 的防效与吡虫啉无显著差异；药后 14 d，氟啶虫酰胺 50.0、60.0 g/hm² 的防治效果分别为 94.9%、96.8%，无显著差异，均显著高于氟啶虫酰胺 42.9 g/hm²

和吡虫啉的防效,氟啶虫酰胺 42.9 g/hm² 的防效显著高于吡虫啉。

枸杞田蚜虫(棉蚜)和木虱的发生时期重合度较高,施用氟啶虫酰胺 42.9～60.0 g/hm² 时,可有效防治棉蚜和木虱;施用氟啶虫酰胺 15.0～30.0 g/hm² 时,可有效防治棉蚜和枸杞木虱大量发生。

表 2　氟啶虫酰胺对枸杞上棉蚜和枸杞木虱田间药效[1)]

Table 2　Field control efficacy of flonicamid against *Aphis gossypii* and *Poratrioza sinica*

靶标昆虫 Target insect	杀虫剂 Insecticide	施用剂量/(g/hm²) Dosage	虫口基数/头 Population size	药后 3 d 3 days after application		药后 7 d 7 days after application		药后 14 d 14 days after application	
				虫口数/头 Population size	防效/% Control efficacy	虫口数/头 Population size	防效/% Control efficacy	虫口数/头 Population size	防效/% Control efficacy
棉蚜 *Aphis gossypii*	50%氟啶虫酰胺 WG flonicamid 50% WG	30.0	22.7	0.6	(97.6±0.7)a	0.2	(99.6±0.4)a	1.3	(98.6±1.2)a
		22.5	22.9	0.7	(97.1±0.5)a	0.2	(99.5±0.5)a	0.4	(99.6±0.3)a
		15.0	22.3	2.2	(91.0±2.1)b	0.0	(100.0±0.0)a	1.4	(98.4±0.9)a
	70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	58.8	20.0	10.4	(51.5±0.7)c	6.1	(76.1±0.7)b	31.9	(60.8±0.9)b
	对照　Control	—	15.4	19.0	—	27.1	—	63.0	—
枸杞木虱 *Poratrioza sinica*	50%氟啶虫酰胺 WG flonicamid 50% WG	60.0	19.5	4.7	(78.2±1.7)a	2.2	(89.4±1.3)a	0.5	(96.8±0.7)a
		50.0	19.1	5.1	(75.8±0.9)ab	3.0	(85.2±1.4)a	0.8	(94.9±1.0)a
		42.9	19.8	6.1	(72.2±1.5)b	5.0	(76.5±2.0)b	1.3	(91.7±0.7)b
	70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	84.0	18.8	7.1	(65.9±1.5)c	4.8	(75.9±1.2)b	3.0	(79.5±1.2)c
	对照　Control	—	19.9	22.1	—	21.2	—	15.4	—

1) 表中数据为平均值±标准差,同列数据后不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验差异显著($P<0.05$)。
Data in the table are mean±SD. Different lowercase letters in the same column indicate significant differences by Duncan's new multiple range test ($P<0.05$).

2.3　氟啶虫酰胺在枸杞果实中残留和消解动态

2.3.1　方法的线性相关性、准确度与灵敏度

对浓度为 20.0、50.0、100.0、200.0、500.0、1 000.0 μg/L 系列基质匹配标准溶液进行分析检测,在 20.0～1 000.0 μg/L 的质量浓度范围内,该农药的定量离子峰面积与质量浓度均呈良好线性关系,其线性回归方程为 $y=612.0x-1\ 740.3$,$R^2=0.999\ 5$。对氟啶虫酰胺在枸杞空白样品中进行了 4 个水平添加回收率试验,每个浓度重复 5 次,鲜果枸杞中氟啶虫酰胺的添加回收率在 76.3%～99.9%之间,相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)为 1.1%～2.8%,干果枸杞中氟啶虫酰胺的添加回收率在 73.3%～98.1%之间, RSD 为 1.3%～2.5%,检测限为 0.005 mg/kg,具有较好的灵敏度。

表 3　氟啶虫酰胺在枸杞鲜果和干果上残留消解动态

Table 3　Residual digestion dynamics of flonicamid in fresh and dried wolfberry

采样距施药时间 Sampling time after pesticide application	鲜果　Fresh fruit		干果　Dried fruit	
	残留量/(mg/kg) Residual amount	降解率/% Degradation rate	残留量/(mg/kg) Residual amount	降解率/% Degradation rate
1 h	3.200	—	3.430	—
1 d	2.440	23.75	4.540	—
3 d	1.390	56.56	3.180	7.29
5 d	0.780	75.63	2.610	23.91
7 d	0.690	78.44	1.780	48.10
14 d	0.150	95.31	0.760	77.84
21 d	0.110	96.56	0.330	90.38
28 d	0.058	98.19	0.160	95.34
35 d	0.034	98.94	0.081	97.64
降解方程　Degradation equation	$C_t=7.829e^{-0.602t}$		$C_t=12.593e^{-0.513t}$	
半衰期($T_{1/2}$)/d　Half-life	1.15		1.35	
决定系数(R^2)　Coefficient of determination	0.974 5		0.909 4	

2.3.2 残留和消解动态

枸杞鲜果和干果上残留和消解动态结果见表3，氟啶虫酰胺在枸杞鲜果和干果上的降解规律符合一级动力学方程，消解动态方程分别为 $C_t=7.829e^{-0.602t}$（$R^2=0.974\ 5$）、$C_t=12.593e^{-0.513t}$（$R^2=0.909\ 4$）。随着采样间隔期的增加，枸杞上氟啶虫酰胺的残留量呈下降趋势，施药后同一剂量处理下枸杞干果上的氟啶虫酰胺残留量始终高于枸杞鲜果，而在枸杞鲜果中的降解率高于在枸杞干果中的降解率。施药后2 h内，枸杞鲜果上氟啶虫酰胺的原始沉积量为3.200 mg/kg，施药后35 d的残留量为0.034 mg/kg，降解率为98.94%；半衰期为1.15 d。施药后2 h内，枸杞干果中氟啶虫酰胺的原始沉积量为3.43 mg/kg，施药后35 d的残留量为0.081 mg/kg，降解率为97.64%；半衰期为1.35 d。

3 结论与讨论

2011年氟啶虫酰胺在我国获得首次登记，2023年11月扩作登记了枸杞蚜虫，对枸杞木虱暂未登记[21]。室内毒力测定表明：氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫、枸杞木虱的杀虫活性均显著高于吡虫啉。氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫和枸杞木虱的 LC_{50} 分别为3.999、19.876 mg/L，吡虫啉对枸杞蚜虫和枸杞木虱的室内毒力 LC_{50} 分别为7.744、73.561 mg/L。2019年，王芳等[20]测定噻虫嗪、啶虫脒、呋虫胺、吡蚜酮等枸杞上常用杀虫剂对枸杞蚜虫的 LC_{50} 分别为1 875.69、72.77、425.30、363.93 mg/L；2021年，刘秉阳[5]在宁夏多地进行了枸杞木虱对吡虫啉、吡蚜酮、噻虫嗪、高效氯氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、阿维菌素、毒死蜱等7种药剂的敏感性测定，结果表明枸杞木虱对这7种药剂的敏感性大幅降低。通过对比发现，试验药剂氟啶虫酰胺比防治枸杞蚜虫和枸杞木虱常用的化学药剂具有更好的杀虫活性。

田间药效试验结果表明：氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫有较好的速效性和持效性，药后3 d，氟啶虫酰胺15.0、22.5、30.0 g/hm² 用量处理的防治效果为91.0%～97.6%；药后14 d，氟啶虫酰胺各处理对枸杞蚜虫的防治效果均高于98.4%，显著高于对照药剂70%吡虫啉WG，建议施用15.0～30.0 g/hm² 对枸杞蚜虫进行防治。氟啶虫酰胺对枸杞木虱的速效性一般，持效性较长，药后3 d，氟啶虫酰胺42.9～60.0 g/hm² 的防治效果为72.2%～78.2%；药后14 d，氟啶虫酰胺各处理对枸杞木虱的防治效果为91.7%～96.8%，均显著高于对照药剂吡虫啉，建议施用42.9～60.0 g/hm² 对枸杞木虱进行防治。使用氟啶虫酰胺对枸杞蚜虫和枸杞木虱防治过程中，为了减缓抗药性的产生，建议一个生产季施用1次，一年最多施用2次，并与其他化学药剂轮换使用。

残留消解动态结果表明：氟啶虫酰胺在枸杞鲜果和枸杞干果中残留消解动态均符合一级动力学方程，半衰期分别为1.15 d和1.35 d，属于易降解农药。药后2 h内，枸杞干果中的氟啶虫酰胺残留量低于药后1 d的残留量，可能原因是施药后，大量药剂附着在枸杞果实表面，制干过程中，食用碱破坏枸杞表面蜡质层时，渗透出的水分带走了部分药剂导致。目前，《食品中农药最大残留限量》[22]规定，氟啶虫酰胺每日允许摄入量（acceptable daily intake，ADI）为0.07 mg/kg bw，枸杞中氟啶虫酰胺最大残留限量并未作出规定，而宁夏《枸杞干果中农药最大残留限量》[23]规定，枸杞干果中氟啶虫酰胺最大残留限量为3 mg/kg。氟啶虫酰胺施药后5 d，残留量为0.78～2.61 mg/kg，施药后7 d，残留量为0.69～1.78 mg/kg，采摘前5 d施用氟啶虫酰胺就可以生产出安全绿色的枸杞干果，为进一步保证枸杞品质，结合宁夏地区枸杞采摘节律，氟啶虫酰胺在枸杞上的安全间隔期定为7 d更为合适。

参考文献

[1] 徐常青，刘赛，徐荣，等. 我国枸杞主产区生产现状调研及建议[J]. 中国中药杂志，2014，39(11)：1979－1984.

[2] 任月萍，胡忠庆. 宁夏枸杞主要病虫害化学防治研究进展[J]. 宁夏农学院学报，2004(3)：88－91.

[3] 严林，郭蕊，李琳琳，等. 青海省枸杞林病虫害及其天敌昆虫种类调查[J]. 植物保护，2017，43(5)：189－197.

[4] 王芳，刘畅，何嘉，等. 宁夏地区枸杞蚜虫抗药性测定[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)，2017，45(12)：61－67.

[5] 刘秉阳. 宁夏地区枸杞木虱对常用杀虫剂的敏感性测定及防治研究[D]. 银川：宁夏大学，2022.

[6] 张怡，孙海霞，赵金霞，等. 吡虫啉对枸杞蚜虫及小十三星瓢虫各虫态的选择性毒力研究[J]. 宁夏农林科技，2006(5)：10－11.

[7] 苏建亚. 氟啶虫酰胺作用靶标——内向整流钾离子通道研究进展[J]. 农药学学报，2019，21(2)：131－139.

[8] 毛芬. 弦音器靶向型杀虫剂的作用机理研究[D]. 杭州：浙江大学，2020.

[9] 沈娟. 新型杀虫剂——氟啶虫酰胺对蚜虫的生物学活性[J]. 世界农药，2011，33(5)：19－22.

[10] 邓明学，覃博瑞，邓欣毅，等. 氟啶虫酰胺 10%可湿性粉剂防治柑橘蚜虫、粉虱等 4 种柑橘嫩梢期害虫田间药效试验[J]. 农药科学与管理，2015，36(2)：46－51.
[11] 冯辉，马海芹，李真峰. 氟啶虫酰胺复配剂对烟粉虱田间防治方案探索[J]. 浙江农业科学，2024，65(1)：166－169.
[12] 周巧钰，陈加多，林晓倩. 4 种药剂及茶籽饼防治高山茄子蓟马的田间药效试验[J]. 上海蔬菜，2021(4)：52－53.
[13] 石春华，陈银方，丁岳良，等. 5 种药剂防治茶小绿叶蝉的效果[J]. 浙江农业科学，2016，57(12)：2022－2023.
[14] 束兆林，于居龙，缪康，等. 氟啶虫酰胺对水稻白背飞虱的防治效果及天敌安全性评价[J]. 农药，2016，55(11)：851－853.
[15] 和汝凤，陈舜弘，子钰卿，等. 6 种药剂对云南丽江雪桃桑白蚧的田间防效研究[J]. 昆明学院学报，2022，44(6)：60－63.
[16] 仇是胜，柏亚罗，顾林玲. 氟啶虫酰胺的研究开发及市场前景[J]. 现代农药，2014，13(5)：6－11.
[17] 罗泽伟，孔玄庆，雷琪，等. 氟啶虫酰胺对 3 种水生生物的急性毒性[J]. 安徽农业科学，2022，50(17)：124－127.
[18] 中华人民共和国农业农村部. 农作物中农药残留试验准则：NY/T 788—2018 [S]. 北京：中国农业出版社，2018.
[19] 宁夏回族自治区市场监督管理厅. 枸杞病虫害监测预报技术规程：DB64/T 852-2023 [S/OL]. (2024－03－28) [2024－05－15]. http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=152054.
[20] 王芳，陈佳斌，刘秉阳，等. 5 种药剂对枸杞棉蚜室内毒力及田间防效[J]. 植物保护，2021，47(3)：294－298.
[21] 农业农村部农药检定所. 中国农药信息网. 数据中心-农药登记[EB/OL]. [2024－11－01]. http://www.chinapesticide.org.cn/yxcftozw.jhtml.
[22] 中华人民共和国国家卫生健康委员会，中华人民共和国农业农村部，国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准-食品中农药最大残留限量：GB 2763-2021 [S]. 北京：中国农业出版社. 2021.
[23] 宁夏回族自治区卫生健康委员会，宁夏回族自治区农业农村厅，宁夏回族自治区市场监督管理厅. 食品安全地方标准-枸杞干果中农药最大残留限量：DBS64/005-2021 [S/OL]. (2021－06－01) [2024－12－19]. http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=94767.

(责任编辑：田　喆)

(上接 317 页)

[24] 徐洪乐，李慧龙，张彬，等. 砜吡草唑与氟噻草胺协同作用防治多花黑麦草及其对小麦的安全性[J]. 植物保护，2022，48(4)：346－352.
[25] 吴仁海，徐洪乐，孙兰兰，等. 甲基二磺隆与唑啉草酯混用对麦田节节麦和多花黑麦草的防治效果[J]. 河南农业科学，2022，51(6)：103－110.
[26] 付瑞霞. 稻麦连作小麦田除草剂减量增效技术研究[D]. 南京：南京农业大学，2020.
[27] XU Hongle，SUN Lanlan，SU Wangcang，et al. Confirmation and chemical control of acetyl-CoA carboxylase-and acetolactate synthase-resistant Japanese foxtail in China [J/OL]. Crop Protection，2023，169：106257. DOI：10.1016/j.cropro.2023.106257.
[28] 段凯. 春麦田旱雀麦防除药剂筛选及助剂增效作用研究[D]. 西宁：青海大学，2021.

(责任编辑：田　喆)

(上接 323 页)

[3] 许艳丽，李春杰，刘金波，等. 东北黑土区重迎茬对大豆病虫害发生的影响[J]. 大豆科学，2008，27(3)：471－474.
[4] 李琼，张晓明. 病虫害对 5 个大豆主产国大豆产量影响的概述[J]. 农学学报，2018，8(4)：23－27.
[5] 焦玉霞，朱晓明，曲明静，等. 2023 年邹城市春花生植保贡献率的测算评估[J]. 花生学报，2024，53(1)：79－84..
[6] 刘万才. 试论植物保护贡献率的测算方法[J]. 中国植保导刊，2021，41(8)：5－8.
[7] 刘万才，刘振东，黄冲，等. 近 10 年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析[J]. 植物保护，2016，42(5)：1－9.
[8] 中华人民共和国农业部. 农药田间药效试验准则(二)第 89 部分:杀菌剂防治大豆锈病：GB/T 17980.89-2004 [S]. 北京：中国农业出版社，2004.
[9] 中华人民共和国农业部. 大豆抗病虫性鉴定技术规范第 3 部分，大豆抗霜霉病鉴定技术规范：NY/T 3114.3-2017 [S]. 北京：中国农业出版社，2018.
[10] 中华人民共和国农业部. 农药田间药效试验准则(二)第 88 部分：杀菌剂防治大豆根腐病:GB/T 17980.88-2004 [S]. 北京：中国标准出版社，2004.
[11] 闫秀，安静杰，高占林，等. 利用累积虫日法评估点蜂缘蝽种群密度与春播大豆产量的关系[J]. 植物保护，2021，47(3)：96－100.
[12] 王祥会，焦玉霞，赵艳丽，等. 鲁西南地区麦田杂草发生现状调查及防除措施[J]. 杂草学报，2020，38(1)：35－40.
[13] 邓玉芯，姚学文，万凤琳，等. 重庆常规蔬菜种植区茄子植保贡献率的研究[J]. 植物医学，2022，35(1)：35－40.
[14] 王祥会，焦玉霞，李天娇，等. 2023 年邹城小麦病虫草害防控植保贡献率评估[J]. 中国植保导刊，2024，44(4)：64－67.
[15] 刘万才，卓富彦，李天娇，等. “十三五”期间我国粮食作物植保贡献率研究报告[J]. 中国植保导刊，2021(4)：33－36.
[16] 许艳云，郭子平，顾辉，等. 湖北省 2023 年度小麦病虫害防控植保贡献率初步评估[J]. 植物保护，2024，50(5)：284－287.
[17] 徐翔，秦清清，胡韬，等. 四川省 2023 年度水稻病虫草害防控植保贡献率评价[J]. 四川农业科技，2024(9)：32－35.
[18] 万利，张求东，许艳云，等. 2023 年湖北省玉米病虫害防控植保贡献率评价报告[J]. 湖北植保，2024(1)：25－28.

(责任编辑：田　喆)