

◆ 药效与应用 ◆

4种茛虫威饵剂对潮州地区红火蚁的田间防治效果

马泽松¹, 蔡雄涛², 肖雄杰³, 翟子翔¹, 徐雨钡¹, 雷春媚⁴, 肖勇⁴, 李振宇^{4*}

(1. 潮州市植保植检站, 广东潮州 521011; 2. 潮州市湘桥区磷官铁农业工作站, 广东潮州 515631; 3. 潮州市潮安区农业工作总站, 广东潮州 515600; 4. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640)

摘要: 为了筛选出对潮州地区红火蚁具有防效的诱杀饵剂, 选取目前本地区市面上最常见的4种红火蚁诱杀饵剂, 开展田间药效试验, 测定药剂对红火蚁活蚁巢、工蚁和蚁群的防治效果, 以此评估综合防效。0.08%茛虫威杀蚁饵剂和0.05%茛虫威杀蚁饵剂药后12 d和21 d的综合防效都达到90%以上, 防治效果好, 且具优良的速效性、长效性; 0.045%茛虫威杀蚁饵剂药后12 d的综合防效接近90%, 药后21 d的综合防效达到90%以上, 说明产品长效性和速效性均较好; 0.1%茛虫威杀蚁饵剂药后12 d和21 d的防效分别为76.41%和60.54%, 产品速效性和长效性相对较差。0.08%茛虫威杀蚁饵剂、0.05%茛虫威杀蚁饵剂诱杀红火蚁效果好, 适合本地区推广应用; 0.045%茛虫威杀蚁饵剂诱杀红火蚁效果较好, 适合作为轮换药剂推广应用。

关键词: 红火蚁; 茛虫威饵剂; 田间防效; 蚁巢; 工蚁

中图分类号: TQ 450 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1671-5284.2023.04.013

Field the Effect of Four Indoxacarb Baits on *Solenopsis invicta* Buren in Chaozhou Area

MA Zesong¹, CAI Xiongtao², XIAO Xiongjie³, ZHAI Zixiang¹, XU Yubei¹, LEI Chunmei⁴, XIAO Yong⁴, LI Zhenyu^{4*}

(1. Plant Protection and Inspection Station of Chaozhou City, Chaozhou 521011, Guangdong, China; 2. Linguantie Agricultural Work Station of Chaozhou City, Chaozhou 515631, Guangdong, China; 3. Chao'an Agricultural Work Station of Chaozhou City, Chaozhou 515600, Guangdong, China; 4. Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To screen out the booby trapping bait that has a control effect on *Solenopsis invicta* Buren in Chaozhou area. The four most common baits of *S. invicta* on the market in this area were selected to carry out field efficacy tests, and the control effect of the agents on live ant nests, workers and ant colonies of *S. invicta* was measured, and the synthetical control effect was evaluated sequentially. The control effect of indoxacarb 0.08% bait and indoxacarb 0.05% bait reached more than 90% in 12 d and 21 d, and the control effect was good, and it had quick and long-term effect. The control effect of indoxacarb 0.045% bait reached more than 90% after 21 d, the control effect was near 90% after 12 d, indicating that the long-term effect of the product and the quick-acting effect were good. The control effect of indoxacarb 0.1% bait after 12 d and 21 d were 76.41% and 60.54%, indicating that the fast-acting and long-acting properties of the product were relatively poor. Indoxacarb 0.08% bait and indoxacarb 0.05% bait booby-trap *S. invicta* have good effects, which are suitable for promotion and application in this region. Indoxacarb 0.045% bait has a good effect on booby-trapping *S. invicta* and is suitable for promotion and application as a rotation agent.

Key words: *Solenopsis invicta*; indoxacarb bait; field control effect; ant nest; worker ant

收稿日期: 2022-11-24

基金项目: 潮州市科技计划项目(202102GY23)

作者简介: 马泽松(1969—), 男, 广东潮州人, 大专, 高级农艺师, 研究方向为农业害虫防治。E-mail: 495066551@qq.com

通信作者: 李振宇(1978—), 男, 吉林长春人, 博士研究生, 研究员, 研究方向为植物保护。E-mail: lizhenyu@gdaas.cn

红火蚁 (*Solenopsis invicta* Buren) 是膜翅目蚁科切叶蚁亚科火蚁属有害生物,是世界最危险的100种入侵生物之一^[1-2],具有攻击性强、叮咬毒性大,繁殖能力强,传播速度快,范围广等特点,被列入全国农业、林业和进境植物检疫性有害生物名录^[3]。自2004年入侵我国以来,红火蚁已在我国广东、广西、江西、福建等12个省份发生为害,入侵发生为害面积超过40万hm²^[4-5]。在广东省,发生面积从2010年的7.3万hm²发展到2021年的20.0万hm²,分布县区也从62个增加到了127个^[6]。

目前,防控红火蚁的最有效方法还是化学药剂,截至2022年7月,有62个登记产品^[7]。常用的剂型有饵剂、粉剂、饵粒、颗粒剂、乳油和可湿性粉剂等剂型,有效成分有茛虫威、吡虫啉、氯氰菊酯等。在国外红火蚁防控实践中,防治该虫最有效的药剂剂型是毒饵^[8-9]。影响药剂防控效果的因素主要有剂型、剂量、浓度。研究表明茛虫威对红火蚁防效最好,药后30 d对蚁巢及工蚁防效分别为91.5%及94.2%,显著高于高效氯氰菊酯、吡虫啉和氟虫腈^[10]。黄俊等^[11]研究发现,对有效体积大小一致的蚁巢实施25、20、15、10、5 g饵剂处理25 d后,对应的活动蚁巢减退率和蚁群级别降低率分别先升高到达峰值后逐渐降低,而工蚁减退率会逐渐降低。药剂浓度也是影响红火蚁防治效果的一个重要因素。0.025%茛虫威饵剂综合防治效果为85.30%,0.05%和0.1%茛虫威饵剂均达到了100%^[12]。此外,红火蚁所处生境也会影响药剂的防治效果。生境植被越茂盛,药剂对红火蚁的防效越低,位于红火蚁浅草草坪和深草草坪的防效显著低于荒草地^[13]。由于红火蚁入侵时间不同,以及在当地定殖后防治水平的不同,在不同地区,药剂对红火蚁的防效也不尽相同。

潮州市位于广东省东部,2016年12月开始发现红火蚁入侵为害,并逐步在全市扩散。截至2020年11月底,根据潮州市植保植检站的统计数据,潮州市红火蚁发生面积约505.69 hm²,其中一级为害280.88 hm²,二级166.47 hm²,三级58.34 hm²。发生为害情况日益严峻,防治压力巨大,亟需行之有效的防治技术方法。为验证不同茛虫威饵剂对红火蚁的防治效果,筛选适合潮州市红火蚁防控的药剂及其配套使用技术,提高防控效率,选取目前本地区市

面上最常见的4种红火蚁诱杀饵剂,开展田间药效试验,为大面积推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

0.045%茛虫威杀蚁饵剂,深圳诺普信农化股份有限公司;0.08%茛虫威杀蚁饵剂,罗定市永安化工有限责任公司;0.1%茛虫威杀蚁饵剂,广州瑞丰生物科技有限公司;0.05%茛虫威杀蚁饵剂,南京荣诚生物科技有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 小区设计

试验共设5个处理,分别为上述4种杀蚁饵剂和空白对照,每处理面积约800 m²,饵剂用药量为25 g/巢,空白对照不用药。各处理选择72个大小相近的蚁巢,按照1~72逐个标记,平均分成3组,作为3次重复,各处理间保持5 m以上距离,防止相互干扰。

1.2.2 田间试验

试验于潮州市意溪镇的北山路中间绿化带(绿化带长度800 m、宽3 m)进行,药前调查各个处理红火蚁的发生情况,标记全部蚁巢,2022年3月17日上午10:00~12:00用药,将红火蚁诱杀饵剂均匀撒施在蚁巢周围。用药时天气晴朗,地面干燥,气温约27℃。然后在用药后12 d(3月29日)、21 d(4月6日)按照GB/T 23626—2009《红火蚁疫情监测规程》进行调查。用工具搅动各处理蚁巢,仔细观察有没有红火蚁,记录有蚁巢数。调查时天气晴朗,地面干燥,气温分别为23℃和29℃。各个处理按照10 m/个的间隔放置红火蚁诱测瓶(红火蚁专用诱测瓶,无色透明,诱测瓶直径约8 cm,内装1 cm的火腿肠),1 h后回收,带回室内计算红火蚁数量。

1.3 统计与分析

活蚁巢防治效果、工蚁防治效果、蚁群防治效果、综合防治效果计算方法参照GB/T 17980.149—2009《农药田间药效试验准则(二)第149部分:杀虫剂防治红火蚁》相关条文,分别参照式(1)~式(4)进行计算。其中,红火蚁蚁群分级标准如下:0级为无任何虫态存活;1级为仅有工蚁或蛹和幼虫存活;2级为有有翅生殖蚁、除蚁后外的其他虫态个体存活;3级为有蚁后及其他虫态个体存活。

$$\text{活蚁巢防效}/\% = \left(1 - \frac{\text{药前对照活蚁巢数} \times \text{药后处理活蚁巢数}}{\text{药后对照活蚁巢数} \times \text{药前处理活蚁巢数}}\right) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{工蚁防效}/\% = \left(1 - \frac{\text{药前对照工蚁数} \times \text{药后处理工蚁数}}{\text{药后对照工蚁数} \times \text{药前处理工蚁数}}\right) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{蚁群防效}/\% = \left(1 - \frac{\text{药前对照蚁群平均级别} \times \text{药后处理蚁群平均级别}}{\text{药后对照蚁群平均级别} \times \text{药前处理蚁群平均级别}}\right) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{综合防效}/\% = 0.3 \times \text{活蚁巢防效} + 0.2 \times \text{工蚁防效} + 0.5 \times \text{蚁群防效} \quad (4)$$

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理对红火蚁活蚁巢防治效果

由表1可知,药后12 d,4种药剂对红火蚁活蚁巢的防效以0.08%茚虫威杀蚁饵剂最高,为88.89%,活蚁巢数由药前72巢降为8巢;其次为0.05%茚虫威杀

蚁饵剂,防效为83.33%,活蚁巢数降到12巢;0.045%茚虫威杀蚁饵剂防效为81.94%,活蚁巢数降到13巢,0.05%茚虫威杀蚁饵剂和0.045%茚虫威杀蚁饵剂差异不显著;0.1%茚虫威杀蚁饵剂的防效最差,为65.28%,显著低于其他处理,活蚁巢数仅降低到25巢。

表 1 不同茚虫威杀蚁饵剂处理对红火蚁活蚁巢防治效果

处理	药前活蚁巢数/巢	药后12 d			药后21 d		
		活蚁巢数/巢	防效/%	平均防效/%	活蚁巢数/巢	防效/%	平均防效/%
0.045%茚虫威杀蚁饵剂	24	4	83.33		2	91.67	
	24	5	79.17	81.94 ± 1.32 b	3	87.50	88.89 ± 1.13 b
	24	4	83.33		3	87.50	
0.08%茚虫威杀蚁饵剂	24	3	87.50		1	95.83	
	24	2	91.67	88.89 ± 1.13 a	1	95.83	95.83 ± 0.00 a
	24	3	87.50		1	95.83	
0.1%茚虫威杀蚁饵剂	24	8	66.67		10	58.33	
	24	8	66.67	65.28 ± 1.34 c	11	54.17	54.17 ± 1.96 c
	24	9	62.50		12	50.00	
0.05%茚虫威杀蚁饵剂	24	4	83.33		0	100	
	24	3	87.50	83.33 ± 1.96 b	1	95.83	97.22 ± 1.13 a
	24	5	79.17		1	95.83	
空白对照	24	24			24		
	24	24			24		
	24	24			24		

注:表中每一处理防效为平均值±标准误,不同小写英文字母表示不同处理间在5%水平上差异显著。下表同。

药后21 d,4种药剂处理中0.05%茚虫威杀蚁饵剂防效升至最高,防效为97.22%,活蚁巢数由药前72巢降至仅有2巢;其次为0.08%茚虫威杀蚁饵剂,其防效为95.83%,活蚁巢数由药前72巢降为3巢,与0.05%茚虫威杀蚁饵剂间无显著差异。0.045%茚虫威杀蚁饵剂防效为88.89%,活蚁巢数由药前72巢降为8巢;0.1%茚虫威杀蚁饵剂的防效最差,仅为54.17%,显著低于其他处理,活蚁巢数降至33个。

2.2 不同药剂处理对工蚁防治效果

由表2可知,药后12 d,4种药剂处理对工蚁防效差异显著,4种药剂对红火蚁工蚁的防效以0.05%茚虫威杀蚁饵剂最高,工蚁数由药前301头降为平均0.35头,防效高达99.88%;其次为0.045%茚虫威杀蚁饵剂,工蚁数降为平均2.31头,防效99.20%;0.08%茚虫威杀蚁饵剂工蚁数降为3.13头,防效98.96%,0.1%茚虫威杀蚁饵剂的防效最差,工蚁数降为35.22头,防

效仅为88.30%。

药后21 d,4种药剂处理对工蚁防效差异显著,其中仍以0.05%茚虫威杀蚁饵剂防效最高,为99.00%,工蚁数降为平均1.71头;其次为0.08%茚虫威杀蚁饵剂,工蚁数降为平均19.48头,其防效为94.00%;0.045%茚虫威杀蚁饵剂的工蚁数降为平均21.12头,防效为93.00%,0.1%茚虫威杀蚁饵剂的防效最差,仅为50.00%,工蚁数降为平均150.55头。

2.3 不同药剂处理对蚁群防治效果

由表3可知,药后12 d,4种药剂对红火蚁蚁群的防效差异显著,其中以0.08%茚虫威杀蚁饵剂的防效最高,为93.00%,蚁群平均级别由药前3级降为平均0.21级;其次为0.045%茚虫威杀蚁饵剂,蚁群平均级别降为0.32级,防效为89.33%;0.05%茚虫威杀蚁饵剂次之,蚁群平均级别降为0.38级,防效87.33%;0.1%茚虫威杀蚁饵剂的防效最差,蚁群平均级别由

药前3级降为0.65级,防效仅为78.33%。

药后21 d,4种药剂对红火蚁蚁群的防效差异显著,其中0.05%茚虫威杀蚁饵剂防效最高,达97.33%,蚁群平均级别由药前3级降为0.08级;其次为0.08%茚

虫威杀蚁饵剂,蚁群平均级别降为0.10级,防效为96.67%;再次为0.045%茚虫威杀蚁饵剂,蚁群平均级别降为0.21级,防效为93.00%;0.1%茚虫威杀蚁饵剂的防效仍为最差,蚁群平均级别降为0.94级。

表2 不同茚虫威杀蚁饵剂处理对红火蚁工蚁的防治效果

处理	药前平均活蚁数/巢	药后12 d			药后21d		
		活蚁数/头	防效/%	平均防效/%	活蚁数/头	防效/%	平均防效/%
0.045%茚虫威杀蚁饵剂	301	2.41	99.20		21.50	92.86	
	301	2.53	99.16	99.20±0.14 b	20.98	93.03	93.00±0.05 c
	301	1.98	99.34		20.89	93.06	
0.08%茚虫威杀蚁饵剂	301	3.21	98.93		19.53	93.51	
	301	2.98	99.00	98.96±0.06 c	19.54	93.51	94.00±0.02 b
	301	3.20	98.93		19.36	93.57	
0.1%茚虫威杀蚁饵剂	301	35.21	88.30		151.23	49.76	
	301	35.23	88.29	88.30±0.00 d	149.86	50.21	50.00±0.11 d
	301	35.22	88.29		150.56	49.98	
0.05%茚虫威杀蚁饵剂	301	0.37	99.88		1.56	99.48	
	301	0.35	99.88	99.88±0.01 a	1.89	99.37	99.00±0.03 a
	301	0.33	99.89		1.67	99.45	
空白对照	301	301			301		
	301	301			301		
	301	301			301		

表3 不同茚虫威杀蚁饵剂处理对红火蚁群的防治效果

处理	药前蚁群平均级别	药后12 d			药后21 d		
		蚁群平均级别/级	防效/%	平均防效/%	蚁群平均级别/级	防效/%	平均防效/%
0.045%茚虫威杀蚁饵剂	3	0.33	89.00		0.21	93.00	
	3	0.31	89.67	89.33±0.16 b	0.20	93.33	93.00±0.16 c
	3	0.32	89.33		0.22	92.67	
0.08%茚虫威杀蚁饵剂	3	0.21	93.00		0.10	96.67	
	3	0.20	93.33	93.00±0.16 a	0.09	97.00	96.67±0.16 b
	3	0.22	92.67		0.11	96.33	
0.1%茚虫威杀蚁饵剂	3	0.65	78.33		0.94	68.67	
	3	0.66	78.00	78.33±0.16 d	0.93	69.00	68.67±0.16 d
	3	0.64	78.67		0.95	68.33	
0.05%茚虫威杀蚁饵剂	3	0.38	87.33		0.08	97.33	
	3	0.37	87.67	87.33±0.16 c	0.07	97.67	97.33±0.16 a
	3	0.39	87.00		0.09	97.00	
空白对照	3	3			3		
	3	3			3		
	3	3			3		

2.4 不同药剂的综合防治效果

由表4可知,本次试验中4种药剂处理的综合防效存在显著性差异,4个处理在药后12 d的综合防效分别为88.92%、92.98%、76.41%、90.14%,其中0.08%、0.05%茚虫威杀蚁饵剂防效均达到90%以

上,0.045%茚虫威杀蚁饵剂也接近90%,0.1%茚虫威杀蚁饵剂相对较差。4个处理在药后21 d的综合防效分别为91.74%、95.79%、60.54%、97.73%,其中0.08%、0.05%茚虫威杀蚁饵剂防效达到95%以上,0.045%茚虫威杀蚁饵剂达到了90%以上,0.1%茚虫

威杀蚁饵剂效果仍为最差。

表4 不同茛虫威杀蚁饵剂处理对红火蚁的综合防治效果

处理	综合防效/%	
	药后12 d	药后21 d
0.045%茛虫威杀蚁饵剂	88.92±0.00 c	91.74±0.03 c
0.08%茛虫威杀蚁饵剂	92.98±0.01 a	95.79±0.01 b
0.1%茛虫威杀蚁饵剂	76.41±0.02 d	60.54±0.02 d
0.05%茛虫威杀蚁饵剂	90.14±0.01 b	97.73±0.01 a

3 讨论

目前,红火蚁在我国正处于快速扩张时期,可能会持续20多年之久^[14]。因此,在广东等南方地区面临着巨大的防治压力。选择合理的防治措施,提高防治效率是红火蚁统防统治工作的关键所在。饵剂由于其独特的作用方式,成为当前红火蚁化学防治中应用最多的一类剂型,据统计有36种之多^[7]。其中,茛虫威对害虫具有触杀和胃毒作用,通过阻断神经细胞中的钠离子通道,达到使靶标害虫麻痹死亡的目的,具有毒性低,对生态环境影响小的优点^[15-16]。本研究中选用了4种潮州市常见茛虫威饵剂进行试验,结果显示,0.08%茛虫威杀蚁饵剂和0.05%茛虫威杀蚁饵剂诱杀红火蚁效果最好,适合本地区推广应用;0.045%茛虫威杀蚁饵剂诱杀红火蚁效果较好,适合作为轮换药剂推广应用。而0.1%茛虫威杀蚁饵剂效果最差,不推荐使用。张方平等^[10]研究发现,0.1%茛虫威杀蚁饵剂药后5~30 d对蚁巢和工蚁防效均未达到90.00%,这与本研究结果一致。这表明杀蚁饵剂的杀虫效果与有效成分茛虫威含量并无正相关关系,可能还受到产品其他组成成分影响。红火蚁是典型的社会性昆虫,受到惊吓后会通过分巢、迁巢等方式进行转移繁殖^[17-18]。只有工蚁被饵剂引诱并将其搬回蚁巢才会真正起到防治效果,显然产品中的诱饵成分发挥了至关重要的作用。

0.08%茛虫威杀蚁饵剂和0.05%茛虫威杀蚁饵剂药后12 d和21 d的综合防效都达到90%以上,防治效果好,且具备良好的速效性和持效性。另一项研究同样发现,0.08%的茛虫威饵剂和0.05%茛虫威饵剂对红火蚁具有较好的速效性及持效性^[10]。而我们的研究还发现,0.045%茛虫威杀蚁饵剂药后21 d的综合防效达到90%以上,药后12 d的防治效果接近90%,说明该产品长效性较好,速效性也较好。以上研究结果表明药剂速效性和持效性可能与该药剂有效成分含量相关,含量太低可能会影响药剂速效性。已有研究表明,不同剂量灭蚁威饵剂对红

火蚁的防治效果不同^[9]。谭德龙等^[12]发现,0.05%和0.1%茛虫威饵剂在防治上效果最好,且两者差异不显著,0.025%茛虫威饵剂防效最差,显著低于以上两个浓度。这一结果与本试验的最佳含量(0.05%~0.08%)相吻合。

4 结论

总体而言,我们认为0.08%茛虫威杀蚁饵剂、0.05%茛虫威杀蚁饵剂诱杀红火蚁效果好,适合在潮洲地区推广应用;0.045%茛虫威杀蚁饵剂诱杀红火蚁效果较好,适合作为轮换药剂推广应用。本研究为潮洲地区的红火蚁田间防控工作奠定基础,为防控技术措施的选择提供了科学依据。

参考文献

- [1] WETTE RER J K. Exotic spread of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) beyond North America [J]. Sociobiology, 2013, 60 (1): 50-55.
- [2] ASCUNCE M S, YANG C C, OAKEY J, et al. Global invasion history of the fire ant *Solenopsis invicta*[J]. Science, 2011, 331 (6020): 1066-1068.
- [3] 陆永跃, 曾玲. 发现红火蚁入侵中国10年: 发生历史、现状与趋势 [J]. 植物检疫, 2015, 29(2): 1-6.
- [4] 陆永跃, 曾玲, 许益镬, 等. 外来物种红火蚁入侵生物学与防控研究进展[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40(5): 149-160.
- [5] WANG L, LU Y Y, XU Y J, et al. The current status of research on *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in Mainland China[J]. Asian Myrmecology, 2013, 5: 125-138.
- [6] 陈婷, 谭思思, 温锦君, 等. 广东省红火蚁发生危害现状与防控对策[J]. 植物检疫, 2022, 36(2): 78-81.
- [7] 张宏军, 黄岚, 孙艳萍, 等. 我国红火蚁防控药剂登记管理情况分析[J]. 农药科学与管理, 2022, 43(8): 6-12; 16.
- [8] PHILLIPS S A, THORVILSON H G. Use of fenoxycarb for area-wide management of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae)[J]. Journal of Economic Entomology, 1989, 82 (6): 1646-1649.
- [9] WILLIAMS D F, COLLINS H L, OI D H. The red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): an historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control [J]. American Entomologist, 2001, 47(3): 146-159.
- [10] 张方平, 韩冬银, 李磊, 等. 8种杀虫剂对红火蚁的防治效果[J]. 现代农药, 2022, 21(4): 62-65.
- [11] 黄俊, 陆永跃, 梁广文, 等. 不同剂量灭蚁威饵剂对红火蚁的田间防治效果评价[J]. 应用昆虫学报, 2015, 52(6): 1397-1402.
- [12] 谭德龙, 曾玲, 许益镬. 不同浓度茛虫威对红火蚁的防治效果[J]. 环境昆虫学报, 2016, 38(6): 1256-1261.

(下转第88页)

药害以外,助剂SP-4806、SY-B和SY-C调控对黄瓜安全,其中阳离子助剂SP-4806调控25%吡唑醚菌酯SC对黄瓜靶斑病的防效较其他助剂增效效果显著。因此,在田间应用时,根据化学农药的特性,合理正确地选择助剂种类,对病虫害化学防控至关重要。

参考文献

- [1] 李娇,陈云坤,魏倩倩,等. 多种植物提取物对黄瓜靶斑病菌的抑制作用[J]. 山西农业科学, 2021, 49(6): 711-714.
- [2] PATEL J S, GUDMESTAD N C, MEINHARDT S, et al. Pyraclostrobin sensitivity of baseline and fungicide exposed isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*[J]. Crop Protection, 2012, 34: 37-41.
- [3] 刘西莉,罗爽,杨峻,等. ¹⁴C-标记腈菌唑的合成及其在小麦幼苗上的吸收与传导确证[J]. 农药学报, 2008, 10(1): 23-27.
- [4] 杨云海,赵芸,王凯博,等. 农药助剂对70%吡虫啉水分散粒剂在小麦叶片上附着性能的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2019, 34(6): 954-964.
- [5] 赵辉,宋坚利,曾爱军,等. 喷雾液动态表面张力与雾滴粒径关系[J]. 农业机械学报, 2009, 40(8): 74-79.
- [6] 刘刚. 表面张力并非增强药液在植物叶片上持留和铺展能力的

唯一因素[J]. 农药市场信息, 2012(17): 32-33.

- [7] 周亨,陈俊峰,张志庆,等. 短链醇溶液表面张力及表面吸附测定的实验研究[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(1): 27-30; 68.
- [8] 杨利军. 油酸基支链磺酸盐表面活性剂的合成与性能研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2022.
- [9] TONG M, GAO W, JIAO W, et al. Uptake, translocation, metabolism, and distribution of glyphosate in nontarget tea plant (*Camellia sinensis* L.)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2017, 65(35): 7638-7646.
- [10] 左娇,胡荣娟,夏爱萍,等. 助剂3%卵磷脂·维生素E对不同杀菌剂防治番茄灰霉病的增效作用[J]. 中国蔬菜, 2022(3): 89-93.
- [11] 姬文婷,张永奎,杨宁,等. 浅析农药喷雾助剂科学使用技术[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2022, 34(3): 69-72.
- [12] 于倩倩,夏明理,胡文浩,等. 几种农药助剂对赤霉素在小麦叶片上渗透的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(22): 125-128.
- [13] MORA-GARCIA C, SPANOGHE P. Foliar absorption of pesticide in combination with adjuvants visualized through confocal laser scanning microscopy[J]. International Journal of Environmental Sciences, 2016, 7(1): 40-48.

(责任编辑:金兰)

(上接第82页)

- [13] 温凯,李志强,张森泉,等. 生境类型影响了蝼蛄对红火蚁的防治效果[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(4): 854-861.
- [14] 王磊,陈科伟,冯晓东,等. 我国大陆红火蚁入侵扩张趋势长期预测[J]. 环境昆虫学报, 2022, 44(2): 339-344.
- [15] 刘杰,吕利华,冯夏,等. 美国红火蚁防治饵剂的研制应用与启示[J]. 广东农业科学, 2006(5): 12-17.
- [16] LAHM G P, MCCANN S F, HARRISON C R, et al. Evolution of the sodium channel blocking insecticides: the discovery of indoxacarb[M]. ACS Publications, 2000: 20-34.

- [17] VARGO E L, PORTER S D. Colony reproduction by budding in the polygyne form of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae)[J]. Annals of the Entomological Society of America, 1989, 82(3): 307-313.
- [18] LOFGREN C S, BANKS B M, GLANCEY B M. Biology and control of imported fire ants[J]. Annual Review of Entomology, 1975, 20(1): 1-30.
- [19] 李平东,李志强,张森泉,等. 红火蚁防治中蝼蛄饵剂使用剂量的确定[J]. 广东农业科学, 2014, 41(17): 88-92; 118.

(责任编辑:徐娟)

世界500强排行榜揭晓,中国中化领跑化工榜

8月2日,2023年《财富》世界500强排行榜揭晓。2023年世界500强企业的营业收入总和约为41万亿美元,比上年上涨8.4%。进入排行榜的门槛从286亿美元跃升至309亿美元。但是,受全球经济下行影响,所有上榜公司的净利润总和同比减少6.5%,约为2.9万亿美元。

沃尔玛连续第十年成为全球最大公司,沙特阿美首次上升至第二位,中国的国家电网公司继续位列第三,排在第四和第五位的分别是亚马逊和中国石油,中国石化排名第六。中国大公司数量继续位居各国之首,142家公司进入世界500强,2022年营收总额超11.7万亿美元;利润总和为5 618.6亿美元,美国上榜公司利润总和为10 882.7亿美元。世界500强中,美国有136家公司,日本有41家公司,加上中国公司,占据上榜企业数量的64%,以及营收总额的68%。

在《财富》化学品行业榜中14家公司上榜,中国中化领跑化工榜,居于第38位;巴斯夫紧追其后,位居第119;然后是恒力,位居第123。上榜的中国化企还有浙江荣盛控股集团(136),盛虹集团(222),恒逸集团(244),中泰集团(412)。

盈利能力方面,在世界500强整体利润下降的趋势下,油气公司实现了利润大幅增长。沙特阿美利润增长了51%,以约1 590亿美元的利润位居利润榜首。埃克森美孚位居利润榜第6位,壳牌位居第10。巴西国家石油公司、雪佛龙、Equinor、中国石油、马来西亚国家石油、道达尔能源公司、康菲石油、俄罗斯天然气工业股份公司、中国海油、埃尼、马拉松原油公司等进入最赚钱的50家公司行列。

(来源:中国化工报)