

◆ 药效与应用 ◆

甲壳素和2种杀菌剂对携带根腐病菌的百合种球生根及生长的影响

同发宇, 梁巧兰*, 魏列新, 姜玉玲, 王冬, 张国印, 陈应娥, 田龙

(甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃省农作物病虫害生物防治工程实验室, 兰州 730070)

摘要: 本试验以带有百合根腐病致病菌的百合种球作为试验材料, 调查了水溶性肥料甲壳素和70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP对防止须根酒化以及促进其生根、生长等方面的影响。结果表明, 甲壳素和70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP可促进无根种球生根, 有根种球根系伸长和植株生长, 以及防止须根酒化。其中, 4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素对无根和有根百合的生根及生长的促进效果最好, 无根百合的新生根平均数量为4.33个, 平均根长为8.00 mm, 株高及生长率为157.30 mm和182.41%;有根百合的根系生长率为16.80%;株高及生长率为173.00 mm和88.04%。此外, 4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素防止百合种球须根酒化效果最好, 防效高达64.41%。本研究结果可为合理种植百合及提高百合产量提供参考依据。

关键词: 甲壳素; 噁霉灵; 氯溴异氰尿酸; 百合种球; 根腐病; 生长调节

中图分类号: S 436.8 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1671-5284.2022.03.013

Effects of Chitin and Two Fungicides on Bulb Rooting and Growth of Lily Carrying Pathogen of Root Rot

TONG Fayu, LIANG Qiaolan*, WEI Liexin, JIANG Yuling, WANG Dong, ZHANG Guoyin, CHEN Ying'e, TIAN Long
(College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Gansu Provincial Crop Diseases and Pests Biological Control Engineering Laboratory, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In the study, lily bulbs with root rot pathogenic fungus were used as test materials to investigate the effects of chitin(water soluble fertilizer), 70% oxamidil SP and 50% chlorobromoisocyanuric acid SP on preventing fibrous root from alcoholization, and promoting rooting, plant growth. The results showed that diseased lily bulbs treated with chitin, 70% oxamidil SP and 50% chlorobromoisocyanuric acid SP could promote rooting of rootless bulbs, root elongation of rooted bulbs, plant growth and prevent fibrous root from alcoholization. Consequently, 4 000 $\mu\text{g/mL}$ chitin had the best promoting effect on the rooting and growth of rootless and rooted lily. For rootless lily, the average number of new root was 4.33. The average root length was 8.00 mm. The plant height and the growth rate were 157.30 mm and 182.41%, respectively. For rooted lily, the growth rate of root was 16.80%. The plant height and the growth rate were 173.00 mm and 88.04%, respectively. Furthermore, 4 000 $\mu\text{g/mL}$ chitin played an important role in preventing fibrous root from alcoholization, and control effect reached up to 64.41%. The findings could provide reference for rational planting and increasing yields of lily.

Key words: chitin; oxamidil; chlorobromoisocyanuric acid; lily bulb; root rot; growth regulation

收稿日期: 2022-02-21

基金项目: 甘肃省科技重大专项(18ZD2NA010); 兰州市科技局项目(2018-4-78)

作者简介: 同发宇(1997—), 男, 甘肃靖远人, 硕士研究生, 研究方向为资源利用与植物保护。E-mail: 1027337575@qq.com

通信作者: 梁巧兰(1968—), 女, 甘肃崇信人, 博士, 教授, 主要从事作物保护和生物防治工作。E-mail: liangql@gsau.edu.cn

百合为百合科、百合属多年生草本球根植物,主要分布于亚洲东部、欧洲、北美洲等北半球温带地区^[1]。我国是百合的原产地及全球分布中心,每年生产大量鳞茎供内销及出口。兰州百合的种植基地主要在兰州市的七里河区、西固区、红古区、永登县、皋兰县、榆中县以及定西市的临洮县,海拔在1 800~2 400 m,土层深厚,质地松软,有一定坡度,排水良好,有机质丰富,气候冷凉湿润,昼夜温差大,其种植方式主要采用旱作栽培^[2-4]。百合既可观赏又可食用,有很高的经济价值^[5-6]。近年来,由于经济效益可观,种植面积不断增加,连作时间延长,逐渐出现百合品种退化、连作障碍加重、根腐病发生严重,种球根系带菌,甚至根系脱落等现象。以此类种球作为繁育材料种植以后,部分能够发芽的植株表现为黄化,部分甚至出现不出苗等现象^[7-10],容易造成百合缺苗断垄,需要进行补种,费时费力^[3,8,11-12]。目前有的农户针对百合种球根基腐烂、少根或无根主要采用多菌灵、代森锰锌等杀菌剂浸泡处理,通过抑制病原菌,减轻危害,使百合种球萌发,但出苗较慢^[13]。

甲壳素是一种水溶性肥料,其具有提高作物根系活力,生根壮根,移栽缓苗快等特点^[14-15];氯溴异氰尿酸是一种低毒内吸性广谱杀菌剂,具有促进作物营养生长的作用^[16];噁霉灵是一种内吸性杀菌剂和植物生长调节剂,对各种植物的真菌病害尤其土壤病害的防效显著,且具有防止根系老化的作用^[17]。然而,有关利用甲壳素和噁霉灵、氯溴异氰尿酸浸泡处理对百合种球生根的影响未见系统报道。为此,本试验选用水溶性肥料甲壳素和70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP 2种杀菌剂对有根和无根的百合种球进行了处理,旨在明确其对促进百合生根、根系伸长以及后期促生作用的影响,研究结果对指导百合种植,提高百合产量具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料、药剂及地点

供试材料:3年生大小一致、自然发病的无根和有根百合种球各150个。供试药剂:甲壳素、噁霉灵、氯溴异氰尿酸,见表1。供试地点:甘肃省兰州市临洮县百合种植基地。

1.2 试验方法

将甲壳素[农肥(2015)准字4510号]和70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP(PD20095663) 2种杀菌剂以各自的推荐用药量为最高浓度,用清水配制

成母液,然后采用对半稀释法配制成3个系列浓度,分别为甲壳素1 000、2 000、4 000 $\mu\text{g/mL}$;70%噁霉灵SP 800、1 600、3 200 $\mu\text{g/mL}$;50%氯溴异氰尿酸SP 500、1 000、2 000 $\mu\text{g/mL}$,备用。

带菌无根百合种球生根试验。以不同浓度的甲壳素和2种杀菌剂药液作为处理,浸泡带菌无根百合种球,每个处理浸泡无根的百合种球5个,以清水浸泡处理的无根百合种球为对照,重复3次,共10个处理,处理百合种球共150个,在室内常温($22 \pm 2^\circ\text{C}$)下浸泡24 h后,取出各处理的百合种球,用清水冲洗干净。采用水培法将药剂处理后的无根种球用带孔泡沫板固定于烧杯上,使其根盘和水接触,做好标记,置于人工气候箱中培养(温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度为70%,L/D=12 h/12 h),每天换水2次,培养7 d后调查无根百合种球须根的个数及其根长。

带菌有根百合种球根部生长试验。采用上述同样的方法处理带菌有根百合种球150个,做好标记,放置于同样的条件下培养,7 d后调查有根百合种球的根长及其酒化的现象。

百合生长试验。将浸泡处理后的带菌无根和有根的百合种球种植于装有育苗基质(有机泥炭、珍珠岩等植材和添加氮、磷、钾等微量元素)的花盆中,每盆种植一个种球(花盆直径为12 cm),做好标记,放置于同样的条件下培养,保持土壤湿度,培养1个月后调查株高,计算百合的生长率。

表1 供试药剂及推荐剂量

药剂名称	厂家名称	推荐用药量/ $(\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$
甲壳素	山东润华联邦农业有限公司	4 000
70%噁霉灵SP	陕西美邦药业集团股份有限公司	3 200
50%氯溴异氰尿酸SP	青岛海纳生物科技有限公司	2 000

1.3 数据分析

所有试验进行多次验证统计结果,并采用Excel 2019和SPSS 21.0软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 甲壳素和2种杀菌剂对带菌无根百合种球生根的影响

通过浸泡处理,发现不同浓度的甲壳素、70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP均具有抑菌和促进无根百合生根的作用。不同处理下的带菌无根百合种

球生根情况见图1。其中,70%噁霉灵SP和甲壳素处理的带菌无根百合种球新生根数和根长均随着药剂浓度的增加而增加。甲壳素在质量浓度为4 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,新生根的平均数量为4.33个,平均根长为8.00 mm,其新生根数量和根长均比质量浓度为2 000 $\mu\text{g/mL}$ 和1 000 $\mu\text{g/mL}$ 时优异;70%噁霉灵SP在浓度为3 200 $\mu\text{g/mL}$ 时,新生根的平均数量为3.33个,平均根长为5.40 mm,分别比浓度为1 600 $\mu\text{g/mL}$ 和800 $\mu\text{g/mL}$ 时增加了0.66个、3.80 mm和2.00个、4.60 mm;50%氯溴异氰尿酸SP在浓度为1 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,新生根平均数量为2.67个,平均根长为2.60 mm,分别比浓度为2 000 $\mu\text{g/mL}$ 和500 $\mu\text{g/mL}$ 时增加了0.67个、1.00 mm 和1.34个、2.2 mm。通过对3种药剂促生

根效果的方差分析表明,3种药剂不同浓度间的平均新生根数、平均根长均存在显著差异(表2)。

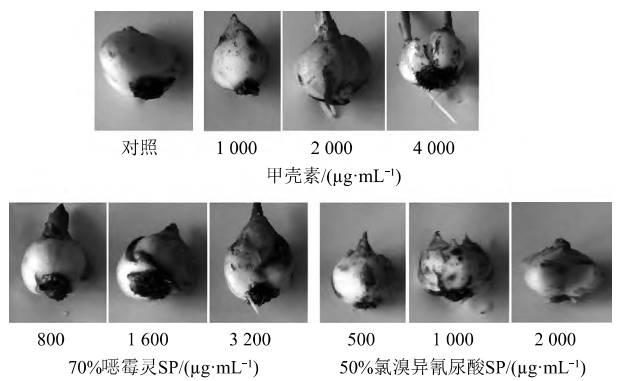


图 1 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌无根百合种球生根的影响

表 2 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌无根百合生根的影响

药剂	浓度/ $(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$	新生根平均数/个	平均根长/mm
甲壳素	4 000	(4.33 ± 0.27) Aa	(8.00 ± 0.01) Aa
	2 000	(2.33 ± 0.57) B	(4.40 ± 0.03) B
	1000	(2.00 ± 0.09) C	(0.60 ± 0.01) C
70%噁霉灵SP	3 200	(3.33 ± 0.26) Ab	(5.40 ± 0.12) Ac
	1 600	(2.67 ± 0.19) B	(1.60 ± 0.05) B
	800	(1.33 ± 0.59) C	(0.80 ± 0.02) C
50%氯溴异氰尿酸SP	2 000	(2.00 ± 0.22) B	(1.60 ± 0.01) B
	1 000	(2.67 ± 0.64) Ac	(2.60 ± 0.03) Ab
	500	(1.33 ± 0.17) C	(0.40 ± 0.01) C
清水对照		(0.00 ± 0.00) D	(0.00 ± 0.00) D

注:大写字母表示同一药剂不同浓度处理在0.05水平上差异显著,小写字母表示每组药剂促进生根及生长的最优处理浓度(4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素、3 200 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵 SP和1 000 $\mu\text{g/mL}$ 50%氯溴异氰尿酸 SP) 组间在0.05水平上差异显著,下同。

2.2 甲壳素和2种杀菌剂对带菌有根百合种球根部生长的影响

通过浸泡处理,发现甲壳素、70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP均具有抑菌和促进有根百合生根并且防止须根酒化的作用。不同处理下百合种球生根情况见图2。其中,除了50%氯溴异氰尿酸SP在质量浓度为1 000 $\mu\text{g/mL}$ 时促生效果最好之外,70%噁霉灵SP和甲壳素处理的带菌有根百合种球促进生根效果随着药剂浓度的增加而增加。4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素和3 200 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵SP处理的百合种球根部生长率较高,分别为16.80%、10.89%,分别比1 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素和800 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵SP处理的高13.41%和9.94%;50%氯溴异氰尿酸SP不同质量浓度处理的百合种球根部生长率最高为1 000 $\mu\text{g/mL}$ 处理组,仅为5.12%。在防止须根酒化方面,4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素、3 200 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵SP和1 000 $\mu\text{g/mL}$ 50%氯溴异氰尿酸SP防止带菌有根百合种球须根酒化的效果最好,分别为64.41%、52.30%

和36.31%,分别比1 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素、800 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵SP和500 $\mu\text{g/mL}$ 50%氯溴异氰尿酸SP处理的高46.27%、47.30%和27.49%。通过方差分析表明,3种药剂的不同处理浓度间在促进根部生长、防止须根酒化均存在显著差异(表3)。

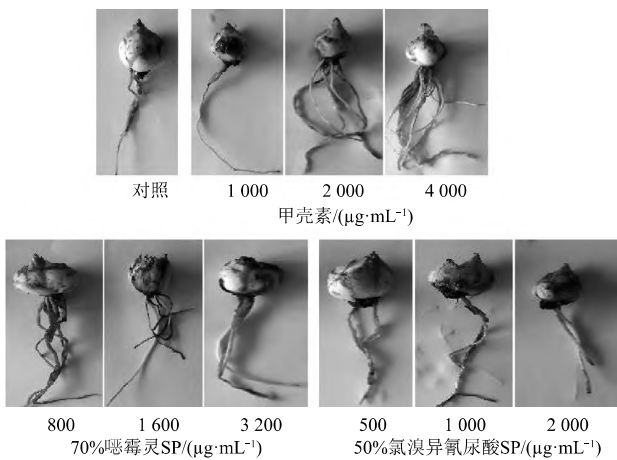


图 2 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌有根百合种球生根的影响

表 3 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌有根百合根部生长的影响

药剂	浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	处理前平均根长/mm	处理后平均根长/mm	促进根系生长率/%	防须根酒化效果/%
甲壳素	4 000	50.00	58.40	(16.80 ± 0.25) Aa	(64.41 ± 2.52) Aa
	2 000	99.00	106.00	(7.07 ± 0.05) B	(38.59 ± 1.15) B
	1 000	112.00	115.80	(3.39 ± 0.05) C	(18.14 ± 1.53) C
70%噁霉灵SP	3 200	90.00	99.80	(10.89 ± 0.46) Ab	(52.30 ± 1.73) Ab
	1 600	120.00	124.20	(3.50 ± 0.45) B	(11.34 ± 1.15) B
	800	126.00	127.20	(0.95 ± 0.05) C	(5.00 ± 0.51) C
50%氯溴异氰尿酸SP	2 000	82.00	133.00	(2.31 ± 0.23) B	(34.50 ± 1.73) Ac
	1 000	130.00	86.20	(5.12 ± 0.23) Ac	(36.31 ± 2.08) B
	500	55.00	56.20	(2.18 ± 0.46) C	(8.82 ± 1.76) C
清水对照		75.00	75.00		

2.3 甲壳素和2种杀菌剂对带菌无根百合生长的影响

通过将浸根处理后的带菌无根百合种球种植于装有灭菌土的花盆中，培养1个月后测量百合株高，发现甲壳素、70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP都对带菌无根百合的生长具有促进作用，生长情况见图3。其中，甲壳素和70%噁霉灵SP处理对带菌无根百合的株高及生长效果随着药剂浓度的增加而增加。4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素处理的百合生长率为182.41%，分别比2 000 $\mu\text{g/mL}$ 和1 000 $\mu\text{g/mL}$ 处理的高5.03%和87.08%；3 200 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵SP处理的百合生长率为155.66%，分别比1 600 $\mu\text{g/mL}$ 和800 $\mu\text{g/mL}$ 处理的高70.20%和126.40%；在50%氯溴异氰尿酸SP 3个不同质量浓度中，1 000 $\mu\text{g/mL}$ 促进生长效果最好，生长率为69.48%，分别比2 000 $\mu\text{g/mL}$ 和500 $\mu\text{g/mL}$ 处理的高12.03%和64.81%。通过方差分析表明，3种药剂对百合株高的影响及促进其生长之间存在显著差异(表4)。

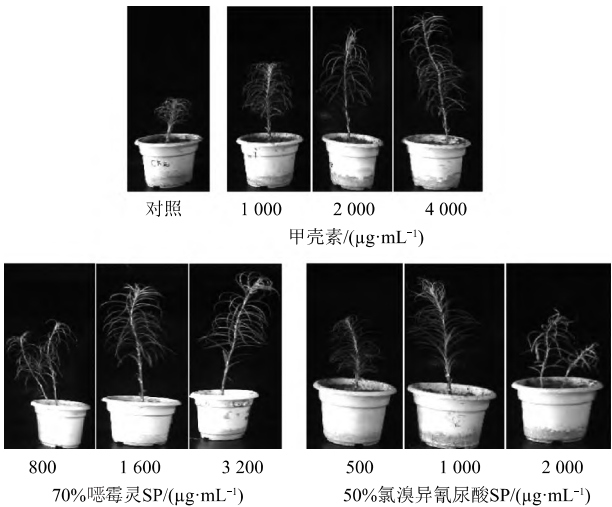


图 3 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌无根百合生长的影响

表 4 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌无根百合生长的影响

药剂	浓度/ ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	株高均值/ mm	生长率/%
甲壳素	4 000	157.30	(182.41 ± 0.23) Aa
	2 000	154.50	(177.38 ± 0.23) B
	1 000	108.80	(95.33 ± 0.52) C
噁霉灵SP	3 200	142.40	(155.66 ± 0.14) Ab
	1 600	103.30	(85.46 ± 0.69) B
	800	72.00	(29.26 ± 0.54) C
氯溴异氰尿酸SP	2 000	94.40	(69.48 ± 0.25) Ac
	1 000	87.70	(57.45 ± 0.13) B
	500	58.30	(4.67 ± 0.36) C
清水对照		55.70	

2.4 甲壳素和2种杀菌剂对带菌有根百合生长的影响

通过将浸根处理后的有根百合种球种植于装有灭菌土的花盆中，培养1个月后测量有根百合株高，发现甲壳素、70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP都对带菌有根百合的生长具有促进作用，不同处理下百合生长情况见图4。甲壳素和70%噁霉灵SP处理对带菌有根百合的株高及生长效果随着药剂浓度的增加而增加。4 000 $\mu\text{g/mL}$ 甲壳素处理的百合生长率为88.04%，分别比2 000 $\mu\text{g/mL}$ 和1 000 $\mu\text{g/mL}$ 处理的高21.74%和64.13%；3 200 $\mu\text{g/mL}$ 70%噁霉灵SP处理的百合生长率为61.20%，分别比1 600 $\mu\text{g/mL}$ 和800 $\mu\text{g/mL}$ 处理的高26.31%和52.29%；1 000 $\mu\text{g/mL}$ 50%氯溴异氰尿酸SP在该有效成份的3个处理中的促进百合生长效果最好，生长率为34.67%，分别比2 000 $\mu\text{g/mL}$ 和500 $\mu\text{g/mL}$ 处理的高8.58%和 20.87%。通过方差分析表明，3种药剂对百合株高的影响及促进其生长之间存在显著差异(表5)。

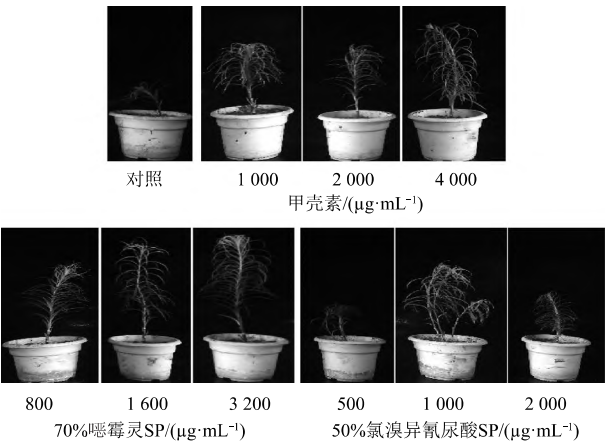


图 4 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌有根百合生长的影响

表 5 甲壳素和 2 种杀菌剂对带菌有根百合生长的影响

药剂	浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	株高均值/mm	生长率/%
甲壳素	4 000	173.00	(88.04 $\pm$ 0.46) Aa
	2 000	153.00	(66.30 $\pm$ 0.17) C
	1 000	114.00	(23.91 $\pm$ 0.35) B
70%噁霉灵SP	3 200	148.30	(61.20 $\pm$ 0.19) Ab
	1 600	124.10	(34.89 $\pm$ 0.17) B
	800	100.20	(8.91 $\pm$ 0.06) C
50%氯溴异氰尿酸SP	2 000	116.00	(26.09 $\pm$ 0.29) B
	1 000	123.90	(34.67 $\pm$ 0.23) Ac
	500	104.70	(13.80 $\pm$ 0.58) C
清水对照		92.00	

3 结论与讨论

本研究发现,使用不同浓度的水溶性肥料甲壳素和70%噁霉灵SP、50%氯溴异氰尿酸SP 2种杀菌剂处理带菌的兰州百合种球后,可促进无根种球生根,有根种球根的伸长,植株生长并防止须根酒化。其中,4 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 甲壳素对有根和无根百合种球的生根及伸长的促进效果最好,防止有根百合种球须根酒化的效果也最佳,能有效促进有根和无根百合的植株生长。以上试验结果可为减轻因种球带菌引起的百合种球难以萌发、缺苗断垄等现象提供一定的参考。

据报道,甲壳素、噁霉灵在防治百合根腐病;氯溴异氰尿酸在防治番茄茎基腐病及根腐病、水稻细菌性条斑病等方面均具有较优的防效^[18-21],但甲壳素作为植物生长调节剂在农业生产中应用还很少,对植物的促生作用机理还不明确。目前,关于甲壳素促生机理的研究主要集中于其具有较好的成膜性,可附着在种子表面,形成一层薄膜^[22]。一方面,它能保持种子本身的水分;另一方面,还能阻隔病原菌的入侵,减少病害发生,在保持种子自身水分

的同时也从土壤吸收水分,从而促进种子的发芽和出苗,并为植物的后续生长提供良好的根系环境^[23]。在本次试验中,不同浓度的甲壳素均能显著促进百合种球生根且提高植株生长率,这与前人报道的甲壳素具有积极的促生作用的结果相一致^[22-24]。此外,本次试验中的噁霉灵和氯溴异氰尿酸通过对根腐病的高效防治作用,减轻了病害的发生,促进百合种球的生根和生长,使种球在一定程度上恢复到生根及生长水平。然而,关于甲壳素、噁霉灵和氯溴异氰尿酸在此次研究中对百合的防病机理和作用机制尚未涉及,有待后续进一步研究。

参考文献

[1] 田雪慧,刘秀云,任艳芬.食用百合研究进展及展望[J].西北园艺(综合),2020(3): 24-26.

[2] 田春如,张学忠.兰州的食用百合[J].陕西农业科学,1957(3): 174-176.

[3] 李天智.香水百合缺铁黄化病防治试验[J].林业实用技术,2006(11): 28.

[4] 李华鹏.露地百合叶片黄化研究[D].晋中:山西农业大学,2020.

[5] 陈晓莉,陈海俭.兰州百合黄化原因及防治措施[J].中国农技推广,2016,32(10): 32-33.

[6] 张惠芳.农作物病虫害田间快速诊断技术及兰州百合黄化原因田间初步诊断[J].农家参谋,2021(12): 56-57.

[7] LI W M, WANG Y J, ZHANG Y B, et al. Impacts of drought stress on the morphology, physiology, and sugar content of Lanzhou lily (*Lilium davidii* var. *unicolor*) [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2020, 42(8): 127.

[8] 李斌.兰州百合黄化现象发生情况的调研与思考[J].农业与技术,2021,41(11): 99-103.

[9] 李华鹏,杜方.露地百合叶片黄化与营养元素的关系[J].山西农业科学,2019,47(10): 1734-1741.

[10] 袁丽丽,秦洋.GA处理控制切花百合叶片黄化[J].中国花卉园艺,2011(18): 52-53.

[11] 李斌.七里河区百合产业发展优势及存在问题与对策[J].农业开发与装备,2016(9): 5-7.

[12] 袁丽丽,秦洋.GA处理控制切花百合叶片黄化[J].中国花卉园艺,2011(18): 52-53.

[13] 何永梅.百合根腐病的综防[N].农资导报,2017-10-20(W04).

[14] 山东润华联邦农业科技有限公司.农肥登记信息.[EB/OL].[2022-02-06]. <http://www.runhualianbang.cn>.

[15] 中华人民共和国农业部种植业管理司.农肥登记信息.[EB/OL].[2022-02-06]. <http://www.zzys.moa.gov.cn>.

[16] 佚名.广谱、高效杀菌剂—氯溴异氰尿酸[J].农村新技术,2020(10): 41-42.

[17] 尹家楼,郝培培,兰永乐,等.98%噁霉灵可溶粉剂的开发及应

用[J]. 天津化工, 2020, 34(3): 44-47.

- [18] 何永梅, 吴琴. 百合根腐病的发生原因与综合防治[J]. 乡村科技, 2015(3): 26.
- [19] 梁巧兰, 魏列新, 徐秉良, 等. 蝇蛆甲壳素对深绿木霉T2产生几丁质酶的诱导作用[J]. 植物保护学报, 2011, 38(2): 166-172.
- [20] 李丹. 50%氯溴异氰尿酸防治番茄茎基腐病、根腐病、枯萎病的效果研究[J]. 江西农业, 2019(22): 35.
- [21] 赵志, 唐叶松, 张凯. 几种药剂防治水稻细菌性条斑病药效试

验[J]. 农业灾害研究, 2020, 10(6): 3-4; 6.

- [22] 罗兵, 孙海燕, 徐朗莱. 新型植物生长调节剂——甲壳素及其衍生物[J]. 常熟高专学报, 2004, 18(2): 43-46.
- [23] 盛家荣, 覃志英, 许东颖. 甲壳素及其衍生物在农业上的应用研究进展[J]. 广西师范学院学报, 2002, 19(4): 15-17.
- [24] 芮法富, 孙明伟, 李将, 等. 甲壳素对大棚连作黄瓜品质和产量的影响[J]. 中国果菜, 2018, 38(10): 29-32.

(责任编辑: 徐娟)

(上接第 53 页)

连: 中国科学院大连化学物理研究所, 2006.

- [5] 王倬, 曾粮斌, 袁善奎, 等. 几丁类寡糖构效关系及植物免疫诱导活性研究进展[J]. 农药科学与管理, 2018, 39(4): 46-50.
- [6] LIAQAT F, ELTEM R. Chitooligosaccharides and their biological activities: a comprehensive review[J]. Carbohydrate Polymers, 2018, 184: 243-259.
- [7] IPINA A S, VARLAMOV V. *In vitro* antitumor activity of heterochitooligosaccharides (a review)[J]. Prikladnaia Biokhimiia i Mikrobiologiya, 2015, 51(1): 5-14.
- [8] 佚名. S-烯虫酯[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(3): 58-59.
- [9] 农业部农药检定所, 环境保护部南京环境科学研究所. GB/T 31270.9—2014 化学农药环境安全评价试验准则 第9部分: 鸟类急性毒性试验[S]. 北京: 中国农业出版社, 2014.

- [10] 农业部农药检定所, 环境保护部南京环境科学研究所. GB/T 31270.10—2014 化学农药环境安全评价试验准则 第10部分: 蜜蜂急性毒性试验[S]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [11] 农业部农药检定所, 环境保护部南京环境科学研究所. GB/T 31270.12—2014 化学农药环境安全评价试验准则 第12部分: 鱼类急性毒性试验[S]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [12] 农业部农药检定所, 环境保护部南京环境科学研究所. GB/T 31270.13—2014 化学农药环境安全评价试验准则 第13部分: 鱼类急性活动抑制试验[S]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [13] 邱德文. 植物免疫诱抗剂的研究进展与应用前景[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(1): 39-45.
- [14] 农业农村部农药检定所. 农药登记环境风险评估指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018.

(责任编辑: 高蕾)

氯虫苯甲酰胺、呋虫胺和高效氯氰菊酯对草地贪夜蛾发育繁殖的亚致死效应

草地贪夜蛾 (*Spodoptera frugiperda*) 是一种严重的入侵害虫, 由于其极强的迁徙性和杂食性以及适应性, 已成为一种主要的跨境和洲际农业害虫, 近年来引起了全球的关注。其2019年入侵中国云南, 迅速蔓延到多个省份, 给玉米等农作物造成了严重的经济损失。目前化学防治任然是防治草地贪夜蛾的一项可行性的措施。杀虫剂除了具有直接杀灭目标害虫的作用外, 还可对害虫的生长繁殖造成亚致死效应。因此研究常见杀虫剂对草地贪夜蛾的亚致死效应, 对其田间综合治理具有重要意义。

浙江农林大学联合杭州农业技术推广中心和浙江省农产品质量安全中心在Agronomy上在线发表了关于氯虫苯甲酰胺、呋虫胺和高效氯氰菊酯3种杀虫剂对草地贪夜蛾的发育繁殖的亚致死效应。呋虫胺是第三代新型新烟碱类杀虫剂, 主要作用于乙酰胆碱受体, 是一种神经毒剂, 与传统的同类杀虫剂相比, 具有更高的药效和更广的杀虫谱。高效氯氰菊酯是一种拟除虫菊酯类杀虫剂, 主要作用于钙通道。氯虫苯甲酰胺是新一代邻氨基苯甲酰胺类杀虫剂, 主要作用于昆虫体内的兰尼碱受体, 引起昆虫肌肉收缩障碍, 最终导致脱水 and 不能进食。该研究通过在3种杀虫剂的亚致死浓度 (LC_{30}) 下饲喂草地贪夜蛾, 研究对草地贪夜蛾 F_0 代和 F_1 代3龄幼虫发育时间、成活率、繁殖力等生物学特性的影响。结果表明, 处理组的化蛹率显著低于对照组, 但羽化率无显著差异。氯虫苯甲酰胺和高效氯氰菊酯显著抑制 F_0 代和 F_1 代的繁殖力, 每只雌性产卵数分别下降67.4%和43.1%, F_1 代分别下降28.0%和21.7%。氯虫苯甲酰胺和高效氯氰菊酯处理组 F_0 代的内在增长率 (rm)、净增长率 (R_0) 和周增长率 (λ) 均显著低于对照组。此外, 呋虫胺对 F_0 代和 F_1 代有一定的促进产卵作用, 可能会刺激后代种群的增长, 导致害虫再次高发。该研究结果为有效实施IPM计划在田间防治草地贪夜蛾提供了参考。

(金兰译)