

氮酮对杀虫剂增效作用的研究^{*}

胡兆农¹, 姬志勤¹, 董雪娟¹, 李智文², 兰 琪¹, 吴文君¹

(1 西北农林科技大学 农药研究所, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省农药管理检定所, 陕西 西安 710001)

[摘 要] 在杀虫剂中加入氮酮, 通过室内生测和田间试验, 研究了其对杀虫剂的增效作用。室内生测结果表明, 以粘虫为试虫, 氮酮对拟除虫菊酯类杀虫剂氯氰菊酯、甲氰菊酯、三氟氯氰菊酯均有不同程度的增效作用, 对有机磷类杀虫剂丙溴磷、甲基对硫磷、毒死蜱无增效作用, 对敌百虫具有明显拮抗作用; 以麦蚜为试虫, 氮酮对吡虫啉无增效作用, 对啶虫脒增效作用明显; 以棉蚜为试虫, 氮酮对吡虫啉和啶虫脒都有增效作用。防治棉蚜的田间药效试验表明, 使用质量浓度为 10, 16, 7, 25 mg/L 的 2.5% 高渗吡虫啉乳油与使用质量浓度为 33.3 mg/L 的 5% 吡虫啉乳油防效相当, 结合室内生测结果, 初步认为加入氮酮对 2.5% 高渗吡虫啉乳油有明显增效作用。

[关键词] 氮酮; 杀虫剂; 增效作用; 粘虫; 蚜虫

[中图分类号] S482.91

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)07-0057-04

氮酮(laurocapram)是80年代初由美国研究开发的一种高效皮肤渗透促进剂, 也是一种非离子表面活性剂, 国外商品名为“A ZONE”; 化学名称为N-正十二烷基己内酰胺或1-正十二烷基氮杂环庚烷-2-酮。氮酮促进药剂透皮吸收的研究在医学杂志上报道较多, 其作用机理是降低角质层中类脂质的含量并破坏类脂质的结构, 以促进药物渗透^[1]。

近年来, 国内外都将氮酮用于配制高渗透性农药制剂, 已获农业部登记的有高渗透氧化乐果、抗磷敌乳油等^[2]。一般认为, 高渗透农药的有效成分比原农药有效成分下降50%左右, 生产成本下降30%~60%, 这样可降低农药残留, 不仅有利于环境保护, 而且能够延缓有害生物抗药性的形成和发展。但昆虫的表皮结构毕竟与哺乳动物不同, 农药能否真正通过助渗作用达到对杀虫剂增效的目的也受到了一些质疑^[3]。本研究将氮酮加入杀虫剂中, 通过室内生测和田间试验, 初步探讨了氮酮对杀虫剂的助渗作用, 以期为氮酮在农药增效中的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

30% 敌百虫乳油(广东惠阳中迅公司提供)、40% 丙溴磷乳油(广东惠阳中迅公司提供)、50% 甲基对硫磷乳油(连云港第二农药厂提供)、40% 毒死蜱乳油(陶氏益农(中国)有限公司提供)、40% 氧化

乐果乳油(浙江新安农药集团有限公司提供)、20% 甲氰菊酯乳油(江苏红太阳集团提供)、10% 氯氰菊酯乳油(江苏红太阳集团提供)、2.5% 三氟氯氰菊酯乳油(大连凯飞高技术发展中心提供)、3% 啶虫脒乳油(广东惠阳中迅公司提供)、10% 吡虫啉可湿性粉剂(大连凯飞高技术发展中心提供)、2.5% 高渗吡虫啉乳油(山东省淄博市淄川黄阳农药有限公司提供)、5% 吡虫啉乳油(江苏克胜集团农药有限公司提供)、98.0% 氮酮(西安交大思源工业公司提供)。

1.2 供试昆虫

粘虫(*Mythimna separata*)5龄幼虫(室内累代饲养)、麦长管蚜(*Macrosiphum avenae*) (采自田间)、棉蚜(*Aphis gossypii*) (采自田间)。

1.3 药液的配制

将氮酮用丙酮稀释为40, 200 mg/L 待用。试验时分别将上述供试药剂配制成不加氮酮、加入20和100 mg/L 氮酮3种浓度梯度。

1.4 室内生物测定

1.4.1 对粘虫的室内生测 采用试虫浸渍法^[4], 挑选个体一致、体色相近的5龄粘虫幼虫。处理时, 从低浓度到高浓度依次用纱笼将20头试虫在药液浸5 s后取出。吸去试虫体上多余药液, 置于培养皿中正常饲喂, 24 h后检查死虫数, 每浓度处理重复3次, 设清水对照。计算毒力回归曲线, 求出LC₅₀, LC₉₀ 用增效倍数^[5]来判断氮酮对药剂的增效作用。

^{*} [收稿日期] 2003-05-12

[基金项目] 国家自然科学基金倾斜项目(39970505)

[作者简介] 胡兆农(1970-), 男, 甘肃临夏人, 副教授, 博士, 主要从事天然产物农药和昆虫毒理学研究。

1.4.2 对蚜虫的室内生测 采用 FAO 推荐的方法^[4], 即将双面胶带剪成 3 cm 长贴在载玻片一端, 挑选个体大小基本一致的健康蚜虫, 用小毛笔将其背部贴在粘胶上, 每玻片粘 30 头。先在保湿条件下放置 4 h 后, 用双筒解剖镜检查, 将死蚜虫挑出弃去, 再补粘。然后将粘有蚜虫的玻片浸入药液中轻轻摇动, 浸 5 s 左右取出, 用吸水纸吸去粘胶表面及周围的药液, 24 h 后检查死亡率, 每浓度处理重复 3 次, 设清水对照。其余处理同 1.4.1。

1.5 田间药效试验

试验于 2000-05-24~05-31 日在西北农林科技大学农学院校区进行。试验当日为晴天, 最高气温 32 °C, 最低气温 20 °C; 试验期间无降雨, 日平均最高气温 30.4 °C, 最低气温 21.9 °C。试验地面积约 0.1 hm², 棉花品种为中棉 5 号, 防治对象为棉蚜。设 10, 16, 7, 25 mg/L 2.5% 高渗吡虫啉乳油和 33.3 mg/L 5% 吡虫啉乳油及空白对照共 5 个处理, 每处理重复 4 次共计 20 个小区, 小区面积为 25 m², 随机区组排列。每小区喷药液 1.5 kg (600 kg/hm²), 将药液均匀喷洒在棉花植株上。每小区定植 25 株棉花, 调查每株棉花叶片上的棉蚜数, 记录活虫数量。

表 1 加入氮酮后几种有机磷及拟除虫菊酯类杀虫剂对粘虫毒力的影响

Table 1 Toxicity of organophosphate and pyrethroid insecticides mixed with laurocapram against armyworm larvae

杀虫剂 Insecticides	氮酮用量/ (mg · L ⁻¹) Laurocapram concentration	回归方程 Regression equation (y = a + bx)	r	LC ₅₀			LC ₉₀		
				质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Concentration	95% 置信限/ (mg · L ⁻¹) 95% confidence	增效倍数 Synergistic ratio	质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Concentration	95% 置信限/ (mg · L ⁻¹) 95% confidence	增效倍数 Synergistic ratio
丙溴磷 Profenofos	0	y = 1.989 + 2.294x	0.969	20.52	18.32~22.72	-	74.13	71.93~76.33	-
	20	y = 0.845 + 2.901x	0.985	27.03	24.83~29.23	0.76	74.67	72.47~76.70	0.99
	100	y = 1.919 + 2.125x	0.986	28.17	25.97~30.37	0.72	112.80	110.60~115.00	0.66
氧化乐果 Omethoate	0	y = 1.101 + 1.534x	0.916	348.06	381.91~386.21	-	2377.61	2375.46~2379.76	-
	20	y = 0.665 + 1.437x	0.991	1036.78	1033.63~1038.93	0.28	8080.65	8078.50~8082.8	0.29
	100	y = 0.159 + 1.968x	0.994	287.98	285.83~290.13	1.21	1289.03	1286.88~1291.18	1.84
敌百虫 Trichlophon	0	y = 3.744 + 1.618x	0.999	5.97	3.66~8.28	-	36.91	34.60~39.22	-
	20	y = 1.762 + 2.091x	0.976	35.34	33.19~37.49	0.17	144.66	142.51~146.81	0.26
	100	y = 1.271 + 2.566x	0.961	28.39	26.24~30.54	0.21	89.55	87.40~91.70	0.41
甲基对硫磷 Parathion methyl	0	y = 1.850 + 2.675x	0.998	15.10	12.9~17.3	-	45.30	43.1~47.5	-
	20	y = 1.961 + 2.382x	0.972	18.90	16.7~21.1	0.80	65.10	62.9~67.3	0.70
	100	y = 1.122 + 3.084x	0.981	18.10	16.0~20.2	0.83	47.10	45.0~49.2	0.96
毒死蜱 Chlorpyrifos	0	y = 2.446 + 2.756x	0.980	8.30	6.15~10.45	-	24.10	21.95~26.25	-
	20	y = 1.762 + 2.889x	0.990	13.21	11.06~15.36	0.63	36.60	34.45~38.75	0.66
	100	y = 1.975 + 2.684x	0.965	13.39	11.24~15.54	0.62	40.10	37.95~42.25	0.69
氯氰菊酯 Cypermethrin	0	y = 1.530 + 2.075x	0.998	46.99	44.84~49.14	-	194.42	192.27~196.57	-
	20	y = 1.545 + 1.898x	0.926	66.11	63.96~68.26	0.71	312.45	310.30~314.60	0.62
	100	y = 1.780 + 2.022x	0.924	39.12	36.97~41.27	1.19	168.00	165.85~170.15	1.16
甲氰菊酯 Fenpropathrin	0	y = 0.168 + 1.591x	0.940	121.22	119.02~123.42	-	772.75	770.55~774.95	-
	20	y = 1.690 + 1.576x	0.979	125.57	123.57~127.57	0.96	814.11	812.11~816.11	0.94
	100	y = 2.055 + 1.535x	0.988	82.97	80.66~85.28	1.46	566.19	563.88~568.50	1.36
三氟氯氰菊酯 Cyhalothrin	0	y = 2.160 + 1.622x	0.912	56.31	54.16~58.46	-	346.52	344.37~348.67	-
	20	y = 1.836 + 1.862x	0.985	50.03	47.88~52.18	1.12	243.61	241.46~245.76	1.42
	100	y = 2.230 + 1.713x	0.991	41.38	39.23~43.53	1.36	231.26	229.11~233.41	1.50

处理前调查虫口基数, 喷药后分别于 1, 3, 7 d 调查各小区定点植株上的残存活虫数, 计算校正防效^[6]。

2 结果与分析

2.1 对粘虫的生测结果

氮酮对 8 种杀虫剂毒力的影响见表 1。根据“增效倍数接近 1 表示相加作用, 明显大于 1 表示增效作用, 显著小于 1 表示拮抗作用”的原则^[5], 从表 1 可以看出, 在拟除虫菊酯类杀虫剂中加入 20 mg/L 氮酮, 三氟氯氰菊酯对粘虫幼虫 LC₅₀, LC₉₀ 的增效倍数分别为 1.12 和 1.42, 表现出一定的增效作用; 而对氯氰菊酯、甲氰菊酯无增效作用。加入 100 mg/L 氮酮, 可使氯氰菊酯、甲氰菊酯、三氟氯氰菊酯的 LC₅₀, LC₉₀ 有不同程度降低, 均表现出一定程度的增效作用。在有机磷类杀虫剂中, 加入 20, 100 mg/L 氮酮, 对丙溴磷、甲基对硫磷、毒死蜱无增效作用, 对敌百虫则具有明显的拮抗作用。但氧化乐果是一个例外, 加入 20 mg/L 氮酮, 对氧化乐果具有明显的拮抗作用, 而加入 100 mg/L 氮酮却使其 LC₅₀, LC₉₀ 值显著降低, 增效作用明显, 其原因有待于进一步研究。

从上述结果可以看出, 氮酮并不能对所有杀虫剂品种产生增效作用, 对有些杀虫剂品种甚至还表现出拮抗作用。此外, 加入氮酮的浓度对其增效作用也有一定影响。

2 2 对蚜虫的生测结果

氮酮对吡虫啉和啶虫脒毒力影响的测定结果见表 2。从表 2 可以看出, 以麦长管蚜为试虫, 加入氮酮对吡虫啉的增效作用并不明显, 与未加氮酮相比, 加入 20 mg/L 氮酮的 LC₅₀, LC₉₀ 分别降低了 10.7% 和 5.8%, 加入 100 mg/L 氮酮的 LC₅₀, LC₉₀ 分别降低了 11.6% 和 14.6%。但加入氮酮对啶虫脒的增效作用明显, 加入 20 mg/L 氮酮可使 LC₅₀ 降低 23.7%, LC₉₀ 降低 43.0%; 加入 100 mg/L 氮酮可使 LC₅₀ 降低 27.6%, LC₉₀ 降低 28.5%。以棉蚜为试虫,

加入氮酮 20 和 100 mg/L 对两种药剂均有增效作用, 可使 LC₅₀ 降低 32.2%~51.6%, LC₉₀ 降低 22.7%~65.6%。

从上述生测结果可以看出, 以麦长管蚜为试虫, 加入氮酮对吡虫啉无明显的增效作用, 而以棉蚜为试虫, 氮酮对吡虫啉的增效作用明显。这说明, 供试对象的不同, 也可能造成增效作用的差异。

表 3 是 2.5% 高渗吡虫啉乳油对棉蚜毒力的测定结果。从表 3 可以看出, 2.5% 高渗吡虫啉乳油对棉蚜的 LC₅₀=47.78 mg/L, LC₉₀=202.89 mg/L, 低于 5% 吡虫啉乳油的 LC₅₀ (63.81 mg/L) 和 LC₉₀ (359.46 mg/L), 增效倍数分别为 1.33 和 1.77, 增效作用显著。

表 2 加入氮酮对吡虫啉和啶虫脒毒力的影响

Table 2 Toxicity of imidacloprid and acetaniprid mixed with laurocapram against different aphids										
试虫 Tested insects	杀虫剂 Insecticides	氮酮用量/ (mg·L ⁻¹) Laurocapram concentration	回归方程 Regression equation (y = a + bx)	r	LC ₅₀			LC ₉₀		
					质量浓度/ (mg·L ⁻¹) Concentration	95% 置信限/ (mg·L ⁻¹) 95% confidence	增效倍数 Synergistic ratio	质量浓度/ (mg·L ⁻¹) Concentration	95% 置信限/ (mg·L ⁻¹) 95% confidence	增效倍数 Synergistic ratio
麦长管蚜 <i>Macrosiphum avenae</i>	吡虫啉 Imidacloprid	0	y = 3.502 + 0.983x	0.993	95.64	93.68~97.60	-	1916.59	1904.62~1908.54	-
		20	y = 3.133 + 0.966x	0.999	85.45	83.26~87.64	1.12	1804.82	1802.62~1807.01	1.06
		100	y = 3.083 + 0.994x	0.970	84.56	82.38~86.74	1.13	1637.05	1634.86~1639.22	1.17
	啶虫脒 Acetaniprid	0	y = 1.579 + 0.882x	0.986	7.54	5.31~9.77	-	212.7	210.47~214.93	-
		20	y = 1.364 + 0.967x	0.995	5.75	3.56~7.94	1.31	121.27	119.08~123.46	1.75
		100	y = 1.681 + 0.882x	0.987	5.46	3.23~7.69	1.38	152.07	149.82~154.32	1.39
棉蚜 <i>Aphis gossypii</i>	吡虫啉 Imidacloprid	0	y = 3.066 + 0.923x	0.978	123.3	121.18~125.6	-	2990.08	2987.87~2994.50	-
		20	y = 3.203 + 0.915x	0.997	83.61	81.39~85.82	1.47	2310.76	2308.54~2312.97	1.25
		100	y = 3.054 + 1.014x	0.991	82.88	80.71~85.05	1.48	1515.27	1513.10~1517.44	1.97
	啶虫脒 Acetaniprid	0	y = 1.435 + 0.942x	0.992	6.08	3.87~8.28	-	138.74	136.53~140.94	-
		20	y = 0.842 + 1.162x	0.978	3.78	1.67~5.89	1.61	60.59	58.48~62.70	2.28
		100	y = 1.620 + 0.974x	0.976	2.94	0.74~5.14	2.06	47.74	45.54~49.94	2.91

表 3 2.5% 高渗吡虫啉乳油对棉蚜毒力的测定结果

Table 3 Bioassay results of 2.5% high penetration imidacloprid emulsifiable concentrates (EC) against cotton aphids									
杀虫剂 Insecticides	回归方程 Regression equation (y = a + bx)	r	LC ₅₀			LC ₉₀			增效倍数 Synergistic ratio
			质量浓度/ (mg·L ⁻¹) Concentration	95% 置信限/ (mg·L ⁻¹) 95% confidence	增效倍数 Synergistic ratio	质量浓度/ (mg·L ⁻¹) Concentration	95% 置信限/ (mg·L ⁻¹) 95% confidence	增效倍数 Synergistic ratio	
5% 吡虫啉乳油 5% Imidacloprid	y = 1.922 + 1.704x	0.985	63.81	61.87~65.75	-	359.46	357.52~361.40	-	
2.5% 高渗吡虫啉乳油 2.5% High penetration imidacloprid EC	y = 1.577 + 2.038x	0.993	47.78	45.91~49.64	1.33	202.89	201.02~204.25	1.77	

2 3 田间防治效果

2.5% 高渗吡虫啉乳油防治棉蚜的试验结果见

表 4。从表 4 可以看出, 用 2.5% 高渗吡虫啉乳油田间防治棉蚜时, 施药后 1, 3, 7 d 各处理的防效都比

较高。施药后 7 d, 使用质量浓度 16 7 mg/L 2 5% 高渗吡虫啉乳油的防效仍达 90%。方差分析表明, 2 5% 高渗吡虫啉乳油的 3 个质量浓度处理与对照

药剂的防效并无显著差异。结合生测结果, 可以认为氮酮对 2 5% 高渗吡虫啉乳油防治棉花蚜虫时的增效作用显著, 田间用量明显降低。

表 4 2 5% 高渗吡虫啉乳油防治棉蚜田间试验结果(陕西杨凌, 2001-06)

Table 4 Field test results of 2 5% high penetration imidacloprid EC against cotton aphids (Yangling, Shaanxi, 2001-06)

处理 Treatment	药剂质量 浓度/ (mg · L ⁻¹) Insecticide concentration	药前虫口数 Aphid number before treatment	药后第 1 天 First day after treatment			药后第 3 天 Third day after treatment			药后第 7 天 Seventh day after treatment		
			活虫数 Living aphid number	减退率/% Decreasing rate	校正 防效/% Corrected efficacy	活虫数 Living aphid number	减退率/% Decreasing rate	校正 防效/% Corrected efficacy	活虫数 Living aphid number	减退率/% Decreasing rate	校正 防效/% Corrected efficacy
2 5% 高渗吡虫啉乳油 2 5% High penetration imidacloprid EC	10	2 283	255 5	85 1	90 0	222	87	89 9	809 5	58	81 5
	16 7	3 012 8	237 5	92 4	89 9	144 5	95 5	96 8	757 3	71 5	90 0
	25	2 461 5	120	94 2	98 6	34	98 2	98 6	736 8	57 4	85 1
5% 吡虫啉乳油 5% Imidacloprid EC	33 3	1 365	163 5	87 8	91 8	127 5	97 3	97 5	460	62 4	86 9
对照 CK (清水 Water)	0	1 835 5	2 740 8	- 50 4	-	2 660 3	- 56 3	-	5 134	- 181 2	-

注: 表中数据为 4 个重复的平均值。

Note: The data in table was the average of the 4 duplicates

3 讨 论

本试验结果表明, 在一些农药制剂中加入氮酮, 确实对某些害虫具有增效作用, 因此使用中可减少用药量而不降低药效, 这在害虫综合治理及农药抗药性的延缓中均具有重要的现实意义。

但应该明确地认识到, 并不是所有的农药中加入氮酮, 都可达到增效的目的, 这是因为: 第一, 供试对象的差异必然导致其增效的有无或高低。第二, 氮酮对不同药剂的助渗作用存在差异。医药研究表明^[7, 8], 氮酮对许多药物都有很好的透皮吸收作用, 但对双氯灭痛、利巴韦林无助渗作用, 本试验证实其

对农药也不例外。第三, 氮酮加入量对其助渗增效作用也有影响。李平等^[9]的研究表明, 含有 0 5%, 1% 和 2% 氮酮的甘草次酸钠贴剂与不含氮酮的贴剂之间, 其透皮吸收能力达极显著差异, 而含有 2 5% 氮酮的甘草次酸钠贴剂与不含氮酮贴剂间的透皮吸收作用差异不显著。本研究发现农药也是如此, 如甲氰菊酯中加入 100 mg/L 氮酮有增效作用, 而加入 20 mg/L 氮酮时却无增效作用。第四, 据报道^[10, 11], 氮酮还可以使药物渗透到植物体内, 这样就会使植物带毒, 进一步产生胃毒作用而减少药物的施用量, 可见其增效作用是综合性的, 但本研究并未对其进行测定。

[参考文献]

[1] 戚国荣, 杨云松, 杨士林, 等. 氯硝柳胺透皮控释给药的研究[J]. 应用化学, 1997, 14(4): 26- 28

[2] 农业部农药检定所. 2000 年农药登记公告汇编[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000

[3] 吴文君, 胡兆农, 姬志勤. 从应用毒理学的角度讨论我国农药制剂存在的几个问题[J]. 农药, 2000, 39(5): 1- 3

[4] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安: 陕西科技出版社, 1988

[5] 慕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994 114- 123

[6] 农业部农药检定所生测室. 田间药效试验准则(二)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000

[7] 付秀娟, 于 倩, 张弗盈, 等. 复方利巴韦林软膏剂的研制及体外释药研究[J]. 白求恩医科大学学报, 1998, 24(4): 374- 375

[8] 傅风华, 李治淮, 李晓红. 氮酮对双氯灭痛透皮吸收的影响[J]. 药学实践杂志, 1996, 14(3): 160- 162

[9] 李 平, 李家仁, 李新芳, 等. 氮酮对甘草次酸钠透皮吸收的影响[J]. 兰州医学院学报, 1997, 23(1): 25- 27

[10] 甘 霖, 甘立谦. 高含量氮酮在农药中的应用[J]. 河北化工, 2000, (2): 19- 20

[11] 黄南平. N-辛基-ε-己内酰胺的合成及其在植物染色中的应用[J]. 温州师范学院学报(自然科学版), 2003, 24(2): 23- 25

(下转第 66 页)

向开裂,以更利于自花结实。但这一现象的机制目前还不清楚。

[参考文献]

- [1] 石明松, 邓景扬 湖北光敏感核不育水稻的发现、鉴定及其利用途径[J]. 遗传学报, 1986, 13(2): 107- 112
- [2] 魏忠芬 甘蓝型油菜生态雄性不育系研究进展[J]. 贵州农业科学, 2001, 29(4): 59- 61
- [3] 董军刚, 董振生, 刘创社 甘蓝型油菜生态型雄性不育系 533st 的选育研究[J]. 陕西农业科学, 2001, (7): 8- 9
- [4] 余凤群, 傅廷栋 甘蓝型油菜几个品种花药发育的细胞学研究[J]. 中国油料, 1988, (4): 23- 25
- [5] 杨光圣, 瞿 波, 傅廷栋 三个甘蓝型油菜隐性核不育系小孢子发生的细胞学研究[J]. 华中农业大学学报, 1999, 18(6): 520- 523
- [6] 贺国良, 贺浩华, 刘宜柏 光敏核不育水稻农垦 58S 细胞学研究[J]. 江西农业大学学报, 2001, 23(1): 24- 27
- [7] 高东迎, 杜春光 温敏雄性不育小麦 C49S 小孢子的细胞学研究[J]. 西南农业大学学报, 1998, 20(1): 16- 18

Cytological studies on anther development of ecological male sterile line 533S in *B. rassica napus* L.

DONG Jun-gang, DONG Zhen-sheng, LIU Xuan-xia, LIU Chuang-she, LI Hong-bing

(Institute of Cash Crops, College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract Microscopic observations on anther development process of ecological male sterile line 533S showed that 533S' anther development was hindered at the stage of archesporial cell differentiation. It could not form normal archesporial cell and not differentiate pollen sac, so 533S was regarded as male sterile line which had no pollen sac. During bud development, the size of the aborted anther was increasing but did not differentiate pollen sac. 533S' anther could restore and produce 1- 2 pollen sac when ecological factors are fit for development of anther. At last, the anther's development was completely normal as ecological factors changed further.

Key words: *B. rassica napus* L.; ecological male sterile line; anther development; cytology

(上接第 60 页)

Studies on synergism of laurocapram to several insecticides

HU Zhao-nong¹, JI Zhi-qin¹, DONG Xue-juan¹, LI Zhi-wen², LAN Qi¹, WU Wen-jun¹

(1 Institute of Pesticide Science, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Shaanxi, Yangling 712100, China;

2 Institute for the Control of Agrochemical Department of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710001, China)

Abstract The synergism of laurocapram which mixed into several insecticides has been investigated by the bioassay and field testing. When taking the fifth instar armyworm larvae as experimental insect, the study of synergism of laurocapram indicated that laurocapram had different synergism to all tested pyrethroid insecticides, such as cypermethrin, fenpropathrin, cyhalothrin; but has no obvious synergism on organophosphate profenofos, parathion-methyl, chlorpyrifos, except trichlorphon which had antagonist apparently. The laurocapram has obvious synergism to acetaniprid, but no synergism to imidacloprid when taking *Macrosiphum avenae* as tested insect and it has synergism to both imidacloprid and acetaniprid when taking *Aphis gossypii* as treated insect. The results of field trials applied for *Aphis gossypii* showed that the efficacy of the concentration of high penetration imidacloprid 2.5% emulsifiable concentrates (EC) diluted 10, 16, 7, 25 mg/L have no remarkable difference with that of check insecticide. According to bioassay and field test results, we obtained preliminary conclusion that laurocapram has synergism to highly penetrative imidacloprid 2.5% EC.

Key words: laurocapram; insecticide; synergism; armyworm; aphid