

土壤处理对黄曲条跳甲种群控制效应研究

侯有明, 庞雄飞, 梁广文, 沈叔平

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 采用烟草处理土壤后可使菜田黄曲条跳甲幼虫密度明显减少, 对其成虫的拒避率高达 79.79%, 种群趋势指数(D)降至 1.882 以下, 干扰作用控制指数(IIPC)为 0.124 3; 保苗、保产效果分别为 86.91% 和 77.13%, 且其主要的控制机理是对成虫的显著拒避作用。

关键词: 土壤处理; 烟草; 黄曲条跳甲; 拒避作用; 生态控制

中图分类号: S436.365; S472

文献标识码: A

黄曲条跳甲(*Phyllotreta striolata* F.)在十字花科叶菜田的为害十分猖獗, 尤其是在苗期的为害常常是具有毁灭性的, 是生产中亟待解决的关键问题, 而黄曲条跳甲的非化学防治是蔬菜害虫生态控制中的难点, 该成虫的为害已成为限制菜田害虫全生物防治的主要因素。生产实践表明, 对于黄曲条跳甲成虫在地上部的为害采用化学杀虫剂进行控制是比较困难的, 将其幼虫控制在土壤之中, 不令其出土为害, 压低种群基数, 是黄曲条跳甲种群生态控制中的重要环节^[1]。

应用土壤处理来控制土壤害虫的为害已有不少报道, 但对于菜田土壤优势害虫黄曲条跳甲种群的控制研究较少。作者于 1998 年 9~12 月, 在深圳龙岗生态村, 从生产应用技术出发, 就烟草、石灰、EM 菌肥和碳酸氢氨(NH_4HCO_3)等处理菜田土壤, 研究其对黄曲条跳甲种群的发展与动态变化的影响及其控制效应, 为土壤的生态恢复和十字花科叶菜田优势害虫的生态控制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理用量

烟草: 由广东省高州市生物科技开发有限公司提供, 将新出的烟草(烟草叶和烟草梗)密封堆压 2~3 个月, 将其切割成细小碎片, 按 1 875~2 250 kg/hm^2 的量于菜心播种前撒施于土壤表层。

EM 菌肥(5 号): 日本 EM 技术生产的有效微生物肥料, 由深圳市绿能实业发展有限公司提供, 按 $w=3\%$ 的浓度配制, 约 45.0~52.5 kg/hm^2 的量于播种前淋施土壤表层。

NH_4HCO_3 : 广东省增城氮肥厂生产($w_N=17.1\%$),

按 1 200~1 350 kg/hm^2 的量于播种前撒施于土表。

石灰: 深圳市龙岗区农技推广中心提供, 按 1 125~1 200 kg/hm^2 的量于播种前撒施于土壤表层。

辛硫磷(辅助 CK): 江苏省连云港市第二农药厂生产, 用清水将其稀释到 1 000 倍的浓度, 将稀释液按 30 000~37 500 kg/hm^2 的量于播种前淋施于土壤表层。

CK: 不进行任何土壤处理。

1.2 土壤处理

在播种前整地时, 将烟草、石灰、 NH_4HCO_3 按以上用量薄薄撒施于土壤表层, 然后与土壤混匀; EM 菌肥和辛硫磷则按以上用量用淋水法淋入土壤表层, 然后与土壤混匀后整好地隔 12 h 后播种。对照不进行任何处理, 其他管理同常规。蔬菜品种为菜心(*Brassica parachinensis* Bailey)。每一处理面积为 0.01 hm^2 , 每一处理重复 3 次, 按各处理的平均值进行统计分析。

1.3 调查内容与方法

分别于每次处理的前 1 d 和处理后每隔 3 d, 在各处理区, 采用柱型土壤取样器($h=15\text{ cm}$, $d=8\text{ cm}$), 每次随机取样 9 点, 带回室内采用干漏斗法烤虫, 烤至土干为止(一般为 6~7 h), 然后在解剖镜下检查各处理区黄曲条跳甲幼虫的龄期和数量, 以及其他昆虫的种类与数量。系统调查自菜心播种至收获一造菜为限。

自菜心出苗后至定苗期, 每隔 2 d 系统调查不同处理区组的黄曲条跳甲成虫以及其他节肢动物的种类与数量, 每一处理区随机取样 15 个小区, 每区 0.11 m^2 ; 定苗后在各处理区随机取样 30 株, 系统调

查植株上和土壤表层所有节肢动物的种类与数量。同时,在每次调查时统计各处理区的黄曲条跳甲成虫的为害株率、叶为害面积和苗数,分析各处理区的为害程度和保苗效果。在采收时于不同处理区组随机采集 100 株菜心,统计所有植株上的叶数、有孔叶数、各叶上的孔数等,采用透明坐标纸测定各叶片的为害面积(孔的大小),依此估计不同处理的保产效果(%)。

2 结果与分析

2.1 土壤处理对黄曲条跳甲幼虫的控制效应

由于黄曲条跳甲种群对菜心的为害主要是在苗期(播种期至播种后 20 d 左右),且该虫幼虫发育期(1 龄至蛹期)也在 20 d 左右,因而主要分析土壤处理后 20 d 内田间幼虫的数量变化,结果见图 1。

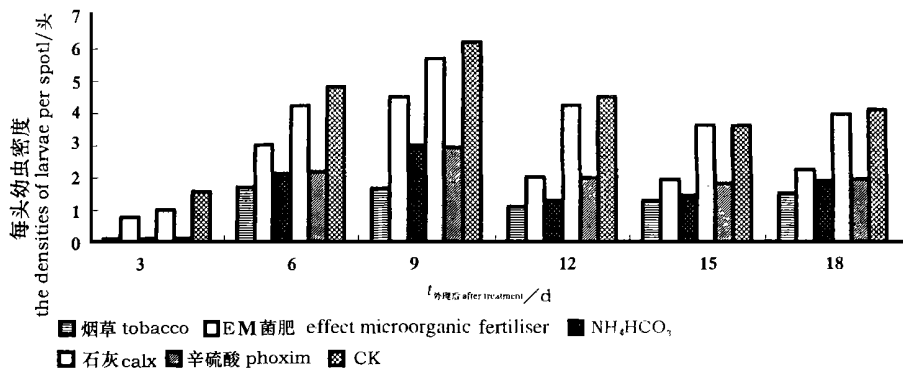


图 1 土壤处理对黄曲条跳甲幼虫数量动态的影响
Fig. 1 Effect of soil treatment on the larva number of striped flea beetle

由图 1 可知,土壤处理后不同天数土壤中黄曲条跳甲幼虫数量同 CK 相比均有不同程度的减少,且不同时间的变化趋势一致。但不同处理间的差异较大,以烟草、辛硫磷、 NH_4HCO_3 的减少幅度较大。对试验所获得的数据进行方差分析,结果表明不同处理间的幼虫数量变动达极显著水平($F_{0.01}=50.5$),尤其是烟草处理后幼虫的变化显著异于其他处理, NH_4HCO_3 和辛硫磷处理后亦有显著差异,

石灰、EM 菌肥对黄曲条跳甲幼虫的作用较小,同 CK 间无显著差异。表明烟草、 NH_4HCO_3 和辛硫磷处理后对黄曲条跳甲幼虫的控制效果较为明显,但其作用机理,尤其是烟草处理土壤后对黄曲条跳甲的作用机理有待进一步研究。

2.2 土壤处理对黄曲条跳甲成虫的控制效应

据系统调查结果,统计出播种后不同天数黄曲条跳甲成虫虫口数量变化情况见表 1。

表 1 土壤处理后不同天数黄曲条跳甲成虫数量变动情况¹⁾ (深圳 龙岗 碧岭, 19981012)
Tab. 1 The population dynamics of the adults of striped flea beetle after soil treatment in different days (Biling, Longgang, Shenzhen)

处理 treatment	出苗后不同天数虫口减退率 deterrent rate of adults at the day after seedling/%							20 d 累积虫量 cumulative	拒避率 deterrent
								amount ²⁾	rate ^{3)/ %}
	5 d	7 d	9 d	12 d	15 d	17 d	20 d		
烟草 tobacco	94. 12	93. 33	87. 50	76. 19	68. 57	69. 23	73. 08	83 E	79. 78
EM 菌肥 effect									
microorganic fertiliser	76. 47	53. 33	31. 25	23. 81	57. 14	30. 77	19. 23	214 CD	47. 55
NH ₄ HCO ₃	82. 35	40. 00	25. 00	19. 05	37. 14	38. 46	11. 54	236 BC	42. 16
石灰 calx	29. 41	26. 67	25. 00	52. 85	22. 86	14. 62	12. 76	333 B	18. 38
辛硫磷 phoxin	88. 24	93. 33	25. 00	47. 62	60. 00	30. 77	19. 23	175 D	57. 11
CK	—	—	—	—	—	—	—	408A	

1)表中数据为 3 次重复之平均值;2)累积虫量按侯有明提出的公式^[1]求得。数据后大写英文字母不同者表示经 Dimcan's 新复极差检验差异达 1% 极显著水平;3)拒避率(%)=[(CK 区累积虫量-处理区累积虫量)/CK 区累积虫量]×100

由表 1 可知,不同土壤处理均对黄曲条跳甲成虫有一定的控制作用,其累积虫量的显著性检验达极显著水平($F_{0.01}=57.193$),且以烟草处理的累积虫量最小,仅为 83.0,拒避率为 79.78%。辛硫磷处

理拒避率也较高, 为 57. 11%, 而石灰处理和 CK 相差不大, 基本上对黄曲条跳甲成虫没有效果; EM 菌肥和 NH_4HCO_3 的效果也不理想. 所以, 从不同处理对黄曲条跳甲成虫的持续控制效果来看, 只有烟草处理效果比较理想, 符合生产要求.

2.3 土壤处理对菜田黄曲条跳甲种群控制效应评价
应用梁广文、庞雄飞^{2,3} 提出的以作用因子组配的生命表技术和在此基础上提出的干扰作用分析法和干扰作用控制指数, 就不同土壤处理对黄曲条跳甲种群控制效应进行定量评价, 结果见表 2

表 2 土壤处理对黄曲条跳甲种群控制作用评价 (深圳 龙岗 碧岭, 19981012)

Tab. 2 Evaluation on the control effect of the soil treatment on the population of striped flea beetle *phyllotreta striate* (F.) (Biling, Longgang, Shenzhen)

类别 classes	不同土壤处理 different soil treatment					
	CK	烟草 tobacco	辛硫磷 phorin	EM 菌肥 effect microorganic fertiliser	NH_4HCO_3	石灰 calx
起始累积成虫量(A_0)/ 头 cumulative amount of adult at the first	43. 20	8. 73	18. 53	22. 67	25. 00	35. 27
对成虫拒避作用存活率 survival rate of the deterrent effect on the adult/ %	—	0. 202 2	0. 428 9	0. 524 5	0. 578 4	0. 816 2
1~2 龄幼虫存活率 survival rate of 1st ~2nd instar larva/ %	0. 501 5	0. 386 9	0. 408 9	0. 388 9	0. 412 8	0. 444 0
3 龄幼虫存活率 survival rate of 3rd instar larva/ %	0. 774 0	0. 637 0	0. 486 1	0. 658 8	0. 772 8	0. 774 0
下一代预期累积成虫量(A_1)/ 头 cumulative amount of adult at the next generation	633. 31	16. 43	59. 66	115. 06	174. 22	373. 65
种群趋势指数(I) the index of population trend	14. 660	1. 882	3. 219	5. 076	6. 969	10. 593
干扰作用控制指数(IIPC) the interderence index of population control	—	0. 124 3	0. 219 6	0. 346 2	0. 475 4	0. 722 6

由表 2 可知, 由于土壤处理对黄曲条跳甲成虫较强的拒避作用和对幼虫数量的间接影响, 从而使黄曲条跳甲种群趋势指数明显降低, 且以烟草处理的控制效果作用最为显著, 可使种群趋势指数降低到 1. 882 以下, 对种群具有很好的持续控制效果, 辛硫磷处理对黄曲条跳甲种群亦有较好的控制效应, 而其他几个处理对黄曲条跳甲种群控制的效果较差, 尤其是石灰、EM 菌肥和 NH_4HCO_3 处理作用甚小, 石灰处理同对照相差不大.

2.4 土壤处理对菜心的保苗、保产效果

不同土壤处理后对菜心的保苗效果及采收时的保产效果分别见表 3. 由表 3 可知, 不同处理间保苗效果的方差分析达极显著水平, 烟草处理后不同时间的保苗效果均较高, 而 EM 菌肥、 NH_4HCO_3 和辛硫磷处理后不同时间的保苗效果相对较低, 石灰处理后不同时间的保苗效果最低, 基本上处于毁苗状态. 由此表明, 在各处理中仅有烟草处理的保苗效果可以达到生产上的要求. 同样, 不同处理的叶均为害量的方差分析亦达极显著水平, 且以石灰、EM 菌肥和 NH_4HCO_3 的为害量较大, 接近对照的为害

量, 辛硫磷处理的为害量较小, 以烟草处理的叶均为害量最小. 从采收时的有孔株率来看, 除烟草处理为 72. 22% 外, 其他处理均为 100%; 从保产效果来看, 以烟草处理最高, 为 77. 13%, 石灰、EM 菌肥和 NH_4HCO_3 最低, 仅为 2. 95%、28. 17% 和 41. 0%, 辛硫磷处理的保产效果为 61. 52%. 这表明仅有烟草处理符合生产上对保产效果的要求.

3 讨论

本文从黄曲条跳甲种群控制的角度出发, 应用系统控制的理论和方法, 对几种土壤处理后菜田黄曲条跳甲种群数量变动及其控制效应进行分析和评价, 揭示了烟草等处理土壤后对黄曲条跳甲种群控制的生态学机理. 其主要体现在对黄曲条跳甲成虫的显著拒避作用, 将其成虫隔阻在菜田生境以外, 从而达到对其种群的显著控制作用. 同时, 对其保苗和保产效果进行分析表明, 烟草处理后可显著减轻黄曲条跳甲的为害, 符合生产上对菜心保苗、保产效果的要求. 这一研究不仅对于生产上有效控制黄曲条跳甲的猖獗为害有着重要的应用价值, 而且在害

虫控制的机理研究方法等方面的探讨, 为同类研究提供一定的参考价值.

烟草对黄曲条跳甲种群的作用机制可能与烟草气味对成虫的拒避作用有关, 有关这方面的机理探讨还需进一步研究. 同时, 烟草处理后, 菜田黄曲条跳甲种群的控制指数还在 1 以上, 表明单独进行土

壤处理还不能将黄曲条跳甲种群控制下来, 需要同其他措施, 尤其是对幼虫的控制措施, 如施用异源植物次生化合物、喷施昆虫病原线虫等结合起来, 进行联合控制, 才能将其种群持续控制下来. 有关这方面的研究, 将另文报道.

表3 土壤处理后不同时间的保苗效果和保产效果¹⁾ (深圳 龙岗 碧岭, 19981012)

Tab. 3 The protective effect on seeding and yield of vegetable after soil treatment in different time (Biling, Longgong, Shenzhen)

处理 treatment	出苗后不同时间的保苗效果 ^{2)/} %						采收时的保产效果 ³⁾		
	the protective effect on seeding at the day after seedling						the protective effect on yeild in harvesting		
	7 d	9 d	12 d	15 d	17 d	20 d	有孔株率	每叶为害面积	保产效果
							injure plant rate/ %	injure area per leaf / mm ²	the protective effect on yield/ %
烟草 tobacco	35. 40	59. 27	57. 47	66. 94	75. 46	86. 91 D	72. 22	155. 2 F	77. 13 E
EM 菌肥 effect microogain fertiliser	44. 97	39. 79	41. 60	42. 00	42. 15	41. 62 B	100. 00	487. 4 C	28. 17 B
NH ₄ HCO ₃	44. 21	43. 44	52. 33	66. 30	68. 86	64. 30 C	100. 00	400. 3 D	41. 00 C
石灰 calx	36. 64	38. 57	40. 27	44. 85	28. 09	14. 91 A	100. 00	658. 5 B	2. 95 A
辛硫磷 phoxin	42. 47	49. 45	41. 43	56. 24	57. 96	61. 83 C	100. 00	262. 1 E	61. 52 A
CK	—	—	—	—	—	—	100. 00	678. 5 A	

1) 表中同列数据后大写英文字母不同者表示经 Duncan' s 新复极差检验差异达 1% 极显著水平; 2) 以播种后第 5 d 的苗数为基数, 保苗效果(%)=(处理区苗数/处理区苗基数)×100-(CK 区苗数/CK 区苗基数)×100; 3) 保产效果(%)=(处理区叶均为害/CK 区叶均为害量)×100

参考文献:

[1] 侯有明. 菜田生物群落与叶菜类主要害虫生态控制研究 [J]. 广州: 华南农业大学资源与环境学院, 1991.

[2] 庞雄飞. 种群数量控制指数及其应用[J]. 植物保护学报, 1990, 17(1): 11— 16.

[3] 庞雄飞, 梁广文. 害虫种群系统的控制[M]. 广州: 广东科技出版社, 1995.

Study on the Control Effect of the Soil Treatment on the
Population of Striped Flea Beetle [*Phyllotreta striolata* (F.)]

HOU You-ming, PANG Xiong-fei, LIANG Guang-wen, SHEN Shu-ping
(Laboratory of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: By the soil treatment with tobacco in vegetable field, the larva number of striped flea beetle [*Phyllotreta striolata* (F.)] decreased remarkably. The deterrent effect on the adults was 79. 81%. The index of population trend (I—value) reduced to 1. 882. The interfenence index of population control (IIPC) was 0. 124 3, and its protective effect on seeding and yield of vegetable were 86. 91% and 77. 13% respectively. The control mechanism of tobacco on the population of striped flea beetle was its deterrent effect significantly.

Key words: soil treatment; tobacco; *Phyllotreta striolata* (F.); deterrent effect; ecological control

【责任编辑 周志红】