

十九种植物精油对茶丽纹象甲成虫的 驱避和拒食活性*

边文波^{1**} 王国昌² 龚一飞³ 孙晓玲^{4***} 李元喜^{1***}

(1. 农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室 南京农业大学 南京 210095;

2. 河南科技学院 新乡 453000; 3. 全国农业技术推广服务中心病虫害

测报处 北京 100000; 4. 中国农业科学院茶叶研究所 杭州 310008)

摘 要 为了寻找茶丽纹象甲 *Mylokerinus aurolineatus* Voss 无公害防治新途径, 采用行为生测法测定了 19 种植物精油对茶丽纹象甲的驱避和拒食活性。结果表明: 大蒜油 *allitridi*、芸香 (*Cantleyt corniculata* (Becc) Howard) 油、丹参 (*Salvia miltiorrhiza* Bunge.)、穿心莲 (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees)、艾叶 (*Artemisia argyi* Levl. et Vant.)、薰衣草 (*Lavender angustifolia* Mill.)、何首乌 (*Fallopia multiflora* (Thunb.) Harald.)、苦参 (*Sophora flavescens* Alt.)、黄芩 (*Scutellaria baicalensis* Georgi)、益母草 (*Leonurus heterophyllus* Sweet) 和金银花 (*Lonicera Japonica* Thunb.) 提取物对象甲的雄性和(或)雌性具有驱避活性。其中, 大蒜油、丹参、何首乌和苦参又分别对象甲的雌性或雄性具有显著的选择性拒食活性; 与对照相比, 芸香油和金银花提取物对象甲具有非选择性拒食活性, 而大蒜油和益母草提取物会显著提高象甲的取食量。艾叶、薰衣草和黄芩提取物对象甲仅表现出一定的驱避活性, 未表现出拒食活性。与对照相比, 穿心莲提取物对象甲具有显著的引诱作用。本研究证明芸香油、丹参、何首乌、苦参和金银花 5 种物质对象甲具有多方面的作用活性, 具有很好的研究价值和实践意义。

关键词 植物精油, 茶丽纹象甲, 成虫, 驱避, 拒食

Repellent and anti-feedant activity of 19 plant essential oils against *Mylokerinus aurolineatus*

BIAN Wen-Bo^{1**} WANG Guo-Chang² GONG Yi-Fei³ SUN Xiao-Ling^{4***} LI Yuan-Xi^{1***}

(1. Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Pests, Ministry of Education,

Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Henan Institute of Science and

Technology, Xinxiang 453000, China; 3. Division of Pest Forecasting, National Agro-Tech

Extension and Service Center, Beijing 100000, China; 4. Tea Research Institute,

Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310008, China)

Abstract In order to find new non-polluting control methods for the tea weevil *Mylokerinus aurolineatus* Voss, a behavioral bioassay was conducted to test the repellent activity of nineteen plant essential oils on this pest. The results show that *allitridi*, lavender oil, baicalin, extract of *Cantleyt corniculata* (Becc) Howard, *Salvia miltiorrhiza* Bunge, *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees, *Artemisia argyi* Levl. et Vant, *Fallopia multiflora* (Thunb.) Harald, *Sophora flavescens* Alt., *Leonurus artemisia* Sweet and *Lonicera Japonica* Thunb., were repellent to both male and female *M. aurolineatus* adults. Of these, *allitridi*, *S. miltiorrhiza* extract, *F. multiflora* extract, and extract of *S. flavescens* reduced feeding by adult weevils relative to the control. Extract of *C. corniculata* and *L. Japonica* reduced feeding activity, whereas *allitridi* and extract of *L. artemisia* significantly enhanced the appetite of adult weevils relative to the control. *Artemisia argyi* extract, lavender oil, and baicalin, although repellent, did not reduce feeding activity relative to

* 资助项目: 国家自然科学基金项目(31171862)、“十二五”农村领域国家科技计划课题(2011BAD01B02-5)、浙江省科技厅公益技术研究农业项目(2011C22043)、现代农业(茶叶)产业技术体系专项基金项目(CARS-23)。

** E-mail: bwbkg21@163.com

*** 通讯作者, E-mail: xlsun1974@163.com; yxli@njau.edu.cn

收稿日期: 2011-01-08, 接受日期: 2011-05-04

the control. Compared to the control, extract of *A. paniculata* was attractive to weevils. Further research on the effects of extracts of *C. corniculata*, *S. miltiorrhiza*, *F. multiflora*, *S. flavescens*, and *L. Japonica* on tea weevils is required to fully determine the control potential of these compounds.

Key words essential oil, *Mylocherinus aurolineatus*, adult, repellent activity, antifeedant activity

植物精油(essential oil)是植物挥发油的总称,是植物体内的挥发性次生代谢物,由分子量相对较小的简单化合物组成,在土壤中可迅速降解。大量研究表明,植物精油对害虫的生物活性较高,作用方式多样,主要为引诱、拒食、驱避、抑制生长发育及直接毒杀等(侯华民,2000;吕建华等,2006;邱艳等,2008)。此外,研究还发现某些植物精油能抑制虫体内的多功能氧化酶而对杀虫剂具有明显的增效作用,例如,茴油可提高西维因、对硫磷、对氧磷和呋喃丹等对家蝇 *Musca domestica* L. 的防治效果(Marcus and Lichtenstetein, 1979),蒿油、芝麻菜油(*Eruca sativa*) Mill. 可提高某些杀虫剂对飞虱类害虫的田间防效(徐汉虹等,1993;徐汉虹和赵善欢,1995)等。至今,已有利用植物精油防治多种农作物害虫、卫生害虫及储粮害虫的大量报道(黎卓维等,2007;马玉花等,2007;仲建锋等,2007;Zahra and Moharramipour, 2008;叶榕树,2009;丁玉军等,2009;冯学环等,2010),但研究多集中于储粮害虫。

茶丽纹象甲 *Mylocherinus aurolineatus* Voss 又名茶叶象甲,属于鞘翅目 Coleoptera,象甲科 Curculionidae,丽纹象属 *Mylocherinus* Reitter, 广布于长江流域以南,以浙江、江苏、安徽、福建、湖南、湖北、广东、云南等省(区)发生较严重。猖獗发生时,严重影响茶叶产量和品质,田间缺少有效的防治措施。目前,国内外尚无植物精油对象甲作用活性研究的相关报道。本文以茶丽纹象甲为研究对象,测试了19种植物精油对象甲成虫的驱避和拒食活性,以其为茶丽纹象甲无公害化防治及开发环保型农药提供试验依据和科学参考。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

茶丽纹象甲成虫收集于中国农业科学院茶叶研究所试验茶场。在室内,雌、雄虫在养虫笼中混合放置2 d后,根据外部形态特征区分雌雄,雌、雄虫分别放置于塑料培养瓶(11.5 cm × 11.5 cm ×

13 cm)中,每瓶中象甲数量不超过10头,用新鲜茶树叶片喂饲,叶片每天更换。室内培养条件为:温度(25 ± 2)℃,湿度70% ± 5%,光周期L:D = 13:11。饲养2周后用于实验,实验前饥饿2 h。

1.2 供试精油

植物精油购自江西省吉水县水南威霸药用油提炼厂,精油种类、含量、相对密度及溶解度信息详见表1。

1.3 实验方法

1.3.1 植物精油的配制 用0.5‰的吐温水溶液将各精油稀释成终浓度为0.5%的乳化液,备用。吐温-80购自山东淄博海杰化工有限公司。

1.3.2 茶丽纹象甲的行为生测

1.3.2.1 19种植物精油对茶丽纹象甲成虫的驱避活性 采用行为选择法。田间剪取带有5片未受害嫩叶的茶树枝条,长约18 cm。每10枝插入一个带水的花泥块中,5枝1列,2列组成一个茶枝组。处理茶枝组喷施0.5%的植物精油乳化液5 mL,对照茶枝组喷0.5‰的吐温水溶液5 mL。待叶面干后,1个处理茶枝组和1个对照茶枝组在网笼(75 cm × 75 cm × 75 cm)内以对角线方式放置。在对角线中央处释放已饥饿2 h的象甲雌性或雄性成虫15头。24 h后观察并记录象甲所在位置。以不同处理茶枝组的中心为圆点,半径30 cm以内的象甲均认为是对该处理有选择。选择一侧味源的象甲与所有有选择行为的虫数之比为象甲对不同味源的选择率。该试验在暗室中进行,严格避免光照对象甲选择行为的影响。每个处理,4次重复。驱避率的计算公式如下:

驱避率(%) = [(对照边虫数 - 处理边虫数) / 对照边虫数] × 100。

1.3.2.2 19种植物精油对茶丽纹象甲成虫的选择性拒食活性 处理方法同驱避活性测试。放虫24 h后,将有取食痕迹的叶片采下并扫描,像素选择为300 dpi。用Sigma scan® 软件对被取食的叶面积进行采集。叶面积的表示单位为:像素 × 10³。每个处理,4次重复。选择性拒食率的公式

表 1 19 种植物精油名称、相对密度及溶解度
Table 1 Name, relative density and solubility of 19 kinds of essential oil

产品名称 Name of products	含量 Concentration	相对密度 Relative density	溶解度 Solubility
1 芸香油 Extract of <i>Cantleyt corniculata</i> (Becc) Howard	≥80.00%	无	水
2 大蒜油 Allitridi	大蒜素 48.00% 以上	1.04—1.09	70% 乙醇
3 艾叶油 Extract of <i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vant.	侧柏酮含量 ≥40.00%	0.90—0.96	75% 乙醇
4 荆芥油 Extract of <i>Nepeta cataria</i> Linn.	含薄荷酮、胡薄荷酮、柠檬烯,总醇量 95.00% 以上	0.89—0.93	乙醇
5 薰衣草油 Lavender oil	沉香醇 30.00% , 乙酸沉香醇 40.00%	0.88—0.90	75% 乙醇
6 迷迭香油 Rosemary	含酯量 ≥1.50% 龙脑 ≥8.00%	0.89—0.91	无
7 冬青油 Methyl salicylate	水杨酸甲酯 95.00% 以上	1.17—1.19	70% 乙醇
8 丹参提取物 Extract of <i>Salvia miltiorrhiza</i> Bge.	丹参酮 ≥5.00%	无	水
9 五味子干膏 Extract of <i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	五味子醇甲 ≥5.00%	无	水
10 何首乌提取物 Extract of <i>Fallopia multiflora</i> (Thunb.) Harald.	10.00: 1.00	无	水
11 苦参提取物 <i>Sophora flavescens</i> Alt.	苦参碱 ≥98.00%	无	水
12 黄芩苷 Baicalin	≥85.00%	无	水
13 丹皮酚 Paeonolum	≥99.00%	无	水
14 益母草干膏 Extract of <i>Leonurus artemisia</i> Sweet	≥20.00%	无	水
15 厚朴酚 Magnolol	≥50.00%	无	水
16 金银花提取物 Extract of <i>Lonicera japonica</i> Thunb.	绿原酸 ≥25.00%	无	水
17 穿心莲提取物 Extract of <i>Andrographis paniculata</i> (Burm. f.) Nees	穿心莲内脂 Andrographolide ≥5.00%	无	水
18 白芍提取物 Extract of <i>Paeonia lactiflora</i> Pall	芍药苷 ≥20.00%	无	水
19 百部提取物 Extract of <i>Stemona sessilifolia</i> (Miq.) Miq	20.00: 1.00	无	水

如下：

选择性拒食率(%) = (对照组取食叶面积 - 处理组取食叶面积) / (对照组取食叶面积 + 处理组取食叶面积) × 100。

1.3.2.3 19 种植物精油对茶丽纹象甲的非选择性拒食活性 选择嫩度和叶面积大小相对一致的茶树叶片,叶柄部包以含水的脱脂棉。将 0.5% 植物精油乳化液 500 μL 均匀涂抹在叶片的正反两面。对照涂抹 500 μL 的 0.5%吐温水溶液。待叶片干后,相同处理的叶子 2 片 1 组放入一个养虫罐中,将已饥饿 2 h 的象甲雄虫或雌虫 6 头分别放入处理 and 对照罐中,24 h 后对取食面积的数据进行采集,方法同前。每个处理,4 次重复。象甲的非选择性拒食率依照下面公式进行计算。

非选择性拒食率(%) = (对照组取食叶面积 - 处理组取食叶面积) / 对照组取食叶面积 × 100。

1.4 统计分析

利用 PASW Statistics 18 软件对数据进行统计分析,对照与处理之间的差异显著性采用 *t* - test 方法进行比较。

2 结果与分析

2.1 19 种植物精油对茶丽纹象甲成虫的驱避活性

19 种植物精油对茶丽纹象甲驱避活性测定结果见表 2。结果表明:芸香油和大蒜油对茶丽纹象甲的雌雄两性均具有显著的驱避作用,对雄虫的驱避率分别是 30.44% 和 70%,对雌虫的驱避率分别是 27.77% 和 62.07%;丹参提取物只对雄性象甲具有显著驱避作用,驱避率为 46.15%;而穿心莲提取物不仅不能驱避象甲雄虫,反而会对其产生显著的引诱作用,驱避率为 -133.33%;艾

叶、薰衣草、何首乌、苦参、黄芩、益母草和金银花 27.27%、50.00%、57.14%、40.00%、57.14%、
则仅对雌性具有显著驱避作用,驱避率分别为 57.14% 和 62.07%。

表 2 19 种植物精油对茶丽纹象甲雌、雄成虫的驱避活性

Table 2 Repellent activity of 19 plant essential oils against *Myloecerus aurolineatus* female or male adults

精油 序号 No. of essential oil	雄性 Male (♂)				雌性 Female (♀)			
	选择率(%)		驱避率 (%)	<i>t</i> 检验 <i>P</i> < 0. 05	选择率(%)		驱避率 (%)	<i>t</i> 检验 <i>P</i> < 0. 05
	Selective rate (%)				Selective rate (%)			
	处理 Treatment	对照 Control	Repellent rate	<i>t</i> -test <i>P</i> < 0. 05	处理 Treatment	对照 Control	Repellent rate	<i>t</i> -test <i>P</i> < 0. 05
1	41. 11	58. 89	30. 44	**	41. 94	58. 06	27. 27	*
2	23. 06	76. 94	70. 00	**	28. 13	71. 87	62. 07	**
3	37. 50	62. 50	40. 00		41. 94	58. 06	27. 27	*
4	42. 78	57. 22	22. 73		38. 33	61. 67	39. 13	
5	45. 00	55. 00	18. 18		34. 17	65. 83	50. 00	*
6	53. 33	46. 66	− 16. 67		37. 92	62. 08	35. 00	
7	43. 61	56. 39	22. 73		34. 56	65. 44	50. 00	
8	35. 00	65. 00	46. 15	*	40. 28	59. 72	30. 43	
9	36. 38	63. 62	39. 39		39. 71	60. 29	32. 26	
10	52. 50	47. 50	− 10. 53		30. 00	70. 00	57. 14	*
11	42. 50	57. 50	25. 83		37. 50	62. 50	40. 00	**
12	54. 76	45. 24	− 18. 52		30. 00	70. 00	57. 14	**
13	53. 61	46. 39	− 10. 53		32. 50	67. 50	51. 85	
14	40. 00	60. 00	33. 33		30. 00	70. 00	57. 14	**
15	57. 50	42. 50	− 35. 29		40. 00	60. 00	33. 33	
16	45. 00	55. 00	18. 18		27. 50	72. 50	62. 07	*
17	70. 00	30. 00	− 133. 33	*	47. 05	52. 95	13. 64	
18	36. 59	63. 41	− 133. 33		67. 50	32. 50	44. 44	
19	67. 50	32. 50	− 100. 00		34. 55	65. 45	48. 15	

注: * 表示对照与处理之间存在显著差异 ($P < 0.05$), ** 表示对照与处理之间存在极显著差异 ($P < 0.01$)。下表同。

Asterisks indicate significant difference between treatments and controls (*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$). The same below.

2.2 19 种植物精油对茶丽纹象甲成虫的选择性拒食活性

19 种植物精油对茶丽纹象甲选择性拒食活性测定结果见表 3。结果表明:大蒜油对茶丽纹象甲的雌雄两性均有显著的选择性拒食活性,对雌性的选择性拒食活性高达 82.77%,对雄性的选择性拒食活性为 42.07%,相对较弱;丹参提取物仅对象甲雄性具有选择性拒食作用,拒食率为 44.5%;此外,何首乌和苦参提取物对象甲雌性具有显著的选择性拒食作用,拒食率分别为 51.48% 和 21.96%。

2.3 19 种植物精油对茶丽纹象甲的非选择性拒食活性

19 种植物精油对茶丽纹象甲非选择性拒食活性测定结果见表 4。结果表明:在没有食源选择的情况下,象甲雄虫取食了芸香油处理的叶片后,取食量显著低于取食对照叶片的象甲,非选择性拒食率为 49.58%;而象甲雄虫取食了大蒜油和益母草提取物处理的叶片后,取食量显著升高,非选择性拒食率分别为 -115.37% 和 -60.18%;象甲雌虫取食了金银花处理的叶片后,取食量显著降低,非选择性拒食率为 77.88%。

表 3 19 种植物精油对茶丽纹象甲雌、雄成虫的选择性拒食活性

Table 3 Selective antifeedant activity of 19 plant essential oils against *Myloecerus aurolineatus* female or male adults

精油 序号 No. of essential oil	雄性 Male (♂)				雌性 Female (♀)			
	取食的叶面积 (像素 × 10 ³)		拒食率 (%)	<i>t</i> 检验 <i>P</i> < 0.05	取食的叶面积 (像素 × 10 ³)		拒食率 (%)	<i>t</i> 检验 <i>P</i> < 0.05
	Leaf area of feeding (Pixel × 10 ³)				Leaf area of feeding (Pixel × 10 ³)			
	处理 Treatment	对照 Control	Antifee- dant rate	<i>t</i> -test <i>P</i> < 0.05	处理 Treatment	对照 Control	Antifee- dant rate	<i>t</i> -test <i>P</i> < 0.05
1	21. 39 ± 3. 66	25. 87 ± 4. 97	9. 48		22. 58 ± 4. 83	34. 53 ± 7. 26	20. 92	
2	14. 39 ± 3. 58	35. 29 ± 6. 27	42. 07	*	3. 62 ± 2. 17	38. 40 ± 6. 83	82. 77	**
3	18. 00 ± 8. 81	32. 85 ± 8. 36	29. 21		21. 65 ± 10. 20	37. 73 ± 11. 56	27. 08	
4	19. 29 ± 4. 10	20. 99 ± 1. 33	4. 23		16. 97 ± 7. 08	30. 36 ± 3. 68	28. 29	
5	18. 51 ± 5. 26	16. 91 ± 2. 55	− 4. 52		23. 87 ± 14. 48	47. 11 ± 13. 87	32. 74	
6	12. 63 ± 3. 57	17. 78 ± 1. 80	16. 94		4. 47 ± 1. 07	20. 62 ± 10. 64	64. 37	
7	11. 72 ± 2. 19	9. 94 ± 2. 15	− 8. 22		14. 29 ± 7. 30	16. 65 ± 5. 39	7. 63	
8	6. 94 ± 1. 17	18. 07 ± 1. 61	44. 50	**	12. 59 ± 6. 30	24. 47 ± 5. 82	32. 06	
9	25. 54 ± 6. 04	23. 03 ± 2. 30	− 5. 17		27. 26 ± 7. 04	47. 53 ± 7. 92	27. 10	
10	21. 26 ± 8. 15	16. 07 ± 7. 35	− 13. 90		11. 85 ± 2. 90	37. 00 ± 4. 97	51. 48	**
11	33. 84 ± 7. 86	30. 61 ± 7. 74	− 5. 01		37. 78 ± 4. 05	59. 04 ± 2. 89	21. 96	**
12	63. 89 ± 9. 03	49. 75 ± 4. 98	− 12. 44		54. 38 ± 9. 58	77. 55 ± 9. 93	17. 56	
13	32. 49 ± 9. 65	38. 77 ± 12. 44	8. 81		50. 22 ± 17. 34	73. 5 ± 16. 76	18. 82	
14	37. 57 ± 8. 24	26. 19 ± 8. 95	− 17. 85		49. 80 ± 9. 37	67. 51 ± 16. 35	15. 10	
15	25. 31 ± 2. 60	28. 63 ± 9. 39	6. 16		41. 05 ± 13. 22	46. 41 ± 18. 72	6. 13	
16	25. 42 ± 10. 07	33. 16 ± 5. 06	13. 21		29. 82 ± 18. 10	65. 15 ± 10. 83	37. 20	
17	30. 03 ± 9. 36	12. 63 ± 5. 19	− 40. 79		38. 81 ± 13. 01	56. 53 ± 24. 01	18. 59	
18	24. 47 ± 7. 47	7. 87 ± 2. 54	− 51. 33		28. 69 ± 11. 48	44. 28 ± 4. 58	21. 36	
19	11. 04 ± 6. 86	6. 17 ± 3. 77	− 28. 30		16. 60 ± 10. 69	16. 24 ± 2. 10	− 1. 10	

3 讨论

植物精油是从植物特定部位提取、具有特征性香气的一类物质,大多组成成分复杂,一般包含几十至几百种化合物(Regnault-Roger, 1997)。精油中的活性成分作为一种化学信息被植物释放,可与周围的同种或异种生物进行化学信号传递从而产生特定的化学效应。由于植物精油具有对人、畜安全、作用方式新颖和不污染环境等优点而备受关注。目前,已有关于植物精油对多种植食性害虫熏蒸、驱避、拒食和毒杀活性的大量报道(徐汉虹和赵善欢,1995;吕建华等,2006;丁玉军等,2009;赖荣泉和尤民生,2010),但植物精油对茶树害虫作用活性的研究还鲜见报道。本研究发现芸香油、丹参、穿心莲、艾叶、薰衣草、何首乌、苦参、黄芩、益母草和金银花提取物对象甲的雄性和(或)雌性具有驱避活性。其中,丹参、何首乌和苦

参又分别对象甲的雌性或雄性具有显著的选择性拒食活性,且在非选择性拒食实验中发现三者均没有表现出刺激象甲取食的现象。当象甲在没有食源选择的情况下,芸香油和金银花又对象甲具有显著的拒食作用。由此认为如何利用芸香油、丹参、何首乌、苦参和金银花 5 种物质对象甲进行无害化防治,值得深入研究。而艾叶、薰衣草和黄芩提取物对象甲仅表现出一定的驱避活性,未表现出拒食活性,故可以作为辅助成分考虑其对主要成分的增效作用。在驱避活性测试中,作者发现穿心莲提取物对象甲具有显著的引诱作用,引诱率高达 133.33%,下一步拟将穿心莲提取物的挥发性成分进行提取鉴定,利用行为生测确定对象甲具有引诱活性的化合物,以期对象甲引诱剂配方的优化提供参考。

大蒜素是大蒜 *allium sativum* 提取液中主要生物活性成分的总称,已有研究报道大蒜素对多种

表 4 19 种植物精油对茶丽纹象甲雌、雄成虫的非选择性拒食活性
Table 4 Non-selective antifeedant activity of 19 plant essential oils against
Mylocerinus aurolineatus female or male adults

精油 序号 No. of essential oil	雄性 Male (♂)				雌性 Female (♀)			
	取食的叶面积 (像素 × 10 ³)		拒食率 (%)	<i>t</i> 检验 <i>P</i> < 0.05	取食的叶面积 (像素 × 10 ³)		拒食率 (%)	<i>t</i> 检验 <i>P</i> < 0.05
	Leaf area of feeding (Pixel × 10 ³)				Leaf area of feeding (Pixel × 10 ³)			
	处理	对照	Antifee- dant rate	<i>t</i> -test <i>P</i> < 0.05	处理	对照	Antifee- dant rate	<i>t</i> -test <i>P</i> < 0.05
	Treatment	Control			Treatment	Control		
1	6.04 ± 1.31	11.98 ± 2.07	49.58	*	7.38 ± 2.70	12.16 ± 3.60	39.31	
2	12.75 ± 1.90	5.92 ± 0.58	-115.37	*	15.34 ± 2.62	10.23 ± 3.17	-49.95	
3	12.17 ± 1.74	11.98 ± 2.07	-1.59		13.80 ± 4.13	15.41 ± 4.54	10.45	
4	12.27 ± 2.30	16.78 ± 6.77	26.88		18.70 ± 4.74	15.53 ± 1.36	-20.41	
5	9.80 ± 3.09	16.78 ± 6.77	41.60		18.57 ± 4.76	27.71 ± 12.72	32.98	
6	5.33 ± 1.80	16.78 ± 6.77	68.24		10.61 ± 1.04	27.71 ± 12.72	61.71	
7	11.12 ± 1.55	16.78 ± 6.77	33.73		19.56 ± 3.15	15.53 ± 1.36	-25.95	
8	11.57 ± 1.83	7.36 ± 0.68	-57.20		12.1 ± 3.09	10.23 ± 3.17	-18.28	
9	17.48 ± 2.40	16.78 ± 6.77	-4.17		8.90 ± 1.29	15.53 ± 1.36	42.69	
10	4.54 ± 0.33	5.41 ± 1.25	16.08		17.94 ± 3.24	10.23 ± 3.17	-75.37	
11	14.96 ± 1.85	25.57 ± 8.90	41.49		14.54 ± 3.32	10.23 ± 3.17	-42.13	
12	9.80 ± 1.33	11.98 ± 2.07	18.20		10.19 ± 1.10	12.16 ± 3.60	16.20	
13	15.33 ± 3.10	25.57 ± 8.90	40.05		20.69 ± 1.70	27.71 ± 12.72	25.33	
14	19.19 ± 0.86	11.98 ± 2.07	-60.18	*	19.70 ± 1.72	12.16 ± 3.60	-62.01	
15	11.88 ± 2.04	25.57 ± 8.90	53.54		12.27 ± 3.60	27.71 ± 12.72	55.72	
16	5.04 ± 2.32	11.98 ± 2.07	57.93		2.69 ± 1.16	12.16 ± 3.60	77.88	*
17	12.75 ± 2.37	15.5 ± 1.68	17.74		10.88 ± 1.66	15.53 ± 1.36	29.94	
18	11.26 ± 2.70	7.36 ± 0.78	-52.99		13.89 ± 5.94	12.16 ± 3.60	-14.23	
19	9.16 ± 1.03	7.36 ± 0.78	-24.46		8.65 ± 4.36	12.16 ± 3.60	28.87	

害虫具有熏蒸、毒杀、驱避或拒食活性。例如,大蒜素对玉米象 *Sitophilus zeamais* Motschulsky、谷蠹 *Rhyzopertha dominica* Fabricius 等储粮害虫有明显的熏蒸作用(仲建锋等,2007)、对棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 具有较好的田间防效果(秦宝福等,2003)、对烟蚜 *Myzus persicae* Sulzer 具有显著的拒食与毒杀活性(赖荣泉和尤民生,2010)。本文的研究结果表明:大蒜油对茶丽纹象甲的雌、雄两性均具有显著的驱避活性和选择性拒食活性;但在非选择性拒食活性测定的实验中,却意外发现取食了大蒜油处理的叶片后,象甲取食量反而显著提高,较对照提高了 115.37%。这个现象说明,尽管大蒜油对象甲具有较好的驱避效应和一定的选择性拒食活性,但是当象甲适应了大蒜油的刺激性气味后,大蒜油反而成为象甲取食的刺激剂,提高了象甲对处理后叶片的嗜好性。此外,本研究

还发现另外一种能够刺激象甲取食的植物精油—益母草提取物。

驱避活性测试结果显示:丹参提取物对雄性象甲具有显著驱避作用,而艾叶、薰衣草和何首乌等 7 种提取物则仅作用于雌性,造成这一现象的原因可能是由不同性别象甲的触角感受器结构不同造成的。至今,有研究发现芸香油对赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* (Herbst) 具有良好的忌避作用(徐汉虹和赵善欢,1995)、英国薰衣草 (*Lavandula angustifolia*) 精油对西瓜炭疽病 *Colletotrichum orbiculare* 病原真菌的生长有很强的抑制活性(孙思箫,2008),其他种类精油对有害生物作用活性的研究尚未见报道。由于植物精油是植物自身释放的化学信息物质,因此利用精油对害虫进行生态调控必将具有良好的发展前景。随着精油提取工业化的持续快速发展,精油类植物源农药的创

制必将成为今后无公害杀虫剂研究的重要方面。本文仅探讨了 19 种植物精油对茶丽纹象甲的作用活性,忌避剂的有效作用浓度、不同精油混配后的作用效果,以及活性精油在田间对天敌昆虫种群动态的影响尚未进行系统研究。因此,本文仅能为茶丽纹象甲无公害化防治及开发精油作为环保型农药提供一定的试验依据,而利用植物精油对茶丽纹象甲进行生态控制则有待更系统的研究。

参考文献 (References)

- Marcus C, Lichtenstetein EP, 1979. Biologically active components of arise: Toxicity and interactions with insecticides in insects. *Agric. Food Chem.*, 27 (6): 1217—1223.
- Regnault-Roger C, 1997. The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Int. Pest Manag. Rev.*, 2:25—34.
- Zahra B, Moharramipour S, 2008. Fumigant toxicity of *Carum copticum* and *Vitex pseudo-negundo* essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculatus*. *J. Pest. Sci.*, 81:213—220.
- 丁玉军,谢慧琴,林楠,刘福光,陈遂中,彭意才,2009. 几种植物精油生物活性的初步研究. *安徽农业科学*, 37 (24):11608—11609.
- 冯学环,蒋红云,何伟志,张燕宁,2010. 7 种精油对甜菜夜蛾的拒食活性. *农药*, 49(7):530—532.
- 侯华民,2000. 植物精油防治害虫的研究现状. *江苏农药*, (1):24—26.
- 赖荣泉,尤民生,2010. 大蒜乙醇抽提物对烟蚜的拒食与毒杀作用. *福建农林大学学报*, 39(1):15—18.
- 黎卓维,曾鑫年,罗诗,汪茂卿,罗建斌,2007. 植物精油对荔枝蒂蛀虫的产卵驱避效果. *昆虫天敌*, 29(3):97—102.
- 吕建华,赵英杰,鲁玉杰,2006. 三种植物精油对四种主要储粮害虫的生物活性研究. *中国粮油学报*, 21 (3): 325—329.
- 马玉花,赵忠,江志利,魏丽萍,张兴,2007. 苦杏仁精油的熏蒸杀虫活性研究. *西北植物学报*, 27(9):1879—1883.
- 秦宝福,袁亚红,岳田利,刘建党,2003. 大蒜素等药剂防治棉蚜的应用研究. *陕西农业科学*, 6:21—22.
- 邱艳,宋旭红,黄衍章,华红霞,杨长举,2008. 石菖蒲根茎提取物 β -细辛醚对玉米象成虫的毒力及防治效果. *华中农业大学学报*, 27(1):52—55.
- 孙思萧,2008. 芳香植物精油及其主要成分对西瓜炭疽病菌的抑制活性研究. 硕士论文. 上海:上海交通大学.
- 徐汉虹,赵善欢,1995. 五种精油对储粮害虫的忌避作用和杀卵作用研究. *中国粮油学报*, 10(1):1—5.
- 徐汉虹,赵善欢,江福银,黄国维,1993. 精油防治仓库害虫的实仓应用. *华南农业大学学报*, 14(3):42—47.
- 叶榕村,2009. 福桔果皮精油对黄粉虫成虫的驱避作用和种群抑制作用. *粮食储藏*, 4:18—20.
- 仲建锋,鲁玉杰,李兴奎,邓隆杰,2007. 大蒜素对储粮害虫熏蒸作用的研究. *河南农业大学学报*, 41(4):442—446.