

苍耳倍半萜内酯和博落回生物碱对3种蔬菜害虫的活性比较

周 琼^{1,3}, 魏美才¹, 欧晓明², 肖 炜¹

(1 中南林业科技大学昆虫系统与进化生物学实验室, 长沙 410004, 2 湖南化工研究院 国家农药创制工程技术研究中心, 长沙 410007, 3 湖南科技大学生命科学与技术学院, 湘潭 411201)

摘要 为探讨苍耳(*Xanthium sibiricum*)倍半萜内酯分离物 L-II (主要成分为4 β ,5 β -环氧苍耳素--1 α ,4 α -内过氧化物)的活性大小,将其与博落回(*Macleaya cordata*)总生物碱提取物 MacSC (主要成分为血根碱和白屈菜红碱)的活性进行了比较研究。结果显示,两种测试物对试虫均表现较高活性,其中,苍耳倍半萜内酯分离物 L-II 对小菜蛾(*Plutella xylostella*)4龄幼虫的选择性拒食中浓度(AFC₅₀)为23.6 mg/L,活性强于博落回生物碱提取物 MacSC(111.8 mg/L);在测试浓度为10 mg/mL时,L-II处理组的小菜蛾4龄幼虫仅有4.30%发育为成虫,是对照的6.12%,小菜蛾蛹的羽化率为对照的12.05%,而 MacSC 的影响相对较低,两值分别为对照的33.89%和56.23%,在上述测试浓度,L-II对桃蚜(*Myzus persicae*)和萝卜蚜(*Lipaphis erysimi*)均有较强的忌避作用,24 h忌避率分别为72.03%和74.47%,而 MacSC 对桃蚜的忌避效果较低(55.50%),对萝卜蚜无忌避活性。说明苍耳倍半萜内酯分离物 L-II 对几种试虫的拒食、忌避和生长发育抑制活性均高于博落回总生物碱提取物 MacSC。

关键词 苍耳倍半萜内酯; 博落回总生物碱, 拒食, 忌避; 小菜蛾; 桃蚜; 萝卜蚜

中图分类号 S 482.39

Comparative activity of sesquiterpene lactones from *Xanthium sibiricum* and alkaloids from *Macleaya cordata* against insect pests

Zhou Qiong^{1,3}, Wei Meicai¹, Ou Xiaoming², Xiao Wei¹

(1. Laboratory of Insect Systematics and Evolutionary Biology, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, China, 2 National Engineering and Technology Research Centre for Agrochemicals, Hunan Research Institute of Chemical Industry, Changsha 410007, China, 3 School of Life Science, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract The comparative activity of sesquiterpene lactones from *Xanthium sibiricum*, the main active ingredient L-II of which was 4 β ,5 β -epoxyxanthanin-1 α ,4 α -endoperoxide, and alkaloids from *Macleaya cordata* (MacSC), main active ingredients of which was sanguinarine and chelerythrine, against three insect pests, including diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) and mustard aphid *Lipaphis erysimi* (Homoptera: Aphididae), were studied in laboratory. The results showed that the two tested plants materials possessed high antifeedant, deterrent and development-inhibiting activities. The AFC₅₀ (antifeeding median concentration) values of L-II and MacSC against *P. xylostella* were 23.6 mg/L and 111.8 mg/L, respectively, in choice bioassay. Meanwhile, they also had pupation-and eclosion-inhibiting activities against *P. xylostella*, with only 4.30% larvae developing into adults for L-II and 23.80% for MacSC, when the tested concentration was 10 mg/mL. However, L-II had deterrent effects on *M. persicae* and *L. erysimi*, with choice deterrent rate as 72.03% and 74.47%, respectively, but MacSC had lower deterrent effect on *M. persicae* and no deterrent effect on *L. erysimi*. These findings suggested that the sesquiterpene lactones from *Xanthium sibiricum* have stronger antifeedant, deterrent and development-inhibiting effects than alkaloids from *Macleaya cordata* on the insects tested.

Key words sesquiterpene lactones from *Xanthium sibiricum*; alkaloids from *Macleaya cordata*; antifeedant, inhibiting deterrent; *Plutella xylostella*, *Myzus persicae*, *Lipaphis erysimi*

苍耳(*Xanthium sibiricum* Patr. et Widd.)属菊科苍耳属(*Xanthium*)植物,在我国作为传统的中

药材有悠久的历史,始载于《神农本草经》,具有散风除湿,通鼻窍等功效^[1-2],又是重要的土农药^[3]。其提取物和不同分离物对小菜蛾(*Plutella xylostella* L.)、黏虫(*Mythimna separata*)等蔬菜害虫有较强的拒食、生长发育抑制和产卵忌避等活性^[4-8]。对苍耳有效成分的分离和活性跟踪的系统研究,得到生物活性较高的倍半萜内酯类化合物4 β ,5 β -环氧苍耳素-1 α ,4 α -内过氧化物(4 β ,5 β -epoxyxanthatin-1 α ,4 α -endoperoxide)为主要成分的分离物 L-II。

倍半萜内酯类化合物是菊科植物的特征成分,在苍耳属植物中含量丰富^[9-13]。已有报道,苍耳倍半萜内酯具有驱避贝类、微生物生长抑制作用、细胞毒性和昆虫生长发育抑制作用,其中,研究得比较多的是苍耳素^[14-18]。为探讨本室分离纯化获得的苍耳倍半萜内酯分离物 L-II 的活性大小,将其与博落回(*Macleaya cordata*)总生物碱提取物的活性进行了比较研究,以期开发研究苍耳倍半萜内酯活性物质应用于害虫综合治理策略提供科学基础和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料来源

苍耳(*Xanthium sibiricum*)倍半萜内酯分离物 L-II:苍耳采于湖南省湘潭市郊,经有机溶剂提取、萃取和多次柱色谱层析分离获得,其中4 β ,5 β -环氧苍耳素-1 α ,4 α -内过氧化物(4 β ,5 β -epoxyxanthatin-1 α ,4 α -endoperoxide, C₁₅H₁₈O₅)含量在95%以上,其结构经 LC-MS、GC-MS 和元素分析仪表征。以0.1 g/mL 甲醇液冰箱保存,测试前临时稀释。

博落回(*Macleaya cordata*)总生物碱提取物(MacSC):由湖南九汇现代中药有限公司提供干粉,总生物碱 $\geq 60\%$,其中,血根碱(sanguinarine) $\geq 40\%$,白屈菜红碱(chelerythrine) $\geq 13\%$,用25%的甲醇水溶液配制成0.1 g/mL,冰箱保存,测试前临时稀释。

小白菜(*Brassica chinensis* L.)播种并栽培在塑料花盆的营养土中,在500 mm $\times$ 500 mm $\times$ 500 mm的铝合金养虫笼中,整个生长期不施用任何农药,待长出5~6片真叶时供试。

小菜蛾(*Plutella xylostella*),桃蚜(*Myzus per-*

sicae)、萝卜蚜(*Lipaphys erysimi*)采自湖南省长沙市郊未施农药的蔬菜地,在室内(25℃)小白菜上继代饲养。

1.2 生物活性测试方法

1.2.1 拒食活性测定方法

参照张兴等的方法^[8,20],摘取生长状况基本一致的小白菜叶片洗净后剪成20 mm $\times$ 20 mm的正方形叶碟,取测试原液用蒸馏水稀释成一定浓度梯度,设相应浓度的甲醇溶液为对照,将叶碟在稀释液中浸渍2 s后,取出,自然晾干。选择性拒食活性测试时,取处理叶碟和对照叶碟各两片,相间均等摆放在 $d=125$ mm底部垫有潮湿滤纸的培养皿中,在培养皿中央接入5~6头饥饿了2 h的4龄小菜蛾幼虫,24 h后用透明方格纸测量叶碟被取食的面积。试验设5次重复,于25℃进行。非选择性试验时,每皿放置相同处理的叶碟。以拒食率的几率值为Y值,浓度对数为X值,求回归方程。计算相关系数(r)和拒食中浓度(AFC₅₀)。

1.2.2 蚜虫的选择性忌避试验

采用改进的半叶法^[4],将小白菜叶片保留中脉,裁成左右完全相等的圆形,再沿中脉剪开成两片叶碟,用2%琼脂粘附在培养皿中,两叶碟按正常位置摆放,但中间隔开尽量大的距离,每皿中的两片叶碟分别均匀涂布测试液和对照液,自然晾干,将2~3龄桃蚜小心挑入皿中央,每皿20头,用封口膜封口,并用昆虫针刺上多个通气孔。试验设5次重复,分别于24、48、72 h时观察记录各叶碟上停留的蚜虫数量。

1.2.3 对小菜蛾的化蛹、蛹重和羽化的影响

用测试液浸渍2 s的小白菜叶饲喂小菜蛾3~4龄幼虫,在垫有潮湿滤纸的培养皿中,至其化蛹。记录幼虫的化蛹数,以及蛹的羽化数,分析化蛹率和羽化率。

1.3 数据处理与分析方法

选择性拒食 =

$$\frac{\text{对照组的取食面积} - \text{处理组的取食面积}}{\text{对照组的取食面积} + \text{处理组的取食面积}} \times 100\%;$$

非选择性拒食率 =

$$\frac{\text{对照组的取食面积} - \text{处理组的取食面积}}{\text{对照组的取食面积}} \times 100\%;$$

选择性忌避率 =

$$\frac{\text{对照组的蚜虫居留量} - \text{处理组的蚜虫居留量}}{\text{对照组的蚜虫居留量} + \text{处理组的蚜虫居留量}} \times 100\%.$$

用 SPSS 软件分析处理数据。

2 结果与分析

2.1 对小菜蛾 4 龄幼虫的拒食活性比较

处理后 24 h 的测试结果见表 1,可以看出,苍耳倍半萜内酯分离物(L-II)和博落回生物碱分离提取物(MacSC)对小菜蛾 4 龄幼虫均表现一定的拒食活性,在相同的测试浓度下,对小菜蛾 4 龄幼虫的选择

性拒食活性较 MacSC 高。对获得的有关数据进一步分析的结果,L-II 对小菜蛾 4 龄幼虫的毒力回归方程为: $Y=60.36+36.79\lg x$ ($r=0.9996$),拒食中浓度(AFC₅₀)为 23.6 mg/L,MacSC 对小菜蛾 4 龄幼虫的毒力回归方程为: $Y=46.41+48.25\lg x$ ($r=0.9986$),拒食中浓度(AFC₅₀)为 111.8 mg/L,可以看出,L-II 对小菜蛾 4 龄幼虫的选择性拒食活性比 MacSC 高 4 倍多。

表 1 苍耳倍半萜内酯和博落回生物碱对小菜蛾的选择性拒食作用¹⁾

供试物质	测试浓度/ mg·mL ⁻¹	取食面积/mm ² ·头 ⁻¹		选择性拒食率/%
		对照	处理	
L-II	10 0	(59 42±8 93)a	(0 77±0 50)b	97 40
	0 1	(44 76±13 93)a	(27 00±11 47)a	24 75
MacSC	10 0	(84 92±9 59)b	(2 80±2 80)b	93 62
	0 1	(49 30±8 64)a	(52 22±14 00)a	- 2 88

1) 每行成对数据后小写字母相同,表示经成对数据的 T 检验,在 0.05 水平差异不显著。

非选择性拒食测试结果(表 2),两种分离物在所测试的浓度范围内,对小菜蛾 4 龄幼虫均表现较强的非选择性拒食活性,且 L-II 较 MacSC 的非选择性拒食活性略高。在测试浓度为 1 mg/mL 时,两种测试物对小菜蛾 4 龄幼虫非选择性拒食率分别为 49.94%和 44.90%;测试浓度为 10 mg/mL 时,选择性拒食率分别达 74.24%和 66.47%,与选择性测试结果一致。

表 2 苍耳倍半萜内酯 L-II 和博落回生物碱 MacSC 对小菜蛾的非选择性拒食活性¹⁾

供试物质	测试浓度 /mg·mL ⁻¹	取食面积 /mm ² ·头 ⁻¹	非选择性 拒食率/%
L-II	10	(20 34±3 46)b	74 24
	1	(39 52±14 06)b	49 94
MacSC	10	(26 47±6 81)b	66 47
	1	(43 50±4 80)b	44 90
CK	0	(78 95±9 83)a	—

1) 同列数据后小写字母不同者表示经 Duncan's 新复极差多重比较法检验,在 0.05 水平差异显著。

2.2 对小菜蛾化蛹率、蛹重和羽化率的影响

小菜蛾 4 龄幼虫取食被 L-II 和 MacSC 处理过的叶片后,其化蛹率和羽化率均明显降低(表 3),其中,L-II 表现较高活性。在测试浓度为 10mg/mL

时,小菜蛾的化蛹率与对照之间差异显著,分别为 43.00%(L-II)和 51.00%(MacSC),是对照组化蛹率的 50.83%和 60.28%;比较两者的羽化率,可以看出,两者都具有强烈的降低小菜蛾蛹羽化的效果,其中,L-II 处理组与对照之间差异显著,羽化率仅为对照的 12.05%,MacSC 处理组的小菜蛾羽化率为对照的 56.23%。综合分析两种测试物的作用效果,在浓度为 10 mg/mL 时,L-II 处理组的小菜蛾 4 龄幼虫发育为成虫的比率仅为对照的 6.12%,而 MacSC 处理组为对照的 33.89%。

2.3 对蚜虫的忌避活性比较

采用改进的半叶法测试结果(表 4),两种测试物对桃蚜均有较好的忌避效果,其中(L-II)的忌避活性高于总提取物(MacSC),在测试浓度为 1 mg/mL 和 10 mg/mL 时,L-II 对桃蚜的选择性忌避率均高于 50%,而 MacSC 在测试浓度为 1 mg/mL 时,对桃蚜的选择性忌避率低于 50%。

对萝卜蚜选择性忌避试验测试结果,L-II 有较强的忌避活性,在测试浓度为 10 mg/mL,对萝卜蚜的选择性忌避率高于 60%,而 MacSC 在所测试的浓度,对萝卜蚜均无忌避作用。

表 3 苍耳倍半萜内酯 L-II 和博落回生物碱 MacSC 对小菜蛾化蛹和羽化的影响¹⁾

供试物质	测试浓度 /mg·mL ⁻¹	化蛹率/%	羽化率/%	4 龄幼虫发育为 成虫的比率/%
L-II	10 0	(43 00±13 93)c	(10 00±10 00)c	4 30
	0 1	(64 00±6 78)abc	(38 33±11 67)bc	24 53
MacSC	10 0	(51 00±6 40)bc	(46 67±16 16)abc	23 80
	0 1	(74 00±7 31)ab	(61 67±12 80)ab	45 64
CK	0	(84 60±7 43)a	(83 00±7 68)a	70 22

1) 同列数据后小写字母不同者表示经 Duncan's 新复极差多重比较法检验,在 0.05 水平差异显著。

表4 苍耳倍半萜内酯 L-II 和博落回生物碱 MacSC 对桃蚜的忌避作用¹⁾

测试物质	测试浓度/ mg · mL ⁻¹	居留数/头 · 半叶碟 ⁻¹				选择性忌避率/%	
		24 h		48 h		24 h	48 h
		处理	对照	处理	对照		
L-II	10	(2 33±0 88)b	(14 33±1 67)a	(0 67±0 67)b	(6 00±2 52)a	72 03	89 91
	1	(4 33±1 76)b	(13 00±1 53)a	(1 00±0 58)b	(9 33±2 91)a	50 03	80 64
MacSC	10	(2 67±1 67)b	(9 33±3 53)a	(1 33±0 88)b	(8 00±2 52)a	55 50	71 49
	1	(5 00±1 73)a	(10 00±1 53)a	(1 33±0 33)b	(3 67±0 67)a	33 33	46 80

1) 同组同行数据后小写字母不同者表示经成对数据的 T-检验,在 0.05 水平差异显著。

表5 苍耳倍半萜内酯 L-II 和博落回生物碱 MacSC 萝卜蚜的忌避活性¹⁾

测试物质	测试浓度/ mg · mL ⁻¹	居留数/头 · 半叶碟 ⁻¹				选择性忌避率/%	
		24 h		48 h		24 h	48 h
		处理	对照	处理	对照		
L-II	10	(2 00±0 58)b	(13 67±3 28)a	(1 33±0 67)b	(5 33±0 33)a	74 47	60 06
	1	(5 33±1 45)a	(8 33±3 48)a	(2 67±2 19)a	(10 33±6 36)a	21 96	58 92
MacSC	10	(6 67±0 88)a	(5 33±0 33)a	(3 33±1 86)a	(1 67±1 67)a	-11 17	-33 20
	1	(5 00±0 58)a	(5 00±0 58)a	(2 00±0 58)a	(1 67±0 67)a	0	-8 99

1) 同组同行数据后小写字母不同者表示经成对数据的 T-检验,在 0.05 水平差异显著。

3 结论与讨论

博落回系罂粟科植物,具有清热解毒、杀虫止痒的功效,主要有效成分为生物碱^[21],其中的血根碱和白屈菜红碱具有抗菌、杀虫和镇痛等药理作用^[22-23]。博落回作为民间杀蛆草药,在我国已有悠久历史,其中生物碱可使蝇蛆先兴奋后麻痹而死,并能抑制蝇卵孵化^[24-25];博落回对烟蚜和烟青虫有强的杀灭作用,田间应用防治效果高达 96% 以上^[26],目前已有商业化生产的博落回生物农药,1% 血根碱可湿性粉剂对苹果黄蚜、苹果二斑叶螨(*Tetranychus urticae*)、梨木虱(*Psylla chinensis*)有很好的防治效果^[27-28]。说明博落回生物碱具有较强的控制害虫的效果。

本研究的结果,前期工作获得的苍耳倍半萜内酯化合物(L-II)对几种害虫均表现比博落回总生物碱提取物(MacSC)较强的活性,包括拒食活性以及影响小菜蛾 4 龄幼虫的发育和降低羽化方面,L-II表现出的活性均是同浓度 MacSC 活性的 5 倍左右;同时,L-II对桃蚜和萝卜蚜均有较强的忌避效果,而 MacSC 对桃蚜的忌避活性较 L-II 低,对萝卜蚜无忌避活性。

本研究报道了苍耳和博落回两种不同植物活性分离物对害虫的几种活性,旨在明确所提取分离的以 4β,5β-环氧苍耳素-1α,4α-内过氧化物(4β,5β-epoxyxanthatin-1α,4α-endoperoxide)为主要成分的相对活性大小,作为进一步研究和应用的依据,可以看出,该苍耳倍半萜内酯分离物(L-II)对害虫的拒食活性、忌避和生长发育抑制活性均较所测试的博落回总生物碱提取物更强,是一种具有开发利用前景的植物次生物质,其作用机理目前正在研究中。

参考文献

- [1] 侯海宫,吕益寿,李耀海,等 苍耳本草考证和药用文献考实[J] 中草药,2002,33(12) 1128-1130
- [2] State Pharmacopoeia Commission Pharmacopoeia of P. R. China [M] Vol 1 English Edition Beijing Chemical Industry Press, 2000 91
- [3] 中国土农药编辑委员会 中国土农药志[M] 北京 科学出版社,1959 165
- [4] Zhou Q, Liang G W, Zeng L, et al The control efficiency of the plants alcohol extracts on the laboratory populations of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) [J] Agricultural Sciences in China, 2002, 1(11) 1199-1203
- [5] 周琼,刘炳荣,舒迎花,等 苍耳等药用植物提取物对小菜蛾的拒食和产卵忌避效果[J] 中国蔬菜,2006(2) 17-20
- [6] 周琼,梁广文,曾玲 几种植物提取物和药剂对桃蚜和萝卜蚜生长发育的影响[J] 中国蔬菜,2005,128(2) 15-17
- [7] 张君霞,张新虎,杨小华 苍耳不同溶剂提取物对粘虫和蚜虫的杀虫活性研究[J] 西北师范大学学报(自然科学版),2006,42(3) 82-85
- [8] 周琼,魏美才,刘炳荣,等 苍耳不同分离物对害虫的拒食和忌避活性[J] 植物保护,2007,33(6) 81-85
- [9] 张晓琦,叶文才,赵守训 苍耳属中倍半萜内酯的研究进展[J] 中草药,2001,32(10) 951-953
- [10] Ahmed A A, Jakupovic J, Bohlmann F, et al Sesquiterpene lactones from *Xanthium pungens* [J] Phytochemistry, 1990, 29(7) 2211-2215
- [11] Abder-Mogib M, Dawidar A M, Metwaay M A, et al Xanthanolides from *Xanthium spinosum* [J] Phytochemistry, 1991, 30(10) 3461-3462
- [12] Mahmoud A A. Xanthanolides and xanthane epoxide derivatives from *Xanthium strumarium* [J] Planta Med, 1998, 64 724-727
- [13] Saxena V K, Mondal S K A xanthanolide from *Xanthium strumarium* [J] Phytochemistry, 1994, 35(4) 1081-1082
- [14] Lavault M, Landreau A, Larcher G, et al Antileishmanial

- and antifungal activities of xanthanolides isolated from *Xanthium macrocarpum* [J] Fitoterapia, 2005, 76 363 - 366
- [15] Sato Y, Dketani H, Yamada T, et al A xanthanolide with potent antibacterial activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [J] J Pharm Pharmacol, 1997, 49 1042 - 1044
- [16] Roussakis C H, Chinou I, Vayas C, et al Cytotoxic activity of xanthatin and the crude extracts of *Xanthium strumarium* [J] Planta Med, 1994, 60 473 - 474
- [17] Harada A, Sakata K, Ina H Isolation and identification of xanthatin as an antiattaching repellent against *Blue mussel* [J] Agric Biol Chem, 1985, 49(6) 1887 - 1888
- [18] Kawazu K, Nakajima S, Ariwa M Xanthumin and 8-epi-xanthatin as insect development inhibitors from *Xanthium canadense* Mill [J] Cellular and Molecular Life Sciences, 1979, 35 (10) 1294 - 1295
- [19] 国家医药管理局中草药情报中心站 植物药有效成分手册 [M] 北京 人民卫生出版社, 1986 914
- [20] 张兴, 赵善欢 楝科植物对几种害虫的拒食和忌避作用 [J] 华南农学院学报, 1983, 4(3) 1 - 7
- [21] Newman S E, Roll M J, Harkrader R J A naturally occurring compound for controlling powdery mildew of greenhouse roses [J] Hortscience, 1999, 14(4) 686 - 689
- [22] 吴茂旺, 朱建华 博落回药理研究与应用概况 [J] 基层中药杂志, 2002, 16(3) 46 - 48
- [23] 张世宣 博落回植物及其生物碱杀蛆作用的初步研究报告 [J] 中草药通报, 1957, 3(2) 58
- [24] 袁涛忠, 张华生 博落回杀灭蝇蛆效果的实验观察 [J] 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 1999, 17(2) 128
- [25] 章新军, 杨峰钢, 高致明, 等 植物源农药防治烟草病虫害 [J] 烟草科技, 2006 22(6) 58 - 60
- [26] 陈昭存, 庞师勇, 葛敏 博落回对梨树两种害虫防治药效试验 [J] 山西果树, 2003, 91(1) 12
- [27] 孙光忠, 彭超美, 邹矛 1%血根碱 WP 对梨木虱的防治效果初探 [J] 现代农药, 2004, 3(4) 34 - 39
- [28] 孙光忠, 彭超美 新型植物源杀虫剂——血根碱对苹果二斑叶螨控制效果初探 [J] 农药科学与管理, 2003, 24(11) 17 - 18