

网络出版时间:2017-08-21 13:50
网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20170821.1350.026.html>

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2017.10.013

129 种植物丙酮提取物杀虫活性筛选

沈 静^a,周 玉^a,李 琰^b,马志卿^a,张秀云^{a,c},张 兴^a

(西北农林科技大学 a 无公害农药研究服务中心, b 生命科学学院, c 陕西省天然产物化学生物学重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】对秦岭地区和内蒙古地区共 47 科 129 种植物进行了杀虫活性筛选,以期发现杀虫活性较强的植物,为开发植物源农药提供参考。【方法】制备 129 种供试植物的丙酮提取物。以粘虫 3 龄幼虫、小菜蛾 3 龄幼虫、玉米黄呆蓟马 2 龄若虫、麦长管蚜无翅成蚜为靶标,分别采用小叶碟添加法、浸叶法、改进浸叶法、浸虫浸液法对供试植物的丙酮提取物进行杀虫活性测定。【结果】在 0.5 g/mL 的供试剂量下,苍耳七、狭叶青海大戟、北芸香、竹灵消、蓼子朴、草地风毛菊等 6 种植物对粘虫 3 龄幼虫的 24,48,72 h 拒食率均在 90% 以上;苍耳七和狭叶青海大戟 2 种植物对粘虫 3 龄幼虫的 72 h 校正死亡率在 75% 以上;乳浆大戟、狭叶青海大戟、北芸香、草地风毛菊、毛裂蜂斗菜、蒲儿根、竹灵消和苍耳七等 8 种植物样品对小菜蛾 3 龄幼虫的 72 h 校正死亡率均在 70% 以上;毛细辛、大叶金丝桃、白毛山梅花、蒲儿根、山竹花等 5 种植物丙酮提取物对玉米黄呆蓟马 2 龄若虫的 24 h 校正死亡率均在 50% 以上。在 0.3 g/mL 的供试剂量下,秦岭冷杉、兴安胡枝子、骆驼蓬、田旋花、毛莲菜等 5 种植物提取物对麦长管蚜无翅成蚜的 24 h 校正死亡率均大于 95%。【结论】蒲儿根、苍耳七、狭叶青海大戟等植物对不同供试昆虫表现出较好的毒杀或拒食活性,值得进一步研究。

【关键词】 植物源农药;杀虫活性;丙酮提取物

【中图分类号】 S482.39 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-9387(2017)10-0101-10

Screening of the insecticidal activities of acetone
extracts from 129 plants

SHEN Jing^a,ZHOU Yu^a,LI Yan^b,MA Zhiqing^a,ZHANG Xiuyun^{a,c},ZHANG Xing^a

(a Research & Development Center of Biorational Pesticide, b College of Life Science, c Shaanxi Key Laboratory of Natural Products Chemical Biology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 Screening for the insecticidal activities of acetone extracts of 129 plants to explore botanical pesticides. 【Method】 Acetone extracts of 129 plants were evaluated for insecticidal activities against the 3rd larvae of *Mythimna separata* W. and *Plutella xylostella* L. by a leaf dipping method, 2nd larvae of *Anaphothrips obscurus* by leaf immersion method and adult *Sitobion avenae* by leaf immersion method. 【Result】 At the concentration of 0.5 g/mL, six plants, *Parnassia wightiana*, *Euphorbia kozlowii*, *Haplophyllum dauricum*, *Cynanchum inamoenum*, *Inula salsoloides* and *Saussurea amara* showed strong antifeedant activities against the 3rd larvae of *M. separata* W., with the antifeedant rate (24 h, 48 h, 72 h) above 90%. *Parnassia wightiana* and *Euphorbia kozlowii* showed obvious toxic activity against the 3rd larvae of *M. separata* W., with the mortality rate (72 h) above 75.00%. Simultaneously, eight plants, *Euphorbia esula*, *Senecio oldhamianus* and *Parnassia wightiana* et al. showed obvious toxic activity against the 3rd larvae of *P. xylostella* L., with the mortality rate (72 h) higher than 70.00%. In addition, five plant

【收稿日期】 2016-07-25

【基金项目】 国家高科技研究发展计划(863 计划)项目“植物源农药创制与应用技术及成果示范推广”(2011AA10A202)

【作者简介】 沈 静(1992—),女,四川广安人,在读硕士,主要从事植物源杀虫剂研究。E-mail: shenjingtust@126.com

【通信作者】 张秀云(1974—),女,安徽青阳人,副教授,博士,主要从事天然产物化学研究。E-mail: zhangxiuyun@nwsuaf.edu.cn

extracts from *Asarum himalaicum*, *Hypericum prattii* Hemsl., *Philadelphus incanus*, *Senecio oldhamianus* and *Disporum cantoniense* showed obvious toxic activity against the 2nd larvae of *A. obscurus*, with the mortality rate (24 h) above 50.00%. Meanwhile, another five kinds of plants which including *Abies chensiensis*, *Lespedeza davurica*, *Peganum harmala*, *Convolvulus arvensis* and *Elephantopus mollis* H. B. K. showed obvious toxic activity against adult of *S. avenae*, under the concentration of 0.3 g/mL, with mortality rate (24 h) higher than 95.00%. **【Conclusion】** The extracts from *Senecio oldhamianus*, *Parnassia wightiana* and *Euphorbia kozlowii* et al. exhibited remarkable insecticidal activities, and are worthy of further investigation.

Key words: botanical pesticide; insecticidal activity; acetone extracts

随着人们环保意识的不断提高,使用化学农药的危害越来越引起人们的关注。为了保护环境、确保农业的可持续发展,从植物中寻找天然产物杀虫物质成为开发和研制新农药的有效途径之一。

我国幅员辽阔,地大物博,植物资源也十分丰富。许多植物体内的次生代谢产物都对昆虫有毒杀、拒食或抑制生长发育等作用。自 20 世纪 90 年代以来,我国科研工作者在天然产物杀虫物质的筛选方面做了广泛研究。张兴等^[1]在对西北地区 475 种植物杀虫活性筛选的研究中发现,小果博落回等 18 种植物对粘虫有较好的拒食活性,沙地柏等 11 种植物对玉米象有种群抑制作用,千里光等 7 种植物对赤拟谷盗有种群抑制作用。徐汉虹等^[2-5]对猪毛蒿、肉桂、齿叶黄皮、八角茴香等 10 余种植物精油的杀虫作用进行了较为深入的研究。王兴林等^[6]报道了大戟、牛心朴、紫慧槐等 10 种植物提取物对棉铃虫生长发育的影响。周利娟等^[7-8]从 40 多种植物中筛选出华蟹甲草、秃杉、悬铃木、叶苧麻和龟背竹等 10 多种具有较好杀虫活性的植物。近年来,国内学者在植物源农药的筛选和利用方面做了大量工作,并在新型杀虫植物的筛选和活性成分研究方面取得了很多成果^[9-13]。

我国秦岭地区以及内蒙古毛乌素草原植物资源丰富,在研究开发植物源杀虫剂方面具有得天独厚的优势。鉴于此,本研究从秦岭火地塘和内蒙古毛乌素草原采集了包括菊科、豆科、芸香科、五加科等共 47 科 129 种植物,对其进行超声波提取,并以粘虫、小菜蛾、玉米黄呆蓟马和麦长管蚜为靶标,对其杀虫活性进行检测,以期研发新型植物源杀虫剂提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

粘虫 3 龄幼虫、小菜蛾 3 龄幼虫、玉米黄呆蓟马

2 龄若虫,均由西北农林科技大学无公害农药研究中心养虫室饲养(温度为(25±1)℃,湿度(70±5)%,光照(光/暗)=16/8)。敏感系麦长管蚜无翅成蚜,采自西北农林科技大学北校区北门外麦田。

1.2 供试植物

供试植物材料共 129 种,分属于 47 科 112 属(表 1),于 2015 年 7—8 月采自陕西秦岭火地塘和内蒙古毛乌素草原,经西北农林科技大学生命科学院李琰副教授鉴定。

1.3 供试植物样品的提取

采用超声波提取法^[14]提取植物样品。具体方法:将阴干的植物材料于 60℃ 恒温烘干,粉碎后过孔径 355 μm 的筛,置于密封袋内备用。试验前称取一定量的植物干粉,加入适量丙酮进行超声波提取,每次 40 min,重复 3 次。过滤后,将样品浓缩为 1 g/mL,保存于 4℃ 冰箱,备用。

1.4 杀虫活性的测定

1.4.1 对粘虫的拒食及毒杀活性 采用小叶碟添加法^[15-16],将新鲜玉米叶片剪成小叶碟(1 cm×1 cm),置于供试植物提取液(提取液用丙酮稀释为 0.5 g/mL)中浸渍 2~3 s,取出自然晾干后,放入培养皿(直径 9 cm)中,接入饥饿 4 h 的 3 龄粘虫。每处理重复 3 次,每重复 10 头试虫,以丙酮处理为对照,于处理后 24、48 和 72 h 统计死虫数(死亡标准为试虫不能取食,触之不动),计算死亡率、校正死亡率,于处理后 24 和 48 h 统计取食叶碟数,计算拒食率^[17-18]。计算公式如下:

死亡率=死虫数/总虫数×100%,

校正死亡率=(处理组死亡率-对照组死亡率)/(1-对照组死亡率)×100%,

拒食率=(对照取食叶碟数-处理取食叶碟数)/对照取食叶碟数×100%。

1.4.2 对小菜蛾的毒杀活性 选择对粘虫 3 龄幼

虫杀虫活性较好的植物材料,采用浸叶法^[19-20]测定其对小菜蛾的毒杀活性(提取液质量浓度用丙酮稀释为 0.5 g/mL),计算其死亡率。

1.4.3 对玉米黄呆蓟马的毒杀活性 根据丹麦植物与土壤科学研究所提出的测定蓟马抗性新方法——玻璃残留处理法^[21-22]改良的浸叶法,测定 129 种供试植物丙酮提取液对玉米黄呆蓟马的毒杀活性。将新鲜的小麦叶片剪成 2 cm 长的小段,将其在提取液(提取物质量浓度用丙酮稀释成 0.5 g/mL)中浸泡 3~5 s,取出晾干放入 5 cm 的离心管中,再用毛笔将玉米黄呆蓟马 2 龄若虫转移到离心管中,并用封口膜封口防止试虫跑出,最后在封口膜上打孔以保持空气流通。每处理重复 3 次,每重复接入 40 头玉米黄呆蓟马,以丙酮为对照。于处理后 24 h 时在电子显微镜下观察死虫数,计算校正死亡率。

表 1 129 种植物丙酮提取物对粘虫 3 龄幼虫的拒食及毒杀活性

Table 1 Antifeedant and toxic activities of acetone extracts from 129 plants against 3 rd larvae of <i>Mythimna separata</i> W.		拒食率/% Antifeedant rate			校正死亡率/% Mortality rate		
科名 Family	植物名称 Name of Plant	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
松科 Pinaceae	秦岭冷杉 <i>Abies chensiensis</i>	0.20	31.30	34.90	0.00	0.00	0.00
荨麻科 Urticaceae	野苎麻 <i>Boehmeria gracili</i>	4.21	9.06	17.92	3.33	3.33	6.66
石竹科 Caryophyllaceae	狗筋蔓 <i>Cucubalus baccifer</i>	14.18	2.84	6.74	3.33	3.33	3.33
	沙生蝇子草 <i>Silene olgiana</i>	20.08	46.64	45.98	0.00	0.00	0.00
景天科 Crassulaceae	费菜 <i>Sedum aizoon</i>	0.56	1.50	2.04	0.00	0.00	0.00
十字花科 Brassicaceae	沙芥 <i>Pugilnium cornutum</i>	9.00	11.11	20.09	0.00	0.00	0.00
樟科 Lauraceae	木姜子 <i>Litsea pungens</i>	10.14	17.54	21.92	0.00	0.00	0.00
	三桠乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>	46.08	40.92	41.71	0.00	0.00	0.00
麻黄科 Ephedraceae	麻黄 <i>Ephedra sinica</i>	3.66	1.70	5.48	0.00	0.00	3.33
藜科 Chenopodiaceae	木碱蓬 <i>Suaeda dendroides</i>	30.97	24.12	28.55	0.00	0.00	0.00
	囊果碱蓬 <i>Suaeda physophora</i>	18.31	16.38	14.17	0.00	0.00	0.00
	沙蓬 <i>Agriophyllum squarrosum</i>	13.58	45.52	33.73	0.00	0.00	0.00
	蒙古虫实 <i>Corispermum mongolicum</i>	35.95	44.25	61.31	10.00	26.67	30.00
	蝇虫实 <i>Corispermum declinatum</i>	17.03	15.07	46.14	6.66	6.66	13.33
	盐爪爪 <i>Kalidium foliatum</i>	11.52	28.69	33.35	0.00	0.00	0.00
毛茛科 Ranunculaceae	川陕金莲花 <i>Trollius buddae</i>	12.22	7.85	9.37	0.00	3.33	16.67
	小花草玉梅 <i>Anemone rivularis</i>	3.81	1.33	2.46	0.00	0.00	3.33
	驴蹄草 <i>Caltha palustris</i>	59.13	47.28	34.80	0.00	0.00	0.00
	松潘乌头 <i>Aconitum sungpanense</i>	19.32	2.79	13.43	0.00	0.00	0.00
	大叶铁线莲 <i>Clematis heraclei folia</i>	4.71	0.04	0.33	0.00	0.00	3.33
	华北楼斗菜 <i>Aquilegia oxysepala</i>	1.37	4.53	23.27	0.00	0.00	0.00
	长柄唐松草 <i>Thalictrum przewalski</i>	9.67	0.17	7.37	3.33	3.33	3.33
	茴茴蒜 <i>Ranunculus chinensis</i> Bunge.	62.34	58.32	57.08	3.33	3.33	3.33
小檗科 Berberidaceae	小檗 <i>Berberis amurensis</i>	3.66	1.70	5.48	0.00	0.00	3.33
	长穗小檗 <i>Berberis dolichobotrys</i>	20.73	25.58	19.02	0.00	0.00	0.00
木通科 Lardizabalaceae	猫屎瓜 <i>Decaïsnea fargesii</i>	49.25	45.27	40.49	0.00	0.00	0.00
马兜铃科 Aristolochiaceae	毛细辛 <i>Asarum himalaicum</i>	53.68	54.85	52.81	0.00	0.00	0.00
猕猴桃科 Actinidiaceae	藤山柳 <i>Clematoclethra lasioclada</i>	12.75	25.86	37.25	6.66	6.66	10.00
藤黄科 Guttiferae	金丝桃 <i>Hypericum chinense</i>	40.75	36.15	36.19	0.00	0.00	3.33
	大叶金丝桃 <i>Hypericum prattii</i> Hemsl.	46.32	35.33	29.41	0.00	0.00	0.00
	贯叶连翘 <i>Hypericum perforatum</i>	28.14	27.88	40.34	0.00	0.00	0.00
	川陕遍地金 <i>Hypericum subcordatum</i>	8.17	3.59	7.23	0.00	0.00	0.00

1.4.4 对麦长管蚜的毒杀活性 采用浸虫浸液法^[23-24]测定。将 1 g/mL 供试植物丙酮提取液用 5 g/L吐温-80 水溶液稀释成 0.3 g/mL 药液,备用。剔除有翅蚜,选取大小一致且健康的无翅麦长管蚜成蚜供试,将挑好的试虫连同小麦叶片一起在药液中浸泡3~5 s,取出用吸水纸吸干多余的药液,放入培养皿中,加水保湿,每皿 30 头试虫,重复 3 次,以 5 g/L 吐温-80 水溶液为对照,24 h 后检查结果,计算校正死亡率。

2 结果与分析

2.1 129 种植物丙酮提取物对粘虫 3 龄幼虫的拒食及毒杀活性 129 种供试植物丙酮提取物对粘虫 3 龄幼的拒食及毒杀活性结果见表 1。

表 1(续)

Continued table 1

科名 Family	植物名称 Name of Plant	拒食率/% Antifeedant rate			校正死亡率/% Mortality rate		
		24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
罂粟科 Papaveraceae	秦岭弯花紫堇 <i>Corydalis curviflora</i>	76.47	53.80	49.33	0.00	3.33	3.33
	柱果绿绒蒿 <i>Meconopsis oliveriana</i>	67.30	50.44	37.88	0.00	0.00	0.00
	蛇果紫堇 <i>Corydalis ophiocarpa</i> Hook. f.	3.24	16.48	7.00	3.33	3.33	3.33
柳叶菜科 Onagraceae	牛泷草 <i>Circaea cordata</i> Royle.	8.75	11.65	9.21	0.00	0.00	16.67
虎耳草科 Saxifragaceae	多花红升麻 <i>Astilbe myriantha</i>	1.91	5.31	0.23	0.00	0.00	0.00
	苍耳七 <i>Parnassia wightiana</i>	90.73	92.07	95.88	0.00	53.33	90.00
	白毛山梅花 <i>Philadelphus incanus</i>	14.87	10.45	9.43	6.66	6.66	6.66
蔷薇科 Rosaceae	珍珠梅 <i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br	23.65	11.10	21.34	0.00	3.33	6.67
	银露梅 <i>Potentilla glabra</i>	1.31	2.00	1.57	0.00	6.66	6.66
	假升麻 <i>Aruncus sylvester</i>	26.17	22.94	19.04	0.00	0.00	0.00
	细枝栒子 <i>Cotoneaster gracilis</i>	19.17	14.13	1.51	0.00	0.00	0.00
	托叶樱桃 <i>Prunus stipulacea</i>	7.36	1.86	0.08	0.00	0.00	3.33
豆科 Leguminosae	细枝岩黄耆 <i>Hedysarum scoparium</i>	4.11	10.00	9.78	0.00	0.00	0.00
	毛刺锦鸡儿 <i>Caragana tibetica</i>	32.10	20.23	18.94	0.00	0.00	0.00
	草木樨黄耆 <i>Astragalus melilotoides</i>	68.26	83.06	89.33	0.00	10.00	26.67
	披针叶择野决明 <i>Thermopsis lanceolata</i>	4.50	3.54	12.59	0.00	0.00	0.00
	短翼岩黄耆 <i>Hedysarum brachypterum</i>	5.56	11.24	3.33	0.00	0.00	0.00
	砂珍棘豆 <i>Oxytropis psamocharis</i>	38.89	42.74	30.20	0.00	0.00	0.00
	兴安胡枝子 <i>Lespedeza davurica</i>	21.38	42.27	36.59	0.00	0.00	0.00
牻牛儿苗科 Geraniaceae	鼠掌老鹳草 <i>Geranium sibiricum</i>	5.67	4.79	27.44	0.00	3.33	3.33
	血见愁老鹳草 <i>Geranium henryi</i>	5.40	9.84	17.68	0.00	0.00	0.00
	牻牛儿苗 <i>Erodium stephanianum</i>	11.55	1.80	9.38	3.33	6.66	6.66
大戟科 Euphorbiaceae	乳浆大戟 <i>Euphorbia esula</i>	77.37	79.46	84.73	0.00	0.00	0.00
	狭叶青海大戟 <i>Euphorbia kozlowii</i>	100.00	100.00	99.93	3.33	30.00	76.67
胡颓子科 Elaeagnaceae	沙枣 <i>Elaeagnus angustifolia</i>	20.07	7.20	24.62	0.00	0.00	0.00
蒺藜科 Zygophyllaceae	骆驼蓬 <i>Peganum harmala</i>	24.15	36.91	36.36	0.00	0.00	0.00
	骆驼蒿 <i>Salsola collina</i>	14.63	38.14	31.43	0.00	0.00	0.00
	白刺 <i>Nitraria tangutorum</i>	11.38	40.61	38.11	0.00	0.00	0.00
	多裂骆驼蓬 <i>Peganum multisectum</i>	6.00	9.74	16.58	0.00	0.00	0.00
芸香科 Rutaceae	花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	82.76	32.53	57.01	0.00	0.00	0.00
	北芸香 <i>Haplophyllum dauricum</i>	97.58	98.73	98.62	0.00	0.00	16.67
槭树科 Aceraceae	重齿槭 <i>Acer maximowiczii</i>	16.93	0.00	8.20	0.00	3.33	3.33
凤仙花科 Balsaminaceae	水金凤 <i>Impatiens nolitangere</i>	20.00	2.95	29.58	0.00	0.00	0.00
卫矛科 Celastraceae	栓翅卫矛 <i>Euonymus hamiltonianus</i>	29.16	23.90	15.63	0.00	0.00	3.33
	纤齿卫矛 <i>Euonymus giraldii</i>	42.55	51.81	53.90	0.00	3.33	6.66
省沽油科 Staphyleaceae	膀胱果 <i>Staphylea holocarpa</i>	2.43	0.00	11.34	3.33	0.00	0.00
五加科 Araliaceae	蜀五加 <i>Acanthopanax setchuensis</i>	0.00	8.50	7.31	0.00	3.33	3.33
	楸木 <i>Aralia chinensis</i>	15.66	19.32	19.54	0.00	0.00	16.67
伞形科 Umbelliferae	秦岭当归 <i>Angelica tsinlingensis</i>	58.97	44.24	46.55	0.00	0.00	3.33
	山羊角芹 <i>Aegopodium alpestre</i>	33.90	21.03	10.51	0.00	0.00	0.00
鹿蹄草科 Pyrolaceae	皱叶鹿蹄草 <i>Pyrola rugosa</i>	47.01	36.67	26.72	0.00	0.00	0.00
萝藦科 Asclepiadaceae	竹灵消 <i>Cynanchum inamoenum</i>	100.00	99.90	99.83	0.00	6.66	23.33
	地梢瓜 <i>Cynanchum thesioides</i>	60.29	60.00	66.60	0.00	0.00	0.00
	鹅绒藤 <i>Cynanchum chinense</i>	81.08	60.27	60.91	3.33	20.00	26.67
旋花科 Convolvulaceae	田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>	21.22	17.26	16.02	0.00	0.00	0.00
紫草科 Boraginaceae	大果琉璃草 <i>Cynoglossum divaricatum</i>	8.85	18.23	20.18	0.00	0.00	0.00
	砂引草 <i>Messerschmidia sibirica</i>	5.20	1.80	6.60	3.33	3.33	3.33
马鞭草科 Verbenaceae	蒙古菀 <i>Caryopteris mongholica</i>	69.67	63.61	61.20	0.00	0.00	3.33
龙胆科 Gentianaceae	花锚 <i>Halenia eliptica</i>	2.92	5.43	5.38	0.00	0.00	0.00
唇形科 Labiatae	木香薷 <i>Elsholtzia stauntoni</i>	35.23	19.96	20.65	0.00	0.00	0.00
	活血丹 <i>Glechoma longituba</i>	15.40	13.98	24.75	0.00	0.00	3.33

表 1(续)		Continued table 1					
科名 Family	植物名称 Name of Plant	拒食率/% Antifeedant rate			校正死亡率/% Mortality rate		
		24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
玄参科 Scrophulariaceae	夏枯草 <i>Prunella vulgaris</i>	1.71	3.27	16.73	0.00	0.00	0.00
	风车草 <i>Clinopodium urticifolium</i>	5.91	1.81	3.74	3.33	3.33	3.33
	湖北鼠尾草 <i>Salvia hupehensis</i>	15.40	22.41	20.90	0.00	0.00	0.00
	糙苏 <i>Phlomis umbrosa</i> (Jerusalemsage)	34.15	35.20	46.08	3.33	6.66	10.00
	冬青叶兔唇花 <i>Lagochilus iliciifolius</i>	32.76	48.52	45.10	6.66	13.33	16.67
	香青兰 <i>Dracocephalum moldavica</i>	3.60	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	脓疮草 <i>Panzeria alaschanica</i>	50.52	47.62	59.62	3.33	16.67	26.67
	百里香 <i>Thymus mongolicus</i>	38.85	32.77	27.43	0.00	0.00	0.00
	疏花婆婆纳 <i>Veronica laxa</i>	51.81	50.73	55.66	0.00	0.00	0.00
	薛生马先蒿 <i>Pedicularis muscicola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	3.33
忍冬科 Caprifoliaceae	四川沟酸浆 <i>Mimulus szechuanensis</i>	6.00	4.00	0.15	0.00	0.00	0.00
	山西马先蒿 <i>Pedicularis shansiensis</i> Tsoong.	13.82	5.47	10.90	0.00	6.66	6.66
	金花忍冬 <i>Lonicera chrysantha</i>	42.06	54.83	51.18	0.00	3.33	3.33
	盘叶忍冬 <i>Lonicera tragophylla</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	羽裂叶葑子蕪 <i>Triosteum pinnatifidum</i>	42.61	26.14	28.75	3.33	10.00	10.00
	唐古特忍冬 <i>Lonicera tangutica</i>	72.93	68.33	68.34	10.00	16.67	26.67
	冠果忍冬 <i>Lonicera stephanocarpa</i>	2.04	1.36	1.89	6.66	10.00	10.00
	太白六道木 <i>Abelia dielsii</i>	7.73	1.81	2.64	3.33	6.66	6.66
紫葳科 Bignoniaceae	刚毛忍冬 <i>Lonicera hispida</i>	25.04	23.92	18.42	3.33	0.00	3.33
	角蒿 <i>Incarvillea sinensis</i>	23.62	17.07	22.94	0.00	10.00	13.33
败酱科 Valerianaceae	异叶败酱 <i>Patrinia heterophylla</i>	4.83	9.25	8.38	0.00	0.00	3.33
菊科 Compositae	缬草 <i>Valeriana officinalis</i>	21.80	11.42	7.93	0.00	3.33	3.33
	毛裂蜂斗菜 <i>Petasites tricholobus</i>	64.54	61.34	63.42	0.00	0.00	3.33
	尖叶绣线菊 <i>Spiraea japonica</i> var. <i>acuminata</i>	12.12	24.12	36.62	6.66	6.66	6.66
	蒲儿根 <i>Senecio oldhamianus</i>	86.38	83.67	78.44	0.00	0.00	0.00
	云南蓍 <i>Achillea wilsoniana</i>	57.22	14.61	8.58	0.00	0.00	0.00
	太白山橐吾 <i>Ligularia dolichobotrys</i>	62.82	51.51	41.33	10.00	10.00	13.33
	砂蓝刺头 <i>Echinops gmelini</i>	19.75	17.46	14.46	0.00	0.00	0.00
	蓼子朴 <i>Inula salsoloides</i>	97.49	96.33	94.60	0.00	0.00	23.33
	阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	5.97	37.92	38.02	0.00	0.00	0.00
	草地风毛菊 <i>Saussurea amara</i>	98.94	98.46	98.64	0.00	3.33	53.33
百合科 Liliaceae	乳苣 <i>Mulgedium tataricum</i>	48.70	53.98	52.18	0.00	0.00	0.00
	大刺儿菜 <i>Cirsium setosum</i>	56.67	50.01	45.23	0.00	0.00	0.00
	鹤虱 <i>Lappula myosotis</i>	1.30	3.98	8.70	3.33	3.33	3.33
	帚状鸦葱 <i>Scorzonera pseudodivaricata</i>	51.39	44.25	40.58	3.33	3.33	3.33
	黄花草点草 <i>Tricyrtis maculata</i> (D. Don) Machride	18.43	9.74	14.40	0.00	0.00	0.00
	矮韭 <i>Allium anisopodium</i>	40.41	42.27	51.14	0.00	0.00	0.00
	兴安天冬 <i>Asparagus dauricus</i>	21.19	17.69	19.56	0.00	0.00	0.00
	粉条菜 <i>Aletris spicata</i> (Thunb.)Franch.	11.11	4.79	19.29	0.00	0.00	0.00
	一把伞南星 <i>Arisaema erubescens</i>	80.32	84.23	82.22	0.00	6.66	13.33
	半夏 <i>Pinellia ternata</i>	17.54	15.62	9.87	3.33	3.33	3.33
鸢尾科 Iridaceae	象天南星 <i>Arisaema elephas</i>	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	射干 <i>Belamcanda chinensis</i>	33.24	35.21	57.15	0.00	3.33	10.00
莎草科 Cyperaceae	崖棕 <i>Carex siderosticta</i>	1.56	22.43	25.67	0.00	0.00	0.00
禾本科 Gramineae	虎尾草 <i>Chloris virgata</i>	3.70	4.42	8.70	3.33	3.33	3.33
	沙鞭 <i>Psammochloa villisa</i>	21.62	22.33	30.32	0.00	3.33	3.33

注:供试植物提取物质量浓度为 0.5 g/mL;表中所列数据均为 3 次重复的平均值。表 2,3 同。

Note:The concentration is 0.5 g/mL;The data are the means of triplcation. The same as table 2 and table 3.

从表 1 可知,各植物丙酮提取物对粘虫 3 龄幼虫的毒杀及拒食活性差异较大。处理 24 h 后,拒食率在 90%以上的有狭叶青海大戟、竹灵消、草地风毛菊、北芸香、蓼子朴和苍耳七,其拒食率分别为

100%, 100%, 98. 94%, 97. 58%, 97. 49% 和 90. 73%;拒食率在 50%~90%的有乳浆大戟、花椒、鹅绒藤、柱果绿绒蒿等 22 种植物提取物;秦岭冷杉、野苧麻、沙生蝇子草等其余植物提取物的拒食率均低于 50%。处理 48 h 后,拒食率在 90%以上的有狭叶青海大戟、竹灵消、北芸香、草地风毛菊、蓼子朴和苍耳七,其拒食率分别为 100%, 99. 90%, 98. 73%, 98. 46%, 96. 33% 和 92. 07%;拒食率在 50%~90%的有乳浆大戟、草木樨黄耆、唐古特忍冬等 19 种植物提取物,其余植物提取物对粘虫 3 龄幼虫的拒食率均在 50%以下。处理 72 h 后,拒食率大于 90%的有狭叶青海大戟、竹灵消、草地风毛菊、北芸香、苍耳七和蓼子朴,其拒食率分别为 99. 93%, 99. 83%, 98. 64%, 98. 62%, 95. 88%和 94. 60%;拒食率在 50%~90%之间的有蒙古虫实、茴茴蒜、毛细辛等 20 种植物,其余各植物提取物对粘虫 3 龄幼虫的拒食率均在 50%以下。处理 72 h 后,校正死亡率在 50%以上的有苍耳七、狭叶青海大戟和草地风毛菊,其校正死亡率分别为 90%, 76. 67% 和 53. 33%;蒙古虫实的校正死亡率为 30%,其余植物提取物对粘虫的活性较差,校正死亡率均在 30%以

下。

2.2 12 种植物丙酮提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的毒杀活性

以乳浆大戟、狭叶青海大戟、草木樨黄耆、北芸香、草地风毛菊、毛裂蜂斗菜、蒲儿根、唐古特忍冬、竹灵消、纤齿卫矛、一把伞南星和苍耳七等 12 种对粘虫 3 龄幼虫胃毒或拒食活性较好的植物(表 1)为供试材料,进一步测定其对小菜蛾的毒杀活性,结果见表 2。由表 2 可知,供试的 12 种植物丙酮提取物对小菜蛾 3 龄幼虫有一定的毒杀活性。处理 48 h 后,校正死亡率在 30%以上的有乳浆大戟、狭叶青海大戟、北芸香、草地风毛菊、蒲儿根、竹灵消、苍耳七共 7 种植物,其死亡率分别为 36. 67%, 33. 33%, 30. 00%, 46. 67%, 46. 67%, 36. 67% 和 43. 33%。处理 72 h 后,乳浆大戟、苍耳七、草地风毛菊、狭叶青海大戟、北芸香、毛裂蜂斗菜、蒲儿根和竹灵消等 8 种植物丙酮提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的毒杀活性均较好,其校正死亡率分别为 100. 00%, 87. 50%, 83. 33%, 79. 17%, 79. 17%, 79. 17%, 70. 83% 和 70. 83%。

表 2 12 种植物丙酮提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的毒杀活性

Table 2 Toxic activity of extracts of acetone extracts from 12 plants against 3 rd larvae of <i>Plutella xylostella</i> L.		校正死亡率/% Mortality rate		
科名 Family	植物名称 Name of plant	24 h	48 h	72 h
大戟科 Euphorbiaceae	乳浆大戟 <i>Euphorbia esula</i>	6. 67	36. 67	100. 00
	狭叶青海大戟 <i>Euphorbia kozlowii</i>	0. 00	33. 33	79. 17
芸香科 Rutaceae	北芸香 <i>Haplophyllum dauricum</i>	0. 00	30. 00	79. 17
菊科 Compositae	草地风毛菊 <i>Saussurea amara</i>	3. 33	46. 67	83. 33
	毛裂蜂斗菜 <i>Petasites tricholobus</i>	6. 67	16. 67	79. 17
	蒲儿根 <i>Senecio oldhamianus</i>	13. 33	46. 67	70. 83
忍冬科 Caprifoliaceae	唐古特忍冬 <i>Lonicera tangutica</i>	6. 67	23. 33	41. 67
萝藦科 Asclepiadaceae	竹灵消 <i>Cynanchum inamoenum</i>	20. 00	36. 67	70. 83
卫矛科 Celastraceae	纤齿卫矛 <i>Euonymus giraldii</i>	0. 00	8. 33	10. 00
天南星科 Araceae	一把伞南星 <i>Arisaema erubescens</i>	3. 33	10. 67	16. 23
虎耳草科 Saxifragaceae	苍耳七 <i>Parnassia wightiana</i>	3. 33	43. 33	87. 50
豆科 Leguminosae	草木樨黄耆 <i>Astragalus melilotoides</i>	10. 00	20. 00	45. 83

2.3 129 种植物丙酮提取物对玉米黄呆蓟马 2 龄若虫的毒杀活性

以玉米黄呆蓟马 2 龄若虫为供试昆虫,测定 129 种供试植物丙酮提取物对其的生物活性,其中校正死亡率在 30%以上的结果见表 3,其余活性较低的未列出。从表 3 可以看出,处理 24 h 后大叶金丝桃、毛细辛、山竹花、白毛山梅花、蒲儿根 5 种植物丙酮提取物对玉米黄呆蓟马 2 龄若虫的毒杀活性较好,其校正死亡率分别为 79. 46%, 56. 11%, 53. 90%, 52. 98%和 52. 54%。

2.4 129 种植物丙酮提取物对麦长管蚜无翅成蚜的毒杀活性

采用浸虫浸液法,以麦长管蚜无翅成蚜为供试昆虫,测定 129 种植物丙酮提取物对其的生物活性,其中校正死亡率在 50%以上的见表 4,其余植物毒杀活性较低未列出。由表 4 种可知,骆驼蓬、田旋花、毛莲菜、秦岭冷杉、兴安胡枝子 5 种植物提取物对麦长管蚜的毒杀活性大于 95%,分别为 98. 38%, 97. 08%, 96. 78%, 96. 61%和 96. 01%。

表 3 13 种植物丙酮提取物对玉米黄呆蓟马 2 龄若虫的毒杀活性(24 h)

Table 3 Toxic activity of acetone extracts from 13 plants against 2nd larvae of *Anaphothrips obscurus*(24 h)

科名 Family	植物名称 Name of plant	校正死亡率/% Mortality rate
松科 Pinaceae	秦岭冷杉 <i>Abies chensiensis</i>	35.01
毛茛科 Ranunculaceae	松潘乌头 <i>Aconitum sungpanense</i>	41.51
马兜铃科 Aristolochiaceae	毛细辛 <i>Asarum himalaicum</i>	56.11
藤黄科 Guttiferae	川陕遍地金 <i>Hypericum subcordatum</i>	39.08
	大叶金丝桃 <i>Hypericum prattii</i> Hemsl.	79.46
虎耳草科 Saxifragaceae	多花红升麻 <i>Astilbe myriantha</i>	33.80
	白毛山梅花 <i>Philadelphus incanus</i>	52.98
蔷薇科 Rosaceae	托叶樱桃 <i>Prunus stipulacea</i>	33.35
卫矛科 Celastraceae	栓翅卫矛 <i>Euonymus hamiltonianus</i>	32.33
玄参科 Scrophulariaceae	四川沟酸浆 <i>Mimulus szechuanensis</i>	40.54
败酱科 Valerianaceae	缬草 <i>Valeriana officinalis</i>	47.06
菊科 Compositae	蒲儿根 <i>Senecio oldhamianus</i>	52.54
百合科 Liliaceae	山竹花 <i>Disporum cantoniense</i>	53.90

表 4 51 种植物丙酮提取物对麦长管蚜无翅成蚜的毒杀活性(24 h)

Table 4 Toxic activity of acetone extracts from 51 plants against *Sitobion avenae* (24 h)

科名 Family	植物名称 Name of Plant	校正死亡率/% Mortality rate
松科 Pinaceae	秦岭冷杉 <i>Abies chensiensis</i>	96.61
桔梗科 Campanulaceae	紫斑风铃草 <i>Campanula punctata</i>	80.66
石竹科 Caryophyllaceae	狗筋蔓 <i>Cucubalus baccifer</i>	75.82
	草原石竹花 <i>Gypsophila davurica</i>	62.83
樟科 Lauraceae	木姜子 <i>Litsea pungens</i>	56.48
藜科 Chenopodiaceae	木碱蓬 <i>Suaeda dendroides</i>	89.05
	蒙古虫实 <i>Corispermum mongolicum</i>	61.73
	盐爪爪 <i>Kalidium foliatum</i>	51.44
毛茛科 Ranunculaceae	小花草玉梅 <i>Anemone rivularis</i>	62.22
	松潘乌头 <i>Aconitum sungpanense</i>	94.01
	长柄唐松草 <i>Thalictrum przewalski</i>	87.27
藤黄科 Guttiferae	金丝桃 <i>Hypericum chinense</i>	85.27
	川陕遍地金 <i>Hypericum subcordatum</i>	79.82
虎耳草科 Saxifragaceae	多花红升麻 <i>Astilbe myriantha</i>	54.16
蔷薇科 Rosaceae	假升麻 <i>Aruncus sylvester</i>	84.97
	托叶樱桃 <i>Prunus stipulacea</i>	68.99
豆科 Leguminosae	兴安胡枝子 <i>Lespedeza davurica</i>	96.01
蒺藜科 Zygophyllaceae	骆驼蓬 <i>Peganum harmala</i>	98.38
	多裂骆驼蓬 <i>Peganum multisectum</i>	78.46
芸香科 Rutaceae	花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	80.37
凤仙花科 Aceraceae	水金凤 <i>Impatiens noli-tangere</i>	64.65
卫矛科 Celastraceae	栓翅卫矛 <i>Euonymus hamiltonianus</i>	53.33
	纤齿卫矛 <i>Euonymus giraldii</i>	50.96
五加科 Araliaceae	蜀五加 <i>Acanthopanax setchuenensis</i>	51.53
	楤木 <i>Aralia chinensis</i>	68.38
旋花科 Convolvulaceae	田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>	97.08
紫草科 Boraginaceae	砂引草 <i>Messerschmidia sibirica</i>	92.88
唇形科 Labiatae	夏枯草 <i>Prunella vulgaris</i>	73.76
	风车草 <i>Clinopodium urtici folium</i>	81.05
	香青兰 <i>Dracocephalum moldavica</i>	84.96
忍冬科 Caprifoliaceae	金花忍冬 <i>Lonicera chrysantha</i>	59.83
	羽裂叶葎子蕪 <i>Triosteum pinnatifidum</i>	87.51
	冠果忍冬 <i>Lonicera stephanocarpa</i>	54.14
紫葳科 Bignoniaceae	角蒿 <i>Incarvillea sinensis</i>	82.97
败酱科 Valerianaceae	缬草 <i>Valeriana officinalis</i>	52.28
菊科 Compositae	毛裂蜂斗菜 <i>Petasites tricholobus</i>	65.25

表 4(续) Continued table 4

科名 Family	植物名称 Name of Plant	校正死亡率/% Mortality rate
薯蓣科 Dioscoreaceae	蒲公英 <i>Senecio oldhamianus</i>	85.07
	云南蓍 <i>Achillea wilsoniana</i>	77.95
	太白山橐吾 <i>Ligularia dolichobotrys</i>	81.96
	毛莲菜 <i>Elephantopus mollis</i> H. B. K.	96.78
	砂蓝刺头 <i>Echinops gmelini</i>	67.05
	帚状鸦葱 <i>Scorzonera pseudodivaricata</i>	56.88
	穿龙薯蓣 <i>Dioscorea nipponica</i>	82.19
	百合科 Liliaceae	
	山竹花 <i>Disporum cantoniense</i>	89.15
	黄花草点草 <i>Tricyrtis maculata</i> (D. Don) Machride	86.86
天南星科 Araceae	戈壁天冬 <i>Asparagus gobicus</i>	67.30
	粉条菜 <i>Alettris spicata</i> (Thunb.) Franch.	58.41
	半夏 <i>Pinellia ternata</i>	80.56
	禾本科 Gramineae	
	沙鞭 <i>Psammochloa villisa</i>	72.39
	伞形科 Umbelliferae	
	菱叶茴芹 <i>Pimpinellarhomboidea</i>	83.95
	山羊角芹 <i>Aegopodium alpestre</i>	75.31

注:供试植物提取物质量浓度为 0.3 g/mL;表中所列数据均为 3 次重复的平均值。

Note:The concentration is 0.3 g/mL;The data are the means of triplication.

3 结论与讨论

本研究从秦岭火地塘及内蒙古毛乌素草原采集到 47 科共 129 种植物材料,经丙酮超声波提取后,对其提取物分别进行粘虫、小菜蛾、玉米黄呆蓟马、麦长管蚜毒杀活性测定。结果显示,菊科植物蒲公英根对粘虫、小菜蛾、玉米黄呆蓟马和麦长管蚜均有较好的活性,显示出广谱杀虫活性,在质量浓度为 0.5 g/mL 时,其对粘虫 3 龄幼虫处理 24,48,72 h 后的拒食率分别为 86.38%,83.67%和 78.44%,对小菜蛾 3 龄幼虫处理 72 h 后的校正死亡率为 70.83%,对麦长管蚜无翅成蚜和玉米黄呆蓟马 2 龄若虫处理 24 h 后的校正死亡率分别为 85.07%和 52.54%。蒲公英根为菊科千里光属多年生草本植物,该属植物民间用作中药,性温,味辛,有小毒,具有清热解毒、清肝明目、散癖消肿、杀虫止痒等功效^[25-26]。Zhao 等^[27]总结了千里光属 149 种植物中的倍半萜类化学成分,并评价了倍半萜在该属植物中的分类学意义。倍半萜类具有强烈的杀虫活性,如目前研究较为深入的倍半萜类化合物苦皮藤素 V,其能与昆虫中肠肠细胞特异性结合,改变细胞膜结构,破坏细胞膜的正常功能,从而达到杀虫效果^[28];王彩芳等^[29]从蒲公英根花中分离到泽兰素、euparone(咖啡酸衍生物)和金丝桃苷(黄酮苷类)。从植物化学分类学的角度分析,蒲公英根中还含有多种类型的化学成分,具有杀虫活性的成分是否为倍半萜类,还需要采用活性跟踪法对其进行更系统的活性成分分析。

本研究发现,虎耳草科植物苍耳七(*P. wighti-*

ana)对粘虫的毒杀和拒食活性及对小菜蛾的毒杀活性都较强,对粘虫处理 72 h 的校正死亡率和拒食率分别为 90.00%和 95.88%,对小菜蛾 72 h 的校正死亡率为 87.50%。苍耳七为虎耳草科梅花草属植物,Wen 等^[30]研究了苍耳七提取物的体外抗氧化活性;胡维岗^[31]从苍耳七提取物中分离到 1 个甾体和 3 个倍半萜类,并初步测试了其对红蜘蛛的毒杀活性。本研究表明,苍耳七提取物对鳞翅目(粘虫、小菜蛾)、同翅目(麦长管蚜)及缨翅目(玉米黄呆蓟马)昆虫均具有一定的毒杀活性,而红蜘蛛属于蜱螨目,其活性成分的类型是否一致,还需要进一步研究。

另外,大戟科植物乳浆大戟、狭叶青海大戟,菊科植物草地风毛菊、毛裂蜂斗菜、蓼子朴,芸香科植物北芸香,萝藦科植物竹灵消都对粘虫有较好的拒食活性,在处理 24、48、72 h 时,拒食率均在 90%以上,同时其对小菜蛾也有较好的毒杀活性,处理 72 h 时的校正死亡率均在 70%以上。以上几种植物杀虫或拒食活性较广,值得进一步研究。

[参考文献]

[1] 张 兴,杨崇珍,王兴林. 西北地区杀虫植物的筛选 [J]. 西北农业大学学报,1999,2(1):24-30.
Zhang X, Yang C Z, Wang X L. Screening on the resources of botanical insecticides in Northwestern China [J]. Acta University of Agricultural Boreai-occidentalis, 1999, 2(1): 24-30.
[2] 徐汉虹,赵善欢,周 俊,等. 猪毛蒿精油杀虫的有效成分 [J]. 昆虫学报,1994,37(4):411-416.
Xu H H, Zhao S H, Zhou J, et al. The insecticidal constituent of essential oil from *Artemisia scoparia* [J]. Acta Entomologica Sinica, 1994, 37(4): 411-416.

[3] 徐汉虹,赵善欢.肉桂油的杀虫作用和有效成分分析[J].华南农业大学学报,1994,15(1):27-33.
Xu H H,Zhao S H.Studies on insecticidal activity of cassia oil and its toxic constituent analysis [J]. Journal of South China of Agricultural University,1994,15(1):27-33.

[4] 徐汉虹,赵善欢,朱亮锋,等.齿叶黄皮精油的杀虫作用与有效成分研究[J].华南农业大学学报,1994,15(2):56-60.
Xu H H,Zhao S H,Zhu L F,et al.Studies on insecticidal activity of the essential oil from *Clausena dunniana* and its toxic component [J]. Journal of South China of Agricultural University,1994,15(2):56-60.

[5] 徐汉虹,赵善欢,周俊,等.八角茴香精油的杀虫活性与化学成分研究[J].植物保护学报,1996,23(4):338-342.
Xu H H,Zhao S H,Zhou J,et al.Studies on insecticidal activity of the anise oil and analysis of its components [J]. Acta Phytolacica Sinica,1996,23(4):338-342.

[6] 王兴林,杨崇珍,崔婧芳,等.10种植物提取物对棉铃虫生长发育的影响[J].西北农业大学学报,1996,24(6):106-109.
Wang X L,Yang C Z,Cui J F,et al.The growth disrupting effects of ten plant extracts on the larvae of cotton bollworm [J]. Acta University of Agricultural Boreali-Occidentalis, 1996,24(6):106-109.

[7] 周利娟,黄继光,安玉兴,等.我国29种特有植物的杀虫活性初探[J].植物保护学报,2006,33(1):87-93.
Zhou L J,Huang J G,An Y X,et al.Preliminary studies on insecticidal activities of 29 species of chinese indigenous plants [J]. Acta Phytolacica Sinica,2006,33(1):87-93.

[8] 周利娟,黄继光,安玉兴,等.鄂西特有植物提取物的杀虫活性[J].昆虫知识,2006,43(5):657-662.
Zhou L J,Huang J G,An Y X,et al.Insecticidal activities of plant extracts in west of Hubei [J]. Chinese Bulletin of Entomology,2006,43(5):657-662.

[9] 刘顺通,段爱菊,张自启,等.杀虫植物粗提液对菜青虫的拒食作用及粗提液稳定性测定[C]//中国昆虫学会.昆虫学研究进展.黑龙江:中国昆虫学会,2005:2.
Liu S T,Duan A J,Zhang Z Q,et al.Antifeedant activity against *Pieris rapae* L. and the stability of insecticidal plant extract [C]// The Entomological Society of China. Progress in study on entomology. Heilongjiang: The Entomological Society of China,2005:2.

[10] 张晓宁.博落回生物碱对麦蚜杀虫活性研究[D].北京:中国农业科学院,2013.
Zhang X N.Aphicidal activity of major alkaloids from *Macleaya cordata* against wheat aphids [D]. Beijing:Chinese Academy of Agricultural Sciences,2013.

[11] 崔正芳.白花曼陀罗提取物杀虫活性研究[D].武汉:华中农业大学,2009.
Cui Z F.Research of insecticidal activity of *Datura metel* L. extracts [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2009.

[12] 王丽莎.泽漆提取物杀虫活性研究[D].郑州:河南农业大学,2014.
Wang L S.Study on the insecticidal activities of the extracts from *Euphorbia helioscopia* [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University,2014.

[13] 杨会龙,刘宝友,王淑娟.几种植物有效成分的提取及杀虫活性研究[J].河北科技大学学报,2005,26(3):208-211.
Yang H L,Liu B Y,Wang S J.Studies on insecticidal activity and extraction of effective component from several nature plants [J]. Journal of Hebei University of Science and Technology,2005,26(3):208-211.

[14] 李治伟,陆德玲,冯俊涛,等.巴东醉鱼草不同方法提取物的杀虫活性[J].西北农业学报,2009,18(5):109-112.
Li Z W,Lu D L,Feng J T,et al.The insecticidal activity of extracts with different methods from *Buddleja albiflora* Hemsl. [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2009,18(5):109-112.

[15] 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.
Zhang X,Zhao S H.The antifeeding and repellent effects of Leliaceus plants to some insect pests [J]. Journal of South China Agricultural College,1983,4(3):1-7.

[16] 张宏利,冯俊涛,陈安良,等.秦岭山区204种植物对粘虫生物活性测定[J].西北林学院学报,2004,19(3):92-94,112.
Zhang H L,Feng J T,Chen A L,et al.Insecticidal activity of 204 plants to *Mythimna separata* in the Qinling Mountains [J]. Journal of Northwest Forestry University,2004,19(3): 92-94,112.

[17] 吴文君.昆虫拒食剂的生物测定方法[J].昆虫知识,1988,25(6):365-367.
Wu W J.The bioassay method of insect antifeedant [J]. Entomological Knowledge,1988,25(6):365-367.

[18] 孙雯姿,王俭珍,呼天明,等.菊苣叶提取物对粘虫的生物活性研究[J].草业学报,2011,20(2):60-66.
Sun L Z,Wang Q Z,Hu T M,et al.Bioactivity of *Cichorium intybus* leaf extracts against *Mythimna separata* [J]. Acta Prataculturae Sinica,2011,20(2):60-66.

[19] Ismail F,Wright D J.Cross-resistance between acylurea insect growth regulators in a strain of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) from Malaysia [J]. Pesticide Sciences,1991,33(3):359-370.

[20] 牛洪涛,罗万春,江改青,等.丁烯氟虫腈对小菜蛾的生物活性及田间防治效果[J].植物保护学报,2007,34(3):316-320.
Niu H T,Luo W C,Jiang G Q,et al.Bioactivity of butene-fipronil and its field efficacy against diamondback moth, *Plutella xylostella* L. [J]. Acta Phytolacica Sinica,2007,34(3):316-320.

[21] Brødsgaard H F.Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue on glass test [J]. Journal of Economic Entomology,1994,87(5):1141-1146.

[22] 王泽华,孙艳艳,魏书军,等.几种杀虫剂对棕榈蓟马的室内毒力与田间防效[J].植物保护,2015,41(5):221-224.
Wang Z H,Sun Y Y,Wei S J,et al.Toxicity and field control

- efficacy of several insecticides to *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Plant Protection, 2015, 41(5): 221-224.
- [23] 唐平华, 陈国平, 朱明库, 等. 蚜虫防治技术研究进展 [J]. 植物保护, 2013, 39(2): 5-12.
Tang P H, Chen G P, Zhu M K, et al. Advances in aphid control technology [J]. Plant Protection, 2013, 39(2): 5-12.
- [24] 黄乾龙. 121 种植物提取物的杀蚜杀螨活性筛选 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
Huang Q L. Screening for aphidicidal and acaricidal activity of 121 plant extracts [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2012.
- [25] 李 丛, 邓 琳, 潘昌灿, 等. 井冈山常见药用植物资源调查 [J]. 湖北农业科学, 2015(5): 1117-1124.
Li C, Deng L, Pan C C, et al. Investigating the common medicinal plants resources in Jinggang Mountain [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2015(5): 1117-1124.
- [26] 徐文芬, 何顺志. 贵阳市菊科药用植物新资源 [J]. 贵州农业科学, 2006(6): 27-29.
Xu W F, He S Z. New resources of medicinal plants of compositae in Guiyang [J]. Guizhou Agricultural Science, 2006(6): 27-29.
- [27] Zhao G H, Cao Z F, Zhang W, et al. The sesquiterpenoids and their chemotaxonomic implications in *Senecio* L. (Asteraceae) [J]. Biochemical Systematics & Ecology, 2015, 59: 340-347.
- [28] 吴文君, 刘惠霞, 胡兆农, 等. 从天然产物到新农药创制: 杀虫植物苦皮藤研究进展 [J]. 昆虫知识, 2008(6): 845-851.
Wu W J, Liu H X, Hu Z N, et al. Advances in research of insecticidal plant *Celastrus angulatus* [J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2008(6): 845-851.
- [29] 王彩芳, 杨 茹, 曾献磊, 等. 蒲儿根花的化学成分研究 [J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2013, 49(4): 357-359.
Wang C F, Yang R, Zeng X L, et al. Chemical constituents of *Senecio oldhamianus* flowers [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2013, 49(4): 357-359.
- [30] Wen X B, Miao F, Zhou L, et al. *In vitro* antioxidant activity of *Parnassia wightiana* W. extracts [J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2012, 10(3): 190-195.
- [31] 胡维岗. 苍耳七化学成分研究 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
Hu W G. Chemical constituents of *Parnassia wightiana* [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2012.

(上接第 100 页)

- [19] Qiao H, Tuccori E, He X, et al. Discrimination of alarm pheromone (E)- β -farnesene by aphid odorant-binding proteins [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2009, 39(5): 414-419.
- [20] Fan J, Zhang Y, Francis F, et al. Orco mediates olfactory behaviors and winged morph differentiation induced by alarm pheromone in the grain aphid, *Sitobion avenae* [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2015, 64: 16-24.
- [21] 杨 爽, 尹 姣, 曹雅忠, 等. 麦长管蚜 *OBP7* 基因的 RNA 干扰 [J]. 植物保护, 2015, 41(3): 104-109.
Yang S, Yin J, Cao Y Z, et al. RNA interference of *OBP7* gene in *Sitobion miscanthi* [J]. Plant Protection, 2015, 41(3): 104-109.
- [22] Dicke M, Baldwin I T. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles; beyond the 'cry for help' [J]. Trends in Plant Science, 2010, 15(3): 167-175.
- [23] Delphia C M, Mescher M C, De Moraes C M. Induction of plant volatiles by herbivores with different feeding habits and the effects of induced defenses on host-plant selection by thrips [J]. Journal of Chemical Ecology, 2007, 33(5): 997-1012.
- [24] Verheggen F J, Haubruge E, De Moraes C M, et al. Aphid responses to volatile cues from turnip plants (*Brassica rapa*) infested with phloem-feeding and chewing herbivores [J]. Arthropod-Plant Interactions, 2013, 7(5): 567-577.
- [25] Webster B, Bruce T, Pickett J, et al. Volatiles functioning as host cues in a blend become nonhost cues when presented alone to the black bean aphid [J]. Animal Behaviour, 2010, 79(2): 451-457.
- [26] Vandermoten S, Mescher M C, Francis F, et al. Aphid alarm pheromone: an overview of current knowledge on biosynthesis and functions [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2012, 42(3): 155-163.
- [27] Cui L L, Francis F, Heus kin S, et al. The functional significance of E- β -Farnesene; does it influence the populations of aphid natural enemies in the fields? [J]. Biological Control, 2012, 60(2): 108-112.
- [28] Bruce T J A, Gudbjorg I A, Smart L E, et al. The first crop plant genetically engineered to release an insect pheromone for defence [J/OL]. Scientific Reports, 2015, 5, doi: 10. 1038/srep11183.
- [29] Bruce T J A, Birkett M A, Blande J, et al. Response of economically important aphids to components of *Hemizygia petiolata* essential oil [J]. Pest Management Science, 2005, 61(11): 1115-1121.