十二种药用植物乙醇提取物对谷蠹和赤拟谷盗成虫的驱避效应*

黄衍章** 卢燕会 李文静

(安徽农业大学植物保护学院 合肥 230036)

Repellent effect of the ethanol extracts from twelve herb plants on the adults of *Rhizopertha dominica* and *Tribolium castaneum*. HUANG Yan-Zhang**, LU Yan-Hui, LI Wen-Jing (*College of Plant Protection, Anhui Agricultural University*, Hefei 230036, China)

Abstract The repellent effect of ethanol extracts from 12 herb plants on the adults of *Rhizopertha dominica* (Fab.) and *Tribolium castaneum* Herbst was studied using dual-selection tests with filter paper immersion. Of all 12 herb plants, the extract from *Cnidium monnieri* showed best repellent effect on *R. dominica*, in which 786 μg/cm^2 extract got 93% repelling rate at 24 h post-treatment. The extract from *Artemisia capillaries* had best repellent effect on *T. castaneum*, in which 393 μg/cm^2 extract got 95% repelling rate at 72 h post-treatment accordingly. When stored for 7 days at 262 μg/cm^2, the repellent action of the extract from *A. capillaries* to *T. castaneum* adults reached grade V. The extract from *A. capillaries* had certain value for further exploration because of its good repellent effect on *T. castaneum*.

Key words plant extract, *Rhizopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, repellent effect, *Artemisia capillaries*

摘 要 采用滤纸药膜选择法研究了蛇床子、茵陈、萹蓄等12种药用植物乙醇提取物对谷蠹 *Rhizopertha dominica* (Fab.)和赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* Herbst 成虫的驱避效应。12种药用植物以蛇床子(*Cnidium monnieri*)提取物对谷蠹成虫的驱避效果最佳,786 μg/cm^2 处理24 h对谷蠹的驱避率达93%;茵陈(*Artemisia capillaries*)提取物对赤拟谷盗成虫的驱避效果最佳,用393 μg/cm^2 处理72 h的驱避率为95%,茵陈提取物以262 μg/cm^2 放置7 d后对赤拟谷盗成虫的驱避率可达Ⅴ级水平。茵陈提取物对赤拟谷盗的驱避持效期长、效果好,具有一定的开发前景。

关键词 植物提取物,谷蠹,赤拟谷盗,驱避效应,茵陈

化学杀虫剂的长期大量使用严重破坏了天敌对害虫的自然控制作用,进而导致害虫抗药性增强,对非靶标生物毒性增大和环境污染加剧等一系列负面问题[1]。在积极改造传统化学农药的同时,科学家也正在研究开发高效低毒、对环境友好和谐的新型农药。植物具有多种抵御有害生物侵袭的机制,这些机制包括植物的形态、行为以及植物体内产生的次生性物质。植物次生性物质一般为生物活性化合物,对许多害虫具有不同程度的抑制作用,如触杀、拒食、驱避、抑制生长、胃毒作用等。探索植物的杀虫活性,分析其活性组分,寻找天然的先导化合物进行仿生合成新的杀虫剂仍是当前农药开发的一条理想途径[2]。

利用植物次生性物质对储粮害虫进行驱避试验,国内外已进行了一系列的研究工作。邓望喜等报道了苦楝籽油、柑桔皮油、山苍子油、苦皮藤种子油对赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* Herbst、玉米象 *Sitophilus zeamais* (Motsch.)和谷蠹 *Rhizopertha dominica* (Fab.)的忌避作用,结果表明苦楝籽油、柑桔皮油的忌避效果最佳[3]。徐汉虹等研究发现茴香和猪毛蒿对赤

* 资助项目:安徽农业大学校青年基金。

** E-mail: hyz7508@sohu.com

收稿日期:2000-08-20,修回日期:2009-10-14

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

拟谷盗成虫具有较好的驱避作用[4]。黄樟油、肉桂油、八角油对玉米象、谷蠹和赤拟谷盗具有较强的驱避作用[5]。采用滤纸药膜选择法，报道了国内多种药用植物提取物对谷蠹成虫的驱避活性，以蛇床子和乌头提取物的驱避活性最为显著[6~9]。茵陈提取物对赤拟谷盗具有良好的驱避作用，在5倍液处理后72 h的驱避率可达91.6%[10]。此外，杉木、黑胡椒、花椒、烟草、郁金香等也被证实对许多储粮害虫具有不同程度的驱避作用[11~15]。

谷蠹是一种世界性的初期性储粮害虫，其对高温、低氧大气环境及常用有机磷防护剂（如马拉硫磷、杀螟松、甲基毒死蜱）的耐受力在常见储粮害虫中是最强的[16,17]，也是我国南方对磷化氢抗性最普遍、最严重的虫种之一[18~21]。赤拟谷盗在我国普遍分布，以粉类受害最重，成虫大量发生时可使被害物产生霉腥臭味、结块变色，是一种重要的后期性储粮害虫。目前，我国储粮害虫的主要防治措施为使用化学熏蒸剂和化学防护剂。本研究结果对进一步开发防治储粮害虫的无公害驱避剂，实现粮食的绿色安全储藏提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试植物 本试验所用植物均购于安徽省亳州市中药材市场，且未经炮制，供试植物名称及产地见表1。

1.1.2 供试害虫 谷蠹和赤拟谷盗已在室内人工饲养2年，期间未接触任何杀虫剂。谷蠹采用半碎小麦饲养，赤拟谷盗采用半碎小麦加5%酵母粉饲养。所用小麦的含水量为14%±1%。将试虫接入饲料后，放入养虫室内（T:26~28℃，RH:70%~80%），7 d后移出所有成虫，待下一代成虫羽化后取14~21日龄、体型一致、活力较强的成虫供试。

1.2 方法

1.2.1 植物提取物的制备 将供试植物放入烘箱内于45℃烘干，置于通风处冷却后粉碎过筛。每种植物干燥粉末各取200 g，加入800 mL乙醇后置于25℃阴凉处浸泡，7 d后将浸泡液抽滤，再将300 mL乙醇加入植物粉末沉淀物中继续浸泡，7 d后再次抽滤。最后将两次滤液合并置于旋转蒸发仪于45℃浓缩，每种植物的乙醇提取物得率见表2。所得提取物均为油膏状液体，并放入棕色瓶内于冰箱中4℃保藏备用。

表1 12种供试药用植物名称和产地

科名	学名	中文名	产地
伞形科 Umbelliferae	*Cnidium monnieri*	蛇床子	安徽
伞形科 Umbelliferae	*Foeniculum vulgare*	小茴香	山西
木兰科 Magnoliaceae	*Illicium verum*	八角茴香	广东
菊科 Compositae	*Artemisia capillaries*	茵陈	陕西
蓼科 Polygonaceae	*Polygonum aviculare*	萹蓄	安徽
豆科 Leguminosae	*Sophora flavescens*	苦参	山西
三白草科 Saururaceae	*Houttuynia cordata*	鱼腥草	江苏
天南星科 Araceae	*Acorus gramineus*	石菖蒲	江苏
楝科 Meliaceae	*Melia toosendan*	川楝	四川
姜科 Zingiberaceae	*Alpinia officinarum*	高良姜	广东
百合科 Liliaceae	*Allium sativum*	大蒜	安徽
瑞香科 Thymelaeaceae	*Daphne genkwa*	芫花	安徽

表2 12种供试药用植物的乙醇提取物得率

植物名称	供试部位	提取物重量（g）	提取得率（%）
蛇床子	种子	10.0	5.00
八角茴香	种子	23.0	11.50
小茴香	种子	15.0	7.50
茵陈	茎叶	3.8	1.88
萹蓄	茎叶	4.0	2.00
苦参	根茎	11.0	5.50
鱼腥草	茎叶	4.0	2.00
石菖蒲	根茎	10.0	5.00
川楝	种子	7.8	3.88
高良姜	根茎	10.0	5.00
大蒜	块茎	39.0	19.50
芫花	茎叶	4.5	2.25

提取得率=（提取物干重/植物干重）×100。

1.2.2 生物测定方法 采用滤纸药膜选择法[22]。将每种植物提取物各取1 g用无水乙醇稀释成50 mg/mL（20倍液，w/v），优选植物提取物则用乙醇稀释成25、12.5、8.3 mg/mL（40、80、120倍液，w/v）进一步进行活性测定。最后，优选植物提取物用16.7 mg/mL（60倍液，w/v）测定药液的持效性。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

将直径 9 cm 的滤纸剪成相同的两半,一半均匀地滴入 0.5 mL 药剂,另一半滴入 0.5 mL 乙醇作对照。待乙醇完全挥干后,将两半滤纸按原样用胶带粘好,放入直径为 9 cm 的培养皿中。同时设乙醇空白对照,两半滤纸均滴入 0.5 mL 乙醇,随机设一边为处理。按 30 头/皿接入试虫,皿内不加饲料。重复 3 次。将各处理放入生物测定室内,分别于处理后 24、48、72 h调查驱避率。驱避率计算公式为:

驱避率(%) = 〖对照边虫数 - 处理边虫数)/对照边虫数〗×100。

如果对照边虫数少于处理边虫数,则药液表现为负驱避率(引诱率),计算公式则为:

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

采用 McDonald 的分级方法将处理 72 h 时的驱避率分为 0 ~ Ⅴ个等级[23],即 0 级,无驱避作用;Ⅰ级 = 0.1% ~20% 驱避率;Ⅱ级 = 20.1% ~40% 驱避率;Ⅲ级 = 40.1% ~60% 驱避率;Ⅳ级 = 60.1% ~ 80% 驱避率;Ⅴ级 = 80.1% ~ 100% 驱避率。

1.2.3　统计分析方法　采用 DPS 数据处理软件进行方差分析。将试验调查计算所得驱避率用 LSD 法进行多重比较,数据后无相同小写字母表示处理间存在显著差异($P = 0.05$)。

2　结果与分析

2.1　12 种药用植物乙醇提取物对谷蠹和赤拟谷盗成虫驱避活性的初步筛选

在滤纸药膜选择法以 786 μg/cm² 浓度处理条件下,12 种药用植物乙醇提取物对谷蠹和赤拟谷盗成虫的驱避活性测试结果见表 3。

表 3　12 种药用植物乙醇提取物对试虫的驱避活性(786 μg/cm²)

供试植物	谷蠹				赤拟谷盗			
	平均驱避率(%)(均值±标准差)			分级	平均驱避率(%)(均值±标准差)			分级
	24 h	48 h	72 h	(72 h)	24 h	48 h	72 h	(72 h)
蛇床子	93 ±11.5a	90 ±6.1a	81 ±10.0a	Ⅴ	96 ±3.5ab	95 ±8.7ab	80 ±14.4abc	Ⅳ
八角茴香	44 ±17.4bcd	51 ±18.5bc	40 ±21.0abc	Ⅱ	67 ±28.9d	97 ±0.0ab	78 ±12.7abc	Ⅳ
小茴香	38 ±21.4bcd	67 ±14.4ab	60 ±12.9ab	Ⅲ	91 ±10.1ab	77 ±17.6abcd	91 ±10.1ab	Ⅴ
茵陈	56 ±38.0ab	11 ±23.1def	29 ±28.6bc	Ⅱ	100 ±0.0a	100 ±0.0a	99 ±1.7a	Ⅴ
萹蓄	-27 ±5.2fg	26 ±11.5cd	57 ±21.8ab	Ⅲ	77 ±17.4bcd	63 ±26.8cd	90 ±2.3ab	Ⅴ
苦参	47 ±8.7bc	-17 ±31.2fg	5 ±31.8cd	Ⅰ	97 ±0.0a	93 ±4.0abc	68 ±25.5bc	Ⅳ
鱼腥草	7 ±28.9cdef	-26 ±14.6fg	0 ±24.0cde	0	87 ±11.1abc	63 ±26.8cd	84 ±18.0abc	Ⅴ
石菖蒲	58 ±26.0ab	24 ±31.8cde	0 ±13.0cde	0	95 ±4.0ab	91 ±6.11a	93 ±0.0ab	Ⅴ
川楝	-26 ±34.3efg	-43 ±20.0g	-15 ±37.2de	0	69 ±5.5cd	60 ±31.0d	61 ±25.1c	Ⅳ
高良姜	-59 ±23.9g	-13 ±27.5efg	15 ±37.2cd	Ⅰ	84 ±13.5abcd	65 ±20.6bcd	93 ±6.4ab	Ⅴ
大蒜	38 ±33.6bcd	-12 ±37.0efg	-39 ±13.3e	0	98 ±1.7a	96 ±3.5ab	95 ±5.7a	Ⅴ
芫花	17 ±31.7bcde	4 ±25.1def	36 ±25.7bc	Ⅱ	81 ±10.0abcd	72 ±14.2abcd	80 ±19.7abc	Ⅳ
CK	3 ±28.6def	30 ±14.8bcd	11 ±23.1cd		23 ±10.0e	10 ±33.1e	21 ±25.9d	

注:用 LSD 法进行多重比较,同列数据后无相同小写字母表示处理间存在显著差异($P = 0.05$)。(下表同)

由 12 种植物乙醇提取物对谷蠹的初步测试结果可知:在 786 μg/cm² 处理条件下,蛇床子提取物对谷蠹成虫的驱避活性最佳,处理 24、48、72 h 时对试虫的驱避率均高于 80%,其 72 h 时的驱避率为Ⅴ级水平。小茴香和八角茴香对谷蠹具有一定的驱避效应,72 h 时对试虫的驱避率分别为 60% 和 40%,分别为Ⅲ和Ⅱ级驱避水平。鱼腥草、石菖蒲、川楝、大蒜对谷蠹处理 72 h 时的驱避率为 0 或负值,不表现驱避效应。此外,当提取物对谷蠹的驱避效应较弱时,受试虫随机移动的影响,试验标准差则往往偏大。

12 种植物提取物对赤拟谷盗均表现出不同程度的驱避效应,处理 72 h 时的驱避效应均

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

达到或超过Ⅳ级标准。小茴香、茵陈、萹蓄、石菖蒲、高良姜、大蒜 6 种提取物处理 72 h 时的驱避率均大于或等于 90%，为Ⅴ级驱避水平，其中以茵陈和大蒜的驱避效应最为显著，其处理 24、48、72 h 时的驱避率均不低于 95%。此外，小茴香、石菖蒲、高良姜提取物对赤拟谷盗成虫也具有较好的驱避活性，处理 72 h 时的驱避率均高于 90%。

2.2 优选植物提取物对谷蠹和赤拟谷盗成虫的驱避活性

根据上述表 3 的测试结果，将 786 μg/cm² 处理后对谷蠹和赤拟谷盗具有较好驱避效果的植物蛇床子、茵陈、大蒜提取物确定为优选对象，用乙醇稀释成 25、12.5、8.3 mg/mL（40、80、120 倍液，w/v）3 种浓度进一步进行驱避活性测定，测试结果见表 4。

表 4 优选植物提取物对试虫的驱避活性

试虫	植物	浓度 μg/cm²	平均驱避率（%）（均值±标准差） 24 h	48 h	72 h	分级（72 h）
谷蠹	蛇床子	393	46±30.0 ab	76±20.0 a	52±24.9 a	Ⅲ
		197	69±19.5 a	85±15.0 a	80±15.0 a	Ⅳ
		131	61±4.0 a	69±31.6 a	86±2.3 a	Ⅴ
	CK		15±24.4 b	2±35.4 b	0±33.0 b	
赤拟谷盗	茵陈	393	87±15.7 a	95±5.7 a	95±8.7 a	Ⅴ
		197	95±5.7 a	89±12.9 a	80±14.4 ab	Ⅳ
		131	92±7.5 a	80±15.0 a	75±19.1 ab	Ⅳ
	大蒜	393	87±15.7 a	86±14.6 a	74±10.5 ab	Ⅳ
		197	81±21.8 a	82±16.7 a	78±12.7 ab	Ⅳ
		131	73±2.9 a	71±25.8 a	55±11.2 b	Ⅲ
	CK		7±28.9 b	39±9.8 b	18±28.0 c	

从表 4 可知，蛇床子提取物在 131 μg/cm² 处理条件下对谷蠹的驱避活性最佳，72 h 时对试虫的驱避率为 86%，达到Ⅴ级驱避水平。方差分析表明 3 种浓度处理的差异并不显著，这可能与该试验误差较大有关。此外，393 μg/cm² 浓度处理 24、48、72 h 时的驱避率均低于 80%，浓度过高可能对谷蠹会产生较强的麻痹作用，影响害虫的驱避反应。就赤拟谷盗而言，茵陈提取物对试虫的驱避效应要略好于大蒜提取物。茵陈提取物以 393 μg/cm² 浓度处理 24、48、72 h 时的驱避率均高于 85%，其 72 h 时的驱避率为Ⅴ级标准，但 3 种浓度对赤拟谷盗成虫的驱避活性没有显著差异。

此外，试虫对植物提取物的驱避反应与处理浓度和作用时间并非为简单的线性关系，这种作用结果可能受药剂的挥发性能、试虫对药剂的适应状况及提取物对试虫的作用方式等多种因素的综合影响。当药剂对试虫具有麻痹作用时，在一定的剂量范围内，浓度过高，害虫对药剂的驱避反应多数情况下反而降低；当药剂对试虫不具麻痹作用时，提高药剂浓度一般会提高害虫的驱避反应。

2.3 优选植物提取物对谷蠹和赤拟谷盗成虫驱避活性的持效性

根据测试结果，选取具有较好驱避活性的蛇床子和茵陈提取物，在固定浓度条件下放置 1、3、7、28 d 后，再接入试虫，分别于 12、24、36 h 时调查药剂对试虫的驱避率，研究其对谷蠹和赤拟谷盗成虫的驱避活性（表 5）。结果表明：蛇床子提取物放置 1、3 d 后，48 h 时对谷蠹成虫的驱避活性明显高于放置 28 d 时的驱避效应。随着持效时间的逐步延长，驱避活性也在逐步减弱，这可能与提取物挥发从而导致浓度下降有关。

茵陈提取物对赤拟谷盗成虫的驱避活性在 1～7 d 都是Ⅴ级标准，28 d 后为Ⅲ级标准。随着处理时间的延长，驱避活性呈下降趋势，在药剂放置 28 d 后处理 36 h 的驱避率为 49%，但 24 h 的驱避率仍然达 77% 左右，为Ⅳ级标准，由此表明茵陈对赤拟谷盗具有较好的驱避效应。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 5　优选植物提取物对试虫成虫的持效驱避活性(262 μg/cm²)

处理	试虫	持效时间	平均驱避率(%)(均值±标准差)			分级(36 h)
			12 h	24 h	36 h	
蛇床子	谷蠹	1 d	35±19.5 a	69±19.5 a	30±10.4 a	Ⅱ
		3 d	33±9.0 a	62±15.7 a	15±16.6 a	Ⅰ
		7 d	25±25.0 a	42±38.2 ab	36±25.7 a	Ⅱ
		28 d	15±24.4 a	-6±31.8 b	16±6.4 a	Ⅰ
CK			15±24.4 a	2±35.4 b	0±33.0 a	
茵陈	赤拟谷盗	1 d	70±16.8 ab	95±2.3 a	98±4.0 a	Ⅴ
		3 d	84±13.5 a	85±4.5 a	99±1.7 a	Ⅴ
		7 d	63±22.5 ab	75±18.0 a	93±11.5 a	Ⅴ
		28 d	46±19.1 b	77±14.6 a	49±25.5 b	Ⅲ
CK			7±28.9 c	39±9.8 b	18±28.0 b	

3　小结与讨论

3.1　小结

本试验研究了蛇床子、茵陈等 12 种药用植物提取物对储粮害虫谷蠹和赤拟谷盗成虫的驱避效应。研究结果表明蛇床子提取物对谷蠹成虫的驱避效果最佳,用 786 μg/cm³ 处理 24 h 时对谷蠹的驱避率为 93%;茵陈提取物对赤拟谷盗成虫的驱避效果最佳,用 393 μg/cm² 处理 72 h 时的驱避率为 95%,262 μg/cm² 放置 7 d 后对赤拟谷盗成虫的驱避率可达Ⅴ级水平。茵陈提取物对赤拟谷盗的驱避持效期长、效果好,具有一定的开发前景。

3.2　讨论

药效评价是农药研究开发中的重要问题,也是一直困扰植物源农药发展的最大难题之一。目前,有关药剂对害虫的驱避效应也缺乏一个非常精确的生物测定方法。按照 McDonald 的分级标准,Ⅰ级为 0.1% ~20% 驱避率,但本试验证实害虫在培养皿上的分布并非绝对均匀,其随机误差往往会到达 20%,有时接近 40%,由此造成试验的标准差普遍偏大,重复性较差,因此有必要对分级标准进行适当修正。在今后的试验中,应进一步增加重复次数,改进试验方法,以此更精确地评价不同药剂对试虫的驱避作用。植物源农药由于作用方式多样,作用机理独特,有效成分特别是植物粗提物一般很复杂,有效成分含量高低往往并不能准确反映制剂活性的大小,因此需要一系列科学的指标评价药效。

昆虫忌(驱)避剂是使昆虫从施药地方避开的化学物质。一般来说,"忌避剂"是对昆虫成虫产卵而言,"驱避剂"是对幼虫或仓储害虫而言。目前,尽管发现了许多有忌避活性的化合物,但具有实际应用价值的却很少,至今还没有一个驱避剂商品化。单纯的驱避剂难于商品化生产和大面积推广应用,因此必须兼具有一定的触杀、生长发育抑制、内吸等作用,在害虫取食、产卵前阻止害虫趋近,一旦取食,即发挥拒食作用,取食过多则可能致死或缓慢致死。

目前,虽然对杀虫植物研究很多,但大都停留在直接利用阶段,而对其活性成分和作用机制的研究还有待深入。植物源农药的稳定性较差,在应用中受环境影响大;单独应用效果缓慢,往往与其它药剂复配或混用才能有较理想的效果。植物次生性物质对许多有害生物具有不同程度的生物活性,对非靶标生物安全无副作用[24,25]。此外,有些植物源化合物对一些已产生抗药性的害虫也具有很好的控制作用[26]。多年来,茵陈主要作为一种传统的药材被开发和利用。由于茵陈为一种中药材,将其用于防治储粮害虫,安全可靠,符合"IPM"的客观要求,利用前景广阔。

参　考　文　献

1　Champ B. R., Dyte C. E. FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. *FAO Plant Protection*

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Bulletin, 1977, **25**: 49 ~ 67.

2 Arnason J. T., Philogene B. J. R., Morand P. Naturally occurring and synthetic thiophenes as photoactivated insecticides. In: Arnason JT, Philogene B. J. R., Morand P. (eds.). Insecticides of Plant Origin. ACS Symposium Series 387. Washington, D. C., 1989. 164 ~ 172.

3 邓望喜,杨志慧,杨长举. 几种植物性物质防治储粮害虫的初步研究. 粮食储藏,1989,**18**(2):29 ~ 34.

4 徐汉虹,赵善欢. 五种精油对害虫的忌避作用和杀卵作用研究. 中国粮油学报,1995,**10**(1):1 ~ 5.

5 李前泰,宋永成. 几种植物挥发油杀虫效果的试验研究. 粮食储藏,2001,**30**(1):19 ~ 22.

6 Huang Y. Z., Yang C. J., Xue D., *et al*. Contact and repellency activities of ethanol extracts from 20 medicinal plants against *Rhizopertha dominica* (Fab.). *Acta Entomol. Sin.*, 2007, **50**(2): 118 ~ 124.

7 黄衍章,杨长举,薛东,等. 石菖蒲根茎甲醇提取物对谷蠹的生物活性. 昆虫知识,2007,**44**(5):689 ~ 693.

8 姚英娟,薛东,杨长举,等. 蛇床子提取物对几种储粮害虫的驱避和触杀效应. 昆虫知识,2006,**43**(5):653 ~ 656.

9 潘俊,谢令德,贺艳萍,等. 1% 蛇床子素粉剂对三种储粮害虫的防效. 昆虫知识,2009,**46**(4):587 ~ 591.

10 张丽丽,杨长举. 茵陈蒿的三种不同溶剂提取物对赤拟谷盗作用方式和作用效果的研究. 粮食储藏,2005,**34**(2):6 ~ 8.

11 许静,袁淼,樊勇,等. 一种新杀虫剂对储粮害虫和作物害虫的杀虫效果. 昆虫知识,2009,**46**(4):584 ~ 587.

12 Singhamony S., Anees I., Chandrakala T. S., *et al*. Natural products as Repellents for *Tribolium castaneum* (Herbst). *Int. Pest Contr.*, 1984, **26**(6): 156 ~ 157.

13 谷艳芳,尚福德,薛敬忠,等. 几种植物性物质对赤拟谷盗的驱避作用. 河南农业大学学报,1997,**31**(3):277 ~ 279.

14 De-Luca Y. Catalogue des metazoaires parasites et predateurs de bruchidae (Coleoptera). *J. Stored Prod. Res.*, 1965, **1**: 51 ~ 98.

15 Harish C., Ahufa D. F., Nagender A. Repellency of different plant extracts and commercial formulations used as prophylactic sprays to protect bagged grain against *Tribolium castaneum*: a field study. *J. Stored Prod. Res.*, 2000, **37**(6): 582 ~ 585.

16 蒋庆慈,姜武峰. 荆门市储粮害虫对磷化氢、马拉硫磷抗药性及对策技术研究. 粮食储藏,1995,**24**(5):125 ~ 128.

17 梁权. 关于目前谷蠹防治问题的探讨. 粮食储藏,1995,**24**(1):3 ~ 8.

18 曹阳,刘梅,郑彦昌. 五种储粮害虫 11 个品系的磷化氢抗性测定. 粮食储藏,2003,**32**(2):9 ~ 12.

19 曹阳. 我国储粮害虫玉米象和米象磷化氢抗药性调查. 河南工业大学学报,2005,**26**(5):1 ~ 5.

20 曹阳. 我国谷蠹、赤拟谷盗、锈赤扁谷盗和土耳其扁谷盗磷化氢抗药性调查. 河南工业大学学报(自然科学版),2006,**27**(1):1 ~ 6.

21 严晓平,黎万武,刘作伟,等. 我国主要储粮害虫抗性调查研究. 粮食储藏,2004,**4**(32):17.

22 姚英娟,薛东,杨长举. 21 种植物提取物对玉米象的生物活性. 昆虫学报,2005,**48**(5):692 ~ 698.

23 Juliana G., Su H. C. F. Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains. *J. Econ. Entomol.*, 1983, **76**: 154 ~ 157.

24 Lowery D. T., Isman M. B. Toxicity of neem to natural enemies of aphids. *Phytoparasitica*, 1995, **23**: 297 ~ 306.

25 Saxena B. P. Insecticides from neem. In: Arnason J. T., Philogene B. J. R., Morand P. (eds.). Insecticides of Plant Origin. ACS Symposium Series 387. Washington, D. C., Ser. 1989. 110 ~ 135.

26 Schmutterer H. Control of diamondback moth by application of neem extracts. In: Talekar N. S. (ed.), Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. Proceedings, 2nd International Workshop, Asian Vegetable Research and Development Center, Taibei, Taiwan, 1992. 325 ~ 332.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net