

# 肉桂油的杀虫作用和有效成分分析

徐汉虹 赵善欢

(华南农业大学昆虫毒理研究室, 510642, 广州)

**摘要** 生物活性初筛试验表明,肉桂(*Cinnamomum cassia* Presl.)精油是优良的谷物保护剂。采用0.1%~0.2%(w/w)的浓度处理小麦或麦粉,能有效地抑制玉米象(*Sitophilus zeamais* Motschulsky)、谷蠹(*Rhizopertha dominica* (Fabricius))和赤拟谷盗(*Tribolium castaneum* (Herbst))的种群繁殖。每头黄粉虫(*Tenebrio molitor* Linne)幼虫点滴0.1~0.5  $\mu$ L 肉桂油,明显影响其生长发育和水分代谢。采用GC-MS方法分析了肉桂油的化学成分。活性跟踪试验表明,肉桂醛为肉桂油的主要杀虫有效成分。

**关键词** 肉桂油;储粮害虫;杀虫作用;有效成分  
**中图分类号** S482.39

肉桂(*Cinnamomum cassia* Presl.)为常绿乔木,在我国南方广为种植。肉桂皮作为中药和调味品已有悠久的历史。早在公元前400年的周朝时期,我国已有用肉桂作为食品调味香料的记述(林进能等,1991)。肉桂精油在国外是供作芳香治疗的主要原料(周宁华,1991),在日用化学工业和医药工业上也得到了广泛的应用(张承曾等,1989),也是常用的食品添加剂。作者在广泛筛选杀虫植物的过程中,发现肉桂油对储粮害虫具有良好的防治作用,继而对其有效成分和作用方式进行了分析研究。

## 1 材料与方 法

### 1.1 样品来源

肉桂(*Cinnamomum cassia* Presl.)精油,样品来自广东省高要县,为春季肉桂树的枝叶经水蒸汽蒸馏而得,出油率为0.9%。

肉桂醛:轻工业部上海香料研究所提供。

### 1.2 供试昆虫

黄粉虫 *Tenebrio molitor* Linne; 赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* (Herbst); 玉米象 *Sitophilus zeamais* Motschulsky; 谷蠹 *Rhizopertha dominica* (Fabricius)。

虫种由广东省粮食科学研究所提供,在本校养虫室内饲养繁殖后供试。

### 1.3 试验方法

1.3.1 触杀试验方法 滤纸接触法:参考张泽溥等(1963)的方法,略加改进。将精油用丙

1993-01-10收稿

\* 高校博士点基金资助课题

酮稀释成不同浓度,用移液管分别移取1 mL不同浓度的精油注于直径9 cm的中性滤纸上,让其均匀展布,等丙酮挥发后,将滤纸拿入恒温养虫室内,放在养虫架上,滤纸上罩一玻璃环(直径6 cm,高3 cm),环内接入昆虫,环上覆盖铜纱网盖。24 h后检查死亡率。

喷雾法:先将试虫用二氧化碳气体麻醉,倒入底部垫有滤纸的培养皿(直径11 cm)内,每皿30头虫。精油用丙酮稀释成不同浓度,用标准 Potter 喷雾塔喷雾,喷完后套上一玻璃环,玻璃环上罩上一铜纱网。然后放入养虫室内。24 h后检查死亡率。喷雾条件为:压力:68 947.6 Pa;沉降时间:1 min;喷雾量:1 mL。对照喷等量丙酮。

点滴法:使用微量点滴仪将精油点滴于试虫的胸部背板上,经一定时间后检查试虫的死亡率和存活虫的生长发育状况。

1.3.2 饲料拌药法 按照重量百分比,在分析天平上称取一定量的精油,用丙酮稀释后拌入小麦或全麦粉中,待丙酮自然挥发后,分装入3个广口瓶中,接入赤拟谷盗或玉米象成虫30头,8天后筛出虫,检查死、活虫数。待对照的 $F_1$ 代虫全部处于成虫期时,检查 $F_1$ 代虫数,以对比观察含精油饲料处理对 $F_1$ 代试虫繁殖的影响。繁殖抑制率按下列公式计算:

$$\text{繁殖抑制率}(\%) = \frac{(\text{对照虫数} - \text{处理出数})}{\text{对照虫数}} \times 100$$

校正死亡率按 Abbott 公式计算。毒力回归方程的运算,在 IBM-PC 计算机上完成。数据统计分析采用 MSTAT 程序。

1.3.3 化学分析方法 定性分析:油样不经任何处理,直接用气相色谱-质谱联用仪分析。仪器型号为 Finnigan 4510/GC/MS/DS 联用仪。条件为:SE-54石英弹性毛细管柱,长30 m,内径0.25 mm(美国 J & W 公司生产)。在柱温80℃下稳定5 min,以3℃/min 程序升温至200℃。汽化室温度230℃。进样量0.2 μL;氮为载气,柱前压为147.099 kPa,检测器为氢火焰离子检测器(FID),分离比为20:1。质谱用 EI-MS,电子能量70 eV,发射电流0.25 mA,倍增电压1 300 V,扫描周期1 s。

数据处理使用 INCOS 系统。各分离组分首先通过 NIH/EPA/MS DS 计算机谱库(美国国家标准局 LIBRARY 谱库)进行检索,并与在实验室用标准已知化合物进行 GC/MS/DS 分析后制作的标准谱库的谱图及保留时间相核对,参照有关文献(Heller et al, 1978; Heller et al, 1980),对各质谱图进行解析来确认。

定量分析:油样不经任何处理,直接进行气相色谱分析。以0.2 μL 精油进样,分离出各组分。计算机系统对各峰的积分面积进行计算,求出面积百分比,通过归一化法进行定量。将气相色谱图与 GC/MS 总离子流图对照确定各组分含量。气相色谱仪用 Shimadzu GC-9A 型,积分器用 C-R3A 微处理机。气相色谱条件同定性分析。

## 2 结果与分析

2.1 采用饲料拌药法测定了肉桂油作为谷物保护剂的效果,结果见图1。由图1可知,在0.1%~0.2%的用药量范围内,肉桂油对赤拟谷盗、谷蠹和玉米象的繁殖抑制率均达100%。对储粮的保护效果高达100%。

2.2 分别采用喷雾法和滤纸药膜法测定了肉桂油对赤拟谷盗成虫和黄粉虫初孵幼虫的触杀作用,其  $LC_{50}$  值分别为 15.03%和 3.54%(图2)。由此看出,肉桂油对仓库害虫的急性毒杀作用不强。那么肉桂油是如何对仓虫具有防治效果?作者观察了肉桂油对黄粉虫生长发育的影响。取刚蜕皮的黄粉虫幼虫单头称重后,用微量点滴仪在其胸部背面点滴0.1~0.5  $\mu\text{L}$  的肉桂油,6 h 后喂鸡饲料和菜叶。108 h 后再称重。结果发现,对照平均每条虫增重 32.12 mg,点滴 0.1  $\mu\text{L}$ , 0.25  $\mu\text{L}$  和 0.5  $\mu\text{L}$  的处理,平均每条虫增重分别为 21.60 mg, 18.14 mg 和 -8.6 mg(表1)。显然,肉桂油抑制了黄粉虫幼虫的生长。从症状上看,点滴 24 h 后,腹部开始排出粘性物质,使未取食的鸡饲料颗粒粘附在腹末(图3A),初步判断肉桂油影响了黄粉虫幼虫的水分代谢。在进一步的观察中发现,较高用药量处理的幼虫,其旧表皮不能正常脱去,或者是整个虫体被旧表皮所包裹,或是只能脱去胸部以后的表皮,或是只蜕裂线开裂(图3B),最后

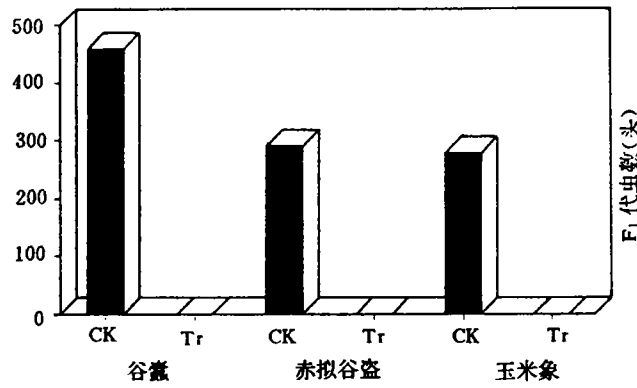


图1 肉桂油对3种仓虫种群繁殖的影响

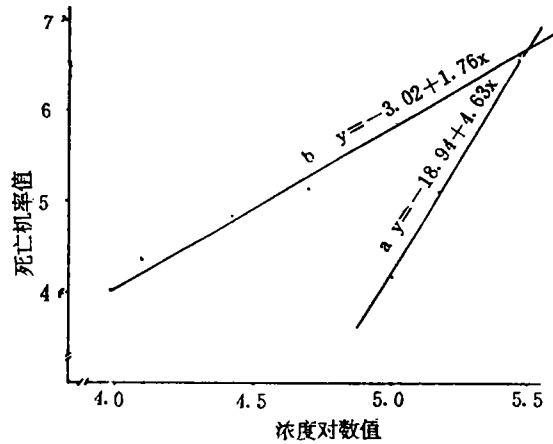


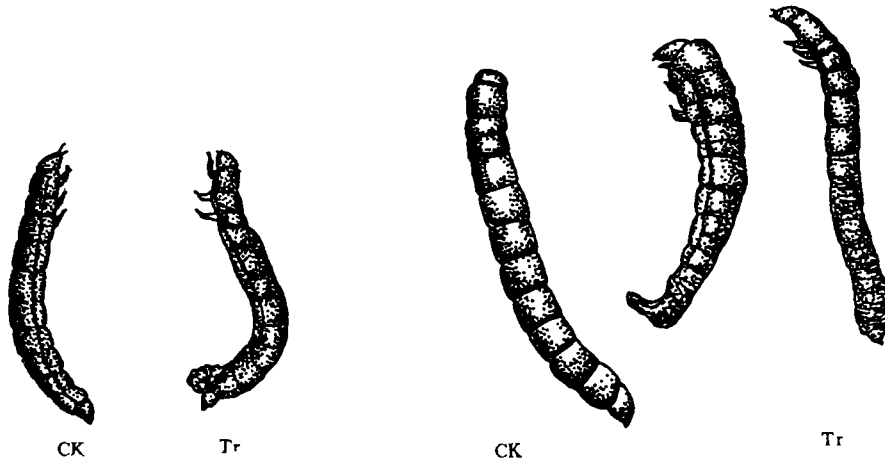
图2 肉桂油对赤拟谷盗成虫和黄粉虫初孵幼虫的毒力回归线  
a 赤拟谷盗 b 黄粉虫

表1 肉桂油对黄粉虫生长发育的影响<sup>1)</sup> 1989, 广州

处理用药量 / $\mu\text{L}(\text{头})^{-1}$	处理前虫重 /mg	处理后108 h 虫重 /mg	体重增加量 /mg	生长抑制率 /%	畸死率 /%
CK	112.88	145.00	32.12a <sup>2)</sup>		0
0.1	124.44	145.56	21.60b	34.25	0
0.25	115.38	133.75	18.40b	42.82	40
0.5	112.1	103.5	-8.6c	126.77	70

1) 表内数据为20头虫的平均值。2) 纵列数据后随字母相同者,示在5%水平上差异不显著(DMRT)。

都导致死亡。0.25  $\mu\text{L}$  和0.5  $\mu\text{L}$  处理后的畸死率分别是40%和70%。



A 示肉桂油导致黄粉虫腹末排出粘性物质      B 示肉桂油导致黄粉虫脱皮受阻  
图3 肉桂油对黄粉虫生长发育的影响

2.3 为了跟踪找出有效成分,作者采用气质联用仪对肉桂油的化学成分进行了分析,共检出了36个成分(图4),鉴定出其中35个成分(表2),占精油总量的99.80%,主要成分为反式-肉桂醛(*trans*-cinnamaldehyde)(74.49%)和反式-肉桂酸(*trans*-cinnamic acid)(12.45%)。其他含量在1%以上的成分还有:苯甲醛(benzaldehyde)(2.29%),乙酸- $\beta$ -苯乙酸(2-phenylethyl acetate)(1.05%),乙酸肉桂酯(Cinnamal acetate)(1.94%)和甲氧基肉桂醛(methoxycinnamaldehyde)(2.86%)。

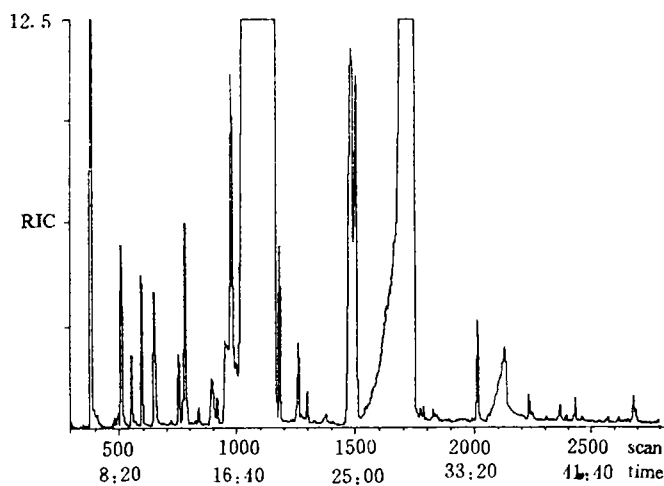


图4 肉桂油的气相色谱图

2.4 为了确证肉桂油的杀虫活性成分,对肉桂油的主成分肉桂醛进行了生物活性试验,方法为饲料拌药法,结果见表3。由表3可知,0.1%的肉桂醛对赤拟谷盗的繁殖抑制率也达到了100%,与0.2%的肉桂油效果相当。说明肉桂醛为肉桂油的主要杀虫有效成分。

表2 肉桂油化学成分

峰号	化 合 物	保留时间	峰面积积分	含量/%
1	苯甲醛 benzaldehyde	6:31	182800	2.29
2	对-聚伞花素 <i>p</i> -cymene	8:00	530	0.01
3	柠檬烯 limonene	8:08	293	0.00
4	1,8-桉叶素 1,8-cineole	8:16	1127	0.01
5	水杨醛 salicyl aldehyde	8:37	23722	0.30
6	苯乙酮 phenylethanone	9:17	8191	0.10
7	愈创木酚 guaiacol	10:01	19416	0.24
8	苯乙醇 benzenepropanol	10:53	24433	0.31
9	苯丙醛 benzenepropanal	12:35	11280	0.14
10	龙脑 borneol	12:52	3052	0.04
11	甲酸- $\beta$ -苯乙酯 2-phenylethylformate	13:04	24267	0.30
12	2-甲基苯并呋喃 2-methylbenzofuran	13:12	2903	0.03
13	爱草脑 estragole	13:56	2359	0.03
14	苯丁醛 phenylbutylaldehyde	14:53	5888	0.07
15	顺式-肉桂醛 <i>cis</i> -cinnamaldehyde	14:54	9249	0.12
16	甲酸龙脑酯 bornyl formate	15:16	3242	0.04
17	邻甲氧基苯甲醛 <i>o</i> -methoxybenzaldehyde	15:53	42020	0.52
18	乙酸- $\beta$ -苯乙酯 2-phenylethyl acetate	16:21	83694	1.05
19	反式-肉桂醛 <i>trans</i> -cinnamaldehyde	19:20	5934770	74.49
20	肉桂醇 cinnamic alcohol	19:46	16838	0.21
21	甲酸肉桂酯 cinnamyl formate	21:04	9269	0.12
22	苯戊醇 phenyl pentanol	21:44	3458	0.04
23	顺式-肉桂酸 <i>cis</i> -cinnamic acid	23:01	2378	0.03
24	乙酸肉桂酯 cinnamyl acetate	24:53	1544889	1.94
25	香豆素 coumarin	25:11	74463	0.93
26	反式-肉桂酸 <i>trans</i> -cinnamic acid	28:53	992179	12.45
27	甲氧基桂醛 methoxycinnamaldehyde	29:05	227573	2.86
28	橙花叔醇 nerolidol	29:36	3220	0.04
29	2-甲氧基苯乙酸甲酯 2-methoxy phenylethyl formate	29:48	3451	0.04
31	对-羟基肉桂酸甲酯 <i>p</i> -hydroxy methyl cinnamate	35:36	63989	0.80
32	苯甲酸苄酯 benzyl benzoate	37:14	3880	0.05
33	邻苯二甲酸二丙酯 dipropyl phthalate	39:26	2866	0.04
34	异戊酸- $\beta$ -苯乙酯 2-phenylethyl isovalerate	40:32	4047	0.05
35	邻苯二甲酸二丁酯 dibutyl phthalate	44:44	4866	0.06
36	棕榈酸 palmitic acid	44:55	2605	0.03

表3 肉桂醛对赤拟谷盗的繁殖抑制作用

1991, 广州

供试样品	处理剂量 %(w/w)	平均 F <sub>1</sub> 代虫数 /头	平均繁殖抑制率 /%
丙酮对照		323 <sup>1)</sup>	
肉桂醛	0.1	0	100
肉桂油	0.2	0	100

1) 3次重复平均值。

### 3 讨论

Goutam 等(1974)报道了肉桂油杀细菌的特性。Bushland(1939)发现肉桂油能杀死螺旋蝇(*Cochliomyia hominivorax*)的卵。Su(1985)认为肉桂油对仓库害虫具有良好的忌避作用。本研究发现肉桂油是优良的谷物保护剂,且影响黄粉虫的生长发育和水分代谢。由此看来,肉桂油是一个具有多种作用方式的生理活性物质。

水是昆虫营养的基本需要。昆虫可以失去大量的脂肪和蛋白质而仍然存活,但水分的少量损失就会导致死亡(Chiu, 1939)。从含水量低的储藏物中获取水分,是储粮害虫获取水分的唯一途径。保存水分对储粮害虫显得尤为重要。因此,导致储粮害虫水分损失的物质可发展成一类新型的谷物保护剂。肉桂油显示出了这方面的潜力。

肉桂油广泛应用于人们的日常食品中,用于害虫防治时对人安全的。值得探讨的是,肉桂油施用到粮食上后,粮食的吸附和残留情况如何?是否会影响粮食的口味?肉桂油的药香味和辛辣味能否为消费者所接受?

肉桂油既防虫又杀菌,对人无害,正是人们所要求的无公害农药。但从价格上考虑,直接用精油防治害虫是不合算的。本研究明确了肉桂醛是肉桂油的活性成分,而肉桂醛的人工合成已经有了成熟的路线(济南市轻工研究所,1985)。可以预见,随着研究的深入,肉桂醛类化合物可能会发展成一类新型的杀虫剂,使化学防治展示出新的前景。

致谢 林学院陈尊典副教授提出宝贵意见并予以帮助。中国科学院昆明植物所协助 GC-MS 分析。轻工业部上海香料研究所金其璋所长提供肉桂醛样品。一并致谢!

#### 参 考 文 献

- 林进能,黄士诚,陈沛扬,等. 1991. 天然食用香料生产与应用. 北京:轻工业出版社, 141  
 张承曾,汪清如. 1989. 日用调香术. 北京,轻工业出版社, 133~134  
 张泽溥,夏宏世,叶于芒,等. 1963. 杀虫剂及杀菌剂的生物测定. 北京:中国工业出版社, 87~88  
 周宁华. 1991. 芳香治疗—精油有治疗性能吗. 香料香精化妆品, (1): 30~32转17  
 济南市轻工研究所. 1985. 合成食用香料手册. 北京:轻工业出版社, 193  
 Bushland, Raymond C. 1939. Volatile oils as ovicides for the Screwworm, *Cochliomyia americana*

- C. & P. J Econ Ent 32(3):430~431
- Chiu Shin-Foon 1939, Toxicity studies for so-called "inert" materials with the rice weevil and the granary weevil. J Econ Ent ,32(6):810~821
- Goutam M P, Purohit R M. 1974. Antibacterial properties of some essential oils. Ricehst Aromen Koerperpflegem, 24:70~71.
- Heller S R, Mitne, G W A . 1978. EPA NIH Mass Spectral Database. Washington: USA Government Printing Office, 1~988
- Heller S R, Mitne G W A . 1980. EPA NIH Mass Spectral Database Supplement I. Washington: USA Government Printing Office, 3977~5269
- Su H C F. 1985. Laboratory evaluation of biological activity of *Cinnamomum cassia* to four species of stored-product insects. J Ent Sci, 20(2):247~253

## STUDIES ON INSECTICIDAL ACTIVITY OF CASSIA OIL AND ITS TOXIC CONSTITUENT ANALYSIS

Xu Hanhong      Zhao Shanhuan\*

(Laboratory of Insect Toxicology, South China Agr. Univ., 510642, Guangzhou)

**Abstract** Results of bioassay showed that cassia oil was a very effective protector of grain. It completely inhibited the reproduction of *Sitophilus zeamais*, *Rhizopertha dominica* and *Tribolium castaneum* when mixed with wheat or wheat flour at a dosage of 0.1%~0.2% in weight. Cassia oil possessed significant compacts on water metabolism and growth of the larval of *Tenebrio molitor* after topical application in 0.1~0.5  $\mu$ L/larva. The constituents of cassia oil was analysed by the method of GC-MS, and Cinnamaldehyde was proved to be its insecticidal component.

**Key words** Cassia oil; Stored-product insects; Insecticidal activity; Insecticidal component

---

\* Chiu Shin-Foon