

糖醋液和乙二醇对地表甲虫的诱集效率比较^{*}陈又清^{1**} 李巧² 陈彦林² 王思铭¹

(1. 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所 昆明 650224 2 西南林学院 保护生物学院 昆明 650224)

Comparison of trapping efficiency for ground-dwelling beetles by sugar vinegar mixture and ethylene glycol. CHEN Youqing^{**}, LI Qiao, CHEN Yanlin, WANG Siming (1. Research Institute of Resources Insects Chinese Academy of Forestry Kunming 650224 China 2 Faculty of Conservation Biology Southwest Forestry College Kunming 650224 China)

Abstract Ground-dwelling beetle communities were investigated by pitfall traps filled with sugar vinegar mixture and ethylene glycol in natural lac forest plantation lac forest and dry land during 2006 ~ 2007. Altogether 522 individuals were collected by the traps containing sugar vinegar mixture representing 66 species in 19 families of Coleoptera while 690 individuals were captured by traps containing ethylene glycol representing 68 species in 19 families. There were 29 species captured by both solutions comprising 27.6% of the total. More individuals of Tenebrionidae Scarabaeidae and Carabidae and less individuals of Scolytidae were captured by traps with sugar vinegar mixture than those with ethylene glycol. In the natural lac forest traps with sugar vinegar mixture collected significantly fewer individuals and less species but not significantly than those with ethylene glycol. The results indicated that the trapping efficiency of ethylene glycol was a little better than that of sugar vinegar mixture. Some diversity information would lose when sampling only with sugar vinegar mixture or ethylene glycol.

Key words Pitfall trapping trap solution Coleoptera capture efficiency lac agroforestry ecosystem

摘要 2006~2007年分别以糖醋液和乙二醇作为陷阱溶液对天然紫胶林、人工紫胶林和旱地的地表甲虫群落进行了抽样。糖醋液诱到 19科 66种 522头地表甲虫,乙二醇诱到 19科 68种 690头;共同诱到 29种,占全部种类的 27.6%。糖醋液诱到的拟步甲、金龟、步甲个体数少于乙二醇,而糖醋液诱到的小蠹则多于乙二醇。天然林中,糖醋液诱到的地表甲虫个体数显著少于乙二醇,种类数无显著差异。结果表明:这 2种溶液诱到的地表甲虫种类数接近,但乙二醇诱到的个体数多;使用单一溶液进行抽样往往会损失一定的多样性信息。

关键词 陷阱法, 陷阱溶液, 鞘翅目, 捕获率, 紫胶复合生态系统

陷阱法是研究地表或土壤节肢动物最常用的抽样方法之一^[1,2],具有成本低廉、易于操作、昼夜工作、标本采集量大等优点^[3],尤其在步甲^[4,5]、蜘蛛^[6,7]、蚂蚁^[2,8]的抽样中运用广泛。也有将陷阱置于树冠对其上活动的节肢动物进行抽样调查^[9,10]。此外,还用于脊椎动物的生态学研究^[11,12]。国外学者不仅关注陷阱设计及改进^[13,14],而且对于陷阱大小^[15~17]和陷阱溶液^[4,18,19]对抽样效率影响的研究十分丰富,这些研究为实现科学抽样提供了重要信息。就陷阱溶液而言,甲醛和水的混合液曾经使用

广泛,但由于危害健康而弃用^[20];乙二醇、乙醇、乙醇与甘油混合液等由于保存效果好,在国外运用广泛^[19,21];而国内的陷阱溶液主要是糖醋液^[22~25],也有乙醇^[26,27]、甲醛^[28,29],偶有乙醛^[30]、乙二醇^[25]。这些不同的溶液在进行地表甲虫抽样中效果如何,未见报道。

地表甲虫隶属于昆虫纲 Insecta 鞘翅目

^{*} 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金重点项目 (Yrjca 000801 号)。

^{**} 通讯作者, E-mail: cyqca@yahoo.com.cn

收稿日期: 2009-04-07 修回日期: 2009-05-15

Collembola是栖息于地表的最庞大、最具多样性的类群之一^[31]。由于对生境变化高度敏感,步甲、隐翅甲等类群已经成功的用于监测生境和生物多样性的变化^[32-33]。在国外地表甲虫抽样中,陷阱溶液多为乙二醇^[4-34],而国内多用糖醋液。然而,缺乏关于这2种溶液进行地表甲虫抽样的效果比较。本研究拟通过比较国内常用的糖醋液和国外常用的乙二醇对地表甲虫的诱集效果,为提高抽样效率提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

在云南省绿春县牛孔乡(22°53'N, 101°56'E)根据生境不同设置3个类型样地I~III,每个样地有3个重复。I为天然紫胶林,II人工紫胶林,III为旱地。各样地概况见文献^[35]。于2006~2007年在每个样地内设置口径80 mm,高150 mm的诱杯10个,分为2组:分别以乙二醇和糖醋液作为诱剂,糖醋液为白糖、食醋、酒精及水的混合液,其重量比例约为1:2:2:2:0,同组诱杯间距10 m,2组间相距20 m;每个诱杯上方放置防雨的石板,诱集5 d,每隔半月1

次,共调查24次,将采集到的所有甲虫成虫标本用75%酒精保存,根据相关资料进行分科鉴定^[36-37];利用RTU进行种类估计,在形态种基础上进行数量统计^[38-40]。对数据进行标准化处理,个体数量进行平方根转换,物种数进行对数转换。以每5个陷阱诱到的地表甲虫进行数据分析,24次数据合并处理。利用EstimateS(Version 7.5.0软件进行Jaccard相似性系数的计算,利用SPSS 13.0中的Paired-Samples T Test和One-way ANOVA程序对数据进行分析^[41]。

2 结果与分析

2.1 不同溶液诱集的地表甲虫数量和种类

3个样地共诱到地表甲虫24科105种。其中,用糖醋液诱集到522头,属于19科66种;用乙二醇诱集到地表甲虫690头,属于19科68种;2种方法均诱到的物种数是29,占全部种类的27.6%。各样地使用不同溶液诱集的地表甲虫个体数和物种数见表1。

表1 不同溶液诱集的地表甲虫个体数和种类数

溶液	个体数 (M±SD)			物种数 (M±SD)		
	天然紫胶林	人工紫胶林	旱地	天然紫胶林	人工紫胶林	旱地
A	5.2 ± 0.4 ^b	8.0 ± 1.4 ^a	8.4 ± 4.2 ^a	2.5 ± 0.3 ^a	2.7 ± 0.0 ^a	2.3 ± 0.1 ^a
B	6.2 ± 0.3 ^a	8.9 ± 2.1 ^a	10.1 ± 3.2 ^a	2.7 ± 0.1 ^a	2.5 ± 0.2 ^a	2.4 ± 0.2 ^a

注: A表示糖醋液, B表示乙二醇。不同小写字母表示在P<0.10水平上显著。

分析显示,在天然林内,糖醋液诱到的地表甲虫数量显著低于乙二醇;在人工林和旱地中,尽管表现为糖醋液诱到的地表甲虫数量低于乙二醇,但没有显著差异。显然,单独使用一种溶液时,从个体数来看,乙二醇的效果稍优于糖醋液。在种类数上,在天然林和旱地内,糖醋液诱到的地表甲虫种类略少于乙二醇;而人工林中相反。但无论哪种生境,使用糖醋液与使用乙二醇诱到的地表甲虫种类数量没有显著差异。

从甲虫成分来看(表2),3个样地中,这2种溶液共同诱到的种类数较少;根据2种溶液诱到的甲虫种类对同一种生境的地表甲虫群落

表2 使用糖醋液和乙二醇诱到的地表甲虫的共有种和相似性系数

地表甲虫群落	共有种 (M±SD)	Jaccard相似性系数 (M±SD)
I	4.00 ± 2.00 ^a	0.16 ± 0.08 ^a
II	5.67 ± 1.53 ^a	0.27 ± 0.11 ^a
III	4.67 ± 1.15 ^a	0.27 ± 0.03 ^a

注: I~III分别表示天然林、人工林、旱地的地表甲虫群落。不同小写字母表示在P<0.10水平上显著,相同小写字母表示无显著差异。

进行相似性分析,相似性水平很低,天然林中最低。可见,在地表甲虫调查中,无论是在天然林、人工林、还是旱地,单独使用糖醋液或乙二

醇, 都会漏掉一定的甲虫种类, 损失较多的多样性信息。

2.2 不同类群地表甲虫对糖醋液和乙二醇的选择

2种溶液诱到的地表甲虫类群中, 拟步甲、小蠹、金龟、步甲的数量相差较大, 表现为糖醋液诱到的拟步甲、金龟、步甲少于乙二醇, 而糖醋液诱到的小蠹则多于乙二醇; 其余类群的数量差不超过5(表3)。

表3 使用糖醋液和乙二醇诱到的地表甲虫个体数

溶液		A	B
步甲科 Cambridae (M±SD)	天然紫胶林	0.5±0.8 ^a	1.0±0.9 ^a
	人工紫胶林	1.5±1.3 ^a	2.0±0.6 ^a
	旱地	2.4±0.5 ^a	2.6±0.8 ^a
拟步甲科 Tenebrionidae(M±SD)	天然紫胶林	2.3±0.6 ^B	4.3±0.5 ^A
	人工紫胶林	6.6±1.3 ^a	7.9±2.3 ^a
	旱地	7.3±4.9 ^a	9.3±3.1 ^a
金龟科 Scarabaeidae(M±SD)	天然紫胶林	1.9±0.4 ^a	2.5±0.6 ^a
	人工紫胶林	1.2±1.1 ^a	1.8±1.4 ^a
	旱地	2.0±0.7 ^a	2.2±1.0 ^a
小蠹科 Scolytidae(M±SD)	天然紫胶林	3.2±0.9 ^A	1.3±0.2 ^B
	人工紫胶林	2.0±0.9 ^a	0.3±0.6 ^a
	旱地	0.3±0.6 ^a	0.0±0.0 ^a

注: A表示糖醋液, B表示乙二醇。不同大写字母表示在 $P < 0.05$ 水平上显著, 不同小写字母表示在 $P < 0.10$ 水平上显著。

分析显示, 在不同生境中, 不同溶液对这些地表甲虫的诱集效果各不一样: 对于步甲和金龟而言, 无论在哪种生境, 糖醋液和乙二醇作为溶液诱到的个体数量没有显著差异, 表现出步甲科和金龟科对于糖醋液和乙二醇没有偏好。

对拟步甲而言, 在天然林中, 使用糖醋液诱到的拟步甲数量显著少于使用乙二醇; 但在人工林和旱地中, 分别使用这2种溶液诱到的拟步甲数量没有显著差异。表现出在自然生境中, 乙二醇的诱集效果比糖醋液好。

小蠹的表现则和其它甲虫相反: 任何生境中, 糖醋液诱到的小蠹数量均多于乙二醇。在天然林中, 糖醋液诱到的小蠹数量显著多于乙二醇(表3)。可见, 小蠹对于糖醋液有明显的趋性, 该溶液可以单独用于小蠹的诱捕。

3 讨论

陷阱溶液的作用是杀死和保存标本, 是否使用溶液及不同溶液的使用均会影响抽样效率: 有保存液的陷阱比空陷阱能捕获更多的地表甲虫; 在纯水、盐水(饱和氯化钠溶液)、乙醇与水的混合液(2:1)、乙醇与甘油的混合液(3:1)及乙二醇与水的混合液(1:3)这5种常用的陷阱溶液中, 乙二醇和水的混合液是较理想的保存液, 防腐效果好, 对步甲和蜘蛛的捕获效率高于盐水、纯水或任何与乙醇的混合液; 同时, 相比纯的乙二醇溶液, 还降低了成本^[17, 19]。随着昆虫基因学的发展, 对陷阱溶液能否满足分子分析要求的关注增加, 当用于分子生物学分析时, 建议使用坑道陷阱, 以96%的乙醇作为保存液^[42, 43]。由于乙醇挥发性强, 因而陷阱的放置时间不宜过长。本研究使用糖醋液和乙二醇2种溶液, 抽样的结果表明: 这2种溶液诱到的地表甲虫种类数量接近, 但乙二醇诱到的甲虫数量更多, 总体表现为乙二醇的抽样效果略好于糖醋液; 2种溶液均诱到的物种不足全部物种的30%, 因此, 使用单一溶液进行抽样往往会损失一定的多样性信息。另外, 糖醋液具有酸甜的味道, 对于某些甲虫类群如小蠹等具有特殊的吸引力; 而乙二醇无色无味, 且不易挥发, 对大多数甲虫不具有拒避作用。这2种诱剂对捕食性的甲虫如步甲都没有吸引力, 如果要用这些诱剂, 应增加诱饵——肉。

除陷阱溶液外, 抽样效率还受到许多因素的影响, 以蚂蚁为例, 不同种类蚂蚁由于运动能力的不同导致被陷阱捕获的几率不同, 运动能力强的蚂蚁较运动能力差的更易于落入陷阱; 地表的物理结构会影响蚂蚁的捕获率, 枯落物丰富或石头多的地表, 陷阱对蚂蚁的捕获率会降低^[44, 45]。甲虫的身体大小也会影响捕获率, 个体小的更善于躲避陷阱^[46]。国内学者应加强陷阱法抽样效率方面的研究。

此外, 关于陷阱数量多少才能满足抽样的要求值得关注。国外的学者对此进行了有益的探讨。Abensperg-Traun和Steven认为, 在半干

旱的桉树林进行地表蚂蚁研究,至少需要 16 个陷阱;而 Santo 等对橄榄林土壤节肢动物研究显示,20 个有保存液的小陷阱(直径 7 cm)能充分保证抽样的需要^[17,47]。不同的生境具有不同物种组成的地表甲虫群落,在运用陷阱法进行调查时,抽样量即陷阱数量是否合适需要重视。

参 考 文 献

- 1 Southwood T R E Ecological Methods with Special Reference of Insect Populations London Chapman and Hall 1978 1~524
- 2 Majer J D The use of pitfall traps for sampling ants and other invertebrate fauna Mem Muséi Victor, 1997 56 (2): 323~329.
- 3 Clark W H, Blom P E An efficient and inexpensive pitfall trap system Entomol News 1992 103(2): 55~59.
- 4 Hoopainen J K Catch and sex ratio of Carabidae (Coleoptera) in pitfall traps filled with ethylene glycol or water Pedobiologia 1992 36(5): 257~261.
- 5 Lemieux J P, Lindgren B S A pitfall trap for large-scale trapping of Carabidae Comparison against conventional design using two different preservatives Pedobiologia 1999 43(3): 245~253.
- 6 Bowen C J, Homer N V, Cook W B Pitfall Trap survey of Gnaphosid spiders from Wichita County of North-Central Texas J Kansas Entomol Soc, 2004 77(3): 181~192
- 7 Upamanu H, Uniyal V P Diversity and composition of spider assemblages in five vegetation types of the Terai Conservation Area India J Arachnol, 2008 36(2): 251~259.
- 8 Wang C L, Stuzanac J, Butler L A comparison of pitfall traps with bait traps for studying leaf litter ant communities J Econ Entomol, 2001 94(3): 761~765.
- 9 Osborn F, Goitia W, Cabrera M, et al Ants plants and butterflies as diversity indicators comparisons between strata in six neotropical forest sites Stud Neotrop Fauna Environ, 1999 34(1): 59~64
- 10 Pinon J, Spence J Performance of two arboreal pitfall trap designs in sampling cursorial spiders from tree trunks J Arachnol, 2008 36(2): 280~286
- 11 Umetsu F, Naxara L, Paulini R Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the neotropics J Mammal, 2006 87(4): 757~765.
- 12 Ferguson A W, Weckerly F W, Bacaus J T, et al Evaluation of Predator attendance at pitfall traps in Texas

- Southw Natural, 2008 53(4): 450~457
- 13 Majer J D An improved pitfall trap for sampling ants and other epigeic invertebrates J Austral Entomol Soc, 1978 17(3): 261~262
- 14 Vogt J T, Harsh D K A simple device to assist with pitfall trap sampling Flor Entomol, 2003 86(1): 94~95.
- 15 Work T T, Buddle C M, Korhonen M, et al Pitfall trap size and capture of three taxa of litter dwelling arthropods implications for biodiversity studies Environ Entomol, 2002 31(3): 438~448
- 16 Brennan K E C, Majer J D, Moir M L Refining sampling protocols for inventorying invertebrate biodiversity influence of drift fence length and pitfall trap diameter on spiders J Arachnol, 2005 33(3): 681~702
- 17 Santos S A P, Cabanas J E, Pereira J A Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal), Effect of pitfall trap type Europ J Soil Biol, 2007 43(2): 77~83.
- 18 Waage B E Trapping efficiency of carabid beetles in glass and plastic pitfall traps containing different solutions Fauna Norvegica Series B 1985 32(1): 33~36
- 19 Schmidt M H, Clough Y, Schulz W, et al Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps J Arachnol, 2006 34(1): 159~162.
- 20 van den Bergh E On pitfall trapping invertebrates Entomol News 1992 103(4): 149~156.
- 21 Nakamura A, Catterall C, House A, et al The use of ants and other soil and litter arthropods as bio indicators of the impacts of rainforest clearing and subsequent land use J Insect Conserv, 2007 11(2): 177~186.
- 22 于晓东, 罗天宏, 周红章. 横断山区东部四种林型地表甲虫的物种多样性. 动物学研究, 2004 25(1): 7~14
- 23 于晓东, 罗天宏, 杨建, 等. 卧龙自然保护区落叶松林不同恢复阶段地表甲虫的多样性. 动物学研究, 2006 27(1): 1~11.
- 24 于晓东, 罗天宏, 周红章, 等. 边缘效应对卧龙自然保护区森林—草地群落交错带地表甲虫多样性的影响. 昆虫学报, 2006 49(2): 277~286.
- 25 李巧 陈又清, 郭燕, 等. 云南元谋干热河谷不同生境地表蚂蚁多样性. 福建林学院学报, 2007 27(3): 272~277
- 26 杨效东, 余宇平, 张智英, 等. 西双版纳傣族“龙山”片断热带雨林蚂蚁类群结构与多样性研究. 生态学报, 2001 21(8): 1321~1328
- 27 谷卫斌, 宇振荣, 胡孝敦. 华北盐碱化改造区农田步甲群落及其动态研究——以河北省曲周县为例. 生物多样性

- 2004 12(2): 262~268.
- 28 胡敦孝, 吴文良, 韩纯儒, 等. 利用地面活动的节肢动物进行农田生态环境监测的研究. 中国农业科技导报, 1999 (1): 52~56.
- 29 刘杰, 陈建, 彭宇, 等. 陷阱法调查棉田蜘蛛的分布动态. 昆虫知识, 2006 43(3): 300~304.
- 30 张智英, 李玉辉, 柴冬梅, 等. 云南石林公园不同生境蚂蚁多样性研究. 生物多样性, 2005 13(4): 357~362.
- 31 杨星科. 鞘翅目: 多食亚目. 见郑乐怡, 归鸿主编, 昆虫分类. 南京: 南京师范大学出版社, 1999 1~613.
- 32 于晓东, 罗天宏, 周红章. 林业活动和森林片断化对甲虫多样性的影响及保护对策. 昆虫学报, 2006 49(1): 126~136.
- 33 李巧, 陈又清, 郭萧, 等. 节肢动物作为生物指示物对生态恢复的评价. 中南林学院学报, 2006 26(3): 117~122.
- 34 EYRE M D, LUFFM L. The distribution of epigeal beetle (Coleoptera) assemblages on the North-East England coast. J Coast Res, 2005 21(5): 982~990.
- 35 李巧, 陈又清, 陈彦林, 等. 紫胶林——农田复合生态系统蝗虫群落多样性. 应用生态学报, 2009 20(3): 729~735.
- 36 布鲁斯, 梅兰德, 卡宾特. 昆虫的分类. 1954 肖采瑜, 程振衡, 尚雅珍, 郑乐怡, 译. 北京: 科学出版社, 1959. 529~604.
- 37 蔡邦华. 昆虫分类学(中册). 北京: 科学出版社, 1973. 1~303.
- 38 Oliver J, Beattie A J. A possible method for the rapid assessment of biodiversity. Conserv Biol, 1993 7(3): 562~568.
- 39 Burger J C, Redak R A, Allen E B, et al. Restoring Arthropod communities in coastal sage scrub. Conserv Biol, 2003 17(2): 460~467.
- 40 李巧. 西双版纳自然保护区9种植被亚型象甲科多样性比较. 生物多样性, 2006 14(1): 73~78.
- 41 Colwell R K. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 7.5. <http://purl.oclc.org/estimates>. 2005.
- 42 Gurdlebeke S, Maelfait Jean-Pierre. Pitfall trapping in population genetics studies: finding the right "solution". J Arachnol, 2002 30(2): 255~261.
- 43 Harwood J D. Are sweep net sampling and pitfall trapping compatible with molecular analysis of predation. Environ Entomol, 2008 37(4): 990~995.
- 44 Andersen A N. Sampling communities of ground-foraging ants: Pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. Austral J Ecol, 1991 16(3): 273~279.
- 45 Bestelmeyer B T, Agosti D, Alonso L E, et al. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: An overview, description and evaluation. In: Agosti D, Majer J D, Alonso L E, et al (ed.) Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000. 122~144.
- 46 Luff M L. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. Oecologia (Berl), 1975 19(4): 345~357.
- 47 Abensperg-Traun M, Steven D E. The effects of pitfall trap diameter on ant species richness and species composition of the catch in a semi-arid eucalypt woodland. Austral J Ecol, 1995 20(2): 282~287.