

# 地膜覆盖对不同土层的湖北钉螺影响观察

祝红庆<sup>1</sup>, 钟波<sup>2</sup>, 张贵荣<sup>3</sup>, 曹淳力<sup>1</sup>, 贾彬<sup>3</sup>, 李建国<sup>3</sup>, 付涛<sup>3</sup>, 唐书贵<sup>4</sup>,  
陆定<sup>2</sup>, 鲍子平<sup>1</sup>, 李石柱<sup>1</sup>, 张旭东<sup>2</sup>, 许发森<sup>2</sup>, 郭家钢<sup>1</sup>

1 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所, 卫生部寄生虫病原与媒介生物学重点实验室, 世界卫生组织疟疾、  
血吸虫病和丝虫病合作中心, 上海 200025; 2 四川省疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所;

3 四川省彭州市血吸虫病防治站; 4 成都市疾病预防控制中心

**摘要:** **目的** 观察农用地膜覆盖灭螺对土内钉螺和螺卵的影响。**方法** 选择潮湿的有螺田埂作为试验现场, 分设施药覆膜组(采用50%氯硝柳胺乙醇胺盐可湿性粉剂, 按2 g/m<sup>2</sup>的剂量喷洒后覆盖地膜)、单纯覆膜组(不施药直接覆盖地膜)和对照组(不采取任何灭螺措施)。于施药覆膜后40 d和单纯覆膜后90 d分别对试验环境0、0~2、2~5、5~10和10~15 cm的土层进行钉螺调查。**结果** 覆膜40 d和90 d后, 钉螺在土内分布的特点发生了改变, 钉螺由土表向土内深层呈逐渐递增趋势( $R^2=0.9877$ ,  $R^2=0.7619$ ), 土内钉螺死亡率高于对照组( $\chi^2=281.198$ ,  $P<0.001$ ;  $\chi^2=47.970$ ,  $P<0.001$ ), 活螺平均密度较对照组均有下降( $Z=-6.390$ ,  $P<0.001$ ;  $Z=-4.681$ ,  $P<0.001$ ), 幼螺的数量明显低于对照组( $Z=-6.733$ ,  $P<0.001$ ;  $Z=-5.131$ ,  $P<0.001$ )。**结论** 地膜覆盖对土内钉螺有很好的杀灭作用, 并且可抑制钉螺第2代的繁殖和孳生。

**关键词:** 血吸虫病; 钉螺; 农用地膜; 氯硝柳胺; 繁殖; 分布

中图分类号: R383.24 文献标志码: A 文章编号: 1003-4692(2014)02-0152-04

DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2014.02.017

## Effects of film mulching on *Oncomelania hupensis* breeding in different soil layers

ZHU Hong-qing<sup>1</sup>, ZHONG Bo<sup>2</sup>, ZHANG Gui-rong<sup>3</sup>, CAO Chun-li<sup>1</sup>, JIA Bin<sup>3</sup>, LI Jian-guo<sup>3</sup>, FU Tao<sup>3</sup>, TANG Shu-gui<sup>4</sup>,  
LU Ding<sup>2</sup>, BAO Zi-ping<sup>1</sup>, LI Shi-zhu<sup>1</sup>, ZHANG Xu-dong<sup>2</sup>, XU Fa-sen<sup>2</sup>, GUO Jia-gang<sup>1</sup>

1 National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, WHO Collaborating Center for Malaria, Schistosomiasis and Filariasis, Shanghai 200025, China; 2 Institute of Parasitic Diseases, Sichuan Center for Disease

Control and Prevention; 3 Pengzhou Station of Schistosomiasis Control; 4 Chengdu Center for Disease Control and Prevention

**Abstract: Objective** To study the effects of film mulching on *Oncomelania hupensis* and its eggs in soil. **Methods** The damp ridges with *O. hupensis* snails were selected and divided into niclosamide/film mulching group (sprayed with 50% wettable powder of niclosamide ethanolamine salt at 2 g/m<sup>2</sup> and covered with mulch), film mulching group (covered with mulch without niclosamide spraying), and control group (not treated by molluscicidal measures). Snail investigation was conducted in different soil layers (0, 0-2, 2-5, 5-10, and 10-15 cm) at 40 d after niclosamide spraying plus film mulching and at 90 d after film mulching alone. **Results** At 40 d and 90 d after film mulching, the snail distribution in soil changed, increasing by degrees from soil surface to the deep layer of soil ( $R^2=0.9877$ ;  $R^2=0.7619$ ); compared with those of control group, the mortality of snails in soil was significantly higher ( $\chi^2=281.198$ ,  $P<0.001$ ;  $\chi^2=47.970$ ,  $P<0.001$ ), the average density of living snails was significantly decreased ( $Z=-6.390$ ,  $P<0.001$ ;  $Z=-4.681$ ,  $P<0.001$ ), and the number of young snails was lower ( $Z=-6.733$ ,  $P<0.001$ ;  $Z=-5.131$ ,  $P<0.001$ ). **Conclusion** Film mulching is effective in killing snails in soil and can control the reproduction and breeding of the second generation of snails.

**Key words:** Schistosomiasis; *Oncomelania hupensis*; Mulch; Niclosamide; Reproduction; Distribution

钉螺(*Oncomelania hupensis*)是日本血吸虫病传播和流行的唯一中间宿主, 消灭钉螺能有效控制血吸虫病的传播<sup>[1-3]</sup>。在血吸虫病流行区的一些难以实施药

作者简介: 祝红庆, 男, 副主任技师, 从事流行病学与血吸虫病防治研究。Email: zhu.hq@163.com

物灭螺的复杂环境内, 采取农用黑色塑料地膜(地膜)覆盖, 可以有效杀灭土壤表层的钉螺<sup>[4]</sup>。为进一步了解地膜覆盖对土内钉螺的影响, 本研究通过在血吸虫病流行区的自然环境下进行地膜覆盖技术灭螺, 观察不同土层内的钉螺分布变化和孳生情况, 以进一步评

价地膜覆盖技术的灭螺效果,现将结果报告如下。

## 1 材料与方法

1.1 试验环境 选择四川省彭州市葛仙山镇东虎村 2 组一块潮湿的有螺环境,环境类型为田埂,面积 350 m<sup>2</sup> 左右,钉螺密度 > 10 只/0.11 m<sup>2</sup>。

### 1.2 材料

1.2.1 农用地膜 选用黑色塑料地膜,规格为长 150 m、宽 2 m、厚 0.06 mm,由四川省眉山市英华塑料制品有限公司生产,生产日期 2010 年 4 月 10 日。

1.2.2 氯硝柳胺 50%氯硝柳胺乙醇胺盐可湿性粉剂由四川省化学工业研究设计院提供,2010 年 3 月 24 日生产,批号为 2010326。根据试验环境的长度、宽度,将药物配成 50 L 浓度为 2 g/L 的药液备用。

### 1.3 方法

1.3.1 分组 自然环境为潮湿的有螺田埂,分割成 5 个小环境,每个环境为 20 m<sup>2</sup>,分别为基线调查组、单纯覆膜组、施药覆膜组、对照组 1 和对照组 2。

施药覆膜组和对照组 1、单纯覆膜组和对照组 2 进行配对观察试验效果。

1.3.2 基线调查 对基线调查组进行直线等距抽样(2 m)设框查螺,设框数为 10 框,检获框内土表层所有钉螺,然后对每框调查的环境分别逐层取 0~2、2~5、5~10 和 10~15 cm 的土层,逐个土层样本淘洗和筛查钉螺,以敲击法鉴定钉螺成活状况。

### 1.3.3 灭螺试验

1.3.3.1 环境清理 试验环境割除地表过高的杂草等植被,使残留的杂草等 < 3 cm。

1.3.3.2 单纯覆膜组 试验环境沿田埂壁直接覆盖地膜,膜边埋入埂顶和埂底,并用无钉螺泥土压边宽 20 cm 左右,厚度 > 10 cm 封严,以保持膜内环境呈相对封闭状态。

1.3.3.3 施药覆膜组 先采用浓度为 2 g/L 的 50%氯硝柳胺乙醇胺盐可湿性粉剂溶液按 2 L/m<sup>2</sup>(即施药剂量为 2 g/m<sup>2</sup>)均匀喷洒于田埂壁等有螺环境,然后覆盖地膜(覆膜方法同上)。

1.3.3.4 对照组 不采取任何灭螺措施,保持田埂的自然环境。

1.3.4 温度测定 试验期间,每天对试验区域的气温进行测量和气候记录。气温测量于每天的 07:00 和 14:00 各 1 次;气候记录包括晴天、阴天、雨天。

1.3.5 灭螺效果观察 于覆膜 40 d 和 90 d 后分别对施药覆膜和单纯覆膜组揭去地膜<sup>[4]</sup>,并对相应的对照组同时揭膜进行螺情调查(方法同基线调查)。

1.4 统计学处理 所有调查资料输入计算机建立

Excel 数据库,做图和趋势分析均在 Excel 软件包中完成,并在 SPSS 20.0 软件包中进行数据分析。组别间的钉螺死亡率比较采用  $\chi^2$  检验;两组间活螺平均密度比较采用非参数 Mann-Whitney *U* 检验;各土层间钉螺平均密度的比较采用 Kruskal-Wallis 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 自然环境下钉螺的生长和土层内分布 5 月试验区的气温维持在 12~20 °C,钉螺生活在潮湿的试验环境,多为成螺,仅有少部分螺卵孵化,成螺和幼螺的密度比为 219:4;0~40 d,随气温的升高和降雨量的增加,气温上升最高至 28 °C,螺卵发育和孵化速度加快,幼螺密度迅速增加,成螺和幼螺的密度比达 34:294;40~90 d,试验区的气温升至 28~34 °C,环境中成螺和幼螺的密度比为 25:104。螺卵在适宜的气温下孵化和发育,幼螺在 6 月为生长发育高峰(图 1)。

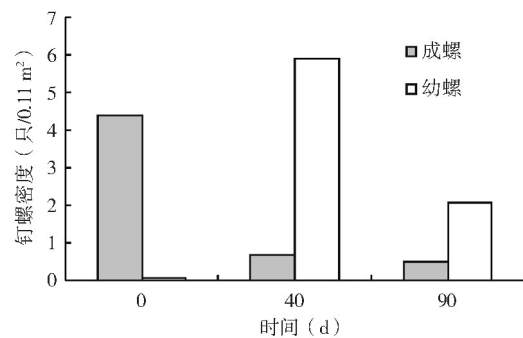


图 1 不同时间自然环境中钉螺密度  
Figure 1 Constituent ratios of snails in the field at different times

3 个时间段的自然环境下,钉螺多生活于潮湿的土表和 < 2 cm 的浅土层,分别占各环境钉螺数的 81.17% (181/223)、68.60% (225/328) 和 71.32% (92/129), < 2 cm 的深土层钉螺数量均小于土表或浅土层(图 2)。

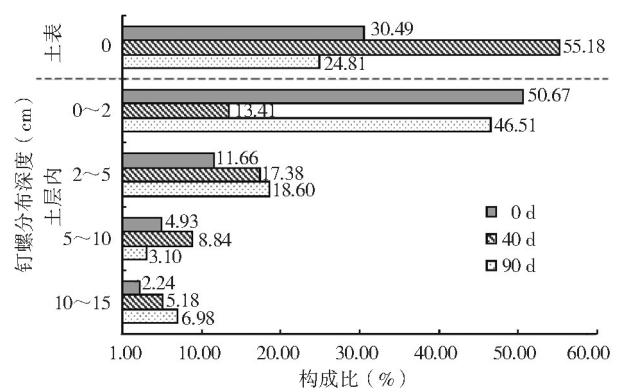


图 2 不同时间自然环境的钉螺在土层分布的构成比  
Figure 2 Percentages of snails in different soil layers of field at different times

2.2 覆膜后土层内钉螺分布的变化 施药覆膜40 d后,土表层仅查到1只幼螺,而在各土层内可以检获不同数量的钉螺,各土层间钉螺密度经Kruskal-Wallis检验,分布明显不均( $\chi^2=22.843, P<0.001$ ),其分布特点为由土表向土内深层呈逐渐递增趋势( $R^2=0.9877$ );对照组各土层钉螺的分布也有差异( $\chi^2=17.816, P=0.001$ ),而其分布则由土表向土内深层呈递减趋势( $R^2=0.9500$ )(图3)。

单纯覆膜90 d后,干预组各土层间钉螺密度无统计学意义( $\chi^2=5.470, P=0.242$ ),钉螺在各土层内的分布虽存在由土表向土内深层逐渐递增的现象,但趋势不明显( $R^2=0.7619$ );而对照组各土层间钉螺分布有明显差异( $\chi^2=10.037, P=0.040$ ),其分布特点是由土表向土内深层呈递减趋势( $R^2=0.9634$ )(图3)。

2.3 覆膜的灭螺效果 施药覆膜40 d和单纯覆膜90 d,两组试验的干预组钉螺死亡率均高于对照组( $\chi^2=281.198, P<0.001$ ;  $\chi^2=47.970, P<0.001$ ),活螺密度明显低于对照组(表1),但干预组各土层内仍残存着少量活的钉螺。

2.4 覆膜对钉螺繁殖的影响 施药覆膜40 d和单纯覆膜90 d,两试验组的干预环境孳生的幼螺数分别为

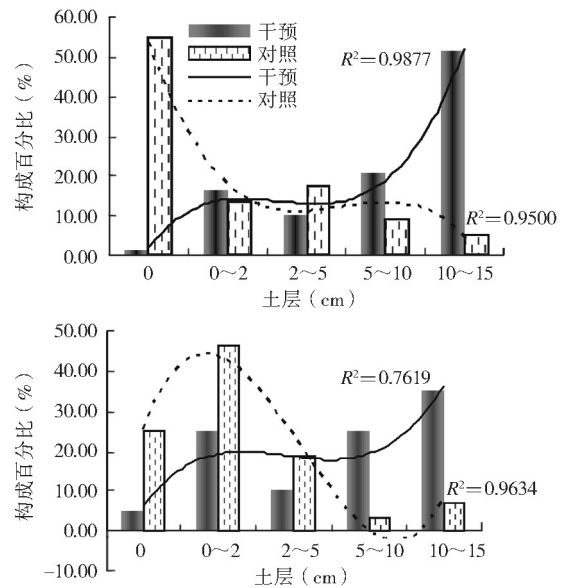


图3 40 d及90 d后土层内钉螺分布和趋势的比较  
Figure 3 Comparison of snail distribution and trend in soil at 40 d and 90 d after intervention

8只和1只,而相应对照环境孳生的幼螺数分别为294只和104只(表1),干预组的幼螺平均密度明显小于相应的对照组( $Z=-6.733, P<0.001$ ;  $Z=-5.131, P<0.001$ )。

表1 不同时间各观察组钉螺在土层内的分布情况

Table 1 Snail distribution in soil at different times among groups

时间(d)	土层(cm)	调查框数	干预组				对照组				组间活螺密度比较
			活螺数(只)		死螺数(只)		活螺数(只)		死螺数(只)		
			成螺	幼螺	成螺	幼螺	成螺	幼螺	成螺	幼螺	
40	0	10	0	1	0	0	25	152	0	4	$Z=-6.390$ $P<0.001$
	0~2	10	2	0	11	0	6	37	0	1	
	2~5	10	2	3	3	0	3	52	0	2	
	5~10	10	1	1	15	0	0	26	0	3	
	10~15	10	2	0	37	3	0	17	0	0	
90	0	10	1	0	0	0	4	28	0	0	$Z=-4.681$ $P<0.001$
	0~2	10	2	1	2	0	10	48	1	1	
	2~5	10	0	0	2	0	1	20	3	0	
	5~10	10	0	0	5	0	1	2	1	0	
	10~15	10	2	0	5	0	2	4	2	1	

### 3 讨论

1960年代,我国已经有科学家开始“利用日光热能灭螺”的研究,提出覆盖塑料薄膜杀灭钉螺有效<sup>[5]</sup>。2009年在山丘型流行区的沟渠环境运用地膜进行杀灭钉螺研究,结果显示,地膜覆盖有很好的灭螺效果,土表的活螺密度大幅度下降<sup>[4]</sup>,但试验后土表钉螺总数(包括死钉螺)明显低于基线调查的钉螺数,提示钉螺在干预时可能向土层内逃逸,钉螺复现的可能性及灭螺效果的长效性亟待论证。

在自然环境中,5—6月的多雨季节,随着气温的升高,在20~25℃的适宜温度下,绝大多数钉螺从土内爬行至土表,孳生于潮湿的泥表和草根附近,少量钉螺在土内缝隙中孳生,土内匿居的深度可达14 cm<sup>[6]</sup>。

本次现场试验结果显示,各对照组环境的钉螺主要分布于潮湿的土表和<2 cm的浅土层,土内各层仅孳生少量的钉螺,其分布特点为土表向土内深层呈逐渐递减趋势,这与钉螺在土壤内穴居的生物学特性一致<sup>[7]</sup>;同时温度的高低对钉螺的繁殖、钉螺胚胎的发育和生长速度等有直接影响<sup>[7]</sup>,在适宜的气温(27℃左

右)条件下,泥土中的螺卵发育和孵化成幼螺,但 7、8 月由于气温不断升高,温度最高升至 34 ℃,螺卵的发育反而受到抑制,幼螺也会因温度的过高而制约其生长<sup>[7]</sup>,成螺和幼螺超过一定的温度阈值而死亡<sup>[5]</sup>。对照组环境的 3 次钉螺调查结果显示,螺卵发育和孵化成幼螺数各不相同,试验 40 d(6 月中旬)最高,90 d(8 月中旬)次之,0 d(5 月上旬)最低。

本研究采用覆膜技术进行现场灭螺,通过地膜覆盖使地膜和地面之间形成一个封闭的环境,利用自然日照,黑膜吸收日光并积温提高了膜内环境温度,抑制了杂草生长,改变钉螺的生存环境,以及减少钉螺的食物和供氧<sup>[4,8-14]</sup>,直接影响钉螺的生长、繁殖、生存和分布<sup>[7,15-16]</sup>。施药覆膜组和单纯覆膜组均有很好的灭螺效果,2 个干预组土表和土内各层的钉螺死亡率明显高于对照组的钉螺自然死亡率,活螺密度也显著低于对照组;同时,干预的环境仅调查到极少量幼螺(包括死亡幼螺),幼螺密度远低于对照组的平均密度。提示,覆膜后的环境升温对钉螺繁殖、螺卵发育和孵化有直接影响;自然环境下,钉螺分布是土表向土内深层密度逐渐降低,而采取干预措施后改变了 2 个观察组的钉螺分布特点,由土表向土内深层密度呈逐渐升高趋势,说明由于受药物和高温的影响,钉螺被迫沿土壤缝隙不断往土内深处逃逸,最后逐渐死亡于土内,所以土表的钉螺密度较基线调查大幅度地降低,有的调查框连死螺壳都难以发现。

本次试验发现,覆膜灭螺可促使钉螺向土内逃逸,不同深度的土层仍有极少量的残存活螺,干预措施后,残存活螺在适宜的条件下仍有可能繁殖从而增加螺口数,造成钉螺的蔓延和传播血吸虫病的风险。由于残存钉螺存在传播风险的反复性,通过提升地膜内温度和延长覆膜的时间等有效手段,以提高杀灭钉螺的效果<sup>[4]</sup>。

通过试验证明,地膜覆盖不仅对土表层的钉螺有很好的杀灭作用,对土层内的钉螺同样有很好的杀灭作用,并且抑制了钉螺第 2 代的繁殖和孳生,其操作简

便,效果明显,直观性强,是适宜国内复杂环境进行大面积推广应用的灭螺方法之一。

#### 参考文献

- [1] 王飞,戴建荣. 血吸虫与螺类宿主间相互作用研究进展[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2012,24(6):707-710,713.
- [2] WHO/SCHISTO/92. The role of mollusciciding in schistosomiasis control. Division of control of tropical diseases [R]. Geneva: Switzerland, 1992:107.
- [3] 林丹丹,吴晓华,姜庆五,等. 我国血吸虫病防治研究的战略重点思考[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2009,21(1):1-5.
- [4] 祝红庆,钟波,张贵荣,等. 山丘型血吸虫病流行区沟渠环境地膜覆盖灭螺效果观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2011,23(2):128-132.
- [5] 苏德隆. 苏德隆教授论文选集[M]. 天津:天津科学技术出版社,1995:168-175,214-218.
- [6] 赵慰先,高淑芬. 实用血吸虫病学[M]. 北京:人民卫生出版社,1996:131-134.
- [7] 周晓农. 实用钉螺学[M]. 北京:科技出版社,2005:80-83,148-151,160.
- [8] 郑盛邦,周艺彪,李林瀚,等. 湖沼型地区黑色地膜覆盖灭螺近期效果观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2013,25(4):357-361.
- [9] 杨秀,吴兴. 塑料薄膜封闭灭螺效果初步观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2002,14(1):76.
- [10] 唐书贵,宋志勇,贾勇,等. 黑色塑料地膜覆盖灭螺近期效果观察[J]. 寄生虫病与感染性疾病,2007,5(4):182-185.
- [11] 李文银,黄勇,马春华,等. 地膜覆盖药物灭螺实验的效果研究[J]. 寄生虫病与感染性疾病,2006,4(3):128-129.
- [12] 陈鸿才,夏柱国,曹喆,等. 覆盖黑色塑料膜封闭灭螺效果观察[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2005,17(3):229-230,233.
- [13] 唐书贵,宋志勇,贾勇,等. 黑色塑料地膜覆盖与 3 次喷药灭螺效果观察[J]. 寄生虫病与感染性疾病,2008,6(1):43-45.
- [14] 唐书贵,宋志勇,汪乐媛,等. 碳酸氢铵撒干粉覆盖黑色塑料地膜灭钉螺效果观察[J]. 寄生虫病与感染性疾病,2012,10(2):63-67.
- [15] 杭德荣,周晓农,洪青标,等. 环境温度与钉螺耗氧量关系的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2004,16(5):326-329.
- [16] 洪青标,周晓农,孙乐平,等. 全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究 II. 钉螺越夏致死高温与夏蛰的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2003,15(1):24-26.

收稿日期:2013-11-21