

UBC LIBRARY - INTERLIBRARY LOAN



REG-10523839

PICK SLIP

HMZ

BVAU-KRNR

ANHUI NONGYE KEXUE [ELECTRONIC RESOURCE] / ANHUI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES.

HARVARD UNIVERSITY  
ERNST MAYR-MCZ LIBRARY - INTERLIBRARY LOAN  
26 Oxford Street  
Cambridge, MA 02138  
USA

ATTN:  
PHONE:  
FAX: 617-496-6838  
E-MAIL: mczill@oeb.harvard.edu

SUBMITTED: 2013-07-23 11:56:01  
PRINTED: 2013-07-23 13:02:19  
REQUEST NO.: REG-10523839  
SENT VIA: World Wide Web  
EXTERNAL NO.: 107247499

REG	Regular	Copy	Journal
-----	---------	------	---------

TITLE: ANHUI NONGYE KEXUE [ELECTRONIC RESOURCE] / ANHUI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES.  
PUBLISHER: Gai-Kan Bianjibu,  
VOLUME/ISSUE/PAGES: Vol: 38(31) 17715-  
DATE: 2010  
TITLE OF ARTICLE: DIVERSITY OF GROUND ANTS AT VERTICAL ZONES ON WEST SLOPE OF MOUNTAIN AILAO  
ISSN: 0517-6611  
OTHER NOS/LETTERS: Unknown: 5774796

NOTES: OCLC request, update before shipping, IFM invoice

DELIVERY: Ariel: ~~148-217715-247~~  
REPLY: Mail:

DUE DATE::

If you have any questions concerning this request, please contact us at 604-822-6596 or ill.lend@ubc.ca

For loans please return to: UBC Library - ILL, 1958 Main Mall, Vancouver, BC Canada V6T1Z2

# 哀牢山西坡垂直带地表蚂蚁群落多样性

陈友<sup>1</sup>, 罗长维<sup>2</sup>, 徐正会<sup>3\*</sup>, 李宏伟<sup>1</sup> (1 云南林业职业技术学院, 云南昆明 650224 2 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南昆明 650224 3 西南林业大学, 西南地区生物多样性保育重点实验室, 云南昆明 650224)

**摘要** 采用样地调查法, 对哀牢山西坡 4 个海拔带 8 种植被类型地表蚂蚁群落多样性进行调查。结果表明:保护区内地表蚂蚁有 110 种, 其中 41 种蚂蚁在样地中表现为优势种;地表蚂蚁群落总体上呈现随着海拔升高优势种所占比例逐渐递增而个体密度、物种数目、物种多样性指数递减的规律性,保护区外的地表蚂蚁由于人为干扰而非规律性;在 8 种植被类型中,蚂蚁的个体密度、优势种数量、物种数目、物种多样性指数在思茅松林、季风常绿阔叶林、干性常绿阔叶林和针阔混交林 4 种植被类型中表现为较高,而在半湿润常绿阔叶林、常绿阔叶苔藓矮林、河谷稀树灌木草丛、中山湿性常绿阔叶林较低。

**关键词** 哀牢山;地表蚂蚁;多样性;垂直分布

**中图分类号** SB52 74<sup>9</sup> **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2010)31-17715-03

**Diversity of Ground Ants at Vertical Zones on West Slope of Mountain Ailao**  
CHEN You et al (Yunnan Forestry Vocational College, Kunming Yunnan 650224)

**Abstract** The diversity of ground ants community at different elevation of Mt Ailao was investigated with investigation method of sample plot. The results showed that the total number of ground ants were 110 species among which there were 41 dominant species. In the reserve there were some correlations of ground ants diversity with increasing elevation. The percentage of dominant ground ants species to the total ground ants species increased with the increase of the elevation, and individual density, species number and diversity index decreased with the increase of the elevation. Correlations of ground ants with elevation out of reserve weren't obvious because of person disturbing. In eight different vegetations individual density, dominant species number, species number and diversity index of ground ants were higher in *Pinus kesya* forest, monsoon evergreen broadleaved forest, arid evergreen broadleaved forest and mixed coniferous forest than those in semi-humid evergreen broadleaved forest, evergreen broadleaved moss forest, valley savanna forest and mid-montane humid evergreen broad-leaved forest.

**Key words** Mt Ailao; Ground ants; Diversity; Vertical distribution

地表蚂蚁是指在地表中营巢和活动的蚂蚁。由于具有易于采集、多度和多样性高、在所有营养级水平上生态重要性高、对生态变化敏感等特点,地表蚂蚁已作为生物多样性和环境变化的重要指示物种在世界范围内受到广泛关注<sup>[1-3]</sup>。笔者已对西坡蚂蚁的多样性做了综合报道<sup>[4]</sup>,但未曾对不同垂直生态位(地下、地表和树冠)蚂蚁作报道。考虑到地表蚂蚁的生态重要性,笔者对哀牢山西坡垂直带的地表蚂蚁进行研究。

## 1 材料与与方法

**1.1 研究地概况** 哀牢山脉纵贯云南中部,处在云贵高原和横断山地两大地貌类型分界线的边缘,是多种生物区系地理成分东西交汇、南北过渡之地。哀牢山脉为西北至东南走向,北高南低,东陡西缓,海拔 600 0~3 165.9 m。由于山体相对高差大,气候垂直分布明显,从山麓至山顶依次为南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带、温带、寒温带气候。独特的山地气候使植被具有明显的垂直分布。哀牢山西坡植被分布由低到高依次为河谷稀树灌木草丛、思茅松林及季风常绿阔叶林带、云南松林及半湿性常绿阔叶林带、中山湿性常绿阔叶林带、常绿阔叶苔藓矮林和亚高山杜鹃灌丛<sup>[5]</sup>。

**1.2 取样及调查方法** 根据纬度差别,将哀牢山西坡从北到南分为 4 个地段,即以景东县太忠乡和锦屏镇为调查点的北段、以景东县花山乡为调查点的中北段、以镇沅县和平乡和者东乡为调查点的中南段、以新平县建兴乡、墨江县碧溪

乡和双龙乡为调查点的南段。在每个地段上,沿山体海拔每升高 250 m 设置 1 块样地。在样地中,每隔 10 m 选取 5 个 1 m × 1 m 样方,采集、统计样方的地表蚂蚁。采用形态分类学方法对蚂蚁物种逐一鉴定,尽量鉴定到种,对于不能鉴定的种类作为形态种对待<sup>[6]</sup>。

**1.3 群落指标** 样地中物种个体数占群落个体总数的百分比超过 10% 的蚂蚁物种确定为优势种;根据 Simpson 优势度公式,计算优势度指数;根据 Shannon-Wiener 物种多样性公式,计算物种多样性指数;根据 Pielou 均匀度公式,计算均匀度指数;根据 Jaccard 相似性公式,计算相似性系数<sup>[7-8]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 优势种调查** 对哀牢山西坡 4 个地段 28 块样地中地表蚂蚁数量进行统计分析。结果表明,在发现的 110 种地表蚂蚁中,有 41 种蚂蚁在样地中表现为优势种。由表 1 可知,41 个样地优势种属于 6 亚科 23 属。其中,切叶蚁亚科的优势种有 9 属 19 种,蚁亚科的优势种有 8 属 14 种,臭蚁亚科的优势种有 3 属 5 种,猛蚁亚科、粗角蚁亚科和细蚁亚科各有 1 属 1 种;优势种最多的大头蚁属有 5 种,其次是立毛蚁属有 4 个优势种。41 个优势种中,菱结大头蚁在 3 块样地中都表现为优势种,黄足厚结猛蚁、乌木举腹蚁等 14 种蚂蚁在 2 块样地中表现为优势种,其余的 26 种地表蚂蚁都只在 1 块样地中表现为优势种。总体上看,垂直带从上向下不同位置的优势种差异十分明显,同一海拔高度上从北向南不同地段的优势种具有一定的相似性;蚂蚁群落优势种数量随地段和海拔的变化缺乏一致的规律性。

**2.2 群落多样性** 对哀牢山西坡 4 个地段 28 块样地中地表蚂蚁群落多样性进行统计分析。物种数目是物种多样性最直接、最基本的表达。由表 2 可知,不同地段、不同海拔、不同植被类型中地表蚂蚁种数差别较大,在 0~23 种间。在 5 个样地

**基金项目** 云南省应用基础研究基金项目(2001C0042);国家自然科学基金项目(30870333)。

**作者简介** 陈友(1973-),男,四川资中人,硕士,副教授,从事昆虫多样性和植物病虫害防治方面的研究。\* 通讯作者,博士,教授,博士生导师,从事蚂蚁系统分类和多样性研究, E-mail: zhxi@public.km.yn.cn

**收稿日期** 2010-08-20

中没有发现地表蚂蚁。地表蚂蚁超过 10种的样地有北段 1 750 和 1 250 m(思茅松林)、中南段 1 750、1 250 和 1 000 m(季风常绿阔叶林)、南段 1 750 m(针阔叶混交林)、南段 1 000 m(干性常绿阔叶林)。除南段外物种数随海拔变化呈现的规律性不强,其余 3 个地段的地表蚂蚁物种数目的变化规律总体上均随海拔升高而减少,其中思茅松林出现偏高的例外主要是因为它处于原始林和农业用地的边界,属边沿效应。在 2 000 m 以上地表蚂蚁种数明显较少,2 000 m 以下种数相对较多;就植被类型而言,思茅松林、针阔叶混交林、干性常绿阔叶林和季风常绿阔叶林 4 种植被中的蚂蚁种数相对较多。

表 1 哀牢山西坡地表蚂蚁样地优势种

Table 1 The dominant species of the ground ant communities on the west slope of Ailao Mountain

海拔 m Altitude	地段 Position	优势种数 Dominant species number	样地优势种 Dominant species of sample plot
2 750	北段	1	细胸蚁 (100)
	中北段	0	
	中南段	0	
2 500	北段	0	
	中北段	0	
	中南段	2	丽塔红蚁 (86), 细胸蚁 (14)
2 250	北段	1	普通拟毛蚁 (86)
	中北段	1	平结蚁 (94)
	中南段	0	
2 000	北段	3	菱结大头蚁 (13), 罗思尼斜结蚁 (13), 罗夫顿斜结蚁 (75)
	中北段	4	黄足厚结猛蚁 (13), 丽塔红蚁 (33), 克氏铺道蚁 (20), 尼特纳大头蚁 (27)
	中南段	3	细胸蚁 (13), 掘穴蚁 (38), 奇异毛蚁 (44)
	南段	3	纤细小家蚁 (49), 掘穴蚁 (23), 泰勒立毛蚁 (11)
1 750	北段	3	沃森大头蚁 (12), 罗思尼斜结蚁 (36), 罗夫顿斜结蚁 (17)
	中北段	1	粗纹巨首蚁 (69)
	中南段	4	槽结粗角蚁 (10), 菱结大头蚁 (18), 印度大头蚁 (26), 立毛蚁 (27)
	南段	2	荷氏狡臭蚁 (74), 平结蚁 (14)
1 500	北段	2	黄足厚结猛蚁 (52), 弯刺角腹蚁 (21)
	中北段	1	黑头酸臭蚁 (94)
	中南段	2	乌木举腹蚁 (18), 鳞结臭蚁 (47)
	南段	4	舒尔盘腹蚁 (24), 荷氏狡臭蚁 (14), 邻臭蚁 (27), 平结蚁 (24)
1 250	北段	2	邻巨首蚁 (42), 伊大头蚁 (22)
	中北段	2	邻臭蚁 (74), 乌木举腹蚁 (22)
	中南段	3	舒尔盘腹蚁 (11), 黑可可臭蚁 (23), 尖齿刺结蚁 (14)
1 000	南段	4	飘细长蚁 (13), 中华小家蚁 (27), 网纹刺结蚁 (20), 尖齿刺结蚁 (18)
	中南段	2	菱结大头蚁 (32), 立毛蚁 (40)
750	南段	3	全异巨首蚁 (36), 黄猴蚁 (40), 立毛举腹蚁 (10)
	南段	4	立毛举腹蚁 (40), 长角立毛蚁 (40), 沃森大头蚁 (10), 黑可可臭蚁 (10)

注: 括号内数值为在样地中的百分数。

Note: The values in brackets are the percentage in sample plots

地表蚂蚁密度在不同样地间差异明显, 达 0.2~271.2 头/m<sup>2</sup>, 随海拔的升高有减少的趋势。蚂蚁超过 35 头/m<sup>2</sup> 的样地有北段 1 250 m(思茅松林)样地、中北段 1 250 m(季风常绿阔叶林)和 1 500 m(针阔叶混交林)样地、中南段 1 000 m(季风常绿阔叶林)样地、南段 1 750 m(针阔叶混交林)和

1 000 m(干性常绿阔叶林)。

物种多样性指数差异较大, 达 0~2.5048。除南段随海拔变化呈现的规律性不强外, 其余 3 个地段的物种多样性指数总体上随海拔升高而减少, 在 2 000 m 以上多样性指数明显较小, 2 000 m 以下多样性指数相对较大; 物种多样性指数超过 1.5 的有北段 1 750 m(思茅松林)和 1 250 m(思茅松林)、中北段 1 750、1 500、1 250 和 1 000 m(季风常绿阔叶林)、南段 1 500、1 250 m(针阔叶混交林)和 1 000 m(干性常绿阔叶林) 9 个样地。

优势度指数达 0.1100~1.0000。随海拔升高没有明显的变化规律。优势度指数高于 0.5 的样地有北段 2 750 m(常绿阔叶苔藓矮林)、2 250 m(中山湿性常绿阔叶林)和 2 000 m(针阔叶混交林)、中北段 2 250 m(中山湿性常绿阔叶林)、1 500 m(针阔叶混交林)和 1 250 m(季风常绿阔叶林)、中南段 2 500 m(中山湿性常绿阔叶林)、南段 1 750 m(针阔叶混交林)。

均匀度指数达 0~0.9256。随海拔升高没有明显的变化规律。均匀度指数高于 0.8 的样地有北段 1 750 m(思茅松林)、中北段 2 000 m(季风常绿阔叶林)、中南段 2 000 和 1 250 m(季风常绿阔叶林)、南段 1 250 m(针阔叶混交林)和 750 m(河谷稀树灌木草丛)。

**2.3 群落相似性** 根据 Jaccard 相似性系数原理, 当  $q$  为 0~0.25 时, 群落为极不相似; 当  $q$  为 0.25~0.50 时, 群落为中等不相似; 当  $q$  为 0.50~0.75 时, 群落为中等相似; 当  $q$  为 0.75~1.00 时, 群落为极相似。经统计, 得到哀牢山西坡 4 个垂直带有地表蚂蚁的 23 块样地之间蚂蚁群落相似性系数。由表 3 可知, 在发现有蚂蚁的 23 块样地之间的 253 组相似性系数中, 只有 133 组具有相似性, 其中只有 4 组为中等不相似, 129 组为极不相似, 有 120 组完全不具有相似性。由此可见, 垂直带上地表蚂蚁群落之间的相似性较低, 不同垂直带的物种之间差异明显; 高海拔与低海拔样地之间基本没有相似性, 同一海拔高度上的样地有一定的相似性。

### 3 结论与讨论

哀牢山因垂直高差明显, 生物气候垂直带明显, 蚂蚁群落也表现出明显的垂直地带性规律。在保护区内的原始植被状态下, 西坡 4 个地段垂直带上地表蚂蚁群落呈现随着海拔升高蚂蚁群落优势种数目降低, 优势种所占比例逐渐递增, 物种数目递减, 物种多样性指数降低的规律。而在保护区外的蚂蚁群落主要指标表现出的非规律性基本是由人类干扰导致的。人类活动导致植被普遍次生化、次生林片断化或进一步演替为次生纯林。这些变化改变了地表蚂蚁的栖息地环境, 促使蚂蚁群落结构发生重大变化, 从而出现非规律性的例外。

在哀牢山西坡的 8 种植被类型中, 蚂蚁的个体密度、优势种数量、物种数目、物种多样性指数在思茅松林、针阔叶混交林、干性常绿阔叶林和季风常绿阔叶林 4 种植被类型中表现为较高, 而在常绿阔叶苔藓矮林、中山湿性常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林和河谷稀树灌木草丛 4 种植被类型中表现为较低。这与针阔叶混交林和季风常绿阔叶林丰富的物种和思茅松林的边缘效应有关。

对哀牢山西坡垂直带地表蚂蚁群落的研究表明, 该地区

的地表蚂蚁群落与其他动植物群落一样,具有明显的垂直地带性特点,而且垂直带上不同海拔地段的物种之间差异明显。因而,对该地区垂直带上的生物群落实施全面保护显得十分必要。

表 2 哀牢山西坡垂直带地表蚂蚁群落的重要指标

Table 2 The key indices of the ground ant communities on the west slope of Ailao Mountain

地段 Position	海拔/m Altitude	植被类型 Vegetation type	蚂蚁种数 Species number of ants	蚂蚁密度 头/m <sup>2</sup> Ant density	优势度指数 Predominant index	多样性指数 Diversity index	均匀度指数 Evenness index
北段	2 750	①	1	0.2	1.000 0	0	0
	2 500	④	0				
	2 250	④	3	2.8	0.744 9	0.509 1	0.463 4
	2 000	④	3	1.6	0.593 8	0.735 6	0.669 6
	1 750	④	12	8.4	0.187 1	2.031 6	0.817 6
	1 500	④	7	6.6	0.329 7	1.424 5	0.732 0
中北段	1 250	④	23	80.4	0.243 9	1.926 6	0.614 4
	2 750	④	0				
	2 500	④	0				
	2 250	④	3	6.2	0.877 2	0.283 9	0.258 4
	2 000	④	5	3.0	0.244 4	1.489 8	0.925 6
	1 750	④	9	13.0	0.497 8	1.177 8	0.536 0
中南段	1 500	④	8	70.2	0.879 5	0.337 1	0.162 1
	1 250	④	10	271.2	0.598 6	0.744 0	0.323 1
	2 750	④	0				
	2 500	④	2	1.4	0.755 1	0.410 1	0.591 7
	2 250	④	0				
	2 000	④	4	3.2	0.351 6	1.162 7	0.838 7
南段	1 750	④	12	14.8	0.186 6	1.931 7	0.777 4
	1 500	④	8	3.4	0.273 4	1.660 8	0.798 7
	1 250	④	19	21.0	0.110 0	2.504 8	0.850 7
	1 000	④	18	101.8	0.272 4	1.748 1	0.604 8
	2 000	④	10	13.2	0.305 8	1.544 5	0.670 8
	1 750	④	13	36.0	0.568 5	1.013 6	0.395 2
南段	1 500	④	9	12.4	0.215 4	1.698 6	0.773 1
	1 250	④	10	9.0	0.170 4	1.961 1	0.851 7
	1 000	④	16	36.6	0.297 6	1.587 9	0.572 7
	750	④	4	2.0	0.340 0	1.193 5	0.861 0

注: 植被类型 ① ~ ④ 分别为常绿阔叶苔藓矮林、中山湿性常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、思茅松林、季风常绿阔叶林、针阔叶混交林、干性常绿阔叶林、河谷稀树灌木草丛。

Note: Vegetation type ① ~ ④ stand for evergreen broad leaved and moss low forest, subalpine moist evergreen broad leaved forest, semi moist evergreen broad leaved forest, Pinakesia forest, monsoon evergreen broad leaved forest, coniferous and broad leaved mixed forest, dry evergreen broad leaved forest, sparse tree and bush and grass cluster in the river valley respectively.

表 3 哀牢山西坡地表蚂蚁群落相似性系数

Table 3 The similarity coefficient of the ground ant communities on the west slope of Ailao Mountain

样地 Sample plot	相似性系数 Similarity coefficient																		
	Ac	Bd	Cd	Dd	Ae	Be	Ce	De	Af	Bf	Cf	Df	Ag	Bg	Cg	Dg	Ch	Dh	Di
Cb	0.25	0.17	0.20																
Ac	-	0.14	0.17																
Bc		0.17		0.08		0.09		0.07		0.10	0.10		0.04					0.04	
Ad					0.25	0.09	0.07				0.10		0.04	0.08		0.08	0.05	0.06	
Bd			0.13		0.06	0.08	0.06	0.06	0.09					0.07	0.04	0.07	0.04		
Cd				0.08					0.06										0.05
Dd					0.05	0.19		0.10		0.06	0.06		0.03	0.05				0.08	0.08
Ae					-	0.16	0.20	0.14	0.06	0.05	0.25	0.05	0.03	0.16	0.11	0.10	0.07	0.04	0.07
Be						-	0.10	0.10	0.07	0.06	0.13	0.07	0.07	0.12	0.04	0.12	0.13	0.04	0.08
Ce							-	0.09	0.06	0.05	0.18	0.05	0.06	0.16	0.03	0.10	0.11	0.04	
De								-	0.05	0.03	0.11	0.10	0.03	0.05	0.14	0.05	0.11	0.04	0.06
Af									-	0.07				0.06	0.04	0.06	0.04		
Bf										-	0.14		0.03	0.06	0.08		0.04	0.04	
Cf											-		0.07	0.20	0.04	0.06	0.13	0.04	
Df												-	0.10	0.06	0.17	0.06	0.08	0.09	
Ag													-	0.06	0.17	0.18	0.21	0.15	
Bg														-	0.07	0.11	0.17	0.04	
Cg															-	0.12	0.19	0.09	0.10
Dg																-	0.12	0.30	
Ch																	-	0.13	0.04
Dh																		-	0.05

注: 样地代码由 2 个英文字母组成, 前面的大写字母表示样地所在地段 (A: 北段, B: 中北段, C: 中南段, D: 南段), 后面的小写字母表示样地海拔高度 (a: 2 750 m, b: 2 500 m, c: 2 250 m, d: 2 000 m, e: 1 750 m, f: 1 500 m, g: 1 250 m, h: 1 000 m, i: 750 m)。限于篇幅, 表中省去了未发现蚂蚁的样地

Aa, Ba, Bb, Ca, Cc 和与其他样地没有相似性, Aa。

Note: The code of the sample plot was composed of two letters. The first capital letter stands for the position of sample plot: A, north section; B, middle-north section; C, middle-south section; D, south section. The later small letter stands for the altitude of sample plot: a, 2 750 m; b, 2 500 m; c, 2 250 m; d, 2 000 m; e, 1 750 m. The sample plots where ants were not found and Aa without similarity with other sample plots were leaved out.

(下转第 17719 页)

对 96 头份被检血清样本进行检测,同时进行 Dot-ELISA 检测。

## 2 结果与分析

### 2.1 Dot-ELISA 最佳试验条件

**2.1.1 抗原包被浓度。**当抗原浓度为 1:128 (20 μg/ml) 时,血清的阳性率达 100%,非特异性最小。故抗原包被浓度选用 20 μg/ml 稀释液为 0.1 mol/L pH 值 9.6 的 TBS。

**2.1.2 被检血清最佳稀释度。**被检血清以 1:160 稀释,血清阳性率达 100%,最大限度减少了非特异性吸附,故选用稀释度为 1:160。

**2.1.3 鼠抗兔 IgG 与金标羊抗鼠 IgG 最佳稀释度。**当鼠抗兔 IgG 作 1:200 稀释,而金标羊抗鼠 IgG 作 1:20 稀释时,血清阳性率最高。故选用稀释倍数分别为 1:200 和 1:20。

**2.1.4 最适反应温度和时间。**被检血清、鼠抗兔 IgG、金标羊抗鼠 IgG 的作用温度分别为 37.37 和 20 °C 时,反应时间分别为 10、20 和 60 min 时血清的阳性率最高。因此,作用温度分别选为 37.37 和 20 °C,时间分别选为 10、20 和 60 min。

**2.1.5 最适洗涤次数。**被检血清、鼠抗兔 IgG、金标羊抗鼠 IgG 作用之后分别洗涤 3、2 和 1 次时效果理想。

**2.1.6 最佳封闭条件。**以 10% 马血清 + 0.05% Tween20 + 0.02 mol/L pH 值 7.2 PBS 液在 37 °C 下封闭 30 min 时,血清阳性率最高,故选用此封闭条件。

**2.1.7 最佳显影时间。**在暗室室温下用硝酸银显影液显影 15 min,阳性血清的斑点清晰,背景反差明显,敏感性高。若时间过短,斑点着色浅,敏感性低;若时间过长,背景着色加深,非特异性染色增强。故选用 15 min 为显影时间。

### 2.2 特异性试验

**2.2.1 阻断试验。**未处理的阳性对照血清终点滴度分别为 1:5120 和 1:160,而经诊断抗原处理后滴度分别为 1:80 和 1:20,说明反应被特异性阻断。

**2.2.2 交叉反应性。**用常见兔病阳性血清按所建立的 Dot-ELISA 进行检测,重复 2 次,结果只有阳性对照血清呈现阳性反应,其余均呈现阴性反应。表明所建立的 Dot-ELISA 具有较高的特异性。

**2.3 重复性** 将 RHD 阳性及阴性血清 1:160 稀释后,用不同批次抗原片按已建立的 Dot-ELISA 程序检测 4 次,结果均一致。因此, Dot-ELISA 具有良好的重复性。

**2.4 敏感性** Dot-ELISA 和 HI 检测结果比较, Dot-ELISA 的阳性率为 94% (90/96), HI 的阳性率为 3% (30/96),说明 Dot-ELISA 比 HI 更为敏感。

## 3 讨论

(1) Dot-ELISA 检测方法的阳性判定标准非常重要,笔者

以 35 份阳性血清和 40 份阴性血清的检测结果确定了判定标准。当血清稀释度为 1:160 时,阳性血清的检出率为 100%,而阴性血清的阳性检出率为 0。当稀释度 < 1:160 时,阴性血清中出现假阳性;而稀释度 > 1:160 时,则出现血清的阳性检出率降低的现象。

(2) 影响试验敏感性和特异性的因素还有封闭液、胶体金以及显影时间。试验以 10% 马血清 + 0.05% Tween20 + 0.02 mol/L pH 值 7.2 PBS 作封闭液获得了满意效果。因为胶体金标记不影响抗体活性,标记后的胶体金不再非特异性吸附,AgNO<sub>3</sub> 显影,虽然取决于金银之间的电荷吸引,但由于试验中使用去离子水,排除了其他重金属离子的干扰;此外,试验中发现正确掌握显影时间也是该法成功与否的关键之一,时间过长出现假阳性及背景染色,时间过短则出现假阴性结果,避光显影可减少甚至完全消除背景着色。

(3) 自 1984 年以来,研究者相继建立了一系列 RHD 的抗体检测方法,如 HI 琼脂扩散试验、免疫酶组化法、ELISA 法和 Dot-ELISA 等<sup>[10-11]</sup>。这些方法都各有其优缺点,例如 ELISA 需要酶标检测仪等贵重仪器,而 Dot-ELISA 法操作简便,费用低,结果判断直观,适合于大批血清样本的检测,利于基层单位使用以及现场推广应用。笔者应用 Dot-ELISA 法和 HI 法对 96 份血清样品进行平行检测,结果显示, Dot-ELISA 法与 HI 相比较阳性率差异显著 ( $P < 0.05$ ),该方法的阳性检出率明显高于 HI,表明 Dot-ELISA 法具有高度敏感性,非常适用于临床对 RHD 的抗体监测和流行病学调查。

## 参考文献

- [1] 陈柳,刘光清,倪征,等.兔病毒性出血症病毒衣壳蛋白(VP2)的表达和细胞内定位分析[J].中国动物传染病学报,2002,17(2):1-7
- [2] 杨龙圣,薛家宾,王芳,等.兔出血症发病概况及疫苗研究进展[J].江苏农业科学,2007(2):144-147
- [3] 刘光清,云涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒基因组结构与功能研究进展[J].中国病毒学,2006,21(2):194-199
- [4] 牛家强,曾群辉,郎洪武,等.兔病毒性出血症病毒西藏分离株毒力的测定[J].畜牧与兽医,2006,38(8):44-45
- [5] 刘光清,倪征,张玉颖,等.兔病毒性出血症病毒 JX/97 株衣壳蛋白基因的序列测定与分析[J].农业生物技术学报,2006,14(2):191-196
- [6] 李传山,杨颖,张守涛,等.兔病毒性出血症病毒 YL 株衣壳蛋白(VP60)基因的克隆和生物信息学分析[J].畜牧兽医学报,2007,38(7):700-707
- [7] 杨汉春,黎作耀,曹澍泽.应用 Dot-ELISA 检测兔出血症病毒抗体[J].中国兽医杂志,1990,16(12):5-6
- [8] 宋应今.金银染色(SECCA)三抗体夹心法检测兔出血症病毒(RHDV)抗原的研究[D].龙井:延边大学,1998
- [9] 杨龙圣,薛家宾,徐为中,等.病毒性出血症疫苗免疫剂量对幼兔血清抗体效价的影响[J].江苏农业学报,2006,22(4):425-428
- [10] 张夏兰,王红宁,张昌菊,等.兔病毒性出血症基因工程疫苗的研究进展[J].中国预防兽医学报,2007,29(10):821-824
- [11] 张秀娥,田夫林,李希友,等. TaqMan-MGB 探针实时检测兔病毒性出血症病毒[J].中国兽医学报,2007,27(6):814-817
- [12] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [13] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [14] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [15] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [16] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [17] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [18] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [19] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [20] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [21] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [22] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [23] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [24] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [25] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [26] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [27] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [28] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [29] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [30] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [31] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [32] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [33] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [34] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [35] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [36] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [37] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [38] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [39] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [40] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [41] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [42] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [43] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [44] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [45] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [46] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [47] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [48] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [49] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [50] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [51] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [52] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [53] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [54] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [55] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [56] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [57] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [58] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [59] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [60] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [61] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [62] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [63] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [64] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [65] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [66] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [67] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [68] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [69] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [70] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [71] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [72] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [73] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [74] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [75] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [76] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [77] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [78] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [79] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [80] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [81] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [82] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [83] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [84] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [85] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [86] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [87] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [88] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [89] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [90] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [91] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [92] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [93] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [94] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [95] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [96] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [97] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [98] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [99] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120
- [100] 王龙涛,倪征,等.兔病毒性出血症病毒 VP2 蛋白的克隆、表达及免疫原性研究[J].畜牧兽医学报,2004,35(10):1115-1120

(上接第 17717 页)

## 参考文献

- [1] ALONSO L E. Ants as indicators of diversity[M]// AGOSTI D M, AJER J D, ALONSO L E, et al. Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2009: 80-88
- [2] ANDERSEN A N. Functional groups patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia[J]. Journal Biogeography, 1997, 24: 10-20
- [3] ANDERSEN A N, FISHER A, HOFFMANN B D, et al. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands with particular reference to ants[J]. Austral Ecology, 2004, 29: 87-101
- [4] 陈友, 罗长维, 许正会, 等. 哀牢山西坡蚂蚁的多样性[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(10): 57-60
- [5] 徐永椿, 姜汉桥. 哀牢山自然保护区综合考察报告集[M]. 昆明: 云南民族出版社, 1998: 1-61
- [6] BURGER J C, REDAK R A, ALLEN E B, et al. Restoring arthropod communities in coastal sage scrub[J]. Conservation Biology, 2003, 17: 460-467
- [7] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 1-237
- [8] 徐正会, 曾光, 柳太勇于, 等. 西双版纳地区不同植被亚型蚊科昆虫群落研究[J]. 动物学研究, 1999, 20(2): 118-125