

文章编号: 1674-7054(2022)01-0064-09



## 缅甸橡胶林下植物物种的多样性分析

李明美<sup>1,2,3</sup>, 兰国玉<sup>1,3</sup>, 杨川<sup>1,3</sup>, 吴志祥<sup>1,3</sup>, 陈帮乾<sup>1,3</sup>,  
孙瑞<sup>1,3</sup>, 周建南<sup>1,3</sup>, 全飞<sup>1,2,3</sup>

(1. 中国热带农业科学院 橡胶研究所, 海南 儋州 571737; 2. 海南大学 林学院, 海口 5702283;  
3. 农业农村部 儋州热带作物科学观测实验站, 海南 儋州 571737)

**摘要:** 为了更好地了解缅甸橡胶林林下植物多样性的基本特征, 调查了缅甸的 47 个 100 m<sup>2</sup> 橡胶林样方的植物并进行相关数据分析。通过物种丰富度指数(*S*)、Shannon-Wiener 指数(*H'*)、重要值(*IV*)、Simpson 指数(*D*)和 Sorensen 系数(*C<sub>s</sub>*)等方法, 分析了橡胶林下植物物种组成以及物种多样性。结果表明: 1) 缅甸橡胶林林下植物共有 81 科 224 属 283 种, 其中有 2 个优势科为禾本科(Gramineae)和蝶形花科(Fabaceae)。2) 孟邦与德林达依省的相似性系数最高, 达 0.59, 而掸邦与德林达依省相似性系数最低, 为 0.21。3) 丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数在 8 ~ 10 龄阶段最高; 在 < 200 m 的海拔上丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数最高; Shannon-Wiener 指数、物种丰富度在 < 2° 的坡度上最高, Simpson 指数在 2 ~ 15° 的坡度上最高; 橡胶林多样性南坡最丰富。

**关键词:** 缅甸; 橡胶林; 林下植物; 物种多样性

**中图分类号:** S 718; S 794.1 **文献标志码:** A

**引用格式:** 李明美, 兰国玉, 杨川, 等. 缅甸橡胶林下植物物种的多样性分析 [J]. 热带生物学报, 2022, 13(1): 64-72. DOI: [10.15886/j.cnki.rdsxb.2022.01.010](https://doi.org/10.15886/j.cnki.rdsxb.2022.01.010)

在二战以前, 缅甸沦为西方国家的殖民地, 其经济发展畸形, 长期作为原材料的供应地, 现在为了民族经济的发展, 缅甸政府大力发展农业, 扩大出口创汇, 通过橡胶种植代替罂粟种植<sup>[1]</sup>, 从很大程度上遏制了毒品的来源。橡胶是缅甸的主要工业原料, 近年来, 缅甸橡胶种植园在稳步增长, 绝大部分橡胶都用于出口, 主要出口目的国是中国<sup>[2]</sup>, 其次为新加坡和马来西亚。缅甸是一个农业土地资源丰富的国家, 适宜橡胶树种植面积达 99.4 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 占全国可利用土地的 14%, 其中, 私营橡胶种植园面积为 87%, 主要种植区域为德林达依省和孟邦。橡胶树种植面积 1994 年为 8.9 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 2004 年达到 20.4 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。马克平<sup>[4]</sup>认为, 亚洲是全球生物多样性最丰富的地区, 东南亚地区可能有 6 万 ~ 7 万种植物, 但本底资料非常

少。近年来, 中缅两国的科研工作者开始合作调查缅甸的植物多样性<sup>[5]</sup>。生物多样性为人类生存提供了物质基础, 因此, 人们也对不同类型的生物多样性进行了研究<sup>[6-10]</sup>。有研究表明, 高原植被组成及空间分布主要受年平均降水量影响, 而气温的影响较小<sup>[11]</sup>; 兰国玉等<sup>[12]</sup>的研究表明, 固定橡胶林进行近自然管理后物种多样性增加。橡胶林作为可持续发展的人工生态系统<sup>[13]</sup>, 但有学者认为, 缅甸大面积征用土地种植橡胶会导致农民更加贫困以及环境破坏<sup>[14]</sup>, 而有些橡胶林中不合理的混种也会对橡胶林有不利的影响<sup>[15]</sup>。目前, 关于缅甸橡胶林下植物的相关研究还很欠缺, 对缅甸橡胶林下群落植物进行物种组成及多样性分析, 可以为缅甸的橡胶种植提供一些理论依据, 同时也能为橡胶林物种多样性的恢复机制提供参考依据。

收稿日期: 2021-06-02

修回日期: 2021-09-01

基金项目: 外交部澜沧江-湄公河国际合作项目(081720203994192003); 海南省研究生创新科研课题(Hys2019-194)

第一作者: 李明美(1995-), 女, 海南大学林学院 2019 级硕士研究生. E-mail: [1938175839@qq.com](mailto:1938175839@qq.com)

通信作者: 兰国玉(1977-), 男, 研究员. 研究方向: 森林生态学. E-mail: [langyri@163.com](mailto:langyri@163.com)

## 1 自然概况与研究方法

**1.1 研究区自然概况** 缅甸地处中南半岛的西部, 占地面积约为 67.85 万 km<sup>2</sup>。缅甸东北部与我国云南接壤, 南部与西南部濒临印度洋。缅甸大部分在北回归线以南, 属于热带季风气候, 自然灾害较少, 三季分明, 主要是 3~5 月的热季、6~10 月的雨季和 11~翌年 2 月的凉季。缅甸全年温差不大, 平均气温为 27 ℃, 除一些海拔高的地区外, 全年各月的气温都偏高; 全年有充沛的降雨量和充足的日照。以山地和高原为主, 地势北高南低, 北、西、东为山脉环绕。缅甸国内河流分布较多, 其中, 主要的河流包括伊洛瓦底江、萨尔温江和湄公河, 水流平缓且呈南北走向。缅甸自然条件优越, 资源丰富<sup>[16]</sup>。

**1.2 调查方法** 采用典型取样以及沿途记录的调查方法, 随机选取调查样方, 且橡胶林中植物为自然生长。在仰光省共设置了 2 个 10 m×10 m 的橡胶林样方, 取样总面积为 200 m<sup>2</sup>; 勃固省共设置了 6 个 10 m×10 m 的橡胶林样方, 取样总面积为 600 m<sup>2</sup>; 孟邦共设置了 22 个 10 m×10 m 的橡胶林样方, 取样总面积为 2200 m<sup>2</sup>; 德林达依省共设置了 14 个 10 m×10 m 的橡胶林样方, 取样总面积为 1400 m<sup>2</sup>; 掸邦共设置了 3 个 10 m×10 m 的橡胶林样方, 取样总面积为 300 m<sup>2</sup>。调查时记录了样方的海拔、坡向、坡度、植物林龄、平均树高和平均郁闭度, 还包括样方中植物的物种名称、高度和盖度等。记录的样方详细信息见表 1。

表 1 缅甸橡胶林样方的基本情况

样方号	地点	海拔/m	坡度/°	坡向/°	林龄/a	平均树高/m	平均郁闭度/%
1	仰光省(17°32'N, 96°25'E)	52	3.06	252.35	9	20	90
2	仰光省(17°33'N, 96°25'E)	58	0.93	0	15	20	85
3	勃固省(17°40'N, 96°33'E)	44	4.3	64.49	9	13	85
4	勃固省(17°39'N, 96°32'E)	47	8	313.66	10	14	82
5	孟邦(17°43'N, 96°90'E)	21	2.15	115.5	30	20	85
6	孟邦(17°42'N, 96°95'E)	26	3.88	270	15	20	88
7	孟邦(17°22'N, 97°18'E)	30	2.68	313.69	30	20	82
8	孟邦(16°24'N, 97°74'E)	28	2.94	160.85	32	19	85
9	孟邦(16°21'N, 97°74'E)	24	2.94	199.14	22	19	88
10	孟邦(16°13'N, 97°74'E)	17	6.74	196.56	26	21	85
11	孟邦(16°04'N, 97°76'E)	15	5.45	31.98	30	21	85
12	孟邦(15°98'N, 97°70'E)	44	2.09	152.52	6	15	80
13	孟邦(15°96'N, 97°65'E)	24	0.93	0	30	20	80
14	孟邦(16°01'N, 97°63'E)	32	2.09	207.48	32	20	82
15	孟邦(16°01'N, 97°63'E)	31	0.96	270	8	15	75
16	孟邦(16°01'N, 97°62'E)	39	4.17	332.52	15	19	85
17	孟邦(15°26'N, 97°89'E)	10	3.03	72.17	7	17	78
18	孟邦(14°99'N, 98°00'E)	90	3.83	194.51	14	20	85
19	德林达依省(14°17'N, 98°21'E)	27	7.21	292.56	20	17	80
20	德林达依省(14°17'N, 98°21'E)	29	6.03	232.2	20	17	80
21	德林达依省(14°17'N, 98°21'E)	15	2.09	27.28	2	5	10
22	德林达依省(14°08'N, 98°28'E)	33	19	147.79	35	17	75

续表 1

样方号	地点	海拔/m	坡度/°	坡向/°	林龄/a	平均树高/m	平均郁闭度/%
23	德林达依省(12°57'N, 98°77'E)	38	12.03	8.96	7	17	82
24	德林达依省(12°57'N, 98°77'E)	22	6.87	254.42	20	19	70
25	德林达依省(12°48'N, 98°43'E)	18	4.67	217.53	7	17	70
26	德林达依省(12°48'N, 98°43'E)	21	8.75	198.85	48	20	65
27	德林达依省(12°68'N, 98°76'E)	34	3	288.01	20	20	75
28	德林达依省(12°92'N, 98°68'E)	22	3.4	303.02	20	21	82
29	德林达依省(13°30'N, 98°60'E)	14	4.67	142.38	13	20	55
30	德林达依省(13°62'N, 98°38'E)	38	5	202.37	30	18	66
31	德林达依省(14°04'N, 98°23'E)	20	5	202.41	25	20	80
32	德林达依省(14°04'N, 98°23'E)	17	3.41	237.11	8	19	80
33	孟邦(14°37'N, 98°23'E)	62	13.2	86.04	7	17	82
34	孟邦(15°10'N, 97°91'E)	38	4	226	16	20	82
35	孟邦(18°73'N, 96°37'E)	61	1.35	46.56	30	23	83
36	孟邦(15°82'N, 97°77'E)	22	5.84	279.11	9	21	88
37	孟邦(16°46'N, 97°54'E)	18	6.46	0	25	21	80
38	孟邦(16°38'N, 97°55'E)	25	0	0	35	20	80
39	孟邦(16°96'N, 97°35'E)	25	2.09	207.6	15	20	78
40	孟邦(17°40'N, 96°98'E)	60	3.99	256.58	7	17	80
41	勃固省(17°71'N, 96°50'E)	49	1.95	270	6	12	70
42	勃固省(17°79'N, 96°49'E)	47	2.69	133.6	8	19	82
43	勃固省(17°9'N, 96°49'E)	52	4.31	115.44	6	15	82
44	勃固省(18°73'N, 96°37'E)	61	1.35	46.56	8	19	85
45	掸邦(20°74'N, 96°88'E)	938	3.5	121.94	5	13	60
46	掸邦(21°26'N, 96°86'E)	950	6.29	28.21	5	13	50
47	掸邦(21°71'N, 96°95'E)	870	6.04	98.8	6	12	50

1.3 研究方法 根据调查所得数据,为更好的描述群落多样性的统计量,分析物种多样性的特征,需要计算物种丰富度指数( $S$ )、重要值( $IV$ )、Simpson 指数( $D$ )、Shannon-Wiener 指数( $H$ )和 Sorensen ( $C_s$ )等<sup>[17-18]</sup>,其公式如下:

1) 物种丰富度指数( $S$ )

$S$  为样方中出现的物种总数。

2) 重要值( $IV$ )

$IV = (\text{相对高度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}) / 3$ 。

3) Simpson 指数( $D$ )

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2。$$

4) Shannon-Wiener 指数( $H$ )

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i,$$

式中,  $i=1,2,\dots,S$ ,  $p_i=N_i/N$ ,  $N_i$  表示样地中第  $i$  种物种的重要值,  $S$  为物种数目。

5) Sorensen 系数( $C_s$ )

$$C_s = \frac{2a}{b+c},$$

式中,  $a$  为 2 个地区共有物种数,  $b$  和  $c$  分别是 2 个地区各自拥有物种数。

得到数据后采用 Excel 和 R 对多样性指数和物种多样性与气候的回归分析进行分析制图,采

用 SPSS 对不同林龄和立地条件的缅甸植胶区林下植物的多样性进行方差分析。

## 2 结果与分析

**2.1 缅甸橡胶林下植物物种组成及重要值** 缅甸橡胶林(4 700 m<sup>2</sup>)下植物的调查结果表明(表 2), 缅甸橡胶林林下植物构成多种多样, 其中, 维管束植物共有 81 科、224 属、283 种, 蕨类植物有 12 科、16 属、25 种, 无裸子植物, 被子植物有 69 科、208 属、258 种(单子叶植物 14 科、53 属、69 种, 双子叶植物 55 科、155 属、189 种)。在植物调查

中, 没有发现裸子植物。蕨类植物占缅甸总科数的 14.81%; 被子植物占缅甸总科数的 85.18%; 双子叶植物占被子植物总科数最多, 为 67.9%; 单子叶植物占被子植物总科数最少, 为 17.28%。蕨类植物、被子植物的属数分别占缅甸总属数的 7.14%、92.86%, 其中单子叶植物占总属数的 23.66%, 双子叶植物占总属数的 69.20%。蕨类植物物种数占缅甸总物种数的 8.83%, 被子植物的物种数占缅甸总物种数的 91.16%, 其中, 单子叶植物占总物种数的 24.38%。在被子植物中, 双子叶植物最具有优势, 科数、属数和种数都是最多的。

表 2 缅甸橡胶林下植物的组成

类型	科数/个	属数/个	种数/个
蕨类植物	12(14.81)	16(7.14)	25(8.83)
裸子植物	0(0)	0(0)	0(0)
被子植物	单子叶植物	14(17.28)	53(23.66)
	双子叶植物	55(67.90)	155(69.20)
总计	81(100.00)	224(100.00)	283(100.00)

注: 括号内为百分比数值(%)。

对缅甸橡胶林下植物重要值前 20 名的物种进行统计(表 3), 结果表明, 前 5 种植物是弓果黍 *Cyrtococcum patens*、飞机草 *Eupatorium odoratum*、地毯草 *Axonopus compressus*、对叶榕 *Ficus hispida* 和海金沙 *Lygodium japonicum*, 其重要值分别为 6.87%、3.43%、3.23%、2.69% 和 2.32%。橡胶林下植物有 283 种, 而重要值前 20 的植物占总物种数的 7.07%, 重要值达到了 43.69%, 优势明显。其中蕨类植物只有 1 种, 单子叶植物有 7 种, 双子叶植物有 12 种, 没有裸子植物; 禾本科的植物最多, 有弓果黍、地毯草、酸模芒 *Centotheca lappacea* 和象草 *Pennisetum purpureum*。

**2.2 缅甸橡胶林植物科、属的统计分析** 把植物的科分为 4 类(单种科、寡种科、中等科和优势科), 对缅甸橡胶林下植物进行统计(表 4)。其中 2~10 种的寡种科有 46 科、177 种, 占总科数的 56.79%, 占总物种数的 62.54%; 其次是 1 种的单种科有 31 科、31 种, 占总科数的 38.27%, 占总物种数的 10.95%; 而 11~20 种的中等科有 2 科、29 种, 占总科数的 2.47%, 总物种数的 10.25%; > 20 种的优势科有 2 科、46 种, 占总科数的 2.47%, 总

物种数的 16.25%。

对橡胶林下的植物属分为 3 类(单种属、寡种属、中等属)进行统计, 从表 5 可知, 最多的是单种属, 共有 181 属、181 种, 占总属数的 80.80%, 占总物种数的 63.96%; 其次是 2~4 种的寡种属共有 42 属、97 种, 占总属数的 18.75%, 占总物种数的 34.28%; > 4 种的中等属共有 1 属、5 种, 占总属数的 0.45%, 占总物种数的 1.77%。

**2.3 缅甸橡胶林植物用途分类统计** 通过调查发现, 缅甸橡胶林下植物物种资源丰富, 根据对资源植物的分类方法<sup>[9]</sup>, 资源植物可分为药用植物、食用植物、经济植物、饲料植物、观赏植物和生态植物 6 种, 在其中有一部分植物目前未查询到用途, 所以归为无用途, 详情见表 6。由表 6 可见, 药用植物最多, 有 185 种, 占总物种数的 65.37%; 食用植物有 47 种, 占总物种数 16.61%; 经济植物有 74 种, 占总物种数 26.15%; 饲料植物有 30 种, 占总物种数 10.60%; 观赏植物有 45 种, 占总物种数 15.90%; 生态植物有 25 种, 占总物种数 8.83%; 无用途植物有 39 种, 占总物种数 13.78%。

**2.4 缅甸橡胶林相似性系数比较** 对缅甸仰光

表3 缅甸橡胶林下植物重要值前20名的物种及其重要值

序号	植物名称	相对高度	相对盖度	相对频度	重要值
1	弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	2.23	15.56	2.83	6.87
2	飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i>	3.74	3.80	2.76	3.43
3	地毯草 <i>Axonopus compressus</i> Beauv.	1.61	5.97	2.12	3.23
4	对叶榕 <i>Ficus hispida</i> L.	2.50	3.59	1.98	2.69
5	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.	2.43	2.12	2.40	2.32
6	银柴 <i>Aporosa dioica</i> (Roxb.) Muell. Arg.	2.63	1.63	2.61	2.29
7	酸模芒 <i>Centotheca lappacea</i>	2.03	2.69	2.05	2.25
8	破布叶 <i>Microcos paniculata</i> L.	2.36	1.94	1.98	2.09
9	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i> D. Don	1.93	2.12	1.98	2.01
10	薯蓣 <i>Dioscorea opposita</i> Thunb.	2.31	1.29	2.12	1.91
11	含羞草 <i>Mimosa pudica</i> L.	1.89	1.60	2.05	1.85
12	白花银背藤 <i>Argyrea seguinii</i> (Levl.) Van. ex Levl.	1.76	1.83	1.48	1.69
13	菝葜 <i>Smilax china</i>	2.16	0.83	1.70	1.56
14	决明 <i>Cassia tora</i> L.	1.71	1.14	1.48	1.44
15	丰花草 <i>Borreria stricta</i> (L. f.) G. Mey.	0.85	2.09	1.27	1.41
16	象草 <i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	1.29	1.89	0.92	1.36
17	赤才 <i>Erioglossum rubiginosum</i> (Roxb.) Bl.	1.42	1.32	1.34	1.36
18	阔叶丰花草 <i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum.	0.80	1.96	1.20	1.32
19	地桃花 <i>Urena lobata</i> L.	1.47	0.75	1.70	1.31
20	广防己 <i>Aristolochia fangchi</i> Y. C. Wu	1.73	0.59	1.55	1.29
合计		38.85	54.70	37.53	43.69

表4 缅甸橡胶林下植物科的统计

序号	科类型	科数	百分比/%	种数	百分比/%
1	单种科 (1种)	31	38.27	31	10.95
2	寡种科 (2 ~ 10种)	46	56.79	177	62.54
3	中等科 (11 ~ 20种)	2	2.47	29	10.25
4	优势科 (> 20种)	2	2.47	46	16.25
	合计	81	100.00	283	100.00

省、勃固省、孟邦、德林达依省、掸邦等6个地区进行相似性比较,得到相似性系数结果(表7)。从表7可知,相似性系数变化范围为0.21 ~ 0.59,孟邦与德林达依省的相似性系数最高为0.59,而掸邦与德林达依省的相似性系数最低为0.21;其中仰光省、勃固省、孟邦、德林达依省与掸邦的相

表5 缅甸橡胶林下植物属的统计

序号	属类型	属数	百分比/%	种数	百分比/%
1	单种属 (1种)	181	80.80	181	63.96
2	寡种属 (2 ~ 4种)	42	18.75	97	34.28
3	中等属 (> 4)	1	0.45	5	1.77
	合计	224	100.00	283	100.00

似性系数都比较低,范围在0.21 ~ 0.31。总体而言,缅甸各地区橡胶林下植物组成存在一定的相似性,而相似性较小的地区可能受地理距离的影响较大。

2.5 不同林龄橡胶林林下植物物种多样性 不同林龄橡胶林林下植物的物种多样性存在一定差异,将对对比结果进行分析作图(图1)。把林龄分为

4 个梯度: < 8 龄、8 ~ 10 龄、11 ~ 30 龄、> 30 龄, 丰富度指数、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数在各个林龄阶段上的变化一致。丰富度指

数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数在 8 ~ 10 龄上均高于其他 3 个林龄段, 在 < 8 龄阶段是最低的。

表 6 缅甸橡胶林植物用途分类

序号	类型	种数	百分比/%
1	药用植物	185	65.37
2	食用植物	47	16.61
3	经济植物	74	26.15
4	饲料植物	30	10.60
5	观赏植物	45	15.90
6	生态植物	25	8.83
7	无用途	39	13.78

注: 有些植物含有多种用途, 因此, 物种数大于 283 种。

表 7 缅甸橡胶林相似性系数

样方	仰光省	勃固省	孟邦	德林达依省	掸邦
仰光省	1				
勃固省	0.45	1			
孟邦	0.36	0.47	1		
德林达依省	0.52	0.42	0.59	1	
掸邦	0.27	0.31	0.22	0.21	1

2.6 不同立地条件橡胶林林下植物物种多样性 不同的立地条件, 海拔、气温、降水等条件对植物的生长有不同的影响, 因此植物多样性有差异。海拔分为 2 个梯度: < 200 m、> 700 m, 缅甸橡胶林在海拔 200 m ~ 700 m 之间没有采样地点。从图 2 中可以看到, 丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数在 2 个海拔上有显著差异。在 < 200 m 的海拔上丰富度指数、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数最高, 在 > 700 m 的海拔上最低。

将坡度分为 < 2°、2° ~ 15°、16° ~ 25° 这 3 个梯度, 在不同坡度情况下进行橡胶林林下物种多样性研究(图 3)。随着坡度的增加, 在 < 2° 的坡度上物种丰富度、Shannon-Wiener 指数最高, 16 ~ 25° 最低; Simpson 指数在 2 ~ 15° 的坡度上最高。

对不同坡向的橡胶林林下物种多样性进行对比(图 4), 把坡向分为 0°、1° ~ 100°、101° ~ 200°、201° ~ 300°、> 300° 这 5 个梯度, 物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数在 5 个梯度上大致呈一样的规律, 物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数均随着坡向的增加出现先下

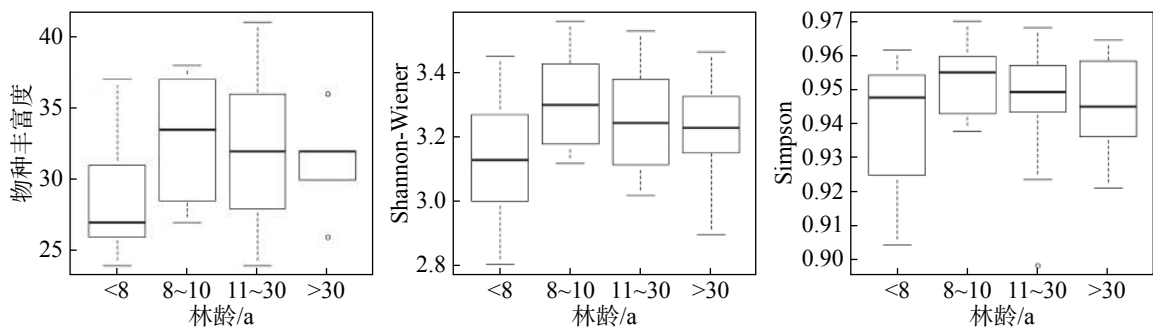


图 1 缅甸不同林龄橡胶林林下物种多样性

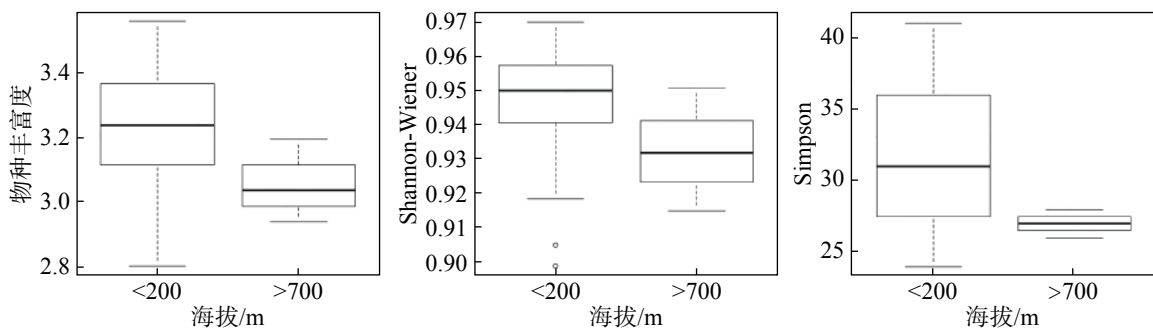


图 2 缅甸不同海拔橡胶林林下物种多样性

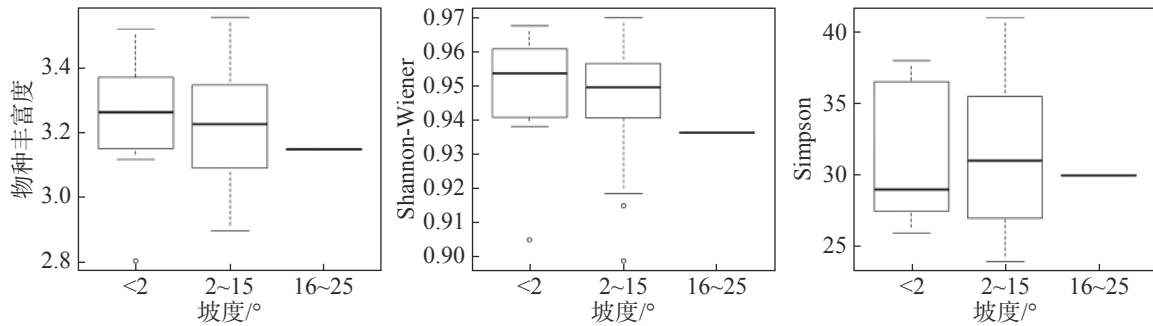


图3 缅甸不同坡度橡胶林林下物种多样性

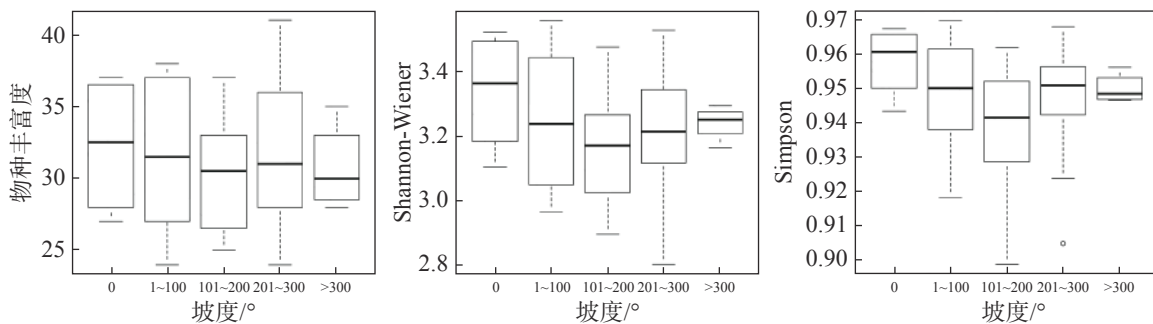


图4 缅甸不同坡向橡胶林林下物种多样性

降后上升的情况,在坡向为 $0^\circ$ 上3种多样性指数均高,而在坡向 $101^\circ \sim 200^\circ$ 上多样性指数均低。

**2.7 橡胶林植物物种多样性与气温、降水的回归分析** 对缅甸橡胶林的植物物种多样性与气温、降水量进行线性回归分析(图5)。物种多样性与气温的线性回归分析结果表明,物种丰富度和

Shannon-Wiener 指数的拟合度较低,分别为 $0.34 (R^2 = 0.011)$ 和 $0.018 \cdot (R^2 = 0.019)$ ,但 Simpson 指数的拟合度较高,为 $0.0024 (R^2 = 0.041)$ 。根据物种多样性与降水量的线性回归分析可知(图6),物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数的拟合度较低。

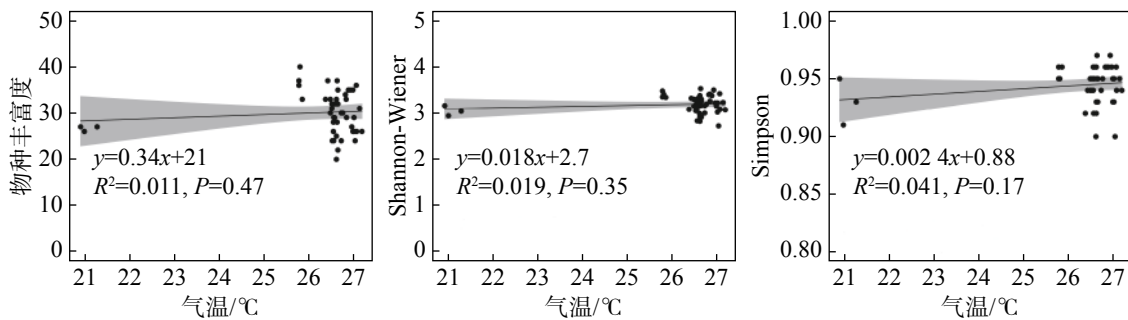


图5 缅甸橡胶林物种多样性与气温线性回归分析

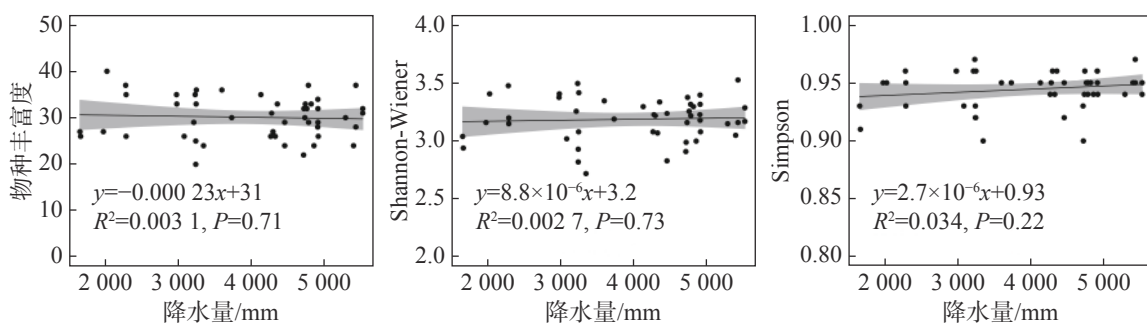


图6 缅甸橡胶林物种多样性与降水量线性回归分析

### 3 讨 论

调查结果表明, 缅甸橡胶林下植物共有 81 科、224 属、283 种, 单子叶植物有 14 科、53 属、69 种, 双子叶植物有 55 科、155 属、189 种, 蕨类植物有 12 科、16 属、25 种, 没有裸子植物, 被子植物占主要部分。孟邦与德林达依省的相似性系数最高(0.59), 而掸邦与德林达依省的相似性系数最低(0.21), 孟邦与德林达依省在整个地区具有较高的相似性, 反映出两地植物在区系分布上有一定的亲缘关系。德林达依省与孟邦和掸邦之间的相似性差异大, 因德林达依省与掸邦的距离较远, 可能受地理位置的影响。

缅甸橡胶林下植物重要值前 20 名的物种, 主要有弓果黍、飞机草、地毯草、对叶榕和海金沙等, 前 20 的物种数占总物种数的 43.69%, 在缅甸橡胶林群落中具有明显的优势。其中, 禾本科植物最多有 4 种, 被子植物有 19 种, 蕨类植物有 1 种, 没有裸子植物。优势科主要是蝶形花科和禾本科 2 科、36 属、46 种, 所占比重达 16.25%。陈莉等<sup>[20]</sup>的研究表明, 中国橡胶林下植物的优势科也包含蝶形花科和禾本科, 中等属主要是海金沙属 1 属、5 种, 所占比重为 1.77%。缅甸橡胶林下植物物种资源丰富, 归为七大类, 其中, 药用植物最多, 占总物种数的 65.37%。

不同林龄的橡胶林丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数在 8 ~ 10 龄阶段最高, 在 < 8 龄阶段是最低的, 但与黄先寒等<sup>[21]</sup>关于云南橡胶林植物不同林龄多样性的研究存在差异。周会平等<sup>[22]</sup>和 LIU 等<sup>[23]</sup>的研究结果表明, 橡胶林多样性会受降雨量和林龄的影响, < 8 龄阶段植物多样性最低, 这可能与橡胶林正处于初产期, 人工干预比较大、郁闭度大等多因素导致的。LIU 等<sup>[23]</sup>认为, 橡胶林植物物种多样性会随着林龄的增加而降低, 且雨季的植被多样性多于旱季。

缅甸橡胶林在不同立地条件中也形成了一定的规律, 在 < 200 m 的海拔上丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数最高, 在 > 700 m 的海拔上最低, 随着海拔的上升, 水热条件越来越降低, 不利于植物的生长, 对植物多样性影响较大。而随着坡度的增加, Shannon-Wiener 指数、物种丰富度在 < 2° 的坡度上最高, Simpson 指数在 2 ~ 15° 的坡度上最高, 坡度越大, 水分和养分的调控作

用就会降低, 流失严重, 从而影响植物多样性。结果可以知道坡向的增加会造成物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数先下降后上升, 3 种多样性指数在坡向 0° 上最高, 在坡向 101° ~ 200° 上多样性指数最低, 从结果可知, 南坡的多样性要大于北坡, 可能因为南坡的水热条件更好, 适宜植物的生长。

黄先寒等<sup>[24]</sup>的研究结果表明, 坡度、坡向、海拔等自然因素对植物分布有极显著的影响 ( $P < 0.01$ ), HU 等<sup>[25]</sup>发现, 橡胶林的物种多样性受自然因素中的土壤因素影响较大, 而不是受空间因素影响。通过对缅甸物种多样性与气候的回归分析, 物种丰富度、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数随着气温升高而上升, 且物种丰富度的拟合度较高, 但物种的丰富度随着降水量的增加而下降。通过研究发现, 植物多样性在不同程度上受到地形、气温、降水量和土壤等自然条件的影响, 同时还可能受到人为干扰的影响。缅甸属于热带季风气候, 也可能对其多样性产生影响。

本研究调查分析了缅甸橡胶林下植物物种多样性, 发现缅甸橡胶林下植物多样性较丰富, 林龄、海拔、坡度、坡向、气温和降水量对植物的分布影响大。

### 参考文献:

- [1] 刘陈立, 张军, 杨旭超, 等. 缅甸佤邦北部罂粟替代种植下橡胶林时空演变特征[J]. 西部林业科学, 2018, 47(4): 115-121.
- [2] 黄艳. 缅甸橡胶出口增长[J]. 世界热带农业信息, 2013(3): 3.
- [3] 曾宪海, 黄华孙, 林位夫, 等. 缅甸天然橡胶产业发展现状[J]. 热带农业科学, 2006, 26(5): 8-16.
- [4] 马克平. 生物多样性基础科研从东南亚开始[J]. 人与生物圈, 2018(2): 68-70.
- [5] 杨斌, 金效华, 谭运洪. 中缅合作发现约 30 个新种 缅甸植物多样性研究简史[J]. 人与生物圈, 2018(2): 43-44.
- [6] 王国明, 叶波. 舟山群岛典型植物群落物种组成及多样性[J]. 生态学杂志, 2017, 36(2): 349-358.
- [7] 赵耀, 王百田. 晋西黄土区不同林地植物多样性研究[J]. 北京林业大学学报, 2018, 40(9): 45-54.
- [8] 张硕. 辽西南草地植物资源与物种多样性的研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2016.
- [9] 张绪良, 肖滋民, 徐宗军, 等. 黄河三角洲滨海湿地的生物多样性特征及保护对策[J]. 湿地科学, 2011, 9(2): 125-131.
- [10] 秦浩, 张殷波, 董刚, 等. 山西关帝山森林群落物种、谱系和功能多样性海拔格局[J]. 植物生态学报, 2019, 43(9): 762-773.
- [11] TIAN L, ZHANG Y J, CHEN N, et al. Vegetation pat-



- tern in Northern Tibet in relation to environmental and geo-spatial factors [J]. *Journal of Resources and Ecology*, 2018, 9(5): 526 – 537.
- [12] 兰国玉, 王纪坤, 吴志祥, 等. 海南儋州橡胶林物种组成及群落特征研究 [J]. *西南林业大学学报*, 2014, 34(5): 8 – 13.
- [13] 王锋. 中国天然橡胶业可持续发展探讨 [J]. *华南热带农业大学学报*, 2002, 8(3): 58 – 63.
- [14] 黄艳. 缅甸投资橡胶农林复合经营种植 [J]. *世界热带农业信息*, 2014(7): 4.
- [15] 陈莉, 兰国玉, 谭正洪, 等. 橡胶树与其他乡土树种混交对土壤微生物生物量碳的影响 [J]. *西北林学院学报*, 2018, 33(6): 26 – 30.
- [16] 陈莉. 澜沧江-湄公河区域橡胶林植物物种多样性研究 [D]. 海口: 海南大学, 2020.
- [17] 马克平, 刘灿然, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 II.  $\beta$  多样性的测度方法 [J]. *生物多样性*, 1995, 3(1): 38 – 43.
- [18] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数 [J]. *生态学报*, 1995, 15(3): 268 – 277.
- [19] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书 [M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2000.
- [20] 陈莉, 黄先寒, 兰国玉, 等. 中国橡胶林下植物物种组成与多样性分析 [J]. *西北林学院学报*, 2019, 34(2): 76 – 83.
- [21] 黄先寒, 兰国玉, 杨川, 等. 云南橡胶林林下植物群落物种多样性 [J]. *生态学杂志*, 2017, 36(8): 2138 – 2148.
- [22] 周会平, 岩香甩, 张海东, 等. 西双版纳橡胶林下植被多样性调查研究 [J]. *热带作物学报*, 2012, 33(8): 1444 – 1449.
- [23] 刘红梅, 蒋菊生, 董双林. 海南胶林林下植被的生物多样性研究 (英文) [J]. *南京林业大学学报 (自然科学版)*, 2006, 30(6): 55 – 60.
- [24] 黄先寒, 兰国玉, 杨川, 等. 云南橡胶林群落种子植物区系研究 [J]. *云南农业大学学报 (自然科学版)*, 2017, 32(6): 1092 – 1099.
- [25] HU Y H, SHENG D Y, XIANG Y Z, et al. The Environment, not space, dominantly structures the landscape patterns of the richness and composition of the tropical understory vegetation [J]. *Plos One*, 2013, 8(11): e81308.

## Species diversity undergrowth plants in rubber plantations in Myanmar

LI Mingmei<sup>1,2,3</sup>, LAN Guoyu<sup>1,3</sup>, YANG Chuan<sup>1,3</sup>, WU Zhixiang<sup>1,3</sup>, CHEN Bangqian<sup>1,3</sup>,  
SUN Rui<sup>1,3</sup>, ZHOU Jiannan<sup>1,3</sup>, QUAN Fei<sup>1,2,3</sup>

(1. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 571737; 2. College of Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 3. Danzhou Investigation & Experiment Station of Tropical Crops, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Danzhou, Hainan 571737, China)

**Abstract:** A survey on plant diversity was made in the rubber plantations in Myanmar to understand the basic characteristics of the diversity of the undergrowth plants in the rubber plantations in Myanmar. Undergrowth plants in 47 quadrats (10 m×10 m) in the rubber plantations were sampled from the quadrats for analysis. The species composition and species diversity of the undergrowth plants in the rubber plantations are analyzed based on species richness index (*S*), importance value (*IV*), Shannon-Wiener index (*H*), Simpson index (*D*) and Sorensen coefficient (*Cs*). The survey showed that there are 81 families, 224 genera, and 283 species of the undergrowth plants in the rubber plantations in Myanmar, of which Gramineae and Fabaceae are two dominant families. The similarity coefficient between Mon State and Delindayi Province is the highest, reaching 0.59, while the similarity coefficient of the rubber plantations in between Shan State and Delindayi Province is the lowest, being 0.21. The species richness values, Simpson index values and Shannon-Wiener index values of the undergrowth plants in the plantations at the age of between 8 and 10 years old are the highest; the richness index, Simpson index and Shannon-Wiener index are the highest in the rubber plantations located at an altitude of <200 m; Shannon-Wiener index and species richness are the highest in the rubber plantations located at a slope of <2°, and the Simpson index is the highest at the slope of 2°–15°; the plant diversity in the rubber plantations is the highest on the southern slope.

**Keywords:** Myanmar; rubber plantation; undergrowth plants in plantation; species diversity

(责任编辑: 吴志祥 责任编辑: 潘学峰)