

## 雷公山自然保护区青牛胆野生资源调查及群落结构研究

李登江, 古定豪, 余德会\*, 张夏军, 郑德谋, 叶荣欢 (贵州雷公山国家级自然保护区管理局, 贵州雷山 557100)

**摘要** 采用最小面积法,在雷公山自然保护区内具有代表性的青牛胆分布区域选取典型的青牛胆群落进行调查研究。结果表明:该区野生青牛胆多分布在沟谷地带的林缘、山坡脚、小溪两边的石缝或阴暗潮湿处,林下和田土边也有分布,但数量较少;植被类型多为针阔混交林、常绿阔叶阔叶混交林;土壤为黄壤,土壤中砂砾含量较多;海拔在700~1400 m,种群密度小,在0.014~0.027株/m<sup>2</sup>,区内青牛胆野生资源很少,面临濒危。青牛胆群落共有维管束植物59科89属95种,群落优势科属明显,科属组成复杂,物种丰富,物种主要集中在含1种的科与含1种的属内。物种数随调查样方面积的增大而增加,100 m<sup>2</sup>样方内物种数量显著增加,而后逐渐趋于平缓,至样方面积为512 m<sup>2</sup>时,该群落物种数为95种。

**关键词** 青牛胆;生境调查;群落结构;雷公山自然保护区

中图分类号 S759.9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)24-0101-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.24.022



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Investigation of Wild Resources and Community Structure of *Tinospora sagittata* in Leigong Mountain Nature Reserve

LI Deng-jiang, GU Ding-hao, YU De-hui et al (Guizhou Leigong Mountain National Nature Reserve Administration, Leishan, Guizhou 557100)

**Abstract** The minimum area method was used to investigate the typical *Tinospora sagittata* community in the typical *Tinospora sagittata* distribution area in Leigong Mountain Nature Reserve. The results showed that the wild *Tinospora sagittata* mainly distributed in the forest margin, hillside foot, stone crevices on both sides of the stream or dark damp places in the gully zone, and also in the forest and the soil edge of the field, but the number was small. The vegetation types were mostly coniferous broad-leaved mixed forest, evergreen deciduous mixed broad-leaved forest. The soil is yellow soil with more sand and gravel content. The altitude is 700-1400 m and the population density is low, ranging from 0.014 to 0.027 plants/m<sup>2</sup>. There are few wild resources of *Tinospora sagittata* in the area, which is endangered. In addition, the *Tinospora sagittata* community consists of 59 families, 89 genera and 95 species of vascular plants, and the dominant family and genus are obvious. The composition of family and genus is complex, and the species are mainly concentrated in the family with 1 species and the genus with 1 species. The number of species increased with the increase of the sample volume. The number of species in 100 square meters increased significantly, and then gradually leveled off. When the sample volume was 512 m<sup>2</sup>, the number of species in the community was 95.

**Key words** *Tinospora sagittata*; Habitat survey; Community structure; Leigong Mountain Nature Reserve

青牛胆[*Tinospora sagittata* (Oliv.) Gagnep.],属于防己科(Menispermaceae)青牛胆属(*Tinospora*),为多年生常绿缠绕藤本植物<sup>[1]</sup>,俗称地苦胆、金果榄、山慈菇、九牛子、九龙胆等<sup>[2]</sup>。其干燥的块根是常用中药金果榄,含有生物碱、萜类、甾醇类等活性成分,具有清热解毒、利咽止痛等功效,主治咽喉肿痛、痈疽疔毒、泄泻、痢疾、脘腹热痛等<sup>[2-3]</sup>。国内主要分布于四川、云南、广西、贵州、湖北、湖南等14个省区市<sup>[4]</sup>,贵州主要分布于黔东南州、黔南州、铜仁市、遵义市、安顺市、毕节市、黔西南州等地区<sup>[5]</sup>。近年来,由于国家对中医药行业的大力支持,市场对中药金果榄的需求量急剧增加,导致人们对青牛胆野生资源的过度采挖,其野生资源趋于匮乏<sup>[6-8]</sup>。目前,有关青牛胆的研究主要集中于其药理作用<sup>[9-11]</sup>、化学成分<sup>[12-15]</sup>、临床反应<sup>[16-17]</sup>、繁殖技术<sup>[18-20]</sup>等方面,而在生态学研究方面相对较少,虽然此前有学者对贵州药用植物金果榄野生资源调查研究涉及雷公山自然保护区方祥乡境内<sup>[5]</sup>,但并未对区内大部分有青牛胆分布的区域进行系统调查。鉴于此,笔者对雷公山自然保护区内具有代表性的青牛胆分布区域进行系统调查,旨在进一步摸清区内野生青牛胆资源

现状、生长环境和群落结构,以期为其野生资源的保护及可持续开发利用提供科学依据。

## 1 研究方法

采用最小面积法,在雷公山自然保护区具有代表性的青牛胆分布区域,选取典型的青牛胆群落设置样地进行调查,研究青牛胆分布区域的生境和群落结构。生境调查中,采用样方法的最小面积确定群落的植物种类组成<sup>[21]</sup>,即中央逐步成2倍扩大样方面积(图1),样方2包含样方1(2 m×2 m),样方3包含样方2,据此类推。统计样方面积扩大增加的物种数,绘制出物种数和样地面积关系曲线,并调查记录各样地的青牛胆植株数量以及海拔、坡向、坡度、坡位、经纬度、森林类型、土壤类型、岩石裸露率等生境因子和群落因子。

## 2 结果与分析

**2.1 分布区域生境** 调查区域主要涉及雷公山自然保护区内7个乡镇9个自然村(表1),野生青牛胆分布区域海拔在700~1400 m。该区域内年均温度12~16℃,年太阳总辐射值3642.5~3726.3 MJ/m<sup>2</sup>,年均湿度85%~91%,年降雨量1300~1600 mm<sup>[22]</sup>。生长环境多分布在沟谷地带的林缘、山坡脚、小溪两边的石缝或阴暗潮湿处,林下和田土边也有分布,但数量较少;分布区域植被类型多为针阔混交林、常绿阔叶阔叶混交林;土壤为黄壤,土壤母质主要由粉砂质板岩风化而成,偏酸性,土壤中砂砾含量较多。上述环境符合青牛胆喜阴、不耐旱的生长习性,这与杨秀全等<sup>[5]</sup>的研究结论

**基金项目** 贵州省林业局青年科技人才培养对象专项基金项目(黔林科合J字[2021]07号);2021年第三批省级林业发展改革资金项目(黔东南财建[2022]20号)。

**作者简介** 李登江(1989—),男,贵州湄潭人,工程师,从事森林资源保护与利用研究。\*通信作者,高级工程师,硕士,从事植物分类与植物生态学研究。

**收稿日期** 2023-01-01

相似。

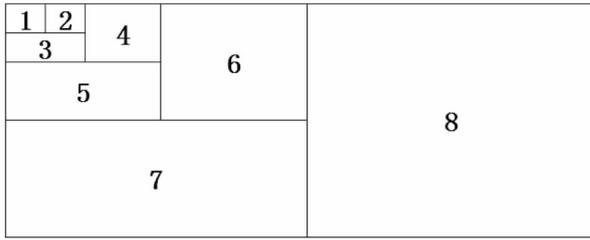


图1 雷公山自然保护区青牛胆资源生境调查样地示意

Fig.1 Schematic diagram of the sample plot for the habitat investigation of *Tinospora sagittata* resources in Leigongshan Nature Reserve

表1 雷公山自然保护区青牛胆资源生长环境特点

Table 1 Growth environment characteristics of *Tinospora sagittata* resources in Leigongshan Nature Reserve

样地号 Sample plot number	属地 Territory	植被类型 Vegetation type	生境类型 Habitat type	土壤 类型 Soil type	年均气温		坡度 Slope (°)	坡向 Slope orient- ation	坡位 Slope position	青牛胆数量 Quantity of <i>Tinospora sagittata</i>	种群密度 Population density 株/m <sup>2</sup>
					海拔 Altitude m	Annual average tempera- ture//°C					
YD-1	方祥乡陡寨村	针阔混交林	林缘、沟边	黄壤	1 159	14.5	40	东南	中坡	14	0.027
YD-2	方祥乡雀鸟村	常绿落叶阔叶混交林	林缘、林下	黄壤	1 055	14.0	40	东北	下坡	11	0.021
YD-3	方祥乡平祥村	针阔混交林	林缘、沟边	黄壤	937	15.0	25	东	下坡	9	0.018
YD-4	南宫镇石灰村	针阔混交林	林缘、林下	黄壤	830	16.0	25	南	下坡	13	0.025
YD-5	西江镇乌尧村	针阔混交林	林缘、林下	黄壤	966	14.0	30	东南	中坡	10	0.020
YD-6	大塘镇山湾村	常绿落叶阔叶混交林	沟边	黄壤	1 227	13.0	40	北	下坡	7	0.014
YD-7	永乐镇开屯村	针阔混交林	林缘、沟边	黄壤	1 180	14.0	35	西南	中坡	9	0.018
YD-8	平阳乡丹江村	针阔混交林	林缘、沟边	黄壤	774	16.0	25	西北	下坡	8	0.016
YD-9	丹江镇交腊村	针阔混交林	林缘、沟边	黄壤	1 306	12.0	30	东南	下坡	10	0.020

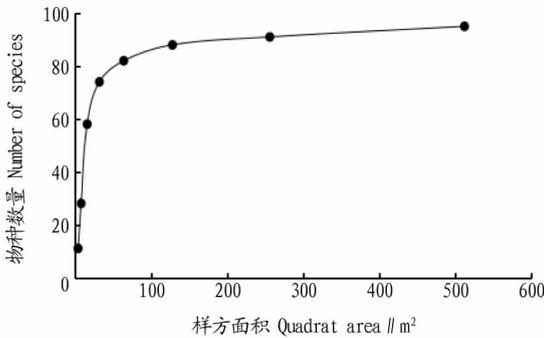


图2 雷公山自然保护区青牛胆样地物种数量和样地面积关系曲线

Fig.2 Relationship curve between species quantity and sample area of *Tinospora sagittata* in Leigongshan Nature Reserve

开始变得平缓,至样方面积为 512 m<sup>2</sup> 时物种数量不再增加或者增加很少。

由表 2 可知,雷公山自然保护区青牛胆群落中物种数为 95 种。经实地调查发现,在青牛胆群落样地中,其上层主要乔木物种种类较少,物种种类多集中在灌木层、草本层,灌木层、草本层物种多样性较乔木层丰富,这是由于青牛胆生长区域多处在沟谷地带的林缘、山坡脚、小溪边,这些地方往往较阴暗潮湿,水、热条件丰富,受人为干扰较少,从而更适宜灌、草层喜阴、喜湿的植被生长,导致其物种丰富度偏高。

**2.4 群落物种组成** 调查结果表明(图 3),在研究区域的样地中,共有维管束植物 59 科 89 属 95 种,其中,蕨类植物 10

**2.2 青牛胆资源现状** 实地调查发现,在雷公山自然保护区内陡寨村、雀鸟村、平祥村、石灰村、乌尧村、开屯村、丹江村等具有代表性的青牛胆分布区域,青牛胆野生资源多呈零星分布,种群密度在 0.014~0.027 株/m<sup>2</sup>。种群密度在居群间差异不大,但是种群密度小,说明在区内青牛胆野生资源很少,面临濒危。

**2.3 生境地群落物种多样性** 由图 2 可知,青牛胆群落物种数量随调查面积的增大而增加,样地面积 100 m<sup>2</sup> 内物种数量显著增加,后随着样方面积的增大,样方内新增物种数量逐渐趋于平缓,这是由于开始样方中出现许多物种,而后随着样方面积的增大,样方中新增的物种数越来越少,曲线

科 13 属 14 种,裸子植物 1 科 1 属 1 种,被子植物 48 科 75 属 80 种(双子叶植物 41 科 64 属 68 种,单子叶植物 7 科 11 属 12 种)。在样地中,四大类群科、属、种的数量总体表现为双子叶植物>蕨类植物>单子叶植物>裸子植物,双子叶植物的物种数量在青牛胆群落中占据绝对优势。

**2.5 优势科属** 在研究区域的样地中,根据调查得出群落样地优势科、属见表 3(取科含 2 种以上列表)。含 2 属 2 种以上的科有菊科(6 属 7 种)、蔷薇科(3 属 5 种)、禾本科(4 属 4 种)、荨麻科(3 属 4 种)、蓼科(3 属 3 种)、伞形科(3 属 3 种),仅含 1 属 1 种的科有 37 科,占总科数的 62.71%。可见,该群落中菊科以 6 属 7 种成为优势科,但在群落中以单属单种占主要优势,最大的科仅有 7 种,且仅有 1 个科,说明群落中物种多样性丰富,群落科属组成复杂,物种主要集中在含 1 种的科与含 1 种的属内。

### 3 结论与讨论

雷公山自然保护区野生青牛胆多分布在沟谷地带的林缘、山坡脚、小溪两边的石缝或阴暗潮湿处,林下和田边也有分布,但数量较少;植被类型多为针阔混交林、常绿落叶阔叶混交林;土壤为黄壤,土壤中砂砾含量较多,海拔在 700~1 400 m,青牛胆种群密度在 0.014~0.027 株/m<sup>2</sup>。该青牛胆群落共有维管束植物 59 科 89 属 95 种,群落优势科属明显,科属组成复杂,物种丰富,物种主要集中在含 1 种的科与含 1 种的属内。物种数随调查样方面积的增大而增加,100 m<sup>2</sup> 样方内物种数量显著增加,而后逐渐趋于平缓,至样方面积为 512 m<sup>2</sup> 时,该群落物种数为 95 种。

表 2 雷公山自然保护区青牛胆群落随着样方面积扩大物种数变化统计

Table 2 Statistics of the changes in the number of species of *Tinospora sagittata* community in the Leigongshan Nature Reserve as the sample area expands

样方号 Sample number	面积 Area//m <sup>2</sup>	新增物种 New species	种数 Number of species
1	4	青牛胆 ( <i>Tinospora sagittata</i> )、粗齿楼梯草 ( <i>Elatostema grandidentatum</i> )、巴郎耳蕨 ( <i>Polystichum balansae</i> )、土茯苓 ( <i>Smilax glabra</i> )、云广粗叶木 ( <i>Lasianthus japonicus</i> subsp. <i>longicaudus</i> )、鸢尾 ( <i>Iris tectorum</i> )、白英 ( <i>Solanum lyratum</i> )、苾麻 ( <i>Boehmeria nivea</i> )、南酸枣 ( <i>Choerospondias axillaris</i> )、西域旌节花 ( <i>Stachyurus himalaicus</i> )、舞花姜 ( <i>Globba racemosa</i> )	11
2	8	长毛红茶 ( <i>Camellia polyodonta</i> )、深绿卷柏 ( <i>Selaginella doederleinii</i> )、镰叶瘤足蕨 ( <i>Plagiogyria adnata</i> )、菝葜 ( <i>Smilax china</i> )、狗脊 ( <i>Woodwardia japonica</i> )、赤车 ( <i>Pellionia radicans</i> )、狭叶珍珠花 ( <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>lanceolata</i> )、假蒟 ( <i>Piper sarmentosum</i> )、紫楠 ( <i>Phoebe sheareri</i> )、艾纳香 ( <i>Blumea balsamifera</i> )、里白 ( <i>Diplazium gracile</i> )、淡竹叶 ( <i>Lophatherum gracile</i> )、溪畔杜鹃 ( <i>Rhododendron thomsonii</i> )、杉木 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )、毛花猕猴桃 ( <i>Actinidia eriantha</i> )、阴地蒿 ( <i>Artemisia sylvatica</i> )、细叶卷柏 ( <i>Selaginella labordei</i> )、白栎 ( <i>Quercus fabri</i> )、地果 ( <i>Ficus tikoua</i> )、穗序鹅掌柴 ( <i>Schefflera delavayi</i> )、南五味子 ( <i>Kadsura longipedunculata</i> )、山姜 ( <i>Alpinia japonica</i> )、芒萁 ( <i>Dicranopteris pedata</i> )	28
3	16	粗叶悬钩子 ( <i>Rubus alceifolius</i> )、鸭儿芹 ( <i>Cryptotaenia japonica</i> )、龙芽草 ( <i>Agrimonia pilosa</i> )、大果山香圆 ( <i>Turpinia pomifera</i> )、苾麻 ( <i>Boehmeria nivea</i> )、细毛碗蕨 ( <i>Dennstaedtia hirsuta</i> )、紫萁 ( <i>Osmunda japonica</i> )、南方荚蒾 ( <i>Viburnum fordiae</i> )、南方菟丝子 ( <i>Cuscuta australis</i> )、火炭母 ( <i>Polygonum chinense</i> )、过路黄 ( <i>Lysimachia christinae</i> )、野荞麦 ( <i>Fagopyrum esculentum</i> )、虎杖 ( <i>Reynoutria japonica</i> )、姬蕨 ( <i>Hypolepis punctata</i> )、耳翼蟹甲草 ( <i>Parasenecium otopteryx</i> )、野苘蒿 ( <i>Crassocephalum crepidioides</i> )、盐肤木 ( <i>Rhus chinensis</i> )、赤楠 ( <i>Syzygium buxifolium</i> )、海金子 ( <i>Pittosporum illicioides</i> )、粉葛 ( <i>Pueraria montana</i> var. <i>thomsonii</i> )、杉木 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )、毛花猕猴桃 ( <i>Actinidia eriantha</i> )、阴地蒿 ( <i>Artemisia sylvatica</i> )、细叶卷柏 ( <i>Selaginella labordei</i> )、白栎 ( <i>Quercus fabri</i> )、地果 ( <i>Ficus tikoua</i> )、穗序鹅掌柴 ( <i>Schefflera delavayi</i> )、南五味子 ( <i>Kadsura longipedunculata</i> )、山姜 ( <i>Alpinia japonica</i> )、芒萁 ( <i>Dicranopteris pedata</i> )	58
4	32	红毛悬钩子 ( <i>Rubus wallichianus</i> )、爵床 ( <i>Justicia procumbens</i> )、川桂 ( <i>Cinnamomum wilsonii</i> )、乌莓莓 ( <i>Cayratia japonica</i> )、网脉酸藤子 ( <i>Embelia rudis</i> )、石韦 ( <i>Pyrrhosia lingua</i> )、藤黄檀 ( <i>Dalbergia hancei</i> )、野蔷薇 ( <i>Rosa multiflora</i> )、石菖蒲 ( <i>Acorus tatarinowii</i> )、马兰 ( <i>Kalimeris indica</i> )、水芹 ( <i>Oenanthe javanica</i> )、鱼眼草 ( <i>Dichrocephala auriculata</i> )、粗壮女贞 ( <i>Ligustrum robustum</i> )、甜楮 ( <i>Castanopsis eyrei</i> )、绢毛山梅花 ( <i>Philadelphus sericanthus</i> )、棕叶狗尾草 ( <i>Setaria palmifolia</i> )	74
5	64	圆锥绣球 ( <i>Hydrangea paniculata</i> )、钩藤 ( <i>Uncaria rhynchophylla</i> )、欧洲凤尾蕨 ( <i>Pteris cretica</i> )、桃叶珊瑚 ( <i>Aucuba chinensis</i> )、常山 ( <i>Dichroa febrifuga</i> )、山矾 ( <i>Symplocos sumuntia</i> )、常春藤 ( <i>Hedera sinensis</i> )、酢浆草 ( <i>Oxalis corniculata</i> )	82
6	128	木莓 ( <i>Rubus swinhoei</i> )、红马蹄草 ( <i>Hydrocotyle nepalensis</i> )、黑鳞珍珠茅 ( <i>Scleria hookeriana</i> )、书带蕨 ( <i>Vittaria flexuosa</i> )、铁线蕨 ( <i>Adiantum capillus-veneris</i> )、牡蒿 ( <i>Artemisia japonica</i> )	88
7	256	山槐 ( <i>Albizia kalkora</i> )、毛桐 ( <i>Mallotus barbatus</i> )、如意草 ( <i>Viola arcuata</i> )	91
8	512	雷公山槭 ( <i>Acer leigongsanicum</i> )、紫金牛 ( <i>Ardisia japonica</i> )、凹叶景天 ( <i>Sedum emarginatum</i> )、萹草 ( <i>Arthraxon hispidus</i> )	95

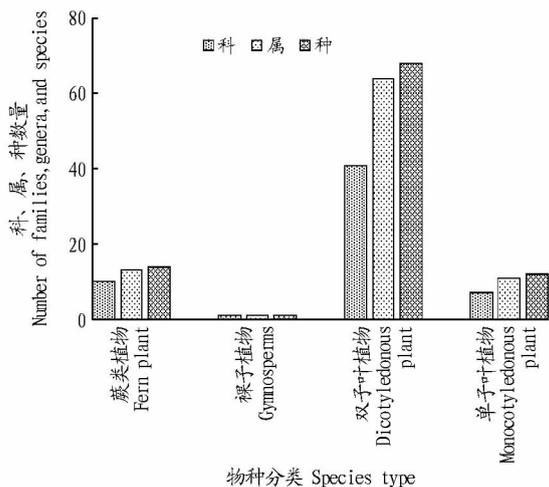


图 3 雷公山自然保护区青牛胆群落物种分类  
Fig.3 Classification of species in the *Tinospora sagittata* community of Leigongshan Nature Reserve

在实地调查中发现,近年来市场对青牛胆的需求量急剧增加,雷公山自然保护区内在严格的保护下,资源量基本上未受到破坏,雷公山自然保护区外青牛胆分布面积比区内更大,但出现区外野生青牛胆资源的过度采挖,导致其野生资源面临濒危。因此,建议加强对区内外野生青牛胆种群原生境条件的同等保护,尤其是对青牛胆群落分布区域生境地的

表 3 雷公山自然保护区青牛胆群落科、属、种数量关系

Table 3 Quantitative relationships among families, genera, and species of *Tinospora sagittata* community in the Leigongshan Nature Reserve

科名 Family name	属数 Genus number	种数 Species number	属占比 Genus proportion//%	种占比 Proportion of species//%
菊科 Asteraceae	6	7	6.74	7.37
蔷薇科 Rosaceae	3	5	3.37	5.26
禾本科 Poaceae	4	4	4.49	4.21
荨麻科 Urticaceae	3	4	3.37	4.21
蓼科 Polygonaceae	3	3	3.37	3.16
伞形科 Apiaceae	3	3	3.37	3.16
蝶形花科 Papilionaceae	2	2	2.25	2.11
杜鹃花科 Ericaceae	2	2	2.25	2.11
凤尾蕨科 Pteridaceae	2	2	2.25	2.11
姬蕨科 Hypolepidaceae	2	2	2.25	2.11
姜科 Zingiberaceae	2	2	2.25	2.11
壳斗科 Fagaceae	2	2	2.25	2.11
里白科 Gleicheniaceae	2	2	2.25	2.11
漆树科 Anacardiaceae	2	2	2.25	2.11
茜草科 Rubiaceae	2	2	2.25	2.11
山茶科 Theaceae	2	2	2.25	2.11
五加科 Araliaceae	2	2	2.25	2.11
绣球科 Hydrangeaceae	2	2	2.25	2.11
樟科 Lauraceae	2	2	2.25	2.11
紫金牛科 Myrsinaceae	2	2	2.25	2.11
菝葜科 Smilacaceae	1	2	1.12	2.11
卷柏科 Selaginellaceae	1	2	1.12	2.11
总计 Total	52	58	58.45	61.13

- (2):115-131.
- [17] ZHU Z K, GE T D, LUO Y, et al. Microbial stoichiometric flexibility regulates rice straw mineralization and its priming effect in paddy soil[J]. Soil biology and biochemistry, 2018, 121: 67-76.
- [18] HUANG Z Q, WAN X H, HE Z M, et al. Soil microbial biomass, community composition and soil nitrogen cycling in relation to tree species in subtropical China[J]. Soil biology and biochemistry, 2013, 62: 68-75.
- [19] GUO M X. Soil sampling and methods of analysis[J]. Journal of environmental quality, 2009, 38(1): 375.
- [20] OLSEN S R, SOMMERS L E. Phosphorus[M] // PAGE A L. Methods of soil analysis, part 2. 2nd Edition. Madison, WI: American Society of Agronomy, Inc., 1982: 403-431.
- [21] LI Y Q, QING Y X, LYU M K, et al. Effects of artificial warming on different soil organic carbon and nitrogen pools in a subtropical plantation[J]. Soil biology and biochemistry, 2018, 124: 161-167.
- [22] OADES J M, KIRKMAN M A, WAGNER G H. The use of gas-liquid chromatography for the determination of sugars extracted from soils by sulfuric acid[J]. Soil science society of America proceedings, 1970, 34(2): 230-235.
- [23] ROVIRA P, VALLEJO V R. Labile, recalcitrant, and inert organic matter in Mediterranean forest soils[J]. Soil biology and biochemistry, 2007, 39(1): 202-215.
- [24] VANCE E D, BROOKES P C, JENKINSON D S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C[J]. Soil biology and biochemistry, 1987, 19(6): 703-707.
- [25] BROOKES P C, POWLSON D S, JENKINSON D S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil[J]. Soil biology and biochemistry, 1982, 14(4): 319-329.
- [26] SAIYA-CORK K R, SINSABAUGH R L, ZAK D R. The effects of long term nitrogen deposition on extracellular enzyme activity in an *Acer saccharum* forest soil[J]. Soil biology and biochemistry, 2002, 34(9): 1309-1315.
- [27] SINSABAUGH R L, TURNER B L, TALBOT J M, et al. Stoichiometry of microbial carbon use efficiency in soils[J]. Ecological monographs, 2016, 86(2): 172-189.
- [28] CHEN L Y, LIU L, QIN S Q, et al. Regulation of priming effect by soil organic matter stability over a broad geographic scale[J]. Nature commun-
- cations, 2019, 10(1): 1-10.
- [29] 陈子豪, 焦泽彬, 刘瑶, 等. 凋落物季节性输入对川西亚高山森林土壤活性有机碳的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27(3): 594-600.
- [30] LIU L, GUNDERSEN P, ZHANG T, et al. Effects of phosphorus addition on soil microbial biomass and community composition in three forest types in tropical China[J]. Soil biology and biochemistry, 2012, 44(1): 31-38.
- [31] CHEN Y, LIN H, SHEN N, et al. Phosphorus release and recovery from Fe-enhanced primary sedimentation sludge via alkaline fermentation[J]. Bioresource technology, 2019, 278: 266-271.
- [32] HARTMAN W H, RICHARDSON C J. Differential nutrient limitation of soil microbial Biomass and metabolic quotients ( $qCO_2$ ): Is there a biological stoichiometry of soil microbes? [J]. PLoS One, 2013, 8(3): 1-14.
- [33] MOOSHAMMER M, WANEK W, SCHNECKER J, et al. Stoichiometric controls of nitrogen and phosphorus cycling in decomposing beech leaf litter[J]. Ecology, 2012, 93(4): 770-782.
- [34] FENG J G, ZHU B. Global patterns and associated drivers of priming effect in response to nutrient addition[J]. Soil biology and biochemistry, 2021, 153: 1-11.
- [35] 董冬玉, 王丹婷, 马红亮, 等. 添加葡萄糖对中亚热带阔叶林土壤氮转化的影响[J]. 土壤, 2019, 51(1): 19-24.
- [36] CLEVELAND C T, TOWNSEND A R, SCHMIDT S K. Phosphorus limitation of microbial processes in moist tropical forests: Evidence from short-term laboratory incubations and field studies[J]. Ecosystems, 2002, 5(7): 680-691.
- [37] 吴玥, 赵盼盼, 林开森, 等. 戴云山黄山松林土壤碳组分的海拔变化特征及影响因素[J]. 生态学报, 2020, 40(16): 5761-5770.
- [38] 向慧敏, 温达志, 张玲玲, 等. 鼎湖山森林土壤活性碳及惰性碳沿海拔梯度的变化[J]. 生态学报, 2015, 35(18): 6089-6099.
- [39] 梅孔灿. 凋落叶和磷添加对马尾松林土壤激发效应的影响及机制[D]. 福州: 福建师范大学, 2021.
- [40] 廖丹, 于东升, 赵永存, 等. 成都典型区水稻土有机碳组分构成及其影响因素研究[J]. 土壤学报, 2015, 52(3): 517-527.
- [41] SINSABAUGH R L. Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil[J]. Soil biology and biochemistry, 2010, 42(3): 391-404.
- [42] MEYER N, WELP G, RODIONOV A, et al. Nitrogen and phosphorus supply controls soil organic carbon mineralization in tropical topsoil and subsoil[J]. Soil biology and biochemistry, 2018, 119: 152-161.

(上接第 103 页)

保护,进一步减少对野生青牛胆资源的过度采挖与人为活动的干扰。同时,加强对青牛胆生物学特性和繁殖技术研究,利用组织培养育苗、扦插育苗、种子育苗等人工培育繁殖技术,扩大青牛胆人工繁育苗的生产,并对繁殖的青牛胆野外回归,从而扩大青牛胆种群,保护青牛胆野生资源,以达到有效保护资源与可持续利用的目的。

#### 参考文献

- [1] 刘玉壶. 中国植物志:第 30 卷第 1 分册 防己科 木兰科[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 24.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 217.
- [3] 王天志, 杜蕾蕾. 柏川金果榄研究进展[J]. 中药材, 2002, 25(4): 292-294.
- [4] 周霞, 林娟, 陈铁柱, 等. 青牛胆的产地生态适宜性分析[J]. 华西药学杂志, 2021, 36(6): 709-713.
- [5] 杨秀全, 吴元华, 杨露, 等. 贵州药用植物金果榄野生资源调查[J]. 贵州农业科学, 2021, 49(5): 104-109.
- [6] 史琪荣, 谭策铭, 周元川, 等. 中药金果榄资源与生态研究初报[J]. 中药材, 2006, 29(2): 108-109.
- [7] 王芳, 吴昌勇, 杨秀全, 等. 贵州黎平县金果榄种质资源调查[J]. 耕作与栽培, 2019(2): 55-56.
- [8] 张潇月, 温朝平, 周宇, 等. 青牛胆茎节组织培养关键技术研究[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(15): 144-147.
- [9] 殷崎, 宋勤, 杨永东. 民族药地苦胆胶囊的药理学研究[J]. 中国民族民间医药杂志, 1998, 7(4): 30-34, 46.
- [10] 王刚, 徐自良, 陈黎, 等. 金果榄抗炎作用的实验研究[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(5): 1232-1233.
- [11] 谢宝忠, 孙学惠, 张洪礼, 等. 地苦胆的药理研究(二)[J]. 贵阳中医学院学报, 1980, 2(3): 42-48.
- [12] 王世平, 吴艳俊, 李玲, 等. 青牛胆化学成分的研究[J]. 贵阳医学院学报, 2011, 36(1): 9-10, 14.
- [13] 向缙, 王洪苏, 周先建, 等. 金果榄色泽与化学成分含量的相关性研究[J]. 中药材, 2022, 45(11): 2680-2685.
- [14] 宋纯清, 徐任生, 徐亚明. 金果榄化学成分的研究: I. 新呋喃三萜苷——金果榄苷的结构[J]. 化学学报, 1988, 46(10): 1049-1052.
- [15] 孙雅婷, 王傲莉, 李达娟, 等. 青牛胆含氮类成分研究[J]. 中草药, 2015, 46(9): 1287-1291.
- [16] 张青云. 金果榄酒湿敷治疗输液后静脉炎[J]. 河南中医, 2001, 21(4): 13.
- [17] 刘光正. 复方金果榄溶液喷雾治疗慢性咽炎[J]. 黑龙江医药, 1982, 6(11): 32-33.
- [18] 朱富勇, 杨秀岭, 胡丹, 等. 青牛胆种子及扦插繁殖技术研究[J]. 中药材, 2020, 43(7): 1563-1565.
- [19] 刘艳, 刘春雷, 章文伟, 等. 药用植物青牛胆组培快繁研究[J]. 农村经济与科技, 2019, 30(11): 49-51.
- [20] 李小泉, 薛艳霞, 韦绍龙. 金果榄组织培养与快速繁殖技术研究[J]. 种子, 2016, 35(3): 122-125.
- [21] 薛建辉. 森林生态学[M]. 修订版. 北京: 中国林业出版社, 2009: 125-151.
- [22] 周政贤, 姚茂森. 雷公山自然保护区科学考察集[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989.