

鸡血藤药用价值及林下栽植应用研究进展

刘晓颖 (广东省梅州建鑫森之林投资发展有限公司, 广东梅州 514000)

摘要 鸡血藤是我国传统的中药药材, 具有极高的药用价值, 是多种中药的原材料, 近年来, 由于鸡血藤野生资源稀少, 导致市场供不应求。因此, 加强对现有鸡血藤野生种质资源的保护和高效栽培成为新的发展趋势。从鸡血藤(*Spatholobus suberectus* Dunn)的形态特征、化学成分、药用价值、造林技术4个方面综述了前人的研究进展, 并针对目前现状从鸡血藤生长的环境因子、育苗、扦插、养护管理、采收加工等方面阐述鸡血藤林下种植技术关键点, 为鸡血藤林下栽培提出了建议和对策。

关键词 鸡血藤; 药用价值; 林下栽培

中图分类号 S567 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)20-0028-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.20.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research Progress on Medicinal Value of *Spatholobus suberectus* Dunn and Its Application under Forest

LIU Xiao-ying (Guangdong Meizhou Jianxinsen Forest Investment Development Co., Ltd., Meizhou, Guangdong 514000)

Abstract *Spatholobus suberectus* is a traditional Chinese medicine in China, which has high medicinal value. It is the raw material of many kinds of traditional Chinese medicine. In recent years, due to the scarcity of wild resources of *Spatholobus suberectus*, the market supply is in short supply. Therefore, it is a new development trend to strengthen the protection and efficient cultivation of the wild germplasm resources of *Spatholobus suberectus*. The research progress was reviewed from four aspects including morphological characteristics, chemical components, medicinal value, afforestation technology. Based on the current situation, key cultivation techniques were elaborated from aspects of *Spatholobus suberectus* growth environment factor, seedlings, cutting, maintenance management, collecting and processing, suggestions and countermeasures were put forward.

Key words *Spatholobus suberectus*; Medicinal value; Cultivation under forest

鸡血藤是豆科(Leguminosae)、五味子科(Schisandraceae)、木通科(Lardizabalaceae)等多种植物干燥藤茎的别称^[1], 呈扁圆柱状, 表面灰棕色, 是我国传统的中药药材, 《中华人民共和国药典》将鸡血藤收录为豆科密花豆属(*Spatholobus*)植物密花豆(*Spatholobus suberectus* Dunn)的干燥藤茎^[2], 因此通常所称的鸡血藤是指密花豆的干燥藤, 广泛分布于我国广西、广东、云南以及福建等地。鸡血藤的药用价值高, 尤其是对补血活血以及舒筋活络方面有重要的促进作用, 其药性温和, 有治疗肝脏、肾的病症的功效。

野生鸡血藤被大量砍伐导致资源稀少, 市场供不应求, 目前鸡血藤的研究主要集中在其药理方面, 而对其栽培养护方面的研究则鲜见报道, 因此鸡血藤的栽培研究以及技术推广显得尤为重要, 笔者综合前人研究, 对鸡血藤的化学成分、药理作用以及栽培管理几方面进行详细阐述, 并对鸡血藤林下栽植提出栽培建议, 旨在为鸡血藤的可持续利用研究奠定理论基础。

1 鸡血藤主要化学成分

鸡血藤主要化学成分为黄酮类、萜类、甾醇类、恩醌类、酚酸类等化学物质^[3-6], 其中以黄酮类物质为主, 包括儿茶素^[7-8]、表儿茶素^[9]、原儿茶酸^[10-12]、染料木素^[13]、芒柄花素^[14]、芒柄花苷、大豆苷、紫藤苷、 β -谷甾醇等化学成分^[15-18], 研究表明, 黄酮类物质具有显著的药理活性^[19], 此类研究为鸡血藤的药理作用提供理论基础。

2 鸡血藤药理作用

鸡血藤常见于传统药方中, 其药用价值高, 具有补血活

络、调经止痛、风湿镇痛等功效。随着研究技术的不断成熟与完善, 鸡血藤的药理作用得到进一步的证实。

2.1 对神经系统的作用 柯于麟等^[20]研究发现, 鸡血藤能有效地治疗臀上皮神经损伤。邓博等^[21]研究发现鸡血藤对奥沙利铂周围神经毒素均有一定的防治作用, 能加快神经传导速度。许蓬娟等^[22]以小鼠为研究对象, 观察不同浓度鸡血藤水煎液体的镇痛作用, 发现不同浓度的鸡血藤水煎液体内均表现出显著的镇痛作用; 刘仰斌等^[23]研究证实鸡血藤中的总黄酮对坐骨神经损伤和神经性病症的机械痛敏有显著的缓解作用。

2.2 抗癌作用 鸡血藤作为传统药方, 对肿瘤有较明显的抑制作用, 还能防止其转移。鸡血藤提取物对人原髓细胞白血病细胞 HL60、人慢性髓原白血病细胞 K562、人口腔表皮样癌细胞 KB 均有抑制作用, 抗肿瘤作用显著^[24]。唐勇等^[25]研究表明鸡血藤提取物 SSCE 对人体肺腺癌 A549 具有明显的抑制作用, 且药效迅速, 24 h 药效最强, 最佳 IC₅₀ 为 25.54 mg/L, 同时鸡血藤水提物对 PG、PANG-1、SMMC-7721、IEC-6 这 4 种肿瘤细胞系有显著的抑制作用, 且浓度越高抑制作用越强。富琦等^[26]通过体内试验研究鸡血藤 SSCE 对肺癌细胞的抑制作用, 结果发现其抑制率达 30.65% 且不影响正常细胞的生长, 同时 SSCE 还能增强骨髓造血功能, 可有效减弱化疗药物的抑制作用。鸡血藤提取物对结肠癌 HT-29 细胞增殖有抑制作用, 且在 60% 乙醇回流 60 min 时抑制效果最佳。高剂量鸡血藤对 B16-BL6 小鼠黑色瘤的抑制率达 36.3%, 肺转移抑制率为 70%^[27]。鸡血藤提取物对人宫颈癌细胞 HeLa、人乳腺癌肿瘤细胞 MCF-7、人胃癌细胞 SGC79901 均有抑制作用^[28-31]。

2.3 对血液系统作用 中医古籍上记载鸡血藤为“祛瘀活血”, 作为传统药材鸡血藤被熟知的作用是养血活血。陈东

作者简介 刘晓颖(1995—), 女, 福建宁德人, 硕士研究生, 研究方向: 森林培育。

收稿日期 2021-02-26

辉等^[32]针对鸡血藤补血活血这一功用进行深入研究其生物学机理,发现不论是正常或贫血小鼠,鸡血藤对其骨髓细胞、脾细胞、肺和骨骼肌、巨噬细胞的增殖能力均有较强的促进作用。罗霞等^[33]研究发现鸡血藤煎剂对溶血性贫血小鼠以及失血性贫血小鼠的血红蛋白数、红细胞数均有显著的提升作用且在 40 mg/kg 时提升效果最佳。鸡血藤具有抗血小板凝聚、抗氧化的功能,可以防止肿瘤的转移^[34-36]。目前鸡血藤已经广泛应用于临床动脉硬化性疾病治疗中,效果显著^[37],具有良好的医用价值和开发前景。

2.4 抗抑郁作用 抑郁症是一种情感精神障碍类的疾病,主要表现为长时间的情绪消沉、自卑抑郁、悲观厌世,有自残或自杀的倾向,且具有发病率高、自残率高且反复发作等特点,严重危害患者以及他人的健康。近年来,抑郁症发病率逐年上升,世界卫生组织统计发现约 1/5 的人有不同程度的抑郁症状,其中 1/3 的患者表现出重度抑郁^[38-39],目前药物治疗仍是治疗抑郁症的主要措施之一,安全有效的药物治疗已成为当下研究的热点。

强迫游泳试验(forced swim test, FST)以及悬尾试验(tail suspension test, TST)是研究抗抑郁典型试验,曹斌等^[40]以小鼠为研究对象,通过小鼠悬尾以及小鼠强迫游泳试验,探究鸡血藤水提物的抗抑郁作用,发现鸡血藤水提物能显著缩短小鼠悬尾不动和游泳不动的时间,表明鸡血藤水提物具有抗抑郁性,在受到刺激后,小鼠海马组织中 IL-1 β 和 TNF- α 水平均显著升高,鸡血藤水提物能有效地降低 IL-1 β 和 TNF- α 水平;皮层和海马组织中的 NF- κ Bp65 在加入鸡血藤水提物后呈降低趋势,均进一步证实了鸡血藤水提物的抗抑郁性。

2.5 其他作用 鸡血藤还具有抗病毒^[41]、抗炎^[42]、抗关节炎^[43]、抗菌^[44]、减少黑色素沉淀^[27]、保护肝脏等作用。陈从显等^[45]研究发现鸡血藤总黄酮能改善肝组织的病理情况,对肝的急性损伤有保护作用,亢泽春等^[46]研究表明鸡血藤总黄酮能减弱乙醇对肝造成的损伤。

3 鸡血藤生长因子

鸡血藤为攀缘乔木,植物性属阳,稍耐阴,喜湿润、肥沃、排水良好的土壤,喜温暖湿润气候,不耐寒,生于海拔 800~1 700 m 的山地疏林、密林中、山坡向阳处等。鸡血藤基部较粗,入药质量好,价值高,因此在砍伐时,人们都是从基部直接砍下,导致其无法自然生长,野生资源急剧减少^[47]。鸡血藤幼苗生长缓慢,通常 3~4 年后生长迅速。

3.1 温度因子 鸡血藤生长最适温度为 20~28 $^{\circ}$ C,此温度下的鸡血藤生长速度最快^[48]。季节轮转鸡血藤的生长速度亦随之起伏,低于最适温度时,鸡血藤细胞膜结构改变,由液晶相转变为凝胶相影响细胞原生质的流动性,细胞膜透性增加,增强植物抗寒能力,以此维持鸡血藤的正常稳定生长。研究表明低温时,鸡血藤光合作用和呼吸作用会减弱^[49],原因是低温导致叶绿体和线粒体结构的改变。

3.2 土壤因子 土壤因子对植物生长起着至关重要的作用,鸡血藤生长土壤以红壤、黄壤等脱硅富铝化为宜,土壤疏松

多孔空隙大,透气性较好,研究表明土壤黏度过大、空隙较小时鸡血藤生长受到严重抑制,会表现出叶片转黄、植株较小等症状^[50];颗粒状土壤透气性好,根系发达,有利于鸡血藤的生长^[51]。无机盐物质的增加会影响鸡血藤根部水分运输,不能正常吸收水分和营养物质,进而抑制鸡血藤的生长。

3.3 水分因子 鸡血藤喜湿润不耐旱,多生长在雨水丰沛地区,年均降水量 1 000~2 000 mm。鸡血藤的生长规律随着季节变化而变化,在此过程中,所需水分也在发生变化。春季萌芽期对水分需求较大,主要体现在植物生长速度加快,根系生长较快,植株能迅速生长;夏季雨量充沛,鸡血藤光合作用与呼吸作用加强,根系发达,叶片生长量加快,枝条嫩绿;秋冬季节,植物生长速度减缓,叶片颜色加深,光合作用减弱,水分需求量较小。当鸡血藤水分不足时主要表现为叶片较大,叶脉少,叶片气孔较少,为减弱呼吸作用的消耗,叶片气孔逐渐关闭,叶片会卷曲直至枯萎^[52];水分过多时,根系细胞水渗透压降低,水分吸收能力减弱,也会导致叶片出现萎蔫现象^[53]。

3.4 光照因子 野生鸡血藤苗期多生长于杂草丛中,光照条件有限,因此可以推测鸡血藤幼苗时期不需要太多的光照,在此时期叶片颜色较浅,根系不发达。随着鸡血藤苗不断长大,光照条件得到改善,光照不断增强,叶片颜色逐渐加深,根系发达,植物生长速度加快,随着鸡血藤生长 3~4 年后鸡血藤依附于高大乔木或灌木,光照条件有限,此时其叶片较厚且颜色更深。

4 造林

4.1 鸡血藤林下栽培技术 鸡血藤野生资源由于人为肆意砍伐,导致资源稀少,需求随着经济的发展和人民生活品质的提升不断上升,因此人工繁育和栽培成为必然趋势。

林下种植的优势:①林下种植可以充分盘活土地资源,充分利用林地资源,能提高对土地的利用率,保护森林资源;②林木生长通常是一个漫长的过程,产生经济效益周期长,林下栽植可以短养长;③林下栽植符合树木生长规律,有利于林木的生长,能保证其生长环境的舒适度,能及时清理杂草;④投资少、收益高且多年有收益、方法简单。

鸡血藤林下栽培是将鸡血藤栽植在自然生长的林木下,模仿鸡血藤的自然生长环境,科学合理的林下栽植鸡血藤将会获得巨大的经济效益、生态效益,为鸡血藤的可持续利用提供了新的发展思路和新的方向。

4.2 种植前准备 大面积栽植鸡血藤,生态稳定性较低,易受病虫害影响,不可控性较高;林下栽植中草药,能充分调动资源利用率,“以短养长”是一种值得推广的新型种植模式。鸡血藤林下栽植能充分发挥其遮阴与攀缘特性,有助于鸡血藤的生长。鸡血藤林下栽植土壤选择应选择湿润肥沃、排水良好、土层深厚,砂质土壤最佳。选择合适的林木对鸡血藤林下栽植尤其重要,避免套种在生长能力较弱的林木下,同时也要避免“抢水抢肥”能力较强的林木。林分透光率是关键因子,席飞等^[54]在火龙果(*Hylocereus undatus*)与荔枝(*Litchi chinensis*)林下套种鸡血藤发现,火龙果林下套种鸡血

藤生长发育情况较好,成活率高达95%以上,而荔枝林下栽植成活率仅有30%,说明林木透光率对其栽植成活率及生长有重要影响。

确定栽植区域后要进行物理除草,不采用化学除草,化学除草容易对林木生长产生影响,整地需人工,避免伤及林木根系,整地宽度以种植要求为主,秋季翻耕最佳,冬季气温低可将土壤中的害虫、虫卵等冻死,同时施加一些无机肥有助于鸡血藤的苗期生长。

4.3 育苗技术 鸡血藤育苗通常以2—5月为宜,3月最佳,主要有种子育苗和扦插育苗2种方式,其中以扦插育苗为主。扦插育苗较实生育苗植株成活率高,根系不容易损伤,亦能减少人工成本。

4.3.1 种子育苗 种子播种应在2—4月播种为宜,3月最佳,春季雨期温暖湿润,选择疏松肥沃排水良好的土壤。将选好的种子用45℃温水浸泡8h,每天用清水冲洗2~3次,温度在25℃左右,7d即开始发芽,发芽10%时即可播种。鸡血藤种子育苗主要有3种方式:畦育苗、袋装育苗和大田直接播种。

畦育苗:选择合适的土壤环境,于秋冬进行深耕翻地,将地块整成高25cm、宽约1m的畦面,种子均匀播种于畦面,面上覆盖2cm左右细土即可。

袋装育苗:将疏松肥沃的土壤装入宽10~15cm、高15~20cm的袋中,挖取2cm深的小穴将2~3粒种子放入袋中覆土。

大田直接播种:将种子直接种在备耕好的大田穴中,在大穴中挖2cm深小穴,放入2~3粒种子覆土即可。

4.3.2 扦插育苗 (1)苗床育苗。苗床准备工作应在开春时节完成,将刨后的地整平,深翻,使其宽度1.0~1.5m、高度25cm,并在四周挖好排水口,要求排水良好,不积水,土地整平后使用0.5%高锰酸钾溶液浇透进行消毒,而后在土壤面层铺上2~4cm黄细土,并设置遮阴网。苗床在扦插前1d再次使用0.5%高锰酸钾溶液浇透进行消毒。

(2)育苗袋育苗。扦插前装满黄土,以宽10~15cm、高15~20cm育苗袋为宜,每袋扦插1枝。全年都可进行扦插,但以2—3月为最佳,2—3月气温稳定,雨水充沛。选择健壮无病虫害的枝条且必须为多年生,直径1~3cm木质化程度较高的枝条,扦插前确保枝条湿润,采集后立即扦插,如需放置要定时浇水,且放置时间不宜超过3d。扦插的枝条至少应保留2~3枚腋芽,去除多余的叶片,长度控制在15~20cm,基部斜剪成45°,顶部剪平,剪口距腋芽1cm。枝条修剪后放入50%多菌灵可湿性粉剂消毒液中浸泡消毒10s后。下端4~5cm浸入150mg/L的ABT1号生根粉溶液中,浸泡30min后,取出洗净。扦插时将苗床或育苗袋浇透水,苗床扦插通常先用小木条间隔10~15cm打孔,后将穗条插入与地面呈60°夹角,扦插深度为穗条长度的2/3,且露出地面部分必须至少含有一个腋芽,扦插完毕后覆土并浇水。插条生长21d后可使用适量的杀虫剂和除草剂进行杀虫和除草。

4.4 扦插苗管理

4.4.1 水肥管理。扦插后应将苗床土壤湿度控制在60%;空

气湿度控制在70%~80%;温度宜控制在20~30℃。晴天白天每4h浇一次水,保持苗床与插条处于湿润状态,以表层细土不发白为宜,每天浇水3~4次,根据天气情况适当调整浇水次数,尽量做到随干随浇。雨天要注意及时排水,避免积水烂根。扦插苗在雨季容易发生根腐病,50%多菌灵可湿粉剂800倍液喷淋,能有效预防根腐病,使用频率为10d一次。扦插50d后,用500mg/L的丰业宝间隔15d喷施1次,促进扦插苗的生长和根部发育。待60d后扦插苗生根、抽芽后,浇水量以及浇水次数可逐渐减少至每天1~2次。60d可适当地淋施0.1%~0.3%的氮肥或者复合肥,促进枝条抽梢和根系壮大,施肥后以清水淋苗,防止幼苗出现烧苗现象,施肥次数根据幼苗生长速度而定,通常每30d施一次。在幼苗出圃前30d减少施肥量或不施肥,减少浇水,防止幼苗疯长,不利于幼苗健壮生长。

4.4.2 遮阴。鸡血藤幼苗的生长需要遮阴,防止其受日光灼烧而失水。前期遮阴强度控制在80%;苗高长到10cm时,控制遮阴强度为50%;待苗高20cm时撤去遮阴网。

4.4.3 移植。扦插苗在生长180d后可以出圃,苗高要求40cm以上,此时根系较为发达,可以出圃;若苗高超过50cm,则适当剪短后出圃。幼苗出圃时将根部用黏稠黄泥浆包裹保证其湿润并剪除根部以上2/3的叶片,有利于提高栽植成活率。出圃时间最好选择秋季或来年春季,雨季出圃可保证其根部湿润,能提高移植成活率。

鸡血藤移植时间以春季3—5月和秋季9—10月为宜,按株距1.5~2.0m、行距2.5~3.0m挖40cm×40cm×40cm穴,每穴栽植1株,确保根部能自然舒展,每穴施用农家肥或有机肥5kg,覆土回穴时与肥料混匀施入,踩实并浇透水,再覆盖上一层细土与栽植地相平,栽植后3~5d浇水1次,有助于提高鸡血藤存活率。栽植15d时检测幼苗生长状况,发现死亡植株及时补种。每年除草4次以上,一般在春季和冬季除草,要经常除草与松土,防止杂草争夺养分,保证林分透光率。要及时修剪树木,保持鸡血藤在林下的正常生长,注意避免阳光直射。移植1~2年需深翻土壤和施肥2~3次。幼苗施肥要遵循基肥少量深施,追肥适当的原则,适时、适量、高效施肥。成林后施肥可用撒施,阴雨天效果最佳。成龄后每株可保留2~3条主藤茎。

4.4.4 病虫害防治。鸡血藤病虫害主要以防治为主,常见的病虫害有根腐病、地老虎、红蜘蛛、金龟子、焦枯病、黄化病等,黄化病最为常见,主要是由于氮素或铁、磷、钾等元素的缺乏所引起,其中以缺铁导致的黄化病最为常见。为防止害虫对鸡血藤叶片和根部造成伤害,可施用30.0~37.5kg/hm²的50%辛硫磷颗粒剂,或50%的马拉松乳油1000~1500倍液喷雾,亦可进行人工捕杀。

4.5 采收加工 药材的采收时间对药材有效含量、质量和产量有显著影响,研究表明广东省平远县鸡血藤在1—6月采收时儿茶素和表儿茶素含量最高,1月表儿茶素含量最高0.8866mg/g;3月儿茶素含量最高2.0932mg/g,总儿茶素含量在1—2月较高,因此广东省平远县最佳采收时间为冬

季^[55]。鸡血藤种植5年后,可于秋冬季晴天间伐,选择健硕枝条,采大留小。采收后洗净晾干水分,手工或机械切成3~8 mm薄片,晒干,不定期翻动,晒至发脆时测定水分,低于13%即可包装入库。

5 小结与展望

综上所述,目前对鸡血藤的生物学特性、化学成分、营养价值、药用价值、开发利用均有较为深入的研究,且都有较为突出的成果,为鸡血藤的大力推广应用提供了理论基础,与此同时也还存在不足,如鸡血藤良种选育等方面研究还鲜见报道,同时还应加强对鸡血藤野生种质资源的调查、收集、引种、繁育方面的研究。

鸡血藤具有极高的药用价值,是多种中药的原材料,如鸡血藤片、金鸡胶囊、妇科千金片、妇血康等,由于野生鸡血藤较长的生长周期以及过度的滥伐导致现存野生资源稀少。我国鸡血藤每年需求量在1万t以上,而收购量仅达100t左右,市场价格较高达7.5元/kg,因此,鸡血藤具有很好的发展前景。

通过林下载植鸡血藤能充分利用现有的土地、空间资源,鸡血藤与林木的生长空间和生长规律的不同能实现高低互补,以短养长,协同共生,丰富物种多样性,增强生态系统的抗逆性和稳定性,同时还能起到减少地表水土流失的作用。近年来鸡血藤林下载植也有相关文献报道,但针对不同套种模式下鸡血藤的药品质量、产量等研究较少,因此,加大对鸡血藤不同林下载植模式管理技术的研究已成为目前林下载植技术的核心,只有找到合适的林木、林下载植模式和栽培管理措施才能增加鸡血藤的产量,提升鸡血藤药材质量,从而有力地推进林下经济的发展,为科学的可持续发展经济提供理论基础。

参考文献

- [1] 席飞飞,何钢,刘贤桂,等.不同栽培模式对五年生鸡血藤生理生化指标的影响[J].北方园艺,2017(15):124-128.
- [2] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2015年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:194.
- [3] 翟明,赵莹,林大都,等.鸡血藤化学成分研究[J].嘉应学院学报,2015,33(5):51-53.
- [4] PENG F, MENG C W, ZHOU Q M, et al. Cytotoxic evaluation against breast cancer cells of isoliquiritigenin analogues from *Spatholobus suberectus* and their synthetic derivatives[J]. Journal of natural products, 2016, 79(1): 248-251.
- [5] CHENG X L, WAN J Y, LI P, et al. Ultrasonic/microwave assisted extraction and diagnostic ion filtering strategy by liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for rapid characterization of flavonoids in *Spatholobus suberectus* [J]. Journal of chromatography A, 2011, 1218(34): 5774-5786.
- [6] LEE M H, LIN Y P, HSU F L, et al. Bioactive constituents of *Spatholobus suberectus* in regulating tyrosinase-related proteins and mRNA in HEMn cells [J]. Phytochemistry, 2006, 67(12): 1262-1270.
- [7] 安冉,刘军民.不同肥料对鸡血藤药材质量的影响[J].中药材,2014,37(11):1932-1935.
- [8] 杜憬生,吴立群,马鸿雁.一测多评法测定鸡血藤中4种黄酮成分含量[J].中药材,2017,40(4):881-883.
- [9] 张敏,刘翠婷,严萍,等.快速液相法同时测定鸡血藤原儿茶酸、儿茶素和表儿茶素的含量[J].广州中医药大学学报,2014,31(3):439-442,447.
- [10] 林惠贞,刘浩文,韦玮,等.鸡血藤药材中原儿茶酸的含量测定[J].中山大学学报(自然科学版),2014,53(1):89-92.
- [11] 张火旺.HPLC测定鸡血藤片中原儿茶酸的含量[J].中国药师,2012,15(2):273-275.
- [12] 翟明,刘军民,安冉,等.HPLC法测定鸡血藤类药材中原儿茶酸的含

- 量[J].中药新药与临床药理,2009,20(5):462-465.
- [13] 舒顺利,应军,刘军民,等.鸡血藤化学成分研究[J].中药新药与临床药理,2012,23(2):184-186.
- [14] 陈红英,严萍,张敏,等.不同产地鸡血藤药材高效液相指纹图谱及芒柄花素含量分析[J].广州中医药大学学报,2015,32(5):923-928,936.
- [15] 刘晓艳,徐崑,杨秀伟,等.鸡血藤黄酮类化学成分的分离与鉴定[J].中国中药杂志,2020,45(6):1384-1392.
- [16] 秦双双,朱艳霞,韦坤华,等.鸡血藤的本草沿革与黄酮类成分及其药理学研究进展[J].中国中药杂志,2018,43(11):2216-2223.
- [17] 崔艳君,陈若芸.鸡血藤化学和药理研究进展[J].天然产物研究与开发,2002,14(4):72-78.
- [18] 曹斌,韦桂宁.鸡血藤中黄酮类化合物药理作用研究进展[J].内科,2017,12(3):341-343.
- [19] 符影,程悦,陈建萍,等.鸡血藤化学成分及药理作用研究进展[J].中草药,2011,42(6):1229-1234.
- [20] 柯于麟,陈顺锦,罗志敏.太极推拿揉按法联合鸡血藤汤治疗臀上皮神经损伤65例[J].时珍国医国药,2018,29(10):2445-2446.
- [21] 邓博,贾立群,程志强,等.鸡血藤干预奥沙利铂致周围神经毒性的Meta分析[J].中华中医药学刊,2016,34(1):20-26.
- [22] 许蓬娟,辛晓林,艾洪滨.中药鸡血藤的镇痛实验研究[J].生物工程研究,2008,27(4):291-293,297.
- [23] 刘仰斌,张志花,陈亚运.鸡血藤总黄酮对坐骨神经损伤大鼠机械痛敏影响的实验研究[J].医学研究与教育,2015,32(1):7-11.
- [24] LU D, HE H, WU B, et al. Cytotoxic effect on cancer cells and structural identification of phenols from *Spatholobi caulis* by HPLC-ESI-MSⁿ [J]. Natural product communications, 2009, 4(6): 809-812.
- [25] 唐勇,富琦,何薇,等.鸡血藤抗肿瘤有效部位诱导A549肺癌细胞非凋亡性程序化死亡的研究[J].中国中药杂志,2008,33(16):2040-2044.
- [26] 富琦,唐勇,罗晓琴,等.鸡血藤SSCE体内抗肿瘤作用及机制研究[J].中国中药杂志,2009,34(12):1570-1573.
- [27] 徐建亚,顾勤,夏卫军.鸡血藤对黑色素瘤细胞黏附、侵袭、运动和转移能力的影响[J].中药材,2010,33(10):1595-1599.
- [28] 冯雪娇,任虹,曹学丽,等.鸡血藤中黄酮成分的高速逆流色谱分离及其抗肿瘤活性研究[J].中草药,2011,42(11):2244-2247.
- [29] 程悦,王志宇,王冬梅,等.不同溶剂对鸡血藤提取物总黄酮含量及抗肿瘤活性的影响[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(9):142-145.
- [30] 程悦,符影,王志宇,等.鸡血藤提取物中缩合鞣质的含量测定及其抗肿瘤活性初步研究[J].中山大学学报(自然科学版),2011,50(2):75-80.
- [31] 薛丽君,韩景光,李定文.鸡血藤提取物的抗肿瘤作用研究[J].现代医药卫生,2009,25(1):3-5.
- [32] 陈东辉,罗霞,余梦瑶,等.鸡血藤煎剂对小鼠骨髓细胞增殖的影响[J].中国中药杂志,2004,29(4):352-355.
- [33] 罗霞,陈东辉,余梦瑶,等.鸡血藤煎剂对小鼠红细胞增殖的影响[J].中国中药杂志,2005,30(6):477-479.
- [34] FAGGIO C, SUREDA A, MORABITO S, et al. Flavonoids and platelet aggregation: A brief review [J]. European journal of pharmacology, 2017, 807:91-101.
- [35] ANANDHI R, THOMAS P A, GERALDINE P. Evaluation of the anti-atherogenic potential of chrysin in Wistar rats [J]. Molecular and cellular biochemistry, 2014, 385(1/2): 103-113.
- [36] YAMAMOTO M, JOKURA H, SUZUKI A, et al. Effects of continuous ingestion of hesperidin and glucosyl hesperidin on vascular gene expression in spontaneously hypertensive rats [J]. Journal of nutritional science and vitaminology, 2013, 59(5): 470-473.
- [37] 官杰,冯兴中,刘剑刚.鸡血藤防治动脉硬化相关药理作用的研究进展[J].中药新药与临床药理,2019,30(3):385-389.
- [38] WULSIN L, ALTERMAN T, TIMOTHY BUSHNELL P, et al. Prevalence rates for depression by industry: A claims database analysis [J]. Social psychiatry and psychiatric epidemiology, 2014, 49(11): 1805-1821.
- [39] NAUSHAD S, FAROOQUI W, SHARMA S, et al. Study of proportion and determinants of depression among college students in Mangalore City [J]. Nigerian medical journal, 2014, 55(2): 156-160.
- [40] 曹斌,李冬梅,韦桂宁,等.鸡血藤水提物抗抑郁作用研究[J].中药材,2017,40(9):2172-2176.
- [41] CHEN S R, WANG A Q, LIN L G, et al. *In vitro* study on anti-hepatitis C virus activity of *Spatholobus suberectus* dunn [J]. Molecules, 2016, 21(10): 1-17.
- [42] 胡庭俊,何彩美,钟晶.鸡血藤不同极性段提取物制备及体外抑菌作用初步研究[J].动物医学进展,2010,31(9):33-36.

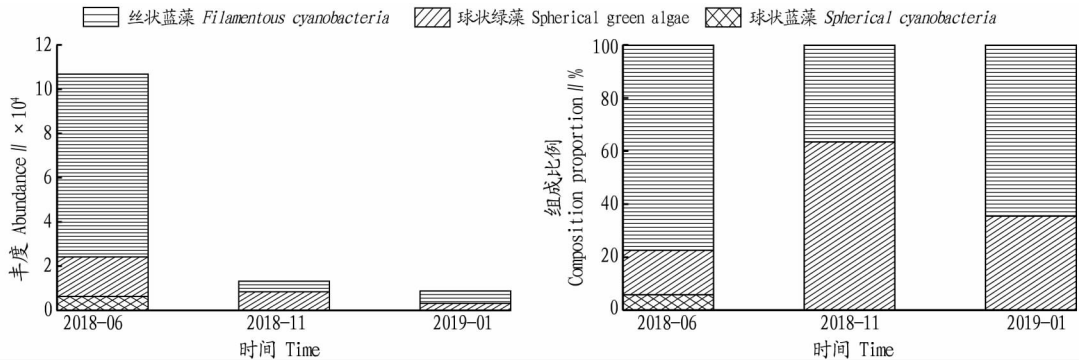


图 6 不同时期浮游植物丰度 (a) 及组成比例 (b) 的变化

Fig.6 Variations of phytoplankton abundance (a) and composition proportion (b) in different periods

3 结论

该研究周期为 2018 年 6 月至 2019 年 2 月,通过微生物复合修复剂和沉水植物对富营养化湖泊实施生态修复,并对湖泊水体的 pH、透明度、DO、ORP、COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 等理化指标进行连续监测,根据水质监测结果,得出以下结论:

(1) 当对湖泊实施生态修复技术后,湖水的透明度、DO 和 ORP 都呈上升趋势,水体 pH 维持在 6.0~9.0,透明度、DO 和 ORP 最高值分别可以达到 130 cm、8.21 mg/L 和 278 mv。

(2) 修复后期,COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 浓度比修复之前分别下降了 94.3%、92.0% 和 98.3%,表明生态修复技术对控制湖水 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 具有显著效果。

参考文献

[1] 秦伯强.湖泊生态恢复的基本原理与实现[J].生态学报,2007,27(11): 4848-4858.
 [2] 王兴利,吴晓晨,王晨野,等.水生植物生态修复重金属污染水体研究进展[J].环境污染与防治,2020,42(1): 107-112.
 [3] 陈小锋,揣小明,杨柳燕.中国典型湖区湖泊富营养化现状、历史演变趋势及成因分析[J].生态与农村环境学报,2014,30(4): 438-443.
 [4] 黄小龙,郭艳敏,万斌,等.沉水植物恢复对城市富营养化湖泊生态环境影响[J].环境工程,2018,36(7): 17-21.
 [5] 刘鑫,陈明明,张俊英.生物修复技术在水体富营养化中的应用进展

[J].绿色科技,2017(14): 130-134.
 [6] 杨柳燕,肖琳.湖泊蓝藻水华暴发、危害与控制[M].北京:科学出版社,2011.
 [7] 吴雅丽,许海,杨桂军,等.太湖水体氮素污染状况研究进展[J].湖泊科学,2014,26(1): 19-28.
 [8] 王健胜,刘沛松,杨凤岭,等.中国生态修复技术研究进展[J].安徽农业科学,2012,40(20): 10554-10556.
 [9] 国家环境保护总局,水和废水监测方法编委会.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002.
 [10] 莫家勇,钟萍,刘正文.生态修复对浅水湖泊沉积物磷形态特征及湖水磷浓度的影响[J].应用与环境生物学报,2016,22(2): 320-325.
 [11] HORPPILA J, NURMINEN L. Effects of submerged macrophytes on sediment resuspension and internal phosphorus loading in Lake Hiidenvesi (southern Finland) [J]. Water research, 2003, 37(18): 4468-4474.
 [12] 雷泽湘,徐德兰,黄沛生,等.太湖沉水和浮叶植被及其水环境效应研究[J].生态环境,2006,15(2): 239-243.
 [13] 章铭,于谨磊,何虎,等.太湖五里湖生态修复示范区水质改善效果分析[J].生态科学,2012,31(3): 240-244.
 [14] 陈尚智,胡勇有.枯草芽孢杆菌对微污染水体的净化作用[J].环境科学学报,2011,31(8): 1594-1601.
 [15] 刘芳.枯草芽孢杆菌 B411 的绿色荧光蛋白标记及其水体净化作用的研究[D].武汉:华中农业大学,2005.
 [16] CHEN S D, CHEN C Y, WANG Y F. Treating high-strength nitrate wastewater by three biological processes[J]. Water science and technology, 1999, 39(10/11): 311-314.
 [17] 胡莲.云龙湖水库沉水植物的恢复及净化效能原位围隔试验[D].武汉:华中农业大学,2006.

(上接第 31 页)

[43] 刘仰斌,张志花.鸡血藤总黄酮对大鼠佐剂性关节炎作用的实验研究[J].医学研究与教育,2014,31(5): 1-4.
 [44] CHO H, CHUNG B, KIM C K, et al. *Spatholobus suberectus* Dunn. constituents inhibit sortase A and *Staphylococcus aureus* cell clumping to fibrinogen[J]. Archives of pharmaceutical research, 2017, 40(4): 518-523.
 [45] 陈从显,徐爱钰,许勇,等.鸡血藤总黄酮对小鼠急性肝损伤的保护作用[J].滨州医学院学报,2012,35(3): 189-191, 188.
 [46] 亢泽春,刘少华,高聪.鸡血藤总黄酮对酒精性肝损伤的保护作用及机制[J].中国老年学杂志,2013,33(23): 5951-5953.
 [47] 黄新炜,李宝强,王秀华,等.中药鸡血藤的研究概况[J].西安文理学院学报(自然科学版),2006,9(1): 25-29.
 [48] 安冉,杨锦芬,刘军民,等.基于 26S rDNA D1-D3 区序列分析的鸡血藤及其混淆品的分子鉴别[J].广州中医药大学学报,2010,27(4): 403-406.

[49] 荣广天,何钢,朱丽芳,等.鸡血藤的生理生化研究进展[J].北方园艺,2015(6): 183-186.
 [50] 胡旻.鸡血藤与常用混淆品的真伪鉴别[J].浙江中西医结合杂志,2013,23(5): 419, 427.
 [51] 李禄军,蒋志荣,李正平,等.3 树种抗旱性的综合评价及其抗旱指标的选取[J].水土保持研究,2006,13(6): 253-254, 259.
 [52] ROUGHAN P G. Phosphatidylglycerol and chilling sensitivity in plants [J]. Plant physiology, 1985, 77(3): 740-746.
 [53] SPIERTZ J H J, ELLEN J. The effect of light intensity on some morphological and physiological aspects of the crop perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. var 'Cropper') and its effect on seed production [J]. Netherlands journal of agricultural science, 1972, 20(4): 232-246.
 [54] 席飞飞,何钢,刘贤桂,等.鸡血藤林下栽培技术[J].林业科技通讯,2017(8): 56-59.
 [55] 李苗苗.鸡血藤野生资源调查及其品质与自然生态因子相关性研究[D].广州:广州中医药大学,2017.