

滇黄精研究进展及黄精研究现状

柳威¹, 林懋怡¹, 刘晋杰¹, 赵晓冰^{1,2}, 刘忠^{1*}

(1. 上海交通大学药学院, 上海 200240; 2. 华东师范大学生命科学学院, 上海 200240)

[摘要] 黄精 *Polygonati Rhizoma* 是百合科 Liliaceae 多年生草本植物, 为我国传统药材, 具有补气养阴, 健脾, 润肺, 益肾的功效。迄今为止已发现 40 余种该属植物, 我国约有 31 种。2010 版《中华人民共和国药典》收录了 3 种黄精 (黄精 *Polygonatum sibiricum*, 滇黄精 *P. kingianum* 和多花黄精 *P. cyrtonea*)。黄精是传统补益类中药, 集药用、食用、观赏和保健于一身, 具有极高的经济价值和社会效益, 有着巨大的开发潜力和广阔的市场前景。黄精化学成分多样, 药理活性广泛, 在增强免疫力、调节机体平衡、延缓衰老等保健方面, 和治疗糖尿病、动脉粥样硬化、肿瘤等疾病方面, 都极具开发价值。滇黄精是中药黄精的 3 个基源品种之一, 分布于以云南为中心的西南地区, 以块大、色黄、润泽、断面透明的品质著称。近年来, 市场需求不断增大, 野生资源却不断萎缩, 相对需求量急剧上升。为合理开发云南的滇黄精资源, 本文通过查阅上 1960 年代以来有关黄精的研究文献, 总结和阐述黄精在历史记载、植物分类、资源分布、生物学特性、生药鉴定、品质评价、化学成分、药理作用、人工栽培和产品开发等各方面的研究进展和现状, 为促进滇黄精的基础研究和综合利用提供有益的参考。

[关键词] 滇黄精; 生药鉴定; 化学成分; 药理作用; 开发利用

[中图分类号] R287 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)14-0226-09

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017140226

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170427.1034.016.html>

[网络出版时间] 2017-04-27 10:34

Progress in Study of *Polygonatum kingianum* and Research Status of *Polygonati Rhizoma*

LIU Wei¹, LIN Mao-yi¹, LIU Jin-jie¹, ZHAO Xiao-bing^{1,2}, LIU Zhong^{1*}

(1. School of Pharmacy, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

2. School of Life Sciences, Eastern Normal University, Shanghai 200240, China)

[Abstract] *Polygonati Rhizoma* is a kind of restoratives of traditional Chinese medicine (TCM), with diverse chemical components and wide pharmacological effects. It has effects in promoting immunity, improving function balance, delaying senility, and treating challenging diseases, like diabetes, atherosclerosis and cancer. The herb *Polygonatum kingianum* is one of the three source species of *Polygonati Rhizoma*, and distributed in southwest Yunnan province. Compared with the other two species *P. sibiricum* and *P. cyrtonea*, *P. kingianum* is known for good quality in a large size, yellow colour, high moisture and apparent section. To rationally exploit abundant resources of *P. kingianum*, we consulted references concerning *Polygonati Rhizoma* published since 1960s, and then summarized and elaborated the study advance in historic record, crude drug identification, chemical composition, pharmacological activity, artificial cultivation and product development, so as to provide helpful reference for both basic research and comprehensive utilization of *P. kingianum*.

[Key words] *Polygonatum kingianum*; crude drug identification; chemical composition; pharmacological activity; development and utilization

[收稿日期] 20170218(007)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(31570325, 81373962)

[第一作者] 柳威, 硕士, 从事植物基因组学研究, Tel: 021-34208145, E-mail: liuzwei@sjtu.edu.cn

[通讯作者] *刘忠, 副教授, 从事药用植物次生代谢工程研究, Tel: 021-34208148, E-mail: liuzhong@sjtu.edu.cn

黄精 *Polygonati Rhizoma* 是常用补益类中药,同时也是久负盛名的保健食品,《本草纲目》言其“补气益肾,除风湿,安五脏。补五劳七伤,助筋骨,耐寒暑,润心肺。无毒,久服轻身延年不饥。”《中国药典》确定百合科 Liliaceae 多年生草本植物黄精 *Polygonatum sibiricum*, 多花黄精 *P. cyrtoneura* 和滇黄精 *P. kingianum*. 为中药黄精的基原品种^[1]。在地理分布上,黄精主要分布在我国东北、华北、西北地区,多花黄精以江南一带为主,滇黄精则分布在以云南为中心的西南地区。

从1980年代以来,随着经济和社会发展所需,滇黄精的药学研究开始逐渐开展起来,并不断增多和加深。作为云南具有显著资源优势 and 巨大开发潜力的药用植物资源,全面系统地推进滇黄精的基础研究,将为滇黄精的综合开发利用提供科学依据和方法指导,具有十分重要的理论意义和经济价值。本文对1960年代以来中药黄精研究的概况进行了综合分析和归纳总结,以期对滇黄精的深入研究提供有益的参考。

1 历史记载

滇黄精是1890年由 Coll 和 Hemsl 发表的新种。滇黄精种内形态变异非常大,正确认识和掌握滇黄精的形态变异幅度存在一定的难度,易造成混乱,因此,在后来发表的许多黄精属新种中,有不少事后被归并为滇黄精,如 Hua 在1892年发表的 *P. agglutinatum*, Lév. 分别在1906, 1907, 1909, 1910, 1913年发表的 *P. huanum*, *P. cavalierii*, *P. cricoideum*, *P. esquirolii*, *P. darrisii*。中国产黄精属植物31种,在现行的黄精属分类系统中,归属于8系:短筒系 Ser. *Alte-lobata* Y. C. Tang, 互叶系 Ser. *Alternifolia* Baker, 苞叶系 Ser. *Bracteata* Kom., 独花系 Ser. *Hookeriana* Y. C. Tang, 滇黄精系 Ser. *Kingiana* Y. C. Tang, 对叶系 Ser. *Oppositifolia* Baker, 点花系 Ser. *Punctata* Y. C. Tang 和轮叶系 Ser. *Verticillata* Baker。滇黄精以单独一个种归属于一个系,即滇黄精系;黄精隶属于轮叶系(含11种);多花黄精隶属于互叶系(含9种)^[2]。这反映出滇黄精在形态特征上,与黄精属其他植物是有着较为明显的区别。

从《名医别录》首载黄精以来,历代本草著作中所记载的黄精,应该都属于黄精和多花黄精,而不包括滇黄精,这一点在《图经本草》上叙述得较为明确(“黄精,旧不载所处州郡,但云生山谷。今南北皆有之……叶如竹叶而短,两两相对……江南人说黄

精苗叶稍类钩吻,叶头极尖而根细,苏恭注云:钩吻蔓生,殊非比类,此恐南北所产之异耳”)。可见,南北所产的黄精在形态上是不同的。从植物分布来看,黄精以华北为优势,多花黄精则以江南为优势,与《图经本草》的描述相符。滇黄精分布在云南及其周围川、黔、桂等省区的西部。在明初兰茂撰写《滇南本草》之前,没有关于滇黄精的文字记载。《滇南本草》首度对云南本土天然药物进行了系统梳理,在总计544种载药中,记录了来源于彝族药的滇黄精,使得世人开始了解到滇黄精的应用价值。

2 生药鉴定

2.1 性状鉴别 黄精根茎结节状,两端粗细不一,全形似鸡头,节明显膨大,茎痕明显,圆形,表面黄白色或灰黄色,有的半透明,有纵皱纹,质硬而韧,断面淡黄色至黄棕色;多花黄精根茎姜块状,肉质肥厚,节膨大,茎痕呈凹陷的圆盘状,表面灰黄色或黄褐色,未全干者较柔韧,折断面淡棕色^[3-4];滇黄精根茎结节块状,长可达10 cm以上,肉质肥厚,表面淡黄色至黄棕色,有皱纹及须根痕,结节上的茎痕成圆盘状,圆周凹入,中部突出,质硬而韧,不易折断,断面角质,淡黄色至黄棕色,以块大、色黄、润泽、断面透明的品质著称^[5]。

2.2 显微鉴别 黄精类药材在多数组织特征上没有明显的差异,表皮细胞长方形,排列整齐,多覆有较厚的角质层,或偶有周皮发生;维管束散在;维管柱和皮层均散布有大小不等的黏液细胞,黏液细胞中常含有针晶束^[3]。它们仅仅在维管束的类型上稍有不同,如黄精的维管束呈不完全周木型及周木型,多花黄精以周木型为主,少见外韧型,因而,很难在显微特征上将黄精类药材加以区分^[4]。

2.3 分子鉴别 周晔等^[6]运用 ISSR (inter-simple sequence repeats, 简单重复间序列) 分子标记方法对黄精、多花黄精和伪品药材进行了遗传多态性分析,筛选到的引物可有效分辨采自贵州与江西的多花黄精、人工栽培的黄精及其主要掺伪品卷叶黄精。张家曾^[7]利用 ITS2 (inter transcribed space, 转录间隔区) 和 *psbA-trnH* 片段在黄精和多花黄精中进行了条形码研究。这些工作为黄精传统生药鉴定方法提供了很好的补充手段。类似的工作在滇黄精中尚未有报道。

3 化学成分

黄精和多花黄精化学成分的研究工作开展得相对较多。近年来,滇黄精化学成分的研究也不断增多。从已有的研究结果来看,黄精属植物的化学

成分主要有糖类、皂苷、黄酮类、生物碱、木脂素等。

3.1 多糖 黄精多糖 (PSP) 是中药黄精的主要药理活性成分。杨明河等^[8] 在黄精中得到的多糖由葡萄糖、甘露糖和半乳糖醛酸组成,低聚糖由果糖和葡萄糖缩合而成。LIU 等^[9] 从黄精水提粗多糖中分离得到多个多糖,它们由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、半乳糖、半乳糖醛酸、葡萄糖等组成,其中,半乳糖为主要组成成分。而张晓红等^[10] 得到的黄精多糖则为单一果糖组成,与上述结果均有较大差异。在多花黄精中,张庭廷等^[11] 的研究报道多糖由果糖与葡萄糖组成,而王聪^[12] 利用水煎煮结合 75% 醇沉法得到的 3 个多糖 (PCPs-1, PCPs-2, PCPs-3) 中,PCPs-1 和 PCPs-2 含有葡萄糖和半乳糖,PCPs-3 主要含有半乳糖。吴群绒等^[13] 在滇黄精中分离得到 3 个多糖组分 (PKP I, PKP II 和 PKP III), 其中,滇黄精多糖 I (PKP I) 是一种以葡萄糖为结构单元的新的多糖。可见,黄精多糖的化学组成因种类不同而存在较大差异。

3.2 皂苷 甾体皂苷是中药黄精的另一类主要药理活性物质,目前,从黄精、滇黄精和多花黄精中共分离得到 67 种甾体皂苷类化合物,分为呋喃甾烷型皂苷 (黄精皂苷 A, sibiricosides A) 和螺旋甾烷型皂苷 (黄精皂苷 B, sibiricosides B) 两类^[14]。糖基种类很多,常见的有葡萄糖、半乳糖、鼠李糖、阿拉伯糖、木糖和岩藻糖,苷元主要为薯蓣皂苷元。LI 等^[15] 在多花黄精和滇黄精中,除得到一些以薯蓣皂苷元为主的皂苷外,还发现了 4 种新的甾体皂苷。张洁^[16] 以滇黄精新鲜根茎为材料,分离得到了 15 种甾体皂苷,其中 9 种为新化合物。此外,在滇黄精中还分离到了 β -谷甾醇、胡萝卜苷、滇黄精皂苷 I (kingianoside I) 和滇黄精皂苷 K (kingianoside K), 其中,后 2 种也是新发现甾体皂苷^[17]。除甾体皂苷外,黄精中还含有多种三萜皂苷,如乌苏酸型五环三萜皂苷 (积雪草苷、羟基积雪草苷)^[18], 齐墩果烷型五环三萜皂苷^[19]。马百平等^[20] 从滇黄精新鲜根茎中首次分离得到一个达玛烷型四环三萜皂苷 (拟人参皂苷 F11, pseudo-ginsenoside F11)。

3.3 黄酮类 黄精中黄酮类化合物有异黄酮、二氢黄酮、查耳酮、高异黄酮等多种类型。在滇黄精中,分离鉴定了甘草素,异甘草素,新甘草苷,新异甘草苷,4',7-二羟基-3'-甲氧基异黄酮,2',7'-二羟基-3',4'-二甲氧基异黄酮,2',7-二羟基-3',4'-二甲氧基异黄酮苷和 (6aR, 11aR)-10-羟基-3,9-二甲氧基紫椴烷^[17]。高异黄酮是自然界中不常见的黄酮

类化合物,只存在于少数植物中。张洁^[16] 在滇黄精中分离得到 1 个 2',4',5,7-四羟基-高异黄酮,此前,孙儒隆等^[21] 在黄精中曾分离得到过 4',5,7-三羟基-6,8-二甲基高异黄酮。最近,GAN 等^[22] 从多花黄精中也分离得到了高异黄酮 [(3R)-5,7-dihydroxy-8-methyl-3-(2'-hydroxy-4'-methoxybenzyl)-chroman-4-one]。在黄精类植物中较为普遍地分离到了这类成分,显示出高异黄酮在黄精类植物上具有特征性。此外,有研究报道从黄精新鲜根茎中还分离得到了芹菜素-7-O- β -D-葡萄糖苷、山柰酚和杨梅素^[23],以及鸢尾苷^[24],这些都是从黄精类植物中新得到的黄酮类化合物。

3.4 其他成分 孙隆儒等^[25] 从黄精的乙醇提取物中分离出 3-乙氧甲基-5,6,7,8-四氢-8-吡啶啉酮。WANG 等^[26] 从滇黄精乙醇提取物中也分离得到一种新的吡啶啉类生物碱 3-丁氧甲基-5,6,7,8-四氢-8-吡啶啉酮。黄精中含有木脂素类化合物,如 (+)-syringaresinol, (+)-syringaresinol-O- β -D-吡喃葡萄糖苷, liriodendrin 和 (+)-pinoresinol-O- β -D-吡喃葡萄糖基(1 \rightarrow 6)- β -D-吡喃葡萄糖苷等^[21]。另外,还含有多种人体必需的氨基酸和微量元素,以及多种蒽醌类化合物^[27]。

4 药理作用

黄精在增强免疫力、延缓衰老方面的功效是历来都得到认可和推崇的。现代药理研究的结果进一步显示,黄精的药理作用极为广泛,在诸多重要疾病如肿瘤、糖尿病、心脑血管疾病、艾滋病等的防治上具有良好的防治效果。

4.1 免疫调节作用 黄精增强机体免疫力的作用是从器官、细胞和分子等不同层面进行的。对温热药所致阴虚模型小鼠和长期超负荷游泳致阴虚模型大鼠施用黄精的实验结果显示,黄精能明显提高实验动物的胸腺和脾脏指数、升高血清免疫球蛋白 A (IgA), 免疫球蛋白 G (IgG), 免疫球蛋白 M (IgM), 白细胞介素-6 (IL-6), 白细胞介素-2 (IL-2) 含量,同时,明显降低血浆中环腺苷酸 (cAMP) 含量及环腺苷酸/环鸟苷酸 (cAMP/cGMP), 显示出黄精对阴虚所引起的细胞免疫功能下降有提高作用^[28-29]。黄精能促进 S180 荷瘤小鼠、亚硝基胍 (MNNG) 诱导大鼠的脾细胞产生 IL-2, 增强天然杀伤细胞 (NKC) 与细胞溶解性 T 淋巴细胞 (CTL) 活性^[30]。黄精小分子糖则能显著提高腹腔巨噬细胞对鸡红细胞的吞噬百分率及腹腔巨噬细胞的吞噬指数,促进溶血素和溶血空斑形成,显示出对机体免疫功能具有增强作

用^[31]。黄精多糖能拮抗大强度运动导致的人体外周淋巴细胞凋亡,其机制可能与黄精多糖上调凋亡相关蛋白 Bcl-2,下调 Bax 和提高 Bcl-2/Bax 有关,通过线粒体途径及死亡受体途径保护淋巴细胞,从而达到减缓淋巴细胞凋亡的目的^[32]。黄精多糖可显著促进骨髓间充质干细胞(MSCs)增殖和显著促进粒细胞集落刺激因子 mRNA 表达^[33];促进骨髓基质细胞(BMSCs)生长,干预长春新碱(VCR)对 BMSCs 增殖的抑制^[34];明显对抗⁶⁰Co γ 射线所致外周血白细胞及血小板总数的减少,使外周血红细胞 C₃b 受体花环率及免疫复合物(IC)花环率升高^[35]。

4.2 延缓衰老作用 黄精多糖可明显延长家蚕的寿命、改善老龄大鼠大多数衰老生理生化指标^[36-37]。杨智荣等^[38]观察到黄精外用可延缓皮肤衰老过程胶原纤维的缩减。尽管机制还不明了,但抗氧化作用与延缓衰老的发生具有高度相关性是确定无疑的。氧自由基可使核酸、蛋白质、脂质等生物大分子氧化,生成相应的氧化物或过氧化物,导致生物大分子、细胞器或细胞膜系统产生损伤,衰老即是这些损伤的累积效应。因此,具有抗氧化作用、清除氧自由基能力的物质可以减少或延缓衰老的发生。王爱梅等^[39]以黄精煎剂治疗 D-半乳糖所致衰老小鼠后,衰老小鼠脑组织中的超氧化物歧化酶(SOD),谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px),Na⁺-ATP 酶, Ca²⁺-ATP 酶活性均得到提高,丙二醛(MDA)含量降低,学习记忆功能得到明显改善。王涛涛^[40]在 SD 雄性大鼠经双侧海马 CA1 区注射 A β_{25-35} 后建成 AD 模型,观察到施用黄精水煎剂后,大鼠海马组织 GSH-Px,糖皮质激素受体(GR),SOD 活性和谷胱甘肽(GSH)含量均显著回升,MDA 含量显著下降;明显增加海马神经元数目,改善神经元病理损伤;使海马神经元中 P-tau-Th r231 表达减少,提示黄精水煎剂通过干预 A β 氧化应激,减少 tau 蛋白过度磷酸化,而起到保护学习记忆功能。

雌激素分泌水平的不断下降而继发骨质疏松症也是衰老的外在表现。通过给予骨质疏松性骨折大鼠足量黄精多糖后,模型动物血液中骨钙素、抗酒石酸酸性磷酸酶 IL-1, IL-6 的阳性表达活性均显著下降^[41],提示黄精多糖具有治疗骨质疏松症的作用。此外,黄精多糖还可促进小鼠脑组织端粒酶活性,对延缓神经细胞衰老可能具有作用^[42]。

4.3 抗运动疲劳作用 黄精的传统功效之一就在于运动疲劳的恢复。在苏宝昌等^[43]对临场运动员进行的跟踪观测的结果中显示,黄精具有提高运动

员身体素质和运动成绩,加强有氧代谢能力,快速解除运动疲劳的功效。陈淑清等^[44]以 17.67% 的黄精煎剂对小鼠腹腔注射给药后,小鼠游泳时间得以显著延长。在进一步分析黄精抗疲劳机制的研究中,毛雁等^[45]、卢焕俊等^[46]分别给予大强度耐力训练大鼠和小鼠喂食黄精水提物,结果显示,训练加药组与训练组相比,血清丙氨酸氨基转移酶(ALT),天门冬氨酸氨基转移酶(AST),乳酸脱氢酶(LDH),肌酸激酶(CK)活性显著降低,而锰-超氧化物歧化酶(Mn-SOD),GSH-Px,过氧化氢酶(CAT),心肌线粒体 Na⁺-ATPase 和 Ca²⁺-ATPase 的活性提高,血清谷氨酸(Glu),血红蛋白(Hb),肌糖原,肝糖原含量显著升高,MDA, H₂O₂, 尿素氮(BUN)的含量降低,因此,黄精提取物可明显提高实验动物心肌线粒体在大强度耐力运动中的能量供给和抗氧化能力,防止心肌线粒体的氧化损伤,保证运动中心脏的正常生理功能,影响不同运动负荷状态下骨骼肌组织一氧化氮-一氧化氮合酶(NO-NOS)的变化,改善组织代谢状况,提高运动能力,延缓运动疲劳的发生。

4.4 抗肿瘤作用 黄精多糖可抑制 H22 实体瘤和 S180 腹水瘤生长、延长荷瘤小鼠存活时间、降低 MNNG 诱癌率,具有显著的抗肿瘤作用^[30, 47-48]。XU 等^[49]认为黄精水提物通过与 DNA 链结合,使 DNA 免受格链孢醇引起的链断裂,从而保护 DNA 结构的完好性,减少肿瘤的发生。凝集素通过半胱天冬酶相关途径,Ras-Raf 与 PI3K-Akt 途径,Akt-NF- κ B 途径,Akt-mTOR 途径、线粒体介入的 ROS-p38-p53 途径等不同方式,诱导肿瘤细胞产生凋亡和自吞噬,发挥肿瘤作用^[50]。这些研究工作展示了黄精在抗肿瘤药物开发方面的潜在价值。

4.5 降血糖作用 降血糖是近 20 年新发现的黄精的药理作用。根据目前的研究,黄精多糖降血糖的方式可归为 3 种类型。其一,直接作用于胰腺,拟制胰岛细胞凋亡,提高胰岛素分泌水平。李友元等^[51]在糖尿病模型小鼠实验中,观察到黄精多糖显著降低实验性糖尿病鼠血糖和血清糖化血红蛋白浓度,以及显著升高血浆胰岛素和 C 肽水平的现象。公惠玲等^[52]给糖尿病动物模型喂饲黄精多糖后,胰岛细胞凋亡得到抑制,天冬氨酸蛋白水解酶-3(Caspase-3)基因的表达受到下调,血清胰岛素含量提高,从而降低模型动物的血糖值。其二,加快血清葡萄糖向靶组织细胞内转运,促进靶组织对葡萄糖的利用,实现降血糖、减轻胰岛素抵抗的作用。葡萄糖转运蛋白-4(GLUT-4)是肌肉与脂肪组织中控制

葡萄糖进入细胞的一种膜蛋白,与外周组织对葡萄糖的摄取和利用密切相关。董琦等^[53]的观察结果表明,黄精水提液通过增强 II 型糖尿病(T2DM)胰岛素抵抗大鼠肌肉组织 GLUT-4 基因表达,可以起到降低血糖的作用。其三,减少葡萄糖的生成或加速糖原的合成,从而降低血糖含量。研究显示,黄精多糖可降低肝脏中 cAMP 含量,阻滞磷酸化酶的激活及糖原合成酶的失活,导致糖原合成加速、糖原分解减慢^[54];抑制 α -葡萄糖苷酶活性,减少糖原分解生成葡萄糖^[55]。

4.6 保护心血管作用

4.6.1 降血脂和抗动脉粥样硬化 动脉粥样硬化形成的机制复杂,目前并不十分了解,但炎症反应是其发生发展的重要基础。黄精多糖可能通过阻断血清 IL-6 升高、激活过氧化物酶体增殖物激活受体- γ (PPAR- γ)和下调核因子- κ B(NF- κ B)的表达,抑制肝细胞 HepG2 产生 C 反应蛋白(CRP)^[56];减缓血管内皮细胞凋亡,维持血管内皮组织结构和功能的完整^[57];下调动脉粥样硬化血管内膜血管细胞黏附分子-1(VCAM-1)的表达,抑制炎症细胞对内皮细胞的黏附,从而阻止血管内皮炎症反应的发生发展^[58]。黄精也能够直接降低血脂含量,它通过抑制胆固醇生物合成的限速酶羟甲基戊二酰辅酶 A 还原酶(HMGR)的活性,减少内源性胆固醇的生成^[59]。

4.6.2 保护心肌细胞 朱焯丰^[60]在新生 SD 大鼠心肌细胞缺氧/复氧损伤与保护的实验中,验证了黄精多糖可减轻心肌细胞缺氧/复氧损伤,具有与缺氧预处理操作类似的作用,分析其保护机制可能与黄精多糖拮抗氧自由基及抑制钙超载作用有关。李丽等^[61]采用结扎冠状动脉左前降支的方法制备了急性心肌梗死(AMI)大鼠模型,以高(900 mg·kg⁻¹),中(450 mg·kg⁻¹),低(225 mg·kg⁻¹)剂量经胃灌饲黄精多糖,结果显示,黄精多糖高、中剂量组大鼠血清中诸多酶和细胞因子,如肌酸激酶同工酶(CK-MB),LDH,NF- κ B,肿瘤坏死因子- α (TNF- α),IL-6 等的水平均显著降低,心肌损伤程度明显改善,进一步分析黄精多糖改善 AMI 模型大鼠心肌损伤、减轻炎症反应、修复缺血心肌的作用,可能是通过调节 NF- κ B 介导的炎症反应而实现的。

4.7 对中枢神经系统的作用 黄精水提物可抑制脑内单胺氧化酶(MAO)活性,调节脑内单胺类神经递质(NE)水平,从而改善神经系统功能障碍,提高记忆力^[62];乙醇提取物也表现出具有促进正常小鼠

的学习能力和改善东莨菪碱致小鼠学习记忆获得障碍的效果^[63]。除了干预机体生理生化过程,黄精多糖也能通过对组织结构产生影响而发挥作用。不少研究显示,黄精具有重塑脑组织海马 CA1 区突触结构的作用,即通过减少氧自由基的产生及减轻中枢神经系统的炎症反应和氧化损伤,改善突触界面结构,提高突触传递效率及活化程度,增进学习记忆功能^[64]。滇黄精能降低大鼠血浆 MDA 的生成,从而减轻全脑缺血/再灌注损伤^[65]。

黄精主要药效成分黄精多糖和黄精皂苷可通过提高抑郁模型动物脑内降低的单胺类神经递质[去甲肾上腺素(NE),多巴胺(DA),5-羟色胺(5-HT)]含量、上调血清素 5-HT_{1A}受体表达及其介导的信号通路、减少海马与大脑皮层神经元脑源性神经营养因子(BDNF)及其受体酪氨酸激酶 B(TrkB)的表达降低,等等,而改善慢性应激所致的抑郁症状^[66]。黄精多糖还可促使 PPAR- γ 的表达上调,抑制炎症反应和细胞凋亡,促进多巴胺神经元再生,显示出在治疗帕金森病症上的潜在价值^[67]。

4.8 抗病原微生物作用 尤新军^[68]用不同极性的溶剂提取了黄精根茎的化学成分,均表现出抑菌活性,总体上,中低极性部位抑菌效果好于大极性部位,其中,石油醚部位对大肠埃希菌有强抑菌活性,三氯甲烷部位对金黄色葡萄球菌有强抑菌作用,乙酸乙酯部位对肠型点状产气单胞菌有强抑菌作用。余红等^[69]检测了多花黄精根状茎中挥发油的抑菌活性,结果表明,多花黄精挥发油对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌、红酵母具有较强的抑制能力。黄精多糖对大肠埃希菌、副伤寒杆菌、白葡萄球菌和金黄色葡萄球菌也均显示出较强的抑制作用^[70]。在防治植物病原菌方面,黄精提取物同样表现出良好的抑菌活性。胡骄阳等^[71]利用不同溶剂从多花黄精中提取了不同极性部位,并检测了各提取物对苹果炭疽病菌、梨炭疽病菌、葡萄灰霉病菌和苹果轮纹病菌 4 种水果采后病原菌的抑菌作用,实验结果表明,石油醚提取部位有良好的抑菌效果,可作为开发新农药的先导化合物集合而被利用于果品采后保存。

在抗病毒方面,黄精多糖可通过促进免疫系统功能而发挥对单纯疱疹病毒的治疗作用。辜红梅等^[72]在非洲绿猴肾细胞的实验上,观察到黄精多糖在细胞无毒性的浓度下对单纯疱疹病毒 I 型(HSV-1)和 II 型(HSV-2)均有显著的抑制作用。杨绍春等^[73]在研究中医药对 HIV/AIDS 患者的疗效时,观察到黄精为组分之一的扶正抗毒丸可提高或

减缓、逆转 HIV/AIDS 患者 CD4⁺ 细胞计数而起治疗艾滋病的作用。

4.9 其他作用 黄精有益气养阴、益肾填精的功效,是治疗肾虚精亏弱精子症导致的男性不育症方面的常用药物^[74]。黄精多糖可恢复受损的结膜杯状细胞,对实验性干眼症结膜有明显改善作用^[75]。

5 种苗繁育和人工栽培

在种苗繁育和人工栽培方面,对黄精和多花黄精的研究比较多,而对滇黄精的研究目前尚未见有报道。李世等^[76]在1980年代中期就提出了黄精野生变家种的配套栽培技术。黄精种子存在深度休眠,在自然条件下发芽率较低。造成黄精种子休眠的因素有种皮细胞木质化和胚乳结构致密,种子吸水效率低下;胚生理后熟;种子各部含有内源抑制物;种子成熟时脱落酸(ABA)含量升高^[77]。针对造成黄精种子休眠的原因,采用温水浸种、低温沙藏、黑暗处理、施用外源生长调节物质(赤霉素 GA3, 6-苄氨基腺嘌呤 6-BA, 水杨酸, 壳聚糖)、超声波处理等措施,可有效调节黄精种子的萌发状态,打破种子休眠,促进种子发芽^[78]。骆绪美等^[79]对3种黄精属植物的光合生理生态特性进行了分析,初步揭示了黄精光合作用的一些基本特征:①多花黄精光补偿点较高,光饱和点较低,耐阴性较好,为中性草本植物,而黄精光补偿点较低,光饱和点较高,能适应多种光照环境,为中偏阳性草本植物;②净光合速率日变化均呈明显的单峰曲线,气孔导度、蒸腾速率与光合速率呈正相关,细胞间 CO₂ 浓度与光合速率呈负相关;③光合有效辐射是影响黄精生长的最主要因子,其次是蒸腾速率和细胞间 CO₂ 浓度。刘佩^[80]对黄精有效成分积累的规律进行了研究,揭示了3年生栽培黄精的黄精多糖和薯蓣皂苷元含量在10月底达到最高,而6年生的在8月底9月初最高;10月之前,3年生黄精根茎有效成分含量低于6年生,10月后高于6年生,由此,建议栽培黄精的适宜采收期为10月底或11月初,适宜采收年限为3年。随着药用植物 GAP 种植的兴起和推广,黄精规范化栽培及其标准操作规程的制订也得到了重视,广泛开展了种质资源、生物学特性、种子育苗、栽培基地、栽培管理等 GAP 试验示范研究,为黄精“安全、有效、稳定、可控”的标准化栽培提供了科学依据^[81]。

总体上看,对于黄精的栽培研究仍需进行大量的细致深入的研究,如黄精的生长发育动态、生理生化特性、需肥需水规律、对光温水气土壤的生态反应及其生态适应性,以及构建生物反应器、无土栽培、

自动化栽培环境控制技术等,为建立高产高效优质栽培技术提供理论基础和技术支持。

6 开发利用

6.1 药物的开发 黄精药用价值高,在提高肌体免疫力、延缓衰老、治疗糖尿病、抗肿瘤、促进心血管功能等诸多方面具有良好疗效,已开发出一系列药物,如黄精多糖眼药水、治疗生殖器疱疹的奥德福尔霜剂和喷剂、增加免疫力的黄精赤芍注射液、复方滇黄精胶囊、复方滇黄精颗粒。

6.2 功能食品开发 随着观念的改变,人们越来越意识到保健和预防的重要。黄精富含淀粉、多糖和其他营养成分,增强免疫力、延缓衰老、降血糖血脂等保健功能突出,且味甜爽口,是优良的药食同源植物。李世华^[82]报道,黄精与猪肉同煮当菜食用,主治肾虚精亏、肺胃阴虚、产后血虚、干咳、便秘等症;而配以乌鸡肉同煮,主治体倦无力、肺癆咳血、筋骨软弱、风湿疼痛等症。用黄精制作的药膳,如“黄精膏”、“黄精粥”、“黄精粉”,或加工成的干果、罐头或饮料,如“黄精蜜饯”、“黄精饮料”、“黄精保健酒”等也颇受市场欢迎,显示出黄精在功能食品开发上的巨大价值。

6.3 保健化妆品开发 黄精抗衰老、抗炎、抗菌的功能在护发护肤上也颇受青睐。利用黄精开发成的纯天然的中草药保健化妆品,如沐浴露、洗发香波、护发素、乌发宝、脚气露、面膜、药膏、搽剂等,前景广阔。

6.4 观赏 黄精耐阴性好,叶形修长,春夏之际开白色小花,果实由绿色渐至红、紫、黑多种色泽,是林下栽植的观赏佳品,也是制作盆栽的良好材料。

滇黄精品质优良,云南拥有得天独厚的资源优势。今后应加大滇黄精的研究力度,一方面在化学成分、药理活性和临床应用等药物基础研究方面进行系统和深入的研究,另一方面在规范化栽培、良种选育、组织培养与快繁等资源保护和利用方面给予重视,让资源优势转化为产业和行业优势,带动和促进经济社会的发展。

[参考文献]

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 8-9.
- [2] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 第15卷(百合科)[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 52-55, 64-65.
- [3] 林琳, 林寿全. 黄精属药用植物聚类分析[J]. 中药材, 1994, 17(6): 12-18.
- [4] 周晔, 王润玲, 陈启蒙, 等. 中药黄精的研究进展[J]. 天津医科大学学报, 2004, 10(增刊): 10-12.

- [5] 卢玉清, 王德群. 黄精属中药资源特点和优选方法[J]. 安徽中医药大学学报, 2014, 33(1): 81-84.
- [6] 周晔, 王润玲, 唐铖, 等. ISSR法鉴定中药黄精与卷叶黄精[J]. 天津医科大学学报, 2006, 12(2): 178-180.
- [7] 张家曾. 黄精与多花黄精的DNA条形码研究[D]. 长沙: 湖南中医药大学, 2013.
- [8] 杨明河, 于德泉. 黄精多糖和低聚糖的研究[J]. 药学通报, 1980, 15(7): 44.
- [9] LIU L, DONG Q, DONG X T, et al. Structural investigation of two neutral polysaccharides isolated from rhizome of *Polygonatum sibiricum*[J]. Carbohydr Polym, 2007, 70(3): 304-309.
- [10] 张晓红, 博·格日勒图, 昭日格图, 等. 高效液相色谱法对黄精多糖相对分子质粒及组成的测定[J]. 色谱, 2005, 23(4): 394-396.
- [11] 张庭廷, 胡威, 汪好芬, 等. 九华山黄精多糖的分离纯化及化学表征[J]. 食品科学, 2011, 32(10): 48-51.
- [12] 王聪. 多花黄精多糖提取分离、分子量测定及其粗多糖的初步药效研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2012.
- [13] 吴群绒, 胡盛, 杨光忠, 等. 滇黄精多糖I的分离纯化及结构研究[J]. 林产化学与工业, 2015, 25(2): 80-82.
- [14] 杨崇仁, 张影, 王东, 等. 黄精属植物甾体皂苷的分子进化及其化学分类学意义[J]. 云南植物研究, 2007, 29(5): 591-600.
- [15] LI X C, YANG C R, Icgujawa M, et al. Steroid saponins from *Polygonatum kingianum* [J]. Phytochemistry, 1992, 31(10): 3559-3563.
- [16] 张洁. 滇黄精化学成分的研究[D]. 郑州: 河南中医学院, 2006.
- [17] YU H S, MA B P, SONG X B, et al. Two new steroidal saponins from the processed *Polygonatum kingianum* [J]. Helv Chim Acta, 2010, 93(6): 1086-1092.
- [18] 徐德平, 孙婧, 齐斌, 等. 黄精中三萜皂苷的提取分离与结构鉴定[J]. 中草药, 2006, 37(10): 1470-1471.
- [19] HU C Y, XU D P, WU Y M, et al. Triterpenoid saponins from the rhizome of *Polygonatum sibiricum*[J]. J Asian Nat Prod Res, 2010, 12(9): 801-808.
- [20] 马百平, 张洁, 康利平, 等. 滇黄精中一个三萜皂苷的NMR研究[J]. 天然产物研究与开发, 2007, 19(1): 7-10.
- [21] 孙儒隆, 李铤. 黄精化学成分的研究(II)[J]. 中草药, 2001, 32(7): 586-588.
- [22] GAN L S, CHEN J J, SHI M F, et al. A New homoisoflavanone from the rhizomes of *Polygonatum cyrtoneuma* [J]. Nat Prod Commun, 2013, 8(5): 597-598.
- [23] 高颖, 戚楚露, 张磊, 等. 黄精新鲜药材的化学成分[J]. 药学与临床研究, 2015, 23(4): 365-367.
- [24] 张普照. 黄精采收加工技术及其化学成分研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [25] 孙儒隆, 王素贤, 李铤. 中药黄精中的新生物碱[J]. 中国药物化学杂志, 1997, 7(2): 129.
- [26] WANG Y F, LU C H, LAI G F, et al. A new indolizone from *Polygonatum kingianum* [J]. Planta Med, 2003, 69(11): 1066-1068.
- [27] 郑虎古, 董泽宏, 余靖. 中药现代研究与应用. 第5卷[M]. 北京: 学苑出版社, 1998: 4071-4074.
- [28] 任汉阳, 薛春苗, 张瑜, 等. 黄精粗多糖对温热药致阴虚模型小鼠滋阴作用的实验研究[J]. 山东中医杂志, 2005, 24(1): 36-37.
- [29] 吴柳花, 吕圭源, 李波, 等. 黄精对长期超负荷游泳致阴虚内热模型大鼠的作用研究[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(10): 1886-1891.
- [30] 朱瑾波, 王慧贤, 焦炳忠, 等. 黄精调节免疫及防治肿瘤作用的实验研究[J]. 中国中医药科技, 1994, 1(6): 31-33.
- [31] 杨云, 王爽, 冯云霞, 等. 黄精中小分子糖对小鼠免疫功能的影响[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(18): 3447-3450.
- [32] 付玉. 黄精多糖对一次大强度运动后人体外周血淋巴细胞凋亡的影响[D]. 成都: 成都体育学院, 2012.
- [33] 黄进, 张进, 徐志伟. 黄精含药血清促进骨髓间充质干细胞增殖的效应及机制[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(49): 9221-9224.
- [34] 文珠, 胡国柱, 俞火, 等. 黄精多糖干预长春新碱抑制骨髓基质细胞增殖的研究[J]. 中华中医药杂志, 2011, 26(7): 1630-1632.
- [35] 王红玲, 熊顺军, 洪艳, 等. 黄精多糖对全身60 CO_γ射线照射小鼠外周血细胞数量及功能的影响[J]. 数理医药学杂志, 2000, 13(6): 493-494.
- [36] 赵红霞, 蒙义文, 曾庆华, 等. 黄精多糖对老龄大鼠衰老生理生化指标的影响[J]. 应用与环境生物学报, 1996, 2(4): 356-360.
- [37] 任汉阳, 王玉英, 张瑜, 等. 黄精粗多糖对家蚕寿命的影响[J]. 山东中医杂志, 2006, 25(3): 200-202.
- [38] 杨智荣, 赵文树, 李建民, 等. 外用黄精制剂对小鼠衰老皮肤胶原纤维影响的实验研究[J]. 中医药学报, 2005, 33(4): 42-43.
- [39] 王爱梅, 周建辉, 欧阳静萍. 黄精对D-半乳糖所致衰老小鼠的抗衰老作用研究[J]. 长春中医药大学学报, 2008, 24(2): 137-138.

- [40] 王涛涛. 黄精水煎剂对 β -淀粉样蛋白诱导的大鼠学习记忆能力下降的保护作用及其机理研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2013.
- [41] 曾高峰, 张志勇, 鲁力, 等. 黄精多糖干预骨质疏松性骨折大鼠白细胞介素1和白细胞介素6的表达[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(2): 220-222.
- [42] 李友元, 邓洪波, 王蓉, 等. 衰老小鼠组织端粒酶活性变化及黄精多糖的干预作用[J]. 医学临床研究, 2005, 22(7): 894-895.
- [43] 苏宝昌, 乌淑平, 曹迈俭, 等. 黄精对运动疲劳的影响[J]. 辽宁体育科技, 1981(Z1): 16-18.
- [44] 陈淑清, 马碧娜, 谢敏, 等. 当归、枸杞、黄精、黄芪和竹节参总皂苷的实验研究: 对小白鼠羟脯氨酸含量、耐缺氧和抗疲劳作用的影响[J]. 中药药理与临床, 1990, 5(3): 28-29.
- [45] 毛雁, 马兰军, 熊正英. 黄精对力竭训练大鼠血清酶活性及某些生化指标的影响[J]. 第四军医大学学报, 2007, 28(20): 1842-1844.
- [46] 卢焕俊, 刘思源, 李香兰. 黄精提取液对正常小鼠抗疲劳能力的影响及机制探讨[J]. 山东医药, 2014, 54(27): 39-41.
- [47] 张峰, 高群, 孔令雷, 等. 黄精多糖抗肿瘤作用的实验研究[J]. 中国实用医药, 2007, 2(21): 95-96.
- [48] 叶红翠, 张小平, 余红, 等. 多花黄精粗多糖抗肿瘤活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(6): 34-36.
- [49] XU D S, KONG T Q, MA J Q. The inhibitory effect of extracts from Fructus lycii and Rhizoma polygonati on *in vitro* DNA breakage by alternariol[J]. Biomed Environ Sci, 1996, 9(1): 67-70.
- [50] YAU T, DAN X L, WING N C C, et al. Lectins with potential for anti-cancer therapy[J]. Molecules, 2015, 20(3): 3791-3810.
- [51] 李友元, 邓洪波, 张萍, 等. 黄精多糖对糖尿病模型小鼠糖代谢的影响[J]. 中国临床康复, 2005, 9(27): 90-91.
- [52] 公惠玲, 李卫平, 尹艳艳, 等. 黄精多糖对链脲菌素糖尿病大鼠降血糖作用及其机制探讨[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(9): 1149-1154.
- [53] 董琦, 董凯, 张春军. 黄精对2型糖尿病胰岛抵抗大鼠葡萄糖转运蛋白-4基因表达的影响[J]. 新乡医学院学报, 2012, 29(7): 493-495.
- [54] 王红玲, 张渝侯, 洪艳, 等. 黄精多糖对小鼠血糖水平的影响及机理初探[J]. 儿科药理学杂志, 2002, 8(1): 14-15.
- [55] 陆建美, 闫鸿丽, 王艳芳, 等. 滇黄精及其活性成分群对 α -糖苷酶活性抑制作用研究[J]. 中国现代中药, 2015, 17(3): 200-203.
- [56] 张萍, 刘丹, 李友元. 黄精多糖对动脉粥样硬化家兔血清IL-6及CRP的影响[J]. 医学临床研究, 2006, 23(7): 1100-1101.
- [57] 倪文澎, 朱萱萱, 王海丹, 等. 黄精多糖对脂多糖(LPS)诱导人脐静脉内皮细胞(HUVEC)损伤的保护机制研究[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(12): 2644-2646.
- [58] 李友元, 张萍, 邓洪波, 等. 动脉粥样硬化家兔VCAM-1表达及黄精多糖对其表达的影响[J]. 医学临床研究, 2005, 22(9): 1287-1288.
- [59] 何慧明, 刘宇. 黄精降脂方降血脂及抗动脉粥样硬化的实验研究[J]. 辽宁中医杂志, 2005, 32(2): 168-169.
- [60] 朱焯丰. 黄精多糖预处理对乳鼠心肌细胞缺氧/复氧损伤的保护作用[D]. 南昌: 南昌大学, 2010.
- [61] 李丽, 龙子江, 黄静, 等. 黄精多糖对急性心肌梗死模型大鼠NF- κ B介导的炎症反应及心肌组织形态的影响[J]. 中草药, 2015, 46(18): 2750-2754.
- [62] 张权生, 秦旭华. 黄精水提液对老龄大鼠脑内单胺类神经递质和单胺氧化酶的影响[J]. 中医研究, 2008, 21(6): 16-18.
- [63] 孙隆儒, 李铤, 郭月英, 等. 黄精改善小鼠学习记忆障碍等作用的研究[J]. 沈阳药科大学学报, 2001, 18(4): 286-289.
- [64] 成威, 李友元, 邓洪波, 等. 黄精多糖对阿尔茨海默病小鼠海马CA1区突触界面的影响[J]. 临床与病理杂志, 2014, 34(4): 400-404.
- [65] 李微, 彭锐, 唐理斌, 等. 滇黄精对大鼠脑缺血再灌注损伤神经元的作用[J]. 大理学院学报, 2006, 5(10): 19-21.
- [66] 魏浩浩, 徐维平, 魏伟, 等. 黄精皂苷对慢性应激抑郁大鼠海马5-HT_{1A}R/cAMP/PKA信号通路的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2012, 47(5): 522-526.
- [67] 陈娟, 李友元, 田伟, 等. 黄精多糖对帕金森病大鼠脑组织中PPAR- γ 表达的影响[J]. 现代生物医学进展, 2010, 10(5): 814-817.
- [68] 尤新军. 黄精中低极性部分化学成分及其抑菌活性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- [69] 余红, 张小平, 邓明强, 等. 多花黄精挥发油GC-MS分析及其生物活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(5): 4-6.
- [70] 郑春艳, 汪好芬, 张庭廷. 黄精多糖的抑菌和抗炎作用研究[J]. 安徽师范大学学报, 2010, 33(3): 272-276.
- [71] 胡娇阳, 汤锋, 操海群, 等. 多花黄精提取物对水果采后病原菌的抑菌活性研究[J]. 植物保护, 2012, 38(6): 31-34.
- [72] 辜红梅, 蒙义文, 蒲蕾. 黄精多糖的抗单纯疱疹病毒

- 作用[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(1): 21-23.
- [73] 杨绍春, 段呈玉, 赵竞, 等. 中医药治疗对 HIV/AIDS 患者 CD4 计数变化的临床分析研究[J]. 云南中医中药杂志, 2011, 32(10): 18-21.
- [74] 郑燕飞. 黄精赞育胶囊化学成分及改善少弱精子症的作用机制研究[D]. 北京:北京中医药大学, 2014.
- [75] 孙化萍, 于晓林, 罗旭升, 等. 黄精多糖滴眼液对实验性干眼症结膜的影响[J]. 中国中医眼科杂志, 2005, 15(2): 80-82.
- [76] 李世, 郭学鉴, 苏淑欣, 等. 黄精野生变家种高产高效栽培技术研究[J]. 中国中药杂志, 1997, 22(7): 398-401.
- [77] 张跃进, 张玉翠, 王占红, 等. 黄精种子内源抑制物质的初步研究[J]. 西北农业学报, 2011, 20(7): 50-55.
- [78] 朱伍凤, 王剑龙, 常辉, 等. 黄精种子破眠技术研究[J]. 种子, 2013, 32(4): 13-16.
- [79] 骆绪美, 郭婉琳, 韩文妍. 安徽3种黄精植物光合生理生态特性分析[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(5): 821-824.
- [80] 刘佩. 黄精幼苗生长特性及成分积累研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2014.
- [81] 王东辉. 黄精的田间规范化栽培技术优化研究[D]. 杨凌:硕士学位论文, 西北农林科技大学, 2006.
- [82] 李世华. 抗衰老的保健野菜——黄精[J]. 云南农业科技, 1999(5): 46-47.
- [责任编辑 邹晓翠]

欢迎订阅 2018 年《中国实验方剂学杂志》

《中国实验方剂学杂志》由国家中医药管理局主管, 中华中医药学会、中国中医科学院中药研究所主办的学术刊物。本刊创建于 1995 年 10 月, 主要设置栏目包括复方配伍专论、方剂学研究、药剂与炮制、资源与鉴定、化学分析、药物代谢、药理、毒理、临床、数据挖掘、中医传承及相关综述等。目前为 CSCD 来源期刊、中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE 中国学术期刊排行榜核心期刊、美国《化学文摘》统计源期刊; 并被评为中国中医药优秀期刊及中国学术期刊优秀期刊。

本刊为半月刊, 16 开本, 234 页, 标准刊号 ISSN1005-9903; CN11-3495/R。每期定价 48 元, 全年 1152 元。国内外公开发行, 国内由北京市报刊发行局办理总发行, 邮发代号 2-417; 国外由中国国际图书贸易集团有限公司办理发行, 代号 SM4655, 欢迎订阅。读者还可通过本刊编辑部办理邮购, Tel: (010)84076882, E-mail: syfjx_2010@188.com, 网址: www.syfjxzz.com。