

药用黄精遗传资源评价、选育和栽培管理技术研究进展

胡颖^{1,2}, 程诗明², 柳新红³, 徐秀荣², 雷夏烁²

(1. 浙江农林大学, 浙江 杭州 311300; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023;
3. 浙江林业技术推广总站, 浙江 杭州 310020)

摘要: 本文对药用黄精 *Polygonatum* spp. 的地域分布与种质资源、性状、成分及分子标记、遗传多样性及繁殖栽培、田间管理等方面进行了综述, 提出未来应加强黄精繁育技术, 加快优良黄精的繁育和推广, 因地制宜地改善区域药用黄精的栽培模式的研究和发展方向, 旨在为药用黄精资源可持续利用和深入研究提供科学依据。

关键词: 药用黄精; 种质资源; 繁育; 田间管理

中图分类号: S567.23 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2023)03-0117-05

Research Progress of Identification, Breeding and Cultivation Techniques of Germplasm Resources of Medicinal *Polygonatum* spp.

HU Ying^{1,2}, CHENG Shiming², LIU Xinhong³, XU Xiurong², LEI Xiashuo²

(1. Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China; 2. Zhejiang Academy of Forestry Sciences, Hangzhou 310023, China; 3. Zhejiang Forestry Extension Administration, Hangzhou 310020, China)

Abstract: Presentations were made on distribution, germplasm resources, properties, components and molecular markers, genetic diversity, breeding and field management of medicinal *Polygonatum* spp. It was suggested that the breeding techniques of improved medicinal *Polygonatum* spp. should be strengthened and extended in the future. The research and development direction is aimed at improving the cultivation mode of medicinal *Polygonatum* spp. according to local conditions.

Key words: medicinal *Polygonatum* spp.; germplasm resources; breed; field management

药用黄精 *Polygonatum* spp. 为百合科 Liliaceae 黄精属 *Polygonatum* 植物中用于药用的干燥块茎^[1]。目前, 世界范围内已有黄精属植物 40 余种, 主要分布于北温带, 我国约有 31 种^[2]。黄精是我国的传统中药, 已有 2 000 多年的药用历史, 依据《中国药典》规定, 仅有滇黄精 *P. kingianum*、黄精 *P. sibiricum*、多花黄精 *P. cyrtoneura* 的干燥根茎可作为药用黄精使用, 并公认以多花黄精品质最佳。多花黄精自然分布于浙江、福建等南方各省, 适生于林下、灌木丛下或阴坡。药用黄精根茎中的黄精多糖、甾体皂苷、黄酮等有效成分可降血脂血糖、增强免疫功能、抗癌、抗炎、抗病毒等药理作用^[3]。不同产区、不同种质药用黄精的块根产量及其有效成分含量差异显著, 且人工栽培难度较大, 因此, 遗传资源评价、品种选育和栽培技术研究是药用黄精生产及应用上亟待解决的重要课题。本文通过对药用黄精的地域分布与种质资源、性状、成分及分子标记、遗传多样性及繁殖栽

收稿日期: 2023-06-15; 修回日期: 2023-08-29

基金项目: 中央财政推广项目“毛竹林下多花黄精复合经营技术示范推广”(〔2020〕TS 08 号); 浙江省科研院所专项“浙江省特色经济林品质提升关键技术研究”(2021F1065-5)

作者简介: 胡颖, 硕士研究生, 从事林下经济研究; E-mail: 2648793751@qq.com。通信作者, 程诗明, 博士, 研究员, 从事植物种质资源和林下经济研究; E-mail: chengsm888@163.com。

培、田间管理等方面进行综述, 以期对药用黄精资源开发利用、黄精的市场供需矛盾等提供参考依据。

1 遗传资源评价和选育

1.1 资源分布

药用黄精对生长环境要求严格, 常生长在海拔 500 ~ 3 600 m 的阴湿草坡、山坡、山沟中。对土壤要求不严格, 在 pH 值 5.2 ~ 6.5 的酸性至中性土壤均可生长, 其中黏壤土或沙质壤土最适合药用黄精的生长。对气候尤其是寒冷气候的适应性较强(适宜土壤温度为 16 ~ 20 ℃), 怕炎夏高温, 忌强光暴晒, 忌干燥。药用黄精在全球多分布于北温带地区, 在我国多分布于东北、华北、华中、华东、华南北部以及西南各省(市、区)等^[4], 其中以安徽和浙江药用黄精属种类最多。

1.2 种质资源鉴定评价

Cheng 等^[5]从多花黄精中开发了 12 个多态性微卫星(microsatellite)分子标记, 其中有 9 对引物在药用黄精的扩增中显示出较好的通用性。Ji 等^[6]从已报道的多花黄精微卫星引物中筛选了 9 对稳定性和多态性较好的 SSR 引物, 在安徽地区的 13 个多花黄精自然居群、2 个长梗黄精 *P. filipes* 居群和 2 个玉竹 *P. odoratum* 居群中进行了扩增和群体分型, 为该地区多花黄精种质资源的培育提供了理论支持。刘跃钧等^[7]收集保存了安徽、浙江、辽宁、湖北、云南等地 19 份药用黄精种质资源, 利用 SCoT 分子标记技术进行分析, 采用 UPGMA 法分为两大类和 6 组, 其中安徽青阳、湖北赤壁、浙江湖州、杭州等地距离远, 但是被聚为一类, 表明药用黄精的适宜栽植地区广泛, 遗传变异较大。因此, 基于 SCoT 标记的药用黄精聚类分析没有地理相关性。姜武等^[8]收集保存了浙江、福建、江西、安徽、云南、贵州、湖南、四川、陕西、河北省等地 22 个种源 47 份药用黄精种质资源, 以采集地来源分 4 个居群, 并利用 ISSR 和 SRAP 标记分别将药用黄精居群分为 5 和 3 大类群, 说明药用黄精种群间种质资源遗传多样性丰富, ISSR 和 SRAP 标记可适用于药用黄精的亲缘性鉴定, 且以 ISSR 标记的聚类结果更符合实际地域分布。龙炳宏等^[9]对 ITS、*trnK-matK*、*rbcL*、*psbA-trnH* 和 *psbK-psbI* 序列进行扩增和测序, 去比较 5 个 DNA 条形码对药用黄精的鉴定效率, 结果显示 *trnK-matK* 的群体遗传分化指数最高, 从而确定了 *trnK-matK* 最适用于药用黄精的分子鉴定。

综上所述, 分子生物学技术在药用黄精种质鉴别中的应用研究日渐趋于成熟, 今后需要加强种质资源收集, 并且加快建立适合药用黄精种质资源鉴别且使用可行的技术, 以保护药用黄精这一类珍贵的药用资源。

彭星星等^[10]从野生多花黄精群体中选出的高产、优质、高抗新品种‘皖黄精 3 号’, 该品种根状茎肥厚、姜形、黄棕色, 高抗根腐病。肖良俊等^[11]在滇黄精野生资源调查中发现并选育了具有植株生长健壮、产量高、品质好、无病虫害、抗逆性强等特性的‘林韵 1 号’, 该品种植株顶端作攀援状, 叶轮生, 花序轮生于叶腋, 花白色, 圆筒状, 浆果橘色, 球形, 而块茎呈淡黄色, 具环节皱纹, 质坚韧, 很难折断。蒋燕锋等^[12]收集保存了浙江、湖北、安徽等地多花黄精种源 17 个, 筛选出多糖含量高、增产潜力大的优良种源 2 个, 分别是浙江景宁、安徽青阳种源, 其多糖含量均高于 30%。章小雨^[13]通过药用黄精种质资源评价体系和代谢组学手段对多花黄精次生代谢产物的差异进行研究, 结果表明安徽产黄精的过氧化物酶和超氧化物歧化酶活性较强, 植株形态上江西鄱阳、铜鼓和靖安三地产黄精植株高大, 安徽金寨黄精多糖含量最高, 安徽歙县黄精总黄酮含量最低, 浙江武义黄精总黄酮含量最高。马永强等^[14]检测了 6 个产地不同品种药用黄精的基本成分及功效成分, 结果显示安徽九华山的多花黄精多糖含量最高, 为 17.93%, 陕西安康的鸡头黄精黄酮含量最高, 达 11.30%。从已有的研究可以看出, 安徽种源黄精从品质、药效上都属于较优, 但不同种源之间的优劣比较还有待进一步的研究探讨。

2 黄精繁育技术

2.1 根茎繁殖

一般 3 月或晚秋前后, 选择健壮完好的 2 年生药用黄精植株根状茎, 将根茎切成数段, 伤口晾干或涂抹草

木灰消毒后, 挖沟深 10 cm 左右, 按照株距 15 ~ 25 cm、行距 20 ~ 30 cm 种植, 覆土 5 ~ 9 cm, 栽后 5 d 左右浇水。秋末移栽的根状茎, 上冻前覆盖秸秆、稻草或树叶等保暖, 出苗前撤掉^[15]。田启建^[16]通过田间试验、室内鉴定, 总结出种苗标准及移栽期, 制定出一年生黄精无性繁殖最佳移栽时期和种苗分级标准。郑云峰等^[17]也认为根茎繁殖是药用黄精最佳的繁殖手段。目前, 安徽和浙江多采用此方法来进行种苗繁育。

2.2 种子繁殖

Liu 等^[18]利用代谢组学和转录组学对多花黄精的种子萌发进行了探究, 发现与未萌发种子相比, 已萌发种子可能是通过促进类黄酮的合成、抑制木质素的合成来影响萌发。黄精种子不易萌发, 发芽率低的原因可能是种子胚乳吸水障碍以及种子有不同程度的内源抑制物质所导致的^[19]。赵致等^[20]总结了药用黄精种子育苗技术规程, 种子处理可以采用发酵漂洗法, 保存种子可以采用冷冻沙藏与低温沙藏。傅飞龙等^[21]发现黄精种子 25 ℃ 正常萌发, 但由于上胚轴休眠特性, 正常出苗需要一定低温, 从而打破休眠。通常第一年出苗率低, 要经历 2 个冬季冬眠后, 方能长出 1 片真叶, 从种子育苗到收获期长达 5 ~ 6 a, 所以生产上应用较少。

2.3 组织培养

药用黄精组培繁殖是可行的。田怀等^[22]以黄精无菌种子为材料, 判定黄精种子萌发的最佳培养基为 MS+6-BA (0.2 mg·L⁻¹) +2,4-D (0.2 mg·L⁻¹) +GA₃ (2.0 mg·L⁻¹), 愈伤组织继代培养的最佳培养基为 MS+6-BA (4.0 mg·L⁻¹) +2,4-D (0.2 mg·L⁻¹) +TDZ (0.2 mg·L⁻¹), 生根诱导培养的最佳培养基为 1/2MS+TDZ (0.01 mg·L⁻¹) +NAA (0.2 mg·L⁻¹)。周建金等^[23]以多花黄精的地下根茎诱导愈伤组织, 通过诱导组织脱分化形成不定芽, 实现了多花黄精组培繁殖, 并总结出理想的增殖培养基、生根培养基, 炼苗移栽的成活率达 92% 以上。杨寻^[24]以多花黄精组培苗的带芽根状茎来诱导愈伤组织, 判定最佳的不定芽诱导培养基为 MS+6-BA (0.5 mg·L⁻¹) +NAA (0.2 mg·L⁻¹), 最佳的生根培养基为 MS+NAA (0.5 mg·L⁻¹)。上述研究说明, 药用黄精组培快繁技术已趋向成熟, 规模化、工厂化育苗已基本可以实现。

3 黄精仿野生栽培技术

3.1 林下栽培技术

郑林森^[25]研究发现多花黄精在杉木 *Cunninghamia lanceolata* 林下可以正常生长发育, 在 600 ~ 900 株·hm⁻² 林分密度下, 多花黄精根茎产量可达到 1 600 kg·hm⁻² 以上。攀艳荣^[26]提出多花黄精生长和地下根茎活性成分含量会受到坡位、立株密度、群落结构的影响, 一般选择 1 500 ~ 2 500 株·hm⁻² 的林分密度和下坡位进行栽培。刘跃钧等^[27]发现锥栗 *Castanea henryi* 林下“套种多花黄精—整地 40% ~ 60%—覆盖物”为理想的复合经营模式。该模式可以改善林地耕作层土壤的理化性质, 减少林地泥沙流失量, 提高锥栗果和多花黄精的产量、品质以及经济和生态效益。黄云鹏^[28]等认为多花黄精比较适宜在毛竹 *Phyllostachys edulis* 林下和阔叶林下种植, 可提高多花黄精根茎的多糖含量。适宜的林分类型分别为郁闭度 0.4 ~ 0.6 的毛竹林或阔叶林^[29]。章文前^[30]提出郁闭度和坡位会影响多花黄精的株高和根茎鲜质量等生长指标。综上所述并结合浙江省各地实际栽培情况来看, 药用黄精适于下坡位、郁闭度 0.4 的林下进行人工栽培。因此, 药用黄精适于林下套种, 不占用耕地, 可促进林农增收致富。

3.2 规范化栽培技术

3.2.1 中耕除草 药用黄精在幼苗期因根部吸收能力弱, 要及时除草, 防止营养被杂草吸收, 影响黄精早期的生长而导致后期黄精生物量、药用成分含量的减少。黄精在生育期内一年要除草 4 次, 分别是 4 月、6 月、9 月、11 月, 要做到除早、除小、除净, 不能伤及植株根部, 中耕时可适当培土, 防止后期出现倒伏。

3.2.2 水肥管理 苑璐^[31]判定多花黄精初生和次生代谢物之间的平衡机制受到水分胁迫的影响。唐婧文等^[32]通过盆栽控水试验, 判断多花黄精光合作用及叶绿素荧光参数受到土壤水分胁迫的影响, 结果显示 60% ~ 80% 的土壤含水量, 多花黄精可以正常生长, 水淹胁迫对多花黄精有明显伤害。罗长浩^[33]研究表明施用有机肥的多花黄精总多糖和皂苷积累显著高于施用化肥处理的。蔡瑜等^[34]的研究表明, 对于黄精幼苗, 通过施用复合肥+菌肥

或黄腐酸钾能促进根茎生长,但重要代谢物质(如黄酮)含量会有所下降。王占红等^[35]对杨凌地区黄精氮磷钾优化施肥模式进行研究,发现磷肥对黄精增产影响最大,N、P₂O₅、K₂O的最佳施肥配比为1:(0.89~0.91):(0.50~0.68)。

3.2.3 摘花打顶 杨清平等^[36]研究表明摘花和打顶措施能显著提高1年生多花黄精块茎生物量、增长速率与分配比例,可以在生产中应用。通常在4—6月分批摘除盛开的花朵,除去顶芽,去除部分不超过植株高的1/3,摘花打顶需在晴天进行。同时喷施叶面肥,可促使叶面进行光合作用,便于向根系输送营养,提高肥料转换率,使根茎快速膨大,提高多花黄精的产量和品质。

3.2.4 病虫害防治 蒋燕锋等^[37]对浙江地区多花黄精主要常见病虫害的发生及防控方法进行了总结。药用黄精中最常见的两种病害是根腐病和茎腐病,两者都是由镰孢属 *Fusarium* 真菌引起,根部是其侵染的部位。在发病初期使用药材腐烂净、生根盘根壮苗剂,可采用喷雾、冲施、滴灌方法,2~3 d 喷施1次,连续2~3次,严重时采用灌根方法。常见的虫害有蛴螬 *Holotrichia diomphalia*、蚜虫 *Aphidoidea*、红蜘蛛 *Tetranychus cinnabarinus* 等,红蜘蛛可在发病初期用24%联苯肼酯(2 000倍液)进行喷施,每隔15 d 喷施1次,连续喷施2~3次。

4 小结与讨论

目前,对药用黄精种质资源遗传多样性的研究主要从形态学、细胞学和分子水平等方面开展,结果均显示,黄精遗传资源丰富,但这些研究结果之间缺乏有机的联系。需要进一步筛选黄精中涉及主成分合成的关键基因,从分子水平上分析其主要成分的生物合成路径,为黄精的分子育种、选育优良新品种奠定理论基础。此外,对黄精种质的评价一般根据根茎产量和多糖的含量来确定,缺乏对其他功能性指标成分或分子指纹等方面的准确鉴定;同时也需要开展对黄精地上部分茎、花、叶、种子等器官药理活性的研究。因此,构建一个完善、系统的黄精种质鉴定、质量评价体系是有必要的。在繁殖栽培技术方面,目前,在黄精育苗过程中还存在种子发芽率低、繁殖周期长,根茎繁殖中品种易退化、繁殖系数低,组培繁殖要求和成本高,难以在生产中大规模推广应用等问题。在黄精栽培种植过程中还存在优良品种匮乏、栽培管理技术不规范、林下种植管理投入成本高等问题。未来需深入探索黄精繁育技术,加快优良黄精的繁育和推广,因地制宜地改善区域黄精的栽培模式,以促进我国黄精产业健康、可持续发展,也为黄精产品的进一步研究和推广建立基础。

综上所述,作者认为今后应利用黄精种群间的杂种优势,选出优良的种质资源进行杂交育种,培育出优良的品种,运用转基因技术、基因编辑等基因工程相关的技术进行品种改良,并利用组培繁殖技术对已选育出的优良的品种进行大面积繁殖和推广,解决市面上品种混乱的现象,生产出质量优良的黄精中药材。

参考文献:

- [1] JIANG Q, LU Y, DAI W, et al. Extraction and bioactivity of *Polygonatum polysaccharides*[J]. Int J Biol Macromolec, 2013, 54:131–135.
- [2] 张昭,程惠珍,张本刚,等.黄精属药材结实特性的研究[J].中药研究与信息,2003(09):19–20.
- [3] 徐茂红,鲍玲玲,方士英,等.苏黄止咳颗粒制剂成型工艺研究[J].求医问药(下半月),2011,9(02):75–76.
- [4] 王雨婷,刘婉滢,沈舶宁,等.黄精的本草考证[J].中医学报,2019,47(03):81–86.
- [5] CHENG W J, LIU T T, WU H L, et al. Isolation and characterization of twelve polymorphic microsatellite loci in *Polygonatum cyrtoneura* and cross-species amplification[J]. Conserv Genet Resour, 2010, 2: 105–107.
- [6] JI R R, SHENG Y J, CHEN L S, et al. Analysis of the genetic structure and morphology of *Polygonatum cyrtoneura* in Anhui Province, eastern China revealed three distinct genetic groups[J]. Nor J Bot, 2020, e02643.
- [7] 刘跃钧,张媛,蒋燕锋,等.黄精种质资源遗传多样性研究[J].浙江农林大学学报,2016,33(06):1085–1091.
- [8] 姜武,李亚萍,陈家栋,等.基于ISSR和SRAP分子标记的黄精种质遗传多样性研究[J].中草药,2022,53(21):6865–6873.
- [9] 龙炳宏,蒋向辉,宋荣,等.DNA条形码在黄精属药用植物鉴定与遗传多样性分析中的应用[J].植物科学学报,2022,40(04):533–543.
- [10] 彭星星,李卫文,储转南,等.多花黄精新品种‘皖黄精3号’[J].园艺学报,2020,47(S2):3144–3145.
- [11] 肖良俊,李仙兰,吴涛.滇黄精新品种‘林韵1号’[J].园艺学报,2022,49(03):707–708.
- [12] 蒋燕锋,刘跃钧,朱虹,等.多花黄精种质资源收集评价及林下高效栽培技术研究[Z].2015.

- [13] 章小雨. 不同产地多花黄精种质资源异质性及其机制研究[D]. 南昌: 江西中医药大学, 2021.
- [14] 马永强, 沈盈, 王鑫, 等. 不同品种和地区黄精成分的主成分分析及聚类分析[J]. 粮食与油脂, 2021, 34 (11): 141–145.
- [15] 胥雯, 马靖艳. 黄精实用种植技术[J]. 林业与生态, 2020 (12): 38–39.
- [16] 田启建. 贵州黄精规范化种植关键技术研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2006.
- [17] 郑云峰, 李松涛. 黄精的应用与栽培[J]. 特种经济动植物, 2002 (05): 25.
- [18] LIU R., LU J., XING JY, et al. Transcriptome and metabolome analyses revealing the potential mechanism of seed germination in *Polygonatum cyrtoneura*[J]. Sci Rep, 2021, 11 (1): 12161.
- [19] 张玉翠, 李勇刚, 王占红, 等. 黄精种子休眠原因的研究[J]. 种子, 2011, 30 (04): 58–61.
- [20] 赵致, 庞玉新, 袁媛, 等. 药用作物黄精种子繁殖技术研究[J]. 种子, 2005 (03): 11–13.
- [21] 傅飞龙, 丁自勉, 马存德, 等. 黄精种子萌发及出苗特点研究[J]. 中国现代中药, 2017, 19 (08): 1151–1156.
- [22] 田怀, 侯娜. 黄精组织培养快繁技术体系建立的研究[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2020, 43 (03): 129–135.
- [23] 周建金, 罗晓锋, 叶炜, 等. 多花黄精组培快繁技术研究[J]. 福建农业科技, 2012 (09): 59–61.
- [24] 杨寻. 多花黄精组培再生体系构建及驯化研究[J]. 农业与技术, 2021, 41 (07): 18–20.
- [25] 郑林森. 杉木林下多花黄精种植试验研究[J]. 林业勘察设计, 2012 (01): 155–157.
- [26] 樊艳荣. 毛竹林下多花黄精种群生长特征及影响因子研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2013.
- [27] 刘跃钧, 蒋燕锋, 葛永金, 等. 锥栗–多花黄精不同复合经营模式经济生态效益评价[J]. 经济林研究, 2020, 38 (04): 72–81.
- [28] 黄云鹏, 范繁荣, 王邦富, 等. 4 种不同林分类型对多花黄精生长的影响[J]. 西部林业科学, 2016, 45 (05): 132–135.
- [29] 黄云鹏, 王邦富, 范繁荣, 等. 林分类型及郁闭度对多花黄精根茎多糖含量的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32 (10): 102–105.
- [30] 章文前. 不同郁闭度和坡位对毛竹林下套种多花黄精的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40 (26): 12959–12960.
- [31] 苑璐. 黄精中总皂苷和多糖的制备及其在栽培过程中土壤水分含量对其质量的影响研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2015.
- [32] 唐婧文, 梁文斌, 邹辉, 等. 土壤水分胁迫对多花黄精光合作用及叶绿素荧光参数的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39 (05): 110–118.
- [33] 罗长浩. 不同施肥条件对黄精花椒林下栽培品质及产量的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [34] 蔡瑜, 周双双, 石明凡, 等. 施肥对多花黄精生长和主要代谢产物含量的影响[J]. 中药材, 2022 (12): 2805–2811.
- [35] 王占红, 王瑾, 朱伍凤, 等. 杨凌地区黄精氮磷钾优化施肥模式研究[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30 (03): 143–148.
- [36] 杨清平, 陈双林, 郭子武, 等. 摘花和打顶措施对毛竹林下多花黄精块茎生物量积累特征的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2021, 45 (02): 165–170.
- [37] 蒋燕锋, 谢建秋, 潘心禾. 黄精常见病虫害的发生与防治[J]. 农业科技通讯, 2021 (11): 279–282.