



孙博位,路文鹏,许培磊.北五味子的繁殖栽培生理及主要活性成分研究进展[J].黑龙江农业科学,2023(11):10-18.

# 北五味子的繁殖栽培生理及主要活性成分研究进展

孙博位<sup>1,2</sup>,路文鹏<sup>2</sup>,许培磊<sup>2</sup>

(1. 延边大学 农学院,吉林 延吉 133002; 2. 中国农业科学院 特产研究所,吉林 长春 130112)

**摘要:**五味子[*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.]是木兰科五味子属多年生的木质藤本植物。作为一味大宗道地药材,五味子对许多疾病表现出良好的治疗效果和较低的毒性。在现代医学中研究发现五味子有提高人体免疫力、抗抑郁、抗肿瘤、保护受损神经元,提高记忆力等作用,在医疗领域内应用较为广泛。本文对五味子的应用现状、品种选育、扦插、嫁接、组织培养等繁殖技术,花芽分化、光合特性、植物营养元素等栽培生理,黑斑病、白粉病、女贞细卷蛾等常见的病虫害防治,以及五味子甲素、五味子乙素、多糖、挥发油等活性成分药理研究方面进行综述,并对五味子今后的开发利用前景进行展望。

**关键词:**五味子;栽培;活性成分;木脂素

五味子[*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.]别名五味、山花椒,是木兰科五味子属多年生的木质藤本植物。其外形为不规则的球形或倒卵圆形,果实表皮在着色期到成熟期间由青绿色逐渐转变为红色或暗红色,果肉较为柔软,味道偏酸。五味子属植物在我国约有20种,其中药用植物约有19种。五味子原产于中国,主要分布在东北三省、河北、俄罗斯远东等北方地区。《中华人民共和国药典(2020年版)》中收录了两种五味子,分别为五味子(习称北五味子)[*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.]和华中五味子(习称南五味子)[*Schisandra sphenanthera* Rehd. et Wils]<sup>[1]</sup>。两者以黄河流域划分,南五味子主要集中在华南、四川、湖南等地。东北三省是北五味子的主要产区,野生五味子的年产量约为500~700 t<sup>[2]</sup>。五味子是一种著名的药材,入药部位为干燥成熟果实。初始被记载于《神农本草经》中,并且被称之为上品中药,具有收敛肺气、滋养津液、养肾固涩、保护肝脏、镇静催眠等功效,主要用于治疗肺肾虚咳、梦遗滑精、久泄、心悸等症状<sup>[3]</sup>。《本草纲目》中曾有记载“五味子,入补药熟用,入嗽药生用。五味子酸咸入肝而补肾,辛苦入心而补肺,甘入中宫益脾胃”。2002年卫生部印发的《关于进一步规范保健食品原料管理的通知》中明

确指出,五味子等114种原料可以作为保健食品使用。

五味子作为一味历史悠久的道地药材,在《中华人民共和国药典(2020年版)》中收录了含有五味子的成方制剂117个,剂型以丸剂(35个)、片剂(27个)以及胶囊剂(22个)为主<sup>[4]</sup>。其中较为常见的有五味子颗粒、五味子糖浆、生脉饮、补肾丸等。我国大部分产量应用于医药领域,只有极小的一部分应用在酿酒、饮料、化妆品等方面。在国家市场监督管理总局特殊食品信息查询平台上,检索以五味子为原料的保健食品共有353个,其中大多数以改善睡眠质量为主,其次是具有保护肝脏、调节免疫能力和延迟疲劳等功效<sup>[5]</sup>。马荣山等<sup>[6]</sup>通过一系列试验,生产发酵出颜色鲜艳、风味独特的五味子蜂蜜果酒。蒋超等<sup>[7]</sup>研制出一种五味子葡萄酒,制作方法简单易行,生产成本低,生产周期短,该产品既具有葡萄、五味子的营养价值同时还具有保健的作用。此外,我国市场上还开发出五味子果醋、五味子果茶、五味子果糕、五味子果酱等产品<sup>[8]</sup>。目前关于五味子药理活性部分依旧是研究热点,未来可进一步深入研究其活性成分,开发更优化的提取工艺,同时开展更多的临床试验进而发挥其药用功效。此外随着社会的发展以及科技的进步,人们对于养生开始更为重视,但目前市场上有关五味子保健品的功效主要以改善睡眠为主,功能较为单一。后续可根据消费者需求以及五味子其他的药效功能开发相应的保健产品,以促进五味子产业的发展。鉴于此,本文梳理了五味子的品种选育栽培技术、病虫害、活性成分及功效研究进展,并对其开发利用前景进行了展望。

收稿日期:2023-06-23

基金项目:吉林省科技发展规划重点研发项目(202004040-11YY);软枣猕猴桃、五味子国家林木种质资源库(吉财资环指[2022]1091号)。

第一作者:孙博位(1999—),男,硕士研究生,从事果树遗传育种研究。E-mail:1351518183@qq.com。

通信作者:路文鹏(1969—),男,硕士,研究员,从事果树遗传育种研究。E-mail:182104074@qq.com。

## 1 五味子的品种选育及栽培生理研究

### 1.1 品种选育现状

由于清林打柴等作业以及五味子在医疗领域的不断开发,依靠采收野生五味子用来制药已经满足不了社会的需求。从 20 世纪 80 年代开始,国内外学者在研究五味子生物学特性的同时,也开展了人工培育、扦插繁殖等试验,为五味子品种选育提供了基础。中国农业科学院特产研究所收集五味子种质资源 200 余份并制定了《五味子种质资源描述规范和数据标准》<sup>[9]</sup>,选育出来‘红珍珠’‘嫣红’‘妍脂红’等多个新品种<sup>[10-12]</sup>。‘红珍珠’是野生五味子通过无性繁殖并开展适应性试验最终经过系统选育而成的新品种,具有大小年现象轻、丰产性强等特点<sup>[10]</sup>。‘嫣红’由野外资源采集时发现的优良单株,代号为‘PS-22’,嫁接育苗而成,通过生物学观察发现其遗传性状稳定,抗病性强,果实品质优良<sup>[11]</sup>。‘妍脂红’为在靖宇县大门框村五味子栽培群体中发现的代号为‘7N5S2’的优良单株,经过绿枝嫁接而成,通过多年的产量观察、品质性状鉴定,综合性状良好<sup>[12]</sup>。张顺捷<sup>[13]</sup>建立了优良无性系测定园,并进行种质资源收集,对北五味子的种子处理、生长调控等方面开展了研究,为北五味子的产业提供了技术保障。

### 1.2 栽培生理特性

1.2.1 花芽分化研究 北五味子是雌雄同株、耐阴喜光、抗寒性强、抗旱性差的植物。影响五味子产量的主要因素为雌花的数量,但由于雌花的分化比率不稳定,在生产中经常有大小年的现象出现,导致五味子的稳产性很差。因此,通过研究五味子花芽分化的诱导时期,花芽分化的临界期,并且通过合理施肥来促进雌花分化,以达到稳产的目的,对五味子的栽培具有重要意义<sup>[14]</sup>。研究表明,不同枝蔓的五味子雌花分化比率存在差异。李爱民等<sup>[15]</sup>将北五味子一年生枝条划分为 4 种类型,其中叶丛枝的雌花数量为 0,而中长枝的花芽分化及雌花分化比率较高,长枝的雌花分化率达到了 43.2%。此外,不同种植位置的五味子雌花比例也明显不同,林间雌花数量为 3.4%,而空旷地区雌花数量为 51.2%。李爱民等<sup>[16]</sup>通过观察五味子的花芽分化,认为 7 月中旬为五味子雌雄分化的临界期。冬季修剪试验结果表明,光照条件是提高五味子雌花比例的重要因素,光照条件越好,五味子的雌花比例越高,加大修剪的强度可以促进基芽的萌发率。宋金枝等<sup>[17]</sup>发现在花

芽分化期,单位面积内五味子总花量与种群密度呈正相关,随着密度的增大而增加。在生产中可以通过加强田间管理和合理施肥,提高每颗五味子的总花量,提高雌花的数量和雌花分化率,从而提高产量。

1.2.2 地下横走茎研究 五味子的地下横走茎是其进行无性繁殖的重要器官,但也是与母体竞争养分的器官,如果大量生长,会造成雌花的分化比率降低,严重影响五味子的稳产性。王振兴等<sup>[18]</sup>通过观察地下横走茎形态发生规律发现,在栽培时先将子叶腋芽及其上部第 1 片真叶腋芽、第 2 片真叶腋芽切除,并在 8 月中下旬向其喷施抑制类的生长调节剂,可以有效抑制形成地下横走茎。刘丽莉等<sup>[19]</sup>在栽培过程中,让五味子横走茎的芽或枝条始终露出地面,使其不能产生地下横走茎,对促进雌花分化,保证产量具有积极的作用。王怀松等<sup>[20]</sup>认为每年在树体萌发后和落叶后两个时期剪除基部萌发的五味子地下横走茎,并彻底从地下拔出避免形成新的植株,对主蔓的生长以及树势的提高有明显的促进作用。随着五味子繁殖方法研究的不断深入,可培育不产生地下横走茎的五味子苗木,这将从根本上解决五味子地下横走茎的问题,以推动五味子产业的快速发展。

1.2.3 光合特性研究 五味子作为一种耐阴喜光的植物,其光合特性是影响产量的一个重要因素。研究表明,五味子的光合速率日变化呈双峰曲线。随着温度和光强的变化,第一次光合速率高峰在 11:00 左右,达到最高值之后逐渐下降,第二次在 14:00—15:00 出现高峰,这表明五味子的光合作用存在明显的午休现象<sup>[21]</sup>。不同栽培环境等因素导致五味子的光合能力存在差异。李爱民等<sup>[22]</sup>在中国农业科学院特产研究所五味子人工栽培园测得五味子光合速率最高值为  $8.25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。姚渝丽等<sup>[23]</sup>在吉林农业大学北五味子栽培基地进行测试,光合速率最高达到  $23.44 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。张庆田等<sup>[24]</sup>针对栽培架势对五味子光合性能的影响进行研究,结果表明,用棚架栽培的五味子叶片的光合速率要高于用篱架栽培的五味子,采用合理的栽培架势增加五味子的通风透光能力可以有效提高叶片的光合速率,促进五味子的丰产稳产。

1.2.4 土壤施肥研究 土壤肥力是栽培的基础,合理施肥是保证五味子的丰产稳产的重要措施。李爱民等<sup>[25]</sup>针对北五味子栽培区域无霜期短的特点,在 8 月中下旬采果前进行施肥,并将有机肥

和速效性氮钾肥混合施用,使结果株率提高到 96.43%。徐宁等<sup>[26]</sup>研究表明,不同的水肥管理技术对五味子产量均有影响,其中草炭处理作用最为明显。草炭处理能增加土壤中胡敏酸和富里酸的含量,增加五味子产量。此外,数据显示,土壤有机质含量与五味子产量相关性极为显著。草炭有改良土壤环境的作用,可提升土壤中的微生物含量及有机质含量,经过草炭处理的土壤有利于五味子产量的增加。杨雨春等<sup>[27]</sup>针对配方施肥对北五味子高生长的影响进行研究,试验表明,N、P、K 的影响效应为  $N > K > P$ ,最佳施肥量为 100 : 0.72 : 1.30。王志新等<sup>[28]</sup>连续三年对五味子进行施肥试验,结果表明,施肥对五味子增产的效果显著,其中以施用氮肥  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、磷肥  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、钾肥  $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  的施肥量配比增产效果最佳,较对照增产 46.3%。合理的施肥对于作物的增产有促进的作用,根据当地的农业条件进行的配方施肥,3 种肥料交替施用可显著提高五味子的产量。

根系和叶片中的养分含量能够直接反映土壤中的养分供给能力,植物的营养元素对于植物的生长起着重要的作用,缺少某种养分会导致生长受到抑制,最终影响品质。徐海军等<sup>[29]</sup>研究表明,随着氮素水平的增加,五味子茎叶全氮含量、可溶性蛋白以及叶绿素含量都呈现先升高后下降的趋势。五味子的苗木在不同的生长时期对不同的氮素形态比例的吸收以及利用存在着显著的差异,铵态氮和硝态氮对幼苗生长存在明显的联合效应<sup>[30]</sup>。丛毓等<sup>[31]</sup>研究发现,5 年生五味子在整個生长发育过程中,氮素的含量下降趋势十分明显。磷元素含量在展叶期至浆果生长初期下降,在浆果生长中、后期显著提高,在果实成熟后期至植株枯萎时显著降低。钾元素含量呈下降趋势,在浆果生长后期小幅度上升后又缓慢下降。于志民<sup>[32]</sup>对黑龙江 3 个主产区的野生五味子进行采样分析,植株不同器官钾元素含量顺序为,果实 > 花 > 叶 > 根和茎。

### 1.3 繁殖技术研究

1.3.1 扦插繁殖 有关五味子繁殖的研究越来越多,方法也从实生苗培育发展到扦插繁殖、嫁接繁殖和组织培养繁殖等多种繁殖方式。李爱民等<sup>[33]</sup>在初夏时期对五味子进行绿枝扦插试验,结果表明,300  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NAA 处理的生根率高达 90.9%。在硬枝扦插试验中,用 200  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 IBA 处理

的生根率平均为 88.3%,最高达到 92.5%。判断初夏为最适宜扦插的时期,过早或过晚都有可能影响五味子插条生根。林昊<sup>[34]</sup>认为 6 月份为五味子绿枝扦插的最佳时期,用珍珠岩和草炭按 1:1 的比例混合基质的扦插生根率高达 82.5%。陈建军等<sup>[35]</sup>在硬枝扦插试验中,用 150  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ABT1 号生根粉处理可使五味子生根率达到 87.0%。但由于扦插繁殖速度慢、成苗率低,不能满足生产的需求,使良种的应用受到了限制。这一问题影响了五味子生产的效率和质量,目前组织培养技术已经取得了显著的成果,使优良单株得以保存,提升品质的同时也增加了繁殖速度。

1.3.2 嫁接繁殖 嫁接繁殖是无性繁殖的一个重要方法,对苗木的良种繁育具有积极的推动作用。李爱民等<sup>[36]</sup>用硬枝劈接法使五味子嫁接的苗木成活率达到了 88.0%。但该方法操作不易,应用推广受到限制。艾军等<sup>[37]</sup>采用芽苗嫁接的方法培养出来的苗木,具有低成本,生长快,成活率高的特点,嫁接成活率达到 95% 左右,同时由于提早结果还避免了地下横走茎的产生。刘志文<sup>[38]</sup>经过多年研究,在五味子繁殖技术上采用绿枝劈接法取得了较好的效果。目前嫁接技术已经趋于成熟,对繁育良好的苗木有积极的推动作用,为繁育出更优质健康的苗木提供了有力的支持。

1.3.3 组织培养繁殖 随着五味子产业的发展,市场对高产优质的五味子需求日益增加,五味子的组培快繁技术至今已取得较大的进展。目前,五味子组织培养以 MS、 $B_5$  以及  $N_6$  等培养基为主,而激素则以 BA 及 NAA 为主。刘丽娟<sup>[39]</sup>以五味子的茎、茎段和叶作为外植体培养于添加了 NAA 和 6-BA 的 MS 培养基上,结果显示,在 6-BA 1.0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  + NAA 0.2  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 MS 培养基上,茎段的愈伤组织最好,并且有芽的分化,判断茎段为最佳的外植体。李兴亮等<sup>[40]</sup>以五味子的带芽鳞的休眠芽、不带芽鳞的休眠芽和水培的新梢茎段作为外植体进行诱导,分化率达到了 95%。水培的五味子嫩茎由于在室内培养具有污染率低、存活率高等特点,是诱导丛生芽的最佳外植体。朱俊义等<sup>[41]</sup>以五味子的嫩茎段、叶片、叶柄等作为外植体诱导愈伤组织,其中嫩茎段的愈伤诱导率达到 75%,叶片的效果最差。张晓薇等<sup>[42]</sup>用改良  $B_5$  + 6-BA 2.5  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  + NAA 0.1  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的培养基,将五味子嫩茎段的愈伤组织诱导率提升到 90%。武立丹等<sup>[43]</sup>采用  $N_6$  + 6-BA 2.0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  +



NAA  $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  培养基,使五味子嫩茎段的愈伤组织诱导率达到 95.1%。随着组织培养技术的不断成熟,使许多优良单株品种得以保存和快速繁殖,这一技术的发展为五味子的繁殖提供了更为高效的途径,提升了五味子品质,加快繁殖速度,实现工厂化育苗,满足了生产需要。

## 2 病虫害研究

病虫害防治是保障生产安全的重要手段。不断扩大五味子栽培规模后,五味子易发生病虫害。正确掌握病虫害的发生规律,采取科学有效的防治办法,是促进五味子丰产稳产的关键性措施。目前已经发现的病害有:黑斑病、白粉病、叶枯病、根腐病、果腐病、细菌性溃疡病<sup>[44]</sup>、炭疽病<sup>[45]</sup>等。虫害有:女贞细卷蛾、黑绒金龟子、卷叶虫、柳蝙蝠蛾、康氏粉蚧等<sup>[46]</sup>。

### 2.1 病害

2.1.1 黑斑病 6月上旬至8月下旬时黑斑病易在空气潮湿、雨水偏大的地方发生,主要危害叶片、果实和新梢。艾军等<sup>[47]</sup>连续2年对五味子的病叶、病果和病枝进行采集分离培养,均分离出交连孢霉,鉴定为黑斑病的病原菌为交连孢属真菌。赵峻生<sup>[48]</sup>研究表明用代森锰锌 50%浓度的可湿性粉剂对黑斑病的治理有良好效果。刘海龙<sup>[44]</sup>研究表明针对黑斑病施用多菌灵、甲基托布津、福美双、世高这4种药剂抑菌效果较为明显。许伟民等<sup>[49]</sup>研究表明啞霉胺对黑斑病室内抑菌和田间试验的效果最好,防效高达 91.52%,其次寡雄腐霉、啞菌环胺、苯醚甲环唑、硅唑·咪鲜胺等也可以作为首选药剂。

2.1.2 白粉病 白粉病在6月上旬开始,6月下旬为发病盛期,高温干旱天气易发病,主要危害叶片、新梢和果实<sup>[50]</sup>。经过鉴定五味子白粉病的病原菌为五味子叉丝壳菌,该菌具有侵染力强、传播性快等特点<sup>[51]</sup>。邓勋等<sup>[52]</sup>研究表明良美 6 000 倍液处理对北五味子白粉病效果最好,防效达到 97.01%,植物可以正常生长,并且成本较低,可以满足广大农户防治的需求。回云静等<sup>[53]</sup>研究表明,枯草芽孢杆菌生物菌剂对五味子的白粉病有较好的抑制作用,防治效果在 75%以上,并且可以促进五味子有机物的合成,增加叶面积,提高光合作用。邓勋等<sup>[54]</sup>研究表明,阿米西达 800 倍液可有效防治白粉病,防效达到 87.82%;多抗霉素 800 倍液防治效果为 80.08%,施用多抗霉素之后提高了植株叶片中的可溶性蛋白、叶绿素含量以

及 CAT 酶和 POD 酶活性,对五味子的生长起到了促进作用。

2.1.3 根腐病 根腐病在5月上旬开始,6月上旬为发病盛期,高温高湿时易发病,经过鉴定根腐病原菌为镰刀菌属引起<sup>[55]</sup>。对比发病规律、发病症状和病原菌,推测根腐病和茎基腐病为同一种病害。傅俊范<sup>[55]</sup>研究表明在发病前用 50%浓度的多菌灵可湿性粉剂 600 倍液或绿亨 1 号 4 000 倍液灌根可以预防五味子茎基腐病。千日善等<sup>[56]</sup>研究发现交替施用啞肤菌净、扑海因 1 500 倍液、凯生 1 200 倍液进行灌根可以有效防治根腐病。

2.1.4 细菌性溃疡病 五味子细菌性溃疡病目前只有刘海龙<sup>[44]</sup>有过报道。经鉴定细菌性溃疡病病原菌为欧文氏菌属,主要危害叶片,新叶发病较多,老叶很少发病。试验结果表明农用链霉素的抑菌效果最为明显,建议作为田间药效试验的首选药剂。

### 2.2 虫害

2.2.1 女贞细卷蛾 女贞细卷蛾主要以幼虫危害五味子的果实、种子等。在吉林地区每年发生 2 代,第 1 代在 6 月上中旬为危害盛期,第 2 代在 7 月下旬至 8 月上旬为危害盛期。王玉兰等<sup>[57]</sup>研究表明女贞细卷蛾的幼虫可被一种寄生蜂寄生,适当减少施药的次数和浓度有利于天敌的繁殖,对防治起到一定的效果。艾军<sup>[50]</sup>用 20%浓度的溴氰菊酯或 5%浓度的来福灵乳油 1 500 ~ 2 000 倍液喷施防治效果达到了 90%。李慧丽<sup>[58]</sup>发现女贞细卷蛾具有一定的趋光性和趋化性,可以利用杀虫灯或者含有糖和醋的溶液来进行诱杀。

2.2.2 黑绒金龟子 黑绒金龟子主要危害五味子的根部。每年发生 1 代,5月上旬至6月下旬为危害盛期。许玉国等<sup>[59]</sup>发现由于黑绒金龟子的成虫具有强烈的趋光性,可以用杀虫灯或者普通的电灯等进行诱杀。李慧丽<sup>[58]</sup>用毒谷诱杀地下的害虫也有一定的效果。阎红玉<sup>[60]</sup>用翻炒后的谷糠与水 and 敌百虫混合成溶液,均匀地撒施在地面上,可以有效诱杀黑绒金龟子,减少对植株造成的伤害。

2.2.3 其他虫害 卷叶虫主要危害五味子的叶片,在卷叶前用 80%浓度的敌百虫 1 000 倍液喷雾,卷叶后用 40%浓度的乐果乳油 1 000 倍液喷雾防治<sup>[61]</sup>。美国白蛾主要危害五味子的叶片,可以用 25%浓度的灭幼脲 1 500 倍液或 20%浓度的高效氯氰菊酯 1 500 倍液进行防治<sup>[62]</sup>。柳蝙蝠

蛾主要危害五味子的枝干,可以采用 5% 浓度的来福灵乳油 200 倍液或者 20% 浓度的溴氰菊酯乳油进行喷施,可以获得较好的防治效果<sup>[63]</sup>。康氏粉蚧主要危害五味子的枝条、叶片。果实,在若虫形成介壳前可交替喷施 10% 浓度的氯氰菊酯 1 000 倍液、20% 浓度的速杀灭丁、25% 浓度的蚧死净乳油等;有介壳后可以喷施 0.3% 浓度的柴油乳剂<sup>[45]</sup>。桑白蚧主要危害五味子的枝条,可以用菊酯类药剂进行防治<sup>[64]</sup>。

### 3 活性成分及功效研究

五味子在我国应用治疗某些疾病上已经有数千年的历史。五味子药理活性成分丰富,在 20 世纪 70 年代初期,我国医学人员在临床中首次发现五味子对肝炎患者有一定的改善效果<sup>[65]</sup>,直至现在,有关五味子活性成分的药理研究依旧是国内外学者的研究热点。五味子中化合物有 200 余种,主要包括木脂素、多糖、有机酸、挥发油、维生素和三萜类化合物等<sup>[66]</sup>。

#### 3.1 木脂素

木脂素是五味子最具有代表性的一种化学成分,其中大部分木脂素结构为联苯环辛二烯类型,如五味子甲素、五味子乙素、五味子醇甲等。Liu 等<sup>[67]</sup>在 1978 年从华中五味子果实里分离出 5 种新木脂素,将其命名为 schisantherin A~E。在五味子双色变种中 Liu 等<sup>[68]</sup>分离出 9 种新的木脂素,命名为 schisantherin A~I。在五味子茎和叶中 Liu 等<sup>[69]</sup>分离鉴定出新的木脂素 schisanpropinin。迄今为止,国内外学者已经从五味子中分离鉴定出 40 余种木脂素<sup>[70]</sup>。

3.1.1 五味子甲素 五味子甲素具有消炎、抗氧化等作用。Kwon 等<sup>[71]</sup>研究发现五味子甲素对 LPS 引起的细胞炎症具有抑制作用,进而得出,五味子甲素对于巨噬细胞引起的炎症具有治疗的潜力。Wang 等<sup>[72]</sup>研究发现五味子甲素减少了 DN(慢性炎症性疾病)模型中由线粒体损伤引起的高葡萄糖导致的铁死亡和细胞焦亡,降低了 DN 模型中的炎症,证实五味子甲素对 DN 或其他糖尿病有一定的治疗效果。许红等<sup>[73]</sup>对小鼠 IBD 模型给予五味子甲素后,可显著缓解结肠损害等症状,这一现象表明五味子甲素有可能成为治疗炎性肠病的药物之一。Jeong 等<sup>[74]</sup>研究发现,由高脂肪高胆固醇引起的 NAFLD(非酒精性脂肪性肝病)的小鼠在给予五味子甲素后,通过调节脂质代谢、氧化应激和粪便脂质排泄显著降低

了肝脏的游离脂肪酸、甘油三酯的含量,避免肝脏中胆固醇的积累,这说明五味子甲素可能是预防和改善 NAFLD 的一种新型的有效天然化合物。

3.1.2 五味子乙素 五味子乙素具有调节中枢神经的作用,是五味子木脂素中最有效的神经保护剂。Lee 等<sup>[75]</sup>研究发现 MCAo(大脑中动脉闭塞)大鼠模型给予五味子乙素后消除 TNF- $\alpha$  和 IL-1 $\beta$  的蛋白表达以及 MMP-2 和 MMP-9 的降解,大鼠的脑梗塞面积小于对照组,有效改善神经偏瘫,具有神经保护的作用。王钦等<sup>[76]</sup>对抑郁大鼠模型给予五味子乙素干预后进行悬尾、强迫游泳等行为学试验,发现用药后大鼠的悬尾不动时间和强迫游泳的漂浮时间显著增加,试验表明五味子乙素可通过调节大鼠的 BDNF 和 Trk B 等信号通路来改善抑郁症。Ba 等<sup>[77]</sup>对 PD(帕金森病)小鼠试验中发现,给予五味子乙素后能调节 miR-34a 表达来增加多巴胺细胞对 6-OHDA 诱导的神经元死亡,抑制了 Nrf2 通路,起到保护中枢神经的作用。李佳芮等<sup>[78]</sup>针对五味子乙素对 AD(阿尔茨海默病)小鼠的研究中发现,在应用五味子乙素干预后小鼠的海马神经细胞排列规整,细胞水肿显著减轻,抑制神经元线粒体凋亡,保护受损的神经元,能有效改善 AD 小鼠的学习记忆能力。

3.1.3 五味子醇甲 五味子醇甲在《中华人民共和国药典(2020 年版)》2020 版中被作为检测北五味子质量的标准,也是鉴别南北五味子的物质之一,具有保护神经、增强认知、镇静催眠等作用。Song 等<sup>[79]</sup>在对五味子醇甲治疗 AD 大鼠认知能力试验中发现,在给予五味子醇甲干预后减少炎症介质的产生,抑制由链脲佐菌素诱导的 NF- $\kappa$ B 信号传导,改善神经炎症和内质网的应激,提高 AD 大鼠的认知能力。Zhang 等<sup>[80]</sup>推测五味子醇甲是通过调节 GM(肠道菌群)的失衡来达到治疗 AD 的作用,实验结果表明五味子醇甲调节大脑、血浆和粪便中紊乱的甘油磷脂代谢通路,使代谢水平逐步还原到正常状态,增加肠道中有益菌群的含量,减少 AD 大鼠海马神经元的丢失,改善 AD 大鼠的认知障碍。Zhang 等<sup>[81]</sup>研究发现五味子醇甲能显著降低小鼠的运动活性,并且能抵消由咖啡因引起的小鼠睡眠障碍,证实其具有镇静催眠的功能。

3.1.4 其它木脂素 Mao 等<sup>[82]</sup>研究发现五味子丙素可以修复 AD 小鼠损伤的神经元,经过处理

的小鼠海马神经元排列整齐,在 Morris 水迷宫试验中游泳的时间明显延长,增强学习记忆的能力,认知障碍得到显著改善。Kwon 等<sup>[83]</sup>研究表明五味子醇乙可以降低 Px(2 型糖尿病)大鼠肝脏中的脂肪含量,提高葡萄糖的利用率,有效改善肝脏中胰岛素的敏感性和信号传导,起到控制血糖的效果。Li 等<sup>[84]</sup>发现 Gomisin 可以通过减少胶质瘤细胞的增殖、诱导细胞凋亡达到治疗神经质瘤的目的,并且对小鼠几乎没有副作用。Feng 等<sup>[85]</sup>研究发现五味子酯甲通过调节肝癌细胞中的葡萄糖代谢来抑制细胞的增殖和迁移,降低细胞在体外和体内的活力,起到抗肿瘤的作用。

### 3.2 多糖

多糖是五味子中一种主要的活性成分,具有保护肝脏、调节免疫功能、降血糖等功效。传统的提取五味子多糖的方法有热水提取法、水提醇沉法等,虽然对设备要求低,但是对多糖的提取率也较低且浪费时间。

多糖在五味子活性成分中约占 10% 左右,具有疗效高、毒性低等优点,有较高的开发价值。Yuan 等<sup>[86]</sup>研究五味子多糖对酒精性肝病的影响中发现,五味子多糖对由乙醇诱导的小鼠肝脏损伤有明显的改善作用,降低肝脏中的甘油三酯水平,减轻由乙醇诱导的氧化应激损伤。Wang 等<sup>[87]</sup>针对五味子多糖对非酒精性脂肪性肝病的作用展开试验,结果表明小鼠在给予五味子多糖干预后,肝脏中的甘油三酯降低 28.3%,总胆固醇降低 27.0%,肝细胞中的脂肪变性和坏死有所减轻,肝功能得到改善,五味子多糖通过下调肝脏中的 SREBP-2/HMGCR 等信号通路起到保护的作用。Zhao 等<sup>[88]</sup>研究五味子多糖对巨噬细胞免疫调节活性的作用机制,结果表明,五味子多糖增加小鼠免疫球蛋白水平和 TNF- $\alpha$  水平,促进巨噬细胞的增殖和吞噬活性,诱导肿瘤细胞的凋亡,改善免疫系统的功能从而发挥其抗肿瘤的活性。Jin 等<sup>[89]</sup>发现五味子多糖通过上调胰岛素和 AMPK 信号通路,能增加胰岛素的敏感性,通过调节 AMPK 的 mRNA 水平和减轻胰岛素的抵抗起到改善葡萄糖代谢的作用。

### 3.3 挥发油

五味子的种子、茎、叶和果实中均含有丰富的挥发油。挥发油具有保护肝脏、消炎抗菌等作用。Zhao 等<sup>[90]</sup>研究发现五味子挥发油通过上调抗氧化信号通路基因表达和抑制氧化应激的发生,增

加自噬通量,抑制肝脏病变的增加,对 APAP(对乙酰氨基酚)诱导的小鼠肝损伤起到保护的作用。Kang 等<sup>[91]</sup>发现五味子挥发油通过上调 Nrf2 信号通路增强小鼠细胞的抗氧化能力,防治由过氧化氢诱导的细胞 DNA 损伤和细胞凋亡,减轻小鼠骨骼肌细胞氧化应激诱导的细胞损伤。Xu 等<sup>[92]</sup>研究表明挥发油通过调节 NF- $\kappa$ B/MAPK 信号通路改善 AD 小鼠的神经炎症,提高认知障碍小鼠的认知能力。

### 3.4 三萜类化合物

五味子中三萜类化合物根据骨架的不同主要可分为羊毛甾烷类、环菠萝烷类和五味子降三萜类<sup>[93]</sup>。具有抗病毒、抗炎等活性。Wang 等<sup>[94]</sup>在五味子茎中分离出一种新的三萜类化合物,其结构为 11 $\beta$ -hydroxylkadsuphilactone A,表现出保护肝脏的活性。Song 等<sup>[95]</sup>在五味子根中分离出一种新的高氧三萜类化合物,其结构为 schinchenlactone D,表现出抗炎活性。Xiao 等<sup>[96]</sup>在狭叶五味子中分离出一种新的高氧降三萜类化合物,其结构为 lancifodilactone G,具有抗 HIV 活性。Xue 等<sup>[97]</sup>在五味子的茎和叶中分离出 3 种新的三萜类化合物,其结构为 henrischinins A~C,表现出较弱的抗毒性。

## 4 展望

五味子作为一味大宗道地药材,对多种疾病表现出良好的治疗效果和较低的毒性,具有较高的药用价值。随着五味子药理研究的不断深入,野生五味子数量已不能满足需要,目前市场上的五味子主要为人工栽培。但国内外有关五味子的报道主要围绕药理作用,对栽培育种方面较为薄弱,目前主要以实生苗建园为主,栽培技术不够成熟,难以保证稳产优产。应尽力完善栽培技术、施肥等相关研究体系,制定出适合当地的栽培方法。随着社会的发展和科技的进步,五味子已经从医疗领域逐步发展到保健领域,并且取得一定的经济效益,但是仍然存在保健品功能单一、药物研发以剂型为主的问题。目前市场上的保健品大多以改善睡眠质量为主,其次是保护肝脏、调节免疫力等功能,对于改善记忆、降血脂、降血糖等功能产品研发较少,可根据五味子的药理作用研发出更多新功能的保健品。此外市场上保健品主要以口服液、胶囊等药物剂型为主,而食品形态的产品较少,可以根据不同消费者的需求开发果酒、果茶、果酱等产品,促进五味子产业的高质量发展。



## 参考文献:

- [1] 李爱民,张正海,魏盼盼.北五味子育种目标及育种途径的研究[J].特产研究,2010,32(3):70-72.
- [2] 凌凤贵,李爱民.北五味子的主要生物学特性[J].特种经济动植物,2005(7):29-30.
- [3] 张林疆,刘唯芬,毕开顺,等.五味子质量标准的研究[J].辽宁中医学院学报,2004(3):219-220.
- [4] 汪柄炎,梁可,王梓丞,等.含五味子成方制剂的归纳与分析[J].人参研究,2023,35(1):24-28.
- [5] 于纯森,陈小倩,廖贤,等.五味子药理作用研究进展及在保健食品中的应用[J].食品工业,2022,43(11):221-227.
- [6] 马荣山,代启靖,韩韬.发酵型五味子蜂蜜果酒的研制[J].食品研究与开发,2010,31(6):122-125.
- [7] 蒋超,蒋越.一种五味子葡萄酒:CN101050409 [P]. 2007-10-10.
- [8] 孙昌波,王森,丁向阳,等.五味子在食品工业中的应用及其开发前景[J].食品与机械,2003(6):9-10.
- [9] 艾军,王振兴,秦红艳,等.我国五味子研究现状及展望[J].东北农业大学学报,2012,43(10):14-20.
- [10] 李爱民,王玉兰,艾军,等.北五味子新品种“红珍珠”选育报告[J].特产研究,2000(4):31-32,35.
- [11] 王振兴,艾军,张庆田,等.五味子新品种“嫣红”[J].园艺学报,2014,41(12):2555-2556.
- [12] 许培磊,韩炎鑫,范书田,等.五味子新品种“妍脂红”[J].园艺学报,2022,49(S1):207-208.
- [13] 张顺捷.北五味子优良品系选育技术研究[Z].黑龙江省,黑龙江省林副特产研究所,2016-11-02.
- [14] 刘涛,王欣华,崔大巍.五味子栽培生理及开发利用研究进展[J].农业开发与装备,2014(3):116.
- [15] 李爱民,王玉兰,赵淑兰,等.北五味子花芽分化与营养水平变化的研究[J].特产研究,1998(2):6-10.
- [16] 李爱民,王玉兰,赵淑兰,等.北五味子冬季修剪试验报告[J].中药材,1997(9):438-439.
- [17] 宋金枝,杨允菲,夏广清,等.北五味子花芽分化与种植密度的相关性[J].东北林业大学学报,2009,37(7):27-29.
- [18] 王振兴,艾军,许培磊,等.五味子实生苗地下横走茎形态发生研究[J].北方园艺,2010(10):216-219.
- [19] 刘丽莉,李寿权,陈振山.北五味子地下横走茎有效处理方法[J].特种经济动植物,2011,14(6):42.
- [20] 王怀松,刘迎雪,王振兴,等.五味子地下横走茎的控制方法[J].特种经济动植物,2012,15(3):40.
- [21] 李爱民,郝屹,李志宝,等.北五味子光合特性的研究[J].特产研究,2003(3):11-13,27.
- [22] 李爱民,王玉兰,李昌禹.五味子的净光合速率及其日变化[J].园艺学报,2003(4):408.
- [23] 姚渝丽,刘实,李爱民,等.北五味子光合日变化特性的研究[J].华南农业大学学报,2010,31(2):54-58.
- [24] 张庆田,艾军,王英平,等.五味子不同栽培架势光合日变化的研究[J].北方园艺,2010(16):199-201.
- [25] 李爱民,刘金财.北五味子秋季施肥技术研究[J].特产研究,2006(3):20-22.
- [26] 徐宁,周连仁.不同水肥管理技术对北五味子产量的影响[J].东北农业大学学报,2010,41(12):43-47.
- [27] 杨雨春,刘晓光,朱治国,等.配方施肥对北五味子高生长影响的研究[C]//吉林省科学技术协会.创新驱动,加快战略性新兴产业发展:吉林省第七届科学技术学术年会论文集(下).长春:吉林大学出版社,2012.
- [28] 王志新,孙文生,高明辉,等.施肥对北五味子果林母树果实增产效应的研究[J].吉林林业科技,2011,40(2):35-37.
- [29] 徐海军,孙广玉,周志强,等.氮素水平对五味子幼苗生长的影响[J].国土与自然资源研究,2011(1):71-73.
- [30] 徐海军,孙广玉,张悦,等.不同氮素形态比例对五味子幼苗生长特性的影响[J].植物研究,2010,30(1):51-56.
- [31] 丛毓,杨靖民,刘丽娟,等.5年生五味子不同生育期叶片中N、P、K含量的变化[J].安徽农业科学,2012,40(12):7055-7057.
- [32] 于志民.黑龙江省野生北五味子钾素分布及动态趋势[J].国土与自然资源研究,2004(1):90.
- [33] 李爱民,王玉兰,孙宪忠,等.北五味子初夏扦插繁殖研究[J].特产研究,1996(1):26-27.
- [34] 林昊.北五味子扦插技术及几种植物生长调节剂对座果率影响研究[D].延边:延边大学,2010.
- [35] 陈建军,李俊清,高光栋,等.北五味子硬枝扦插育苗研究初报[J].中药材,1991(1):11-12.
- [36] 李爱民,王玉兰,孙成贺,等.北五味子嫁接育苗技术研究[J].特产研究,2003(1):10-12.
- [37] 艾军,王英平.五味子的芽苗嫁接方法:CN101194570 [P]. 2008-06-11.
- [38] 刘志文.五味子的绿枝劈接育苗[J].特种经济动植物,2008,11(12):29-30.
- [39] 刘丽娟.激素对五味子愈伤组织诱导的影响[J].通化师范学院学报,2007(4):20-21.
- [40] 李兴亮,滕世杰,才国彬.五味子组织培养技术初探[J].吉林林业科技,2008(2):7-10.
- [41] 朱俊义,刘雪莲,秦佳梅,等.北五味子组织培养中愈伤组织的诱导[J].东北林业大学学报,2006(6):41-42.
- [42] 张晓薇,夏媛,李凤兰,等.北五味子组织培养研究[J].安徽农业科学,2009,37(9):3933-3935.
- [43] 武立丹,金东淳,周桐,等.北五味子愈伤组织诱导研究[J].延边大学农学学报,2008(3):167-171,187.
- [44] 刘海龙.五味子病害的病原菌鉴定及室内药剂筛选[D].长春:吉林农业大学,2008.
- [45] KIM J, HASSAN O, KIM K M, et al. First report of *Colletotrichum fioriniae* causing anthracnose on the fruit of Omija (*Schisandra*) in South Korea [J]. Plant Disease, 2022,106(11):2991.
- [46] 张和,李教社,刘永红,等.五味子常见病虫害及其防治[J].陕西农业科学,2021,67(6):101-104.
- [47] 艾军,李爱民,王玉兰,等.北五味子黑斑病病原菌鉴定[J].特产研究,2000(3):42-43.
- [48] 赵峻生.优质五味子仿生态标准种植及病虫害防治技术[J].山西农经,2019(5):124-125.
- [49] 许伟民,谢灼烨,王春伟,等.北五味子黑斑病的药剂防治[J].吉林农业大学学报,2013,35(5):520-529.

- [50] 艾军. 家植北五味子的病虫害防治[J]. 农村科学实验, 2002(10):22.
- [51] 林天行, 傅俊范, 周如军. 五味子叉丝壳菌危害风险性分析[J]. 安徽农业科学, 2007(8):2313-2314.
- [52] 邓勋, 宋小双, 周琦, 等. 无公害农药防治北五味子白粉病田间药效试验[J]. 北方园艺, 2008(2):245-247.
- [53] 回云静, 吴长宝, 徐小明, 等. 枯草芽孢杆菌生物菌剂对五味子白粉病防效及生长的影响[J]. 菌物研究, 2011, 9(2): 100-104.
- [54] 邓勋, 宋小双, 马晓乾. 无公害药剂防治五味子白粉病及对叶片主要生理指标的影响[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2012, 25(5):16-18.
- [55] 傅俊范. 五味子病害防治② 五味子茎基腐病[J]. 新农业, 2007(6):46.
- [56] 千日善, 张卫东, 史维东, 等. 五味子茎基腐病综合防治技术[J]. 吉林农业, 2014(16):85, 84.
- [57] 王玉兰, 李爱民, 艾军, 等. 女贞细卷蛾发生与防治的初步研究[J]. 特产研究, 2000(1):32-33, 46.
- [58] 李慧丽. 论人工北五味子病虫害防治[J]. 防护林科技, 2013(9):98-99.
- [59] 许玉国, 孙久胜. 五味子园中黑绒金龟子的发生规律及防治[J]. 特种经济动植物, 2012, 15(6):52-53.
- [60] 阎红玉. 五味子人工栽培及病虫害防治研究[J]. 新农业, 2021(16):39.
- [61] 刘凤菊. 五味子药害和病虫害综合防治[J]. 特种经济动植物, 2010, 13(1):53.
- [62] 刘辉. 北五味子病虫害防治技术[J]. 辽宁农业科学, 2013(2):92.
- [63] 赵时泳, 张凤萍, 袁忠久. 五味子病虫害防治技术[J]. 农业与技术, 2017, 37(14):3.
- [64] 石启辰. 五味子病虫害发病规律及防治方法[J]. 新农业, 2013(3):46-47.
- [65] 刘耕陶. 从五味子的研究到联苯双酯的发现[J]. 药理学杂志, 1983(9):714-720.
- [66] WANG Z, CHEN H, ZHANG W, et al. Comparative studies on the chemical composition and antioxidant activities of *Schisandra chinensis* and *Schisandra sphenanthera* fruits [J]. Journal of Medicinal Plants Research, 2011, 5(7): 1207-1216.
- [67] LIU C S, FANG S D, HUANG M F, et al. Studies on the active principles of *Schisandra sphenanthera* Rehd. et Wils. The structures of schisantherin A, B, C, D, E, and the related compounds [J]. Scientia Sinica, 1978, 21(4): 483-502.
- [68] LIU Y, YU H Y, WANG Y M, et al. Neuroprotective lignans from the fruits of *Schisandrabicolor* var. *tuberculata* [J]. Journal of Natural Products, 2017, 80(4):1117-1124.
- [69] LIU M, HU Z X, LUO Y Q, et al. Two new compounds from *Schisandra propinqua* var. *propinqua* [J]. Natural Products and Bioprospecting, 2017, 7(3):257-262.
- [70] SOWNDHARARAJAN K, DEEPA P, KIM M, et al. An overview of neuroprotective and cognitive enhancement properties of lignans from *Schisandra chinensis* [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2018, 97:958-968.
- [71] KWON D H, CHA H, CHOI E O, et al. Schisandrin A suppresses lipopolysaccharide-induced inflammation and oxidative stress in RAW 264.7 macrophages by suppressing the NF- $\kappa$ B, MAPKs and PI3K/Akt pathways and activating Nrf2/HO-1 signaling [J]. International Journal of Molecular Medicine, 2018, 41(1):264-274.
- [72] WANG X, LI Q, SUI B, et al. Schisandrin a from *schisandra chinensis* attenuates ferroptosis and nlrp3 inflammasome-mediated pyroptosis in diabetic nephropathy through mitochondrial damage by AdipoR1 Ubiquitination [J]. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022:5411462.
- [73] 许红, 李鑫磊, 李若男, 等. 五味子甲素对葡聚糖硫酸钠诱导小鼠炎性肠病的保护作用[J]. 亚太传统医药, 2022, 18(9):41-45.
- [74] JEONG M J, KIM S R, JUNG U J. Schizandrin A supplementation improves nonalcoholic fatty liver disease in mice fed a high-fat and high-cholesterol diet [J]. Nutrition Research, 2019, 64:64-71.
- [75] LEE T H, JUNG C H, LEE D-H. Neuroprotective effects of Schisandrin B against transient focal cerebral ischemia in Sprague-Dawley rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2012, 50(12):4239-4245.
- [76] 王钦, 蔡萧君, 吴圆圆, 等. 五味子乙素对慢性应激抑郁大鼠海马 BDNF/TrkB/CREB 通路的影响[J]. 药物评价研究, 2022, 45(5):895-901.
- [77] BA Q, CUI C, WEN L, et al. Schisandrin B shows neuroprotective effect in 6-OHDA-induced Parkinson's disease via inhibiting the negative modulation of miR-34a on Nrf2 pathway [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2015, 75: 165-172.
- [78] 李佳芮, 聂文博, 张佳悦, 等. 五味子乙素对阿尔茨海默病小鼠学习记忆能力及神经细胞凋亡的影响[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(14):3390-3394.
- [79] SONG L, PIAO Z, YAO L, et al. Schisandrin ameliorates cognitive deficits, endoplasmic reticulum stress and neuroinflammation in streptozotocin (STZ)-induced Alzheimer's disease rats. [J]. Experimental Animals, 2020, 69(3): 363-373.
- [80] ZHANG C, ZHANG Y, ZHAO T, et al. Schisandrin alleviates the cognitive impairment in rats with Alzheimer's disease by altering the gut microbiota composition to modulate the levels of endogenous metabolites in the plasma, brain, and feces [J]. Frontiers in Pharmacology, 2022, 13:888726.
- [81] ZHANG C N, ZHAO X, MAO X, et al. Pharmacological evaluation of sedative and hypnotic effects of schizandrin through the modification of pentobarbital-induced sleep behaviors in mice [J]. European Journal of Pharmacology, 2014, 744:157-163.
- [82] MAO X, LIAO Z, GUO L, et al. Schisandrin C ameliorates learning and memory deficits by A $\beta$ 1-42-induced oxidative stress and neurotoxicity in mice [J]. Phytotherapy Research, 2015, 29(9):1373-1380.



- [83] KWON D Y, KIM D S, YANG H J, et al. The lignan-rich fractions of fructus *Schisandrae* improve insulin sensitivity via the PPAR- $\gamma$  pathways in *in vitro* and *in vivo* studies [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2011, 135 (2): 455-462.
- [84] LI R, YANG W. Gomisin J inhibits the glioma progression by inducing apoptosis and reducing HKII-regulated glycolysis [J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2020, 529(1):15-22.
- [85] FENG F, PAN L, WU J, et al. Schisantherin A inhibits cell proliferation by regulating glucose metabolism pathway in hepatocellular carcinoma [J]. Frontiers in Pharmacology, 2022, 13:1019486-1019486.
- [86] YUAN R, TAO X, LIANG S, et al. Protective effect of acidic polysaccharide from *Schisandra chinensis* on acute ethanol-induced liver injury through reducing CYP2E1-dependent oxidative stress [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2018, 99:537-542.
- [87] WANG C M, YUAN R S, ZHUANG W Y, et al. *Schisandra* polysaccharide inhibits hepatic lipid accumulation by downregulating expression of SREBPs in NAFLD mice [J]. Lipids in Health and Disease, 2016, 15(1):195.
- [88] ZHAO T, FENG Y, LI J, et al. *Schisandra* polysaccharide evokes immunomodulatory activity through TLR 4-mediated activation of macrophages [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2014, 65:33-40.
- [89] JIN D, ZHAO T, FENG W W, et al. *Schisandra* polysaccharide increased glucose consumption by up-regulating the expression of GLUT-4 [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, (87):555-562.
- [90] ZHAO J, DING K, HOU M, et al. *Schisandrachinensis* essential oil attenuates acetaminophen-induced liver injury through alleviating oxidative stress and activating autophagy [J]. Pharmaceutical Biology, 2022, 60(1):958-967.
- [91] KANG J S, HAN M H, KIM G Y, et al. *Schisandra* semen essential oil attenuates oxidative stress-induced cell damage in C2C12 murine skeletal muscle cells through Nrf2-mediated upregulation of HO-1 [J]. International Journal of Molecular Medicine, 2015, 35(2):453-459.
- [92] XU M, ZHANG X, REN F, et al. Essential oil of *Schisandra chinensis* ameliorates cognitive decline in mice by alleviating inflammation [J]. Food & function, 2019, 10 (9): 5827-5842.
- [93] ZHANG Y Q, LIU Y, ZHANG Z P, et al. Schisandraceae triterpenoids: a review of phytochemistry, bioactivities and synthesis [J]. Fitoterapia, 2022, 161:105230.
- [94] WANG G W, DENG L Q, LUO Y P, et al. Hepatoprotective triterpenoids and lignans from the stems of *Schisandra pubescens* [J]. Natural Product Research, 2017, 31(16): 1855-1860.
- [95] SONG Q Y, GAO K, NAN Z B. Highly oxygenated triterpenoids from the roots of *Schisandra chinensis* and their anti-inflammatory activities [J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2016, 18(2):189-194.
- [96] XIAO W L, ZHU H J, SHEN Y H, et al. Lancifodilactone G: a unique nortriterpenoid isolated from *Schisandra lancifolia* and its anti-HIV activity [J]. Organic Letters, 2005, 7(11):2145-2148.
- [97] XUE Y B, YANG J H, LI X N, et al. Henrischinins A-C: three new triterpenoids from *Schisandra henryi* [J]. Organic Letters, 2011, 13(6):1564-1567.

## Research Rrogress on the Reproductive and Cultivation Physilogy and Main Active Ingredients of *Schisandra chinensis*

SUN Bowei<sup>1,2</sup>, LU Wenpeng<sup>2</sup>, XU Peilei<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture, Yanbian University, Yanji 133002, China; 2. Institute of Specialty, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130112, China)

**Abstract:** *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. is a perennial woody vine of the genus *Schisandra*. As a major genuine medicinal material, *Schisandra chinensis* has shown good therapeutic effect and low toxicity on many diseases. In modern medicine, it is found that schisandra has the effects of improving human immunity, anti-depression, anti-tumor, protecting damaged neurons, improving memory and so on. It is widely used in the medical field. In this paper, the application status of *Schisandra chinensis* fructus, variety breeding, cutting, grafting, tissue culture and other reproductive techniques, flower bud differentiation, photosynthetic characteristics, plant nutrient elements and other cultivation physiology, black spot disease, powdery mildew, *Ligustrum lucidum* and other common pest control and schisandrin A, schisandrin B, polysaccharide, volatile oil and other active ingredients pharmacological research were reviewed, and prospected the future development and utilization prospects of *Schisandra chinensis* fructus.

**Keywords:** *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.; cultivation; active ingredient; lignan