

# 我国华山松遗传改良研究进展

辛培尧<sup>1</sup>, 周 军<sup>1</sup>, 段安安<sup>1</sup>, 孙正海<sup>2</sup>, 何承忠<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学 西南山地森林资源保育与利用省部共建教育部重点实验室, 云南 昆明 650224 2. 西南林业大学 园林学院 云南 昆明 650224)

**摘 要:** 概述了我国华山松引种、种源试验、新技术遗传改良、遗传测定及种子园等方面的研究进展, 并在此基础上提出了今后华山松遗传改良的策略。

**关键词:** 华山松; 遗传改良; 研究进展; 策略

**中图分类号:** S 791.241 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0210-05

华山松(*Pinus armandii* Franch.)是松科(Pinaceae)松属(*Pinus*)单维管束亚属的高大乔木, 也是我国特有的五针松树种, 喜温和凉爽、湿润气候, 耐寒力强, 能适应多种土壤<sup>[1]</sup>, 垂直分布海拔1 000~3 500 m, 自然分布区域跨越13个纬度和24个经度, 是我国亚热带西部山区分布很广的建群树种, 也是分布区内植树造林的主要树种。华山松是一种多用途树木, 既可材用又可食用。是我国特有的材用、果用经济树种及长江防护林体系的重要造林树种。因此, 华山松受到全国多个省区的重视, 纷纷引种造林<sup>[2]</sup>。由于长期大面积引种栽植单一类型的华山松进行人工纯林营造, 致使其生长量持续减少, 呈现出衰退现象, 继而引发多种病虫害<sup>[3]</sup>。为了发掘优良基因资源, 合理利用遗传变异, 提高林分生产力, 我国自20世纪70年代起开展了华山松的遗传改良工作并取得了较大的成果, 为华山松良种生产基地化提供了理论基础和配套技术。现对华山松遗传育种的研究现状进行概述, 并在此基础上对今后应有的工作提出建议, 为其遗传改良工作提供理论参考。

## 1 引种

华山松分布范围较广, 跨越着较大的生态梯度。我国自建国以来, 随着造林事业的大规模发展, 贵州、广西北部、湖北、湖南、四川、河北、山东、辽宁和吉林等省分别对华山松进行了引种工作。但由于华山松生物学特性等方面的前期研究基础薄弱, 导致引种失败现象较为严

重。但也有成功的地区, 如湖南省西部、武陵山区和雪峰山和山东泰安市等<sup>[4]</sup>。近年来, 山西省门限石林场对华山松进行了引种, 并与油松进行了生长情况的比较。结果表明, 8 a生之前华山松的树高、胸径生长较油松慢, 8 a以后其生长情况明显快于油松, 15 a以后华山松材积生长变快, 树高和胸径生长分别比相同林龄油松的大7%和11%。同时还表明, 在该地区适宜营造华山松混交林而不宜营造纯林<sup>[4]</sup>。陈士勇等<sup>[5]</sup>经过19 a的引种驯化研究, 成功地使华山松在山东鲁山林场能够正常生长、安全越冬, 并且无病虫害发生。这项研究为这一地区生物多样性的丰富以及森林公园生态服务功能和景观功能的提高奠定了理论与实践基础。辽宁省北票市的辽西林场常河分场, 位于东经120°17', 北纬42°20'。该林场以油松为对照, 与引种到辽西丘陵山区的22 a生华山松生长情况进行比较分析。结果发现, 22 a生华山松平均生长量在树高和胸径方面分别大于同龄油松12%和33%。可见, 华山松可以在辽西较干旱地区引种植, 适合在林业生产上造林推广<sup>[6]</sup>。此结果打破了之前认为的在我国亚热带低海拔山区和北纬40°以北中温带地区均不宜引种植华山松的说法<sup>[2,7]</sup>。使华山松的适宜引种范围向北推移至北纬42°20'。但一般认为, 在华山松可引种地区, 引种华山松也必须要进行种源选择<sup>[8]</sup>。

## 2 种源选择

种源试验的一个很重要的目的在于确定生产力高、稳定性好的种源, 并为区划种子或种条的调拨范围提供科学依据, 还可为进一步进行选择及杂交育种工作提供参考数据和原始材料<sup>[8]</sup>。

早在1979年, 中国林科院就在国内9省(区)内统一开展了华山松全分布区的种源研究, 已初步揭示了华山松的地理变异规律<sup>[9]</sup>。马常耕<sup>[10]</sup>认为, 南方种源(云贵高原区)无休眠期, 发芽早于北方种源, 整个发芽期也短于北方的种源。另外, 北方种源冬季几乎全部封顶, 具有一定的休眠期, 表现为抗寒性强, 而南方种源则少

**第一作者简介:** 辛培尧(1975-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事植物遗传育种教学与科研工作。

**通讯作者:** 何承忠(1970-), 男, 博士, 教授, 现主要从事林木遗传育种的科研与教学工作。

**基金项目:** 西南林业大学面上基金资助项目(200705M); 云南省重点学科资助项目(XKZ200906); 云南省应用基础研究基金资助项目(2009CD071); 云南省教育厅基金资助项目(08C0088); 西南林业大学重点学科资助项目(XKX200904)。

**收稿日期:** 2010-07-06

有封顶, 抗寒性非常弱<sup>[10]</sup>。此外, 与南方种源相比, 北方种源生长期短, 生长较慢, 针叶短<sup>[3]</sup>。陕西省林科院的华山松种源苗期试验结果表明, 发芽率、苗高及保存率在不同种源场圃存在极显著差异, 并且这些苗期性状与地理纬度呈负相关; 不同种源抗逆性差异显著, 但与地理纬度相关不紧密。他们还发现, 7月和8月占全年中苗高生长量的26%, 进入10月后开始陆续封顶<sup>[11]</sup>。肖学芳等<sup>[12]</sup>在湖北省三峡地区历时26 a, 对来自全国35个华山松种源进行选择试验和中试研究。结果显示, 重庆城口华山松种子最适宜三峡山区造林, 其25 a生长量相比本省巴东种源材积提高60.1%, 比供试种源平均值材积提高22.3%。这一研究为该省华山松种子调拨范围和方向提供了科学理论依据。这些相关的研究工作均可对华山松生产发挥直接作用, 不仅可提高其林分生产力和抗逆性、木材的质量, 还可为合理制定华山松种子区划提供可参考的依据, 同时对华山松也进行了改良。

### 3 新技术改良

新技术遗传改良方法作为对常规育种手段的补充, 在植物遗传改良中发挥着重大的作用, 包括有诱变育种、倍性育种、离体培养、基因工程改良及细胞融合等手段。但由于林木生产的特殊性, 新技术手段在林森木改良中应用还处于初级阶段。目前, 利用上述方法对华山松进行遗传改良才刚刚起步。

利用物理(包括太空环境)或化学手段, 对植物种子或无性繁殖材料进行诱变处理, 并从诱变后代中选择培育植物新品种的方法叫诱变育种, 如辐射育种及太空诱变育种。许奕华等<sup>[13]</sup>将华山松种子催芽后用<sup>60</sup>Co $\gamma$ 射线辐照, 结果发现, 种子萌芽期和萌芽高峰期均出现延缓现象, 萌芽率和幼苗的生活力也明显降低, 黄色苗占幼苗总数的比例和幼苗的生长高度也出现降低现象。甘肃省小陇山林业科学研究所的科研人员将华山松种子搭载在我国第20颗返回式卫星上, 率先开展了华山松空间技术育种工作的研究。结果显示, 华山松太空诱变种子苗在1 a生时, 苗高和地径分别大于对照12.27%和29.41%, 2 a生时, 苗高和地径依然分别比对照大9.86%和28.24%; 其中, 最突出单株的地径、苗高分别为0.41 cm、9.3 cm, 分别比对照平均值大13.89%、50%<sup>[14]</sup>。可见, 经太空诱变处理的华山松生长优势非常明显。上述研究工作填补了华山松诱变育种的空白, 不仅为华山松诱变育种积累了经验, 同时也为其它林木的诱变育种提供可参考的理论依据。

针叶树种的组织培养一直是植物组织培养中的较难攻克的问题。贾彩凤等<sup>[15]</sup>对华山松的胚性愈伤组织进行了诱导, 同时对其幼胚的离体培养也作了初步的尝试, 取得了突破性进展。他们以1/2LM为基本培养基,

调节不同激素含量, 最终使胚性愈伤组织诱导率最高达到52.71%, 但在愈伤组织继代培养过程中未得成功; 同时, 从处于子叶期的华山松幼胚中直接诱导出具有根和茎的完整植株, 诱导率高达92%以上。这项研究填补了华山松在该领域的空白。此外, 他们还以华山松的成熟胚为外植体, 以培养基、生长调节剂和蔗糖等为可变因子, 提出了华山松不定芽诱导、继代培养及生根培养等各阶段培养基的最适配方, 并对其中发现的一些问题进行了探讨<sup>[16]</sup>。西南林学院的研究表明, 在附加一定浓度范围内激素的LM培养基上, 成熟胚可诱导出胚性愈伤组织, 和贾彩凤等<sup>[15]</sup>的结果相类似, 在对胚性愈伤组织转接培养以促进体胚成熟时, 出现褐化现象, 最终死亡<sup>[17]</sup>。研究华山松体胚发生技术对其工厂化育苗和遗传改良工作具有重要意义。

新技术应用于华山松乃至林木中的遗传改良虽然还处于起步阶段, 但其在粮食作物、蔬菜作物、果树及花卉等植物的遗传育种工作中, 已积累了大量的理论及实践经验。树木育种中可借鉴这些在植物上相关的研究结果, 从而达到事半功倍的结果。

### 4 遗传测定

对选择出来的优树进行无性繁殖得到的无性系, 或通过各种交配设计获得的子代, 进行田间对比试验和遗传分析称为遗传测定, 包括无性系测定和子代测定, 是林木改良的核心<sup>[8]</sup>。

有研究者从陕西和云南的8个优良林分中, 选取32株优良单株, 以全部所选优树种子为对照, 在临沧小道河林场进行11 a栽培试验结果发现, 华山松半同胞家系间树高生长差异明显。进一步方差分析选出其中真正优良单株11株, 同时指出, 陕西所产单株子代高生长显著低于云南当地的。分析结果还表明, 华山松树高广义遗传力为85.3%, 而遗传增益是17%<sup>[18]</sup>。耿继斌<sup>[19]</sup>对贵州威宁县华山松良种基地内的混合授粉子代林的树高及地径进行子代测定后发现, 约有1/2的家系树高比当地生产种高, 地径大于当地生产种的家系占2/3。而树高和地径的遗传力分别高达92.7%和76.69%, 所得遗传增益分别为65.8%和26.24%。进一步分析表明, 家系遗传力较单株的要高, 而地径的遗传力低于树高的。同年, 采用5个测交父本和10个待测母本的测交设计, 共48个组合, 对华山松7 a生测交系遗传变异进行研究。结果发现, 树高和地径的一般配合力方差分别占总遗传方差的91.75%和69.8%, 优势相当明显。而树高和地径的狭义遗传力分别为59.18%与22.89%。因此, 提出在华山松的遗传改良的工作中, 应主要利用加性遗传效应<sup>[20]</sup>。也有学者以22 a华山松优树子代为材料, 分析了胸径、树高和冠幅的家系遗传力和单株遗传力, 最终评选出24个优良半同胞家系。同时, 还对初级

种子园自由授粉子代生长进行了调查和遗传分析, 从中评选出 15 个种子园自由授粉优良半同胞家系<sup>[21]</sup>。西南林学院的研究人员也对所选的 29 个高结实无性系子代苗期生长状况进行了遗传测定, 并通过对苗高、地径等性状的综合评价, 选择出了表现优或良好的家系 14 个<sup>[22]</sup>。

对各无性系、家系以及测交系的子代生长性状进行遗传测定, 计算各主要性状的遗传力及遗传增益, 并筛选出优良家系, 可为建立华山松 1.5 代种子园提供材料, 还可为其杂种优势的利用和华山松杂交育种积累丰富的经验与科学依据。

## 5 种子园技术

种子园是由具优良遗传特性的林木组成的人工林, 在实现林木良种化生产中发挥着重要的作用<sup>[8]</sup>。华山松种子园技术方面的研究主要集中在开花授粉及种子结实量等方面的研究。

王秀荣等<sup>[23]</sup>发现, 华山松无性系种子园初果期, 在雌球花可授粉期的初花期和盛花期各进行 1 次人工辅助授粉, 可明显提高华山松果实坐果率、种子饱满率和千粒重, 尤其是对晚花型无性系效果更好。从而在一定程度上降低无性系花粉量不能满足自然授粉需要而对种子生产造成的不良影响。在对云南楚雄市华山松种子园无性系开花习性进行研究后发现, 华山松球果生长期最长约为 170 d; 年生长大致呈“S”型曲线, 5~7 月出现较明显的速生期; 其球果主要着生在树冠中上部 1~2 龄枝上, 结实稀疏区位于树冠内膛, 树冠北方结实量比西、南两方向要低。定植密度以 5 m×5 m 结实量最高, 为其它密度下的 5 倍。树冠垂直方向上球果种子的千粒重有显著差异, 树冠上部种子的千粒重最大, 中部最小<sup>[24]</sup>。进一步对不同性别球果调查分析表明, 该种子园华山松树冠外围枝条着生雌球花, 而雄球花大多着生在树冠的内膛枝条。横向水平上, 雌球花多着生在树冠南部, 而雄球花的分布相对均称; 纵向观察, 雌球花主要分布在树冠的中上部, 雄球花大多集中在树冠的中下部。由此可见, 华山松雌球花的分化和发育对光照和营养要求较高, 而雄球花则相反。研究还表明, 大多数无性系雌花可授期基本上比雄球花散粉期晚 2~4 d; 华山松不同无性系间雌雄花期较为一致, 但各无性系间雌、雄球花的数量差异极显著, 表现为明显的偏雌或偏雄, 不利于提高种子园种子的产量和质量。此外, 雄球花量与无性系树高、胸径及冠幅间存在极显著正相关, 而雌球花量与上述生长性状均无显著相关性, 雌雄花量间的相关性呈显著负相关, 这暗示了无性系种子园子代群体可能有遗传基础变窄的现象<sup>[25]</sup>。而另有研究者对该种子园中选取的 95 个无性系球果的结实情况和 20 个无性系的种子性状进行分析, 结果显示, 不同无性系间结实量具

有不同的年度方差分量, 而遗传力水平中上, 说明结实量有一定的稳定性; 不同种源间的结实量差异明显, 达到极显著水平, 所以在调种时, 要注意选择适当的种源。另外, 种实性状与结实量间的相关性并不显著。据此提出, 华山松结实量是其选择育种中的良好选择指标之一<sup>[26]</sup>。此外, 还有学者从栽培角度出发, 对华山松种子园影响种子产量的气候因子、入园材料、土壤、水肥管理措施、病虫害防治、去劣疏伐、整形修枝、建园技术等进行了分析研究, 为种子园种子产量的提高提供了可靠的理论与实践依据<sup>[27-30]</sup>。

## 6 遗传改良策略

综上所述, 近年来, 相关科研工作者对华山松遗传改良作了大量的工作, 并且取得了可喜的成就和丰富的经验。但是由于华山松生长和育种工作的周期相当长, 需要在已取得成果的基础上进行更深层次的工作, 以促进其遗传育种研究工作系统、深入、持续、有效地进行。

### 6.1 加强种质资源工作

种质资源是植物遗传育种的基础材料, 是不断培育植物新品种的前提保证。华山松的种质资源包括华山松优树、优良种源、优良林分及优良变异<sup>[31]</sup>。对现有的以及新发现的上述育种材料要做到妥善保存、深入研究、积极创新、持续利用。种质资源的开发利用是为了做到更好地去保护, 而保护又是开发利用的前提, 只有进行严格地保护, 才能充分发挥各种育种资源的优势<sup>[32]</sup>。对保存收集到的材料做深入细致的研究, 并通过引种驯化及新种质的创育做到创新及可持续发展。

### 6.2 新技术手段创新

新技术育种方法的出现, 加快了植物新品种更新的步伐, 和常规技术相比, 具有变异谱大、突变率高的特点。近年来随着生物技术的发展, 植物育种工作目的性更强, 甚至可以做到有的放矢。但在华山松的遗传改良中, 该方面工作还很薄弱。今后的工作中应在常规育种进行的同时, 充分利用各种诱变手段、转基因技术等, 加速华山松新种质材料的出现, 以丰富并改良现有育种资源。

### 6.3 无性系育种

由于林木有性育种周期长的特点, 无性系育种便成为当今林木育种中的趋势之一。利用选择育种、杂交育种、诱变育种及生物技术辅助育种所产生的优良变异群体, 从中选择所需的优良单株, 再通过组织培养及营养繁殖加以固定和利用, 达到加速育种进程、缩短育种年限的目的。以前, 由于华山松扦插及组培技术的不成功, 严重地影响着其无性系育种的发展。近年来, 华山松营养繁殖技术取得了突破性进展<sup>[33-34]</sup>, 使该树种的无性系育种成为可能。今后, 应在已取得的组织离体培养成果的基础上, 继续进一步的研究工作, 建立华山松高

效再生体系, 最终形成完整、奏效的无性系选择及其繁育理论与实践程序。

6.4 种子园管理技术

目前, 由于华山松种子园种子产量较低(一般为 30 kg/hm<sup>2</sup>)的原因, 很难为生产营林提供充足的种子, 所以当务之急要提高华山松种子园种子的产量。应从遗传、环境及管理等多方面采取相应的措施, 并加大种子园技术的研究力度, 无性系与实生苗种子园并举, 实现华山松种子的高质与高产, 从而加快优良种质材料在生产上的推广应用。

6.5 开花结实特性

该方面的研究工作是提高华山松种子园及母树林种子产量的内在基础条件<sup>[31]</sup>。近年来, 经国内研究者的努力, 虽然已取得了一定的成就, 但对生产需求仍然不够, 其机理还是不完全清楚。因此, 不能仅从生理、遗传或栽培管理措施等单一方面进行相关性研究, 而是要在弄清开花、传粉及受精结实的生物学内在原因及遗传规律的基础上, 探讨如何利用栽培管理措施来调控上述内在因素, 从而提高华山松的坐果率及种子品质, 最终解决种子园种子产量低的弊端, 实现华山松种子园种子的优质、高产, 以在营林生产中利用。

6.6 区试及良种推广

区域试验是良种推广前的必经之路。应及时地对选育出的优良材料进行适应性试验, 研究不同基因型、环境及其二者互作与华山松生长性状的关系, 选择优良材料的适种范围, 同时也是为不同营林地区进行良种的选择。其目的是为了发挥良种最大增产潜能, 从而实现良种加良法的现代化高产优质种植模式。

6.7 育种目标

华山松是重要的脂材二用树种, 现有的育种目标多为材积及材质方面, 却忽略了华山松种子的可食性。由于华山松种子富含的各种营养成分, 越来越受到人民群众的喜爱, 而其市售价也在不断攀升<sup>[35]</sup>。鉴于华山松种子产量较低的现状, 在确定其育种目标时, 要考虑材积、材质与种子品质和产量多方向的育种策略, 同进还可进行华山松松脂产量及抗性等多方面的育种工作<sup>[31]</sup>。

华山松作为一个多用途树种, 通过选择育种、无性系育种、诱变育种、生物技术辅助育种等多种方法相结合, 选育出高产优质新品种(系), 可解决高海拔山区造林绿化的难题, 带动高寒山区群众的脱贫致富; 还可克服当前林粮争地的矛盾, 实现林业产业化与生态建设的有机结合。

参考文献

[1] 陈有民. 园林树木学[ M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.  
[2] 马常耕. 华山松种源选择研究[ M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991.

[3] 盛世法, 余丽云, 伍建榕, 等. 云南华山松人工林衰退现象研究[ J]. 西南林学院学报, 2000, 20(5): 94-99.  
[4] 张淑心, 张照书. 华山松引种试验研究报告[ J]. 山西林业, 2000(5): 29-30.  
[5] 陈士勇, 孟庆军, 孙冬迎, 等. 华山松引种试验研究[ J]. 山东林业科技, 2009(6): 26-28.  
[6] 迟长义, 于忠峰, 王贵友, 等. 辽西地区华山松引种造林效果初报[ J]. 辽宁林业科技, 2004(4): 17-18.  
[7] 伍海芳. 华山松引种及其适宜气候区划分[ J]. 青海农林科技, 1994(1): 48-52.  
[8] 陈晓阳, 沈熙环. 林木育种学[ M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.  
[9] 王明麻. 林木遗传育种[ M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.  
[10] 马常耕. 华山松抗寒性的地理研究[ J]. 贵州林业科技, 1998(2): 36-40.  
[11] 窦春蕊, 王思恭, 周信忠, 等. 华山松种源苗期试验初报[ J]. 陕西林业科技, 1996(3): 15-17.  
[12] 肖学芳, 祁万宜, 王军辉, 等. 华山松种源试验研究[ J]. 湖北林业科技, 2008(1): 1-7.  
[13] 许奕华, 张玉平, 陈梅香, 等. 辐照对华山松种子萌芽以及幼苗生长的影响[ J]. 核农学报, 2005, 19(4): 307-308.  
[14] 马建伟, 刘林英, 王桑, 等. 卫星搭载华山松、白皮松种子苗木培育试验研究初报[ J]. 甘肃林业科技, 2007, 32(1): 10-13.  
[15] 贾彩凤, 李悦. 华山松胚性愈伤组织诱导与幼胚离体培养[ J]. 植物学通报, 2006, 23(2): 186-191.  
[16] 贾彩凤, 李悦. 华山松成熟胚的器官发生研究初探[ J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(4): 101-103.  
[17] 陶松, 何德, 蒋雯, 等. 华山松体细胞胚状体诱导研究[ J]. 安徽农学通报, 2009, 15(17): 167-168.  
[18] 尹攀, 罗方书. 华山松优良单株子代测定[ J]. 贵州林业科技, 1996, 24(3): 31-33.  
[19] 耿继斌. 华山松混合授粉子代测定效果分析[ J]. 贵州林业科技, 2001, 29(1): 24-27.  
[20] 耿继斌. 华山松测交系设计后代遗传分析[ J]. 贵州林业科技, 2001, 29(2): 21-23.  
[21] 瞿思万, 陈启贵, 代毅, 等. 华山松半同胞子代测定遗传力分析及优良家系选择[ J]. 种子, 2007, 26(17): 5-8.  
[22] 孙海燕, 李桐森, 周长富. 华山松高结实无性系子代苗期测定与家系选择[ J]. 西南林学院学报, 2007, 27(1): 37-40.  
[23] 王秀荣, 赵杨, 李桐森. 华山松无性系种子园辅助授粉试验初报[ J]. 西南林学院学报, 2007, 27(3): 25-28.  
[24] 王秀荣, 赵杨, 李桐森. 华山松无性系种子园结实习性观测与分析[ J]. 山地农业生物学报, 2007, 26(5): 392-396.  
[25] 王秀荣, 赵杨, 孙文生. 华山松种子园无性系开花习性研究[ J]. 吉林林业科技, 2007, 36(5): 1-6, 9.  
[26] 朱晓丹, 李桐森, 刘小珍, 等. 华山松无性系种子园结实量与种实性状的关系[ J]. 西南林学院学报, 2006, 26(2): 48-51.  
[27] 伍孝贤, 周运超, 金天喜, 等. 提高华山松种子园开花结实量试验研究[ J]. 中南林学院学报, 2000, 20(4): 88-91.  
[28] 周运超, 伍孝贤, 金天喜, 等. 华山松种子园种子园土壤及特点[ J]. 贵州林业科技, 1999, 27(1): 16-20.  
[29] 廖明, 金天喜, 伍孝贤, 等. 华山松种子园主要低产因子分析[ J]. 种子, 1999, 18(1): 68-70.  
[30] 杨向君, 潘涌智, 熊忠平, 楚雄紫溪山华山松采种基地营建技术[ J]. 内蒙古林业调查设计, 2009, 32(6): 24-27.

# 甜椒采后生理及保鲜技术研究进展

李家政, 周延文, 唐巨颖

(国家农产品保鲜工程技术研究中心 天津市果蔬采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

**摘 要:** 对甜椒采后主要生理和病理特性、甜椒采后各种保鲜技术进行综述, 介绍几种常见的甜椒保鲜实用方法。

**关键词:** 甜椒; 采后生理; 病理; 保鲜

**中图分类号:** S 641.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0214-04

甜椒(*Capsicum annuum* L.)又名灯笼椒。甜椒原产于中南美洲热带地区, 100 多年前已引入中国。目前我国种植甜椒的主要地区是东北、华北、华东以及东南沿海各省, 西北和蒙新地区也有部分种植<sup>[1]</sup>。

我国甜椒品种资源极为丰富,《中国蔬菜优良品种》中介绍的有 65 种, 其中有许多品种享誉国外, 每年都有大量出口。我国的甜椒品种几乎都属于 Var grossum 变种的 Bell 类方型甜椒, 仅有极少数属于 Var longum 型<sup>[2-3]</sup>。

因栽培地域和收获季节的不同, 甜椒的耐贮性差异较大, 而且易受冷害、机械伤害和病菌侵染, 在流通过程中造成较大损耗, 对甜椒产业产生很大影响。因此, 研

究甜椒采后生理及贮运保鲜技术具有重要现实意义。现就目前国内有关甜椒果实贮藏生理与保鲜技术研究进行综述, 以期为进一步研究甜椒贮藏保鲜技术提供参考。

## 1 甜椒的采后生理与病理

### 1.1 呼吸和乙烯释放

关于甜椒的采后呼吸和乙烯释放规律存在不同的看法。张维一在国内首先开展甜椒果实的生理研究。它认为, 甜椒有呼吸和乙烯释放峰, 且二者变化基本一致, 属于呼吸跃变型品种<sup>[4]</sup>。甜椒幼嫩果呼吸强度较高, 绿熟果呼吸强度最低。幼嫩果和绿熟果无乙烯释放。转红果呼吸强度升高, 同时缓慢释放乙烯。半红果呼吸强度最高, 同时乙烯释放也达到峰值。全红果的呼吸强度和乙烯释放同时下降。宋钧等研究表明<sup>[5]</sup>, 不同品种、不同发育阶段的甜椒果实采收后的呼吸和乙烯释

**第一作者简介:** 李家政(1965-), 男, 博士, 副研究员, 现从事果蔬保鲜技术研究与开发工作。E-mail: lijzh163@163.com。

**收稿日期:** 2010-07-06

[3] 赵杨, 李桐森, 段安安. 国内华山松遗传改良的研究进展及发展策略[J]. 西南林学院学报, 2003, 23(1): 91-95.

[32] 李灶福. 浅谈华山松的保护与利用[J]. 云南农业, 2007(7): 29.

[33] 李桐森. 华山松嫩枝与硬枝嫁接技术研究[J]. 西南林学院学报, 2002, 22(2): 68-71, 75.

[34] 张兴, 李桐森, 孙海燕, 等. 华山松扦插繁殖技术研究[J]. 西南林学院学报, 2006, 26(4): 19-21, 26.

[35] 赵景联. 华山松籽仁的营养评估[J]. 贵州林业科技, 1993, 13(3): 251-255.

## Research Advance of Genetic Improvement on *Pinus armandii* in China

XIN Pei-yao<sup>1</sup>, ZHOU Jun<sup>1</sup>, DUAN An-an<sup>1</sup>, SUN Zheng-hai<sup>2</sup>, HE Cheng-zhong<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory for Forest Resources Conservation and Use in the Southwest Mountains of China Ministry of Education, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224; 2. Faculty of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

**Abstract:** The research progress was summarized about the introduction of exotics, provenance trial, genetic improvement by new technique, genetic test and seed orchard of *Pinus armandii* in China and the genetic improvement strategy was brought forward on the basis of the research actuality.

**Key words:** *Pinus armandii*; genetic improvement; research progress; strategy