

核心提示

杉木之于林业,堪比水稻之于农业。
作为我国南方特有用材树种,它以占全国人工林不到20%的面积,贡献了25%左右的人工林商品材。在闽北,自古就有“吃不尽的浦城米,砍不完的高阳杉”之说。顺昌县是全国杉木中心产区的核心区,高阳杉正是该县高阳乡出产的优质杉木。
历史上,杉木一直“放养”于深山密林之中,林农世代沿着“有种就撒,有苗就栽”的粗放造林模式。60多年前,位于顺昌县的福建省洋口国有林场首开全国杉木良种选育先河。在这里,中国杉木育种从无到有,先后完成3个世代遗传改良与产业化应用,推动全国杉木产业进入良种化时代。如今,洋口林场又率先开展杉木第4代遗传改良,建成了国际上第一个杉木第4代种子园。60多年来,一代代的杉木育种人在这座林场,着力打造林业高质量发展的“芯片”。

“世界杉木看中国,中国杉木看洋口。”60多年间,这里孕育出的“坚守初心,赤诚奉献,久久为功,科研报国”的“洋林精神”,已成为激励科研工作者砥砺前行、为种业创新注入不竭动力。

党报记者八闽调研行

建中国自己的林木种子园

仲夏时节,走进洋口林场杉木第4代种子园,2000多株母树长势正好。两年前,林场科研人员从600多份第4代杉木种质资源中,优选48个“优等生”作为建园材料,嫁接于这片山头。它们被称为无性系。待到花期,不同的无性系交叉授粉,结出的种子聚合多方优势,便用于育苗造林。

这些无性系有各自专属编号。其中,“6421”堪称“最资深无性系”。“64”指的是1964年。那年,南京林业大学副教授陈岳武在洋口林场馒头山的莽莽杉木天然林中,采集母树穗条,并为其一一编号。经过多年反复测定,长势好、产量高、遗传稳定的第21号脱颖而出,作为骨干育种材料一直沿用至今。

陈岳武与洋口林场的故事,要从半个多世纪前讲起。

20世纪50年代,福建省掀起大办林场的热潮。一支万余人的绿色大军,挺进江河两岸、水库周边、风沙前线,吹响“大干三年,绿化荒山”的号角。1956年,洋口林场在顺昌县建立。杉木自然成了这场“灭荒战役”的当家树种。

但初代洋林人很快发现,千辛万苦栽种的杉木苗长成了“小老头树”——既不长高,也不长粗,年年造林不见林。问题就出在“种”上。顺昌县种杉历史逾千年,但向来“劈萌插杉,刀耕火种”,木材产量与品质自然无法保证。

洋林人开始意识到:种庄稼要选好种,种树也离不开良种。然而,直到20世纪50年代末,我国还未有计划地开展林木遗传改良。反观美国,早在20世纪40年代初便实施了南方松类长期遗传改良计划,建立了无性系种子园用于育苗造林,实现林木速生丰产。

“开展杉木良种选育,建中国自己的林木种子园。”洋林人痛定思痛后,提出要“科技立场、科技立场”。这与陈岳武的想法不谋而合。

1959年,24岁的陈岳武随队到我国杉木育种先驱叶培忠,师徒俩走遍全国杉木中心产区。在顺昌开展杉木资源收集调查时,他们被洋口林场的决心打动。1961年,洋口林场与南京林业大学签订科研、生产、教学“三结合”协议,由此开启了持续半个多世纪的场校合作,也拉开了我国杉木遗传改良的序幕。

从无到有建立第1代种子园,看起来简单——深山中选优,采集穗条,带回嫁接,通过长期观察筛选建园材料,实则异常艰苦。

“原始森林人迹罕至,大家只能沿着野猪踏出的路艰难前行。”刘大林大学毕业后分配到洋口林场,跟随陈岳武从事杉木育种,她还记得1974年的那次遍及全省的大规模杉木选优行动。其间,陈岳武带队赴高阳乡选优采种,入住招待所时却吃了闭门羹,“头戴斗笠、身背水壶、裤腿卷起,浑身脏兮兮,一见到长得好的杉木,眼睛发亮,二话不说就爬到几米高的树上,谁能看出来是高校的教授”。

此后,便是日复一日地进行嫁接培育、杂交制种、观察记录、子代测定等工作。

“每逢授粉季节,天不亮便倾巢出动,一路啃着食堂还没蒸透的馒头,吃着咸菜上山。”退休老场长李寿茂回忆说,为了解决午饭问题,大家带上饭盒与生米,提一壶开水,上树前,在山上拾些枯木与石头,就地生火焖饭,完成授粉后,扒几口夹生米饭果腹。杉木花期集中在春节前后,正是当地最冷的季节,育种团队好多次在大年三十还冒着寒冷,在山上赶进度授粉。一人拎一个小火炉上山,手被冻僵了就烤烤,然后接着干。

1966年,全国首个杉木第1代种子园在洋口林场建成。用其生产的良种造林,比一般杉木平均增产15%到20%。1987年,科研成果《杉木第一代种子园研究成果的推广应用》,让我国林业系统首次摘得国家科技进步奖一等奖。

遗憾的是,陈岳武未能亲手接过这份荣誉。1985年,他积劳成疾,遗憾离世。他的部分骨灰深埋于洋口林场青山下。陈岳武的墓志铭凝练了他为杉木良种奔忙的一生:“主持育种科研工作,二十多年如一日与林场合作……直至身患重病,仍坚持来闽工作,为我国、我省杉木良种事业作出重大贡献,鞠躬尽瘁,死而后已。”

世界首个杉木第4代种子园

杉木育种事业依然在继续,更多的科研工作者继承陈岳武的未竟事业。

在林木资源匮乏的年代,杉木第1代遗传改良首先解决的是产量问题。这个问题解决后,随之进入产量与品质并重的阶段。在此后的漫长岁月里,洋口林场通过产学研协作,先后完成了杉木第2代和第3代遗传改良。

其中第2代实现材积增益10%~15%,木材密度增益2%~4%;第3代实现材积增益6%~8%,木材密度增益2%~4%。如今,福建已实现杉木第3

培育最强杉木「芯片」

□本报记者 张辉 通讯员 刘建波



林木 “芯”动力 系列报道

专家在洋口林场杉木大径材基地考察。



南京林业大学师生在洋口林场杉木试验林开展科研。



南京林业大学施季森教授(左)和学生在组培室开展研究。



大山深处的洋口林场杉木基地

代良种产业化,全省建成杉木第3代种子园超7000亩,去年生产第3代良种5800公斤。

2015年,洋口林场又率先启动杉木第4代遗传改良。

“我们精挑细选了608份育种材料,作为杉木第4代育种的基础群体,建成了全国首个杉木第4代种质资源库。”洋口林场科技科科长、正高级工程师叶代全说,它们中的大部分是第3代育种群体的杂交后代,经过10多年的考验,被证实“青出于蓝而胜于蓝”。当然,像“6421”这样天赋异禀的常青树,也会被选中。

不过,它们还不能直接作为第4代种子园建园材料,仍需优中选优。首先,自身实力要过硬,长势好、适应性强、抗病力强、产量高、材性优等

基本功自不必说,作为用于生产种子的母树,它们还必须具备贤妻良母的品质,以及优秀的团队协作能力。

杉木是一种雌雄异花同株的裸子植物,要确保不同植株充分交叉授粉,就必须做到花期同步。因此,有些选手虽然实力不可小觑,但特立独行,花期晚了个把月,只能提前出局。此外,结实能力、种子发芽率、遗传稳定性、球果类型、与其他品种的配合能力等,都是考察的重要指标。

基于表型鉴定、基因测序等手段获取的海量数据,这608份材料的综合实力,被量化成了一张评分表。经过9轮严格竞选,48名选手强势突围,成为杉木第4代种子园的构建者。

接下来要做的,就是将它们嫁接到种子园

中。传统的做法奉行平均主义,每个建园材料在种子园中拥有相同数量的席位。但是,它们源自不同的遗传背景,各有所长,也各有所短,有的偏重高产,有的材性优越,有的抗病能力突出,有的适宜矮化。在生产上,不同性能的重要性有所不同。因此,在配置亲本时,就要差别化对待。为此,洋口林场首次引入了权重分配法——根据不同无性系的重要程度,赋予它们不同的权重,根据权重分配其在种子园中的席位,即嫁接的植株数量。数量有讲究,位置也有要求。为了减少自交和近交,同一无性系的不同植株,亲缘关系较近的无性系,必须间隔3株以上。

就这样,突围者们各就各位,对号入座。2022年,洋口林场开展嫁接,建成了国际上第一个杉

木第4代无性系种子园。

与普通林子主产木材不同,林木种子园的使命是产种子。为此,洋口林场提出了高产化、果园化、花园化“三化”建设目标。

高产化,通过建园材料选择、亲本配置、树体调控、水肥管理、病虫害防治等综合技术手段,尽可能提高种子产量;花园化,通过套种绿肥作物、彩化树种、修建观光栈道和休憩亭等,提升种子园景观效果,让生产基地同时成为科普基地、示范基地、农旅基地;最值得一提的果园化,则是为了破解种子采收难题。

“如果不加干预,杉木可以长到二三十米高,球果大多生在中上部,结实部位都在20米左右高度。”叶代全说,这给球果采收带来了极大难度,爬树作业危险系数高,大量树冠上部的球果难以采摘。过去,每年都有20%左右的球果因采收难度大无法净采。在农村,要找到熟练的爬树工人越来越难,采收一斤球果的人工成本就超过5元。

有感于此,叶代全带领科研团队开展了多种矮化技术研究——通过摘心去顶、主干修剪、侧拉固定、侧梢缩枝等处理,矮化母树,实现“站着就能采种”,有效破解采种成本高和用工难题,保障作业安全,种子净采率可达100%。但矮化处理不是修剪这么简单,如果修剪过度,树冠不多,没有结实层,影响球果产量。叶代全团队正探索建立杉木种子园母树矮化技术体系与标准。

按照计划,洋口林场杉木第4代种子园明年就能迎来初产期。到时候,广大林农将率先享受杉木育种最新科技成果。与此同时,全省杉木第4代种子园建设也在加速进行。不久前,来自洋口林场的杉木第4代种子园建园穗条,批量运往沙县官庄国有林场、光泽华桥国有林场、三明将乐国有林场用于营建杉木第4代种子园。目前,全省已建设杉木第4代种子园超200亩。

杉木良种创新的遐想

建设杉木第4代种子园,仅仅是第4代遗传改良中的一环。洋口林场杉木育种科研团队正直面产业和市场需求,不断壮大杉木第4代育种群体,加快收集保存更多优质种质材料,为更高世代良种创新做准备。

“随着全球气候变化,极端天气频现,加上林地多代连栽杉木引发的地力衰退,杉木生长过程中出现了比以往更多的病虫害。”叶代全说,如今,杉木育种不仅要考虑产量与品质,抗性品种也成为刚需。此外,用材市场也对杉木品质提出了更多元化的要求。比如,主干分枝较少的无节材,因外观更为平整光滑、纹理连续均匀、木材结疤少,在家具市场备受青睐。传统无节材生产,是在森林抚育阶段,通过科学修枝,减少节子出现,产量有限。若能通过品种创新实现无节材量产,必将为相对低迷的杉木市场带来新的增长点。

为此,洋口林场杉木育种科研团队在利用现有资源大量创制杂交组合的基础上,遍访国内外杉木主产区,收集散落在崇山峻岭间的独特资源,不断扩充杉木育种基因库。

来自湖北省罗田县的垂枝杉,一根主干长到顶,主梢以下均无分枝,打破了人们对于杉木的传统认知,为培育无节材提供了巨大想象空间;来自湖南省小溪县国家级自然保护区的铁心杉,材如其名,是我国唯一一个木材密度超过0.5g/cm³的杉木品种,是培育优质用材不可多得的基因资源;来自四川省德昌县的德川杉,号称“香杉”,品质特异,备受业内青睐……在洋口林场杉木种质资源库,科研人员正对这些来自不同产区、不同资源、不同海拔的特异性资源进行保存评价。它们犹如创新之火种,假以时日便可点燃杉木种业的新火花。

要实现这些愿景,离不开育种手段创新。

长期以来,杉木育种采用的是常规选育、杂交育种等传统手段,周期长、效率低、不确定性强。一根杉木需要20多年才能成材,这意味着,评价一个品种好不好,需要十几二十年的连续观测。叶代全希望,引入现代分子育种技术,通过功能基因挖掘、分子标记辅助选择、全基因组选择等手段,提高育种效率,缩短选育时间,加快育种进程。然而,相比农业,林木分子育种更为复杂。特别是像杉木这样从远古时代走来的裸子植物,基因结构复杂程度更甚。因此,必须持续深化产学研协作,共同推动杉木分子育种基础研究与创新应用。

为了加快良种产业化进程,洋口林场在带动全省构建高世代种子园的同时,在全国率先开展杉木优良无性系组培试验,2009年,便建成了全国最大的杉木组培苗研发及生产基地,目前已研发出“洋020”“洋061”等10多个优良无性系组培配方。近年来,为了破解组培苗成本较高的问题,洋口林场又利用组培苗营建建圃,创新“带冠埋干”技术,实现了穗条高产,打通了组培苗从实验室到田间地头的“最后一公里”。

60多年间,创新从未止步的背后,是将一棵杉木做到底的决心。

来自安徽的“90后”徐强在南京林业大学求学时,便听过场校协作的故事。陈岳武为杉木育种倾其一生,他的后继者——南京林业大学教授施季森接过接力棒,与洋口林场科研人员在山上垒过石灶、舀过山泉水煮饭,吃过萝卜腌菜,在山洪暴发中经历生死考验……前辈们的感人事迹,在徐强的心中埋下了种子。几年前,他通过人才引进,来到洋口林场种苗科从事科研工作。

真正成为洋口林场的一分子后,徐强对于“洋林精神”有了更深刻的体会。在全国木材市场萧条期,林场陷入工资都发不出的窘境,依然坚持不砍一棵科研林;科研人员赴全国深山老林采种,在险峻的山道上遭遇生死时速;“钢板工人”郑斌林,在为雌花套袋时摔伤,造成脊椎粉碎性骨折,手术后依然主动申请参与第3代种子园建设……一个个感人至深的故事,让“洋林精神”具象化,也为年轻一代科研工作者提供了精神动力。

2020年,洋口林场杉木育种科研团队被授予“八闽楷模”称号。

(本版图片均由黄海提供)

