**西南林业大学**

**学术型硕士生学位论文开题报告**

|  |  |
| --- | --- |
| **题 目：** | 云南不同家系漆树种子油脂转录组和代谢组联合分析研究 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **学号** | **：** | 202312101045 | **姓名** | **：** | 李兴则 |
| **学科专业** | ： | 森林培育 | **研究方向** | ： |  |
| **导师姓名** | **：** | 董 琼 | **职称** | **：** | 教 授 |
|  |  |  |  |  |  |
| **报告主持人** | **：** |  | **报告日期** | **：** | 2024年12月19日 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **填表日期：** | 2024 | **年** | 11 | **月** | 20 | **日** |

**填 表 说 明**

1、开题报告是硕士生培养的重要环节，研究生需在导师的指导下认真完成，具体要求参见《西南林业大学关于学术型研究生开题报告的规定（2012年修订）》。

2、开题报告文献综述部分的基本要求：（1）国内外本研究课题的发展现状、趋势及问题等，字数3000字左右。（2）参考文献量不少于20篇（其中人文社科类不少于30篇），对于个别新兴研究领域其文献量可酌情减少。（3）文献引用格式需符合《西南林业大学研究生学位论文格式的统一要求》的相关规定。

3、完成时间：研究生开题工作应于入学后第三学期内完成，具体时间各学院可根据本学院的学科特点和实际情况进行安排。

4、硕士生开题报告书应首先获导师认可和考核小组成员审阅后方可参加开题。

5、打印要求：此表用A4纸双面打印，各栏空格不够时，请自行加页。

6、开题报告通过、修改、签字完毕后，交各学院存档一份。

|  |  |
| --- | --- |
| **选题基本情况**（√） | |
| 本研究题目为：  1. 导师课题的一部分 ( √ )；  2. 委培单位的课题 ( )；  3. 其它（须具体说明） 。 | |
| **选题分类 （√）** | |
| 1. 基础研究 ( √ ) | 2. 应用研究 ( ) |
| 3. 综合研究 ( ) | 4. 其 他 ( ) |
| **选题来源 （√）** | |
| 1. 973、863项目( ) | 2. 国家社科规划、基金项目 ( ) |
| 3. 教育部人文、社会科学研究项目( ) | 4. 国家自然科学基金项目 ( ) |
| 5. 中央、国家各部门项目 ( ) | 6. 省（自治区、直辖市）项目( √ ) |
| 7. 国际合作研究项目( ) | 8. 与港、澳、台合作研究项目（ ） |
| 9. 企、事业单位委托项目（ ） | 10. 外资项目（ ） |
| 11. 学校自选项目 （ ） | 12. 国防项目 （ ） |
| 13. 非立项 （ ） | 14. 其他 （ ） |

**一、立题依据**

|  |
| --- |
| **1. 选题的理论和实践意义**  云南漆树资源集中于偏远山区地带，缺乏有效的保护机制，由于过度砍伐活动，漆树品种资源急剧减少，加之漆树优良种源开发利用研究较少，基本以利用天然资源为主，种质良莠不齐，遗传改良程度不高、缺少良种，难以满足现代林业建设对良种、壮苗的需求。以不同家系漆树果实表型指标及漆蜡、漆油含量为筛选依据进行综合得分计算，对优良家系进行筛选，同时从代谢组和转录组层面深入挖掘漆油品质差异形成的相关基因，选育高产漆油的优良家系，改良遗传增益，增加漆树林分的单位面积产量，对提高漆树经济效益、开发油料资源、改善生态环境具有重要意义。  我国漆籽年产量达500万吨以上，但这一宝贵资源一直尚未充分利用。如能有效合理利用这些资源，提高漆籽产油率，不但增加农民经济收入，更能解决山区油料资源短缺问题。 |
| **2.** **文献综述**（国内外本研究领域的发展现状、趋势及问题等，并附参考文献）  **2.1国内外研究现状**  种源地理变异规律的研究是树木育种工作的基础[1]。种源试验以其遗传增益值高、见效快、成本低、生产实践性强、容易迅速转化为生产力等特殊优点，受到广大林木改良工作者和营林生产单位的高度重视和密切关注[2]。据文献统计，全世界几乎所有从事人工用材林经营方面的国家，都先后开展过种源试验及其选优等研究工作。瑞典、苏联、美国种源试验规模较大，如美国现已对20种针叶树，15种阔叶树进行了种源研究。欧洲各国除重视本国原产树种的种源研究外，对引入树种如小干松(*Pinus contorta*)、花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)、西加云杉(*Picea sitchenrsis*)、白松(*Pinus armandii*)也广为研究；非洲不少国家开展了桉树(*Eucalyptus robusta*)、松类(*Pinus*)的种源研究；大洋洲各国对辐射松(*Pinus radiata*)、火炬松(*Pinus taeda*)开展了引种和种源研究[3-4]。我国已开展了马尾松(*Pinus massoniana*)、云南松(*Pinus yunnanensis*)、黄山松(*Pinus taiwanensis*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)等[5] 31个树种全分布区域或主要分布区的种源试验，揭示了主要性状地理变异及其规律，选择出一批优良种源，划分了种源区[6]。  种子作为被子植物传播后代的重要载体，是植物生活史中最重要的阶段，它对环境的适应性进化，是植物开拓新生境的主要驱动力之一[7]。种子长、宽、千粒重这3个性状差异由遗传控制较强[8]。目前，国内外对种子性状的分析已经广泛涵盖各科、属树种，其中壳斗科树种的种子性状研究分析也十分丰富，包括栲树(*Castanopsis fargesii*)[9]、小叶青冈*(Quercus myrsinifolia*)[10]、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)[11]等树种。通过研究种子性状与发芽率、植物生长发育情况之间的相关性对选择优良种源和家系有着重要的作用，是林木遗传育种研究中常用的方法。  种源的子代幼苗性状最能反映该种源树种的遗传表达情况。目前在林业研究中，已经进行了大量的子代幼苗性状的观测研究。叶淑媛等[12]研究了榧树(*Torreya grandis*)半同胞子代幼苗生长性状，发现苗高、地径受较高遗传力控制，且一、二年生苗高及地径均极显著相关；吴志华等[13]研究了不同子代桐花树(*Aegiceras corniculatum*)幼苗生长适应性，发现苗高在不同的区组之间均存在着较大程度的差异，且各立地条件的差异对桐花树的生长发育影响很大；王丽云[14]研究乌桕(*Sapium sebiferum*)幼苗的生长与生理特性，发现乌桕树种的果实、种子百粒重差异显著，可作为选优的重要指标。植物在生长过程中不仅受遗传力的作用，还会受到环境的影响，选择遗传力控制比较强的生长性状作为早期评价的衡量指标，可以保证早期选择的准确率[15]。因此，很多学者都努力发掘受遗传力较强的生长指标，进行选育评价。在所有植物的生长指标中，幼苗生长性状和生物量情况是最能直接反映苗木生长状况的指标[16]。赵志刚等[17]调査了1年生光皮桦(*Betula luminifera*)的苗高、地径，得出不同种源1年生苗高、地径具有显著差异，认为可以将苗高作为衡量指标进行优良家系的早期选择。在黄连木(*Pistacia chinensis*)苗期早期选择的研究中，吴志庄等[18]的研究结果说明了苗高和地径的家系遗传力最大，这两个生长指标可以作为衡量优良家系的选择指标。在云南松家系测定研究中，刘代亿等[19]研究结果认为苗高的生长量可以作为早期选择的衡量指标，地径生长量可以作为辅助指标。因此，可以通过对幼苗苗高、地径等生长量指标的持续测定，分析研究出不同种源植物幼苗的生长发育情况，从而确定优良种源，为之后的选种、育种提供科学依据。  多组学技术的进步，已经成为阐明植物中复杂的次生代谢产物合成和候选基因的有效方法之一。尤其是通过代谢组学和转录组学联合分析，对差异基因与差异代谢物进行共表达分析，研究基因和代谢物间的关联性，进而系统解析植物调控机制和生物分子功能间的相关性[20]。组学联合分析是一种综合应用多种组学技术进行数据整合和分析的方法，强调生物体内不同层面之间的相互关系和整体性，有助于揭示生物系统的复杂性和互动网络。徐幸酬[21]利用转录组和代谢组数据的关联分析，筛选出13个可能影响柚皮苷含量的关键基因，并进行qPCR验证，为后续的种质研究与选育和药材质量改善奠定了基础。Xu C等[22]研究采用转录组学和代谢组学技术对冷冻处理下的耐寒(ZQ)和耐寒(XL)青科品种进行联合组学分析，发现脂质代谢途径对耐寒青科品种低温胁迫响应机制至关重要；Zhao Y等[23]通过整合转录组学和代谢组学方法，系统研究了耐寒小麦品种(Jing 411)在遭遇低温逆境时其基因表达活动与代谢产物活性的动态变化情况。  **2.2研究必要性及意义**  漆树[*Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F. A. Barkley]属漆树科(Anacandiaceae)、漆树属(*Toxicodendron*)，落叶乔木，是我国的重要经济树种[24]。漆树的主要产品生漆，素有“涂料之王”的美誉[25]，主产于中国[26]。漆树是我国农业、林业特产资源之一，有着重要的经济性、生态性，已成为合成现代生物高性能材料产品的一种原材料[27]。随着漆树被广泛应用于石油化工、食品工业、机械设备、造船、矿业等领域，促使生漆行业的迅猛发展，推动了尤为重要的漆树资源的发展[28]。漆树的果实又称漆籽，呈扁球状，可分离为种子和果皮，其果皮为蜡质层，可提取漆蜡(Lacquer wax)，种子可提取漆油[29]。漆蜡和漆油中含有多种人体必需脂肪酸，如亚油酸、亚麻酸等，经现代医学证明具有抗癌、抗氧化，增强人体新陈代谢、调节人体免疫力等功能，能够调整血脂、抗动脉硬化，从而减少冠心病发病率和死亡率[30]。张瑞琴[31]等指出漆油具有破血化瘀功能。云南怒江地区因交通不便，当地群众就地取油，从漆籽中提取油脂，该油脂常温下为蜡状固体，易贮存，具有补血、止血、消炎、止痛、收敛、散寒、舒筋活血、提神补气、降血脂、降胆固醇等多种功效[32-34]。云南漆树资源主要集中于偏远的山区地带，长期以来缺乏有效的保护机制，由于过度砍伐活动，漆树品种资源急剧减少，加之漆树优良家系发利用研究较少，基本以利用天然资源为主，种质良莠不齐，遗传改良程度不高、缺少良种，难以满足现代林业建设对良种、壮苗的需求。开展漆树遗传资源收集、保存以及选育利用研究，将有利于漆树种质基因保护；选育高产漆蜡漆油的优良家系，提高遗传增益，提高漆树林分的单位面积产量；选育良种是实现漆树人工造林大面积推广的基础，对提高经济效益、填补木材缺、改善生态环境具有重要意义。  因此，本研究将通过亲代表型、子代性状、差异代谢物和差异表达基因联合分析的研究方法，对不同家系漆树果实进行综合评价和筛选，旨在揭示漆树种子形态特征与基因调控规律、苗期的生长节律及幼苗性状变异规律，分析种子性状和苗木性状是否有相关性，并筛选产高品质漆油家系，为漆树引种栽培、优良家系选择以及开发利用提供理论依据。  参考文献  [1]朱 翔, 刘桂丰, 杨传平, 等. 白桦种源区划及优良种源的初步选择[J]. 东北林业大学学报, 2001, (05): 11-14.  [2]何庆海. 不同种源枫香种子及苗期差异性分析研究[D]. 浙江农林大学, 2018.  [3]刘 红. 国家林木种苗发展战略研究[D]. 南京：南京林业大学, 2011.  [4]李明芳, 卢 诚, 刘兴地, 等. 小桐子25个无性系遗传多样性的SRAP分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(01): 26-31.  [5]陈晓阳. 树木种内的地理变异及其利用[J]. 贵州林业科技, 1989, (01): 79-85.  [6]Dan, L, Campbell, Richard, M., & Engeman, et al. Effects of mountain beaver management and thinning on 15-year-old Douglas fir growth and survival[J]. Environmental Science and Pollution Research. 2015, 14(22): 10824-10829.  [7]黄振英, 曹 敏, 刘志民, 等. 种子生态学: 种子在群落中的作用[J]. 植物生态学报, 2012, 36(08): 705-707.  [8]邹金拓, 王 鑫, 周 玮, 等. 构树不同种源种子性状地理变异及其趋势分析[J]. 种子, 2020, 39(03): 62-67.  [9]葛民轩, 王良衍, 应 震. 3种壳斗科植物林缘与林内种群种子性状比较[J]. 福建林业科技, 2014, 41(01): 6-8+48.  [10]高立献, 贾 赛, 高萨娜. 小叶青冈种子萌发与休眠特性研究[J]. 河南林业科技, 2020, 40(01): 14-17.  [11]井振华. 苦槠遗传多样性和种苗性状变异规律初步研究[D]. 中国林业科学研究院, 2010.  [12]叶淑媛, 董雷鸣, 董 昂, 等. 榧树半同胞子代幼苗生长性状的遗传参数估算[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37(04): 817-822.  [13]吴志华, 陈粤超, 张 苇,等. 不同子代桐花树幼苗生长适应性比较[J]. 桉树科技, 2017, 34(01): 32-35.  [14]王丽云. 乌桕优选单株种子及幼苗生长与生理特性研究[D]. 中南林业科技大学, 2012.  [15]杨汉波, 郭洪英, 陈炙, 等. 引种桉树种源生长性状的遗传变异及早期评价[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(06): 109-114+177.  [16]王鑫靓. 重复测量方差分析的数据检验在植物生长调节剂研究中的应用及程序实现[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(09): 177-180.  [17]康建生. 米槠生物量空间结构特征的研究[J]. 江西林业科技, 2011, (03): 33-35.  [18]郭宝宝. 不同抚育强度对米槠生长过程的影响[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(08): 131-134.  [19]吴君君, 杨智杰, 翁发进, 等. 米槠天然林和人工林土壤呼吸的比较研究[J]. 环境科学, 2014, 35(06): 2426-2432.  [20]赵艳侠, 张晶莹, 孙骏飞, 等.‘重瓣红’玫瑰不同花发育阶段转录和代谢差异分析[J]. 生物技术通报, 2023, 39(03): 184-195.  [21]徐幸酬. 道地化橘红种质资源评价与分析[D]. 赣南师范大学, 2023.  [22]Xu C, Gui Z, Huang Y, et al. Integrated Transcriptomics and Metabolomics Analyses Provide Insights into Qingke in Response to Cold Stress [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2023, 71(47): 18345-58.  [23]Zhao Y, Zhou M, Xu K, et al. Integrated transcriptomics and metabolomics analyses provide insights into cold stress response in wheat [J]. The Crop Journal, 2019, 7(6): 857-66.  [24]中国科学院植物研究所, 南京地质古生物所. 中国新生代植物[M]. 北京: 科学出版社, 1958: 116-117.  [25]王成章, 朱正明. 我囯漆籽资源的现状及开发利用前景[J]. 林业科技开发2001, (1): 9-11.  [26]傅淑颖, 魏朔南, 胡正海. 漆树生物学的研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2005,24(5): 15-19.  [27]侯文军. 漆树高效育苗技术[J]. 现代农业科技, 2019, (17): 151-152.  [28]李淑娜. 漆树播种育苗技术[J]. 现代农村科技, 2021, (10): 42.  [29]王志龙, 陈新强, 李宇诚, 等. 漆籽漆蜡超临界CO2萃取工艺研究[J]. 湖南林业科技, 2022, 49(06): 16-22.  [30]张飞龙, 郭勇智, 王尚林, 等. 漆树资源的开发和利用[J].中国生漆,1995, 14:43-51.  [31]张瑞琴, 张飞龙. 漆树果实资源开发态势分析 [J].中国生漆,2000, 19(3):23-30.  [32]王有琼, 孙龙. 昭通漆蜡的脱色研究[J].林产化工通讯.2003,l(37):17-18.  [33]王成章.漆籽漆蜡(油)的化学组成和开发前景 [J].林业科技通 讯,2001,(9):5-6. [34]Mersch-Sundermann V, Kassie F, Beohmer S, et al. Extract of Toxicodendron quercifolium caused gentoxicity and antigenotoxicity in bone marrow cells of CD-mice [J]. Food and Chemical Toxicology.2004, 42:1611-1617. |

**二、研究方案**

|  |
| --- |
| **1.** **研究内容、研究目标及拟解决的关键问题**  1.1研究内容  试验所用36家系漆树果实于2023年9月、10月、11月分别采自云南怒江、迪庆、昭通3市(州)4个县的6个乡(镇)，根据当地漆树资源的具体分布情况，在各个地区随机挑选生长旺盛、结实丰富的漆树作为样本植株，并从中随机采集成熟度及大小基本一致的漆树果实作为试验材料，并于2024年9月在西南林业大学树木园进行播种。具体试验内容如下：  (1)不同家系漆树果实形态指标评价：通过测定漆树果实及种子的长度、宽度及厚度、种子含水量和吸水率、漆油含量、漆蜡含量等指标，探究不同家系漆树果实和种子表型性状及含油量差异，并从中筛选优良家系。  (2)苗期生长指标及幼苗性状变异评价：将36个家系漆树种子播种后定期记录发芽率和发芽势，并于播种后两个月测量各家系子代植株苗高、地径、根、茎、叶生物量等指标，探究不同家系种子性状和子代苗木性状是否有相关性，分析苗木生长节律情况及性状差异，为筛选优良家系提供依据。  (3)转录组及代谢组联合分析：采用液相色谱-质谱联用技术(LC-MS)和高通量转录组测序(RNA-seq)对漆油中差异代谢物及差异基因进行深入分析，挖掘与漆油合成的关键差异基因及转录因子，从基因表达的角度分析漆蜡漆油积累的调控方式，为高品质漆油家系优选提供理论参考。  1.2研究目标  选取云南 36个家系漆树果实为试材，测定其种子长、宽、厚度、千粒重、含水量、吸水率、漆蜡、漆油含量等性状，结合苗期生长评价及幼苗性状变异情况，通过代谢组和转录组相结合等方法，挖掘漆油品质差异形成的相关基因，并运用相关性分析、主成分分析和聚类分析，构建一个科学合理的漆树种子品质评价体系，筛选出产高品质漆蜡、漆油的家系，为促进和加强漆树种质资源的保护、搜集和后期的良种繁育及适宜栽培环境的选择等提供理论依据。  1.3拟解决关键问题  从36个家系中筛选出3个高质量产油家系，并采用转录组和代谢组联合分析，从基因角度深入挖掘漆油品质差异形成的相关基因。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2. 拟采用的研究方法、技术路线、实验方案及可行性分析**  2.1 研究方法  试验所用36个家系漆树果实于2023年9月、10月、11月分别采自云南怒江、迪庆、昭通3市(州)4个县的6个乡(镇)，采集地信息见表1，根据当地漆树资源的具体分布情况，在各个地区随机挑选生长旺盛、结实丰富的漆树作为样本植株，并从中随机采集成熟度及大小基本一致的漆树果实作为试验材料。试验地位于云南昆明西南林业大学树木园(北纬25°04′00′′、东经102°45′41′′)。试验地处于亚热带高原季风气候区，海拔1964 m，霜期短，气候温和，年平均温度16.5 ℃，年平均降水量1035 mm，年平均相对湿度67%，土壤pH=5.45。   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 表1 材料来源及概况 | | | | | | | | | | | Table 1 The origin and general situation of the studied provenances | | | | | | | | | | | 家系编号 | 采集地 | 经纬度 | 海拔(m) | 坡位 | 坡向 | 树高(m) | 胸径(cm) | 树龄 | | 1-LS1 | 怒江州 | N: 25°96′34.5″ E: 98°75′73.5″ | 2065 | 中坡 | 南坡 | 11.0 | 25.0 | 15 | | 2-LS2 | N: 26°03′54.4″ E: 98°75′37.5″ | 1764 | 下坡 | 东北坡 | 5.0 | 12.0 | 5 | | 3-LS3 | N: 26°01′42.4″ E: 98°76′35.4″ | 2020 | 下坡 | 东坡 | 19.5 | 40.0 | 25 | | 4-LS4 | N: 26°01′34.4″ E: 98°76′43.4″ | 2036 | 下坡 | 北坡 | 6.0 | 12.0 | 5 | | 5-LS5 | N: 26°01′43.2″ E: 98°76′32.1″ | 1937 | 中坡 | 东北坡 | 8.0 | 27.0 | 30 | | 6-LS6 | N: 26°01′43.5″ E: 98°76′89.7″ | 1938 | 中坡 | 东坡 | 12.0 | 25.0 | 15 | | 7-LS7 | N: 26°01′65.7″ E: 98°76′23.7″ | 1940 | 下坡 | 北坡 | 10.0 | 17.0 | 15 | | 8-HX1 | 迪庆州 | N: 26°95′63.5″ E: 99°31′56.7″ | 2454 | 中坡 | 东坡 | 6.5 | 15.0 | 10 | | 9-HX2 | N: 26°95′28.7″ E: 99°31′34.3″ | 2415 | 中坡 | 西北坡 | 7.0 | 10.0 | 10 | | 10-HX3 | N: 26°95′76.2″ E: 99°31′34.3″ | 2415 | 中坡 | 西北坡 | 8.0 | 11.0 | 10 | | 11-HX4 | N: 26°94′59.8″ E: 99°32′78.7″ | 2670 | 中坡 | 东南坡 | 13.0 | 36.0 | 40 | | 12-HX5 | N: 26°94′98.2″ E: 99°32′61.2″ | 2693 | 中坡 | 东北坡 | 5.5 | 9.0 | 5 | | 13-HX6 | N: 26°94′39.8″ E: 99°32′69.8″ | 2706 | 中坡 | 东北坡 | 8.0 | 11.0 | 5 | | 14-WD1 | N: 27°09′72.5″ E: 99°13′83.2″ | 2400 | 中坡 | 东北坡 | 8.0 | 45.0 | 150 | | 15-WD2 | N: 27°09′93.2″ E: 99°13′34.3″ | 2433 | 中坡 | 北坡 | 6.0 | 21.0 | 100 | | 16-WD3 | N: 27°13′42.5″ E: 99°13′55.4″ | 2346 | 中坡 | 东北坡 | 8.5 | 34.0 | 100 | | 17-WD4 | N: 27°14′23.4″ E: 99°13′56.6″ | 2355 | 中坡 | 东北坡 | 5.5 | 37.0 | 100 | | 18-YG1 | 昭通市 | N: 27°39′64.5″ E: 104°63′65.4″ | 1829 | 中坡 | 东北坡 | 18.5 | 31.0 | 18 | | 19-YG2 | N: 27°39′34.5″ E: 104°63′43.5″ | 1850 | 中坡 | 东坡 | 9.5 | 16.0 | 8 | | 20-YG3 | N: 27°39′54.3″ E: 104°62′95.4″ | 1860 | 中坡 | 东坡 | 9.0 | 20.0 | 16 | | 21-YG4 | N: 27°39′45.6″ E: 104°62′94.5″ | 1850 | 中坡 | 东坡 | 10.0 | 28.0 | 20 | | 22-YG5 | N: 27°39′54.6″ E: 104°63′65.4″ | 1830 | 中坡 | 东坡 | 7.0 | 19.5 | 7 | | 23-YG6 | N: 27°39′13.5″ E: 104°63′64.3″ | 1830 | 中坡 | 东坡 | 7.0 | 30.0 | 20 | | 24-YG7 | N: 27°39′13.7″ E: 104°63′71.2″ | 1830 | 中坡 | 东坡 | 9.5 | 31.0 | 20 | | 25-YG8 | N: 27°39′13.7″ E: 104°63′76.5″ | 1810 | 中坡 | 东坡 | 9.0 | 20.0 | 15 | | 26-NC1 | N: 27°47′24.3″ E: 104°96′43.1″ | 1748 | 下坡 | 东坡 | 9.5 | 21.0 | 20 | | 27-NC2 | N: 28°24′23.4″ E: 104°35′33.4″ | 1730 | 中坡 | 东坡 | 11.0 | 15.0 | 11 | | 28-NC3 | N: 27°47′54.3″ E: 104°59′32.1″ | 1724 | 下坡 | 东坡 | 11.0 | 17.0 | 25 | | 家系编号 | 经纬度 | 海拔(m) | 坡位 | 坡向 | 树高(m) | 胸径(cm) | 树龄 | | 29-NC4 | N: 27°47′65.4″ E: 104°59′51.3″ | 1730 | 下坡 | 东坡 | 9.4 | 15.0 | 21 | | 30-NC5 | N: 27°47′31.7″ E: 104°59′51.4″ | 1730 | 下坡 | 东坡 | 9.5 | 15.0 | 21 | | 31-NC6 | N: 27°47′41.2″ E: 104°95′21.1″ | 1730 | 下坡 | 东坡 | 7.5 | 11.0 | 21 | | 32-HZ1 | N: 27°60′71.2″ E: 104°36′75.5″ | 1710 | 中坡 | 西坡 | 6.5 | 28.0 | 22 | | 33-HZ2 | N: 27°60′72.6″ E: 104°36′82.9″ | 1720 | 中坡 | 西坡 | 9.0 | 28.0 | 18 | | 34-HZ3 | N: 27°60′75.7″ E: 104°36′80.6″ | 1729 | 中坡 | 西坡 | 7.0 | 41.0 | 25 | | 35-HZ4 | N: 27°60′74.9″ E: 104°36′84.1″ | 1742 | 中坡 | 西南坡 | 5.0 | 21.0 | 15 | | 36-HZ5 | N: 27°60′67.4″ E: 104°36′86.4″ | 1735 | 中坡 | 西南坡 | 7.0 | 12.0 | 15 |   (1)漆树种子形态指标测定：用镊子、刀片将漆树果实的果皮和种子进行手工分分离，分别测定果实和种子的千粒重。随机选取每个家系10粒种子，设三个重复，共30粒，用游标卡尺分别测量种子的长度、宽度及厚度。  (2)漆树种子含水量和吸水率测定：随机选取各家系种子50粒，设3个重复，放入烧杯中并加入蒸馏水，确保种子完全浸没，置于25 ℃的恒温培养箱，定期取出种子，用吸水纸吸干种子表面水分并称重，反复重复上述步骤，直至两次称量的质量几乎恒定为止。吸水率(%)=(吸水后种子重量-种子初始重量)/种子初始重量×100%。含水量=[(干燥前种子质量-干燥后种子质量)/干燥前种子质量]×100%。  (3)漆树果实果皮中漆蜡含量测定：精准称取10 g已磨碎漆籽果皮，用滤纸包裹并绑扎，并设3个重复，置入500 ml索氏提取器内，倒入石油醚作为提取液，60 ℃恒温水浴中提取9 h，提取完毕后通过旋转蒸发器回收溶剂，待冷却至室温后进行称重，计算得到出油率[16]。假设索氏浸提前漆树种子果皮的质量为m0，经索氏浸提后得到的果皮质量为m，则果皮的漆蜡出油率为( m/m0 )×100%。  (4)漆树种子含油量测定：精准称取10 g已磨碎漆树种子，用滤纸包裹并绑扎，并设3个重复，置入500 ml索氏提取器内，倒入石油醚作为提取液，60 ℃恒温水浴中提取9 h，提取完毕后通过旋转蒸发器回收溶剂，待冷却至室温后进行称重，计算得到出油率。假设索氏浸提前漆树种子果皮的质量为m0，经索氏浸提后得到的果皮质量为m，则果皮的漆蜡出油率为( m/m0 )×100%  (5)苗期生长指标评价  (a)发芽率和发芽势：2024年9月在西南林业大学树木园进行播种，每个家系地各取300粒种子，分3个重复，种子统一处理好之后置于10×10×10 cm的营养袋中，表层覆土3~5 cm，加适量水，放置在大棚中进行发芽，每天记录出苗情况，以5 d内平均发芽率不超过供试种子总数的1%为发芽终止日期，定时管护浇水、除杂草。  (b)苗高地径生物量：自2024年11月份开始测量漆树苗高、地径。每个家系随机选择10株苗木，挂牌标记，作为苗木生长量测定的固定标准株。苗高采用钢卷尺测量，精确到0.1 cm，地径采用游标卡尺测量，精确到0.01 mm。每个家系选择3株完整漆树苗木作为标准株，将其根系完整取出，冲洗根部基质，用枝剪将植株分为根、茎、叶，分别测定其生物量。  (6)代谢组分析及数据处理利用液相色谱串联质谱(LC-MS/MS)对代谢物进行定性和定量分析。采用Analyst 1.6.3软件和MultiQuant 3.0.3软件处理质谱数据。筛选标准：选取差异倍数值(fold change，FC)≥ 2 和 FC ≤ 0.5 的代谢物。使用 SPSS 26.0 对数据进行单因素ANOVA检验进行方差分析和差异显著性检验。  (7)转录组测序及分析：转录组分析及其数据处理RNA提取后用琼脂糖凝胶电泳分析RNA的完整性及是否存在DNA污染，Qubit2.0 荧光仪检测RNA浓度，Agilent2100生物分析仪检测RNA完整性后对文库的insert size进行检测，insert size符合预期后进行下一步试验。样品经文库构建和文库质检合格后，用Illumina HiSep平台测序，将测序结果与参考基因组进行序列比对，进行功能注释。采用FPKM统计分析。  2.2 技术路线  2.3可行性分析  (1)理论可行性：代谢组学和转录组学技术也在多个植物物种中得到了成功应用，为揭示植物代谢和基因表达的调控机制提供了丰富的数据支持。这些前期研究成果为本项目的实施提供了坚实的理论基础和技术支持。  (2)技术可行性**：**代谢组学和转录组学技术已经广泛应用于植物科学研究领域，为揭示植物代谢和基因表达的调控机制提供了强有力的支持。代谢组学技术主要包括色谱、质谱、核磁共振等技术，可以高通量地检测植物体内的代谢物变化；转录组学技术主要包括高通量测序技术，可以全面检测植物基因的表达水平。这些技术已经相对成熟，并在多个项目中得到了成功应用。 |
| **3、本研究的特色与创新之处**  目前云南漆树种质资源评价及优选相关研究报道较少，加之漆树遗传背景较为模糊，一定程度上限制了漆树功能基因和表达调控方面的研究。为此，本研究以云南36个家系漆树果实为试材，分析其性状差异及子代表达特征，比较不同家系表型性状遗传多样性，以果实表型指标为筛选依据进行综合得分计算，对优势家系进行优株筛选，同时从代谢组和转录组层面深入挖掘漆油品质差异形成的相关基因，以期为漆树优良种质资源收集和优质品种选育提供参考。 |
| **4、研究计划及预期研究结果**  **4.1研究计划**  2023年9月：搜集云南漆树种质资源分布情况以及种质优选相关文献资料  2023年9月-2023年11月：在种子成熟期，前往怒江州、迪庆州、昭通市采集足够样本的漆树果实  2023年11月-2024年6月：完成36个家系地漆树果实、种子表型性状和漆蜡、漆油含量测定，并将种子播种至西南林业大学树木园温室大棚内，定期浇水、松土、除草  2024年7月-2024年9月：定期检测漆树幼苗发芽情况，并记录各家系发芽率和发芽势  2024年10月-2024年11月：测定漆树苗期性状，包括叶片数、生物量等  2024年10月-2024年12月：完成漆油代谢组学测定及分析；完成转录组测序及分析  2025年1月-2025年3月：结合转录组代谢组学分析撰写二区论文一篇  **4.2预期结果**  1、筛选出3个高质量产油家系  2、从代谢组和转录组层面揭示漆油品质差异形成的相关基因  3、发表2篇学术论文，并完成学位论文 |

**三、研究基础**

|  |
| --- |
| **1、已参加过的相关研究工作和已取得的研究工作进展**  已完成36个家系种子采集及各项表型指标的测定、种子发芽观测和苗期生长性状评价，并从中筛选出3个高质量产油家系，完成所有家系聚类分析。目前正在对其中含油量最高和最低的两个家系进行转录组和代谢组联合分析。 |
| **2、已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决的途径**  目前已具备种子形态指标测量及苗期生长评价条件，但缺少对转录组测序和代谢组分析条件。代谢组和转录组数据具有高度的复杂性和异质性，需要采用先进的生物信息学方法进行数据整合和分析。解决方案是选择专业分析团队和完善的平台，采用最新的生物信息学软件和算法，确保数据分析的准确性和可靠性。 |
| **3、研究经费预算和经费落实情况**  (1)前往怒江、昭通、迪庆采集漆树成熟果实，差旅费3万元左右(已落实)  (2)转录组和代谢组测定，预计1万元左右(已落实) |

|  |
| --- |
| 导师签字：  年 月 日 |

**四、导师对开题报告的评价**

**五、开题报告小组评议意见**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组成 | 姓名 | 职称 | 工作单位 | 本人签字 |
| 组长 |  |  |  |  |
| 成员 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 小组评议意见：  组长签字：  年 月 日 | | | | |

**六、学科审查意见**

|  |
| --- |
| 学科对开题报告的意见：  学科负责人签字：  年 月 日 |

**七、学院审查意见**

|  |
| --- |
| 学院对开题报告的意见：  主管（副）院长签字：  年 月 日 |

西南林业大学研究生处制