

文冠果种质资源调查研究进展

吴丹¹, 徐海涛², 姜春君¹, 解孝满¹, 王磊¹, 赵永军¹, 陆璐^{1*}

¹山东省林草种质资源中心, 暖温带林草种质资源保存与利用国家林业和草原局重点实验室, 山东 济南
²淄博市林业保护发展中心, 山东 淄博

收稿日期: 2022年9月19日; 录用日期: 2022年10月24日; 发布日期: 2022年10月31日

摘要

文冠果是我国特有的木本油料树种, 广泛分布于北方大部分省区。本文就当前文冠果种质资源调查研究进展情况进行汇总分析, 调研了国内野生资源调查情况、古树资源分布情况、人工栽培情况等现状, 分析了种质资源保护存在的问题, 并提出解决方案, 为文冠果种质资源保护利用提供参考。

关键词

文冠果, 种质资源, 调查, 分布

Research Progress on Germplasm Resources of *Xanthoceras sorbifolium* Bunge

Dan Wu¹, Haitao Xu², Chunjun Jiang¹, Xiaoman Xie¹, Lei Wang¹, Yongjun Zhao¹, Lu Lu^{1*}

¹Key Laboratory of National Forestry and Grassland Administration Conservation and Utilization for Warm Temperate Zone Forest and Grass Germplasm Resources, Shandong Provincial Center of Forest and Grass Germplasm Resources, Jinan Shandong

²Zibo Center of Forestry Protection and Development, Zibo Shandong

Received: Sep. 19th, 2022; accepted: Oct. 24th, 2022; published: Oct. 31st, 2022

Abstract

Xanthoceras sorbifolium Bunge is a unique woody oil plant in China, which is widely distributed in most northern provinces. This paper summarized and analyzed the current research progress of *X. sorbifolium* germplasm resources, investigated the status quo of wild resources investigation, distribution of ancient tree resources, artificial cultivation, analyzed the problems in germplasm re-

*通讯作者。

sources protection, and proposed solutions to provide reference for the protection and utilization of *X. sorbifolium* germplasm resources.

Keywords

Xanthoceras Sorbifolium, Germplasm Resources, Investigation, Distribution

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

文冠果(*Xanthoceras sorbifolium* Bunge)为无患子科文冠果属落叶灌木或小乔木[1],又名文冠花,文光花,僧灯毛道,在我国有一千多年的栽培历史[2],是我国北方特有的优良木本油料树种,其食用、药用、观赏、生态等综合经济效益高,具有极高的开发利用和研究价值。长期以来,我国文冠果多处于野生、半野生状态,自然生长。1960年代开始大量栽种人工林,但从1970年代后期开始,文冠果生产遭到巨大破坏[3]。近年来,部分地区或单位依托文冠果资源调查和科研创新项目课题,开展了文冠果种质资源调查,但普遍存在系统性不强、重复性高、深度广度不够等调查不全面问题。本文通过查阅文献并结合山东省林草种质资源中心文冠果调查结果,分析文冠果种质资源分布情况,特别是野生资源、古树资源、人工栽培资源的类型、数量、分布和性状等情况,分析适宜分布区及选优种质筛选,为文冠果种质资源保护利用工作提供建议。

2. 文冠果种质资源分布情况

2.1. 种质资源总体分布特点

文冠果在我国的分布范围较广,秦岭淮河以北的北方地区均有分布,自然分布主要集中在黄土高原地区,详见表1。分析可见,地理分布上,主要在沿黄河流域的青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东以及河北、辽宁、北京、天津、新疆、西藏等21个省、自治区和直辖市,大部分处于北纬28°34'~47°20'N,东经73°20'~120°25'E之间。垂直分布上,大多分布在海拔800~1800 m范围内,资源分布的最低海拔仅为5 m,最高海拔可达3660 m。立地条件上,资源分布的最低气温为-36.4℃,最高气温为38.9℃,年均降雨量在37~969 mm之间,年日照时长1616~3124 h,无霜期120~233 d;野生资源主要生长在次生林中阳坡或半阳坡的丘陵山地,生境主要为沟边、崖畔和陡坎等。徐东翔等[3]报道,广西荔浦县、广东阳江农场、江西景德镇、上海植物园、湖南大庸县、江苏溧水县等秦岭淮河以南的南方地区也有文冠果引种,仅少数存活,不结实。

2.2. 野生资源主要分布情况

山东省林草种质资源中心近3年来组织开展的调查显示,文冠果野生资源分布区主要为温带、暖温带气候区,在黄土高原的天然分布最为集中,与现有文献报道基本一致,详见表2。朱仁斌[8]在2014~2015年对我国野生资源进行采样调查,提出文冠果的野生分布区处于黄土高原或黄土区范围,为青海循化-甘肃陇南-陕西宝鸡-陕西铜川-河南三门峡-山西太原-河北张家口-陕西榆林-宁夏银川等围合成的一个连续分布区域。康永祥等[9]研究发现,文冠果乔木林分布于黄土高原阔叶落叶林区,

灌丛群落和乔木型孤树在林区和森林草原区都有分布，干草原、沙化草原区以灌木型孤树或乔木型孤树分布较多，各群落在物种组成上存在差异。

Table 1. General distribution characteristics of germplasm resources
表 1. 种质资源总体分布特点

地理分布	水平分布	垂直分布 m	年均气温 ℃	年均降 雨量 mm	生境条件	年日照 无霜期	文献
甘肃、宁夏东部，陕西、河南北部，山西、河北大部，内蒙古南部和东部，辽宁、吉林西部	33°48'~44°20'N , 106°~125°E	大多 300~1200 可达 1400	7.6~14.2, 1 月均温 -0.2~10.7, 7 月均温 22.0~27.6	375.1~6 31.3	阳坡；沟豁、沟 崖；多为砂壤 土，绵土、褐土 生长较好	2451.2~296 5.2 h, 150~216 d	[4]
辽宁建平、河北唐山、山东青岛、安徽合肥、河南栾川、陕西洛南、甘肃平凉、青海循化、西藏察隅一线以西以北	28°34'~47°20'N , 73°20'~120°25' E	大多 800~1800 可达 2300	3.3~15.6, 1 月均温 -19.4~0.2, 7 月均温 13.6~32.4, 绝 对气温 -36.4~38.9。	43~969	沟壑、土石山； 黄绵土为主，其 次黑垆土、风沙 土、褐土；土壤 pH 值 7~8.5	1616~3124 h, 120~233 d	[5]
北京、内蒙古、陕西、山西、河北、河南、新疆、甘肃、宁夏、山东、安徽、辽宁、青海、西藏	28°34'~47°20'N , 73°20'~120°25' E	大多 800~1800 可达 2300		500~800 , 最低 148.2	阳坡、半阳坡； 山坡、丘陵、沟 壑边缘和土石 山区；沙壤、壤 土		[6]
内蒙古、陕西、山西、河北、甘肃、新疆、北京、河南、青海、山东、辽宁、天津、湖北、西藏、黑龙江、四川、吉林、上海、云南、湖南		大多 1000~2000 最低 5, 最 高 3660	1.9℃~16℃	37~952			[7]

注：空白处为文献未做介绍。

Table 2. Main distribution of wild resources
表 2. 野生资源主要分布情况

省	市	分布广泛的县区	分布较少的县区	参考文献
	庆阳市	合水县、宁县、正宁县、华池县	环县、镇原县、庆城县、西峰区	[5] [8] [10]
	平凉市	崆峒区、灵台县、泾川县、崇信县、华亭县	静宁县、庄浪县	[8] [10]
	天水市	清水县、秦川区、麦积区	武山县、张家川回族自治县、秦安县、甘谷县	[5] [8] [10]
甘肃	陇南市	两当县、徽县、康县、文县	武都区、西和县、礼县、成县、宕昌县	[8] [10]
	临夏州		康乐县、东乡县、永靖县、临夏县	[10]
	甘南州		舟曲县	[10]
	定西市		漳县	[11] [16]
	兰州市	西固区		[8]

Continued

	延安市	甘泉县、富县、延长县、安塞区、黄陵县、延川县、宝塔区、子长市	洛川县、宜川县、黄龙县	[8] [11] [16]
	榆林市	清涧县、定边县、神木市、府谷县	米脂县、靖边县	[5] [8] [11] [16]
陕西	渭南市	韩城市、合阳县、澄城县、白水、蒲县、富平县		[5] [8] [11] [16]
	宝鸡市	麟游县、陇县、千阳县、渭滨区	岐山县、凤翔区	[8] [9] [11]
	铜川市	宜君县、耀州区		[8] [11] [16]
	咸阳市	淳化县、永寿县、旬邑县、长武县、彬州市	礼泉县、乾县	[8] [9] [11]
	运城市	绛县、闻喜县、垣曲县、平陆县	永济县	[12]
	临汾市	乡宁县、吉县、隰县、蒲县、大宁县、永和县、霍州市、翼城县、汾西县、	襄汾县、安泽县、古县、	[5] [8] [12] [15]
	吕梁市	临县、石楼县、方山县、兴县、汾阳市、离石区、中阳县、静乐县	岚县、孝义市、交城县	[8] [12] [15]
	太原市	娄烦县	古交市、阳曲县、清徐县	[8] [12]
山西	忻州市	忻府区、定襄县、原平县、代县、宁武县、静乐县、神池县、繁峙县	五寨县、岢岚县、偏关县、保德县、五台县、河曲县	[8] [12] [15]
	阳泉市		盂县、平定县	[12]
	大同市	天镇县、广灵县、阳高县、浑源县	原平市、灵丘县	[12] [13]
	晋中市	灵石县、祁县、榆次区、平遥县	昔阳县、太谷区	[12] [15]
	晋城市	阳城县	沁水县	[10] [11]
	长治市	黎城县	屯留区、武乡县	[12] [15]
	朔州市		朔城区	[12] [15]
青海	海东市		循化县	[8] [17]
	石嘴山市		惠农区、平罗县	[8] [18]
宁夏	固原市	彭阳县	原州区	[8] [19]
	银川市		贺兰县	[8]
内蒙古	赤峰市	巴林左旗		[20]
河南	三门峡市		陕县	[4] [8]
河北	张家口市	赤城县、宣化县、蔚县、涿鹿县		[21]

甘肃省文冠果野生资源广泛分布在子午岭林区及南部、中部的部分地区,庆阳市、平凉市、天水市、陇南市是资源分布较广泛的地区。总体呈零星分布,少部分为片状或块状分布,与薛睿等[10]调查情况基本一致。陕西省文冠果野生资源集中分布在陕北黄土高原沟壑区,延安市、榆林市、渭南市、宝鸡市、咸阳市、铜川市是资源分布较广泛的地区。缪礼科等[11]认为陕西省文冠果野生资源分布和产量最多的为延安市、榆林市及渭北高原的部分地区,1960~1970年代延安市为内蒙古、辽宁等地供给文冠果种子,是这些地区大部分人工林的起源。山西省文冠果野生资源分布广泛,11个地市均有分布,临汾市、吕梁

市、忻州市、运城市、大同市、晋中市是资源分布较广泛的地区。张凌等[12]实地调查发现,山西省野生资源除晋城市外的 10 个地市均有分布,临汾市、吕梁市、忻州市分布最多;孙向宁等[13]发现晋城市阳城县有文冠果野生资源分布,张东旭等[14]发现晋城市沁水县有文冠果野生分布;付宝春等[15]调查发现,山西省文冠果多处于野生、半野生状态,花色以白色居多,大多数生境为向阳沟边或悬崖峭壁、岩石裂缝处,生活型为小乔木或灌木,代县、方山县、兴县、大宁县、榆次区等地有成片天然分布;广灵县林业局普查发现灌木型文冠果资源大多散生分布在崖头沟岔,乔木型文冠果资源多在农户院落或寺庙[16]。

青海、宁夏、内蒙古、河南、河北等地区也有文冠果野生资源零星分布。青海省循化撒拉族自治县孟达林区有文冠果野生资源分布,生长在侵蚀沟肩和农田地坎之间,呈散生灌木状,当地对文冠果资源的价值认识不足,资源遭到破坏[17]。刘福忠等[18]对宁夏贺兰山文冠果野生资源进行调查,发现 3 处野生资源集中分布地,分别为石嘴山市惠农区境内小翻石沟、银川市境内偷牛沟、黄旗沟,但资源存量不大、生长状况不佳;安海军等[19]调查发现,固原市彭阳县 12 个乡镇均有文冠果野生资源分布,冯庄乡虎岷岷村石桥组有近 20 hm² 的连片分布。徐国力等[20]调查发现,内蒙古赤峰市巴林左旗辽祖州祖陵遗址的文冠果资源为天然起源,约起源于辽代以前。河南崤山南麓曾有大面积文冠果林,间作种植刺槐后,文冠果仅剩零星大树[4]。殷巨龙等[21]对河北张家口调查发现,赤城县、宣化县、蔚县、涿鹿县有大量文冠果野生资源分布,多生长于荒山秃岭、沟叉悬崖、道旁地边。

2.3. 古树资源分布情况

根据山东省林草种质资源中心组织实地调查和文献调研,目前已完成甘肃、内蒙古、陕西、山西、河南、山东、河北、辽宁、新疆等地 405 株文冠果古树调查,对散生古树每木调查其分布、树龄、生长势、权属、生物学性状、重要农艺性状、相关历史文化信息等,部分调查工作仍在进行中,详见表 3。文冠果古树大多分布在寺庙、农家院落,部分古树以古树群形式出现。在内蒙古已调查发现古树群 19 处,其中位于赤峰市巴林左旗辽祖州祖陵遗址的古树群,初步判定为最古老的文冠果古树群。文冠果古树无论是天然分布还是人工栽种,都经过了千百年的考验,具有了高度的生态适应性和极强的抗逆性,为保存文冠果种质资源和开展相关科学研究提供了基础材料[22]。

Table 3. Distribution of ancient tree resources surveyed

表 3. 已调查完成的古树资源分布情况

省区	株数	县区	文献
甘肃	25	庆阳市 6 株、白银市 6 株、兰州市 3 株、平凉市 4 株、天水市 3 株、 临夏 2 株、武威市 1 株	[14] [23] [24] [25]
内蒙古	179	赤峰市 78 株、鄂尔多斯市 62 株、通辽市 23 株、阿拉善盟 6 株、 呼和浩特市 2 株、巴彦淖尔市 1 株、乌兰察布市 1 株、乌海市 6 株	[20] [26]
陕西	14	渭南市 1 株、咸阳市 3 株、榆林市 10 株	[26]
山西	76	大同市 16 株、朔州市 5 株、忻州市 13 株、太原市 9 株、晋中市 7 株、吕梁市 5 株、长治市 3 株、临汾市 9 株,运城市 6 株	[15] [26]
河南	16	三门峡市 6 株、洛阳市 1 株、平顶山市 1 株、商丘市 3 株、郑州市 5 株	[27]
山东	27	滨州市 1 株、德州市 3 株、济宁市 3 株、聊城市 2 株、临沂市 1 株、 青岛市 1 株、泰安市 1 株、潍坊市 7 株、烟台市 2 株、枣庄市 1 株、 淄博市 4 株、莱芜市 1 株	

Continued

河北	15	张家口市 7 株、唐山市 3 株、邯郸市 1 株、承德市 3 株、石家庄市 1 株	[21] [26]
辽宁	24	朝阳市 17 株, 阜新市 6 株、鞍山市 1 株	[28]
新疆	2	乌苏市 1 株、和田县 1 株	[29]
北京	20	海淀区 10 株、东城区 4 株, 昌平区 1 株、房山区 1 株、门头沟区 2 株、密云区 1 株、宣城区 1 株	[30]
西藏	2	拉萨市 1 株、山南地区 1 株	
黑龙江	1	哈尔滨市 1 株	
吉林	1	白城市 1 株	
天津	3	宁河县 1 株、蓟州区 1 株、武清区 1 株	
合计	405		

2.4. 人工栽培情况

文冠果仅在我国实行产业化栽培, 甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东、河北、辽宁等省区均有不同规模的栽培面积。截至 2021 年末, 全国文冠果资源面积为 390 万亩, 其中天然次生林 130 万亩, 人工林 260 万亩[31]。我国文冠果人工林栽培主要有两次规模较大的发展, 1959 年内蒙古赤峰市鸭鸡山机械化林场最早栽植文冠果约 200 亩; 响应“向荒山、沟谷、沙地要油”理念, 由内蒙古开始, 山西、辽宁、吉林、陕西、河南、河北等地也相继建立了文冠果基地[3]。进入 21 世纪以来, 我国启动了退耕还林工程、生物质能源林示范基地和木本油料林基地建设工程, 文冠果作为北方重要的生态经济树种开始大规模应用, 特别是新疆、内蒙古、甘肃、陕西等地, 文冠果作为耐寒、耐旱、耐贫瘠的生态树种被大量种植。文冠果产业较突出的甘肃省白银市累计种植 45 万亩, 其中会宁县 11.6 万亩、靖远县 21.2 万亩、景泰县 9.4 万亩、平川区 2.8 万亩; 到“十四五”末, 全市种植文冠果达到 80 万亩[32]。

2.5. 适宜分布区与优异种质选择

文冠果具有较强的抗旱、抗寒、抗盐碱能力和适应性, 黄土高原地区绝大部分区域为最适宜区或较适宜区, 北方土石山区、新疆北部地区为生态适宜区, 陕西、河南等地适合规模化种植。韩蓓蓓等[33]通过生态区划研究发现, 文冠果在陕西省的适宜区位于陕北北部、渭北以北的黄土高原丘陵沟壑区, 次适宜区位于长城沿线风沙区、渭北黄土台塬、关中平原区, 不适宜区位于秦巴山地。谢彩香等[34]通过模型预测表明, 我国黄土高原地区、北方土石山区、新疆北部地区为文冠果的生态适宜区。朱仁斌[8]基于 MaxEnt 预测, 文冠果适生区总面积占国土面积的 18.22%, 陕西、河南、山东最适合规模化种植, 四川、西藏存在适生区。贺晓慧[35]、张殷波等[36]以文冠果当前地理分布数据为基础、采用物种分布模型(SDM)预测表明, 影响文冠果适生分布的主导因子为年均降水量、年平均温度等。

开展种质资源系统评价, 筛选优异种质, 选育产量高、抗性强的新品种, 是种质资源保护的重要目的。张维胜[37]、马新[38]、敖妍[39]等分别根据新疆、赤峰、北京地区不同种源苗期表现观测结果, 筛选出表现优异的种源。郭宇兰等[40]通过不同种源果实经济性状对比, 筛选出经济性状表现最优的种源。赵雪等[41]通过测量干旱胁迫过程中生理指标变化, 对种质资源进行抗旱性评价。王艺林等[42]通过比较不同种源文冠果直播造林效果, 确定应选择本地种源或与造林地气候、立地条件等相似地区的种源。

3. 结论与建议

山东省林草种质资源中心组织开展了文冠果种质资源调查, 目前已完成大部分文冠果分布区的调查工作。调查发现, 我国文冠果野生资源分布主要呈零星状, 少数呈块状、片状, 其生境受到耕作、过度放牧、开矿等因素影响和被当作薪柴、建材、家具材等, 天然分布区内很大部分资源遭到破坏, 自然分布范围逐年缩小, 种群数量明显下降, 种质资源贻失严重。文冠果古树大多分布在寺庙或农家院落内, 经过千百年考验, 具有很高的适应性、抗逆性, 是历史的见证者, 具有较高的历史文化价值, 调研发现部分古树保护措施不当甚至加速死亡。因此, 进一步系统开展文冠果种质资源调查、收集、保存、鉴定、评价等基础性资源保护工作, 对加快种质资源开发利用进程, 加速选育出满足生态造林、观赏、油用等不同用途的新品种、良种并推广应用, 具有重要意义。

基于文冠果资源分布特点及各地基础条件, 建议在甘肃、陕西、山西等文冠果天然集中分布区, 加大种质资源原地保护力度, 建立种质资源原地保存库。在种质资源工作基础较好的内蒙古、山东等地, 加强国家和省级文冠果种质资源异地保存库建设, 全面开展种质资源收集、保存, 有效保护文冠果遗传多样性, 为品种选育提供丰富物质基础。

基金项目

山东省重点研发计划(农业良种工程)项目(2020LZGC0904); 国家林业和草原局生物安全与遗传资源管理项目(KJZXSA202033); 中央财政林业改革发展资金项目(鲁[2021]TG09 号)。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 47 卷第 1 分册[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 72.
- [2] 佟常耀, 张学增. 文冠果历史概况[J]. 吉林林业科技, 1979, 8(1): 23-25.
- [3] 徐东翔, 于华忠, 乌志颜, 等. 文冠果生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [4] 董云岚. 文冠果适生生态条件调查[J]. 河南林业科技, 1985(1): 35-38.
- [5] 牟洪香. 木本能源植物文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)的调查与研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国林业科学研究院, 2006.
- [6] 万群芳, 何景峰, 张文辉. 文冠果地理分布和生物生态学特性[J]. 西北农业学报, 2010, 19(9): 179-185.
- [7] 刘娜, 曹雨夏, 周晓雪, 等. 基于馆藏标本的文冠果资源分布研究[J]. 中国油脂, 2021, 46(2): 86-92.
- [8] 朱仁斌. 中国特有植物文冠果(*Xanthoceras sorbifolium* Bunge)的谱系地理研究与应用[D]: [博士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2016.
- [9] 康永祥, 康博文, 刘建军, 等. 陕北黄土高原文冠果群落结构及物种多样性[J]. 生态学报, 2010, 30(16): 4328-4339.
- [10] 薛睿, 柴春山, 王三英, 等. 甘肃省野生文冠果资源及其分布[J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(4): 60-62, 78.
- [11] 缪礼科, 雷开寿. 迅速发展“北方油茶”文冠果——对我省发展文冠果的几点认识[J]. 陕西林业科技, 1980(2): 58-63.
- [12] 张凌, 刘晶晶, 张芸香, 等. 山西省文冠果种质资源调查分析[J]. 山西林业科技, 2016, 45(3): 20-22.
- [13] 孙向宁. 山西省文冠果分布现状及发展前景[J]. 山西林业科技, 2011, 40(1): 53-54.
- [14] 张东旭, 敖妍, 马履一. 山西省文冠果的栽培历史及研究现状[J]. 北方园艺, 2014(9): 192-195.
- [15] 付宝春, 段锦兰, 白志华. 山西发展文冠果的优势、现状及前景[J]. 山西农业科学, 2008(11): 23-25.
- [16] 李茂. 山西北中部文冠果生物质能源林建设规划研究[D]: [硕士学位论文]. 晋中: 山西农业大学, 2014.
- [17] 伍海芳. 青海高原文冠果的引种试验和良种选育[J]. 青海农林科技, 1982(4): 43-48.
- [18] 刘福忠, 寇光涛, 宋华, 等. 宁夏贺兰山野生文冠果植物种质资源保存初探[J]. 宁夏农林科技, 2017, 58(8): 29-30.

- [19] 安海军, 杨伟. 彭阳县野生文冠果种质资源保护与开发利用[J]. 农家科技: 中旬刊, 2021(4): 236-237
- [20] 徐国力, 李显玉, 吴连军, 等. 巴林左旗辽祖陵文冠果林起源及生长状况调查研究[J]. 内蒙古林业科技, 2014, 40(4): 22-25.
- [21] 殷巨龙, 李克文, 闫凤岐, 等. 张家口市文冠果资源现状与发展对策[J]. 河北果树, 2011(2): 1, 3.
- [22] 陈晓. 北京市古树多样性研究[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(27): 6623-6627.
- [23] 贾增波, 于洪波. 我省文冠果资源和发展情况的调查[J]. 甘肃林业科技, 1981(4): 35-36.
- [24] 冯永乐. 灵台县发现千年文冠果树[J]. 甘肃林业, 2018(4): 48.
- [25] 杨世勇, 杨军泽, 高炯, 等. 天水高龄果树资源及其抢救性保护[J]. 河北果树, 2021(1): 51.
- [26] 王青. 基于保护生物学的中国特有树种文冠果保护策略研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- [27] 姚保生, 巩国洋. 豫西地区文冠果资源及产业化发展[J]. 河南林业科技, 2020, 40(3): 32-34.
- [28] 吴广彪, 吕全华, 杨志义, 等. 山西省晋北地区野生文冠果调查研究[J]. 现代园艺, 2021, 44(5): 22-24.
- [29] 纳斯尔. 文冠果在新疆栽植已有 450 年历史[J]. 新疆林业, 1981(1): 34.
- [30] 佟洵. 北京城内庙中寿星——法源寺[J]. 北京联合大学学报, 1996(2): 87-92.
- [31] 沃奇农业. “十四五”——文冠果产业发展的春天[EB/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s/87RyEPUYT3oSg_9MhOosQA, 2022-03-13.
- [32] 白银市人民政府办公室. 白银市人民政府关于推进文冠果产业高质量发展的意见[EB/OL]. http://www.baiyin.gov.cn/zc/qtwj/art/2022/art_c2df033ccf1f4cb181f9b325316d8829.html, 2022-08-23.
- [33] 韩蓓蓓, 刘建军, 康博文, 等. 陕西省文冠果生态区划研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(6): 252-256.
- [34] 谢彩香, 张琴, 白光宇. 木本能源植物文冠果的生态特征及区划[J]. 植物科学学报, 2018, 36(2): 229-236.
- [35] 贺晓慧, 宁小莉, 郭彦龙, 等. 我国文冠果分布的气候地理特征及未来气候情景下适宜种植区预测[J]. 农业现代化研究, 2019, 40(2): 316-324.
- [36] 张殷波, 刘彦岚, 张晓龙, 等. 气候变化对文冠果适宜生境及空间迁移的影响[J]. 中国环境科学, 2020, 40(10): 4597-4606.
- [37] 张维胜, 赵珊珊, 张天祥, 等. 赤峰文冠果引种种源苗期初步选择研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(28): 18-22.
- [38] 马新, 姜继元, 朱耀军, 等. 19 个文冠果种源在新疆的性状表现与聚类分析[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(11): 121-124.
- [39] 敖妍, 刘觉非, 陈浩, 等. 不同种源文冠果 1 年生苗生长节律及性状相关性研究[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(3): 91-97.
- [40] 郭宇兰, 陈宇. 牡丹江地区不同种源文冠果种子的比较分析[J]. 中国林副特产, 2017(4): 37-38.
- [41] 赵雪, 张秀珍, 牟洪香, 等. 干旱胁迫对不同种源文冠果幼苗水分生理特性及渗透调节物质的影响[J]. 东北林业大学学报, 2017, 45(6): 17-21.
- [42] 王艺林, 吕东, 刘建海, 等. 甘肃省河西走廊干旱荒漠区文冠果不同种源造林效果[J]. 河北林果研究, 2016, 31(4): 370-373.