



青海生态经济林浆果

资源研究与开发

索有瑞 鲁长征 李 刚 著

中国林业出版社

本书由青海省科学技术著作出版基金资助出版

青海生态经济林浆果资源 研究与开发

索有瑞 鲁长征 李 刚 著



中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

青海生态经济林浆果资源研究与开发/索有瑞, 鲁长征, 李刚著. —北京: 中国林业出版社, 2012

ISBN 978-7-5038-6649-4

I. ①青… II. ①索…②鲁…③李… III. ①浆果类—经济林—森林资源—资源利用—青海省 IV. ① ①S727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 139637 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)
E-mail liuxr. good@163. com 电话 (010)83228350
网址 <http://lycb. forestry. gov. cn>
印刷 北京北林印刷厂
版次 2012 年 7 月第 1 版
印次 2012 年 7 月第 1 次
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 35
字数 873 千字
定价 98.00 元

序

青海省在我国地理单元和生态系统中具有重要的地位。青海省实施“生态立省”的发展战略，其核心就是实现生态保护与经济发展的协调与统一。近年来推动三江源保护工程、退耕还林工程、天然林资源保护工程，对青海省的生态产生了显著的改善。青海省东部地区自然分布着大量的沙棘植物群落，西部柴达木盆地自然分布大面积的白刺及黑果枸杞，并且人工栽培了近30亩的枸杞，对水上保持、防风固沙、改良土壤盐碱化均发挥了显著的生态作用。如何保护现有群落及恢复重建已被破坏了的生态系统、如何保护和开发特色生物资源，改善生态环境已成为青海省社会经济协调发展的首要任务和长期目标。

生态经济林浆果植物沙棘、白刺、枸杞及黑果枸杞具有广谱的生态适应性，在西部荒漠化、沙化、盐渍化生态系统中发挥着非常重要的生态维护作用，浆果资源在帮助农牧民脱贫，增加收益方面作用显著，同时利用浆果资源对西部产业结构调整 and 促进健康产业发展更是意义重大。索有瑞研究员带领产学研课题组，坚持研究与开发十余载，本着通过深度开发利用青海特色浆果资源，达到保护和恢复脆弱生态，将资源优势转化为产业与经济优势的长远目标，开展系统研究，不仅明确了浆果植物分布与资源量、生态与经济价值、组成成分、功能与作用，而且开发出了果汁类、果粉类、籽油类、药品、保健食品、活性中间体、化妆品等7大类50多种产品，取得省级成果50余项，申请发明专利50余件，发表论文100余篇。不仅在学术上取得了丰硕的成果，而且在成果集成转化和产业化中取得了显著的经济、社会和生态效益，推动了青海省在高原生物研究及成果转化方面的科技进步。创立了浆果植物资源保护—高附加值利用—社会经济持续发展的生物产业模式。是一项具有系统性的创新性成果，对青海省特色生物资源的研究与开发产生了重大影响。

我有幸参加索有瑞研究员主持的青海生态经济林浆果资源研究与开发成果评价并先睹这部集生态保护与高原特色生物资源利用为一体的著作。对该书的总体印象是研究工作扎实、内容丰富翔实、成果自成体系、理论联系实际，具有很强的实用性。我相信该书的出版对青海省以及我国西部地区特色生物资源开发及生态保护将发挥积极的科技引导和借鉴作用，乐为之作序祝贺。

中国工程院院士

洪书

前言

青海省将“生态立省”作为发展战略，在西部开发中如何在保护青海省脆弱生态的前提下发展区域经济，成为政府、科学家及企业家们值得认真思考和研究的重大发展问题。

开发生物资源，发展生物产业既符合科学发展观，也符合青海省省情。青海省地域辽阔，在不同的生境中分布着许多独特的生物资源。而在众多的生物资源物种中，沙棘、白刺、枸杞等生态经济林浆果植物更具开发利用价值和产业发展前景。首先，这些落叶灌木是荒漠、半荒漠、沙化及盐碱化地区的建群植物，通过开发利用，可以促进以企业封育天然林和营造人工林原料基地为主体的生态恢复工程，使生态环境在开发中得到保护与重建；其次，通过开发研究，合理利用，用先进的利用技术赋予这些特色生物资源以高附加值，使资源优势转化为产业与经济优势，发展青海省特色生物产业，带动区域经济发展；第三，通过开发利用，使资源地农牧民在采果中受益而脱贫，激发农牧民保护生物资源的积极性和管护与人工恢复生态的主动性，使其形成生物资源保护与利用的良性循环。同时，产业的兴起，可安排更多的就业人员，产生显著的社会与生态效益。

自1996年以来，中国科学院西北高原生物研究所发起成立青海省生态经济林浆果资源研究开发组，随着成果的不断推出，吸引了企业加入研究开发行列，并逐步形成了生态经济林浆果资源研发产学研创新联盟。项目组以保护和恢复生态环境为前提，以深度开发资源为目的，在国家和地方政府的支持下，通过解决共性关键技术，开发出了药品、保健食品、医药中间体、食品添加剂，发酵果酒、食用色素、化妆品等特色鲜明的产品，取得了系统的研究成果。同时，项目组加大成果集成转化力度，将专利技术和产品实现了规模生产，资源得到了高值化利用，使资源优势转变为经济优势，产生了显著的经济、社会与生态效益。这些科研及产业成果对青海省生物产业发展产生了重大影响，成为青藏高原特色生物资源研究与开发的典范。并且在天然林资源保护工程、退耕还林工程，以及三江源区、柴达木盆地及我国北方荒漠区生态恢复与建设中具有较高的显示度。

在研究工作中，王洪伦、李树志、孙允午、尤进茂、山永凯、丁晨旭、王宁、马正创、马宁安、王凌云、郑杰、张凤枰、王小艳、赵先恩、李国梁、杨仁明、赵越、利毛才让、刘洪智等做了大量实验研究与成果转化工作；研发与

产业化得到了国家发改委、科技部、财政部、商务部、中国科学院、国家基金委、青海省项目资金资助，在此一并致谢！

最后，要特别感谢的是中国工程院院士汤中立教授对我们工作的大力支持，并为本书的出版作序慰免。

由于研发、成果转化、技术集成及产业化中产生的研究论文、专著、评价成果、专利、技术标准、新产品、新工艺及生产线等较丰富，在总结整理中处理的研究数据及技术与经济指标工作量大，加之时间和研究者水平有限，书中纰漏及错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

索有瑞
2011 年 11 月于西宁

目 录

序 前 言

第一篇 青海生态经济林浆果资源的价值及其研究方法

第一章 青海生态经济林浆果资源的价值	2
第一节 沙棘资源分布及其价值	2
第二节 白刺资源分布及其价值	7
第三节 枸杞资源分布及其价值	19
第四节 黑果枸杞资源分布及其价值	23
第二章 浆果资源研究开发方案、技术路线与创新点	26
第一节 浆果资源的特点与开发利用的重要意义	26
第二节 浆果资源研究与开发的整体思路和技术方案	28
第三节 青海浆果资源研究与开发的主要成果与创新点	34
主要参考文献	37

第二篇 青海沙棘研究与开发

第三章 沙棘的营养保健成分及主要功能作用	40
第一节 沙棘的主要营养与医疗保健成分	40
第二节 青海沙棘及其沙棘果粉主要营养成分分析	42
第三节 青海沙棘脂肪酸成分分析	50
第四节 青海沙棘果粉活性成分分析	61
第五节 青海沙棘主要功能作用研究	64
第四章 沙棘果实采集加工与特色产品开发	77
第一节 沙棘果实的采收	78
第二节 沙棘果实的前处理	79
第三节 沙棘果汁的降酸工艺	86
第四节 沙棘果汁重金属铅的减除	93
第五节 沙棘果汁产品开发	98
第六节 沙棘果粉生产工艺及产品的稳定技术	101
第七节 功能性沙棘儿童口服液的开发	111
第八节 沙棘发酵果酒的开发	117
第五章 沙棘活性成分提取及资源综合利用	122
第一节 沙棘果实总黄酮的提取与利用	122

第二节	沙棘叶黄酮的提取及黄酮糖苷的生物转化	129
第三节	沙棘多糖的提取工艺	141
第四节	沙棘 5-羟色胺的提取与分离	146
第五节	沙棘 Cu/Zn-SOD 的提取分离工艺	158
第六节	沙棘熊果酸和齐墩果酸的提取工艺	163
第七节	沙棘哈尔满碱提取工艺	172
第八节	沙棘原花青素的提取工艺	178
第六章	沙棘产品开发实例	187
第一节	沙棘维生素 P	187
第二节	沙棘脂肪酸	194
第三节	沙棘木糖口服液	200
第四节	沙棘冰酒	205
第五节	沙棘止咳口服液	212
第六节	养卫软胶囊	217
第七节	沙棘化妆品	221
主要参考文献		222

第三篇 青海白刺研究与开发

第七章	白刺成分研究	226
第一节	白刺果实营养成分分析	226
第二节	白刺果粉氨基酸分析	235
第三节	白刺活性成分分析	244
第四节	白刺种子成分	246
第五节	白刺枝叶中的主要成分	257
第八章	白刺果实的主要功能与作用	263
第一节	白刺果实的降血糖作用	263
第二节	白刺果实的降血脂作用	267
第三节	白刺果实的调节免疫作用	271
第四节	白刺果实的抗疲劳、耐寒冷、抗缺氧及延缓衰老作用	274
第五节	白刺籽油的功能作用	278
第六节	白刺提取物的功能作用	285
第九章	白刺特色产品开发及资源综合利用	302
第一节	白刺果实采集加工与特色产品开发	302
第二节	白刺种子的开发利用	322
第三节	白刺活性成分提取及资源综合利用	333
第四节	白刺特色产品举例	356
主要参考文献		382

第四篇 青海枸杞及黑果枸杞研究与开发

第十章 柴达木枸杞常规成分分析与评价	388
第一节 枸杞果实几种常规成分分析	388
第二节 枸杞果实矿物质元素分析	395
第三节 枸杞果实有机磷农药残留测定	400
第四节 枸杞果实品质评价	403
第五节 柴达木枸杞与其他产地枸杞主要成分对比	403
第十一章 柴达木枸杞活性成分提取及作用研究	410
第一节 枸杞籽油超临界 CO ₂ 萃取工艺研究	410
第二节 枸杞籽油中脂肪酸的柱前衍生 HPLC - MS 分析	415
第三节 枸杞果实多糖及抗氧化活性研究	425
第四节 枸杞果实黄酮化合物提取工艺研究	430
第十二章 黑果枸杞花青素的研究	437
第一节 花青素的化学性质与活性概述	437
第二节 黑果枸杞中花青素及抗氧化活性研究	439
第三节 黑果枸杞花青素的提取及分离研究	447
第四节 单体花青素的抗氧化能力与稳定性	455
第十三章 枸杞及黑果枸杞产品开发实例	459
第一节 柴达木枸杞鲜果	459
第二节 黑果枸杞果粉	476
第三节 柴杞维康软胶囊	485
第四节 枸杞绿原酸	491
主要参考文献	494

第五篇 生态经济林浆果植物栽培及应用开发效益

第十四章 生态经济林浆果植物栽培技术研究	498
第一节 生态经济林浆果植物栽培的意义	498
第二节 中国沙棘的栽培	498
第三节 白刺属植物的栽培	511
第四节 枸杞及黑果枸杞的栽培	530
第十五章 浆果资源开发产生的经济、社会与生态效益	538
第一节 经济效益	538
第二节 社会效益	542
第三节 生态效益	543
第四节 其他方面产生的效应	545
主要参考文献	549
后 记	551

第一篇 青海生态经济林浆果资源的价值及其研究方法

【本篇提要】 青海的生态林种类较多，在青海生态建设中发挥了显著的作用。随着退耕还林工程的不断推进，农牧民的耕地与牧场面积日益缩小，国家和地方政府投入大量资金用于生态治理和农牧民生活与后续就业安排，青海的生态环境发生了显著的改善。如何在巩固退耕还林成果的同时，不降低农牧民的生活水平，探索生态林建设的新模式和选择生态经济林建设的新树种显得至关重要。青海生态经济林按用途分类品种较多，主要有纤维植物如落叶松、芦苇、沙柳、红柳；中草药植物如大黄、麻黄、秦艽、柴胡、甘草等；酿造浆果类植物如白刺、沙棘、黄果梨、软梨、枸杞、悬钩子等；固沙类植物如柠条、沙蒿、酸刺、白刺、枸杞等。

其中浆果植物不仅是固沙治碱类植物，而且是经济价值很高的资源，具有开发利用的直接性、便利性和市场的易接受性。青海的生态经济林浆果植物主要有沙棘、白刺、枸杞和黑果枸杞、茶藨子、小檗等。沙棘主要分布在青海海东及西宁地区，在玉树、海西等地也有少量分布；白刺集中分布在柴达木盆地；枸杞和黑果枸杞也集中分布在柴达木盆地，主要以人工栽培为主。我们历时15年，对上述生态经济林浆果资源进行了应用基础研究、技术与产品开发、技术集成与成果转化、原料基地建设、产业化推进等系统研究与开发，取得了一系列对产业和生态建设具有重大影响的科技成果，形成了技术群支撑的产业链，培育出了产业龙头企业。

第一章 青海生态经济林浆果资源的价值

第一节 沙棘资源分布及其价值

沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.), 又叫醋柳、酸刺、黑刺, 为胡颓子科(Elaeagnaceae)沙棘属(*Hippophae*)的灌木或小乔木, 高1~2m, 雌雄异株, 叶互生或近对生, 披针形, 花先叶开放, 短总状花序, 浆果橙黄或橘红色核果状, 集生于小枝。沙棘枝叶茂盛、根系发达, 生长快, 3~5年即可郁闭成林, 在土壤干旱贫瘠地区更显优势, 生态效益明显高于其他树种。沙棘耐寒、耐旱、耐盐碱、耐贫瘠, 而且萌生繁衍能力很强, 在生态保护方面起着重要作用, 是治理水土流失、防风固沙的良好树种。

一、全国沙棘概况

沙棘的天然分布很广, 在欧亚大陆温带地区均有分布。我国沙棘属植物资源丰富, 已有沙棘林2100万亩之多, 占世界沙棘总面积的95%以上, 素有“沙棘王国”之称, 分布十分广泛, 东起大兴安岭的西南端, 西至天山山麓, 南抵喜马拉雅山南坡, 北到阿尔泰山的广大地区, 跨北纬27°44'~48°35', 东经70°32'~121°45'之间。集中分布在青藏高原、黄土高原及新疆地区, 遍及西北、华北、西南19个省份。我国现有沙棘6种9亚种, 天然生长的沙棘主要有以下种(亚种): 中国沙棘(*H. rhamnoides* L. subsp. *Sinensis* Rousi), 面积最大, 占我国沙棘资源面积的80%以上, 主要分布在黄河中游地区; 中亚沙棘(*H. rhamnoides* L. subsp. *tunkestanica* Rousi), 主要分布在新疆的天山以南; 西藏沙棘(*H. tibetana* Schlechtend), 主要分布在青藏高原; 肋果沙棘(*H. neurocarpa* S. W. Liu et T. N. He subsp. *neurocarpa*), 主要分布在青藏高原; 柳叶沙棘(*H. Salicifolia* D. Don), 主要分布在西藏东南部。

二、青海沙棘概况、各种的考证及各类群特征简述

(一) 青海沙棘概况

青海地处我国青藏高原东北部, 是我国沙棘分布的重要省份之一, 沙棘资源面积约占全国沙棘总量的10%, 同时也是沙棘在世界上分布海拔最高的地区。青海除了高山寒漠地区和柴达木盆地底部戈壁荒漠地带以外, 全省所辖六州一地一市48个县(市), 几乎都有沙棘分布。青海沙棘有1个种, 4个亚种, 分别为西藏沙棘、中国沙棘、棱果沙棘(*H. goniocarpa* Lian, X. L. Chen et K. Sun subsp. *goniocarpa*)、密毛肋果沙棘(*H. neurocarpa*. S. W. Liu et T. N. He. subsp. *stellatopilosa* Lian et X. L. Chen)和肋果沙棘, 其中以中国沙棘为主。至2011年, 青海省有沙棘林260万亩, 其中中国沙棘约为140万亩, 主要分布在东部黄土丘

陵沟壑区、青南高寒地区和西部荒漠化地区。

1. 主要分布地区

(1) 中国沙棘(俗名黑刺, 藏名拉盖、色拉迪、木纳昌)在三种沙棘中, 天然分布最多, 主要分布在海东、海北、海南、黄南、果洛、西宁等地。祁连山东段的湟水, 大通河、黄河的各主要支流上, 是集中分布区, 其中尤以大通、门源、湟中、互助、湟源、化隆等县为最多。人工林主要分布在互助、湟中、化隆、大通、湟源、格尔木、共和、海晏等县(市)。

(2) 西藏沙棘(俗名矮杆黑刺、鸡爪柳、酸达柳、十字颗、鹰爪拉, 藏名丝达热、石达里)天然分布主要在海北、西宁、海东、玉树等地, 其中以门源、大通、湟中、海晏、互助等县为多, 其次, 杂多、治多、曲麻莱等县较多, 河南、同仁、贵南, 久治、玛沁等县也有分布。

(3) 肋果沙棘(俗名黑刺、大头黑刺)天然分布主要在海北、玉树、海西、黄南等地, 祁连县分布较集中, 天峻、都兰、囊谦、玉树等县分布较多, 河南、兴海、久治等县也有分布。

2. 垂直分布

三种沙棘在青海省的垂直分布范围为海拔 2000 ~ 4500m, 中国沙棘为 2000 ~ 3500m, 肋果沙棘为 2800 ~ 4200m, 西藏沙棘为 2800 ~ 4500m。青南高原南部(玉树、囊谦一带)的河谷地区, 由于北有高山屏障, 冷气难以侵袭, 夏季暖气流溯河谷而上, 加之纬度偏低, 气温相对较高, 因而沙棘分布的上限也较祁连山区为高, 肋果沙棘可达 4200m, 西藏沙棘可达 4500m。祁连山区 2800m 左右有中国沙棘和肋果沙棘混生, 有的地方还混生有西藏沙棘。

3. 分布的立地条件

(1) 地形: 三种沙棘常天然分布在河漫滩上, 是其最适生的立地条件。中国沙棘还可生长在半浅、半脑山区和脑山区的沟谷、阴坡和半阴坡上, 在年降水量 500mm 以上, 而年平均气温只有 1℃左右的地方, 也能在阳坡上生长。西藏沙棘可分布在阳坡上, 阴坡上较少。肋果沙棘在其洪积扇缘上也分布较多, 极少见到生长在阳坡和河岸陡崖上。

(2) 气候: 青海省气候属高原大陆性气候, 一方面降水由东南向西北递减, 另一方面由于地势高差的悬殊, 使得局部地区性差异极其显著, 低谷较温和, 高地特别寒冷。因以上地带性和非地带性因素的共同作用和相互制约, 使得各地的气候有明显差异, 并对沙棘的分布有着深刻的影响。总的来看, 沙棘分布区内, 大都为高原亚寒带半湿润气候区, 高原亚寒带半干旱气候区和高原温带半干旱气候区。年平均气温为 5.8 ~ 4.2℃, 生长季(日平均气温 > 5℃) 197.8 ~ 56.2d, 其积温 2627.2 ~ 426.0℃。年平均降水量为 366.7 ~ 764.1mm, 降水季节集中在 6 ~ 9 月。

(3) 土壤: 由于沙棘分布区内气候条件及其相应植被的差异, 因而沙棘生长在不同的土壤上。主要有山地灰褐土、草甸土、黑钙土和栗钙土等。

(二) 各种的考证及各类群特征简述

1. 西藏沙棘(*H. tibetana* Schlechtend)

矮小灌木, 高 4 ~ 50cm, 枝条上指, 整体呈扫帚状。通常叶腋无棘刺, 枝顶有棘刺。老枝灰黑色, 幼枝密被褐色和银白色盾鳞。3 叶轮生或 2 叶对生(稀); 叶片条形或矩圆状条形, 长 1 ~ 2.4cm, 宽 2 ~ 4mm, 先端钝, 基部楔形, 边缘全缘, 腹面疏生盾鳞, 后鳞片渐脱

落而呈暗绿色，背面被银白色和褐色盾鳞；叶柄很短。花序着生在当年生枝基部；雌雄异株；雄花黄绿色，花被片2，雄蕊4；雌花淡绿色，花被筒先端2裂。果阔椭圆形，肉质多浆，黄褐色，长9~11mm，宽8~10mm，顶端有(5)6(9)条棕黑色星芒状纹饰；果梗细而短。果皮与种皮结合，表面无光泽，长卵形，稍扁压。花期5~6月，果期9月。种子卵状，黑褐色，具光泽，种长4~5mm。种子千粒重20g左右。

产于青海省各州县。生海拔2800~5200m的高寒草甸、灌丛、河漫滩、沟谷及河流两岸。

2. 中国沙棘(*H. rhamnoides* L. subsp. *sinesis* Rousi)

灌木或小乔木，高1~4m，枝条坚挺，枝刺较多且粗壮。老枝黑灰色，粗糙，幼枝褐绿色，密被银白色与褐色相间的盾鳞，有时杂生少量星状毛；冬芽大，阔卵形，锈色或黄褐色。单叶常对生；叶片狭披针形或短圆状披针形，长2~6cm，宽4~9mm，先端钝尖，基部楔形，腹面绿色，幼时被白色星状毛和盾鳞，背面密被银白色盾鳞；叶柄长约2mm。花单性，雌雄异株；短总状花序，着生在短枝基部；花小，先叶开放；雄花淡黄色，花被片2；雌花具短柄，花被筒短，2裂，包被子房，花柱直立，柱头微伸出花被裂片之外。果卵圆形或圆球形，橙色或橘红色，肉质多浆，长5~8mm，或直径5~7mm；种子卵形，黑色或紫黑色，有光泽。花期4~5月，果期7~9月。

产于青海省各州县。生海拔1800~3800m的高山灌丛、河谷两岸、阶地、河漫滩和山坡，多生砾石地、沙壤土或黄土上。

3. 棱果沙棘(*H. goniocarpa* Lian, X. L. Chen et K. Sun subsp. *goniocarpa*)

小乔木，高5~8m。枝条柔软，当年生枝红棕色或深褐色，幼嫩枝条密被褐色鳞片状鳞毛、稀疏的长柔毛和少量星状鳞毛；叶片窄披针形、披针状条形或近条形，上面绿色，嫩叶被白色鳞片状鳞毛，后逐渐脱落，下面密被白色鳞毛状鳞片或杂生少量褐色鳞片状鳞毛；叶缘通常平展，绝不明显反卷，中脉在叶上面凹陷，但向顶端其纵沟较浅或近平坦。雄花芽十字形，稀三棱状，雌花芽近十字形(卵形二裂，裂缝中可见到第二对鳞片)，花芽外密被锈色鳞片状鳞毛。果皮与种皮贴合，果实圆柱形，汁液丰富，杏黄色，长(5.5)6~10mm，宽(3.5)4~5.9mm，长/宽(1.26)1.45~2.1，成熟后杏黄色或橘红色，表面被稀疏的白色鳞片状鳞毛，果熟期为10月初。种子倒卵状矩圆形，稍扁，长4~6(7)mm，宽1.8~2.7mm，基部稍稍向内弯曲，暗褐色，具3~5条不明显的纵棱。

产于青海省祁连县。生于海拔2700~3200m的河流沿岸、河漫滩及沟谷阶地。

4. 密毛肋果沙棘(*H. neurocarpa*. S. W. Li et T. N. He. subsp. *stellatopilosa* Lian et X. L. Chen)

植株高1.5~4.5m；幼枝密被白色星状鳞毛，叶片互生，叶窄条形，上面绿色，幼嫩时密被白色星状鳞毛，而后逐渐脱落，有时混生少量鳞片状鳞毛，下面密被白色星状长鳞毛或有时沿叶缘和中脉杂生少量褐色鳞片状鳞毛，叶缘通常明显反卷，中肋在叶上面凹陷，形成明显的纵沟；雌雄花芽呈卵形或卵形二裂，簇生于当年生枝基部。果实较短，蜡黄色或淡黄色，具(5)6(7)条纵肋，密被银白色鳞片状鳞毛，长5.6~6.5mm，宽2.5~3.1mm，长/宽2.1，果皮与种皮相互贴生，不易脱离，种子圆柱形，黄褐色。果熟期9~10月。

产于青海省囊谦、玉树、治多等县；生于海拔3750~4000m的河滩灌丛或高山草甸。

5. 肋果沙棘(*H. neurocarpa*. S. W. Li et T. N. He subsp. *neurocarpa*)

灌木，高1~3.5m；嫩枝密被鳞片状鳞毛并混生有稀疏的柔毛；叶上面幼时被鳞片状鳞

毛和少量的星状鳞毛，后逐渐脱落，下面密被白色鳞片状鳞毛或有时沿叶缘和叶脉杂生少量的柔毛，叶缘通常平展，绝不明显反卷，中脉在叶上面凹陷成纵沟，但向顶端变浅或几近平坦；花芽卵形或卵形二裂。果实乌棕色，呈弯曲的棱柱状，汁液少，一头较细，鳞片状鳞毛脱落后亮黑色或暗褐色，具纵肋 5~7 条，长 7.8~8.4mm，宽 2.8~3.3mm，长/宽 2.5，果梗极短。果皮与种皮相互贴生，不易脱离，种子圆柱形，黄褐色，果熟期 9~10 月。

产于青海省久治、河南、兴海、祁连和玛沁等县。生于海拔 2900~3850m 河谷、阶地或河漫滩。

三、沙棘生态功能与生态价值

(一)沙棘的生态特性

(1)耐高温、耐寒冷：沙棘对各种复杂的气候条件适应能力强，在年平均气温零度以下，仍发育良好。沙棘能耐 60℃ 的地面高温和 -50℃ 的严寒。珠穆朗玛峰地区为高海拔高寒地区，生态环境复杂，但在海拔 5020m 仍有沙棘种群分布。珠穆朗玛峰脚下植被分布上限往下出现的第一木本植物群落为沙棘群落。

(2)生境幅度宽：沙棘对复杂地势条件的适应能力强。无论是山地、丘陵、高原，还是平地、坡地、山梁；无论是阴坡地、阳坡地，还是山顶、沟谷，沙棘都能栽种和生长。沙棘对各种土壤条件的适应性强。沙棘耐贫瘠，耐盐碱。在柴达木盆地戈壁盐碱地上(含盐量 0.6%~1.1%)，沙棘可以正常生长。在被称为地球上的“月球”的砒砂岩地区，沙棘已经成林。

(3)抗逆性强：沙棘对大自然风沙雨水的变化适应性强。多风沙地区，乔木及其他灌木不能生长，而沙棘却能生长。沙棘耐干旱，抗风沙。一般来说，年降水量在 250~800mm 的地区，沙棘都能生长；年降水量 300~500mm 的地区，沙棘生长良好。沙棘耐修剪，耐践踏，萌蘖能力强，不易感染病虫害。

(二)沙棘的生态功能

(1)沙棘是保持水土的天然堤坝：沙棘有发达的水平根系，极强的串根萌蘖能力，使其形成密集的灌丛，覆盖地面、截持降水，减少雨水对土壤表面的直接冲刷，从而保护土壤减少侵蚀，其林冠的承雨率为 40%~49%，林地的抗冲性和抗蚀性随着林龄的增长可提高 4~35 倍，林内枯枝叶的持水量相当于自身重量的 3 倍。一丛沙棘，就是一个蓄水池。其发达的根系和繁茂的灌丛，覆盖在地面，固结着土体，减少和缓和了降雨对地面的侵蚀，拦洪落淤，稳定坡面，固土防冲。在河岸、沟坡营造的沙棘林，一般有 3~4 年时间可以郁闭。5 年生沙棘林无径流产生，由此可见沙棘林的强大水土保持、涵养水源功能。沙棘林的水土保持效益随林地郁闭度的增大而提高，特别是当郁闭度达到 0.5 以上时就能充分发挥其水土保持功能。郁闭度 0.7 的沙棘林可以减少径流 88.7%，减少泥沙流失 99%。沙棘水土保持示意图如图 1-1。

(2)沙棘是防风固沙的绿色屏障：沙棘根系发达，枝叶茂密，防风固沙能力很强。沙棘繁殖能力强，一般情况下，每亩 60 株沙棘，7~8 年后，可自繁到 1000~2000 株，密度增加数十倍。因此，沙棘防风固沙的面积，随着沙棘自繁面积的扩展而扩展，形成自然延伸、

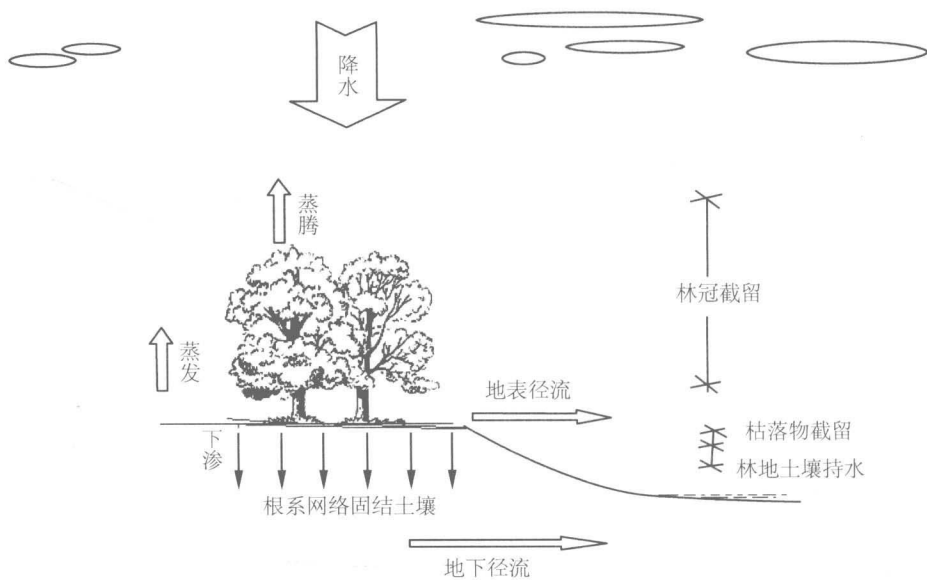


图 1-1 沙棘林分的四道防线示意图

扩展的绿色屏障。沙棘林带防风固沙的有效范围一般可为株高的 20 ~ 25 倍，沙棘林内每年可固沙积沙 5 ~ 10cm 厚，沙棘林地的土壤有机质、全氮、全磷、全钾分别比对照沙土地的高 13.29%、4.76%、15.38% 和 1.0%。沙地种植沙棘以后，由于根系的固氮和枯枝落叶层的作用，明显改善土壤的理化性质，使土壤的初渗率提高 2 ~ 3 倍，加之沙棘覆盖，减少了土壤表面蒸发，因此种植沙棘以后，保水作用增强，沙棘林地表层 0 ~ 10cm、10 ~ 20cm、20 ~ 30cm 土壤含水量分别比对照流沙地高 192.45%、23.77% 和 71.11%。

(3)沙棘是改良土壤的固氮能手：沙棘根多，根幅比冠幅大。沙棘具有根瘤，可以固氮。沙棘是非豆科固氮植物的佼佼者，其固氮能力比豆科植物还强。一般而言，13 ~ 16 年生的沙棘林，每亩每年可固氮 12kg，相当于 25kg 尿素。通过沙棘根系自身的穿透、挤压、胶结，死根的腐烂等作用，改良了土壤结构，增加了有机质，增加了土壤肥力。沙棘根瘤除固氮作用外，还有吸水、使土壤有机物矿质化、变难溶解的无机及有机化合物为固化形态的机能。沙棘叶内含有 0.47% ~ 0.58% 的全氮和大量有机物质，落叶后的腐殖质可以增加土壤的氮素养分，中和土壤的碱性，对改善土壤的理化性质和肥力状况有重要作用。因此，沙棘不仅可以提高土壤肥力，而且还具有良好的改良盐碱化的作用。

(4)沙棘是生态建设的先锋树种：沙棘能够带动形成新的生态系统。沙棘树种植 5 ~ 6 年后，即可逐步形成茂密的林草群落，林茂草丰，覆盖度 80% 以上。沙棘种植十几年后，林内灌木和草类品种比种植前增加 80 多种。草木丛生，结构稳定，相辅相生。由于沙棘能形成良好的环境，其他树木可以借助于沙棘的保护作用，形成利用价值更大的乔灌混交林，促进乔木树种的生长，大幅度地提高造林成活率和林业的生产能力。沙棘还能够促进生物多样性。沙棘成林，生态改善后，由于食物链形成，沙棘林能吸引几十种野生动物，包括獾、兔子、鼠、蛇、鸟类等。

四、沙棘的经济价值

1. 沙棘的食用价值

沙棘果实以富含维生素而闻名,尤其是沙棘维生素 C 的含量之高是自然界其他浆果和水果无法相比的。以沙棘果实为原料,可以开发系列保健食品、特色食品和休闲食品,其产品的多样性已经在市场上得到了表现,如沙棘面包、沙棘饼干、沙棘果酱、沙棘果酒、沙棘果汁、沙棘汽水、沙棘冰酒、沙棘雪糕等。食用沙棘系列食品能消除疲劳,恢复体力,提神醒脑,并可调节人体免疫功能。特别是沙棘汁,盛夏饮用可防暑、消食生津、止渴;由于丰富的营养成分和生物活性成分,四季饮用可强身健体,延缓衰老。

2. 沙棘的药用与保健价值

我国作为世界上最早利用沙棘果实中的活性成分,开发具有特定保健功能和适宜人群的保健食品的国家。在医疗保健方面,沙棘有除痰、利肺、开胃、补脾、活血、祛瘀、消炎、止痛、促进组织再生等药理功能。以沙棘为原料制成的单方或复方制剂对呼吸系统、心血管系统、消化系统,妇科、眼科以及外科方面的烧伤、烫伤、刀伤、冻伤和辐射损伤等均有明显的疗效。研究还发现,沙棘类药品还有抗辐射、抗癌变功能,是癌症放疗、化疗中必不可少的辅助治疗剂。

沙棘果实、沙棘种子、沙棘叶片中含有的多种生物活性成分,如沙棘黄酮、沙棘多糖、沙棘黄色素、沙棘果油、沙棘籽油、原花青素等,构成了开发沙棘药品、保健食品及医药中间体的物质基础。近年来利用沙棘活性成分开发的新产品受到了广大消费者欢迎,同时也成为青海省出口创汇的优势产品。

3. 沙棘的护肤美容价值

沙棘籽油、沙棘黄酮、沙棘花青素、沙棘维生素 E 等都是非常好的护肤美容活性成分,均可用来开发具有显著美容功能的系列化妆品。其中沙棘籽油是多种脂溶性维生素和皮脂活性物质的复合体,具有滋养皮肤,促进新陈代谢,抗过敏,杀菌消炎,促进上皮组织再生的功能作用,在生产工艺上容易实现系列化妆品的组方与生产。

以沙棘提取物为原料的沙棘化妆品对皮肤有修复作用,能保持皮肤的酸性环境,具有较强的渗透性,并且使用安全,无毒副作用,因而随着研究工作的不断深入和提取技术、工艺设备的不断完善,沙棘提取物成为美容护肤品的一类重要的原料。

第二节 白刺资源分布及其价值

白刺植物属于蒺藜科(Zygophyllaceae)白刺属(*Nitraria*)的落叶灌木,是荒漠和半荒漠地区的建群植物。青海省是白刺分布较广的地区之一,主要集中在柴达木盆地,分布在湖盆沙地、盐渍化沙地、戈壁前缘及山前平原,在盆地东西长 300km,南北宽 30km 的狭长地带多有分布。柴达木盆地白刺具有耐干旱、抗高温、耐盐碱、抗沙埋、耐严寒等生物学特性,适生于贫瘠土壤,其分布受制于土壤水分条件的限制,一般喜生于地下水位较浅或土壤水分较好的沙地,河流阶地等。白刺是柴达木盆地维持荒漠草原生态平衡的四大支柱灌木品种之一。在盆地,白刺既是沙生植物,又是盐生植物,具备了沙生植物与盐生植物的多重生理特性。

一、白刺属植物种的地理分布

1. 全球白刺属植物的地理分布

白刺属植物现有的 12 个种，在欧洲只有 2 个种分布：盐生白刺(*N. schoberi* L.) 分布于欧洲地中海沿岸；里海白刺(*N. komarovii* Ili. et Lav.) 为欧洲特有种，分布于里海沿岸。在非洲有 3 个种分布：凹叶白刺[*N. retusa* (Forsk.) Aschers.]，三齿白刺(*N. tridentata* Desf.)，塞内加尔白刺(*N. senegalensis* Lam.)，分布于非洲西部和北部，其中塞内加尔白刺为西非特有种。在澳大利亚仅有 1 个特有种分布：比拉底白刺(*N. billardieri* DC.)。在中亚，白刺属植物的类群最多、面积最大，分布有 8 个种，分别是三齿白刺，帕米尔白刺(*N. pamirica* Vas.)，球果白刺(*N. sphaerocarpa* Maxim.)，盐生白刺，西伯利亚白刺(*N. sibirica* Pall.)，毛瓣白刺(*N. praevisa* Bobr.)，大果白刺(*N. roborowskii* Kom.)，唐古特白刺(*N. tangutorum* Bobr.)。其中西伯利亚有 2 个种，蒙古有 3 个种，我国有除三齿白刺外的另外 7 种，毛瓣白刺和唐古特白刺为我国特有的 2 个种。我国是世界上白刺属植物类群最富集的地区。

白刺属植物的生境与世界地理分布情况见表 1-1。

表 1-1 白刺属植物的生境与世界地理分布

种名	拉丁名	地理分布与生境
凹叶白刺	<i>N. retusa</i> (Forsk.) Aschers.	分布于地中海沿岸和撒哈拉沙漠北部，为非洲北部特有种。生于荒漠。
三齿白刺	<i>N. tridentata</i> Desf.	分布于北非各国及邻近的阿拉伯国家。生于荒漠。
塞内加尔白刺	<i>N. senegalensis</i> Lam.	分布于毛里塔尼亚、塞内加尔等国，为西非特有种。生于撒哈拉沙漠西南部荒漠及稀树干草原。
比拉底白刺	<i>N. billardieri</i> DC.	分布于澳大利亚南部，为澳洲特有种。生于干旱草原及荒漠。
帕米尔白刺	<i>N. pamirica</i> Vas.	分布于邻近帕米尔地区的塔吉克斯坦、中国的新疆。生于干旱山坡；海拔 3800 ~ 4300m。
球果白刺	<i>N. sphaerocarpa</i> Maxim.	分布于蒙古及中国的内蒙古、甘肃、新疆各省区。生于戈壁、山前平原及沙砾质平坦沙地。
盐生白刺	<i>N. schoberi</i> L.	分布于蒙古、俄罗斯、土库曼斯坦、阿富汗、伊朗、罗马尼亚及中国的新疆、四川、河北。生于盐碱化低地。
里海白刺	<i>N. komarovii</i> Ili. et Lav.	分布于俄罗斯、土库曼斯坦、伊朗等里海沿岸国家。生于湖盆沙地。
西伯利亚白刺	<i>N. sibirica</i> Pall.	分布于蒙古、俄罗斯及中国西北、华北、东北各省区。生于盐碱化低地及干旱低山坡。
毛瓣白刺	<i>N. praevisa</i> Bobr.	分布于中国的甘肃、宁夏、内蒙古等省区。为中国特有种。生于沙地。
大果白刺	<i>N. roborowskii</i> Kom.	分布于蒙古、哈萨克斯坦、俄罗斯及中国的内蒙古、宁夏、甘肃、新疆、青海等省区。生于湖盆边缘及荒漠边缘沙地。
唐古特白刺	<i>N. tangutorum</i> Bobr.	分布于中国的西藏、新疆、内蒙古、宁夏等省区。为中国特有种。生于湖盆边缘沙地、盐化低地、河流阶地；海拔高达 3500m。

2. 中国白刺属植物的地理分布

白刺在我国广泛分布于北方和西北的湖盆沙地、绿洲外围沙地、山前平原、盐渍化沙地等干旱地带，西起塔里木盆地西沿，东至东北三省的西部，南达青海共和盆地的河卡，北至准格尔盆地的北缘，大致介于北纬 35°53' ~ 45°50'、东经 76°05' ~ 116°55'，中间有大距离的间断。在西藏、四川、青海、甘肃、新疆、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河北、天津、山