

沙棘在西藏的发展前景探讨

文华英, 张文会*, 刘小娇, 王姗姗, 于翠翠, 孟胜亚, 普布多吉, 陈 锋

(西藏农牧科学院农产品开发与食品科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘 要:沙棘为药食同源植物, 生长和表现受遗传特征、区域气候和地理位置等不同因素的影响。随着其特性不断被挖掘出来, 国内外相关的研究成果也越来越多。沙棘的进一步开发利用与西藏经济的发展、民生的改善高度契合。增加沙棘附加值, 延长产业链条, 可为解决西藏农区百姓脱贫以及后扶贫时代贫困人口稳定增收问题提供路径。本文总结沙棘的特性及其环境价值、营养价值、经济价值、医疗价值、科研价值和产业价值, 探讨沙棘在西藏的发展前景, 以期促进沙棘在西藏的进一步研究与开发应用。

关键词:沙棘; 西藏; 发展前景; 开发应用

中图分类号:S793.6 **文献标识码:**A

Discussions on Development Prospects of Sea Buckthorn in Tibet

WEN Hua-ying, ZHANG Wen-hui*, LIU Xiao-jiao, WANG Shan-shan, YU Cui-cui, MENG Sheng-ya, Pubduoji, CHEN Feng
(Institute of Agricultural Products Processing & Food Science, TAAAS, Tibet Lhasa 850000, China)

Abstract: Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) is a kind of medicinal and edible plant. Growth and performance of sea buckthorn are under influence of different factors such as genetic characteristics, regional climate and geographical location, etc. As its features continue to be excavated, there are more and more related research results at home and abroad. The further development and utilization of sea buckthorn are highly compatible with the economic development and improvement of people's livelihood in Tibet. Increasing the added value of sea buckthorn and extending the industrial chain can provide a way to solve the problem of poverty alleviation and stable income increase of poor people in the post-poverty alleviation era of people in agricultural areas of Tibet. This paper summarizes the characteristics, environmental value, nutritional value, economic value, medicinal value, scientific research value and industrial value of sea buckthorn, and explores the development prospect of sea-buckthorn in Tibet in order to promote its further research, development and utilization in Tibet.

Key words: Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*); Tibet; Discussion of development prospects; Development and utilization

沙棘 (*Hippophae rhamnoides* L.) 是胡颓子科沙棘属植物的统称, 为一种落叶性浆果类灌木或小乔木, 起源于 2 亿年前的温暖湿润的旧大陆温带古地中海沿岸, 是地球上最古老的植物之一^[1]。其特性是抗逆性强, 广泛分布在干旱、半干旱和半干旱半湿润地区。中国所含沙棘资源占全球沙棘总资源的 90% 以上, 是目前沙棘资源最丰富的国家, 包含 7 个种 7 个亚种, 多分布于西藏、华北、西北、西南等地, 并且近年来人工种植的沙棘林面积也迅速增加, 不断改善我国生态环境^[2]。随着对沙棘资源进一

步研究与发掘, 人们不仅了解到了沙棘在抗旱固沙、保持水土等方面的生态功效, 还发现了其促进经济发展、改善民生的价值。

1 沙棘的特征

沙棘属于雌雄异株, 枝条有不同程度的灰色、褐色和银白色等, 常有枝刺; 花芽形状明显而稳定, 属单性花, 雄花花粉干燥, 能存活 48 h, 主要靠风媒和虫媒传粉, 有效传粉距离是 15 m^[3]; 果实为椭圆球形, 长约 6~8 mm, 直径约 4~5 mm, 梗长 1~2 mm, 鲜果表面红色至黄褐色不等, 干燥后为黄褐色至褐色, 且果皮呈折皱状; 果肉较少, 质油润且柔软, 具特殊香气, 味酸涩; 种子种皮一般为黄褐色、褐色或者黑色, 果皮与种皮离生或者贴合, 大小变异幅度大; 在寒冷干燥的环境下, 中短期直接保存沙棘种子对

收稿日期: 2018-12-19

作者简介: 文华英 (1990-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事高原特色微生物研究工作, E-mail: huayingwen2013@163.com, * 为通讯作者: 张文会 (1979-), 男, 硕士, 研究员, 主要从事农产品贮藏与加工方面的研究工作, E-mail: zhh08@163.com。

发芽率影响不大,不建议超过 9 年^[4]。沙棘主根较浅,但侧根异常发达且侧根上又能发生很多分枝和毛根,且有根瘤,属于非豆科的木本固氮树种,这也是其被誉为“先锋”树种的原因之一。沙棘分布广泛,因气候、土壤和海拔等生态因子的差异以及种群的进化、沙棘属内植物种间性状交错复杂,形成了属内植物丰富的变异类型。Swenson 把沙棘属植物划分为 7 个种和 11 个亚种,依据是沙棘的形态学及分子生物学^[5]。

2 沙棘适于西藏的发展

除了防风治沙,沙棘也是一种兼顾营养和生物活性的药食两用植物,包含上百种生物活性物质,如黄酮类、有机酸、油脂类、氨基酸、甾醇、维生素、蛋白质及微量元素等成分。这些特性决定了沙棘的进一步开发利用与西藏经济发展、民生改善高度契合,是西藏潜在的、重点开发选择的特色资源之一。西藏境内沙棘种类丰富,包括中国沙棘、柳叶沙棘、江孜沙棘、棱果沙棘、理圪沙棘、肋果沙棘和西藏沙棘等。其中江孜沙棘(*Hippophae gyantsensis*)是西藏“一江两河”地区的乡土树种和主要造林树种之一;西藏沙棘(*Hippophae thibetana*)是拉萨河下游地区主要的耐旱落叶灌丛之一^[6]。

2.1 环境价值

我国西藏气候属于冬无酷暑、夏无酷暑,表现为暖季短促而润凉,冷季漫长、严寒并且多风雪,无霜期很短,土壤较瘠薄,河湖分布不均匀,并且地势落差巨大,群落物种较为单一,在西藏种植沙棘可行性高且具有较高的环境价值。原因有如下几点:第一,沙棘喜阳、耐寒、耐旱、耐贫瘠、短期可成林,普遍每 667 m² 荒地只用栽种 120 ~ 150 棵,雄雌株保持 10

~ 15 m,则每年向外扩展 2 ~ 3 m,4 ~ 5 年即可成林。而且沙棘的苗木较小,栽种沙棘所需的的劳动强度不大,一个普通劳力可实现 5 d/667m²^[7]。第二,沙棘是群落演替的先锋物种,属于非豆科的木本固氮树种,固氮能力是大豆的 2 倍,可以与弗兰克氏放线菌共生结瘤,是优异的先锋树种和混交树种,其与油松林混合的造林面积占黄土高原丘陵沟壑区人工林植被面积的 59.8 %,是成熟有效的人工林种植方案之一^[8]。第三,沙棘的枝叶繁茂冠幅大且根系发达,因此沙棘的承雨能力强,其在水土流失严重区成为了保持水土的第一道防线。目前沙棘柔性坝在砒砂岩地区已初步取得成功,它能有效地防治原型沟道水土流失面积的增加并能够对受侵蚀的沟道进行治理。第四,沙棘能够有效增加土壤肥力,沙棘纯林凋落物呼吸对全年土壤呼吸的贡献为 27.76 %,油松纯林却只有 10.91 %,且前者具有更丰富的细菌微生物群落^[9]。

2.2 营养价值

在西藏牧区,存在外环境水碘值低且人群尿碘值低的现象^[10]。根据 2017 年统计年鉴数据得知,2016 年西藏居民家庭人均主要食品消费量中,蔬菜及食用菌的消费量只有 27.4,而全国平均水平是 100.1。可见藏族人民饮食习惯和食品结构不甚合理。这可能是导致与其他民族人民相比,藏族 7 ~ 18 岁的青少年男女生收缩压与舒张压较高,尤其以低压值较高明显^[11]现象的原因。而沙棘可以提供丰富的营养,以玉树沙棘为例,对比丰盛 604 品种荷兰豆和藏青 25 品种青稞,其常见营养成分如表 1 所示。

从表 1 可看出,相对于藏青 25 品种青稞和丰盛 604 品种荷兰豆,玉树沙棘各部位常规营养更均衡。

表 1 玉树沙棘、荷兰豆、青稞的常规营养质量含量的对比

Table 1 Comparison of the conventional nutritional qualities of sea buckthorn, snow peas and highland barley

名称 Name 含量 content(%) 营养 nutrition	水分 Moisture	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fiber	蛋白质 Protein	碳水化合物 Carbohydrate	维生素 C Vc
沙棘果实 ^[12] Sea buckthorn fruit	70.7	5.94	2.93	2.52	17.08	1.43
沙棘叶 ^[12] Sea buckthorn leaf	7.33	2.25	13.2	17.5	55.66	0.159
沙棘枝 ^[12] Sea buckthorn branch	3.94	1.16	21.1	13.5	58.32	
沙棘籽 ^[12] Sea buckthorn seed	9.48	8.24	11.8	21.4	46.92	0.132
荷兰豆 ^[13] Snow peas		2.02	2.18	22.02	6.01	
青稞 ^[14] Highland barley	8.12	1.69	0.71	1.69	87.37	

表 2 沙棘及相关产品部分营养保健成分含量

Table 2 Content of nutrition and health care components in sea buckthorn and related products

	不饱和 脂肪酸(%) Unsaturated fatty acid	谷甾醇(%) Sitosterol	黄酮(%) Flavonoids	维生素 C Vc(%)	铁(%) Iron	钙(%) Calcium	有机酸(%) Organic acids	超氧化物 歧化酶(IU/g) Superoxide dismutase	5-羟色 胺(%) 5-hydroxytryptamine
油 Oil	80	58							
枝叶 Leaves			0.31					1108	12
果 Fruit			0.36 ~ 0.798	0.8 ~ 1.5				2845	18
果汁干粉 Dried juice powder					0.0389	0.11	0.04		

此外,沙棘产品含有大量极易被人体吸收的不饱和脂肪酸和黄酮类化合物及其他营养保健成分。如棕榈酸、亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸,黄酮类化合物,Vc,铁,钙,有机酸,谷甾醇,超氧化物歧化酶(SOD),5-羟色胺等^[15],具体见表 2。这些物质保障了沙棘在抗肿瘤、改善心脑血管系统、保护消化系统及抗衰老方面均有较好的保健功能。

2.3 经济价值

2016 年西藏全区建档立卡“回头看”核查,有 59 万农牧区贫困人口,5467 个贫困村(居),74 个贫困县(区)。西藏是我国唯一的省级集中连片特困地区,存在的问题需要从多方面寻找多渠道解决,而开发沙棘等特色产品进而形成产业或许是解决的有效途径之一。沙棘加工产品若在西藏形成产业链将为西藏带来可观的经济效益。

2.3.1 可发展沙棘果实产业 沙棘产果 20 ~ 27 kg/hm²,无刺大果沙棘产果 53 ~ 100 kg/hm²。沙棘果实富含维生素、糖、有机酸生物碱、氨基酸和不饱和脂肪酸,可用于食品、医药、保健、饮料等领域。提取沙棘油,出油率达 18.8 %,并能提取可做高级化妆品的超氧化物歧化酶。沙棘具备很强的涵养水源的作用,将沙棘果实熬制成沙棘膏能提高活性成分的含量,起到增强疗效的作用,也反映出传统藏药制备工艺的合理性。研究表明,将榨完油的沙棘果渣添加至饲料中,不仅能使育肥羊的平均日增重、干物质采食量和净肉重等生长性能指标提高,还可增加肌肉粗脂肪含量,改善肌肉的嫩度以及肠道内环境^[16]。

2.3.2 可发展沙棘籽产业 目前市面上已存在一些如沙棘籽油、沙棘籽生物活性成分制剂等类型的沙棘籽产品。沙棘籽油含有黄酮、有机酸以及花青素等多种生物活性成分。研究表明,沙棘籽油具有丰富的药理功能,能滋润皮肤、延缓皮肤衰老,可开

发应用于化妆品行业。鉴于所具备的医疗保健价值,被开发成具备一定功效的天然药物以及功能性食品是沙棘籽产品开发利用的另一条路径。

2.3.3 可发展沙棘皮、叶、木产业 沙棘的树皮、树叶含单宁,可提制鞣革原料、染料和香料。沙棘叶可用于生产保健茶,

黄酮类化合物在沙棘植株中,叶片中的含量最高,且富含维生素 C,并有活血和消食功效。此外,沙棘叶做成木屑也可作食用菌的培养基。沙棘木质坚实,文理细致,可制家具、农具和各种工艺品。可见,沙棘全身都是宝,沙棘资源的开发利用可为西藏贫困区农民的发展添砖加瓦。

2.4 科研价值

因沙棘资源丰富,青藏地区被认为是沙棘属植物的类群分布中心、类群分化中心和原始类群中心。并有青藏地区可能是沙棘属植物起源中心的猜想^[17],其具有较强的科研价值。

2.4.1 对杂交物种起源的研究 沙棘属的叶绿体基因组为母系遗传,而在沙棘属中仅发现一个杂交种-棱果沙棘,那么从叶绿体基因组单倍型角度分析杂交带的遗传组成,不仅可以揭示杂交带内棱果沙棘居群及其父母本的组成情况,更能对棱果沙棘自然杂交带的维持机制和杂交物种起源及进化进行重新认识^[18]。

2.4.2 沙棘品种选育的研究 沙棘的分布区域广阔,由于生态隔离及自然选择、基因突变等原因,沙棘在形态解剖、生长发育、适应性与抗性、生理生化特性等方面都会产生大幅度的种内变异,形成有差别的地理生态种源。因此开展沙棘种源试验,选育出不同培育目的(抗性、果用、叶用、材用)优良种源并进行推广具有十分重要的意义^[19]。

2.4.3 在植物作用下水流与泥沙运动方式的定量研究 实际中,沙棘柔性坝不仅可以影响沟道的水

流要素沿程变化特征,还能够降低水流的挟沙能力,降低床面切应力,进而在沟道中使泥沙沉积下来,达到拦沙的目的。因此可以在砒砂岩地区的沟道初步设计沙棘植物“柔性坝”,为开展以植物为生态治理水土流失提供理论依据与参考^[20]。

2.4.4 丰富并澄清各类沙棘数据 已有研究表明,药用植物在不同环境下产生不同含量的次生代谢产物,导致它们的医疗质量存在差异^[21]。因沙棘资源及品种间的差异,各地藏医一般就近取材,用的沙棘品种和疗效可能都不尽相同。目前国内相关厂家在原料、工艺等方面距规范化、标准化生产还有很大的差距。以此中间体作为原料生产的保健食品质量稳定性难以得到保证^[22]。卫罡等研究者采用 HPLC 法对收集到的国内沙棘黄酮粉中槲皮素、山柰素和异鼠李素含量进行测定,与厂家用以紫外-可见分光光度法测定相差较大^[23]。

2.4.5 揭示青藏高原地区生物物种谱系演化历史

沙棘的研究为揭示青藏高原地区生物物种谱系演化历史提供了重要的研究证据。第4纪冰期对西藏沙棘物种遗传结构产生了重大影响,冰期西藏沙棘与祁连圆柏和青海云杉等青藏高原物种不同,其并不向高原东部的边缘地区进行迁移,而是在高原台面上的避难所得以存活,说明高原物种进化可能并不是按照单一的模式进行^[24]。

2.5 医药保健价值

我国的老龄化时代即将来临,市面上的预防性药物,尤其是调节免疫能力、调节血脂、排毒养颜和减肥方面的保健品、营养滋补品持续升温。那么大力发展沙棘的药品产业则恰逢其时。沙棘以蒙藏传统验方、现代中药复方和沙棘提取物3种类型为主,在藏医复方里以沙棘、沙棘膏的方式应用较多。初步统计总共有144个复方里使用沙棘,如“二十五味余甘子”。目前仅19种含有沙棘配方的药品是经由国家食品药品监督管理局批准允许销售的。代表药品有心达康片、五味沙棘散、双磺沙棘桉青软膏等^[25]。这些药品主要针对治疗心血管系统、皮肤系统、呼吸系统、生殖系统疾病。

沙棘既可以作为药品的原料,又可以作为保健食品的原料。它在保健食品上的主要功能是调节免疫能力、调节血脂和血糖。以“回归自然、安全有效”为主要卖点的沙棘显然更符合保健食品的消费潮流。同时由于沙棘具有多种医疗保健性能,可以优化提取工艺,根据市场不同需求,研制出针对不同年龄、不同人群、甚至不同人种需要的专用保健食品。因此,沙棘保健食品具有巨大的市场发展潜力。

在此期间,要做好对沙棘更为精细的研究。沙棘的质量控制及品质评价被其多基原性和实际运用的复杂性严重制约,临床使用安全性和有效性也无法保证。刘悦等人构建了一种沙棘药材准确鉴定与应用的二维鉴定办法,依据是DNA条形码和¹H-NMR代谢组学,该研究拓宽了人们的思路^[26]。

2.6 产业价值

西藏沙棘轻工业的发展可以借鉴国内外相关研究的进展。现阶段国内已经解决了沙棘果提取汁液中影响其果汁稳定的因素,并攻克了沙棘汁与其他果蔬汁液的复合问题。市面上已经有一些沙棘相关的复合果蔬果汁类型饮料,比如沙棘胡萝卜、沙棘梨汁、红枣沙棘等。沙棘相关的酒产品也完成了部分工艺探索。张军研究了低度沙棘酒配制的最佳调制工艺^[27];孙诗雨通过沙棘红枣混合汁的酶解试验,探索了复合发酵出的果酒^[28]。沙棘相关乳产品也有一定的研究。如沙棘发酵酸牛乳、沙棘冰淇淋以及含有沙棘汁、胡萝卜汁和酸奶的搅拌型酸奶等,如林祥群研究了不同沙棘果汁添加量、蔗糖添加量、菌种接种量和发酵时间对沙棘酸奶品质的影响,为开发凝固型沙棘酸奶提供依据和参考^[29]。此外,针对沙棘类的茶产品、豆乳产品和果冻产品,也有研究者对其生产工艺进行了优化摸索。如此丰富的研究成果为增加沙棘附加值,延长产业链条,进而为解决西藏农区百姓脱贫以及后扶贫时代贫困人口稳定增收问题提供途径。

3 沙棘发展规划建议

2013-2017年西藏地区生产总值增速连续5年居全国前3,2018年跃居全国第1。虽然旅游服务业对西藏经济发展有一定促进作用,但归根到底需要第一、二产业作为支柱,经济才能持续腾飞。此外,西藏是面向南亚次大陆通道之一,西藏人民富裕经济繁荣契合我国战略。沙棘作为一种潜在的、高度契合西藏发展经济的农作物,其带来的种植、加工业或许是产业脱贫的一个突破口。

据估计,沙棘相关产业每年需要千万吨沙棘枝果,国际年销售额在千亿美元以上。在实际中,西藏部分江孜沙棘植物遭到不同程度的人为破坏,比如被当地农牧民用作燃料、围栅栏、建材等,导致江孜沙棘植物被砍伐或推倒^[30]。第二产业弱质性体现在抵抗自然灾害能力差,易受市场波动,以及对市场需求掌握不及时。这就需要政府发挥宏观调控,给予相应的政策支持。若具体体现在沙棘产业上,政府需要以扶持者的角色进行规划,否则会出现西藏

的沙棘产业核心竞争力不足、产业脱贫效果差、农民增收缓慢等问题。因此,要注意两点:

(1)成立相应的合作社。针对部分农牧民思想僵化、观念落后等现状,如果县级政府能以平台搭建和信誉背书为主,整合资源,集约化经营,积极引入民营资本,牵头成立合作社,则不仅可以降低交易成本,减少政府的投入,还能提高西藏的沙棘产业在市場中的生存和竞争能力。

(2)发展沙棘通用的预加工手段,加大相关技术的开发力度。短平快的发展模式更适合西藏轻工业,在目前的阶段,蔬菜在贮运中的损失率超过30%,而新鲜的沙棘果相比蔬菜更难运输。为进一步提高沙棘产业的经济效益,需要做好沙棘通用的预加工处理,积极引导产品分类、分级上市,进一步摸索精深加工,形成品牌形象,提高产品附加值。

4 总 结

沙棘类产品的开发和利用在可见的未来有广阔的发展前景,并且沙棘产业的发展与西藏的需求高度契合。但由于我国加工技术、制造设备发展不均衡,西藏还缺乏更大力度的资金、技术支持,供给侧结构性改革还处于摸索状态。并且观念上的落后也是问题之一,如对沙棘相关产业的开发重视程度不够,对消费者的需求缺乏有效追踪。这都是构成目前鲜有对西藏沙棘的研究的现状的因素。因此,只能靠结合西藏地区实际情况,以技术开发为核心,以产品推介为引导,加速沙棘类相关产品开发利用的布局工作,开发沙棘类特色食品、保健品、药品等相关产品为促进西藏民生经济进一步腾飞添砖加瓦。

参考文献:

- [1] Beveridge T, Li T S C, Oomah B D, et al. Sea buckthorn products: manufacture and composition[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(9): 3480-3488.
- [2] 盛艳, 吴泽柱. 沙棘的营养保健功能及其开发利用研究进展[J]. 农产品加工(上), 2017(9): 58-60.
- [3] Mangla Y, Tandon R. Pollination ecology of Himalayan sea buckthorn, *Hippophae rhamnoides* L. (Elaeagnaceae)[J]. Current Science, 2014, 106(12): 1731-1735.
- [4] Li T S C, Schroeder W R. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): a multipurpose plant[J]. Hort Technology, 1996, 6(4): 370-380.
- [5] Swenson U, Bartish I V. Taxonomic synopsis of *Hippophae* (Elaeagnaceae)[J]. Nordic Journal of Botany, 2008, 22(3): 369-374.
- [6] 索朗白珍, 央珍. 西藏沙棘属植物的多样性及利用[J]. 西藏科技, 2005(12): 47-51.
- [7] 胡洁婷. 沙棘资源开发现状及发展前景[J]. 甘肃科技, 2012, 28(10): 143-144.

- [8] 宋西德, 刘粉莲, 罗伟祥, 等. 黄土丘陵沟壑区混交林类型与模式[J]. 陕西林业科技, 2003(4): 38-42.
- [9] 谢育利, 陈云明, 唐亚坤, 等. 黄土丘陵区油松、沙棘人工林土壤呼吸动态及其对土壤温度和水分的响应[J]. 中国水土保持科学, 2017, 15(1): 33-42.
- [10] 刘诗川. 西藏牧区与农区甲状腺肿大率差异的原因调查[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2013.
- [11] 岳聪. 不同地域环境下黎、藏族青少年身体机能动态监测与研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2016.
- [12] 谭亮, 赵静, 马家麟, 等. 青海玉树沙棘不同部位营养成分分析与营养价值评价[J]. 天然产物研究与开发, 2018(5).
- [13] 郭忠康, 张舟, 曾浩祥, 等. 2个品种荷兰豆种子营养成分与萌发特性分析[J]. 种子, 2016, 35(2): 33-36.
- [14] 孟晶岩, 栗红瑜, 张倩芳, 等. 不同生长条件青稞的产量品质分析[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(28).
- [15] 王峰, 王海平, 刘金凤, 等. 分析沙棘的营养保健功能及其开发利用研究进展[J]. 农业开发与装备, 2018(2): 159-159.
- [16] 刁小高, 郝小燕, 赵俊星, 等. 饲料中添加沙棘果渣对育肥羊生长性能, 屠宰性能, 肉品质及消化道内容物 pH 的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(8): 3258-3266.
- [17] 陈维. 青藏高原沙棘属植物资源与品质评价[D]. 成都: 四川大学, 2007.
- [18] 唐洁涓. 棱果沙棘自然杂交带亲本与杂交后代的适应性分析[D]. 兰州: 西北师范大学, 2009.
- [19] 谢嗣荣. 沙棘优良种源的初步筛选[D]. 南京: 南京林业大学, 2017.
- [20] 韩琛. 沙棘植物作用下悬沙水流模型相似律初步研究[D]. 西安: 西北大学, 2017.
- [21] Kuhkheil A, Mehrafarin A, Abdossi V, et al. Seed Oil Quantity and Fatty Acid Composition of Different Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Wild Populations in Iran[J]. Erwerbs-Obstbau, 2018, 60(2): 165-172.
- [22] 刘亚蓉. HPLC法同时测定沙棘膏中槲皮素、山柰素、异鼠李素的含量[J]. 药物分析杂志, 2008(5): 759-761.
- [23] 卫罡, 侯霄. HPLC法测定沙棘黄酮粉中槲皮素、山柰素和异鼠李素的含量[J]. 水资源开发与管理, 2014(2): 22-24.
- [24] 刘腾靛. 西藏沙棘的谱系地理学研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2009.
- [25] 王宏昊, 孙欣, 花圣卓, 等. 我国沙棘药用历史记载及药品开发现状[J]. 水资源开发与管理, 2012, 10(4): 25-28.
- [26] 刘悦, 刘川, 谭尔, 等. 基于DNA条形码和¹H-NMR代谢组学二维方法的多基原藏药沙棘鉴定[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(4): 578-585.
- [27] 张军. 低度沙棘酒配制工艺研究[J]. 水资源开发与管理, 2014(3): 1-4.
- [28] 孙诗雨. 红枣沙棘果酒酿造工艺优化研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2017.
- [29] 林祥群. 凝固型沙棘酸奶的研制及其评价[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(11): 2062-2068.
- [30] 乔晓景, 李元征, 许开鹏, 等. 西藏错那千年沙棘林现状及开发策略[J]. 现代农业科技, 2017(21): 168-171.