

我国主要野生沙棘果实的含油率对比分析

胡建忠^{1,2*}, 高 岩¹, 张 滨²

¹水利部沙棘开发管理中心, 北京

²国际沙棘协会秘书处, 北京

Email: bfuswc@163.com

收稿日期: 2021年8月11日; 录用日期: 2021年9月17日; 发布日期: 2021年9月28日

摘 要

为了评定我国沙棘属植物主要种(亚种)果实的含油率水平, 对采自西藏、新疆、青海、甘肃等地野生的中国沙棘(*Hippophae rhamnoides. ssp. sinensis*)、柳叶沙棘(*H. salicifolia*)、云南沙棘(*H. r. ssp. yunnanensis*)、蒙古沙棘(*H. r. ssp. mongolica*)、中亚沙棘(*H. r. ssp. turkestanica*)、江孜沙棘(*H. gyantsensis*)、肋果沙棘(*H. neurocarpa*)、西藏沙棘(*H. tibetana*)共8个种(亚种), 取果实样品25个, 用索氏抽提法测定了果肉、籽和全果的3个干基含油率指标, 发现西藏沙棘的干果肉、干全果含油率最高, 分别达38.45%、30.18%; 蒙古沙棘的干籽含油率最高, 达14.31%; 而柳叶沙棘的干果肉、干全果含油率最低, 仅分别为6.69%、7.41%。考虑到目前我国人工种植沙棘情况, 建议在东北地区主推蒙古沙棘, 新疆主推蒙古沙棘和中亚沙棘, 黄土高原和冀北、辽西地区主推中国沙棘, 西藏主推中亚沙棘和江孜沙棘, 用于建立油用沙棘工业原料林, 重点开发沙棘各类保健产品, 同时适度发挥其生态功能, 以推动沙棘种植地区经济社会的高质量发展步伐。

关键词

沙棘, 野生资源, 果实, 含油率, 中国

Study on Oil Contents of Fruits of Main Wild Seabuckthorn Resources in China

Jianzhong Hu^{1,2*}, Yan Gao¹, Bin Zhang²

¹China National Administration Center for Seabuckthorn Development, Beijing

²Secretariat of International Seabuckthorn Association, Beijing

Email: bfuswc@163.com

Received: Aug. 11th, 2021; accepted: Sep. 17th, 2021; published: Sep. 28th, 2021

*第一作者。

文章引用: 胡建忠, 高岩, 张滨. 我国主要野生沙棘果实的含油率对比分析[J]. 植物学研究, 2021, 10(5): 716-723.

DOI: 10.12677/br.2021.105090

Abstract

The fruits of 25 samples from 8 species and sub-species, namely, *Hippophae rhamnoides*. ssp. *sinensis*, *H. salicifolia*, *H. r. ssp. yunnanensis*, *H. r. ssp. mongolica*, *H. r. ssp. turkestanica*, *H. gyantsensis*, *H. Neurocarpa*, *H. tibetana*, were collected from wild resources locations in Tibet, Xinjiang, Qinghai, Gansu, to analyze the oil contents of them with the soxhlet extractor method, which showed that the oil contents of dried pulp and dried fruits of *H. tibetana* were the highest among all the samples (38.45% and 30.18% respectively), and the oil content of dried seeds of *H. r. ssp. mongolica* was the highest (14.31%), whereas the oil contents of dried pulp and dried fruits of *H. salicifolia* were the least (6.69% and 7.41% respectively). In consideration of the artificial afforestation of Genus *Hippophae* in China, the suggestions of fruit oil resources forests should be established from *H. r. ssp. mongolica* in the Northeastern China, *H. r. ssp. mongolica* and *H. r. ssp. turkestanica* in Xinjiang, *Hippophae rhamnoides*. ssp. *sinensis* in the Loess Plateau, Northern Hebei, and Western Liaoning, and *H. r. ssp. turkestanica* and *H. gyantsensis* in the Tibet, to get more fruits for making functional products as well as the eco-construction aim, to adjust the pace of quality development of economy society in the seabuckthorn planting areas.

Keywords

Seabuckthorn, Wild Resources, Fruits, Oil Contents, China

Copyright © 2021 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

随着《“健康中国 2030”规划纲要》和《国民营养计划(2017-2030 年)》相继提出并开展实施[1],我国居民的健康要求已经上升到国家战略层次。目前,我国正在步入老龄化社会,遍及老、中、青的亚健康问题,以及婴幼儿群体营养补充需求,对功能性食品市场提出了更多更高的需求。特别是在当前全民防疫保健和养生风潮的社会大背景下,我国营养保健食品行业的强势增长,已经势不可挡。

近年来围绕植物保健的有关研究很多[2] [3] [4] [5] [6],对许许多多植物资源的营养保健成分和利用价值,开展了卓有成效的研究。沙棘属(*Hippophae*)植物[7]原产于我国,且在青藏高原及周边地区广为分布或种植。沙棘油是一种营养十分丰富,开发潜力很大的植物油脂[8],具有抗炎、抗氧化、增强免疫力等药理功能,对心脑血管和胃肠道有保护作用,具有滋润皮肤、促进皮肤组织再生和上皮组织愈合、改善皮肤衰老的作用,还可缓解干眼症和辅助保护化学性肝损伤的作用[9]。果肉、籽和全果 3 类沙棘油对 GSH-Px 基因的表达有极显著的上调作用,而对于 SOD 基因,果肉油和全果油也表现出了极显著的上调作用,显示出其有一定的延缓衰老作用[10]。沙棘果油通过提高 NK 细胞在全血中的数量,能促进穿孔素和颗粒酶的表达,提高慢性疲劳综合症(CFS)大鼠 NK 细胞杀伤活性[11]。沙棘油治疗急性口服药物中毒所致的上消化道烧伤疾病,疗效显著,使用方便,且无不良反应[12]。用沙棘油参与配制的牙膏,也具有较好的体内抗炎和止血、体外修复的功用[13]。

本文拟通过对野生分布的沙棘属植物果实含油率开展较为系统的分析研究,以期为区域沙棘资源建设和开发利用工作有所裨益,助推沙棘种植地区的经济社会高质量发展。

2. 材料与方法

用于取样分析的沙棘果实来源于西藏、新疆、青海、甘肃等地的野生沙棘林, 取样时间为 2019 年、2020 年的 9 月至 10 月。基本情况详见表 1, 涉及到中国沙棘(*H. rhamnoides*. ssp. *sinensis*)、柳叶沙棘(*H. salicifolia*)、云南沙棘(*H. r. ssp. yunnanensis*)、蒙古沙棘(*H. r. ssp. mongolica*)、中亚沙棘(*H. r. ssp. turkestanica*)、江孜沙棘(*H. gyantsensis*)、肋果沙棘(*H. Neurocarpa*)、西藏沙棘(*H. tibetana*)共 8 个种或亚种, 25 个果实样品。

Table 1. Basic information of fruits collecting locations of wild species and sub-species of *Hippophae*
表 1. 不同野生沙棘种(亚种)果实采样地点基本信息

种、亚种名	测试编号	送样时间	采摘地点	经度	纬度	海拔(m)
中国沙棘	QY1	2019.10.11	甘肃合水县连家砭林场	108°27'25"	36°02'11"	1209
中国沙棘	QY2	2019.10.11	甘肃合水县连家砭林场	108°27'27"	36°02'12"	1209
中国沙棘	QY3	2019.10.11	甘肃合水县连家砭林场	108°27'22"	36°02'08"	1218
中国沙棘	ZG1	2019.10.23	青海班玛县玛可河林场	100°52'11"	32°42'19"	3319
柳叶沙棘	MMX	2020.10.22	西藏错那县麻麻乡	91°48'06"	27°52'27"	2976
云南沙棘	LZ1	2019.10.16	西藏林芝市巴宜区	94°34'30"	29°33'51"	3879
云南沙棘	LZ2	2019.10.16	西藏林芝市巴宜区	94°30'40"	29°33'53"	3081
蒙古沙棘	ZYH	2019.9.18	新疆青河县塔克什肯口岸	90°48'26"	46°11'26"	1072
蒙古沙棘	SQH	2019.9.18	新疆青河县塔克什肯口岸	90°48'26"	46°11'26"	1071
中亚沙棘	ZD1	2019.9.21	西藏札达县桑达沟	79°48'04"	31°30'12"	3681
中亚沙棘	ZD2	2019.9.21	西藏札达县桑达沟	79°48'04"	31°30'12"	3680
中亚沙棘	ZD3	2019.9.21	西藏札达县象泉河	79°40'52"	31°28'45"	3590
中亚沙棘	ZD4	2019.9.21	西藏札达县象泉河	79°40'25"	31°28'59"	3585
中亚沙棘	ZY1	2019.11.6	新疆乌什县	79°14'27"	41°13'14"	1422
中亚沙棘	AX1	2019.11.1	新疆阿克陶县	75°52'00"	39°00'17"	1523
中亚沙棘	AX2	2019.11.1	新疆阿克陶县	75°41'51"	39°07'34"	1427
江孜沙棘	HZ1	2019.10.16	西藏墨竹工卡县	91°56'11"	29°45'23"	3955
江孜沙棘	CN1	2019.10.16	西藏错那县曲卓木乡	91°48'09"	28°18'10"	4370
江孜沙棘	LZX1	2019.10.16	西藏隆子县隆子河	92°17'12"	28°27'10"	3980
江孜沙棘	QSX1	2020.10.15	西藏曲水县	90°11'04"	29°25'36"	3775
江孜沙棘	QSX2	2020.10.15	西藏曲水县	90°11'04"	29°25'36"	3775
肋果沙棘	LG1	2019.10.9	青海门源县仙米林场	101°58'05"	37°24'23"	3115
肋果沙棘	XML	2020.10.06	青海门源县仙米林场	101°58'05"	37°24'23"	3068
西藏沙棘	PL1	2019.9.21	西藏普兰县仁贡村	81°06'20"	30°26'58"	4056
西藏沙棘	PL2	2019.9.21	西藏普兰县仁贡村	81°06'20"	30°26'58"	4052

沙棘果实取样后立即混入冰块, 快递至化验机构。然后按照有关标准[14]及相关文献[15], 采用索氏抽提法分析计算干果肉、干籽和干全果等 3 个含油率。所用主要仪器包括索式提取器、蒸馏瓶、旋转蒸发仪等。即取适量沙棘全果, 将果肉与籽分离, 分别烘干研碎, 准确称重。分别用滤纸包好, 放入抽提

瓶中安装好索式提取器，蒸馏瓶中加入正己烷至三分之二处，加热水浴锅，将温度控制在 70℃，回流提取 60 min。提取完成后，将蒸馏瓶取下，在旋转蒸发仪上去正己烷，即得沙棘干果油和沙棘干籽油，分别称重后，即可计算得沙棘干果肉、干籽以及干全果含油率。

3. 结果与分析

3.1. 干果肉含油率

由于有关沙棘果实鲜重的含油率数据涉及到果实含水量，而取自不同时间和生境的沙棘果实样品是各不相同的，致使各参试沙棘新鲜果实样品间，如果不提供含水率数据的话，无法直接对比，故表 2 中只列了参试沙棘种、亚种果实的干果肉含油率(下同)，这样的数据就好用于各类对比了。同时，表 2 中只列有 7 个种或亚种的 23 个果实样品的干果肉含油率测定数据，因为肋果沙棘果肉与籽很难分离，故未测果肉含油率数据。

Table 2. Oil contents of dry pulps of wild species and sub-species of *Hippophae*
表 2. 参试野生沙棘种(亚种)果实的干果肉含油率

沙棘种(亚种)	测试编号	干果肉含油率(%)	沙棘种(亚种)	测试编号	干果肉含油率(%)
中国沙棘	QY1	10.58	江孜沙棘	HZ1	14.16
中国沙棘	QY2	7.76	江孜沙棘	CN1	16.87
中国沙棘	QY3	12.61	江孜沙棘	LZX1	9.66
中国沙棘	ZG1	9.79	江孜沙棘	QSX1	6.82
小计		10.19 ± 1.41	江孜沙棘	QSX2	21.27
柳叶沙棘	MMX	6.69	小计		13.76 ± 4.41
云南沙棘	LZ1	13.63	西藏沙棘	PL1	43.89
云南沙棘	LZ2	14.08	西藏沙棘	PL2	33.00
小计		13.86 ± 0.23	小计		38.45 ± 5.45
蒙古沙棘	ZYH	20.84			
蒙古沙棘	SQH	26.51			
小计		23.68 ± 2.84			
中亚沙棘	ZD1	21.72			
中亚沙棘	ZD2	14.55			
中亚沙棘	ZD3	23.49			
中亚沙棘	ZD4	18.79			
中亚沙棘	ZY1	17.96			
中亚沙棘	AX1	29.10			
中亚沙棘	AX2	26.82			
小计		21.78 ± 4.02			

从干果肉含油率测定结果来看，西藏沙棘最高，达 38.45%(33.00%~43.89%)；排在第二至第六位依次为蒙古沙棘(含油率为 23.68%)、中亚沙棘(含油率为 21.78%)、云南沙棘(含油率为 13.86%)、江孜沙棘(含油率为 13.76%)、中国沙棘(含油率为 10.19%)；柳叶沙棘干果肉含油率最低，仅 6.69%。

3.2. 干籽含油率

如前所述, 表 3 中只列有 7 个种或亚种的 23 个果实样品的干籽含油率测定数据, 未有肋果沙棘干籽含油率数据。

Table 3. Oil contents of dry seeds of wild species and sub-species of *Hippophae*
表 3. 参试野生沙棘种(亚种)果实的干籽含油率

沙棘种(亚种)	测试编号	干籽含油率(%)	沙棘种(亚种)	测试编号	干籽含油率(%)
中国沙棘	QY1	7.70	江孜沙棘	HZ1	4.46
中国沙棘	QY2	9.27	江孜沙棘	CN1	7.28
中国沙棘	QY3	5.32	江孜沙棘	LZX1	6.62
中国沙棘	ZG1	10.56	江孜沙棘	QSX1	6.26
小计		8.21 ± 1.70	江孜沙棘	QSX2	6.35
柳叶沙棘	MMX	9.13	小计		6.19 ± 0.68
云南沙棘	LZ1	10.48	西藏沙棘	PL1	15.26
云南沙棘	LZ2	11.51	西藏沙棘	PL2	12.75
小计		11.00 ± 0.52	小计		14.01 ± 1.26
蒙古沙棘	ZYH	13.32			
蒙古沙棘	SQH	15.29			
小计		14.31 ± 0.98			
中亚沙棘	ZD1	10.52			
中亚沙棘	ZD2	8.61			
中亚沙棘	ZD3	11.24			
中亚沙棘	ZD4	11.04			
中亚沙棘	ZY1	8.25			
中亚沙棘	AX1	14.35			
中亚沙棘	AX2	15.06			
小计		11.30 ± 1.95			

从干籽含油率测定结果来看, 蒙古沙棘最高, 达 14.31% (13.32%~15.29%); 排在第二至第六位依次为西藏沙棘(含油率为 14.01%)、中亚沙棘(含油率为 11.30%)、云南沙棘(含油率为 11.00%)、柳叶沙棘(含油率为 9.13%)、中国沙棘(含油率为 8.21%); 江孜沙棘干籽含油率最低, 仅 6.19%。

与干果肉的排名稍有区别的是, 蒙古沙棘取代西藏沙棘成为干籽含油率最高者, 江孜沙棘与柳叶沙棘互换位置而成为干籽含油率最低的参试沙棘。

3.3. 干全果含油率

表 4 中列入了肋果沙棘, 故表中含有全部参试 8 个种或亚种的 25 个果实样品的干全果含油率测定数据。

干全果的排序涵盖了参试全部 8 个种(亚种), 含油率排位除了在第二位插入了肋果沙棘外, 其余排位次序与干果肉完全相同。干全果含油率最高者为西藏沙棘, 达 30.18% (26.39%~33.97%), 排名第二至第

七位的依次为肋果沙棘(含油率为 23.01%)、蒙古沙棘(含油率为 21.73%)、中亚沙棘(含油率为 19.20%)、云南沙棘(含油率为 12.93%)、江孜沙棘(含油率为 10.65%)、中国沙棘(含油率为 9.65%)；柳叶沙棘干全果含油率最低，仅 7.41%。

Table 4. Oil contents of dry fruits of wild species and sub-species of *Hippophae*
表 4. 参试野生沙棘种(亚种)果实的干全果含油率

沙棘种(亚种)	测试编号	干全果含油率(%)	沙棘种 (亚种)	测试编号	干全果含油率(%)
中国沙棘	QY1	9.58	江孜沙棘	HZ1	10.58
中国沙棘	QY2	8.24	江孜沙棘	CN1	11.09
中国沙棘	QY3	10.76	江孜沙棘	LZX1	8.53
中国沙棘	ZG1	10.02	江孜沙棘	QSX1	6.64
小计		9.65 ± 0.74	江孜沙棘	QSX2	16.40
柳叶沙棘	MMX	7.41	小计		10.65 ± 2.48
云南沙棘	LZ1	12.63	肋果沙棘	LG1	22.02
云南沙棘	LZ2	13.23	肋果沙棘	XML	23.99
小计		12.93 ± 0.30	小计		18.01 ± 5.99
蒙古沙棘	ZYH	19.06	西藏沙棘	PL1	33.97
蒙古沙棘	SQH	24.40	西藏沙棘	PL2	26.39
小计		21.73 ± 2.67	小计		30.18 ± 3.79
中亚沙棘	ZD1	17.99			
中亚沙棘	ZD2	13.24			
中亚沙棘	ZD3	19.56			
中亚沙棘	ZD4	16.88			
中亚沙棘	ZY1	16.09			
中亚沙棘	AX1	26.09			
中亚沙棘	AX2	24.58			
小计		19.20 ± 3.60			

4. 讨论

在参试 8 种(亚种)中，干果肉、干全果含油率最高者为西藏沙棘，最低者为柳叶沙棘；干籽含油率最高者为蒙古沙棘，最低者为江孜沙棘。以前国内对自然分布沙棘资源的果实成分测定很少，较为系统的测定结果不多。从查到的资料来看，中国科学院成都生物研究所吕荣森于 1990 年测定了风干重的籽油含量、鲜重的果肉油含量[16]。先比较籽油含量，以西藏沙棘为例，吕荣森从四川红原取样，而本文取样来自西藏普兰县，吕文测定的干籽含油率为 19.51%，而本文数据为 14.01%；再来看看柳叶沙棘，吕文测定的干籽含油率为 10.85%，而本文数据为 9.13%。总体来看，吕文测定干籽含油率数据普遍大于本文，但差距不是太大，而且有些区别可能是来自于测定方法，特别是不同的自然环境(川西、藏北)所造成的。再来比较果肉油，由于本文为干基含量，吕文为鲜果含量，数值很低，无法直接进行对比。这也是本文继续取样、分析不同种(亚种)沙棘果实干基含油率的原因所在，当然也考虑到了需要在不同地区取样，以有充分代表性的问题。

从取样最多(7个)的中亚沙棘来看,4个样品取自西藏札达县,3个样品取自新疆帕米尔高原周边的乌什县和阿克陶县。西藏4个样品的干果肉、干籽和干全果的含油率平均值分别为19.64%、10.35%、16.92%,而新疆3个样品的干果肉、干籽和干全果的含油率平均值分别为24.63%、12.55%、22.25%,新疆3个测定指标较西藏分别高了4.99个百分点、2.20个百分点、5.33个百分点。新疆自然分布的中亚沙棘就含油率这3个指标来看,较西藏的测定数据上明显高了一些。经分析,新疆产地纬度较西藏偏北 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$,但海拔较西藏低了1600~1700 m,综合来看,西藏产地的气候更冷。从年平均气温和年降雨量来看,西藏札达县分别为 -1.5°C 和200 mm,而新疆阿克陶县分别为 9.9°C 和80 mm。可见,对于中亚沙棘这一亚种来说,气候较为干热的新疆,较气候较为湿冷的西藏,3个含油率指标均有较大幅度的提高。当然,这只是有关含油率差异的一些初步判断,以后有条件应进行深入细致的研究。

虽然参试沙棘果实含油率是一个很重要的指标,但是如果没有沙棘果实产量作为支撑,一切都无从谈起。从目前国内沙棘自然分布和人工种植情况来看,西藏沙棘、肋果沙棘、云南沙棘、柳叶沙棘仅有自然分布,目前尚无或基本上无人工种植,且前两种树体较为低矮,果实产量自然不高;柳叶沙棘仅分布在喜马拉雅山南坡的小片区域,云南沙棘也仅分布在西藏林芝和云南迪庆等地,因此,沙棘果实的获取面临着路途遥远、采收成本高,且冒着对自然资源造成破坏的风险。不过,柳叶沙棘、云南沙棘如能在我国类似地区开展人工引种试验和种植,利用其果实产量也较高的情况,开展种植并开发沙棘油还是大有前途的。除此4种(亚种)外,蒙古沙棘、中亚沙棘、江孜沙棘、中国沙棘4种或亚种,既有自然分布,又有大面积人工种植,特别是蒙古沙棘在我国东北、新疆等地,中亚沙棘在新疆南疆、西藏阿里等地,已用于工业原料林建设,而且含油率又很高,是未来开展油用沙棘种植的第一层次选择树种;江孜沙棘的干全果含油率也不低,在西藏拉萨、山南和日喀则等地人工种植面积大,是区域油用沙棘工业原料林建设的不二选择;中国沙棘在整个黄土高原和冀北、辽西等地,适应性很强,是生态建设的先锋树种和伴生树种,虽然干全果含油率较前面几种(亚种)有一定差距,但果实产量高,可以弥补含油率的不足,依然是这些地区建设油用沙棘工业原料林的当家树种。

5. 结论

干果肉含油率测定结果,以西藏沙棘为最高,达38.45%,其后按含油率从高到低依次排序为蒙古沙棘(含油率为23.68%)、中亚沙棘(含油率为21.78%)、云南沙棘(含油率为13.86%)、江孜沙棘(含油率为13.76%)、中国沙棘(含油率为10.19%)和柳叶沙棘(含油率为6.69%),其中仅柳叶沙棘干全果含油率未达到10%。

干籽含油率测定结果,以蒙古沙棘、西藏沙棘含量处于第一层次,分别达14.31%、14.01%,其后按含油率从高到低依次为中亚沙棘(含油率为11.30%)、云南沙棘(含油率为11.00%)、柳叶沙棘(含油率为9.13%)、中国沙棘(含油率为8.21%)、江孜沙棘(含油率6.19%),其中有3种(亚种)沙棘的干籽含油率在10%以下。

干全果含油率测定结果,按含油率从高到低依次有西藏沙棘(含油率30.18%)、肋果沙棘(含油率为23.01%)、蒙古沙棘(含油率为21.73%)、中亚沙棘(含油率为19.20%)、云南沙棘(含油率为12.93%)、江孜沙棘(含油率为10.65%)、中国沙棘(含油率为9.65%)、柳叶沙棘(含油率7.41%)。除柳叶沙棘外,中国沙棘干全果含油率极为接近10%,其余6种(亚种)沙棘的含油率均在10%以上,最高者西藏沙棘竟然高达30%以上。

蒙古沙棘、中亚沙棘、江孜沙棘、中国沙棘4种(亚种)在其适生种植地区,应根据我国消费群体对保健养生的客观需要,并严格遵循“适地适树”原则科学建立油用沙棘工业林,以获取单位面积较高的沙棘油为前提,系统开发,才能对促进这些区域的经济社会高质量发展,起到十分重要的推动作用。

基金项目

水利部财政项目“水土保持业务”(126216223000200001)。

参考文献

- [1] 伍建军. 国民营养计划背景下的中国营养保健食品行业创新发展趋势[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(8): 3164-3171.
- [2] 薛庆锋, 徐九文. 黑米的营养保健价值及应用发展探讨[J]. 特种经济动植物, 2020, 23(8): 31-33.
- [3] 余熠杨, 邓源喜, 徐情, 季秋雅, 付徐芳, 邵翠翠, 等. 胡萝卜的营养保健功能及其开发应用进展[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(17): 129-131.
- [4] 邹春虹. 苦荞营养保健成分及其食品开发分析[J]. 食品界, 2020(8): 121.
- [5] 马斌, 陈胜文, 吴有恒, 陈纯秀. 木槿花基质栽培技术与营养保健功效[J]. 长江蔬菜, 2021(1): 23-24.
- [6] 邵翠翠, 邓源喜, 杨蓓蓓, 孙诺, 付徐芳, 余熠杨, 等. 枸杞的营养保健功能及其应用进展[J]. 食品与发酵工业, 2020, 26(17): 39-41, 163.
- [7] 廉永善, 陈学林, 于倬德, 敖复. 沙棘属植物起源的研究[J]. 沙棘, 1997, 10(2): 1-7.
- [8] 杨学芳, 吴万富, 吕世懂, 等. 沙棘油特征指标的比较研究[J]. 中国油脂, 2021.
- [9] 臧茜茜, 邓乾春, 从仁怀, 葛亚中, 黄凤洪, 魏晓珊, 等. 沙棘油功效成分及药理功能研究进展[J]. 中国油脂, 2015, 40(5): 76-81.
- [10] 郑满荣. 沙棘籽油、果油、全果油抗氧化活性研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2018.
- [11] 田琳, 张译丹, 顾珈菲, 王帅, 尹忠正, 任春宇, 等. 沙棘果油对慢性疲劳综合征大鼠 NK 细胞杀伤活性的影响及机制[J]. 辽宁中医药大学学报, 2016, 18(1): 35-37.
- [12] 吴小花, 张慧仙, 黄亚川, 曹钊宏. 沙棘油治疗口服中毒致上消化道烧伤疗效观察[J]. 陕西医学杂志, 2017, 46(2): 257-258.
- [13] 李立芬, 陈敏珊, 王真史, 曾晓宇. 含沙棘油牙膏的抗炎、止血及修复功效研究[J]. 日用化学品科学, 2018, 41(1): 28-31.
- [14] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T5009. 6-2003. 食品中脂肪的测定[S]. 2003.
- [15] 于晓晨. 粗脂肪测定仪校准方法探讨[J]. 中国计量, 2019(6): 120-121.
- [16] 吕荣森. 中国沙棘属植物资源研究[J]. 园艺学报, 1990, 17(3): 177-183, 248.