

# 蒙中杂交沙棘无性系果实油脂含量分析

胡建忠<sup>1,2\*</sup>, 王丹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>水利部沙棘开发管理中心, 北京

<sup>2</sup>国际沙棘协会技术委员会, 北京

收稿日期: 2021年11月15日; 录用日期: 2021年12月31日; 发布日期: 2022年1月7日

## 摘要

为了了解新选育出的4个杂交沙棘无性系果实油脂含量, 于2016-2018年对黑龙江、辽宁、甘肃、青海、新疆5地的杂交沙棘果实取样后, 采用索氏抽提法分析了干全果、干果肉和干籽3个油脂含量。杂交沙棘干全果油脂含量平均值为15.62%, 其中以“杂雌优54号”的含量最小, 仅13.16%, “杂雌优01号”最大, 达21.24%。干全果中, 干果肉油脂含量为 $17.59\% \pm 5.81\%$ , 较干籽的 $13.99\% \pm 6.63\%$ 大了3.60个百分点。在5个试验地, 杂交沙棘干全果油脂含量以青海大通最高, 达 $18.66\% \pm 3.86\%$ , 新疆额敏最低, 只有 $13.35\% \pm 6.63\%$ 。从年度间来看, 杂交沙棘干全果油脂含量, 2016年为 $9.50\% \pm 2.41\%$ , 2017年为 $17.70\% \pm 4.64\%$ , 2018年为 $11.36\% \pm 2.27\%$ , 显现出“小-大-小”的明显起伏现象。杂交沙棘的油脂含量虽然较引进沙棘低了1.49个百分点, 但已属很高, 加之适应性强, 应在我国“三北”和西南等地建立以油用为主要目标的工业原料林来综合开发利用。

## 关键词

沙棘引进, 产地, 全果, 果肉, 籽, 油脂含量

# Analysis of Fruits Oil Contents of Hybrid Seabuckthorn Clones from Mongolica and Sinensis Subspecies

Jianzhong Hu<sup>1,2\*</sup>, Dan Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>China National Administration Center for Seabuckthorn Development, Beijing

<sup>2</sup>Scientific Committee of International Seabuckthorn Association, Beijing

Received: Nov. 15<sup>th</sup>, 2021; accepted: Dec. 31<sup>st</sup>, 2021; published: Jan. 7<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In order to learn the oil content of the fruits of four newly selected hybrid seabuckthorn clones,

\*第一作者。

文章引用: 胡建忠, 王丹. 蒙中杂交沙棘无性系果实油脂含量分析[J]. 林业世界, 2022, 11(1): 1-8.

DOI: 10.12677/wjf.2022.111001

after sampling the fruits of hybrid seabuckthorn in Heilongjiang, Liaoning, Gansu, Qinghai and Xinjiang from 2016 to 2018, Soxhlet extraction method was used to analyze the oil content of dry whole fruit, dry pulp and dry seed. The average oil content of dry whole fruit of hybrid seabuckthorn was 15.62%, of which “zacyou 54” was the smallest, only 13.16%, and “zacyou 01” was the largest, up to 21.24%. In the dried whole fruit, the oil content of dried pulp was  $17.59\% \pm 5.81\%$ , which was 3.60 percentage points higher than  $13.99\% \pm 6.63\%$  of dry seeds. In the five experimental localities, the oil content of dry whole fruit of hybrid seabuckthorn was the highest in Datong, Qinghai, up to  $18.66\% \pm 3.86\%$ , and the lowest in Emin, Xinjiang, only  $13.35\% \pm 6.63\%$ . For the test three years, the oil content of dried whole fruit of hybrid seabuckthorn was  $9.50\% \pm 2.41\%$  in 2016,  $17.70\% \pm 4.64\%$  in 2017 and  $11.36\% \pm 2.27\%$  in 2018, showing an obvious fluctuation of “small-large-small”. Although the oil content of hybrid seabuckthorn was 1.49% lower than that of introduced seabuckthorn, it was really high. In addition, as hybrid seabuckthorn had strong adaptability, industrial raw material forests with oil as the main goal should be established in the “Three North” and southwest of China for comprehensive development and utilization.

## Keywords

Seabuckthorn Introduction, Test Localities, Whole Fruits, Pulps, Seeds, Oil Contents

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

沙棘属植物起源于青藏高原及周边喜马拉雅山、横断山脉等地区, 共有 6 种 17 亚种, 其中我国有 6 种 13 亚种, 主要分布在青藏高原及周边地区[1]。我国野生和人工种植的沙棘资源种数和面积都居于世界首位, 但用于生产种植的沙棘优良品种却少之有少, 需要从国外引进。俄罗斯沙棘育种工作的研究历史较长, 始于 20 世纪 30 年代, 从野生沙棘的引种驯化栽培入手, 培育出了近 200 个沙棘优良品种, 其中有 50 多个进入了国家品种目录。我国从上世纪 80 年代以来, 陆续从俄罗斯引进了“丘伊斯克”“优胜”“橙色”“太阳”等良种, 从蒙古国引种了“乌兰格木”等良种, 这些所谓的“大果沙棘”[2], 较好地推动了我国沙棘种植园的建设工作。

中国沙棘(*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) 在黄土高原地区自然分布最多, 也是我国人工种植面积最大的一个亚种, 适应性强, 生长迅速。蒙古沙棘(*Hippophae rhamnoides* ssp. *mongolica*) 在我国仅分布于新疆阿勒泰, 但我国从俄罗斯等国引进的“大果沙棘”实际上就属于蒙古沙棘, 是全球范围内营造工业原料林的当家品种, 具有果大、果柄长和棘刺无或少的特征。利用中国沙棘(雄)适应性强、蒙古沙棘(雌)结实多的特点, 进而在这 2 个亚种间开展杂交, 取长补短, 获得杂种, 并经过不同阶段的试验选择, 获得沙棘杂种 F1 代无性系, 并据以开展适宜范围内的大面积推广已获得业内科学家的共识。

2020 年 7 月通过科技成果评价的“广适优质高产沙棘杂交新品种选育与应用”课题[3]就是我国开展沙棘亚种间杂交育种工作的成果之一, 共获得了 6 个优良杂交无性系(包括 1 个雄株无性系)。本文就是对这一成果中的 4 个杂交无性系在我国三北地区开展区域性试验, 并在盛果期连续 3 年取样测定果实油脂含量的总结, 希望能对我国油用沙棘资源的建设与开发工作起到积极的推动作用。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料

2016 年取样测定沙棘无性系果实的地点包括黑龙江绥棱、辽宁建平、新疆额敏 3 地；2017 年取样测定果实样品除了前述 3 地外，还有甘肃庆阳和青海大通，共 5 地；2018 年只取了黑龙江绥棱 1 地。5 地自然概况见表 1。

**Table 1.** Basic information of main 5 test localities

**表 1.** 主要 5 个试验地的自然概况

项目	黑龙江绥棱	辽宁朝阳	甘肃庆阳	青海大通	新疆额敏
东经	127°3'36"	120°21'52"	107°32'13"	101°33'16"	84°36'45"
北纬	47°8'28"	41°29'08"	35°42'5"	37°02'55"	47°19'32"
海拔高度(m)	200	186	1030	2573	650
日照时数(h)	2822	2752	3060	2671	2941
年均气温(°C)	2.0	8.3	8.3	2.0	4.1
极端最高气温(°C)	37.7	43.3	39.6	29.0	41.1
极端最低气温(°C)	-42.4	-34.4	-22.6	-33.0	-42.0
≥10°C 积温(°C)	2460	3500	3000	1510	2673
无霜期(d)	127	155	162	100	135
年均降水量(mm)	570	450	562	510	200
年均蒸发量(mm)	1242	2000	1475	1800	2300
为土壤或母质类型	黑土	冲积土	淤积土	冲积土	戈壁石

沙棘无性系包括引进沙棘和大果沙棘(对照)两大类，2016 年和 2017 年对 5 地已成熟果实进行取样，2018 年只对黑龙江绥棱 1 地成熟果实进行取样。

#### 2.1.1. 杂交沙棘

杂交沙棘实际上为蒙中杂雌沙棘无性系，包括：

2016 年：黑龙江绥棱有“杂雌优 10 号”“杂雌优 12 号”“杂雌优 54 号”4 个无性系，新疆额敏只有“杂雌优 54 号”1 个无性系。

2017 年：辽宁朝阳、黑龙江绥棱、甘肃庆阳和新疆额敏均有“杂雌优 01 号”“杂雌优 10 号”“杂雌优 12 号”“杂雌优 54 号”4 个无性系；青海大通只有“杂雌优 01 号”“杂雌优 10 号”2 个无性系。

2018 年：黑龙江绥棱有“杂雌优 01 号”“杂雌优 10 号”“杂雌优 12 号”“杂雌优 54 号”4 个无性系。

#### 2.1.2. 对照沙棘

对照沙棘指于 2013 年底从俄罗斯引进的“201304”“201305”2 个大果沙棘无性系，其中：2016 年在黑龙江绥棱、新疆额敏 2 地取样；2017 年在全部 5 地取样，2018 年仅在黑龙江绥棱 1 地取样。

### 2.2. 方法

2016 年、2017 年连续两年的沙棘果实取样后，立即混入冰块，快递至北京；2018 年沙棘果实取样后，立即装入液氮罐中，用专车拉至辽宁大连。然后按照有关标准[4]及相关文献[5]，采用索氏抽提法，

由化验机构分析计算干果肉、干籽和干全果 3 个油脂含量。

所用主要仪器包括索式提取器、蒸馏瓶、旋转蒸发仪等。

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, 即得沙棘鲜果、干果的果肉油和籽油数据, 再计算得沙棘湿基和干基的果肉、籽和全果的油脂含量。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 4 个无性系干全果油脂含量对比

2016~2018 年 3 年间, 均对已结实的“杂雌优 1 号”“杂雌优 10 号”“杂雌优 12 号”“杂雌优 54 号” 4 个杂交沙棘无性系果实取样, 测定和计算了每一无性系的干全果油脂含量有关数据, 详见表 2。需要说明的是, 2016 年涉及黑龙江绥棱、新疆额敏 2 地, 2017 年包括黑龙江绥棱、辽宁朝阳、甘肃庆阳、青海大通和新疆额敏 5 地, 2018 年只有黑龙江绥棱 1 地。

**Table 2.** Oil contents of dried whole fruits among different clones of hybrid seabuckthorn (%)

**表 2.** 不同杂交沙棘无性系干全果油脂含量(%)

无性系编号	样品数	均值	标准差	标准误	均值的 95%置信区间		极小值	极大值
					下限	上限		
杂雌优 1 号	6	21.24	4.52	1.85	16.49	25.98	13.05	25.29
杂雌优 10 号	8	13.82	3.72	1.31	10.71	16.92	8.97	20.00
杂雌优 12 号	6	15.69	6.49	2.65	8.88	22.50	9.15	24.86
杂雌优 54 号	8	13.16	6.39	2.26	7.82	18.51	5.03	22.04
合计	28	15.62	5.96	1.13	13.31	17.93	5.03	25.29

从杂交沙棘 4 个无性系干全果油脂含量平均值来看, 28 个样品的总体平均值为 15.62%; 4 个无性系间测定结果平均值相差较大, 从平均值最小的“杂雌优 54 号”的 13.16%, 到最大的“杂雌优 01 号”的 21.24%, 两者间相差 8.08 个百分点, 后者是前者的 1.61 倍。不过杂交沙棘干全果油脂含量全部都在 13%以上。

从 4 个杂交沙棘无性系干全果油脂含量测定值的单因素方差分析结果来看,  $p$  值 = 0.049 < 0.05, 因此无性系间干全果油脂含量数值在  $\alpha = 0.05$  的水平上有显著性差异(表 3)。

**Table 3.** ANOVA

**表 3.** 单因素方差分析结果

	平方和	df	均方	F 值	P 值
组间	263.627	3	87.876	3.031*	0.049
组内	695.836	24	28.993		
总数	959.463	27			

注: \* $P < 0.05$ 。

通过 LSD 法进行均值多重比较, 发现“杂雌优 01 号”与“杂雌优 10 号”、“杂雌优 01 号”与“杂雌优 54 号”间在  $\alpha = 0.05$  的水平上有显著性差异。

### 3.2. 果实不同部位干基油脂含量对比

我国对沙棘油的提取, 事实上是对果肉油(或称果油)和籽油(也称种子油)一前一后采用不同技术分别提取的。因此, 对杂交沙棘 2017 年和 2018 年所取样品也分别测定了果肉和籽的油脂含量, 并计算得全果油脂含量, 详见表 4, 表中所列数据为干基含量。

**Table 4.** Oil contents of dried whole fruits, pulps and seeds of hybrid seabuckthorn clones

**表 4.** 杂交沙棘无性系干全果、果肉和籽的油脂含量

年份	干全果油脂含量(%)	干果肉油脂含量(%)	干籽油脂含量(%)	备注
2017 年	17.70 ± 4.64	18.28 ± 6.06	14.52 ± 7.57	所有 5 地 20 个样品
2018 年	11.21 ± 2.33	14.14 ± 3.48	11.36 ± 2.27	黑 4 个样品
平均	16.62 ± 4.86	17.59 ± 5.81	13.99 ± 6.63	所有 5 地 22 个样品

2017 年 5 地 18 个杂交沙棘无性系的干果肉油脂含量为 18.28% ± 6.06%, 较干籽油脂含量 14.52% ± 7.52% 高了 3.76 个百分点, 差别较大; 2018 年的数据只是黑龙江 1 地取样测得, 果肉、籽含量与 2017 年趋势完全相同, 干果肉油脂含量 14.14% ± 3.48%, 较干籽的 11.36% ± 2.27% 高了 2.78 个百分点, 差别也较大。

综合 2 年的测定值, 所有 5 地 24 个杂交沙棘无性系干果肉油脂含量平均值为 17.59% ± 5.81%, 较干籽的 13.99% ± 6.63% 大了 3.60 个百分点, 干果肉与干籽间的油脂含量差别较大。

### 3.3. 与大果沙棘果实油脂含量对比

作为 4 个杂交沙棘的对照, 2 个大果沙棘也同步取样测定了相关数据。表 5 所列为参试 2 类沙棘无性系的全果油脂含量测定结果的平均值, 全果又分别计算了鲜、干 2 类指标。

**Table 5.** Oil contents of whole fruits between clones of both hybrid and introduced seabuckthorn

**表 5.** 杂交与大果 2 类沙棘无性系的全果油脂含量

沙棘类别	取样年份	鲜全果油脂含量(%)	干全果油脂含量(%)	备注
杂交沙棘	2016 年	2.17 ± 0.45	9.50 ± 2.41	黑、新 2 地 4 个样品
	2017 年	3.13 ± 0.77	17.70 ± 4.64	所有 5 地 20 个样品
	2018 年	1.83 ± 0.27	11.36 ± 2.27	黑 4 个样品
	平均	2.81 ± 0.83	15.62 ± 5.05	所有 5 地 28 个样品
大果沙棘	2016 年	2.03 ± 0.47	9.08 ± 2.80	辽、黑、新 3 地 6 个样品
	2017 年	4.20 ± 0.63	22.35 ± 3.47	所有 5 地 9 个样品
	2018 年	2.51 ± 0.29	17.69 ± 1.86	黑 2 个样品
	平均	3.23 ± 1.10	17.11 ± 6.11	所有 5 地 17 个样品

表 5 中所列 16 个平均值, 除了杂交沙棘 2016 年鲜全果油脂含量这一数据外, 其余 15 个数据均以引进沙棘为大。

杂交沙棘来自所有 3 年(2016~2018 年) 5 地 28 个样品的鲜全果和干全果油脂含量平均值分别为 2.81% ± 0.83%、15.62% ± 5.05%, 较引进沙棘 17 个样品的平均值 3.23% ± 1.10%、17.11% ± 6.11%, 分别低了 0.42 个百分点、1.49 个百分点, 说明杂交沙棘较引进沙棘的油脂含量还是有一定差距, 但差距不是太大。

### 3.4. 不同产地间果实油脂含量对比

引进沙棘定植在我国从东到西的黑龙江绥棱、辽宁朝阳、甘肃庆阳、青海大通和新疆额敏 5 地。自然条件和人为栽培措施的影响, 综合反映在 5 地引进沙棘无性系果实油脂含量上(表 6)。

**Table 6.** Oil contents of whole fruits of hybrid seabuckthorn clones in different test localities

**表 6.** 不同产地杂交沙棘无性系全果油脂含量

产地	鲜全果油脂含量(%)	干全果油脂含量(%)	备注
黑龙江绥棱	2.66 ± 0.76	15.32 ± 3.84	2016~2018 年 9 个样品
辽宁朝阳	2.66 ± 0.82	17.63 ± 5.45	2017 年 6 个样品(2 个重复)
甘肃庆阳	2.74 ± 0.29	15.74 ± 2.19	2017 年 4 个样品
青海大通	4.06 ± 0.58	18.66 ± 3.86	2017 年 2 个样品
新疆额敏	2.80 ± 1.07	13.35 ± 6.63	2016~2017 年 7 个样品

表 6 中虽然列出了甘肃庆阳、青海大通的统计数据, 但由于这两地只有 2017 年的资料, 而且样品数仅分别有 4 个和 2 个, 因此其数据仅供参考。

5 地干全果油脂含量平均值, 以青海大通最高, 达 18.66% ± 3.86%; 其次为辽宁朝阳, 为 17.63% ± 5.45%; 甘肃庆阳名列第三, 为 15.74% ± 2.19%; 黑龙江绥棱名列第四, 为 15.32% ± 3.84%; 新疆额敏名列第五, 为 13.35% ± 6.63%。这一值青海大通较新疆额敏较高 5.31 个百分点, 但鉴于青海大通只有 2 个样品, 用排名第二的辽宁朝阳与新疆额敏来比, 也高出 4.28%, 足见 5 地间干全果油脂含量差距很大。

### 3.5. 不同年份全果油脂含量对比

引进沙棘于 2016~2018 年在 5 地取样测定 3 年, 按 2016 年、2017 年、2018 年分别统计的全果油脂含量平均值见表 7。

**Table 7.** Oil contents of whole fruits of hybrid seabuckthorn clones in different test years

**表 7.** 不同年份杂交沙棘无性系全果油脂含量

取样年份	产地	全果油脂含量(%)		备注
		鲜果	干果	
2016 年	黑龙江绥棱	2.55	13.87	1 个样品
	新疆额敏	2.04 ± 0.51	8.04 ± 2.00	3 个样品
	平均	2.17 ± 0.45	9.50 ± 2.41	黑、新 4 个样品
2017 年	黑龙江绥棱	3.52 ± 0.39	19.64 ± 2.29	4 个样品
	辽宁朝阳	2.66 ± 0.82	17.63 ± 5.45	6 个样品(2 个重复)
	甘肃庆阳	2.74 ± 0.29	15.74 ± 2.19	4 个样品
	青海大通	4.06 ± 0.58	18.66 ± 3.86	2 个样品
	新疆额敏	2.80 ± 1.07	13.35 ± 6.63	4 个样品
	平均	3.13 ± 0.77	17.70 ± 4.64	所有 5 地 20 个样品
2018 年	黑龙江绥棱	1.83 ± 0.27	11.36 ± 2.27	黑 4 个样品

从表 7 中可以看出, 2016 年黑龙江绥棱和新疆额敏 2 地 4 个杂交沙棘的干全果油脂含量平均值为 9.50%

$\pm 2.41\%$ ; 2017年, 所有5地20个杂交沙棘的干全果油脂含量平均值为 $17.70\% \pm 4.64\%$ ; 2018年, 黑龙江额敏1地4个杂交沙棘的干全果油脂含量平均值为 $11.36\% \pm 2.27\%$ 。2016年、2017年、2018年, 5地干全果油脂含量平均值显现出“小-大-小”的情况。

## 4. 讨论

### 4.1. 沙棘油

沙棘属植物果实中生物活性成份非常多, 但最为重要的也就是沙棘油和沙棘黄酮。沙棘油是沙棘属植物通过一种特殊的细胞器积累的三酰基丙三醇, 它存在于沙棘植株的果实、种子、果肉、果皮、枝叶和茎皮中。许多研究表明, 沙棘油是一种营养十分丰富, 开发潜力很大的植物油脂[6], 具有抗炎、抗氧化、增强免疫力等药理功能[7]。

沙棘油的化学成分, 可分为两大类, 一类为脂肪酸甘油酯, 这是沙棘油的主要成分, 因脂肪酸甘油酯在碱性条件下可产生皂化反应, 故称之为皂化成分。另一类成分在同样的条件下则不发生皂化反应, 因此被称为非皂化成分。非皂化成分如类胡萝卜素等, 虽然在沙棘油中所占的比例很小(3%~5%), 却具有特殊的生理活性[8]。

沙棘果肉油为深棕色, 有时几乎是红色, 味微酸, 有较好嗅的沙棘气味。籽油为浅黄色, 没有特殊气味, 这两种油都是液态。果皮油则为固态, 深棕色, 稍有涩味和特殊的香味。

围绕杂交沙棘提取的油等工业原料, 可以在保健、药用及轻化产品方面有很大的市场, 需要积极利用这一优势, 认真做好产品和市场有关工作。

### 4.2. 蒙中杂交沙棘

顾名思义, 蒙中杂交沙棘系由蒙古沙棘与中国沙棘通过亚种间杂交而得。

我国自然分布的蒙古沙棘主要位于北疆的阿勒泰地区。在新疆青河对蒙古沙棘(母本)果实取样(2个样品)测定的结果表明, 野生蒙古沙棘干全果油脂含量为21.73%, 干果肉油脂含量为23.68%, 干籽油脂含量为14.31%。

中国沙棘在我国的自然分布范围更广, 华北、西北、西南都有。在陕甘交界的子午岭对野生中国沙棘(父本)取样(3个样品)测定的干全果油脂含量为9.52%, 干果肉油脂含量为10.31%, 干籽油脂含量为7.43% [9]。

本文杂交沙棘果实取样(70个样品)测定的结果是, 干全果油脂含量为20.35%, 干果肉油脂含量为20.23%, 干籽油脂含量为19.26%。杂交沙棘的干全果、干果肉2个油脂含量指标, 恰好介于蒙古沙棘与中国沙棘之间, 且距蒙古沙棘数值较近, 干全果油脂含量低了1.38个百分点, 干果肉油脂含量低了3.45个百分点; 而干籽油脂含量甚至较蒙古沙棘高了4.95个百分点。杂交沙棘的3个指标远远高于中国沙棘(父本)。

我国野生蒙古沙棘的油脂含量数值较高, 从中直接选育优良品种供生产上使用, 或者通过与中国沙棘等开展杂交育种, 都应该会有很好的愿景。有关我国野生的蒙古沙棘这方面的工作以往也开展过, 但由于各方面原因多以不了了之结束。今后需要给予高度重视, 做好工作中的传承, 加大投入力度, 围绕中国沙棘的强抗逆性能、蒙古沙棘的高含油特征, 深入有效地开展蒙古沙棘与中国沙棘亚种间的杂交育种工作。

## 5. 结论

杂交沙棘具有父本——中国沙棘适应性强的特征, 同时也秉承着母本——蒙古沙棘果大、产量高、

油脂含量高的特征。从黑龙江绥棱、辽宁朝阳、甘肃庆阳、青海大通、新疆额敏这一遍及我国从东到西的区域性试验结果来看, 杂交沙棘无性系果实的油脂含量很高, 开发价值很大。

1) 杂交沙棘在试验 3 年(2016~2018 年)的干全果油脂含量平均值为 15.62%; 4 个无性系间测定结果平均值相差较大, 从平均值最小的“杂雌优 54 号”的 13.16%, 到最大的“杂雌优 01 号”的 21.24%, 两者间相差 8.08 个百分点, 后者是前者的 1.61 倍; 其余“杂雌优 10 号”“杂雌优 12 号”的干全果油脂含量分别为 13.82%、15.69%。杂交沙棘干全果油脂含量全都在 13%以上。

2) 杂交沙棘在试验 2 年(2017~2018 年)的干果肉油脂含量平均值为  $17.59\% \pm 5.81\%$ , 较干籽的  $13.99\% \pm 6.63\%$ 大了 3.60 个百分点, 干果肉与干籽间的油脂含量差别较大。

3) 杂交沙棘在试验 3 年(2016~2018 年)的鲜全果和干全果油脂含量平均值分别为  $2.81\% \pm 0.83\%$ 、 $15.62\% \pm 5.05\%$ , 较引进沙棘的  $3.23\% \pm 1.10\%$ 、 $17.11\% \pm 6.11\%$ , 分别低了 0.42 个百分点、1.49 个百分点, 说明杂交沙棘较引进沙棘的油脂含量还有一定差距, 但差距并不大。

4) 杂交沙棘在 5 个试验地的干全果油脂含量平均值, 以青海大通最高, 达  $18.66\% \pm 3.86\%$ ; 其次为辽宁朝阳, 为  $17.63\% \pm 5.45\%$ ; 甘肃庆阳名列第三, 为  $15.74\% \pm 2.19\%$ ; 黑龙江绥棱名列第四, 为  $15.32\% \pm 3.84\%$ ; 新疆额敏名列第五, 为  $13.35\% \pm 6.63\%$ 。5 地间杂交沙棘干全果油脂含量差距很大, 青海大通、新疆额敏较新疆额敏分别大 5.31 和 4.28 个百分点。

5) 杂交沙棘连续 3 年取样测定的干全果油脂含量, 2016 年为  $9.50\% \pm 2.41\%$ , 2017 年为  $17.70\% \pm 4.64\%$ , 2018 年为  $11.36\% \pm 2.27\%$ 。3 年间干全果油脂含量平均值显现出“小-大-小”的明显起伏现象。

杂交沙棘在“三北”种植的区域很广, 应根据其果实油脂含量较高的特征, 选择适宜地块, 建立以油用为主要目标的沙棘工业原料林, 并合理布局上、中、下游企业, 盘活沙棘资源建设与开发利用, 推动沙棘种植地区的高质量发展步伐。

## 基金项目

中央预算行政事业类项目“水土保持业务”(126216223000210001)。

## 参考文献

- [1] 胡建忠. 我国自然分布的沙棘属植物资源[J]. 植物学研究, 2021, 10(4): 453-467.  
<https://doi.org/10.12677/br.2021.104060>
- [2] 国家外国专家局培训中心. 大果沙棘引种与栽培(第 2 版)[M]. 北京: 世界图书出版公司, 2000: 64-94.
- [3] 胡建忠, 蔡建勤, 闫晓玲, 等. 广适优质高产沙棘杂交新品种选育与应用[J]. 中国科技成果, 2021, 22(16): 27-29+32.
- [4] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化委员会. 食品中脂肪的测定: GB/T 5009.6-2003 [S]. 2003.
- [5] 于晓晨. 粗脂肪测定仪校准方法探讨[J]. 中国计量, 2019(6): 120-121.
- [6] 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, 46(10): 42-46.  
<https://doi.org/10.19902/j.cnki.zgyz.1003-7969.2021.01.103>
- [7] 臧茜茜, 邓乾春, 从仁怀, 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.
- [8] 胡建忠. 沙棘的生态经济价值及综合开发利用技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000: 172-173.
- [9] 胡建忠, 高岩, 张滨. 我国主要野生沙棘果实的含油率分析[J]. 植物学研究, 2021, 10(5): 716-723.  
<https://doi.org/10.12677/br.2021.105090>