

我国主要野生沙棘果实的 β -胡萝卜素和Ve含量分析

胡建忠^{1,2}

¹水利部沙棘开发管理中心, 北京

²国际沙棘协会技术委员会, 北京

收稿日期: 2021年8月7日; 录用日期: 2021年9月8日; 发布日期: 2021年9月15日

摘 要

为了评定我国沙棘属植物主要种(亚种)果实的 β -胡萝卜素和Ve含量水平, 用紫外分光光度计, 对西藏、新疆、青海、甘肃等地8个种(亚种)的26个果实样品, 测定了干基的果肉、籽和全果3个范畴的 β -胡萝卜素含量和Ve含量, 结果表明: 西藏沙棘的干果肉、干籽、干全果的 β -胡萝卜素含量和Ve含量均为最高, 而柳叶沙棘除干全果Ve含量这一指标外, 其余各个指标含量均为最低。西藏沙棘虽然各个指标含量都为最高, 但目前尚无人工种植, 加之果实产量较低, 因此作为果实利用的前景暂不看好。而中国沙棘、中亚沙棘、蒙古沙棘3个亚种的适应性强, 天然和人工资源都较多, 果实产量、 β -胡萝卜素含量和Ve含量都较高, 因此建议在其适生种植地区科学布局, 合理栽培, 系统开发利用果品; 而云南沙棘干果肉、干全果的Ve含量也很高, 需要推动适宜区域的引种栽培。这4个亚种的沙棘将成为我国“第三代”沙棘果品的重要材料来源, 有望对提高区域内人民健康水平、促进经济社会的高质量发展, 起到十分重要的推动作用。

关键词

沙棘, 野生资源, 果实, β -胡萝卜素, Ve, 中国

Study on β -Carotene and Ve of Fruits of Main Natural Seabuckthorn Resources in China

Jianzhong Hu^{1,2}

¹China National Administration Center for Seabuckthorn Development, Beijing

²Scientific Committee of International Seabuckthorn Association, Beijing

Received: Aug. 7th, 2021; accepted: Sep. 8th, 2021; published: Sep. 15th, 2021

文章引用: 胡建忠. 我国主要野生沙棘果实的 β -胡萝卜素和Ve含量分析[J]. 食品与营养科学, 2021, 10(4): 269-281.
DOI: 10.12677/hjfn.2021.104031

Abstract

In order to analyze β -carotene and Ve contents of main species and sub-species of *Hippophae* genus, 26 fruits samples from 8 species and sub-species, were collected from natural resources locations in Tibet, Xinjiang, Qinghai, Gansu, with the ultraviolet spectrophotometer method, which showed that the β -carotene and Ve contents of dried pulp, seeds and total fruits of *H. tibetana* were the highest among all the samples, and those of *H. salicifolia* were all the least except the Ve content of dried total fruits. Though with the highest contents of two ingredients, *H. tibetana* was not suitable for fruits development due to its low fruits yield and no artificial plantations, whereas for *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*, *H. r. ssp. turkestanica*, *H. r. ssp. mongolica*, with strong adaptabilities, large scaled areas of both natural and artificial resources, high fruits yield, and contents of β -carotene and Ve in China, should be put forward for a scientific layout, reasonable cultivation measures, and systematic development of their fruits. As for *H. r. ssp. yunnanensis*, with high contents of β -carotene and Ve, its introduction should be promoted in the suitable areas for further fruits uses. The above mentioned four seabuckthorn sub-species of the so-called “third generation fruit” will play an important roles as an important resource of fruits to increase the health level of Chinese, promote the pace of quality development of economy and society in the seabuckthorn planting areas.

Keywords

Seabuckthorn, Natural Resources, Fruits, β -Carotene, Ve, 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

水果是实现全民健康的重要食材之一，水果基地建设已成为我国开展国际贸易高质量发展的重要举措[1]。水果能够为机体补充丰富的维生素，而维生素是构成体内很多酶和辅酶的重要成分，当酶的作用发挥的时候，体内的代谢效率更加顺畅，进而能够让身体更加健康运转。人类对水果的利用已进入到了第三代，第三代水果的营养价值比前两代水果高得多，同时多为药食同源，使种植和开发第三代水果成为21世纪果品发展的新趋势[2]。沙棘属(*Hippophae*)植物[3] [4]是第三代水果中的佼佼者，该属有6种17亚种[5]，在青藏高原及周边地区广为分布或种植，其中我国拥有6种13亚种，仅缺少分布于欧洲的海滨沙棘(*H. rhamnoides* ssp. *rhamnoides*)、溪生沙棘(*H. r. ssp. fluviatilis*)、喀尔巴千山沙棘(*H. r. ssp. carpatica*)和欧亚交界地区的高加索沙棘(*H. r. ssp. caucasica*)。

β -胡萝卜素是一种广泛存在于自然界的类胡萝卜素，是机体Va的重要来源。 β -胡萝卜素具有多种生物活性，包括清除自由基、猝灭单线态氧、抑制炎症信号传导，其应用从最初的食物着色，逐渐转向医药、化妆品、保健品和动物饲料等多个领域[6] [7]。Ve的主要作用是维持人体正常的生殖能力和肌肉正常代谢，以及维持中枢神经和血管系统的完整等[8]。近年来有关这两种成分的应用研究很多[9] [10] [11]。本文拟通过对我国野生分布的沙棘属植物果实 β -胡萝卜素、Ve含量开展较为系统的分析研究，以期推动沙棘果实能够上大众餐桌，为改善我国居民的身体健有所作用，对区域沙棘资源建设和开发利用工作有所裨益，更好地助推我国沙棘种植地区经济社会的高质量发展；同时向“一带一路”沿线地区推介我

国独有的一些沙棘属植物资源的特征及内含物水平,通过苗木、果实和技术输出等,进一步服务于全人类的健康事业[12]。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

用于取样分析的沙棘果实来源于西藏、新疆、青海、甘肃等地的天然沙棘林,取样时间为2019年、2020年的9月至10月(果实成熟期)。取样基本情况详见表1,涉及到中国沙棘(*H. r. 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,26个果实样品。

Table 1. Basic information of fruits collecting locations of species and sub-species of *Hippophae*

表 1. 不同沙棘种(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
中亚沙棘	KS2	2019.10.26	新疆塔县塔干乡托格伦夏村	75°16'26"	37°46'37"	3073
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

Continued

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

2.2. 试验方法

沙棘果实取样后立即混入冰块，快递至化验机构，然后采用紫外分光光度计分别测定 β -胡萝卜素和 Ve 含量[13] [14]。具体方法如下：

实验仪器：5 ml、10 ml 容量瓶；紫外分光光度计。

实验试剂：正己烷； β -胡萝卜素标品和 Ve 标品。

β -胡萝卜素含量测定：

标准曲线(图 1)制定：准确称取 β -胡萝卜素标品，用正己烷溶解后于 100 mL 容量瓶中定容(溶液浓度为 96 mg/mL)。然后将配制好的溶液分别稀释 250 倍(取 0.04 mL 溶液于 10 mL 容量瓶中用正己烷定容)、100 倍(取 0.05 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)、50 倍(取 0.10 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)、25 倍(取 0.20 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)，用比色皿在 450 nm 波长条件下测量吸光度。线性范围为：0.3920~3.9200 mg/mL。

含量测定：准确吸取沙棘果/籽油 0.02 mL，用正己烷溶解，逐级稀释，用比色皿在 450 nm 波长条件下测量吸光度。每个样品平行测定 3 次。

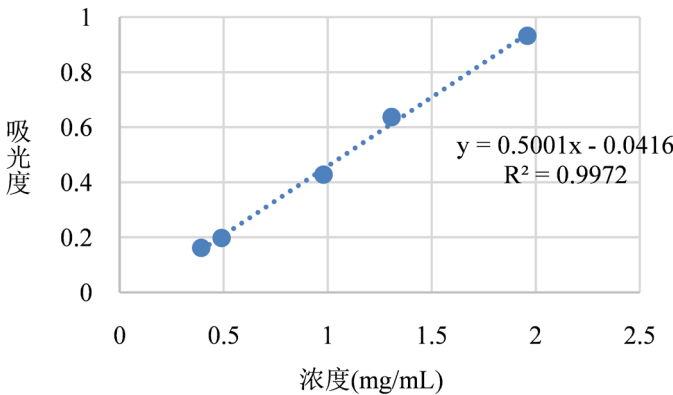


Figure 1. Standard curve of β -carotene
图 1. β -胡萝卜素标准曲线

Ve 含量测定：

标准曲线(图 2)制定：准确称取 Ve 标品 0.01 g，用正己烷在 10 mL 容量瓶中定容。然后将配制好的溶液分别稀释 100 倍(取 0.05 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)、50 倍(取 0.1 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)、25 倍(取 0.2 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)、10 倍(取 0.5 mL 溶液于 5 mL 容量瓶中用正己烷定容)，用比色皿在 297 nm 波长条件下测量吸光度。线性范围为：0.0103~0.1030 mg/mL。

含量测定：准确吸取沙棘果/籽油 0.02 mL，用正己烷溶解，逐级稀释，用比色皿在 450 nm 波长条件下测量吸光度。每个样品平行测定 3 次。

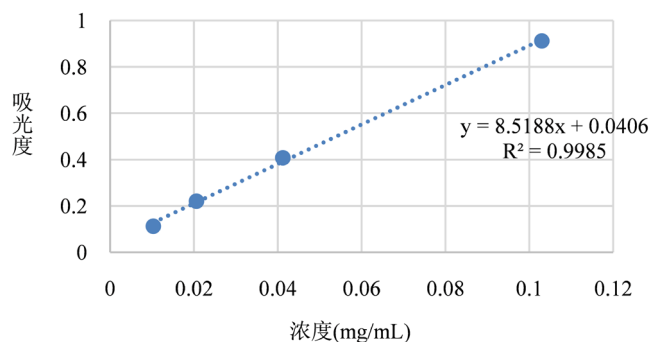


Figure 2. Standard curve of Ve
图 2. Ve 标准曲线

3. 结果与分析

3.1. β -胡萝卜素含量

3.1.1. 干果肉 β -胡萝卜素含量

由于有关沙棘果实鲜重的 β -胡萝卜素含量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 β -胡萝卜素含量(下同), 这样的数据就可直接用于各类间的对比。同时, 表 2 中列有 8 个种或亚种的 24 个果实样品的干果肉 β -胡萝卜素含量测定数据, 因为有 1 份中亚沙棘果实量太少, 有 1 份肋果沙棘果肉与籽很难分离, 这两份都未测果肉 β -胡萝卜素含量数据。

Table 2. β -carotene contents of dry pulps of species and sub-species of *Hippophae*
表 2. 参试沙棘种(亚种)果实的干果肉 β -胡萝卜素含量

沙棘种(亚种)	测试编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)	沙棘种(亚种)	测试编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)
中国沙棘	QY1	2.34 ± 0.04	江孜沙棘	HZ1	0.06 ± 0.00
中国沙棘	QY2	1.95 ± 0.07	江孜沙棘	CN1	0.19 ± 0.01
中国沙棘	QY3	0.66 ± 0.04	江孜沙棘	LZX1	0.33 ± 0.00
中国沙棘	ZG1	0.61 ± 0.08	江孜沙棘	QS1	0.04 ± 0.00
中国沙棘	平均	1.39 ± 0.06	江孜沙棘	QS2	0.15 ± 0.01
柳叶沙棘	MMX	0.08 ± 0.01	江孜沙棘	平均	0.13 ± 0.03
云南沙棘	LZ1	0.52 ± 0.00	肋果沙棘	LG1	0.24 ± 0.03
云南沙棘	LZ2	0.44 ± 0.00	西藏沙棘	PL1	3.75 ± 0.68
云南沙棘	平均	0.48 ± 0.04	西藏沙棘	PL2	1.64 ± 0.01
蒙古沙棘	ZYH	0.62 ± 0.02	西藏沙棘	平均	2.70 ± 0.34
蒙古沙棘	SQH	0.91 ± 0.04			
蒙古沙棘	平均	0.77 ± 0.03			
中亚沙棘	ZD1	1.89 ± 0.07			
中亚沙棘	ZD2	0.52 ± 0.01			
中亚沙棘	ZD3	0.94 ± 0.03			
中亚沙棘	ZD4	0.48 ± 0.04			

Continued

中亚沙棘	ZY1	1.65 ± 0.01
中亚沙棘	AX1	0.55 ± 0.03
中亚沙棘	AX2	1.11 ± 0.02
中亚沙棘	平均	1.02 ± 0.03

从干果肉 β -胡萝卜素含量测定结果来看, 西藏沙棘最高, 达 2.70 mg/g (1.64 ~3.75 mg/g); 排在第二个层次的是中国沙棘(β -胡萝卜素含量为 1.39 mg/g)和中亚沙棘(β -胡萝卜素含量为 1.02 mg/g); 排在第三个层次的是蒙古沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.77 mg/g)、云南沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.48 mg/g)、肋果沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.24 mg/g); 排在最末两位的分别是江孜沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.13 mg/g)、柳叶沙棘(β -胡萝卜素含量仅 0.08 mg/g)。干果肉 β -胡萝卜素含量, 西藏沙棘为柳叶沙棘的 32 倍, 差距非常大。

3.1.2. 干籽 β -胡萝卜素含量

如前所述, 表 3 中列有 8 个种或亚种的 24 个果实样品的干籽 β -胡萝卜素含量测定数据, 未列 1 份中亚沙棘、1 份肋果沙棘干籽 β -胡萝卜素含量数据, 原因如前所述。

Table 3. β -carotene contents of dry seeds of species and sub-species of *Hippophae*

表 3. 参试沙棘种(亚种)果实的干籽 β -胡萝卜素含量

沙棘种(亚种)	测试编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)	沙棘种(亚种)	测试编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)
中国沙棘	QY1	0.18 ± 0.00	江孜沙棘	HZ1	0.01 ± 0.00
中国沙棘	QY2	0.86 ± 0.01	江孜沙棘	CN1	0.06 ± 0.00
中国沙棘	QY3	0.10 ± 0.00	江孜沙棘	LZX1	0.03 ± 0.00
中国沙棘	ZG1	0.35 ± 0.01	江孜沙棘	QS1	0.01 ± 0.00
平均		0.30 ± 0.01	江孜沙棘	QS2	0.01 ± 0.00
柳叶沙棘	MMX	0.01 ± 0.00	平均		0.02 ± 0.00
云南沙棘	LZ1	0.02 ± 0.00	肋果沙棘	LG1	0.02 ± 0.00
云南沙棘	LZ2	0.06 ± 0.00	西藏沙棘	PL1	0.19 ± 0.00
平均		0.08 ± 0.00	西藏沙棘	PL2	0.16 ± 0.00
蒙古沙棘	ZYH	0.20 ± 0.00	平均		0.17 ± 0.00
蒙古沙棘	SQH	0.11 ± 0.02			
平均		0.16 ± 0.01			
中亚沙棘	ZD1	0.12 ± 0.00			
中亚沙棘	ZD2	0.04 ± 0.00			
中亚沙棘	ZD3	0.04 ± 0.00			
中亚沙棘	ZD4	0.28 ± 0.00			
中亚沙棘	ZY1	0.24 ± 0.00			
中亚沙棘	AX1	0.20 ± 0.00			
中亚沙棘	AX2	0.49 ± 0.01			
平均		0.23 ± 0.00			

从干籽 β -胡萝卜素含量测定结果来看, 中国沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.30 mg/g)和中亚沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.23 mg/g)排在第一个层次; 排在第二个层次的有西藏沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.17 mg/g)和蒙古沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.16 mg/g); 其余 4 种(亚种)排在第三层次, 含量都很低, 其中云南沙棘 β -胡萝卜素含量为 0.08 mg/g, 江孜沙棘 β -胡萝卜素含量为 0.02 mg/g, 肋果沙棘 β -胡萝卜素含量为 0.02 mg/g, 柳叶沙棘 β -胡萝卜素含量仅 0.01 mg/g。与干果肉一样, 柳叶沙棘干籽的 β -胡萝卜素含量依然还是最低, 仅为含量最高的中国沙棘的 4.3%, 差距也非常大。

3.1.3. 干全果 β -胡萝卜素含量

表 4 中列入了全部参试 8 个种或亚种的 26 个果实样品的干全果 β -胡萝卜素含量测定数据。由于表中干全果数据系由表 2、表 3 中干果肉和干籽数据计算而得, 故只有平均值, 而无标准差。

Table 4. β -carotene contents of dry total fruits of species and sub-species of *Hippophae*

表 4. 参试沙棘种(亚种)果实的干全果 β -胡萝卜素含量

沙棘种(亚种)	测试编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)	沙棘种(亚种)	测试编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)
中国沙棘	QY1	1.59	江孜沙棘	HZ1	0.04
中国沙棘	QY2	1.60	江孜沙棘	CN1	0.11
中国沙棘	QY3	0.52	江孜沙棘	LZX1	0.22
中国沙棘	ZG1	0.44	江孜沙棘	QS1	0.11
平均		1.04 ± 0.56	江孜沙棘	QS2	0.04
柳叶沙棘	MMX	0.06	平均		0.10 ± 0.05
云南沙棘	LZ1	0.39	肋果沙棘	LG1	0.16
云南沙棘	LZ2	0.31	肋果沙棘	XML	0.02
平均		0.35 ± 0.04	平均		0.09 ± 0.07
蒙古沙棘	ZYH	0.72	西藏沙棘	PL1	2.52
蒙古沙棘	SQH	0.54	西藏沙棘	PL2	1.16
平均		0.63 ± 0.09	平均		1.84 ± 0.68
中亚沙棘	ZD1	1.27			
中亚沙棘	ZD2	0.42			
中亚沙棘	ZD3	0.75			
中亚沙棘	ZD4	0.42			
中亚沙棘	ZY1	1.39			
中亚沙棘	AX1	0.48			
中亚沙棘	AX2	0.99			
中亚沙棘	KS2	0.55			
平均		0.78 ± 0.32			

干全果 β -胡萝卜素含量测定值排序与干果肉基本一致, 西藏沙棘依然最高, 达 1.84 mg/g (1.16~2.52 mg/g); 不过排在第二个层次的仅有中国沙棘, β -胡萝卜素含量为 1.04 mg/g; 中亚沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.78 mg/g)排在了第三个层次, 这一层次的还有蒙古沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.63 mg/g)、云南沙棘(β -胡

卜素含量为 0.35 mg/g); 肋果沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.09 mg/g)落在了最末一个层次, 甚至略低于江孜沙棘(β -胡萝卜素含量为 0.10 mg/g), 柳叶沙棘(β -胡萝卜素含量仅 0.06 mg/g)依然占据了最后一位的位置。干全果 β -胡萝卜素含量, 西藏沙棘为柳叶沙棘的 29.2 倍, 差距略低于干果肉, 不过依然很大。

3.2. Ve 含量

3.2.1. 干果肉 Ve 含量

同干果肉 β -胡萝卜素含量测定一样, 表 5 中列有 8 个种或亚种的 24 个果实样品的干果肉 Ve 含量测定数据, 同样由于有 1 份中亚沙棘果实量太少, 有 1 份肋果沙棘果肉与籽很难分离, 这两份都未测干果肉 Ve 含量数据。

Table 5. Ve contents of dry pulps of species and sub-species of *Hippophae*
表 5. 参试沙棘种(亚种)果实的干果肉 Ve 含量

种(亚种)名	测试编号	Ve 含量(mg /g)	种(亚种)名	测试编号	Ve 含量(mg /g)
中国沙棘	QY1	15.90 $\pm$ 1.36	江孜沙棘	CN1	4.47 $\pm$ 0.37
中国沙棘	QY2	3.49 $\pm$ 0.02	江孜沙棘	LZX1	2.44 $\pm$ 0.14
中国沙棘	QY3	5.56 $\pm$ 0.06	江孜沙棘	HZ1	4.34 $\pm$ 0.10
中国沙棘	ZG1	6.09 $\pm$ 0.41	江孜沙棘	QS1	3.43 $\pm$ 0.13
	平均	7.76 $\pm$ 0.46	江孜沙棘	QS2	4.93 $\pm$ 0.30
柳叶沙棘	MMX	2.80 $\pm$ 0.70		平均	3.92 $\pm$ 0.21
云南沙棘	LZ1	16.15 $\pm$ 0.42	肋果沙棘	LG1	4.03 $\pm$ 0.18
云南沙棘	LZ2	2.92 $\pm$ 0.12	西藏沙棘	PL1	18.61 $\pm$ 1.22
	平均	9.54 $\pm$ 0.27	西藏沙棘	PL2	12.51 $\pm$ 0.23
蒙古沙棘	SQH	7.56 $\pm$ 0.37		平均	15.56 $\pm$ 0.73
蒙古沙棘	ZYH	6.68 $\pm$ 0.08			
	平均	7.12 $\pm$ 0.23			
中亚沙棘	ZD1	15.11 $\pm$ 1.48			
中亚沙棘	ZD2	4.70 $\pm$ 0.52			
中亚沙棘	ZD3	14.73 $\pm$ 0.91			
中亚沙棘	ZD4	3.18 $\pm$ 0.04			
中亚沙棘	ZY1	5.19 $\pm$ 0.07			
中亚沙棘	AX1	10.43 $\pm$ 0.57			
中亚沙棘	AX2	2.99 $\pm$ 0.30			
	平均	8.05 $\pm$ 0.56			

从干果肉 Ve 含量测定结果来看, 首先与 β -胡萝卜素含量测定结果相比, 双方间有着数量级上的差别, Ve 含量明显较 β -胡萝卜素含量高得多。干果肉 Ve 含量仍以西藏沙棘最高, 达 15.56 mg/g (12.51~18.61 mg/g); 排在第二个层次的有 4 种(亚种), 分别为云南沙棘(Ve 含量为 9.54 mg/g)、中亚沙棘(Ve 含量为 8.05 mg/g)、中国沙棘(Ve 含量为 7.76 mg/g)、蒙古沙棘(Ve 含量为 7.12 mg/g); 肋果沙棘(Ve 含量为 4.03 mg/g)、

江孜沙棘(Ve 含量为 3.92 mg/g)、柳叶沙棘(Ve 含量为 2.80 mg/g)排在最末 3 位。干果肉 Ve 含量, 西藏沙棘为柳叶沙棘的 5.6 倍, 差距不像 β -胡萝卜素含量那么大。

3.2.2. 干籽 Ve 含量

如前所述, 表 6 中列有 8 个种或亚种的 24 个果实样品的干籽 Ve 含量测定数据, 未列 1 份中亚沙棘、1 份肋果沙棘干籽 Ve 含量数据。

Table 6. Ve contents of dry seeds of species and sub-species of *Hippophae*

表 6. 参试沙棘种(亚种)果实的干籽 Ve 含量

种(亚种)名	测试编号	Ve 含量(mg /g)	种(亚种)名	测试编号	Ve 含量(mg /g)
中国沙棘	QY1	2.07 ± 0.09	江孜沙棘	CN1	1.39 ± 0.03
中国沙棘	QY2	0.63 ± 0.00	江孜沙棘	LZX1	1.95 ± 0.27
中国沙棘	QY3	3.54 ± 0.22	江孜沙棘	HZ1	1.86 ± 0.10
中国沙棘	ZG1	3.42 ± 0.19	江孜沙棘	QS1	2.99 ± 0.36
	平均	1.74 ± 0.13	江孜沙棘	QS2	0.59 ± 0.10
柳叶沙棘	MMX	0.75 ± 0.04		平均	1.76 ± 0.22
云南沙棘	LZ1	1.75 ± 0.08	肋果沙棘	LG1	1.28 ± 0.08
云南沙棘	LZ2	0.57 ± 0.03	西藏沙棘	PL1	5.33 ± 0.05
	平均	1.90 ± 0.56	西藏沙棘	PL2	1.48 ± 0.09
蒙古沙棘	SQH	2.30 ± 0.14		平均	3.41 ± 0.07
蒙古沙棘	ZYH	2.23 ± 0.21			
	平均	2.27 ± 0.18			
中亚沙棘	ZD1	3.30 ± 0.15			
中亚沙棘	ZD2	0.50 ± 0.02			
中亚沙棘	ZD3	0.71 ± 0.09			
中亚沙棘	ZD4	3.58 ± 0.05			
中亚沙棘	ZY1	1.98 ± 0.08			
中亚沙棘	AX1	2.89 ± 0.48			
中亚沙棘	AX2	2.47 ± 0.19			
	平均	2.38 ± 0.15			

从干籽 Ve 含量测定结果来看, 排在第一个层次的仍然为西藏沙棘(Ve 含量为 3.41 mg/g); 排在第二层次的为中亚沙棘(Ve 含量为 2.38 mg/g)、蒙古沙棘(Ve 含量为 2.27 mg/g)、云南沙棘(Ve 含量为 1.9 mg/g)、江孜沙棘(Ve 含量为 1.76 mg/g)、中国沙棘(Ve 含量为 1.74 mg/g); 排在第三层次的为肋果沙棘(Ve 含量为 1.28 mg/g)、柳叶沙棘(Ve 含量仅 0.75 mg/g)。与干果肉一样, 柳叶沙棘干籽的 Ve 含量依然是最低, 占含量最高的西藏沙棘的 22%, 差距虽然较大, 但没有 β -胡萝卜素含量间的差距大。

3.2.3. 干全果 Ve 含量

表 7 中列入了全部参试 8 个种或亚种的 26 个果实样品的干全果 Ve 含量测定数据。由于表 7 中干全果数据系由表 5、表 6 中干果肉与干籽数据计算而得, 故仅有平均值, 而无标准差。

Table 7. Ve contents of dry total fruits of species and sub-species of *Hippophae*
表 7. 参试沙棘种(亚种)果实的干全果 Ve 含量

种(亚种)名	测试编号	Ve 含量(mg/g)	种(亚种)名	测试编号	Ve 含量(mg/g)
中国沙棘	QY1	11.11	江孜沙棘	CN1	2.61
中国沙棘	QY2	2.58	江孜沙棘	LZX1	2.26
中国沙棘	QY3	5.05	江孜沙棘	HZ1	3.43
中国沙棘	ZG1	4.46	江孜沙棘	QS1	2.20
	平均	5.8 ± 2.66	江孜沙棘	QS2	3.29
柳叶沙棘	MMX	3.51		平均	2.76 ± 0.48
云南沙棘	LZ1	12.06	肋果沙棘	LG1	3.04
云南沙棘	LZ2	2.11	肋果沙棘	XML	11.07
	平均	7.09 ± 4.98		平均	7.06 ± 4.02
蒙古沙棘	SQH	6.32	西藏沙棘	PL1	14.01
蒙古沙棘	ZYH	5.84	西藏沙棘	PL2	8.91
	平均	6.08 ± 0.24		平均	11.46 ± 2.55
中亚沙棘	ZD1	10.66			
中亚沙棘	ZD2	3.79			
中亚沙棘	ZD3	11.10			
中亚沙棘	ZD4	2.88			
中亚沙棘	ZY1	4.88			
中亚沙棘	AX1	8.89			
中亚沙棘	AX2	2.89			
中亚沙棘	KS2	5.78			
	平均	6.36 ± 2.89			

从干全果 Ve 含量测定结果来看,排在第一个层次的还是西藏沙棘(Ve 含量为 11.46 mg/g);排在第二层次的有云南沙棘(Ve 含量为 7.09 mg/g)、肋果沙棘(Ve 含量为 7.06 mg/g)、中亚沙棘(Ve 含量为 6.36 mg/g)、蒙古沙棘(Ve 含量为 6.08 mg/g)、中国沙棘(Ve 含量为 5.80 mg/g);排在第三层次也就是最后两名的是柳叶沙棘(Ve 含量仅 3.51 mg/g)、江孜沙棘(Ve 含量为 2.76 mg/g)。与干果肉、干籽两个指标不同,柳叶沙棘干全果的 Ve 含量上升到倒数第二位,最后一位变为了江孜沙棘,其含量占含量最高的西藏沙棘的 24%,差距虽然较大,但依然没有像 β -胡萝卜素含量间的差距那么大。

4. 讨论

4.1. 与同类沙棘研究的有关数据比较

中国科学院西北高原生物研究所谭亮等在青海玉树对中国沙棘果实 β -胡萝卜素含量的测定结果为 0.34 mg/g (湿基含量) [15], 数值落在我们对 4 个点中国沙棘果实取样测定结果 0.11~0.41 (湿基含量)范围之内。中国科学院成都生物研究所吕荣森的研究[16]表明,在果肉油和种子油中 Ve 含量是不同的, Ve 含量在种子油中一般都高于果肉油中的含量,其变化范围为 0.98 mg/g (西藏沙棘)~2.73 mg/g (密毛肋果沙

棘); 在果肉油中 Ve 含量为 0.54 mg/g (密毛肋果沙棘)~1.81 mg/g (棱果沙棘)。他还指出, 沙棘果实油脂中 Ve 含量较普通油脂植物, 如玉米(Ve 含量为 0.34 mg/g)要高得多。高的 Ve 含量是沙棘油具有很高生物活性的重要原因。

本文不是按种子油和果肉油两类划分, 而是按果肉、籽和全果 3 类分别测定, 其中果肉和籽两个测定结果可与吕文来做一些对比。从干籽 Ve 含量测定结果来看, 其变化范围为 0.75 mg/g (柳叶沙棘)~3.41 mg/g (西藏沙棘); 从干果肉 Ve 含量测定结果来看, 其变化范围为 2.80 mg/g (柳叶沙棘)~15.56 mg/g (西藏沙棘)。可以看出, 有两个显著区别, 一是本文干籽、干果肉 Ve 含量最高、最低的沙棘种(亚种)与吕文完全不同, 甚至相反, 如吕文中西藏沙棘果肉油 Ve 含量为最低, 但本文为最高; 二是本文干果肉 Ve 含量为吕文的 5~8 倍, 即使考虑到吕文是油中的含量, 本文为干果肉中的含量, 但两文中含量间的差距确实是很大的, 据此推猜吕文的测定数据或为湿基含量。

4.2. 样品较多的中亚沙棘在不同产地间的有关数据对比

表 8、表 9 列出了中亚沙棘在西藏、新疆 3 地取样测定 2 个指标的结果。8 个样品中, 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, 1 个样品取自新疆喀什地区。

Table 8. β -carotene contents of dried total fruits of *H. r. ssp. turkestanica* among different sites

表 8. 中亚沙棘不同产地的干全果 β -胡萝卜素含量对比

西藏札达县 (2019-09-21 取样)		新疆乌什县和阿克陶县 (2019-11-01~06 取样)		新疆喀什地区 (2019-10-26 取样)	
样品编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)	样品编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)	样品编号	β -胡萝卜素含量(mg/g)
ZD1	1.27	ZY1	1.39	KS2	0.55
ZD2	0.42	AX1	0.48		
ZD3	0.75	AX2	0.99		
ZD4	0.42				
平均	0.72 ± 0.30	平均	0.95 ± 0.32	平均	0.55

Table 9. Ve contents of dried total fruits of *H. r. ssp. turkestanica* among different sites

表 9. 中亚沙棘不同产地的干全果 Ve 含量对比

西藏札达县 (2019-09-21 取样)		新疆乌什县和阿克陶县 (2019-11-01~06 取样)		新疆喀什地区 (2019-10-26 取样)	
样品编号	Ve 含量(mg/g)	样品编号	Ve 含量(mg/g)	样品编号	Ve 含量(mg/g)
ZD1	10.66	ZY1	4.88	KS2	5.78
ZD2	3.79	AX1	8.89		
ZD3	11.10	AX2	2.89		
ZD4	2.88				
平均	7.11 ± 3.77	平均	5.55 ± 2.22	平均	5.78

同为中亚沙棘, 西藏札达 4 个样品的干全果 β -胡萝卜素含量平均值为 0.72 mg/g、Ve 含量平均值为 7.11 mg/g, 新疆环帕米尔高原的乌什县和阿克陶县 3 个样品的干全果 β -胡萝卜素含量平均值为 0.95 mg/g、

Ve 含量平均值为 5.55 mg/g, 新疆喀什地区 1 个样品的干全果 β -胡萝卜素含量平均值为 0.55 mg/g、Ve 含量平均值为 5.78 mg/g。由于取样时间为中亚沙棘成熟后的 9 月底至 11 月初期间, 3 地之间中亚沙棘 2 个测定指标含量间的差别, 应该主要与自然条件有关。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(以其为代表)分别为 9.9°C 和 80 mm。可见, 对于中亚沙棘来说, 干全果 Ve 含量指标从气候较为湿冷的西藏的 7.11 mg/g, 下降到气候较为干热的新疆的 5.55~5.78 mg/g, 有一定幅度的下降。而 β -胡萝卜素含量的情况就比较复杂, 因为西藏产地的所测含量介于新疆两地所测数值之间。

东北农业大学杨旭升等测定了中亚沙棘果油中 β -胡萝卜素含量为 0.99 mg/g [17], 与本文采自新疆乌什县和阿克陶县干全果 β -胡萝卜素的测定平均值 0.95 mg/g 较为接近, 当然如果考虑到杨文是果油含量的话, 西藏札达的含量也应该与其相差不多。不过略显不足的是, 杨文中样品的采样地从文中还是看不出来。

当然, 上面只是有关 β -胡萝卜素、Ve 含量差异的一些初步判断, 进一步的研究还有待以后开展深入研究。

5. 结论

从干果肉、干全果 β -胡萝卜素含量测定结果来看, 前 3 位均为西藏沙棘、中国沙棘和中亚沙棘; 干全果 β -胡萝卜素含量的实测值较前两个指标几乎低了一个数值级, 前 3 位分别为中国沙棘、中亚沙棘和西藏沙棘, 西藏沙棘由前两个指标的第一退为该指标的第三。8 种(亚种)参试沙棘中, 柳叶沙棘 3 个 β -胡萝卜素含量指标均为倒数第一, 干果肉 β -胡萝卜素含量(0.08 mg/g)、干籽 β -胡萝卜素含量(0.01 mg/g)、干全果 β -胡萝卜素含量(0.06 mg/g)分别为西藏沙棘 3 个数值 2.70 mg/g、0.02 mg/g、1.84 mg/g 的 3.1%、7.3% (为排列第一中国沙棘 0.30 mg/g 的 4.3%)、3.4%, 差距非常大。

从干果肉、干籽、干全果的 Ve 含量测定结果来看, 排在第一的也均为西藏沙棘, 干果肉、干全果排在第二的为云南沙棘, 干籽排在第二的为中亚沙棘。8 种(亚种)参试沙棘中, 柳叶沙棘的干果肉、干籽 2 个 Ve 含量指标均为倒数第一, 干全果 Ve 含量指标为倒数第二, 江孜沙棘为倒数第一。3 个指标排列最后的柳叶沙棘的干果肉 Ve 含量(2.80 mg/g)、干籽 Ve 含量(0.75 mg/g)、江孜沙棘干全果 Ve 含量(2.76 mg/g)分别为排列第一的西藏沙棘 3 个数值 15.56 mg/g、3.41 mg/g、11.46 mg/g 的 18.0%、22.0%、24.0%, 差距也比较大。

从 β -胡萝卜素与 Ve 含量来看, 以绝大部分指标排在第一的西藏沙棘为例, 干果肉、干籽、干全果 β -胡萝卜素含量 3 个数值分别为 2.70 mg/g、0.17 mg/g、1.84 mg/g, 而 3 个范畴 Ve 含量分别为 15.56 mg/g、3.41 mg/g、11.46 mg/g, 干果肉、干籽和干全果 3 个范畴 Ve 含量分别为 β -胡萝卜素含量的 5.8 倍、19.6 倍、6.2 倍。可见, Ve 含量明显较 β -胡萝卜素含量为高, 两个指标间有着数量级上的差别。

西藏沙棘虽然 β -胡萝卜素和 Ve 含量都为参试沙棘中最高, 但由于目前尚无人工种植, 加之树体为矮小灌木, 果实产量有限, 因此目前作为果实开发利用的潜力不大。而中国沙棘、中亚沙棘、蒙古沙棘 3 亚种由于适应性强, 果实产量高, 特别是 β -胡萝卜素和 Ve 含量也较高, 因此在其适生种植地区应科学布局, 合理栽培, 系统开发利用果品, 宣传其富含 β -胡萝卜素和 Ve 的特征。而云南沙棘干果肉、干全果的 Ve 含量也很高, 目前存在的主要问题是适生区域的种植、类似地区的引种栽培, 这两个方面需要推动一下, 这样必将提升云南沙棘在我国的种植地位。据此, 云南沙棘以及前述中国沙棘、中亚沙棘、蒙古沙棘一起, 将成为我国第三代沙棘果品的重要材料来源, 有望对提高区域内人民健康水平、促进经济社会的高质量发展, 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] 钱开胜. 全国: 14 个水果基地确定为农业国际贸易高质量发展基地[J]. 中国果业信息, 2021, 38(6): 48
- [2] 丁新泉, 刘敏超, 闫翠香. 我国第三代水果产业现状与发展战略[J]. 广东农业科学, 2013, 40(19): 206-209.
- [3] 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.
- [4] 胡高爽, 高山, 王若桦, 雷明, 何亚芳, 刘蔚棱, 等. 沙棘活性物质研究及开发利用现状[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(3): 218-224.
- [5] 廉永善. 沙棘属植物研究工作忆事[C]//水利部沙棘开发管理中心, 国际沙棘协会秘书处(ISA), 国际沙棘协会(中国)企业委员会. 纪念全国沙棘开发三十五周年文集. 离石, 2020: 30-41.
- [6] 左珊珊, 李阳, 马露, 樊柏林, 夏莹. β -胡萝卜素的生物活性研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(21): 7694-7699.
- [7] 袁旭鹏, 王文欢, 张文晔, 贺建华. β -胡萝卜素的主要生理功能及其在畜禽中的应用研究进展[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(4): 27-33.
- [8] 姚兴兰, 王磊, 张兰. 植物 Ve 生物强化研究进展[J]. 生物技术进展, 2020, 10(5): 479-486.
- [9] 孙宁. 维生素营养补充剂对运动员运动能力的影响[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(10): 225-226.
- [10] 段雨劼, 李理, 吴媛妮, 胡余明. 以火麻油、山茶油和 Ve 为主要原料的某品牌保健食品人体抗氧化作用试验效果分析[J]. 预防医学情报杂志, 2021, 37(2): 271-274+280.
- [11] 许占斌, 倪钰飞, 徐小晶, 江琤琤, 顾瑞娟. 南通市 0-6 岁儿童血清维生素 A、Ve 营养现况[J]. 中国妇幼健康研究, 2020, 31(11): 1541-1544.
- [12] 蔡信强. 习近平关于人民健康重要论述思想内涵与实践价值[J]. 大庆社会科学, 2021(3): 34-38.
- [13] 邹德喜, 严彪, 李贺. 不同品种沙棘果实的 β -胡萝卜素测定与分析[J]. 辽宁农业科学 2013(3): 22-24.
- [14] 粟晖, 黎国梁, 姚志湘, 郭晓菲. 紫外光谱法对维生素 E 油酸酯、维生素 E 与油酸的同时测定[J]. 分析测试学报, 2009, 28(11): 1314-1317+1322.
- [15] 谭亮, 赵静, 马家麟, 冀恬, 董琦, 沈建伟. 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, 30(5): 807-816, 899.
- [16] 吕荣森. 沙棘属(*Hippophae* L.)植物的系统化学成分分析初报[J]. 国际沙棘研究与开发, 2004, 2(1): 1-3.
- [17] 杨旭升, 张宇, 张昭, 袁月, 代志国, 张峰, 等. 中国沙棘果油和中亚沙棘果油的理化特性及活性成分分析[J]. 中国油脂, 2020, 45(12): 44-48.