

引进和杂交两类沙棘果实VE含量测定分析

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11月15日; 录用日期: 2022年1月4日; 发布日期: 2022年1月13日

摘要

为了系统掌握引进沙棘和杂交沙棘果实的VE含量, “三北”地区的黑龙江、辽宁、甘肃、青海和新疆5地的沙棘果实于2017年和2018年采摘后, 立即采用高效液相色谱法做了测定分析, 结果表明: 干全果VE含量平均值, 引进沙棘为315.67 mg/100g, 杂交沙棘为455.79 mg/100g, 较引进沙棘高44%, 两类间平均值有一定差距; 引进沙棘、杂交沙棘干全果VE含量, 均以辽宁最高, 分别达398.99 mg/100g、565.02 mg/100g, 为含量最低的青海的1.44和2.17倍; 引进沙棘干果肉VE含量为87.04 mg/100g, 较干籽含量27.20 mg/100g高出2.20倍, VE主要存在于沙棘果肉中。引进沙棘和杂交沙棘果实的生物活性成分很多, 功能也多种多样, VE含量方面所做的一些测试分析, 旨在为全面衡量沙棘果实营养成分、服务大众健康, 以及确定合理育种方案等提供有关科学依据。

关键词

引进沙棘, 杂交沙棘, 果实, VE含量, 三北

Determination and Analysis of VE Contents in Introduced and Hybrid Seabuckthorn Fruits

Jianzhong Hu^{1,2}

¹China National Administration Center for Seabuckthorn Development, Beijing

²Scientific Committee of International Seabuckthorn Association, Beijing

Received: Nov. 15th, 2021; accepted: Jan. 4th, 2022; published: Jan. 13th, 2022

Abstract

In order to systematically master the VE content of introduced seabuckthorn and hybrid seabuckthorn fruits, the fruits from Heilongjiang, Liaoning, Gansu, Qinghai and Xinjiang in the “Three North” region were collected, measured and analyzed by high-performance liquid chromatography immediately after picking in 2017 and 2018. The results showed that the average VE content of dry whole fruits was 315.67 mg/100g for introduced seabuckthorn and 455.79 mg/100g for hybrid seabuckthorn, which was 44% higher than that of introduced seabuckthorn, and there was a certain gap between the two types. The content of VE in the dry whole fruit of introduced seabuckthorn and hybrid seabuckthorn was the highest in Liaoning, up to 398.99 mg/100g and 565.02 mg/100g respectively, which was 1.44 and 2.17 times higher than that in Qinghai. The VE content of introduced seabuckthorn dry pulp was 87.04 mg/100g, which was 2.20 times higher than that of dry seed 27.20 mg/100g, indicating that VE mainly existed in seabuckthorn pulp. The introduced seabuckthorn and hybrid seabuckthorn fruits had many bioactive components and diverse functions. Those tests and analysis on VE content were designed to provide a relevant scientific basis for comprehensively measuring the nutritional components of seabuckthorn fruits, serving public health, and determining reasonable breeding schemes.

Keywords

Introduced Seabuckthorn, Hybrid Seabuckthorn, Fruits, VE Contents, Three North of China

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

我国围绕植物保健的研究[1] [2] [3]一直没有停顿,很好地促进了植物资源保健成分及其利用价值的研发进展。以维生素为例,这类物质是人和动物为维持正常的生理功能,而必须从食物中获得的一类微量有机物质,其在人体和动物生长、代谢、发育过程中发挥着十分重要的作用。维生素在体内既不参与构成体细胞,也不提供能量[4]。在日常生活中,人体对脂溶性维生素的需求量较少,日常均衡的饮食已经基本能够满足人体的需求,刻意超量服用反而会造成伤害[5]。

肖传柳探讨了脂溶性维生素 VA、VD、VE 水平与儿童特应性皮炎(AD)发病及疾病严重程度之间的关系,发现 AD 患儿存在 VitA、VitD 缺乏或不足,血清 VitD 水平与 AD 严重程度呈负相关,为临床有效防治儿童 AD 提供了一定的理论依据[6]。蓝仙梅等的研究认为,脂溶性维生素对早发型重度子痫前期有较高的预测价值[7]。张雪艳研究指出,脂溶性维生素联合阿奇霉素能够提升肺炎支原体急性感染患儿的抗氧化物水平,降低免疫球蛋白水平[8]。动物体内脂溶性维生素 VA、VD、VE、VK 主要参与辅酶、辅基化学反应,而缺乏或过量都会给动物的正常生长造成阻碍[9]。在实际的畜禽饲养工作中,需要明确饲料中各种维生素添加剂的含量和成分,以及他们相对应的营养价值,才能根据畜禽不同的生长发育阶段,选择不同饲料的种类,合理摄入营养成分,满足其营养需求,进而促进畜禽的正常生长发育和繁殖[10] [11]。脂溶性维生素被美国国家研究委员会(NRC)推荐为猪饲料的添加剂,具有增加免疫力、改善肌肉功能、提高胚胎成活率等作用[12],不过使用量要因猪的发育时期不同而有较大区别。

沙棘属(*Hippophae*)植物原产我国青藏高原,在周边及黄土高原地区广为种植[13]。中国沙棘在黄土

高原自然分布最多,人工种植面积最大,适应性强,生长迅速[14]。从国外引进的大果沙棘——实为蒙古沙棘的选育品种[15],在我国黑龙江、新疆等地以种植园的形式种植,近年来面积逐年上升[16] [17] [18],较好地提供了我国沙棘企业加工利用中所需要的优质果实资源。而利用中国沙棘(雄)适应性强、引进大果沙棘亦即蒙古沙棘(雌)结实多的特点,在这2个亚种间开展杂交诞生的蒙中杂交品种业已问世,近年来崭露头角,与引进沙棘分庭抗衡,逐渐成为了沙棘种植园建设的一股新生力量[19]。

目前国内对沙棘 VE 方面开展了一些研究[20] [21],但对引进俄罗斯第三代沙棘和蒙中杂交沙棘 VE 的研究还未见,因此本文针对引进沙棘和杂交沙棘这两类目前沙棘工业用料林建设的主要材料,重点研究两类沙棘果实 VE 含量,以期推动沙棘资源建设步伐,所产果实能够以药食兼用型资源,或以食品或以保健品甚至药品方式,有效致力于我国居民身心健康的相关工作。

2. 材料与方法

2.1. 材料

2017年取样测定沙棘无性系果实的地点包括位于“三北”地区的东北黑土区的黑龙江绥棱、华北土石山区的辽宁建平、黄土高原沟壑区的甘肃庆阳、祁连山南麓的青海大通、西北戈壁滩的新疆额敏5地;2018年果实样品只取了黑龙江绥棱1地。5地自然概况见表1。

Table 1. Basic information of 5 test localities

表 1. 引种试验 5 地基本情况

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

沙棘雌株无性系包括引进沙棘和杂交沙棘两大类,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. 引进沙棘

引进沙棘指于2013年底从俄罗斯引进的第三代沙棘雌株21个无性系果实材料,依次编号为“201301”“201302”……“201322”,其中“201306”为雄株,不在21个无性系中,其余雌株因分配苗木不同、结实时间不同,而使各点的取样无性系也不相同。

2017年：辽宁朝阳有8个无性系，“201301”“201302”“201303”“201304”“201305”“201307”“201308”“201309”；黑龙江绥棱有19个无性系，少了“201302”“201316”2个无性系；甘肃庆阳有“201304”“201305”2个无性系；青海大通有“201301”“201302”“201304”“201305”“201308”5个无性系；新疆额敏有“201301”至“201322”的全部21个雌株无性系。

2018年：黑龙江绥棱有除“201302”“201314”“201321”之外的其余18个雌株无性系。

2.1.2. 杂交沙棘

杂交沙棘全称蒙中杂雌沙棘无性系，系用蒙古沙棘(引进大果沙棘)做母本、中国沙棘做父本杂交而来的无性系，其中：

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。

2.2. 方法

采用高效液相色谱法，按照食品安全国家标准(GB5009.82-2016)第一法测定[22]。

3. 结果与分析

3.1. 引进沙棘不同无性系干全果 VE 含量对比

引进沙棘2017年取样的为全部5地21个无性系的55个样品；2018年取样仅为黑龙江的18个无性系样品。有关引进沙棘干全果VE含量测定结果参见表2。

Table 2. VE contents of dried whole fruits among different clones of introduced seabuckthorn sampling in 2017
表 2. 2017年不同引进沙棘无性系干全果VE含量

无性系编号	样品数	VE (mg/100g)	
		平均值	标准差
201320	2	581.73	312.62
201322	2	439.06	11.37
201321	2	402.56	101.35
201304	5	387.80	125.35
201303	3	370.96	47.39
201309	3	341.09	133.36
201308	4	338.47	170.68
201314	2	330.10	43.50
201305	5	325.73	62.13
201312	2	313.21	60.91
201307	3	291.61	42.94
201318	2	284.90	74.87
201301	4	263.59	70.57

Continued

201317	2	259.85	98.09
201311	2	257.47	85.28
201302	3	249.39	41.89
201315	2	240.51	188.44
201310	2	238.68	119.11
201319	2	208.97	172.77
201316	1	175.47	0.00
201313	2	168.55	52.33
合计或平均	55	315.67	86.47

从引进沙棘 21 个无性系干全果 VE 含量平均值来看, 55 个样品的总体平均值为 315.67 mg/100g; 21 个无性系间测定结果平均值相差很大, 从平均值最小的“201313”的 168.55 mg/100g, 到最大的“201320”的 581.73 mg/100g, 后者是前者的 3.45 倍。

引进沙棘干全果 VE 含量在 400 mg/100g 以上的有“201320”“201322”“201321”3 个无性系。

3.2. 引进沙棘无性系果实不同部位 VE 含量对比

2018 年黑龙江所取样品分别测定了果肉和籽的含油率, 并计算得干全果 VE 含量, 详见表 3。

Table 3. VE contents of dried whole fruits, pulps and seeds among different clones of introduced seabuckthorn sampling in 2018

表 3. 2018 年引进沙棘不同无性系干全果、果肉和籽的 VE 含量

无性系编号	VE 干基含量(mg/100g)		
	果肉	种子	全果
201301	148.52	10.30	122.24
201303	78.76	24.61	69.60
201304	39.96	33.99	38.28
201305	105.06	25.90	89.60
201307	113.23	25.59	93.12
201308	68.03	28.17	61.30
201309	104.95	29.13	88.19
201310	60.25	38.50	55.35
201311	146.94	27.59	118.20
201312	57.58	14.55	49.03
201313	44.96	33.49	42.56
201315	100.68	36.50	87.23
201316	59.16	34.50	52.75
201317	81.26	14.94	68.07
201318	137.03	29.95	115.48

Continued

201319	62.56	39.88	57.78
201320	132.33	16.69	106.54
201322	25.41	25.27	25.37
平均值 ± 标准差	87.04 ± 32.49	27.20 ± 6.64	74.48 ± 24.97

2018年黑龙江引进沙棘无性系的干果肉与干籽VE含量,均以干果肉含量为高,干果肉VE含量平均值为87.04 mg/100g,较干籽含量平均值27.20 mg/100g高出2.20倍。足见,引进沙棘果实中VE在果肉中含量很高,这点需要在果肉处理和加工中给予高度重视。

3.3. 不同产地间引进沙棘果实VE含量对比

引进沙棘定植在我国从东到西的黑龙江、辽宁、甘肃、青海和新疆5地。对于同一品种,由于自然条件和人为栽培措施的综合影响,综合反映在5地引进沙棘无性系果实VE含量上。利用2017年在5地采到的55个果实样品测定数据,整理的5地引进沙棘无性系鲜全果、干全果VE含量统计值列于表4中。

Table 4. VE contents of whole fruits of introduced seabuckthorn clones in different test localities sampling in 2017
表 4. 2017年不同产地引进沙棘无性系果实VE含量

产地	VE含量(mg/100g)		备注
	鲜全果	干全果	
黑龙江	52.35 ± 16.54	301.32 ± 96.30	19个样品
辽宁	61.75 ± 9.57	398.99 ± 69.78	8个样品
甘肃	60.06 ± 1.64	328.74 ± 9.53	2个样品
青海	53.89 ± 14.08	276.13 ± 66.97	5个样品
新疆	60.43 ± 17.53	305.08 ± 84.87	21个样品
合计或平均	57.22 ± 15.99	315.67 ± 86.47	55个样品

从5地引进沙棘果实VE含量的测定结果来看,鲜全果、干全果总体排列次序不一致。下面仅以代表性更强的干全果VE含量测定结果来做对比,辽宁数值最高,达398.99 mg/100g,甘肃数值位居第二,为328.74 mg/100g;新疆第三,为305.08 mg/100g;黑龙江第四,为301.32 mg/100g;青海居后,仅276.13 mg/100g。干全果VE含量,含量最高的辽宁比含量最低的青海高出44.49%。

3.4. 杂交沙棘不同无性系干全果VE含量对比

经对2017年5个杂交沙棘无性系在5个点取样测定数据的统计,得到杂交沙棘不同无性系干全果VE含量的平均值,详见表5。

杂交沙棘4个无性系干全果VE含量平均值为455.79 mg/100g。4个无性系间测定结果平均值相差不是太大,从平均值最小的“杂雌优10号”的403.47 mg/100g,到最大的“杂雌优54号”的570.52 mg/100g,后者仅是前者的1.41倍。“杂雌优1号”“杂雌优12号”干全果VE含量平均值比总体平均值略小。

Table 5. VE contents of dried whole fruits among different clones of hybrid seabuckthorn sampling in 2017
表 5. 2017 年不同杂交沙棘无性系干全果 VE 含量

无性系编号	样品数(个)	VE 含量(mg/100g)	
		平均值	标准差
杂雌优 54 号	7	570.52	286.55
杂雌优 1 号	4	435.80	89.98
杂雌优 12 号	4	413.35	178.80
杂雌优 10 号	5	403.47	123.75
合计或平均	20	455.79	169.77

3.5. 不同产地间杂交沙棘果实 VE 含量对比

杂交沙棘 2017 年在 5 地采到的 20 个果实样品测定数据, 经整理得到 5 地杂交沙棘无性系鲜全果、干全果 VE 含量统计值, 列于表 6 中。

Table 6. VE contents of whole fruits of hybrid seabuckthorn clones in different test localities sampling in 2017
表 6. 2017 年不同产地杂交沙棘无性系果实 VE 含量

产地	VE 含量(mg/100g)		备注
	鲜全果	干全果	
黑龙江	75.75 ± 21.39	314.17 ± 94.15	4 个样品
辽宁	85.18 ± 23.39	565.02 ± 160.74	6 个样品
甘肃	87.40 ± 1.95	500.94 ± 30.03	4 个样品
青海	56.41 ± 9.78	260.19 ± 62.07	2 个样品
新疆	66.18 ± 7.64	334.63 ± 38.91	4 个样品
合计或平均	77.06 ± 16.55	446.94 ± 115.62	20 个样品

2017 年 5 地杂交沙棘果实 VE 含量的测定结果, 鲜全果、干全果的排列次序也尽相同。下面仅以干全果 VE 含量结果来排序, 辽宁数值最高, 达 565.02 mg/100g; 第二位为甘肃的 500.94 mg/100g; 新疆第三, 为 334.63 mg/100g; 黑龙江第四, 为 314.17 mg/100g; 青海居最末位, 仅 260.19 mg/100g。干全果 VE 含量, 含量最高的辽宁是含量最低的青海的 2.17 倍, 5 地排序与引进沙棘完全相同。

3.6. 不同年份间两类沙棘无性系干全果 VE 含量对比

引进沙棘 2017 年、2018 年连续两年在黑龙江取样测定的结果列于表 7。

Table 7. VE contents of whole fruits of introduced seabuckthorn clones in Heilongjiang in different test years
表 7. 黑龙江不同年份引进沙棘无性系干全果 VE 含量

年份	干全果 VE 含量(mg/100g)	
	平均值	标准差
2017 年	315.67	78.39
2018 年	74.48	24.97
2017 年/2018 年	4.24	-

从表中可以看出 2017 年的平均值远较 2018 年为大，达 4.24 倍，从图 1 可以更加直观地看到两者间各无性系 VE 含量的变动情况，2017 年各点数值更高，均在 2018 年各点的上方。年度间测定数值出现很大变化，涉及因素多，需要专题开展研究，确定原因是出自气候、土壤、取样时间、样品到达实验室后的放置条件和时间以及化验分析方法等。

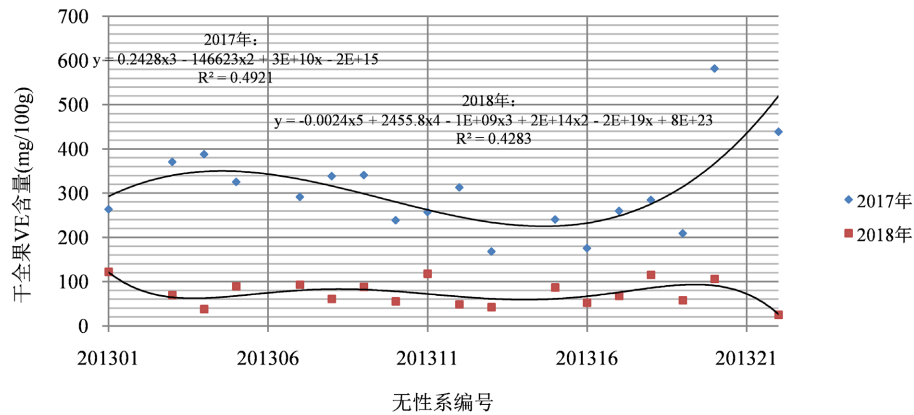


Figure 1. VE contents of dried whole fruits of every introduced seabuckthorn clones in different test years

图 1. 不同年份引进沙棘各无性系的干全果 VE 含量

3.7. 引进沙棘与杂交沙棘 2 类无性系干全果 VE 含量对比

2017 年引进沙棘与杂交沙棘干全果 VE 含量的统计值，分别为 315.67 mg/100g、455.79 mg/100g，两类间平均值相差较大，杂交沙棘高出引进沙棘 44% (表 8)。

Table 8. VE contents of dried whole fruits of introduced and hybrid seabuckthorn clones sampling in 2017

表 8. 2017 年引进与杂交沙棘 2 类无性系间干全果 VE 含量

沙棘类别	样品数	干全果 VE 含量(mg/100g)	
		平均值	标准差
引进沙棘	55	315.67	78.39
杂交沙棘	20	455.79	169.77
杂交/引进	-	1.44	-

4. 讨论

VE 是一种人体必需的脂溶性维生素，作为一种优良的抗氧化剂和营养剂，被广泛应用于临床、医药、食品、饲料、保健品和化妆品等行业。VE 是一种很强的抗氧化剂，可保护细胞膜的稳定性，延缓机体衰老；可阻止体内各种组织中致癌物的形成，激发机体的免疫系统，杀死新产生的变形细胞，还能将某些恶性肿瘤细胞逆转为正常表现型的细胞；能促进血液循环；调节体内激素正常分泌；控制体内酸素消耗；保护皮肤粘膜等功能，使皮肤滋润健美和头发再生等作用。

VE 广泛存在于各种油料果实中，在谷类、坚果类和绿叶蔬菜中也含有一定量。常见植物油中，按 VE 平均含量的从大到小的排列顺序为：大豆油(105.91 mg/100g)、玉米油(88.65 mg/100g)、葵花籽油(74.45 mg/100g)、菜籽油(69.37 mg/100g)、芝麻油(51.66 mg/100g)、葡萄籽油(42.35 mg/100g)、花生油(42.12

mg/100g)、亚麻籽油(37.71 mg/100g)、红花籽油(32.91 mg/100g)、米糠油(32.27 mg/100g)、橄榄油(22.03 mg/100g)、核桃油(20.94 mg/100g)、茶籽油(12.78 mg/100g)。这些测定结果是通过对我国市场上销售的 13 种食用植物油,包括 100 多个品牌、326 个样品,采用 AOCS Official Method Ce8-89 方法对 VE 含量进行检测分析所得的[23]。

与这些食用油相比,2018 年取样测得的引进沙棘干全果 VE 含量平均为 74.48 mg/100g,仅低于大豆油和玉米油;而 2017 年取样测得的引进沙棘干全果 VE 含量平均值高达 315.67 mg/100g,远高于上述 13 种常用油的 VE 含量。俄罗斯沙棘油中 VE 的检测标准就高达 110 mg/100g [24],而这个门槛几乎就相当于我国市场中 VE 含量最高的大豆油的水平。

新疆库勒的黑果枸杞 VE 含量 46.3 mg/100g [25]。蒙古扁桃仁油脂 VE 含量平均达 147.99~163.21 mg/100g,其中 δ -VE 的含量最高,为 55.76~57.30 mg/100g,占总量的 37.68%~38.73%,是蒙古扁桃仁油脂内 VE 的主要存在形式[26]。这两种常见灌木果实的 VE 含量也远小于 2017 年所测引进沙棘干全果 VE 含量。

来自黄淮海苜蓿种植区的参试品种 VE 湿基含量在 3.027~6.346 mg/100g;来自内蒙古高原种植区的参试品种 VE 湿基含量为 1.833~2.150 mg/100g [27]。这些 VE 高含量的牧草,比 2018 年取样测定的引进沙棘全果 VE 湿基含量 10.5 mg/100g 小了不少,距 2018 年的 52.35~61.75 mg/100g 差距就很大了。

上世纪 90 年代,沙棘为 VE 含量最高植物的用语屡见不鲜。现在看来,显然太过于夸大了。从以下两种南方水果的 VE 测定值就可以看出,沙棘与它们相距甚远。桂圆果肉和果核的 VE 含量相接近,分别为 27.18 mg/g、21.26 mg/g,而桂圆果皮中 VE 含量最高,达 71.28 mg/g。非食用部分的桂圆果核和果壳 VE 含量高,有一定的利用价值[28]。木瓜果肉和果核的 VE 含量几乎相等,分别为 40.32 mg/g、40.33 mg/g,而木瓜果皮中 VE 含量最高,达 54.52 mg/g。非食用部分的木瓜果核和果皮 VE 含量高,特别是果皮可用于面膜开发[29]。

还有观点认为 VE 的工业化生产已成规模,VE 十分便宜,宣传植物 VE 含量价值不大。这显然有失偏颇。沙棘果实不仅是一种工业原料,而且果实越来越向可直接食用的鲜果类发展。通过食用沙棘果实来补充人体所需 VE 等营养成分,一举多得,显然不是直接服用工业化生产的维生素所能比拟的。

5. 结论

引进沙棘和杂交沙棘果实的生物活性成分很多,功能多样。本文只是在 VE 含量方面所做的一些测试分析,旨在为全面衡量沙棘果实营养成分、服务大众健康,以及确定合理育种方案等提供有关科学依据。主要研究结论有以下 5 个方面。

1) 引进沙棘干全果 VE 含量平均值为 315.67 mg/100g,21 个无性系测定结果平均值相差很大,从平均值最小的“201313”的 168.55 mg/100g,到最大的“201320”的 581.73 mg/100g,相差 2.45 倍。引进沙棘干全果 VE 含量在 400 mg/100g 以上的有“201320”“201322”“201321”3 个无性系。

2) 引进沙棘无性系的干果肉 VE 含量平均值为 87.04 mg/100g,较干籽含量平均值 27.20 mg/100g 高出 2.20 倍。VE 主要存在于沙棘果肉中。

3) 杂交沙棘干全果 VE 含量平均值为 455.79 mg/100g,4 个无性系测定结果平均值也相差不是太大,从平均值最小的“杂雌优 10 号”的 403.47 mg/100g,到最大的“杂雌优 54 号”的 570.52 mg/100g,提高了 41%。

4) 杂交沙棘干全果 VE 含量较引进沙棘高出 44%,两类间平均值有一定差距。

5) 引进沙棘干全果 VE 含量,以辽宁最高,达 398.99 mg/100g;第二为甘肃的 328.74 mg/100g;新疆第三,为 305.08 mg/100g;黑龙江第四,为 301.32 mg/100g;青海居最末位,仅 276.13 mg/100g。干全

果 VE 含量最高的辽宁比含量最低的青海高 44.49%。

6) 杂交沙棘干全果 VE 含量, 以辽宁最高, 达 565.02 mg/100g, 甘肃位居第二, 为 500.94 mg/100g; 新疆第三, 为 334.63 mg/100g; 黑龙江第四, 为 314.17 mg/100g; 青海居最末位, 仅 260.19 mg/100g。干全果 VE 含量最高的辽宁是含量最低的青海的 2.17 倍。

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] 余熠杨, 邓源喜, 徐倩, 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.
- [2] 马斌, 陈胜文, 吴有恒, 等. 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.
- [3] 邵翠翠, 邓源喜, 杨蓓蓓, 等. 枸杞的营养保健功能及其应用进展[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(17): 39-41+163.
- [4] 聂洪勇, 黄伟坤, 唐英章, 等. 维生素及其分析方法[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 1-87.
- [5] 吴晓东, 徐超峰, 楼坚聪, 等. 脂溶性维生素的合理应用[J]. 化工管理, 2017(14): 77-78.
- [6] 肖传柳. 血清脂溶性维生素水平与儿童特应性皮炎严重程度相关性研究[J]. 中国儿童保健杂志, 29(7): 791-793+801.
- [7] 蓝仙梅, 周群英. 不同类型重度子痫前期患者体质量指数、血脂及脂溶性维生素水平变化及意义[J]. 中国基层医药, 2021, 28(5): 748-753.
- [8] 张雪艳. 脂溶性维生素联合阿奇霉素对肺炎支原体急性感染患儿氧化应激指标及免疫球蛋白水平的影响[J]. 航空航天医学杂志, 2020, 31(11): 1360-1361.
- [9] 任焕景. 脂溶性维生素在动物饲料中的应用[J]. 乡村科技, 2020(10): 103+105.
- [10] 李莉. 饲料中脂溶性维生素添加剂的营养价值[J]. 畜牧兽医科技信息, 2020(5): 188-189.
- [11] 姬红波, 林化成, 吕鑫, 等. 脂溶性维生素对种鹅繁殖性能的影响[J]. 中国畜禽种业, 2021, 17(1): 168-169.
- [12] 佚名. 脂溶性维生素: 营养需求之外的功能[J]. 猪业科学, 2018, 35(8): 30-31.
- [13] 廉永善, 陈学林, 于倬德, 等. 沙棘属植物起源的研究[J]. 沙棘, 1997, 10(2): 1-7.
- [14] 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.
- [15] 国家外国专家局培训中心. 大果沙棘引种与栽培[M]. 第 2 版. 北京: 世界图书出版公司, 2000: 64-94.
- [16] 赵军, 郭春华, 孙晓春, 牟悦春, 赵文娟. 大果沙棘良种引种选育研究简报[J]. 沙棘, 1996, 9(4): 12-14.
- [17] 阿宾, 崔东. 新疆青河县沙棘资源调查[J]. 林业建设, 2009(2): 61-62.
- [18] 卢顺光, 胡建忠, 闫晓玲, 等. 青甘川滇四省开展沙棘资源建设与开发利用工作的调研与建议[J]. 中国水土保持, 21(9): 7-11.
- [19] 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.
- [20] 高博文. 沙棘油理化参数及维生素 E 含量的测定[J]. 人参研究, 2018, 30(4): 35-38.
- [21] 沈琪, 王梅. 沙棘籽油中维生素 E 含量的 CGC 法测定[J]. 中国药物应用与监测, 2017, 14(3): 154-156.
- [22] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 5009.82-2016. 食品中维生素 A、D、E 的测定[S], 2016.
- [23] 杨波涛, 陈凤香, 莫文莲, 等. 我国食用植物油维生素 E 含量研究[J]. 粮食加工, 2009(9): 52-55.
- [24] 胡建忠, 邵源临, 李永海. 砒砂岩区沙棘生态控制系统工程及产业化开发[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015: 263.
- [25] 王琴, 王建友, 刘凤兰, 等. 黑果枸杞油中脂肪酸、植物甾醇的组成及维生素 A、维生素 E 的分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(4): 145-147.
- [26] 斯琴巴特尔, 张小秋. 蒙古扁桃仁油脂维生素 E 含量的测定[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(3): 93-96.
- [27] 冯光燕, 高洪文, 张新全, 等. 6 个紫花苜蓿品种维生素 E 含量测定与分析[J]. 草业科学, 2015, 32(9): 1444-1450.

-
- [28] 修金月, 阿依江赛勒汗, 赫彬彬, 等. HPLC 法同时测定桂圆肉、皮、核不同构型维生素 E 含量[J]. 现代园艺, 2015(21): 7-9.
- [29] 赫彬彬, 修金月, 阿依江赛勒汗, 等. HPLC 法同时测定木瓜肉、皮、核不同构型维生素 E 含量[J]. 现代园艺, 2015(21): 9-10.