

文章编号:1001-1498(2005)04-0381-06

沙棘优良杂种选育研究

张建国¹, 黄 铨¹, 罗红梅²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所;国家林业局林木培育重点实验室,北京 100091;
2. 中国林业科学研究院磴口沙漠林业实验中心,内蒙古 磴口 015200)

摘要:以中国沙棘为父本,俄罗斯大果沙棘丘依斯克和蒙古大果沙棘乌兰格木两个栽培种为母本,开展了杂交选育研究,共择出5个优良单株,其中从中国沙棘与丘依斯克的杂交子代中选出3个优良单株(C₁,C₂,C₃),从中国沙棘与乌兰格木的杂交子代中选出2个单株(C₁₃,C₁₆)。5个优良杂种单株树高、地径、冠幅均显著高于母本乌兰格木和丘依斯克,但与父本中国沙棘接近。杂种2年生枝棘刺数为2~3个,介于父母本之间,与中国沙棘相比,棘刺数减少85%以上。优良杂种单株果实百果质量为21.98~29.98g,明显小于母本,比中国沙棘提高9.6%~48.4%。研究还表明:沙棘果实百果质量与纵径、长宽比呈极显著相关,与横径有一定的相关,但未达到显著水平,果柄长与浆果果实大小没有相关性。种子千粒质量与其厚度达到极显著相关,与长度、宽度呈显著相关,与长宽比呈弱相关,未达到显著水平。

关键词:沙棘;杂种;浆果;棘刺;选择

中图分类号:S793.6 **文献标识码:**A

Hybrids Breeding of Seabuckthorn for Multipurpose Use

ZHANG Jian guo¹, HUANG Quan¹, LUO Hong mei²

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;
2. Experimental Center of Desert Forestry, CAF, Dengkou 015200, Inner Mongolia, China)

Abstract: In order to improve seabuckthorn for both fruit production and for use in soil erosion control, Chinese Seabuckthorn (*H. rhamnoides* ssp. *Sinensis*) as male parent was crossed with Russian and Mongolian Seabuckthorn (*H. rhamnoides* ssp. *Mongolica*) as female parent. The Russian and Mongolian cultivars have large fruits and few or nearly no thorn, and were originated from the selection made in the Altai region. Cross pollination was started in 1996. Five hybrid individual tree were selected in 2003, of which 3 individuals (C₁, C₂, C₃) were from the crosses of Chinese () to Russian () cultivars and 2 (C₁₃, C₁₆) from crosses of Chinese () to Mongolian () cultivars. Experimental results indicated that the selected 5 hybrids were significantly larger than the female parents in height, ground diameter and crown width, but close to the male parents. The number of thorns in 2-year-old branches of the hybrids was 2~3, fall between the numbers of thorns in male and female parents, but a 85% reduction compared to Chinese cultivars. The 100-berry-weight of hybrids was 21.98~29.98g, significantly smaller than that of the female parents, but 9.6%~48.8% larger than that of the Chinese cultivars. The results showed that the hybrids were intermediate in most characters compared with their parents. It also indicated significant correlation of 100-berry-weight with berry length and length/width ratio and weak correlation with berry width. It is obvious that fruit size is mainly determined by berry length. 1000-seed-weight was significantly correlated with thickness, length and width of seeds, but not significantly correlated with length/width ratio.

Key words: seabuckthorn; hybrid; berry; thorn; selection

收稿日期: 2005-03-23

基金项目: 国家 863 项目(2002AA241091), 国家攻关项目(2002BA517A09-04)

作者简介: 张建国(1963—), 男, 甘肃陇西人, 研究员, 博士生导师.

沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)属胡颓子科沙棘属植物,是一种落叶灌木或小乔木,沙棘雌雄异株,广泛分布于 $2^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$ 、 $27^{\circ}\sim 68^{\circ}\text{N}$ 的欧亚大陆地区。Rousi^[1]把沙棘属植物分为3种9亚种,我国学者廉永善等^[2]分为6种12个亚种,其中分布面积最多的属中国沙棘亚种(*Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis* Rousi)。据统计,我国现有沙棘林140万 hm^2 ,占世界沙棘总面积的90%以上,其中“三北”地区有117万 hm^2 ,占全国的90%。

目前,开展沙棘育种和栽培技术研究的国家主要有中国、俄罗斯、蒙古、芬兰、德国、加拿大、匈牙利、罗马尼亚等国。前苏联是世界上最早进行沙棘育种的国家,其在沙棘育种领域的研究成果一直处于世界领先地位。根据Eliseev^[3]的报道,前苏联在20世纪30年代早期就开始了沙棘的选择和育种,象征着沙棘驯化的开始。在50年代和60年代期间,由于化学分析反映出的沙棘果实、油、叶片和树皮的的重要营养和医疗价值,极大地刺激了前苏联在沙棘育种和栽培上的进展。前苏联的沙棘育种曾经历了两个阶段,第1个阶段是被称之为沙棘之父的利萨文科院士从1933年开始的沙棘选择育种阶段。他从考察野生沙棘林时选择优良类型和优良单株入手,采集了148个表型优良的单株种子,从而获得了大量的实生苗,从中选择出第一批栽培品种,如“阿尔泰新闻”、“卡图尼礼品”、“维生素沙棘”等;第2阶段是从1959年开始的杂交育种阶段。著名育种学家潘杰列也娃等采用不同地理生态型的沙棘进行地理远源杂交,于1977年培育出“巨人”、“金色”、“丰产”、“优胜”、“浑金”、“楚伊”、“阿列依”等品种。迄今为止,俄罗斯共培育出50多个品种,其特点是果粒大、无刺或少刺,产量高。受前苏联的影响,20世纪60年代以来,许多国家如芬兰、瑞典、蒙古、匈牙利、罗马尼亚、东德等也先后开始了沙棘育种和栽培,有了自己的品种和人工林,如1990年,芬兰公布了“Raisa”和“pollinator Rudolf”2个品种。

中国的沙棘育种始于1985年,迄今为止,我国沙棘良种选育主要开展了三个方面的研究:一是群体遗传改良,重点是进行了中国沙棘地理种源试验,基本搞清了一些主要性状的地理变异模式^[4,5]。此外,全国各省(区)分别结合资源调查,还进行了自然类型的调查和划分;二是个体遗传改良,重点是进行优树选择和其子代选择。我国第一代生态经济型沙棘新品种多数是从优树子代中选出;(3)引进国外优良品种资源。重点是从俄罗斯引进品种,到目前为止,俄罗斯生产上应用的主栽品种基本上都被引进到国内。关于俄罗斯大果沙棘品种的适应性,从1998年开始,作者在北方6个省

进行区域化试验,连续6年对大果沙棘品种的生态适应性进行了详细观测研究,区试结果表明:从 50°N 左右地区引进的良种可在我国 40°N 以北地区生长,一些品种可直接应用于东北地区和内蒙古东北部地区,部分品种也可应用于有灌溉条件的中西部地区,但在 40°N 以南地区引进品种均表现出明显的不适应,因此在这一地区需要进一步驯化或者选育适应性强的品种。根据我国的实际,通过杂交把俄罗斯沙棘大果、无刺、耐寒的优良特性和中国沙棘抗旱、抗热、耐瘠薄的特性相结合,选育生态经济型良种是我国沙棘育种的主要目标,本研究就是这方面的初步尝试。

1 材料与方法

1.1 杂交材料的选择

中国沙棘抗逆性非常强(耐旱、耐高温、耐瘠薄),但果小刺多,经济效益比较低,而俄罗斯和蒙古选育出的沙棘优良品种果大无刺,经济效益比较高,抗寒性强,但耐旱、耐高温、耐瘠薄性比较弱。基于以上品种的特点,为选育适应我国“三北”地区的生态经济型品种,杂交材料选择我国最早从俄罗斯引进的丘依斯克和从蒙古引进的乌兰格木2个品种实生苗子代中选出的优良单株为母本。丘依斯克是俄罗斯西伯利亚里萨文科园艺科学研究所通过杂交途径育成的,已在原苏联的阿尔泰边区,克拉斯诺雅尔斯克边区,新西伯利亚州、伊尔库茨克州和库尔斯干纳州等15个州进行了推广。树高2.5 m,树冠呈叉开式,圆形,枝条稀疏,植株长势较弱,棘刺较少。定植3~4 a进入结果期,果实早熟,成熟期为8月上半月,产量高,无大小年之分,采收不破浆。果实呈柱椭圆形,橙色,粒大,平均单果质量0.9 g,6~7 a进入盛果期后,单株产量可达14.6~23.0 kg,盛果期8~10 a。果味酸甜可口,用途广泛。果实含糖 $64\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,含油 $62\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,Vc $1.34\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,胡萝卜素 $37\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。本品种耐严寒,在大田条件下抗病虫害。乌兰格木是蒙古国选育出的无刺或少刺、大果、丰产型品种。树体呈灌丛型,树高可达1.5~2 m,皮棕褐色,单叶互生,线状披针形,长4~5 cm,宽0.9~1.1 cm,叶面暗绿色,叶柄短。果橘黄色,卵圆形,顶部有红晕。果柄长4 mm,百果鲜质量可达60 g。父本是从中国沙棘优良种源中选出的优良单株。

1.2 杂交试验

沙棘为风媒传粉植物。为充分利用这一特点,于1993年在中国林科院沙漠林业实验中心营造了约2 hm^2 中国沙棘优良种源试验林,在试验林的中心部位定植了从丘依斯克和乌兰格木2个品种实生苗子代中选

出的优良单株(母本)20余株,苗龄为2 a。试验林周围10 km范围无其它沙棘林。1995年试验林开始结实,共选取了5个结实量比较大的单株进行果实采收,其中丘依斯克有3个单株,编号为C₁,C₂,C₃,乌兰格木有2个单株,编号为C₁₃,C₁₆。获得的杂种于1996年春分别播种,1997年定植。定植密度株行距为1 m×3 m,采用完全随机区组设计,单行小区,小区株数为10株,重复次数为3次,周围设2行保护行。

1.3 指标测定

2003年8月调查生长指标,主要测定株高、地径、冠幅,叶片测定长度、宽度,每个杂种随机抽取30个叶片,计算平均值。叶片数统计了10 cm枝条的平均数量。棘刺数随机抽取10个2年生枝条,计算平均值。产量为2001—2003年连续3 a的单株产量的平均值。果实为每个杂种随机抽取3个百果质量(g),计算平均值。果实形态指标主要测定纵径(mm)、横径(mm)和果柄长(mm),具体为每个杂种随机抽取100粒果,全部测定每一粒果的纵径、横径和果柄长,然后计算100粒果的平均值。种子千粒质量取3个样本的平均值。种子形态指标的测定类似果实,随机抽取100粒种子,全部测定每一粒的长度、宽度和厚度,然后计算100粒种子的平均值。

2 结果与分析

2.1 杂种选育标准

沙棘亚种之间杂种后代变异比较大,特别是果实大小和棘刺,所以家系的选择意义不大,而在家系内进行无性系选择是沙棘良种选育的主要途径。根据多年对杂种后代表现的观测,关于生态经济型沙棘无性系选育的标准初步定为:生长指标(主要是株高、地径和冠幅)比引进大果沙棘品种高20%以上,棘刺数比中国沙棘低50%以上,单株产量为2 kg·株⁻¹以上,百果质量或种子千粒质量比中国沙棘高10%以上,无病虫害,

特别是沙棘绕实蝇对果实的危害率低10%以下。

根据以上的选育标准,在定植的5个家系150株试验林中共选育出优良杂种单株5株,入选率为3.3%。入选率低的主要原因是杂种后代50%的植株果实沙棘绕实蝇危害率均在70%~90%,40%左右的植株危害率在10%~70%。入选率虽然比较低,但从另一方面来说,选出的优良单株均对沙棘绕实蝇有很强的抵抗力,其原因有待进一步分析。

2.2 优良杂种单株生长比较

从表1可以看出,5个优良杂种单株8年生时株高为4.1~4.4 m,地径为7.6~9.3 cm,冠幅EW为3.2~3.8 m,SN为2.5~4.2 m,很明显5个杂种优良单株显著高于母本乌兰格木(株高1.7 m,地径3.6 cm,冠幅EW1.3 m,SN1.3 m)和丘依斯克(株高1.5 m,地径3.8 cm,冠幅EW1.4 m,SN1.3 m),但与父本中国沙棘接近(株高4.6 m,地径8.9 cm,冠幅EW3.6 m,SN4.2 m)。由于5个优良杂种的生长特性与中国沙棘接近,自然杂种对干旱瘠薄的沙地的适应性与中国沙棘近似。

从叶片特征值来看,5个优良杂种单株叶片长度为6.43~7.83 cm,叶片宽度为0.70~0.83 cm,长宽比为7.75~10.17,10 cm枝条叶片数量15.7~27.8个。乌兰格木叶片长8.09 cm,叶片宽1.02 cm,长宽比7.93,10 cm枝条叶片数量19.3个;丘依斯克叶片长6.52 cm,叶片宽0.86 cm,长宽比8.60,10 cm枝条的叶片数量15.9个;中国沙棘叶片长5.76 cm,叶片宽0.99 cm,长宽比5.81,10 cm长枝条的叶片数量26.4个。很明显5个优良单株叶片长度接近母本丘依斯克,但明显小于母本乌兰格木,大于父本中国沙棘。叶片宽度则与长度不同,入选的无性系宽度均小于父母本。长宽比是乌兰格木的子代(C₁₃和C₁₆)比丘依斯克的子代(C₁,C₂和C₃)明显大,但总体来看,母本与其子代长宽比均高于父本中国沙棘。中国沙棘叶片小而宽是其抗逆性强的特征之一。

表1 优良杂种与父母本生长特性比较

品种	株高/ m	地径/ cm	冠幅		叶片			10 cm 枝叶片数/ 个	2 a 枝棘刺数/ 个	单株产量/ kg
			EW/m	SN/m	长/cm	宽/cm	长宽比			
中国沙棘(父本)	4.6	8.9	3.6	4.2	5.76	0.99	5.82	26.4	20	1.2
乌兰格木(母本)	1.7	3.6	1.3	1.3	8.09	1.02	7.93	19.3	1	6.6
丘依斯克(母本)	1.5	3.8	1.4	1.3	6.52	0.86	8.60	15.9	0	3.7
C ₁	4.3	8.9	3.4	4.1	6.54	0.73	8.96	27.8	2	4.1
C ₂	4.4	9.3	3.2	3.1	6.43	0.83	7.75	18.2	3	2.1
C ₃	4.1	7.9	3.5	2.5	6.59	0.83	7.94	22.2	2	3.5
C ₁₃	4.2	9.0	3.6	2.9	6.51	0.70	9.30	19.3	2	5.5
C ₁₆	4.4	7.6	3.8	4.2	7.83	0.77	10.17	15.7	2	2.8

注:C₁,C₂,C₃为丘依斯克的子代;C₁₃,C₁₆为乌兰格木的子代。

表1表明:2年生枝条中国沙棘棘刺数平均高达20个,母本乌兰格木棘刺数为1个,丘依斯克则近无刺。入选的5个优良单株棘刺数为2~3个,界于父母本之间。很明显杂种后代的棘刺数明显高于母本,但显著低于父本,这一点与株高、地径和冠幅不同。中国沙棘棘刺多,采收非常困难,而杂种子代棘刺数显著小于中国沙棘,因此可极大提高采收效率,从这个意义上来说杂种子代的选择是非常有效的。

表1中单株产量的数据是2001—2003年连续3a测定的平均值。从表1可以看出,入选的5个优良

单株平均产量为2.1~5.5 kg·株⁻¹,母本乌兰格木和丘依斯克分别为6.6、3.7 kg·株⁻¹,父本中国沙棘为1.2 kg·株⁻¹,可见入选的5个优良单株具有明显的丰产性。

2.3 优良杂种无性系果实特性比较

从表2可以看出:中国沙棘优良种源百果质量为20.05 g,母本乌兰格木和丘依斯克分别为41.09、63.85 g,5个优良杂种单株百果质量为21.98~29.98 g,可见5个优良杂种的百果质量明显小于母本,而高于父本。相比较而言,杂种比中国沙棘优良种源百果质量提高9.6%~48.4%。

表2 优良杂种与父母本果实特性比较

品种	平均值				变化范围			
	百果质量/g	纵径/mm	横径/mm	长宽比	果柄长/mm	纵径/mm	横径/mm	长宽比
中国沙棘(父本)	20.05	7.49	7.71	0.97	1.9	6.61~8.87	6.56~8.59	0.84~1.14
乌兰格木(母本)	41.09	9.58	7.77	1.23	2.7	7.38~11.17	6.78~8.99	1.05~1.40
丘依斯克(母本)	63.85	11.60	8.07	1.45	3.7	9.60~13.20	6.66~9.50	1.11~1.77
C ₁	29.98	8.16	7.92	1.03	3.8	6.67~9.96	6.40~9.50	0.84~1.32
C ₂	23.15	8.94	8.08	1.11	3.8	7.09~9.80	7.00~8.80	1.01~1.23
C ₃	25.75	7.66	6.99	1.10	4.2	6.30~9.10	6.00~9.40	0.83~1.30
C ₁₃	27.40	8.14	7.48	1.09	3.2	6.93~9.18	5.88~8.93	0.85~1.29
C ₁₆	21.98	7.56	7.14	1.06	3.7	6.30~9.80	5.90~8.50	0.88~1.48

从果实的纵径比较来看,5个优良杂种单株的果实纵径(7.56~8.94 mm)均小于母本(乌兰格木9.58 mm,丘依斯克11.60 mm),而大于中国沙棘(7.49 mm),这一点与百果质量是一致的。相比较,果实的横径的差异明显小于纵径,5个杂种单株果实横径为6.99~8.08 mm,母本乌兰格木和丘依斯克分别为7.77、8.07 mm,中国沙棘为7.71 mm。由于果实的特征差异主要在纵径上,所以果实的长宽比的变化与纵径也是一致的,也即优良杂种单株果实长宽比值均小于母本而大于中国沙棘。此外,果实的长宽比值也反映出果实的基本形态特征。表2表明:丘依斯克的长宽比值(1.45)比较大,果实的形态为柱状椭圆型,其次是乌兰格木,为卵圆型,5个杂种的长宽比为1.03~1.11,基本上为圆型,中国沙棘长宽比为0.97,也近似为圆型。要指出的是在中国沙棘自然分布区,中国沙棘果实大都是横径值大于纵径,浆果多为扁圆型。

从果柄长度看,中国沙棘果实果柄长(1.9 mm)显著小于两个母本(乌兰格木为2.7 mm,丘依斯克为3.7 mm)和其杂种子代(3.2~4.2 mm),中国沙棘果柄比较短是其采收比较困难的一个原因。由于杂种子代的果柄长度比较长,这非常有利于浆果的采收。

从果实纵径、横径和长宽比的变化范围来看,中国沙棘果实纵径、横径和长宽比的变化范围分别为6.61~8.87 mm、6.56~8.59 mm和0.84~1.14,乌兰格木分别为7.38~11.17 mm、6.78~8.99 mm和1.05~1.40,丘依斯克分别为9.60~13.20 mm、6.66~9.50 mm和1.11~1.77,C₁分别为6.67~9.96 mm、6.40~9.50 mm和0.84~1.32,C₂分别为7.09~9.80 mm、7.00~8.80 mm和1.01~1.23,C₃分别为6.30~9.10 mm、6.00~9.40 mm和0.83~1.30,C₁₃分别为6.93~9.18 mm、5.88~8.93 mm和0.85~1.29,C₁₆分别为6.30~9.80 mm、5.90~8.50 mm和0.88~1.48,很明显杂种子代与亲本浆果纵径、横径和长宽比的变化范围与纵径、横径和长宽比的差异是一致的。

表3反映了沙棘果实百果质量与形态指标(纵径、横径和长宽比)的关系。很明显影响百果质量的

表3 沙棘果实百果质量与形态指标的关系

指标	回归方程	R	F值	显著水平
纵径	$y = -5.3162 + 9.8155x$	0.9425	47.7574	0.0005
横径	$y = -9.4417 + 1.6419x$	0.4647	1.6523	0.2460
长宽比	$y = -7.3256 + 9.2843x$	0.9520	57.9810	0.0003
果柄长	—	0.1262	—	—

形态指标主要是果实的长宽比和纵径,二者均达到了极显著水平。横径对百果质量有一定影响,

但未达到显著水平。果柄长与果实大小没有相关性。

表4 不同优良杂种种子特性比较

品种	平均值					变化范围			
	干粒质量/g	长度/mm	宽度/mm	厚度/mm	长宽比	长度/mm	宽度/mm	厚度/mm	长宽比
中国沙棘(父本)	7.10	3.35	2.28	1.70	1.47	2.58~4.04	1.73~3.15	1.21~2.16	1.08~1.96
乌兰格木(母本)	14.10	4.92	2.46	1.96	2.01	4.04~5.82	2.18~2.91	1.07~2.28	1.53~2.45
丘依斯克(母本)	14.39	5.37	2.54	1.90	2.12	4.11~5.85	2.06~3.01	1.60~2.15	1.58~2.57
C ₁	10.43	4.74	2.59	1.62	1.84	3.89~5.57	2.02~3.10	1.20~2.20	1.45~2.47
C ₂	14.22	4.62	2.76	2.06	1.68	3.28~5.48	2.27~3.06	1.63~2.41	1.31~2.09
C ₃	15.28	4.49	2.71	2.14	1.67	3.81~4.99	2.02~3.17	1.25~2.55	1.32~2.30
C ₁₃	12.28	4.82	2.49	1.79	1.95	3.08~6.88	1.87~3.16	1.12~2.33	0.99~2.88
C ₁₆	10.69	4.67	2.47	1.74	1.91	3.52~6.12	1.80~3.12	1.29~2.65	1.44~2.90

表4表明,中国沙棘优良种源干粒质量为7.1 g,母本乌兰格木和丘依斯克分别为14.10、14.39 g,5个优良杂种单株干粒质量为10.43~15.28 g,可见5个杂种优良单株的干粒质量显著高于中国沙棘,比中国沙棘高出46.9%~115.2%。与母本丘依斯克比较,C₁干粒质量(10.43 g)小于母本,C₂干粒质量(14.22 g)接近母本,而C₃(15.28 g)则明显大于母本。乌兰格木的子代C₁₃和C₁₆干粒质量(12.28 g和10.69 g)均小于母本。

从种子长度比较看,5个优良杂种种子长度(4.49~4.82 mm)均小于母本(乌兰格木4.92 mm,丘依斯克5.37 mm)而大于中国沙棘(3.35 mm),这一点同样与百果质量、浆果的纵径是一致的,比较明显的是杂种与母本的差异要小于中国沙棘。相比较而言,杂种子代种子的宽度与亲本的差异明显小于种子长度,5个杂种子代种子宽度为2.47~2.76 mm,母本乌兰格木和丘依斯克分别为2.46、2.54 mm,中国沙棘为2.28 mm。

从种子厚度比较看,杂种子代种子的厚度不同于种子长度和宽度。C₁(1.62 mm)小于母本丘依斯克(1.90 mm),而C₂和C₃厚度(分别为2.06、2.14 mm)则明显大于母本。C₁₃和C₁₆种子厚度(分别为1.79 mm和1.74 mm)却小于母本乌兰格木(1.96 mm)。与中国沙棘比较,除了C₁种子厚度略小外,其它4个杂种种子厚度均大于中国沙棘(1.70 mm)。

此外,从表4不难发现,C₂和C₃种子宽度、厚度均明显大于其母本丘依斯克、乌兰格木、中国沙棘和其它3个杂种子代,这一点与种子长度是不完全相同的,很明显导致C₂和C₃种子干粒质量比较大的主要原因是其种子宽度和厚度值增大的结果。

表4表明:C₁、C₂和C₃三个优良单株种子的长宽比值(分别为1.84、1.68和1.67)均小于其母本丘依斯克(2.12),C₁₃(1.95)和C₁₆(1.91),同样也小于其母本乌兰格木(2.01),但5个单株均大于中国沙棘(1.47)。相比较而言,C₁₃和C₁₆与乌兰格木的差异要明显小于C₁、C₂和C₃与丘依斯克的差异。此外,要指出的是由于C₂和C₃的宽度值比其母本丘依斯克、乌兰格木和其它3个单株大,而长度又小于丘依斯克、乌兰格木和其它3个单株,自然其长宽比值也最小。

从种子长度、宽度、厚度和长宽比的变化范围来看,中国沙棘种子长度、宽度、厚度和长宽比的变化范围分别为2.58~4.04 mm、1.73~3.15 mm、1.21~2.16 mm和1.08~1.96;乌兰格木分别为4.04~5.82 mm、2.18~2.91 mm、1.07~2.28 mm和1.53~2.45;丘依斯克分别为4.11~5.85 mm、2.06~3.01 mm、1.60~2.15 mm和1.58~2.57;C₁分别为3.89~5.57 mm、2.02~3.10 mm、1.20~2.20 mm和1.45~2.47;C₂分别为3.28~5.48 mm、2.27~3.06 mm、1.63~2.41 mm和1.31~2.09;C₃分别为3.81~4.99 mm、2.02~3.17 mm、1.25~2.55 mm和1.32~2.30;C₁₃分别为3.08~6.88 mm、1.87~3.16 mm、1.12~2.33 mm和0.99~2.88;C₁₆分别为3.52~6.12 mm、1.80~3.12 mm、1.29~2.65 mm和1.44~2.90。很明显杂种子代与亲本的种子长度、宽度、厚度和长宽比的变化范围较为复杂,但总体来看杂种子代与亲本的种子长度、宽度、厚度和长宽比的差异还是基本一致的。

从表5中数值可以看出,种子干粒质量与厚度达到极显著相关,与长度、宽度呈显著相关,与长宽

比呈弱相关,未达到显著水平。

表5 沙棘种子千粒质量与其形态指标的关系

指标	回归方程	R	F值	显著水平
长度	$y = -3.5275 + 3.4264x$	0.7178	6.3767	0.0450
宽度	$y = -2.1659 + 1.3388x$	0.7361	7.0964	0.0373
厚度	$y = -1.1404 + 1.2725x$	0.8402	14.4025	0.0090
长宽比	$y = 1.3425 + 5.9897x$	0.4605	1.6149	0.2508

3 小结与讨论

(1) 选出的5个优良杂种单株高、地径、冠幅均显著高于母本乌兰格木、丘依斯克,但与父本中国沙棘接近。中国沙棘棘刺数高达20个,母本乌兰格木棘刺数为1个,丘依斯克则近无刺。入选的5个优良单株棘刺数为2~3个,介于父母本之间。

(2) 5个优良杂种单株百果质量为21.98~29.98g,母本乌兰格木和丘依斯克分别为41.09g和63.85g,中国沙棘为20.05g,5个优良单株的百果质量明显小于母本,比中国沙棘提高9.6%~48.4%。可见杂种子代的选择是非常有效的。

(3) 沙棘百果质量与纵径、长宽比呈极显著相关,与横径有一定的相关,但未达到显著水平。果柄长与浆果果实大小没有相关性。种子千粒质量与其厚度达到极显著相关,与长度、宽度呈显著相关,与长宽比呈弱相关,未达到显著水平。

(4) 沙棘是一个多用途树种,育种目标主要包括果实和非果实两个方面。果实育种目标追求的是大果、无刺、高产、优质、早熟、抗病、便于机械采收等。非果实育种目标一般是追求水土保持效果价值,包括生长快速、庞大的根系、有效固氮等^[6,7]。俄罗斯沙棘育种的主要目标是浆果生产,而我国主要重视的是水土保持价值,如何把俄罗斯沙棘的大果无刺特性与中国沙棘特性结合起来,是中国沙棘育

种所追求的目标,本研究仅仅是这方面的初步尝试。

此外,沙棘是雌雄异株植物,在杂交选育中常常关注的重点是雌株的改良,而对雄株的选择重视不够,这会直接影响到选育效果。因此,在今后杂交育种中,选择花粉量大、活力强、抗性强、无刺、生长迅速的雄株也是育种的目标。当然在生产栽培中,为了降低杂种的风险,配置一定数量的优良雄株也是必须的。

从本研究的杂交效果看,尽管两个亚种(中国沙棘、蒙古沙棘)之间的杂交非常容易进行,但杂种在许多特性方面表现出的是中间类型。如选出的5个优良单株百果质量为20~30g,这种变异可以说仍在自然变异的范围内,这提示我们,如果要创造大的变异类型,除充分收集选择育种资源外,还需要采用其它的育种技术路线,如多倍体育种、辐射诱变育种、原生质融合、转基因技术等。

参考文献:

- [1] Rousi A. The genus *Hippophae* L. A taxonomic study[J]. *Annales Botanici Fennici*, 1971, 8:177~227
- [2] 廉永善,陈学林. 沙棘属植物的系统分类[J]. *沙棘*, 1996, 9(1): 15~24
- [3] Eliseev I P. Evolutionary genetic aspects in assessment of achievements and perspectives of seabuckthorn selection in the USSR. *Proc. Int. Symp. Seabuckthorn (H. rhamnoides)*, Xian, China, 1983:184~193
- [4] 赵汉章,朱长进,徐永,等. 沙棘种源试验研究[J]. *林业科学研究*, 1992, 5(1):14~20
- [5] 黄铨,佟金权. 中国沙棘的表型结构与种群变异[J]. *林业科学研究*, 1993, 6(2):175~181
- [6] Yao Y, Tigerstedt P M A, P Joy. Variation of vitamin C concentration and character correlations between and within natural sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) populations[J]. *Acta Agric Scan*, 1992, 42:12~17
- [7] Yao Y, Tigerstedt P M A. Isozyme studies of genetic diversity and evolution in *Hippophae* [J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1993, 40:153~164