

沙棘种源试验研究*

赵汉章 朱长进

徐永昶

(中国林业科学研究院林业研究所)

(青海省农林科学院)

高成德 李鸿启

曹满 刘英

徐爱文 王忠

(山西省临汾地区林业科学研究所)

(山西省右玉县沙棘研究所)

(内蒙古赤峰市城郊林场)

摘要 本文对4个试验点的5年生沙棘种源试验林的营养生长和生殖生长的结果进行了分析和评价。试验表明,沙棘不同种源的营养生长和生殖生长以及果实生化成分都存在明显的差异。这与产地的纬度、经度、海拔高度有显著的相关性。地处中纬度、高海拔的甘肃、宁夏、青海等省(区)的中西部种源,其早期营养生长表现出明显优势。地处高纬度、低海拔的内蒙、河北、山西等省(区)的华北种源,果实较大,成熟较早,总糖含量较高,但Vc、总酸含量较低。这为生产上种源选择、引种、育种提供了科学依据。

关键词 沙棘;种源试验

沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)是胡颓子科的灌木树种。它对环境条件适应性强,在我国分布面积很广,据估测总面积为92万公顷^[1]。沙棘是一种集生态效益、社会效益和经济效益于一身的珍贵植物。在我国“三北”防护林建设中,国家每年营造5~8万公顷沙棘林,对防风固沙、保持水土起了重要的作用。

广泛的地域分布使沙棘在长期进化过程中形成了不同的种、亚种及在遗传上有差异的群体。沙棘种源试验的目的是对种内的不同来源的群体进行比较和选择,采用优良种源种子进行育苗造林。苏联在开展沙棘良种选育工作中重视对不同地理生态型的沙棘种群的研究,并广泛采用不同地理类型的杂交,大大提高了育种的成效^[2]。我国沙棘良种选育工作起步较晚,还未见有沙棘种源试验的报道。我们从1985年开始进行了沙棘种源试验研究。本文对4个试验点5年来沙棘种源试验林的生长和结果情况进行分析和评价。

1 材料和方法

本试验共采集了19个沙棘种源种子(表1)。其中新疆的4个种源为中亚沙棘亚种(*H. rhamnoides* subsp. *turkecfarica* Rousi)。采自西藏墨竹工卡的种源为江孜沙棘亚种(*H. rhamnoides* subsp. *gyantsensis* Rousi)。其余14个种源均为中国沙棘亚种(*H. rhamnoides*

本文于1991年6月29日收到。

* 本试验为“七五”国家攻关专题“沙棘资源开发、良种选育及合理经营的综合研究”的子课题之一,也是FAO资助的“非豆科固氮树种的改良和利用”项目的一部分,黄铨主持总课题。沙棘果实生化分析由生理室周银莲、阮大津协助完成,谨此致谢。

subsp. *sinensis* Rousi)。种子的采集、育苗、造林都按照协作组统一制定的《沙棘种源试验方案》进行。试验设计为随机区组排列, 3~5次重复。由于西藏的两个种源在苗期表现出明显的不适应, 各试验点无苗木参试。新疆种源在苗期生长也差, 有的试验点无足够苗木参试, 所以参与造林试验的种源有17个和13个不等。造林密度2 m × 4 m, 每小区36株。用于统计分析的试验数据主要来自山西古县林场等4个试验点。试验地概况见表2。1990年8月26日下午, 从山西古县林场采集果实样品供生化分析用。按种源, 在不同区组随机采3株果实, 每株采果1 kg作样品。8月28日送林科院林研所生理生化实验室分析。V_c、总酸、总糖三个指标按单株样品分析, 然后取3株的平均值代表种源的指标。脂肪的分析是由种源3株混合样品测得。测定方法与王守宗报道的方法相同^[3]。

表1 19个种源的地理位置

种源编号	产地	纬度 (° / N)	经度 (° / E)	海拔高 (m)	年均温 (℃)	年降水量 (mm)
1	西藏八一镇	29 35	94 10	3 700		
2	西藏墨竹工卡	29 52	92 01	3 900	2~4	500
3	甘肃天水	34 20	105 48	1 700	8.0	550
4	甘肃武山	34 45	104 56	2 000	7.2	500
5	甘肃秦安	35 01	106 13	1 900	7.0	480
6	宁夏西吉	35 57	105 48	2 200	5.3	400
7	青海化隆	36 03	102 12	2 700	4.0	400
8	山西古县	36 35	111 40	1 100	9.0	600
9	青海大通	37 10	100 50	2 800	3.9	408
10	山西岢岚	39 02	111 30	1 700	4.1	495
11	河北蔚县	39 55	114 30	1 600	4.5	418
12	山西右玉	40 10	112 35	1 360	3.6	449
13	内蒙古凉城	40 20	112 15	1 250	5.0	428
14	河北涿鹿	40 25	115 15	1 300	5.3	500
15	内蒙赤峰	42 20	118 58	1 400	4.6	350
16	新疆巩留	43 25	82 02	775	5.5	250
17	新疆尼勒克	43 50	82 30	1 105	6.0	200
18	新疆察布查尔	43 52	81 05	600	6.5	246
19	新疆博东	44 54	82 02	750	5.7	191

表2 试验地概况

地点	纬度 (° / N)	经度 (° / E)	海拔 (m)	年均温 (℃)	年降水量 (mm)	无霜期 (d)	土壤条件
1. 山西省古县林场	36 13	112 02	850	9.0	550.0	195	山地梯田, 坡向北偏东, 黄褐土, 土层厚, pH7.5
2. 青海省大通县实验林场	36 56	101 41	2 400	3.9	532.6	110	河滩地, 草甸土, pH7.8
3. 山西省右玉县沙棘所	40 10	112 35	1 400	3.6	442.8	104	砂质草甸淡栗钙土, 砂壤土, pH8.3
4. 内蒙古赤峰城郊林场	42 20	116 18	570	5.6	350.0	150	风积沙地, 地势平, pH7.5

2 结果和分析

2.1 不同种源沙棘营养生长的差异

试验结果证明,沙棘不同种源的生长量在苗期就有显著的差异,这种差异与种源的纬度、海拔高度呈明显的相关^[4]。除了西藏墨竹工卡的江孜沙棘在青海大通试验点能成活外,西藏两个种源在内地其他各试验点均不能成苗。新疆的4个中亚沙棘种源在内地能成苗,但造林后也逐渐死亡。现保存有新疆种源的只有内蒙赤峰和青海大通两个试点。西藏、新疆的种源在内地表现不适应,是因为种源与试验地的自然地理条件相差太大所致。

2.1.1 3年生沙棘不同种源营养生长差异 在3年生时,各试验点各种源间在营养生长上的差异达到极显著水平(表3)。其中来自我国中西部地区的种源表现最好。树高、地径、冠幅、侧枝数、侧枝长度、萌蘖苗数等性状的生长均占优势^[6](图1,表4)。

表3 沙棘种源三年生树高生长量变异与产地地理相关分析

试验点	种源数	种源间 (F值)	变异幅度 (cm)	相关系数	
				r _{H·纬}	r _{H·海拔}
内蒙赤峰	17	6.78**	55~160	-0.8980**	0.7861**
青海大通	17		40.3~119.9	-0.8731**	0.6604**
山西右玉	17	5.82**	56.6~89.5	-0.8092**	0.5458**
山西古县	13	4.22**	115~173.1	-0.5588*	0.3760

表4 沙棘种源其他生长指标与树高、地径的相关分析

项	目	冠 幅	侧 枝 数	侧 枝 长 度	萌 蘖 苗 数
二 年 生	树 高	0.9478**	0.8619**	0.8203**	0.6616**
	地 径	0.9254**	0.8821**	0.8199**	0.7312**
三 年 生	树 高	0.9538**	0.8508**	0.8045**	0.6224**
	地 径	0.9324**	0.8431**	0.8014**	0.6331**

注:根据山西右玉试验林观测数据, r_{0.01} = 0.6060, r_{0.05} = 0.4820。

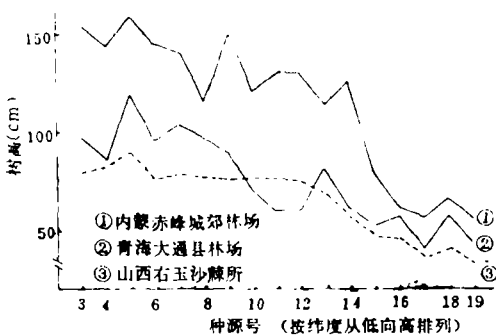


图1 沙棘各种源在三个试验点的三年生树高

2.1.2 4~5年生沙棘各种源营养生长的差异

随着沙棘各种源陆续进入结果期,从营养生长转入生殖生长。4~5年生时种源间树高、地径的生长虽然保持着一定的差异,但与三年生时相比,这种差异已经缩小(表5)。方差分析结果表明,在不含有新疆种源的右玉试验点,种源间的差异不显著。树高与纬度的相关也不显著。这说明随着树龄的增长,内地13个中国沙棘种源树高生长正在逐步缩小。但从4个试验点的高生长量分析,种源的纬度和海拔

高度对种源的生长始终存在着相关, 呈地理倾群变异(表 5, 图 2)。这说明来自我国中西部地区, 即中纬度、高海拔(3 000m 以下)地区的甘肃、宁夏、青海的种源在营养生长上一直处于领先地位。

表 5 沙棘种源 4~5 年生树高生长量变异与产地地理相关分析

试验点	种源数	种源间 F 值	变异幅度 (cm)	相关系数	
				$r_{H \cdot 纬}$	$r_{H \cdot 海拔}$
内蒙赤峰	17	3.38**	101.9~185.8	-0.6894**	0.4735*
青海大通	17		101.1~182.7	-0.8341**	0.4815*
山西右玉	13	1.83	148.9~196.6	-0.3855	0.7214**
山西古县	13	2.4*	278.5~383.8	-0.8174**	0.2410

注: 青海大通点为 4 年生树高, 其他 3 个点为 5 年生树高, 右玉点新疆种源已全部死亡, 故种源数为 13。 $F_{0.05} = 2.0$, $F_{0.01} = 2.66$ 。

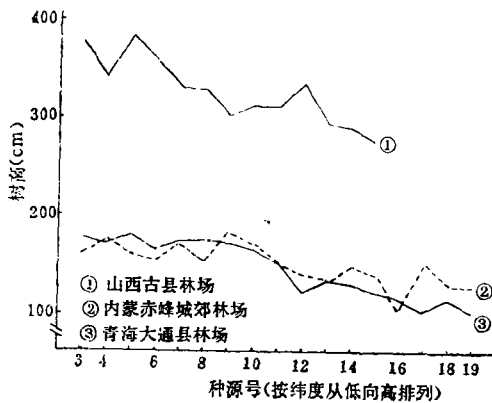


图 2 沙棘各种源在三个试验点的 5 年生树高

沙棘树高生长量与树体其他生长指标密切相关。表 6 表明, 在 4 个试验点的种源树高生长量与地径、冠幅的生长都呈极显著相关。与侧枝数、侧枝长度、萌蘖苗数的相关也达到显著水平。古县林场试验林在 1990 年已郁闭, 这有可能影响侧枝的生长。而且林内全是萌蘖苗, 已分不清是属于哪株母树的了。右玉试验点, 由于用拖拉机翻地, 清除行间杂草, 行间的萌蘖苗也一起除掉了。这影响了萌蘖苗数据的正确性。

2.1.3 沙棘种源地下部分生长差异 沙棘各种

表 6 沙棘种源树高生长量与地径、冠幅等生长指标的相关分析 (r 值)

试验点	种源数	地径	冠幅	侧枝数	侧枝长度	萌蘖苗数
内蒙赤峰	17	0.8917**	0.9102**	0.4985*	0.5942*	0.5122*
青海大通	17	0.9244**	0.9418**			
山西右玉	13	0.8452**	0.8218**	0.5122*	0.5372*	0.4702
山西古县	13	0.7090**	0.7886**	0.3114	0.4439	

注: 青海大通点为 4 年生资料, 其余 3 个点为 5 年生资料。

源地下部分生长在苗期就表现出差异^[4]。1989 年 7 月, 在右玉试验点对地下部分进行了专门的调查, 证明了不同种源沙棘根系数量和根瘤量存在显著的差异。这与种源地上部分、地下部分的生长都呈明显的正相关^[9]。生长量大的种源, 其地下部分生长也旺盛, 根瘤量也多。

2.2 不同种源沙棘生殖生长的差异

沙棘在造林后第三年开始结果。不同种源的沙棘在开始结果的株数、结果量、果实大小、成熟期等方面有着明显的差异。

2.2.1 种源的雌雄株比例和结果株率 沙棘雄株比雌株开花早, 花芽大且多, 一般在 3~4

年生时全部开花。因此，在4年生时可全部区别雌雄株。从表7可看出，沙棘各种源的雌雄株比例没有大的差别，基本上各占50%。也就是说群体的雌雄比例是1:1。这符合性染色体遗传规律。从结实的雌株占雌株总数的比例看，各种源之间存在着明显的差异。古县林场1989年结果株率的方差分析结果($F = 6.12 > F_{0.01} = 2.66$)说明，种源间差异极显著。结果株率小的种源有化隆、岢岚、右玉、赤峰等种源，这与种源产地的年平均气温较低(都小于5℃)有关。高寒地带的种源性成熟较晚是正常现象。

2.2.2 沙棘种源果实大小、结果量和成熟期的差异

沙棘由于长期处在野生状态、雌雄异株和自由传粉，即使在同一群体内，其形态特征的变异亦相当大。据黄铨等在甘肃省兴隆山自然保护区对中国沙棘种群表型结构的研究，鲜果百粒重的变异范围为5.1~23.7g，变异系数为26.0^[7]。我们在种源试验林中调查发现，在同一种源内，无论在果实大小、颜色、成熟期，个体之间的差异是明显的。但种源之间的差异是客观存在的(表8)。

表7 各种源雌雄株比例和结果株率

种源	山西古县林场				内蒙赤峰林场	
	雌株 (%)	结果雌株 (%)		雌株 (%)	结果雌株 (%)	
		1989年	1990年			1990年
天水	44.9	40.9	100	45.5	91.1	
武山	44.8	23.1	100	46.0	90.0	
秦安	50.5	26.5	100	51.0	74.6	
西吉	50.0	44.2	100	54.5	42.8	
化隆	36.4	0	50	45.5	74.1	
古县	49.4	38.5	100	51.0	85.0	
大通	44.3	25.7	90	50.0	25.0	
岢岚	45.5	9.1	82.5	53.5	51.6	
麟县	45.4	40.9	100	61.5	74.2	
右玉	48.1	2.5	30	58.5	55.1	
凉城	41.4	46.3	100	53.5	37.5	
涿鹿	54.2	37.8	100	60.0	75.0	
赤峰	40.0	0	70	54.0	74.7	

表8 沙棘种源果实大小和结实量比较

种源	青海大通林场						山西古县林场						
	果长 (cm)	果径 (cm)	果柄长 (cm)	百果重 (g)	成熟期 (月·日)	单株结果量(g) 1989年	果长 (cm)	果径 (cm)	果柄长 (cm)	百果重 (g)	成熟期 (月·日)	单株结果量(g)	
												1989年	1990年
天水	0.48	0.55	0.2	10.3	9·10	101.3	0.45	0.54	0.16	5.6	9·14	558.0	1979.9
武山	0.51	0.58	0.2	11.1	9·10	27.5	0.45	0.51	0.15	4.9	9·10	20.0	958.9
秦安	0.51	0.57	0.2	10.6	9·10	41.0	0.44	0.50	0.18	4.1	9·16	188.0	1305.0
西吉	0.52	0.61	0.2	11.8	9·10	34.0	0.49	0.57	0.15	7.1	8·30	490.0	2051.6
化隆	0.51	0.55	0.2	9.9	8·15	0.28	0.45	0.55	0.15	6.1	8·20	0	832.9
古县	0.60	0.63	0.2	16.4	8·20	9.7	0.57	0.64	0.19	12.5	8·26	533.0	1934.0
大通	0.55	0.62	0.2	15.6	8·20	0	0.59	0.66	0.15	14.1	9·3	388.0	2254.9
岢岚	0.61	0.71	0.2	20.6	8·30	12.9	0.60	0.68	0.18	14.6	8·26	288.0	1410.1
麟县	0.61	0.67	0.2	16.5	8·30	6.3	0.56	0.65	0.15	11.7	8·20	753.0	2222.0
右玉	0.60	0.70	0.2	18.2	8·20	31.3	0.54	0.63	0.15	12.2	8·24	2.0	1170.8
凉城	0.65	0.72	0.2	22.0	8·30	0.57	0.56	0.65	0.14	12.0	8·30	707.0	1919.7
涿鹿	0.56	0.65	0.2	16.4	8·30	8.7	0.59	0.66	0.17	14.8	8·26	1106.0	2008.0
赤峰	0.58	0.58	0.2	15.8	8·30	5.2	0.57	0.68	0.18	12.5	8·25	0	1150.5

从表8、9可以看出，处在中纬度的甘肃、宁夏种源果实较小，平均百粒鲜果重偏低。成熟期也较晚，比华北地区的种源约晚10~20天。纬度与成熟期呈负相关。果实大小与地理纬度、经度呈明显的正相关。华北地区的种源果实百粒重要比中西部种源大5~10g。这说明种群之间的差异是明显的。果实相对较大且较早成熟这是华北种群各种源的明显特征。

表9 沙棘果实特征与种源地理位置相关分析(r 值)

地理因子	青海大通林场				山西古县林场			
	果长	果径	百果重	成熟期	果长	果径	百果重	成熟期
纬度	0.819 0**	0.722 6**	0.801 3**	-0.332 4	0.787 4**	0.847 9**	0.808 5**	-0.710 0**
经度	0.670 0*	0.488 9	0.609 6*	-0.203 7	0.314 6	0.639 6*	0.573 1	-0.513 9
海拔高	-0.633 8*	-0.480 8	-0.549 0	-0.134 2	-0.385 1	-0.388 5	-0.379 1	0.226 0

2.2.3 沙棘种源果实生化成份的差异 1990年山西古县林场13个中国沙棘种源全部开花结果, 并有足够数量的果实进行生化成份分析, 结果见表10。

表10 沙棘各种源果实生化成分比较

(地点: 山西古县)

种源	V _C (mg/100g)		总糖 (%)		总酸 (%)		脂肪 (%)
	平均	变幅	平均	变幅	平均	变幅	(绝干果)
天水	1337.3	1053~1526.9	2.38	1.32~3.25	3.55	2.77~4.1	9.88
武山	1675.2	1303.1~1927	2.52	2.21~2.97	4.51	4.05~4.76	7.08
秦安	1932.3	1669~2195.5	3.36	3.01~3.71	3.6	2.54~4.66	9.45
西吉	1051.7	984.6~1118.8	3.04	2.67~3.41	3.75	3.39~4.1	10.89
化隆	822.2	689.7~1034.6	4.6	3.02~5.91	3.36	2.98~3.58	5.43
古县	976.7	658.1~1218.9	3.44	2.71~4.73	3.58	3.07~4.4	5.68
大通	337.0	200.1~584.4	5.49	2.54~9.12	3.56	2.18~5.01	10.22
崂岚	861.7	542.3~1163.6	4.5	4.37~4.64	1.97	1.94~2.01	11.44
蔚县	614.3	215.9~884.5	4.74	3.61~6.19	2.6	2.01~3.20	19.27
右玉	208.0	152.7~273.8	5.93	5.42~6.58	1.93	1.3~2.65	6.75
凉城	487.9	181.6~763.4	4.6	3.15~6.12	2.27	1.05~3.16	13.25
涿鹿	765.2	560.7~1063.5	3.9	2.19~6.75	2.36	1.91~2.72	5.51
赤峰	306.7	268.5~344.9	5.14	4.08~6.19	2.18	1.57~2.79	12.22

表11 沙棘果实生化成份与种源地理气象因子相关分析(r 值)

地理气象因子	V _C	总糖	总酸	脂肪
纬度	-0.789 5**	0.749**	-0.900 8**	0.339 7
经度	-0.252 0	0.306 0	-0.793 6**	0.300 0
海拔高	0.140 6	0.014 7	0.525 4	-0.088 0
年均温	0.544 5	-0.675 4*	0.522 0	-0.318 3
年雨量	0.506 7	-0.192 4	0.287 8	0.385 2

从表10、11可以看出, 不同种源沙棘果实V_C、总酸含量与产地纬度呈显著的负相关, 而总糖含量与产地纬度呈显著的正相关。地处中纬度的甘肃、宁夏种源V_C含量最高, 100g鲜果中含V_C1000mg以上, 其中秦安种源最高, 达1932.3mg, 是V_C含量最低的山西右玉种源的9倍, 是内蒙赤峰种源的6倍。而地处纬度较高的华北种源V_C含量较低。总糖的差异也很明显, 中西部地区的甘肃、宁夏种源含糖量低, 而华北地区及青海省的种源含糖量较高。从表11可看出, 总糖的含量与产地的年均温呈显著的负相关。总酸的含量与产地纬度、经度都呈显著的负相关。中西部地区的甘肃、宁夏的种源总酸含量都在3.3%以上, 而华北地区的种源都在2.4%以下。从以上三种生化成份的比较可以看出这样的规律: 即V_C含量高的种源, 含酸量也高, 而含糖量偏低, 反之, V_C含量低的种源, 含酸量也低, 但含糖量偏高。从脂肪含量看, 与产地的地理气象因子没有明显的相关。但种源之间的差异是显著的, 含量最高的种源

河北蔚县(19.27%)是含量最低的种源青海化隆(5.43%)的3.5倍。

3 结论和讨论

(1) 全国19个沙棘种源经5年试验结果表明,种源间在生长上存在着显著的差异。这种差异呈地理倾群变异的倾向。树木营养生长量与纬度呈负相关,与海拔高成正相关(除了西藏种源)。地处中纬度、高海拔(3 000 m以下)的甘肃、青海、宁夏的种源在生长上表现出明显的优势,种源的早期生长优势可以利用其作为水土保持林、防风固沙林,可加速地面覆盖,起到防护林效益。

(2) 随着沙棘进入生殖生长阶段,种源间营养生长的差异逐渐缩小,但差异依然存在。到5年生时,这种差异与种源的纬度、海拔高还存在着明显的相关。

(3) 沙棘各种源的雌雄株比例为1:1。这说明,在正常情况下,沙棘雄株产生等量的决定性别的两种配子(花粉)。

(4) 沙棘各种源的果实大小、果成熟期存在明显的差异。果实大小与产地纬度、经度呈明显的正相关,果实成熟期与产地的纬度、经度呈一定的负相关。华北地区的种源果实比中西部地区的种源相对偏大也较早成熟。

(5) 沙棘不同种源的果实生化成分存在着明显的差异。 V_c 、总酸含量与产地纬度呈明显的负相关,总糖含量与产地的纬度呈明显的正相关。地处中纬度、西部地区的甘肃、宁夏种源的 V_c 、总酸含量较高,而含糖量较低,而华北地区种源含糖量较高,但 V_c 、总酸偏低。种源间脂肪含量的差异明显,但与产地的地理气象因子无明显相关。

参 考 文 献

- [1] 潘瑞麟等,1989,沙棘在中国的分布特点及研究进展,国际沙棘学术交流会论文集(中文版),1~3。
- [2] I. P. 叶利谢耶夫,1989,苏联沙棘育种成就及前景的遗传进化评价,国际沙棘学术交流会论文集(中文版),142~147。
- [3] 王守宗,1990,鼠李沙棘三个亚种果实的化学成份研究,林业科学研究,3(1):98。
- [4] 全国沙棘种源试验协作组,1987,沙棘种源苗期试验,林业科技通讯,(9):18~23。
- [5] 赵汉章等,1989,全国19个沙棘种源三年试验结果,国际沙棘学术交流会论文集(中文版),155~156。
- [6] 赵汉章等,1990,沙棘种源与根瘤数量相关性的研究,沙棘,(2):29~32。
- [7] 黄铨等,1989,兴隆山自然保护区中国沙棘种群表型结构的研究,国际沙棘学术交流会论文集(中文版),36~39。

*Research on the Provenance Test of Hippophae
rhamnoides L.*

Zhao Hanzhang Zhu Changjin

(The Research Institute of Forestry CAF)

Xu Yongchang Gao Chengde Li Hongqi

(Qinghai Agricultural Academy) (Linfen Research Institute of Forestry, Shanxi Province)

Cao Man Liu Ying

(The Experimental Station of Sea Buckthorn, Youyu County, Shanxi Province)

Xu Aiwen Wang Zhong

(Chifeng Forest Farm, Inner Mongolia)

Abstract Analysis and evaluation have been made on five-years growth data of provenance tests of Sea Buckthorn from 19 sites at four experimental plantations. There are significant differences in growth in the young tree stage among different provenances of Sea Buckthorn and the differences are obvious with different geographic population variation. The vegetation of the young tree stage will decrease with an increase in latitudes, thereby distinct minus correlation are formed and plus correlates are formed with an increase in elevation height (except 2 provenances from Tibet). The ratio of the female trees of Sea Buckthorn in the provenance plantation is 50% (female:male = 1:1). The variations in fruit size and ripe period are closely correlated with the different geographical locations of provenances. There are significant variations in the biochemical composition of fruits. It has something to do with the latitude of different provenances. The provenances from Gansu Province and Ningxia Hui Autonomous Region located in the mid latitude and West areas of China have more content of vitami-C and total acid, and less content of total sugar.

Key words Sea Buckthorn; provenance test