

北美驼绒藜主要性状遗传变异特性的初步研究

雷雪峰, 易津*, 侯丽丽

(内蒙古农业大学 农学院, 呼和浩特 010019)

摘要: 对北美驼绒藜的4个世代12个主要性状遗传变异特性初步分析结果表明: 在世代内12个主要性状变异都不显著, 在世代间除枝条节数和着生雄花节数外, 其它10个性状变异程度都达到了显著或极显著水平, 表明北美驼绒藜各性状主要变异来自世代间; 10个性状表型变异系数和遗传变异系数总体趋势基本一致, 但程度上存在差异, 说明这些性状遗传变异潜力较大; 株高、叶腋雌花数、叶宽、再生小枝数性状遗传力较高(72-62), 其变异主要是遗传因素决定, 而叶长、株幅性状遗传力较低(16-14), 其变异主要是环境因素决定。

关键词: 北美驼绒藜; 主要性状; 遗传变异

中图分类号: Q943 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)01-0062-04

Primary study on main characters of the genetic variation of Winterfat (*Ceratoides lanata*)

LEI Xue-Feng, YI Jin*, HOU Li-Li

(College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract: The initial analysis of 12 main characteristics of genetic variation of Winterfat in four generations showed that 12 main characteristics variation were not significant within the generations, but the number of branches and the number of male flowers, other variations of the 10 traits have reached a significant or quite significant level, showing that the main variations of all characteristics were among generations. The genetic variation coefficient and phenotype variation coefficient had the same overall trend, but there were differences in degree, displaying the potential for genetic variations in these traits is great; the trait heritabilities in plant height, number of females flowers in axillary, leaves width and renewable branches were high a bit (72-62), and the variations were mainly decided by genetic elements, however, the heritabilities of leaves length and plant spread were lower, and its variation was mainly decided by environment factors.

Key words: Winterfat (*Ceratoides lanata*); main characteristics; genetic variation

驼绒藜属 (*Ceratoides*) 是藜科 (Chenopodiaceae) 小灌木旱生超旱生植物, 在我国分布于内蒙古、甘肃、宁夏、青海、新疆和西藏等地区。该属植物营养丰富, 适口性好, 含有较多的粗蛋白质和无氮浸出物, 矿物质 (钙、磷) 含量也较高, 是家畜四季喜食的优良饲草, 尤其在越冬期间尚含有较多的粗蛋白质, 对冬季放牧家畜具有重要价值。此外, 该属植物还具有良好的防风固沙作用, 是改良天然放牧地最有前途的植物之一 (易津等, 2003)。但其种子寿命较

短、败育现象严重、开花期较晚、适应生境范围小、有的种迁移后不能正常开花等等这些不利的特性, 不但制约着该植物资源的大力发展, 而且使得该植物种群严重退化。

北美驼绒藜 (*Ceratoides lanata*) 是在北美广泛分布的驼绒藜属植物, 它从华盛顿的东部到北达科他州西部, 南到堪萨斯州、新墨西哥和加州南部, 北到加拿大的萨斯喀温省、艾伯特 (Alberta) 和育空 (Yukon) 等地均有分布 (Neilson, 1968; Woodma-

收稿日期: 2007-08-20 修回日期: 2008-09-22

基金项目: 国家自然科学基金 (30560099) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (30560099)].

作者简介: 雷雪峰 (1980-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 博士, 主要从事植物生理生态学研究, (E-mail) lxf_12345@126.com。

* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: yijin@163.com)

nsee & Potter, 1971)。美国称北美驼绒藜为“winterfat”,意思是冬季抓膘草,它具有抗旱、抗寒、耐高温、生态幅宽、适应性强、花期早等特点。北美驼绒藜在美国西部的冷沙漠上属于优势灌木种之一,常常在山谷地带形成纯种群,同时也在大的沙漠盆地和丘陵地带与三齿蒿、刺柏属丛木一起共生。北美驼绒藜在加拿大混合大牧场上,是最高产并最具开发潜能的牧草之一(Romo 等, 1995)。北美驼绒藜花期一般在六月中旬(Budd & Campbell, 1959),比我国华北驼绒藜早一个半月左右。

驼绒藜属植物作为优良饲草早在 20 世纪 70 年代以来就已被人们认识,不论是国内引种还是跨国引种已经有很多报道(易津等, 2003; 潘伯荣等, 1991; 库尔班·尼扎米丁, 2004)。针对我国驼绒藜属植物存在的问题,基于北美驼绒藜具有的以上优点,我们于 2000 年对北美驼绒藜开展了引种驯化工作,为以后的新品种选育和杂交育种奠定基础。

近年来,我国引种北美驼绒藜也只是对其进行人工育苗(安富博等, 2005)及物候期、种子发芽温度、植物的生长和地上部分营养成分观测等(刘虎俊等, 2005)研究,本文从遗传学角度对北美驼绒藜主要性状遗传变异进行了初步研究,旨在为以后的育种工作提供理论依据。本文对北美驼绒藜的遗传变异研究为首次报道。

1 材料与方 法

1.1 引种试验地概况

试验材料采自内蒙古农业大学科技园区草原站,地理方位为 111°41' E, 40°49' N, 海拔 1 063 m, 是典型的大陆性气候; 年均气温 8 °C 左右, 7 月最热, 极端最高气温可达 36.9 °C, 1 月最冷, 极端最低气温可达 -32.8 °C; 年降水量 300~500 mm, 多集中于 7~9 月; 冬季积雪不多, 无霜期为 145 d。土壤为砂质壤土, pH 值为 7.8~8.2, 肥力适中。

1.2 供试材料与田间设计

2000 年从美国蒙大拿州 Bridger 植物材料中心引种北美驼绒藜, 并当年种植获得 C₀ 世代。2000 年秋混合采收 C₀ 世代种子于 2001 年春播种, 获得 C₁ 世代。采用同样的方法获得 C₂、C₃ 世代。供试材料均种植于内蒙古农业大学科技园区牧草试验基地, 将各世代材料种成多行区, 行距 1 m, 株距 1 m, 完全随机排列, 各世代随机抽取 10 株, 每株测量 5

枝当年生枝条取其平均值。

1.3 数据处理方法

利用 Excel 和 SPSS 统计软件对各世代主要性状进行变异系数及方差分析, 采用高之仁(1986)和刘来福等(1986)的方法估算有关遗传参数。方差分析以基因型单因素遗传设计, 世代为处理, 世代内单株为重复进行, 设 n 为基因型数, r 为重复数, 方差分析的统计模型为: $x_{ik} = \mu + g_i + e_{ik}$ 式中, x_{ik} : 第 i 个品种第 k 个小区观察值, μ : 群体平均数, g_i : 第 i 品种效应, e_{ik} : 第 i 品种第 k 个小区误差。

遗传参数的估算: 遗传力: $h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$; 表型变异系数: $PCV = (\sigma_p / \bar{x}) \times 100$; 遗传变异系数: $GCV = (\sigma_g / \bar{x}) \times 100$ 。

2 结果与分析

2.1 主要性状变异系数分析

2.1.1 同一世代不同性状比较 从表 1 可以看出, 4 个世代内各性状总体变异程度较高, 且不同性状之间变异系数差异较大。在 C₀ 代中, 再生小枝数和枝条长性状变异系数最大, 叶腋雌花数和株高性状变异系数最小, 其它性状变异系数居中。在 C₁ 代中, 再生小枝数、枝直径、雄花穗长性状变异系数最大, 叶腋雌花数、株高性状变异系数最小, 其它性状变异系数居中。在 C₂ 代中, 再生小枝数、着生雄花节数、雄花穗长、着生雌花节数、枝条节数性状变异系数最大, 株幅性状变异系数最小, 其它性状变异系数居中。在 C₃ 代中, 只有再生小枝数性状变异系数最大, 着生雄花节数、株幅、着生雌花节数性状变异系数最小, 其它性状变异系数居中。

2.1.2 同一性状不同世代比较 从表 1 可以看出, 同一性状在不同世代中变异程度各不相同, 这预示着通过选择改良该特征的可能性或难易程度因性状而异。变异系数表明: 枝条长、再生小枝数、叶长、叶宽、株幅性状的变异系数总体上随世代的增加而减小, 其中枝条长性状下降的规律最为明显, 表明这些性状随着世代的推移世代内个体间差异有趋于稳定的趋势; 株高、叶腋雌花数、枝直径性状随着世代的增加总体上表现为增大的趋势, 其中株高性状增加的规律最为明显; 其它性状的变异情况在 4 个世代间的大小关系没有明显规律。

2.2 主要性状方差分析

对北美驼绒藜的 12 个主要性状进行了世代间

表 1 北美驼绒藜不同世代变异系数分析结果
Table 1 Coefficient variation in different generations of Winterfat

性状 Trait	C ₀		C ₁		C ₂		C ₃	
	极差 Maximum difference	变异系数 CV (%)	极差 Maximum difference	变异系数 CV (%)	极差 Maximum difference	变异系数 CV (%)	极差 Maximum difference	变异系数 CV (%)
枝条长 Branch length	40.82	34.62	41.88	28.59	43.22	26.03	29.62	15.44
枝条节数 No. of nodes in branch	39	24.22	39	20.37	60	31.96	26	17.33
着生雄花节数 No. of nodes instaminate flowers	28	29.83	25	22.4	65	55.57	28	14.65
雄花穗长 Staminate flowerspanicle length	0.64	29.21	1.89	38.73	3.46	45.58	1.41	24.53
着生雌花节数 No. of nodes in Female flowers	13	28.92	13	17.2	40	43.58	22	14.82
叶腋雌花数 No. of females flowers in axil	0	0	0.7	11.23	0.7	20.5	1	18.34
再生小枝数 No. of regenerated shoots	17	84.1	32	57.92	53	70.13	43	38.92
枝直径 Branch diameter	0.15	22.94	0.39	34.84	0.25	26.92	0.3	27.16
叶长 Leaf length	2.69	28.57	2.09	20.21	1.92	16.52	1.5	16.63
叶宽 Leaf width	0.31	24.49	0.51	28.93	0.32	19.03	0.47	19.01
株高 Plant height	17	9.724	35	14.16	58	15.1	58	19.68
株幅 Plant spread	49	20.67	45	18.91	36	10.99	35	14.72

注: C₀、C₁、C₂、C₃ 分别表示不同世代的北美驼绒藜。C₀、C₁、C₂ and C₃ denote different generations of Winterfat respectively.

与世代内方差分析(表 2)结果显示: 12 个主要性状在各世代内变异都不显著, 而世代间除枝条节数和着生雄花节数 2 个性状变异不显著外, 其它 10 个性状在世代间变异程度都达到了显著或极显著水平。表明北美驼绒藜各性状变异来源主要来自世代间, 因此可以对这些世代间差异达到显著或极显著水平的性状进行相关的遗传分析。

2.3 主要性状表型、遗传变异系数及遗传力估计

表型变异系数是遗传因素和环境因素共同作用引起的变异, 遗传变异系数则说明育种群体的遗传变异程度, 是衡量性状遗传变异潜力的指标(马鸿翔等, 1995)。以 GCV 从 0~15%, 15%~30%, 30%~45% 分别表示遗传变异系数较小、中等、较大(杨庆凯, 1975),

表 2 北美驼绒藜世代间与世代内主要性状方差分析结果
Table 2 Result of variance analysis of main characteristics among and within generational of Winterfat

性状 Trait	世代间 Among generational		世代内 Within generational		误差 Error
	MS	F	MS	F	
枝条长 Branch length	844.99	5.43 * *	123.16	0.79	155.61
枝条节数 No. of nodes in branch	395.36	1.97	166.36	0.83	201.1
着生雄花节数 No. of nodes instaminate flowers	265.63	1.75	93.02	0.61	151.55
雄花穗长 Staminate flowers panicle length	4.43	13.71 * *	0.63	1.97	0.32
着生雌花节数 No. of nodes in Female flowers	502.67	9.73 * *	47.84	0.93	51.67
叶腋雌花数 No. of females flowers in axil	0.97	17.15 * *	0.04	0.68	0.06
再生小枝数 No. of regenerated shoots	926.63	5.88 * *	53.39	0.34	157.53
枝直径 Branch diameter	0.04	5.2 * *	0.01	1.18	0.01
叶长 Leaf length	1.57	4.51 *	0.53	1.52	0.35
叶宽 Leaf width	0.18	10.98 * *	0.01	0.63	0.02
株高 Plant height	5309	28.1 * *	193.12	1.02	188.91
株幅 Plant spread	702.6	4.59 *	263.93	1.72	153.23

* P<0.05, ** P<0.01。

表 3 中遗传变异系数显示: 再生小枝数、雄花穗长性状遗传变异系数较大; 株高、着生雌花节数、叶宽、叶腋雌花数、枝直径、枝条长性状遗传变异系数中等; 而叶长、株幅性状遗传变异系数较小。从表型变异系数来看, 除再生小枝数、雄花穗长、着生雌花

节数、枝直径、叶宽、株高性状变异系数为较大以外, 其它均为中等。从该实验结果可以看出, 各性状表型变异系数都大于遗传变异系数, 各性状表型变异系数和遗传变异系数总体趋势相似, 但不完全一致, 说明这些性状的遗传变异潜力较大。

表 3 主要性状遗传参数估算
Table 3 Evaluation of main characteristics
of genetic parameters

性状 Trait	表型变 异系数 PCV(%)	遗传变 异系 数 GCV(%)	广义遗 传力 h ² (%)
枝条长 Branch length	29.58	17.98	36.95
雄花穗长 Staminate flowers panicle length	63.69	39.06	37.62
着生雌花节数 No. of nodes in Female flowers	37.74	26.34	48.74
叶腋雌花数 No. of females flowers in axil	25.41	21.25	69.92
再生小枝数 No. of regenerated shoots	60.6	47.74	62.058
枝直径 Branch diameter	39.56	19.00	23.08
叶长 Leaf length	25.61	10.37	16.40
叶宽 Leaf width	31.28	24.82	62.96
株高 Plant height	31.83	27.12	72.60
株幅 Plant spread	21.21	8.01	14.25

广义遗传力为遗传方差与表型方差的比值,遗传力越大受环境的影响也就越小,它的大小体现了遗传因素和环境因素两者对性状表现的程度。从表 3 可以看出,各性状广义遗传力的大小关系为:株高 > 叶腋雌花数 > 叶宽 > 再生小枝数 > 着生雌花节数 > 雄花穗长 > 枝条长 > 枝直径 > 叶长 > 株幅,其中株高、叶腋雌花数、叶宽、再生小枝数性状具有较高的遗传力;叶长、株幅性状具有很低的遗传力;其它性状的遗传力为中等偏低。

3 讨论与结论

3.1 北美驼绒藜引种驯化主要性状遗传变异规律的探讨

数量性状的遗传规律和质量性状的遗传规律有一定的区别,数量性状主要是由多基因控制的(季道藩,1980),再加上环境条件的因素,就可能导致不同性状间变异系数有较大差异,并且不能保证某一性状的变异系数随着世代的增加而保持不变。但同一性状在不同世代间总体上还是有一定规律的,本研究结果显示,枝条长、再生小枝数、叶长、叶宽、株幅性状的变异系数总体上随世代的增加而减小,这可能是由于多年的引种驯化,使得这些性状慢慢适应了当地的环境而趋于稳定,而株高、叶腋雌花数、枝直径性状随着世代的增加总体上表现为增大的趋势,这可能是由于环境的改变而引起这些性状的不适应反应。

对北美驼绒藜的 4 个世代 12 个主要性状的方

差分析结果表明:12 个主要性状在各世代内变异都不显著,说明这些主要性状的变异来源主要来自世代间;在世代间枝条节数和着生雄花节数 2 个性状变异不显著,说明其遗传稳定性较高,其它 10 个性状在 4 个世代间变异程度都达到了显著或极显著水平,说明其世代间遗传稳定性较低。表型变异系数是遗传因素和环境因素共同作用引起的变异,遗传变异系数则说明育种群体的遗传变异程度,是衡量性状遗传变异潜力的指标。从遗传变异系数和表型变异系数看,各性状表型变异和遗传变异总体趋势相似,但不完全一致,说明这些性状的遗传变异潜力较大。

3.2 主要性状遗传变异原因的探讨

物种发生遗传变异的原因是多种多样的,总的来说可概括为遗传物质的改变引起的变异和环境引起的表型变异两类。由生物体遗传基础即基因型的改变引起的变异是可遗传的变异,在生物体发育过程中由于环境条件的改变产生的变异是不可遗传的变异。从本研究的结果可以看出:叶腋雌花数、再生小枝数、叶宽,株高性状具有较高的遗传力,初步认为其变异主要是遗传因素决定的,这些性状的变异可能是由于在有性过程中发生基因重组和基因突变,致使遗传物质发生了改变;而叶长、株幅性状遗传力较低,其变异主要是环境因素决定的,初步认为这些性状的变异可能是由于引种后生存环境的改变而引起的表型变异,这种变异可能不会遗传给后代,而是随着环境的不同而改变。

参考文献:

- 刘来福,毛盛贤,黄远樟. 1984. 作物数量遗传[M]. 北京:农业出版社,125-149
- 季道藩. 1980. 遗传学[M]. 北京:中国农业出版社,87-92
- 高之仁. 1986. 数量遗传学[M]. 成都:四川大学出版社,126-131
- An FB(安富博), Wang JH(王继和), Li DL(李得禄), et al. 2005. Experiment on container seedling nursery of *Ceratoides lanata* (绵毛优若藜容器育苗试验研究)[J]. *Inner Mongolia Fore Sci Tech* (内蒙古林业科技), 3:9-10
- Budd AC, Campbell JB. 1959. Flowering sequence of a local flora [J]. *Range Manage*, 12:127-132
- Ku E B · N Z M D(库尔班尼扎米丁), Yi J(易津), Wang XM(王学敏). 2004. Introduction of *Ceratoides arborescens* in north Xinjiang(华北驼绒藜引种试验)[J]. *Grassland of China*(中国草地), 26(1):78-81
- Liu HJ(刘虎俊), Wang JH(王继和), Li AD(李爱德), et al. 2005. Performances of *Ceratoides lanata* plants of different seed sources in arid desert regions(干旱沙区不同种源的绵毛优若藜

(下转第 73 页 Continue on page 73)

抑制剂的研究对象,结果表明在甘薯和花生中均存在着胰蛋白酶抑制剂,但它们对胰蛋白酶的抑制活

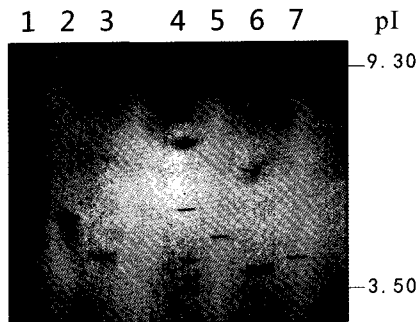


图 4 聚丙烯酰胺等电聚焦电泳图

Fig. 4 Isoelectric focusing electrophoresis patterns

加样顺序自左向右分别是 1,2,3 甘薯蛋白峰一、峰二、峰四; 4. Marker(自上而下 pI 为 9.30, 8.65, 8.45, 8.15, 7.35, 6.55, 5.85, -5.20, 4.55, 3.50); 5,6,7 花生蛋白峰一、峰二、峰三。

性有较大的差异,甘薯胰蛋白酶抑制剂的抑制比活最高可达到 2 000 u/mg,而花生胰蛋白酶抑制剂的抑制比活只有 600 u/mg。从它们的相对分子质量和等电点来看也存在一定的差异,甘薯蛋白的相对分子质量与文献报道的相近;花生蛋白的相对分子质量与文献报道的平均值 17 KD 相差较大,这可能是所采用方法提取的抑制剂是大分子或是聚合物。这说明甘薯和花生中存在的胰蛋白酶抑制剂不具有同源性。不同来源的植物材料所存在的胰蛋白酶抑制剂不仅含量有差异,而且对胰蛋白酶的抑制活性、相对分子质量、等电点等性质上也存在着较大的差异。

参考文献:

郝福英,周先碗,黄玉芝,等. 2004. 生命科学实验技术[M]. 北

京:北京大学出版社,95—106

Cheng LJ(程龙军),Guo DP(郭得平),Ge HJ(葛红娟). 2001. The special proteins in sweet potato tuber-sporamin(甘薯块根特异蛋白——Sporamin 的研究进展)[J]. *Chin Bull Bot(植物学通报)*,**18**(6):672—677

Gumbmann MR,Spangler WL,Dugan GM,*et al.* 1986. Safety of trypsin inhibitors in the diet; effects on the rat pancreas of long-term feeding of soy protein isolate[J]. *Nutritional and Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Foods*,33

Malkowicz SB,Liu SP,Broderick GA,*et al.* 2003. Effect of the Bowman-Birk inhibitor(a soy protein)on in vitro bladder neck/urethral and penile corporal smooth muscle activity[J]. *NeuroUrol Urodyn*,**22**(1):54—57

Tixier R. 1968. Isolation from peanut seeds of an inhibitor of proteolytic enzyme[J]. *Compt Rend Acad Sci (Paris)*,**266**:2 498—2 500

Troll W,Frenkel K,Wiesner R,*et al.* 1987. Protease inhibitors: possible preventive agents of various types of cancer and their mechanisms of action[J]. *Prog Clin Biol Res*,**239**:297—315

Wan ShX(万善霞),Wang WW(王碗碗),Hua J(滑静),*et al.* 2003. Research status of trypsin inhibitor in different fields(胰蛋白酶抑制剂在不同领域的研究概况)[J]. *J Beijing Agric Coll(北京农学院学报)*,**18**(2):152—155

Wen Y(文一),Zhao GH(赵国华),Kan JQ(阚建全),*et al.* 2003. The special proteins in sweet potato tuber-sporamin(甘薯贮藏蛋白研究进展)[J]. *Cereals and Oils(粮食与油脂)*,**8**:24—26

Yang XQ(杨晓泉),Zhang ShH(张水华),Li Y(黎茵),*et al.* 1998. Separation, purification and characterization of 2S protein from peanut(*Arachis hypogaea*) seeds(花生 2S 蛋白的提取分离及部分性质研究)[J]. *J South China Univ Tech (Nat Sci)(华南理工大学学报·自然科学版)*,**26**(4):1—5

Yang XQ(杨晓泉)Fang WD,(文方德),Zhang ShH(张水华),*et al.* 1998. Purification and inactivation of trypsin inhibitor from peanut(*Arachis hypogaea*) seeds(花生胰蛋白酶抑制剂的纯化及钝化研究)[J]. *Acta Nut Sin(营养学报)*,**20**(3):337—341

(上接第 65 页 Continue from page 65)

表现性比较)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin(西北植物学报)*,**25**(10):2 030—2 034

Ma HX(马鸿翔),Sheng BC(盛炳成),Dai ZL(戴子林),*et al.* 1995. Study on Genetic variability of quantitative characters of strawberry cultivars(草莓数量性状遗传变异研究)[J]. *J Fruit Sci(果树科学)*,**12**(增刊):68—72

Neilson JA. 1968. New and important additions to the flora of the southwestern Yukon Territory [J]. *Canada Can Field Natur*,**82**:114—119

Pan BR(潘伯荣),Yi LK(尹林克),Wang Y(王烨). 1991. Introduction and contrast test on three kinds of grasses grown in desert[J]. *Arid Zone Research(干旱区研究)*,**2**:8—11

Romo JT,Redmann RE,Kowalenko BL,*et al.* 1995. Growth of

winterfat fowling defoliation in Northern Mixed Prairie of Saskatchewan[J]. *Range Manage*,**48**:240—245

Woodmansee RG,Potter LD. 1971. Natural reproduction of winterfat(*Eurotia lanata*)[J]. *Range Manage*,**24**:24—30

Yang QK(杨庆凯). 1975. analysis of genetic and environmental variability of the important agronomic characters in early generations of soybean crosses(大豆杂交材料主要农艺性状早代遗传变异的试验分析)[J]. *Acta Genet Sin(遗传学报)*,**2**:225—230

Yi J(易津),Wang XM(王学敏),Wuren QMG(乌仁其木格)*et al.* 2003. Advances in the study of biological characteristics of genus *ceratoides*(驼绒藜属植物生物学特性研究进展)[J]. *Acta Agr Sin(草地学报)*,**11**(2):88—89