

黄土高原半干旱区牧草的引种

李 立 李代琼

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
(水利部)

Takematsu Tetsuo Nobumasa Ichizen Kogazawa Bava

(Utsunomiya University Utsunomiya-shi Tochigi-ken 321 Japan)

摘 要 通过1988~1995年国内外优良牧草引种选育,选出了适宜黄土高原半干旱地区生长的草种,其中尤以禾本科雀麦属无芒雀麦(*Bromus inermis*)、冰草属(*Agropyron*),野麦属(*Elymus*),豆科红豆草(*Onobrychis uiciaefolia*),沙打旺(*Astragalus adsurgens*),41个外来苜蓿(*Medicago sativa*)品种,紫草科兰菊(*Echium vulgare*),菊科草地婆罗门参(*Tragopogon pratensis*)及苋科苋菜(*Amaranthus hypochondracus*)等表现为佳。

关键词 半干旱区 牧草 引种

Pasture Introduction in the Semiarid Area of the Loess Plateau

Li Li Li Daiqiong

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

Takematsu Tetsuo Nobumasa Ichizen Kogazawa Bava

(Utsunomiya University Utsunomiya-shi Tochigi-ken 321 Japan)

Abstract By the pasture introducing experiments from 1988 to 1995, some good varieties and species that was able to adapted the environment in semiarid area of the Loess Plateau have been selected from domestic and foreign introducing pasture. The results indicated that the favorable varieties and species were grasses family- *Bromus inermis*, *Agropyron*, *Elymus* legume family- *Onobrychis uiciaefolia*, several foreign alfalfa varieties — *Medicago sativa* as well as *Tragopogon pratensis*, *Amaranthus hypochondracus* etc.

Key words semiarid area pasture introduction

1 牧草引种试验概况

为加速黄土高原植被恢复和牧业基地的建设,引种选择黄土高原半干旱地区的优良牧草,从1988~1995年共引进牧草773种(含品种),其中,日方引进664种、中方129种。日方引种

来源于日本、俄罗斯、美国、加拿大、英国、法国、叙利亚、澳大利亚、新西兰等 20 多个国家,中方引种来源于华北、西北等省区。

引种试验地设在上黄村,选择立地条件不同的 A、B、C3 处,即 A 区为没有灌水条件的平地、B 区为山地半阴坡,C 区为山地阳坡。小区面积 1988 年为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$,1989 年 $0.8\text{m} \times 0.5\text{m}$,1990 年 $1.0\text{m} \times 10.0\text{m}$,1992 年禾本科牧草 $0.5\text{m} \times 1.5\text{m}$,豆科牧草 $1.0\text{m} \times 5.0\text{m}$,播种量根据种子千粒重和发芽率的高低而定,一般每公顷播量 $15 \sim 22.5\text{kg}$ 。播期 4 月下旬到 5 月中旬。1992 年春季特别干旱,播期延到 6 月中旬。依种子大小和墒情覆土 $1 \sim 3\text{cm}$ 。采用条播、行距 $20 \sim 30\text{cm}$,出苗后注意锄草松土、防治中华鼯鼠等田间管理,为保护试验免遭破坏,在 A、B、C3 区草圃周围用刺铁丝围栏。

表 1 表明:1988 年引种 276 种,当年 A 区出苗 264 种,占总数 95.6%;B 区出苗 261 种,占 94.6%。生长 3 年的保存种数:A 区保存占总数 26.4%,占出苗种数 27.6%;B 区保存占 17.8%,占出苗种数 18.7%。1989 年引种 345 种,当年 A 区出苗 231 种,占总数 67.0%;C 区出苗 217 种,占 62.9%。生长 3 年保存种数:A 区保存占总数 32.0%,占出苗种数 48.1%;C 区保存占总数 19.4%,占出苗总数 30.8%,1990 年和 1992 年引种的当年出苗种数与生长 3 年保存种数一致。1990 年 A 区和 C 区出苗种数及生长 3 年保存种数占引种总数 A 区为 90.5%,C 区 88.6%,1992 年占引种总数 89.1%。1988~1989 年引种数与保存种数相差甚远,其主要原因:引进种多数属 1 年生,其次抗性较差,不适应当地气候条件被淘汰。

表 1 引进草种及保存数

引种年份	A 区(平地)				B 区(山地半阴坡)				C 区(山地阳坡)			
	引种数	出苗种数	调查年份	保存种数	引种数	出苗种数	调查年份	保存种数	引种数	出苗种数	调查年份	保存种数
1988	276	264	1990	73	276	261	1990	49				
1989	345	231	1991	111					345	217	1991	67
1990	42	38	1992	38					35	31	1992	31
1992	110	98	1994	98								

2 适宜黄土高原半干旱地区发展的主要牧草

2.1 禾本科牧草

2.1.1 无芒雀麦 无芒雀麦为优良牧草,1988~1992 年引进 43 个品种,保存 33 个,在 A、B、C 区生长发育均表现良好,适应性强。4 月下旬或 5 月上旬播种,平均气温 $18 \sim 20^\circ\text{C}$,20cm 土层土壤含水量 C 区为 13%左右,A 区 16%左右,播后两周即可出苗,约 40d 开始分蘖,当年生长缓慢,仅有个别枝条抽茎开花,但种子不能成熟,绝大部分枝条呈营养状态。A、B、C3 区越冬和返青率均为 100%。

(1)生长情况。由于立地条件不同,土壤水分条件差异较大(表 2),生长在平缓的 A 区比在山地阳坡 C 区要好(表 3)。第一年 C 区平均株高 $9 \sim 16\text{cm}$,A 区 $9.5 \sim 32.0\text{cm}$;第二年 C 区 $38.6 \sim 65.3\text{cm}$,A 区 $49.0 \sim 119.0\text{cm}$ 。1991 年 5 月 25~30 日,对 1988-No99、1989-No255、1990-No9、1990-No32 每日定株(10 株)连续观测,平均日生长速度依次为 1.70,1.75,1.78,1.68cm。1992 年 6 月 13~25 日对 1990-No9 连续观测 13d,日平均增长 1.1cm,高于同一条件下,生长年限相同的扁穗冰草、老芒麦等。无芒雀麦生长增速的高峰期在 5~6 月。生长周期中生活年限第 2 年为生长量的高峰期(表 4),平均株高 $49 \sim 106.7\text{cm}$,70%的品种平均株高在

表2 不同立地条件土壤水分含量 %

调查年份	土层深度(cm)	A 区						
		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
1989	0~20	13.09	6.91	7.81	13.47	12.85	14.65	12.38
	0~100	12.59	13.22	10.68	15.88	11.39	15.57	14.76
	120~200	11.77	12.86	10.26	13.15	11.40	12.21	12.06
1990	0~20	18.62	16.27	14.08	11.7	9.03	22.87	19.02
	0~100	16.72	17.07	17.16	13.03	10.95	20.52	20.40
	120~200							
1991	0~20	13.2	17.90	6.90	4.80	7.20	6.23	7.37
	0~100	17.02	17.98	11.92	11.20	10.44	9.70	9.88
	120~200	14.02	13.52	11.74	12.92	12.36	10.38	10.76
1992	0~20	9.00	9.50	15.30	21.00	19.80	13.60	16.00
	0~100	10.26	10.72	13.66	17.10	22.02	14.76	19.54
	120~200	10.28	10.00	11.46	10.20	12.68	11.60	16.52
1993	0~20	12.10	9.50	6.60	15.20	17.00	12.00	11.00
	0~100	16.96	14.28	12.68	15.98	16.00	16.16	13.34
	120~200	14.78	13.96	14.48	13.94	13.70	14.64	12.82
1994	0~20	12.70	5.00	20.30	11.90	10.20	7.80	17.50
	0~100	15.04	9.96	17.18	17.60	15.44	14.20	18.18
	120~200	12.84	11.70	12.28	12.64	13.50	11.86	12.02
1995	0~20	11.00	7.10	5.90	19.80			
	0~100	15.90	13.60	12.02	14.82			
	120~200	12.30	12.80	12.52	12.30			
B 区								
1989	0~20	13.73	5.30	7.37	7.49	17.17	12.50	12.01
	0~100	10.63	8.30	7.25	6.96	10.32	9.76	9.69
	120~200	7.57	8.64	8.40	7.59	7.69	7.90	8.20
1990	0~20	16.41	14.49	12.67	13.40	8.72	18.22	20.28
	0~100	11.32	8.77	12.06	11.44	8.03	14.34	15.37
	120~200							
1991	0~20	9.80	18.70	9.00	10.00	8.00	6.25	9.58
	0~100	12.76	13.94	11.58	10.94	9.68	9.45	8.80
	120~200	11.38	10.76	11.16	11.02	10.30	10.22	9.81
C 区								
1989	0~20	13.08	5.79	6.35	6.94	18.34	11.32	7.26
	0~100	9.21	8.04	6.46	8.65	9.79	8.64	6.75
	120~200	5.78	6.59	6.37	5.91	6.19	6.57	6.09
1990	0~20	15.34	12.91	7.94	15.00	12.06	17.99	18.43
	0~100	10.17	10.06	9.93	10.96	10.55	16.11	13.83
	120~200							
1991	0~20	12.40	17.00	7.50	7.20	7.40	5.56	6.65
	0~100	10.80	13.30	11.72	8.24	7.62	6.12	6.28
	120~200	6.60	7.60	8.16	7.96	7.36	5.29	6.46
1992	0~20	8.70	10.20	14.30	19.70	17.50	14.70	13.50
	0~100	6.54	7.98	10.06	12.98	16.20	18.82	12.94
	120~200	5.54	6.22	6.52	6.48	8.80	13.88	7.84
1993	0~20	8.00	8.90	5.90	16.00			
	0~100	11.00	10.46	7.66	13.08			
	120~200	9.88	10.32	7.44	8.46			

60cm 以上。7 月下旬到 8 月上旬,种子开始成熟,生长速度缓慢,但再生性强,8 月下旬刈割后,

生长不到两个月的再生草平均株高可达 22~44cm。

(2)产量。A 区 31 个品种多数第 1 年生长期短,生长缓慢,产量低,也有不少品种如 1990—No9、No32,1992—No9、No14 每公顷产鲜草高达 7 500kg 以上,占引种总数的 21.0%。第 2 年的产量普遍提高,每公顷产鲜草 7 500kg 以上者占引种总数的 67.7%,其中产量最高的为 1990—No32 和 No34,每公顷产鲜草高达 26 001kg 和 30 000kg,第 3 年占 20.6%,第 4 年占 15.3%、第 6 年每公顷鲜草量仅有 3 750~5 100kg。由于无芒雀麦具有发达的地下茎,随着生活年限的增加根茎不断蔓延,到第 4、5 年草皮累结,使土壤表面紧实,透水通气受阻,营养物质分解延缓,因而产量下降。A 区、C 区产量比较,除 1989—No290、No310 产量相近外,A 区产量比 C 区产量高 1 倍左右;A、B 区产量比较,A 区比 B 区高 2~7 倍多。各种品种比较,1989—No184 和 No255 以及 1990—No9 和 No32 为多年保持每公顷 7 500kg 以上的高产优良品种。

表 3 不同立地无芒雀麦生长速度比较 cm

引种编号	A 区										
	生活年限 1 年(1992 年)						生活年限 2 年(1993 年)				
	出苗期	06—26	07—25	08—26	09—26	10—16	04—23	05—26	06—25	07—25	09—23
1990—No9	5 月中旬	11.3	16.3	20.0	16.3	18.3	11.2	32.3	80.2	88.7	29.0
1990—No29	5 月下旬	5.00	12.0	16.9	14.7	15.0	6.2	27.0	81.3	81.3	44.0
1990—No32	5 月中旬	11.3	16.3	29.3	22.7	32.3	13.3	39.7	106.7	119.0	27.0
1990—No34	5 月中旬	11.0	10.7	21.8	18.5	14.3	9.5	38.0	86.7	98.0	22.3

引种编号	C 区										
	生活年限 1 年(1992 年)						生活年限 2 年(1993 年)				
	出苗期	06—25	07—26	08—27	09—26	10—19	04—24	05—26	06—25	07—26	09—24
1990—No9	5 月中旬	9.1	12.0	12.3	13.3	11.3	8.7	32.0	37.0	46.7	38.6
1990—No29	5 月下旬										
1990—No32	5 月中旬										
1990—No34	5 月下旬	10.7	10.3	17.0	16.3	9.0	5.2	17.3	45.7	55.0	65.3

表 5 表明,A 区生活年限第 1 至第 6 年的产量比较,第 2 年为产量高峰期,每公顷产干草最高可达 12 000.0kg,第 3 至第 4 年产量趋于稳定高产期,第 5 至第 6 年产量大幅度下降。种子产地来源也十分重要,例如 1992 年引进 25 个品种(表 5),其中来源于美国的有 1992—No2、8、9、11、13、14、15 七个品种,出苗整齐,除 No2 外,其它品种产草量高,尤其 No9、11、13、14、15 品种产籽量高达 960~1 320kg/hm²。来源于加拿大的有 1992—No3、4、5、6、12、16、18 七个品种,其中 No5 和 No12 没有出苗,产草量高和产籽量中等,来源于法国、叙利亚、新西兰的 9 个品种均未出苗。

无芒雀麦地下茎发达,播种当年入土深达 120cm 左右,以分布在 5~15cm 土层中居多。生活第 3 年 0~30cm 土层中根产量均大于地上部的产草量。无芒雀麦能迅速占领空间,再生力强,是与它的发达根系分不开的。

(3)饲用价值。无芒雀麦叶多茎少(表 6),25 个品种的茎叶比表明,叶子鲜重占茎叶鲜重 70%以上者达 76.0%,58.2%~70.0%占 24%。1992—88No99、89No184 叶量高达 91.0%和 90.0%。据分析无芒雀麦粗脂肪、粗蛋白含量分别为 3.65%、10.4%,粗灰分、无氮浸出物 6.8%、44.5%、粗纤维 22.5%。营养价值高,适口性好,各种家畜喜食,尤其是羊更喜欢吃。

2.1.2 冰草属 1988~1992 年,从世界各地引进 10 种 38 个品种,经筛选现保存 8 种,25 个品种。

表4 不同生活年限无芒雀麦生长速度比较

cm

生活年限 编 号	1				2			
	出苗期	7月25日	8月26日	9月25日	4月3日	5月26日	6月26日	7月25日
1990-No9		16.3	20.0	16.3	11.2	23.3	80.2	88.7
1990-No29		12.0	16.9	14.7	6.2	27.0	27.0	81.3
1990-No32		16.3	29.3	22.7	13.3	39.7	39.7	106.7
1990-No34		10.7	21.8	18.5	9.5	38.0	86.7	98.0
1992-No1	6月下旬-7月上旬	7.3	13.7	12.3	10.0	41.3	61.3	64.0
1992-No2	6月下旬-7月上旬	6.5	10.3	10.7	6.9	31.3	61.7	63.3
1992-No3	6月下旬-7月上旬	9.2	13.7	12.8	7.0	30.7	68.3	73.0
1992-No4	6月下旬-7月上旬	8.4	9.7	12.7	6.5	25.0	61.3	61.3
1992-No6	7月中下旬		8.7	9.5	6.4	17.7	50.3	53.3
1992-No7	6月中下旬-7月上旬	9.0	10.2	12.7	8.4	21.0	52.7	52.7
1992-No8	7月中下旬		11.2	13.2	6.7	22.7	48.3	51.3
1992-No9	6月下旬-7月上旬	9.8	12.7	15.7	11.0	42.7	82.7	85.0
1992-No11	6月下旬-7月上旬	9.3	11.5	16.7	10.5	37.3	73.7	74.3
1992-No13	6月下旬-7月上旬	7.7	10.3	15.0	8.4	31.3	53.7	54.3
1992-No14	6月下旬-7月上旬	9.0	14.7	16.2	8.7	34.3	73.0	73.3
1992-No15	6月下旬-7月上旬	9.0	15.2	15.7	8.8	38.3	73.3	74.7
1992-No16	6月下旬-7月上旬	7.8	11.3	14.7	8.5	26.3	60.0	60.3
1992-No18	7月中下旬		11.3	12.7	6.8	30.0	44.7	49.0
1992-No24	6月下旬-7月上旬	8.7	11.7	12.3	6.9	21.7	46.3	69.0
1992-No25	6月下旬-7月上旬	10.3	14.3	14.0	9.7	34.3	55.0	55.7
生活年限 编 号	3				4			
	4月	5月	6月	7月	5月	6月	7月	8月
1990-No9	12.2	24.3	50.7	50.7	20.3	64.3	刈割	
1990-No29	8.2	19.3	54.0	65.3	21.0	82.0	刈割	
1990-No32	7.3	33.3	66.7	73.0	16.3	77.0	刈割	
1990-No34	7.3	16.7	44.7	64.0	17.0	62.3	刈割	
1992-No1					15.3	57.0	65.7	59.0
1990-No2					17.3	55.7	61.0	62.0
1990-No3					15.7	51.3	57.7	58.0
1990-No4					14.0	49.7	58.0	57.0
1990-No6					11.3	42.0	55.3	60.0
1990-No7					11.0	31.7	44.3	52.0
1990-No8					11.7	36.0	56.0	56.0
1990-No9					10.3	48.0	59.3	53.0
1990-No11					12.3	48.0	53.7	53.0
1990-No13					12.3	44.7	45.7	49.0
1990-No14					14.7	41.0	55.0	60.0
1990-No15					13.3	41.3	52.0	52.0
1990-No16					14.3	31.0	41.0	48.0
1990-No18					11.7	41.0	44.7	54.0
1990-No24					12.0	34.0	48.7	61.0
1990-No25					12.7	36.0	48.3	57.0
生活年限 编 号	5				6			
	4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月
1990-No9	12.3	20.7	47.3	50.3	10.3	31.3	48.3	47.0
1990-No29	16.0	23.3	66.3	62.3	13.3	43.0	52.3	73.0
1990-No32	15.3	23.0	52.3	61.3	8.7	42.7	56.0	71.0
1990-No34	18.0	23.3	41.7	58.3	8.7	29.3	47.3	50.0

表 5 无芒雀麦不同品种及生活年限产量比较 kg/hm²

引种时间编号 a	1		2		3		4		
	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重	穗干重
1988—No99			5053.5	2455.5			2550.0	1399.5	
1988—No251			6045.0	2583.0					
1989—No184			8004.0	3441.0	14001.0	5920.5	14001.0	5920.5	
1989—No255			21510.0	9249.0	8001.0	3400.5	8001.0	3400.5	
1989—No256			9505.5	4087.5	5601.0	2400.0	5601.0	2400.0	
1989—No257			8505.0	3657.0	4800.0	2040.0	4800.0	2040.0	
1989—No258			15007.5	6453.0	1995.0	1039.5	2001.0	1039.5	
1989—No290			3502.5	1050.0	4800.0	2001.0	4800.1	2001.0	
1989—No309			13006.5	6373.5	6400.5	2020.5			
1989—No310			5002.5	2652.0			6801.0	2839.5	
1989—No343			6003.0	2700.0	6400.5	2980.5	6400.5	2980.5	
1990—No9	9500.0	3423.0	10401.0	4000.5	9999.0	3502.5			
1990—No29	1000.5	355.5	6801.0	3600.0	8998.5	3130.5			
1990—No32	12006.0	228.1	26001.0	12000.0	7998.0	2784.0			
1990—No34	4402.5	1567.5	30000.0	12000.0	10398.0	3987.0			
1992—No1	1041.0	360.0	6400.5	2200.5	4200.0	2001.0	4279.5	1920.0	199.5
1992—No2	1120.5	679.5	5200.5	1999.5	3040.5	1443.0	5601.0	2256.0	280.5
1992—No3	3679.5	1080.0	10800.0	5601.0	2800.5	1381.5	4960.5	2400.0	499.5
1992—No4	2400.0	880.5	6000.0	2800.5	2599.5	1291.5	7600.5	3120.0	220.5
1992—No6			8800.5	4000.5	4000.5	2050.5	5200.5	2080.5	319.5
1992—No7	3201.0	1540.5	11200.5	5601.0	2200.5	1164.0	2080.5	880.5	360.0
1992—No8	2400.0	6000.0	6000.0	2800.5	1600.5	735.0	3799.5	1600.5	199.5
1992—No9	8800.5	2901.0	16801.5	9201.0	6000.0	3157.5	4159.5	1840.5	1039.5
1992—No11	7200.0	2400.0	17200.5	9801.0	5040.0	2545.5	4480.5	2040.0	1200.0
1992—No13	5601.0	1920.0	16801.5	9760.5	5400.0	2850.0	8241.0	2959.5	1320.0
1992—No14	8001.0	2140.5	14001.0	7641.0	6000.0	3351.0	6520.5	2560.5	960.0
1992—No15	4000.5	1159.5	14001.0	6400.5	4000.5	2155.5	5443.5	2320.5	1140.0
1992—No16	7200.0	2320.5	14800.5	6801.0	48000.0	2667.0	7279.5	2520.0	679.5
1992—No18	3319.5	840.0	8001.0	4000.5	6000.0	7279.5	5280.0	2040.0	559.3
1992—No24	7200.0	2400.0	14400.0	7600.5	4000.5	2133.0	5001.0	2080.5	919.5
1992—No25	5601.0	1680.0	12000.0	6000.0	4000.5	2133.0	5121.0	2160.0	840.0

(1)生长习性。冰草属 8 种 13 个品种,从(表 7)表明生长年限第 1 年到第 3 年月生长速度比较,A 区大于 C 区,5~6 月大于其它各月,第 1 年生长速度缓慢,第 2 年为生长增速高峰,第 3 年到第 6 年比较稳定。种间生长速度比较,A、C 两区均以中间冰草和长穗冰草高生长最快,生长第 2、第 3 年 A 区分别为 130.0,128cm,85.0,97.3cm,C 区分别为 103.3,79.7cm,72.0,48.0cm。第 6 年 A 区仍以 81.0,91.0cm 名列首位。据 1992 年 6 月 13~26 日对扁穗冰草和中间冰草逐日进行定株观测,前者平均日增长 0.96cm,增长速度最快是 24 日,增高 1.5cm,中间冰草平均日增高 1.5cm,增长速度最快是 23 日,增高 3.0cm。中间冰草和长穗冰草返青后物候期比其它冰草晚两周左右,7 月其它几种冰草种子进入乳熟期,高生长基本停止,而中间冰草和长穗冰草开始扬花,高生长仍较迅速。

生长第 2 年至第 6 年的冰草属各个种的年生长速度进行比较,仍以中间冰草和长穗冰草株高生长最高,同时绝大多数种的高生长速度是以生长年限第 2 年平均植株最高。

(2)茎叶穗比。从表 8 可见,生长年限 2 年的冰草属 8 种 13 个品种叶量比较,叶量最大为粗穗冰草,占地上部总量 80.1%。依次为扁穗冰草 No1、细茎冰草、扁穗冰草 No2,鲜干比均在

表6 无芒雀麦茎叶比

引种编号	生活年限	平均单株总重(g)			茎叶比(%)			
		鲜	干	鲜干比	鲜重		干重	
					茎	叶	茎	叶
1992-No1	4	39.3	15.7	2.54 : 1	10.5	89.5	15.3	84.7
1992-No2	4	33.5	16.0	2.09 : 1	22.4	77.6	25.0	75.0
1992-No3	4	40.0	18.0	2.22 : 1	23.8	76.2	27.8	72.2
1992-No4	4	37.8	15.0	2.52 : 1	25.4	74.6	33.0	67.0
1992-No6	4	35.7	17.6	2.03 : 1	39.2	60.8	45.5	54.5
1992-No7	4	22.9	9.4	2.44 : 1	36.7	63.3	41.5	58.5
1992-No8	4	23.5	9.5	2.47 : 1	14.9	85.1	15.8	84.2
1992-No9	4	46.5	16.5	2.82 : 1	24.7	75.3	39.4	60.6
1992-No11	4	51.0	17.5	2.91 : 1	12.7	87.3	17.1	82.9
1992-No13	4	39.0	12.0	3.25 : 1	20.5	79.5	25.0	75.0
1992-No14	4	31.0	12.2	2.54 : 1	40.3	59.7	49.2	50.8
1992-No15	4	30.0	14.5	2.07 : 1	36.7	63.3	41.4	58.6
1992-No16	4	92.0	37.0	2.49 : 1	41.8	58.2	35.1	64.9
1992-No18	4	48.5	18.5	2.62 : 1	25.6	74.4	35.1	64.9
1992-No24	4	59.0	24.0	2.46 : 1	37.3	62.7	41.7	58.3
1992-No25	4	55.6	20.5	2.71 : 1	20.9	79.7	26.8	73.2
1992-88No99	4	22.0	9.5	2.32 : 1	9.0	91.0	10.5	89.5
1992-89No184	4	20.0	7.5	2.67 : 1	10.0	90.0	13.3	86.7
1992-89No255	4	46.5	20.0	2.33 : 1	25.8	74.2	32.5	67.5
1992-89No257	4	53.3	17.0	3.15 : 1	15.9	84.1	20.6	79.4
1990-No9	6	54.7	17.5	3.13 : 1	15.9	84.1	20.0	80.0
1990-No29	6	46.0	13.0	3.54 : 1	15.2	84.8	23.0	77.0
1990-No30	6	45.0	18.0	2.50 : 1	21.1	78.9	27.8	72.2
1990-No32	6	56.5	26.0	2.17 : 1	29.1	70.8	32.7	67.3
1990-No34	6	34.5	13.0	2.65 : 1	15.9	84.1	19.2	80.8

表7 冰草属牧草生活年限1~6年生长速度比较 cm

引种编号	牧草名称		1	2	3	4	5	6
			1990-09-05	1991-07-025	1992-07-29	1993-07-09	1994-07-30	1995-08-08
1990—1	扁穗冰草	A	19.8	74.7	55.7	72.3		
		C	20.3	45.0	31.7	44.7	57.2	60.0
1990—5	中间冰草	A	25.3	130.0	85.0	101.7	84.3	81.0
		C	17.0	103.0	72.0	73.0		
1990—7	西伯利亚冰草	A	21.3	78.3	64.7	80.0	55.0	50.0
		C	15.0	57.3	32.0	44.4		
1990—8	细茎冰草	A	31.0	80.0	60.3	86.0	67.0	70.0
		C	16.3	56.0	27.0	63.0		
1990—23	蒙古冰草	A	39.0	110.0	64.0	86.7	60.3	61.0
		C	21.3	64.7	45.0	62.3		
1990—27	长穗冰草	A	15.3	128.0	97.3	106.7	86.7	91.0
		C	18.0	79.7	70.0	94.3		
1989—160	粗穗冰草	A	15.0	57.0	37.0	55.7	64.0	55.0
		C	10.0	22.7	5.7(免害)	36.0		
1989—161	沙生冰草	A	20.0	52.0	42.7	55.3	54.0	46.0
		C	10.0	44.0	5.3(免害)	34.0		

2以上。叶量比例最小的有蒙古冰草,叶量仅占11.7%,扁穗冰草No3,占16.7%。由此可看出,叶量愈大,产种量愈低,粗穗冰草果穗仅占地上部总量3.9%,扁穗冰草No1占12.7%,细

茎冰草种子成熟的很少。

表 8 冰草属牧草茎叶穗比

编号 (引种编号)(播种编号)	名称	重量(干)(%)			地上部 鲜干比
		茎	叶	穗	
1990-1-No94-01	扁穗冰草	28.9	58.4	12.7	2.6:1
1990-2-No94-02	扁穗冰草	38.0	38.0	24.0	2.0:1
1990-3-No94-03	扁穗冰草	47.2	16.7	36.1	1.6:1
1990-24-No94-04	扁穗冰草	44.6	25.0	22.4	1.8:1
1990-7-No94-05	西伯利亚冰草	37.7	29.5	32.8	2.1:1
1990-8-No94-06	细茎冰草	45.8	54.2		2.3:1
1990-23-No94-07	蒙古冰草	66.1	11.7	22.2	1.7:1
1989-161-No94-08	沙生冰草	44.9	21.0	34.1	1.8:1
1989-162-No94-9	沙生冰草	40.6	24.7	34.7	1.6:1
1989-163-No94-10	沙生冰草	45.1	25.3	29.6	2.0:1
1989-160-No94-11	粗穗冰草	16.0	80.1	3.9	2.6:1
1990-27-No94-12	长穗冰草	48.4	28.2	23.4	2.3:1
1990-5-No94-13	中间冰草	47.3	33.8	18.9	1.8:1

表 9 冰草属牧草生活年限 1~6 年产草量比较 kg/hm²

生活年限		1				2			
立地条件		A		C		A		C	
引种编号	名称	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重
1990-No1	扁穗冰草	9201.0	3679.5	6000.0	2400.0	16000.5	8001.0	1999.5	1200.0
1990-No2	扁穗冰草	10806.0	4240.5	4000.5	1599	14800.5	7200.0	1999.5	1200.0
1990-No3	扁穗冰草	12801.0	4360.5	3001.5	1200.0	8400.0	4000.5	2400.0	1600.5
1990-No24	扁穗冰草	5601.0	1932.0	3199.5	1278.0	30000.0	19200.0	4800.0	2800.5
1990-No7	西伯利亚冰草	6000.0	2700.0	3001.5	1249.5	16401.0	8400.0	3600.0	1999.5
1990-No8	细茎冰草	4401.0	1569.0	3199.5	1389.0	4000.5	2800.5	1200.0	400.5
1990-No23	蒙古冰草	8001.0	2964.0	2001.0	909.0	18000.0	8800.5	3600.0	1999.5
1990-No5	中间冰草	7200.0	4713.3	5001.0	1612.5	16000.5	6801.0	13200.0	6801.0
1990-No27	长穗冰草	4399.5	1569.0	4399.5	1927.5	20001.0	6801.0	6801.0	3199.5

生活年限		3				4				6			
立地条件		A		C		A		C		A		C	
引种编号	名称	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	鲜重	干重	鲜重	干重	
1990-No1	扁穗冰草	9840	4800	3300	1386	14001	9600	1720.5	1720.5	1146	6480	4015.5	
1990-No2	扁穗冰草	4279.5	1788	1560	1312.5	5200.5	3600	259.5	1999.5	1329	4320	2599.5	
1990-No3	扁穗冰草	7521	2574	1942.5	1009.5	6000	4000.5	439.5	2040	1333.5	5200.5	3040.5	
1990-No24	扁穗冰草	9720	3415.5	3462	1767	6000	4000.5	319.5	4800	3199.5	2479.5	1560	
1990-No7	西伯利亚冰草	9720	3415.5	2440.5	1081.5	6000	3400.5	319.5	1600.5	1059	7800	4720.5	
1990-No8	细茎冰草	7521	2574	1800	922.5	8001	5601	439.5	2200.5	1518	5601	3415.5	
1990-No23	蒙古冰草	4279.5	1788	3679.5	1651.5	7200	4000.5	799.5	6000	3982.5	6448.5	2800.5	
1990-No5	中间冰草	8541	3340.5	13110	3367.5	10000.5	6000	510	4000.5	2667	4639.5	2719.5	
1990-No27	长穗冰草	11200.5	3742.5	7401	3291	22000.5	12000	1020			4000.5	2400	

(3)产量。从表 9 可见,不同生活年限的产草量 A 区均高于 C 区,以第 2 年产量比较,鲜草产草量 A 区高于 C 区 1~8 倍,干重高 1~7 倍。生活年限第 1 年产量低,第 2 年产量高,产鲜草 15 000.0kg/hm² 以上的有扁穗冰草、蒙古冰草、西伯利亚冰草、长穗冰草、中间冰草等,占总数 66.7%。产籽量以扁穗冰草最高,产量 17 205kg/hm²,其次为长穗冰草、蒙古冰草。第 6 年

草地盖度下降,产量普遍减少。

表 10 冰草属牧草营养成分比较 %

植物名称	水分	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白	粗纤维	无氮浸出物	生育期
扁穗冰草	12.8	5.8	3.35	12.5	22.5	43.1	开花期
蒙古冰草	11.6	6.0	3.00	12.6	24.3	42.5	开花期
细茎冰草	11.0	5.9	2.50	11.9	22.1	46.6	抽穗期
西伯利亚冰草	12.8	6.5	2.08	10.1	22.4	46.1	抽穗期
沙生冰草	11.9	6.4	3.72	13.5	20.4	44.1	开花期
粗穗冰草	11.1	6.8	5.00	9.7	25.5	41.9	开花期
长穗冰草	12.5	7.4	4.55	12.3	20.8	42.9	抽穗期
中间冰草	12.9	7.1	3.08	12.3	21.3	43.3	抽穗期

表 11 老芒麦和披碱草的营养成份 %

名称	水分	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白	粗纤维	无氮浸出物
老芒麦	11.1	8.0	6.25	20.9	17.3	36.5
披碱草	11.8	9.1	5.70	18.1	17.2	38.1

表 12 红豆草生活年限 1~3 年产草量 kg/hm²

生活年限		1		2		3	
播种期(1988 年)	出苗期	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重
5 月 14 日	5 月 26 日	20800.5	4650.0	34251.0	10551.0	48916.5	17199.0
6 月 15 日	7 月 4 日	11200.5	2601.0	30801.0	9121.5	44638.5	15738.0
7 月 15 日	7 月 23 日	6400.5	1200.0	10626.0	3561.0	23385.0	7795.5
7 月 25 日	8 月 7 日	3201.0	798.0	16401.0	4600.5	28173.0	9958.5
8 月 5 日	8 月 11 日	1600.5	400.0	16401.0	4200.0	26866.5	9318.0
8 月 15 日	8 月 23 日	—	—	4801.5	975.0	24079.5	7330.5

表 13 红豆草营养成分 %

名称	生育期	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	灰分	备注
红 豆 草	营养期	13.83	2.86	12.32	6.47	紫花苜蓿引自
	现蕾期	20.79	2.11	18.04	7.04	甘肃农大“草
	开花期	11.51	2.14	22.31	6.26	原工作手册”。
	成熟期	9.81	2.12	24.86	5.31	
	种子	26.23	5.30	16.14	5.65	
紫花 苜蓿	开花期	11.30	2.68	33.25	7.86	
	成熟期	9.11	3.65	29.67	9.21	

表 14 不同年限兰菊的生长速度比较 cm

生活年限	立地条件	播种期	出苗期 (1990 年)	返青期 (1991 年)	调查日期(1990 年)				
					4 月 23 日	5 月 26 日	6 月 25 日	7 月 25 日	8 月 25 日 9 月 25 日
1	A	4 月 29 日	5 月 14 日				12.7	19.0	22.0 28.0 31.3
1	C	4 月 29 日	5 月 22 日				5.3	12.3	14.2 18.0 21.0
2	A			4 月中旬	7.0	20.0	92.7	131.7	131.7 132.0
2	C			4 月上旬	10.0	11.7	37.7	53.3	76.3 76.7

(4)根系。冰草属牧草根系致密,须根发达,主要分布在 0~30cm 土层中。通过对 8 个种 13 个品种的调查结果表明,冰草属牧草的根系产量均比地上部产量高 63%~219%,由于立地条

件不同,单位面积根系产量差异较大,生长在 A 区的根系比 C 区高 1~5 倍, No2 扁穗冰草 A 区比 C 区鲜重高 7.68 倍,干重高达 11.39 倍,由于冰草属须根多而细,吸水性好,根系含水量较多,鲜干比较大,一般均在 1.9~2.8。

表 15 不同立地兰荊产草量比较 kg/hm^2

生活年限	调查时间	A 区		C 区	
		鲜重	干重	鲜重	干重
1	1990	155970.0	44562.0	26001.0	8719.5
1	1991	104005.5	12000.0		
2	1991	74002.5	14400.0	12000.0	4000.5
2	1993	10005.0	35001.0		

表 16 兰荊地上部生物产量 kg/hm^2

立地条件	调查时间	生活年限	器官	鲜重	干重	各器官占总重(%)	
				kg/hm^2	kg/hm^2	鲜重	干重
B 区	1989 年	2	茎	8311.95	4159.5	415.5	406.5
			叶	10663.8	8704.5	534.0	865.5
			花、种子	10999.5	2328.0	550.5	228.0
			合计	29975.25	15343.5	1500.0	1500.0

(5)饲用价值。冰草属牧草鲜草草质柔软,牛、羊、马各类牲畜喜食,适宜刈割期为抽穗期,延迟刈割,茎叶变粗硬,饲用价值降低。从表 10 可见,粗脂肪、粗蛋白含量以长穗冰草、沙生冰草、扁穗冰草、蒙古冰草、中间冰草较高,粗穗冰草粗脂肪含量最高,粗蛋白和无氮浸出物含量最低,粗纤维含量也最高。

2.1.3 野麦属 披碱草 (*E. dahuricus*)、老芒麦 (*E. sibiricus*) 播种当年生长缓慢,株高仅有 20~30cm,但分蘖能力强,披碱草当年分蘖 5~25 个,最长达 40 个,老芒麦 10~30 个,最长达 50 个,一般当年只抽穗开花,种子不易成熟,第 2 年才能发育完全,生活第 2 年生长速度无论 A 区或 C 区均达高峰,披碱草产量以生长第 2 年最高,A、C 两区干草产量分别达 8 001 kg/hm^2 、6 000 kg/hm^2 。老芒麦产量低于披碱草,但第 1 年到第 4 年产量趋于稳定,两种草第 6 年产量大幅度下降,仅有 300~450 kg/hm^2 。

表 17 兰荊叶子营养成分 %

生活年限	部位	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白	粗纤维	无氮浸出物
1	叶	22.7	2.05	10.5	11.8	39.3
1	根	3.2	0.72	7.3	7.7	65.8
2	叶	44.5	0.83	6.0	7.2	32.9
2	茎	11.8	0.50	2.5	36.1	40.7

表 18 草地婆罗门参营养成分 %

生活年限	采样时间	生育期	分析部位	水分	粗灰分	粗脂肪	粗蛋白	粗纤维	无氮浸出物
1	1990	营养期	茎叶		10.92	5.93	11.60		
2	1990	营养期	茎叶		11.89	5.13	9.19	19.3	45.1
1	1992	花期	叶	14.2	14.6	4.95	13.1	12.6	40.8
1	1992	花期	根	12.7	6.4	3.65	7.0	9.7	60.6

生长 4 年的披碱草,由于根系密结,土壤板结,产量下降,采用施磷酸二铵和尿素肥料试

验,分别 1hm^2 施 337.5kg、225kg、112.5kg,以不施肥为对照,施肥均可增产 2.2~3.3 倍,但披碱草对尿素的反应更敏感,尤以 1hm^2 施氮素 337.5,225kg 可增产 3.3,3.0 倍。

从表 11 可知,老芒麦营养成分中的粗脂肪、粗蛋白含量高于披碱草、且植株无毛无味,开花前期各个部位质地柔软,花期仅下部 20cm 茎秆稍硬、叶量丰富、占茎、穗总量 52%,牛、马、羊等牲畜都喜采食,披碱草茎秆所占比例较大,质地粗硬,适口性次于老芒麦。

2.2 豆科牧草

2.2.1 红豆草

(1)生物生态学特性。生物生态特性种子萌发:据观察,红豆草的种皮是由外珠被分化而成。其表皮层厚约 $50\mu\text{m}$,由单列细胞组成,这一列细胞纵向伸长,排列紧密形成栅栏层,表皮下层细胞分化成为所谓的柱状细胞,再向里面是有腔隙的几层薄壁组织细胞,细胞排列疏松,种皮透水性好。据试验,在 $20\sim 25^\circ\text{C}$ 水中浸种 2h 吸水量占风干种子重量的 57.6%,6h 可达 86.5%,在荒山和退耕坡地的试验表明,雨季(6 月下旬~7 月上旬)撒播后有 20mm 降雨量,阴雨 3d 可发芽,降雨 30~50mm,连阴雨 5~7d 即能出苗。在场圃春播(4 月中旬),0~5cm 土壤含水量 6%~8%,该层土温平均 14.7°C ,气温平均 12.2°C 的条件下,播后 4~5d 发芽,6~7d 出苗,子叶出土后 7~10d 出现第 1 片真叶,一个月可长出 6~8 片真叶。由于红豆草种皮薄,吸水快,发芽需水量少,因此,无论人工撒播或飞机播种均易发芽出苗。

生根特性:据室内观察,当红豆草种子吸水膨胀,随之胚根突破种皮开始伸长,扎入土层形成主根。主根入土后生长快,子叶出土第 1 天根长 9cm,而同期出苗的沙打旺胚根入土深仅有 1.9cm,红豆草出苗第 5 天根长可达 18cm,平均每天增长 0.6~4cm,而沙打旺增长 1.5~2.8cm。在荒山撒播生长 80d 的红豆草根长 45cm,场圃播种生长 1 个月的植株根长 38.9~46.9cm,两个月后可达 76.9~116.1cm。红豆草这种生根快,扎根深,能较早地吸收土壤水分和营养物质的能力,对于抵抗干旱是一种良好的适应性状。

红豆草地下部分与地上部分生长有一定的相关性,据调查当年播种的红豆草植株,地下部分比地上部分生长迅速。5 月 5 日播种,5 月 23 日出苗,生长仅有一个月的红豆草的根系长 40.9cm,从 6 月 23 日~7 月 24 日,即生长两个月的幼苗根系增长到 115.1cm,平均每天增长 2.5cm,为地上部分生长速度的 7.1 倍。4 月 25 日播种,5 月 10 日出苗,生长 4 个月的红豆草根长为株高的 10.6 倍。

随着红豆草生活年限增长,地上部与地下部产量相应递增,地上部总产量是地下部总产量的 2.4 倍。红豆草根系重量在土层中呈锥状体分布,其中以 0~15cm 土层中根量最大,占各土层根系总重的 58.17%~70.59%,15~30cm 土层次之,占总重 11.46%~22.83%。由于生活年限不同,其根量在各土层根系的总重中所占比例也有所不同,但生活年限 1~3 年的红豆草根系重量 80%以上分布在 0~30cm 土层内。

红豆草根系发达,不仅根量丰富,而且根瘤多。据测定,生活年限 1 年的红豆草鲜根为 $18\,262.5\text{kg}/\text{hm}^2$,2 年为 $34\,702.5\text{kg}/\text{hm}^2$,4 年为 $2\,497.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 。因此种植红豆草的土地,每年有大量残根遗留在土壤里,丰富了土壤有机质含量。

生长发育习性:红豆草的生长发育与气候条件和立地条件有密切关系。红豆草从 4 月返青即进入生长期,不同立地条件下生长速度均以 6 月为最快,平均每日增长 1.3~2.0cm,其次为 5 月,7 月生长速度减慢甚至停止。8 月份再生草的生长速度近似 5 月,立地不同土壤水分差异较大,土壤水分以草圃最高,退耕地次之,荒山坡最差,生长在草圃的红豆草最好,退耕地次之,

荒山坡最差。同时由于立地条件不同,红豆草生长发育节律有很大差异。如生长在草圃的红豆草,从出苗、现蕾、开花到种子成熟各物候期,均比生长在退耕阴坡地的红豆草物候期提前一旬左右。

开花习性:红豆草为无限花序,花期长,早春播种当年花期可达两月之久。第2年花期更长,从5月中旬至6月份开始现蕾开花到早霜来临前,现蕾、开花、结荚、种子成熟,交替进行,因此,种子成熟极不一致,6月底至7月刈割后的第2茬草于8、9月又进入开花盛期。通过对红豆草开花习性观察,说明红豆草开花顺序与花序形成的顺序是一致的,即主茎上的花序先开,分枝和侧枝的花序后开,先阳后阴开放。进入盛花期以后则同时开放。红豆草单株花序多可达128个,花序长度8~18cm,花序小花数26~134朵,多数为40~70朵。整个花序从开始到全部开放需7~19d,多数为10~16d,以第4至第8天开放最多,占开花总朵数46.7%。

据对红豆草花序一日内开放动态观察(每日从7:00~20:00点每小时观察一次,同时计录气温和相对湿度),开花动态受温度的影响较大。在晴天7:00~20:00时均有花朵开放,阴天从8:00~19:00时开放,而雨天(日降雨量19.1mm)从10:00~18:00时开放。晴天一日内开花最多达13朵,一般4~8朵,14:00为高峰,在此过程中气温22.3℃,相对湿度53%。晴天和阴天开花朵数比雨天多32%。

红豆草抗逆性强:根系发达,抗旱性强,适于在年降雨量350~600mm,年平均气温7~12℃,≥10℃积温2400~3500℃,无霜期130~180d的地区生长。甚至在全年降雨量仅有246.2mm,年蒸发量为降雨量的7.2倍的条件下,也能生长发育正常。

抗热性:据试验,将红豆草种子置于地表温度40~60℃条件下连续曝晒5~20d,其发芽率比对照高9.2%~12.5%。另将种子置于干燥箱中,在60~65℃下给予不同时间的干热处理,经7h处理的种子,发芽率为75%,经9h处理,发芽率73%,说明红豆草对高温有一定的适应性。这种生态习性是适于飞机播种和人工撒播的一种优良性状。

耐瘠薄:红豆草对土壤要求不严,无论是中性和碱性土均能生长,尤其喜在石灰质含量高的土壤上生长,在含石砾多的土壤上也能生长,这是由于红豆草根具有分泌有机酸的特征,而这种有机酸能溶解含有磷和钙的难溶化合物的结果。但是排水不畅的涝洼地,重盐碱地或质地过于粘重的土地和酸性土壤(pH<5)不宜种植。

(2)产量。红豆草以4月下旬到6月中旬播种为宜,在A区5月中旬播种,当年每公顷可收鲜干草20800.5kg、4650.0kg,越冬率高,翌年返青早,产草量高,(表12)说明随播期延迟产量递减。

(3)饲用价值。红豆草营养价值高,粗蛋白含量丰富,在各个生育期不亚于紫花苜蓿,但粗纤维含量则比紫花苜蓿低(表13)。由于它的草质柔软,故适口性好,无论青、干草或青贮,各类家畜都喜食。粉碎后的干草粉是猪的上等饲料,收种后的秸秆大家畜和羊均喜食,适口性高于苜蓿秸秆。红豆草在各个生育期含有较多的浓缩单宁,而单宁可沉淀可溶性蛋白质,能防止可溶性蛋白质在胃中产生持续性泡沫。因此,反刍家畜在红豆草地放牧采食鲜草,不会得膨胀病,这是红豆草优于其它豆科牧草最有价值的特性。

鲜干比和茎叶比:红豆草在分枝期其青饲料中含水率高,大约鲜草3.4kg可晒制成干草0.5kg,随着生育期的推移,青饲料中的含水量逐渐降低,到开花期和成熟期时,其鲜草分别为1.9kg和2.3kg即可晒制干草1kg。

红豆草茎干中空,叶片数量多,叶重占总重量的46.8%,尤其是在分枝期叶片含量可达

73.9%,至开花期保持在40%。红豆草作青饲喂家畜时,在分枝期刈割可获得最高的含叶量。

2.2.2 苜蓿

(1)生长情况:1988~1989年从国内外引进苜蓿56个品种,均可正常生长发育。在此基础上,于1992年又从英、法等国引进苜蓿49个品种,以当地表现优良的种源为新疆的大叶苜蓿、甘肃的抗旱苜蓿、宁夏的紫花苜蓿为对照(3个品种平均值)。生长速度比较,结果表明生长第1年,引进的49个苜蓿品种中,有30个品种的生长量超过对照,第2年仅有2个品种的生长量低于对照,高生长超过对照的占引种数的95.9%,最高生长量比对照高1倍多。

(2)产量。试验结果表明,引进的49个苜蓿品种,生长第1年每公顷产量有21个品种的产量高于对照,第2年有41个的产量高于对照,其中产草(干)高于对照两倍以上有17个品种,表现最好的一个品种来源于美国,每公顷产草(干)12 400.0kg,高出对照4倍多,产籽1 030.5kg,是很有发展前途的优良苜蓿品种。

2.3 紫草科

兰蓟:为紫草科2年生草本植物,从美国引进,8年试验表明,兰蓟适于半干旱丘陵区生长,不仅是优良牧草,也是保持水土、绿化荒山荒坡的优良草种。

生长发育:兰蓟4月下旬或5月上旬播种,耕作层土壤水分保持在10%~18%,平均气温10℃以上,播后两周出苗,据观察,由于立地条件不同,土壤含水量差异显著,从而影响到播种后的出苗时间,如1990年4月下旬降水23.3mm,5月上旬又降水1.9mm,耕作层土壤水分A区为15.3%,C区14.3%,4月29日播种, A、C两区分别于5月14日和5月22日开始出苗。而1992年6月5日播种的兰蓟,由于干旱无雨,3~5月耕作层土壤水分A区8.6%,C区7.9%,一直到6月才降雨,特别在6月25日降雨23.3mm,6月30日土壤水分A、C两区分别提高到15.9%和13.8%,7月1日开始出苗。

兰蓟4月上旬返青,5月下旬抽枝,6月上旬开始现蕾,6月中旬开始开花直到11月上旬仍有花蕾开放,7月上旬种子开始成熟。多年观察,兰蓟的越冬返青率均达100%。种子成熟自然落种,发芽出苗。

叶子生长情况:兰蓟生长第1年,复叶平均长度A区31.3cm,C区21.0cm,单株平均有复叶A区约35片,C区25片,生长第2年,平均株高A区132.0cm,C区76.7cm。兰蓟生活第1年,主要是基生叶增加,第2年抽枝,表14说明高生长速度以6~7月为高峰。1991年5月17日~7月9日对生长2年的兰蓟基生叶增长情况进行定株观察,5月17日~5月30日平均日增长基生叶3片,6月上旬开始抽枝,基生叶增长缓慢,日增长平均不到2片,7月中旬开始现蕾,开花、基生叶增长停止。

产草量:表15说明兰蓟生长第1年每公顷产鲜干草A区为155 970kg~144 005.5kg,44 562kg~12 000.0kg,C区为26 001.0kg,8 719.5kg;第2年每公顷产鲜干草A区为74 002.5kg~100 005.0kg,14 400kg~35 001.0kg,C区为12 000.0kg,40 005.0kg。A区产籽量为1 890.0kg/hm²。生长第2年地上部各器官生物量(干重)分配为:花穗占36.0%,花枝茎秆占16.3%,叶占47.7%。茎、叶、穗的鲜干比分别为3.8:1,2.3:1。表16说明在B区生长第2年的兰蓟,地上部生物量各器官产量之比,以叶子干重产量最高,占总重量57.7%。表15说明A、C区生活年限第1~第2年产草量干重比较,44 562.0kg/hm²>8 719.5kg/hm²,14 400.0kg/hm²>4 000.5kg/hm²,A区产量高于C区且与土壤水分状况密切相关。

兰蓟主根发达,侧根、须根很少。主根色泽随入土深度而由褐紫色变为紫色、紫白色。生长

1~2年的主根地茎粗多为1.5~2.8cm,最粗3cm。

饲用价值:兰蓟生长第1年复叶繁多叶嫩柔软,牛、马、骡、羊等家畜均喜采食。表17表明,兰蓟叶子粗灰分含量较高,达22.7%~44.5%,有丰富的矿物质,同时有较高的可溶性化合物和粗蛋白,粗纤维含量很低,且根、茎、叶均含有丰富的营养,故有较高的营养价值。

2.4 菊科

草地婆罗门参为菊科2年生草本植物,原产苏联中亚地区,从美国引进,8年试验表明,它是半干旱丘陵区有发展前途的优良牧草。

生长发育:草地婆罗门参早春播种,播后1~2周出苗,当年不抽枝开花,只完成营养生长,翌年4月中旬返青,5月上中旬抽枝、现蕾、开花,6月下旬种子开始成熟。成熟的种子随风飘扬,遇雨或土壤墒情好,7~8月即可出苗,并能安全越冬。生活第1年地上部生长缓慢,但根系生长迅速,主根平均长90~102cm,侧根及须根主要分布在7~20cm土层中。根乳白色,在周皮层与韧皮部间分泌有粘性白色乳浆。生长第1年生长缓慢,最高株24.0cm,在A、C两区1990年调查产量干重仅有1159.5,736.5kg/hm²。第2年生长速度加快,最高株可达60.0cm, A、C两区产量(干重)分别为2296.5,2601.0kg/hm²。1992年2年生产量(干重)A区高达6000kg/hm²。由于鸟类刨根,特别在坡地危害严重,1992年C区产量(干重)仅有400.5kg/hm²。

饲用价值:草地婆罗门参茎叶柔软,根鲜食味美,粗脂肪含量较高,营养期最高可达5.93%表18。根部无氮浸出物含量也较高,粗纤维含量很低,草质营养丰富,适口性好,无论鲜草或干草家畜均喜采食,尤以骡、驴、牛、羊喜食。

2.5 苋科

苋菜,又名籽粒苋、千穗谷、西粘谷等。1年生草本。原产美国,我国栽培历史悠久,种类多,有食用、药用、观赏种,作为牧草是最好的优质饲料。

生物学特性:籽粒苋抗逆性强,尤以抗旱、耐碱、耐瘠薄,年降雨量300~400mm,生长发育正常。墒情好、出苗40多天开始分枝,约20d开始现蕾,花期7月中旬到10月上旬,开花时间较长,生育期约150~180d,生长速度快,生长盛期每天平均高生长3cm以上,光合效率高,生物量大,每公顷产鲜草为45000~60000kg/hm²,1年可刈割两次,刈割时应在茎基部保留5~6叶节,因籽粒苋腋芽可发育成分枝的特性。

饲用价值:籽粒苋的籽粒和茎叶中含有优质蛋白、赖氨酸、矿物质和微生素含量异常丰富,据中国农科院作物所对饲用籽粒苋营养成分分析表明(%干重)蛋白质含量:籽粒为14.87,叶子28.31,茎15.57,赖氨酸:籽粒0.92,叶子0.72,茎0.22。由此说明籽粒苋不仅适应性广,抗逆性强,光合效率高,产量潜力大,而且营养丰富,是一种优质的粮、饲兼用植物。

表现好的优良草种还有:豆科牧草中的红三叶(*Trifolium pratense*),国外引进3个种48个品种均不能正常生长发育,唯独来源于甘肃天水的品种,经8年观测,抗寒性逐年提高,越冬率由生长的第1年5%到第5年可达70%以上,鲜草产量每公顷9555.0kg。百脉根(*Lotus corniculatus*)、里奥百脉根(*Lotus*)、返青早、落叶晚、枝繁叶茂、干重产量每公顷18450.0kg,根系强大,入土深达2m多,虽性喜温暖湿润气候,但有较强的抗旱能力,可适应当地干旱气候。禾本科多年生牧草表现好的还有窄颖赖草(*Elymus angustus*)、俄罗斯野麦草(*Elymus junceus*)羊茅(*Festuca ovina*)、苇状羊茅(*F. arundinacea*)、紫羊茅(*F. rubra*)、牛尾草(*F. pratensis*)、草地早熟禾(*Poa pratensis*)、新麦草(*Psathyrostachys juncea*)等。