

文章编号: 1007-0435(2001)03-0218-05

柴达木盆地弃耕盐碱地紫花苜蓿 生物量季节动态*

彭宏春¹, 牛东玲¹, 李晓明², 杨慧青², 祁迎林², 费迎霞²

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001; 2. 青海省海西州草原站, 德令哈 817000)

摘要: 研究柴达木盆地二龄、三龄混播与单播紫花苜蓿群落地上生物量、生长速率、株高、盖度的季节动态变化, 结果表明, 三龄紫花苜蓿生物量、生长速率均高于二龄, 但株高间差异不显著($P > 0.05$)。混播的盖度高于单播、三龄的盖度高于二龄。混播苜蓿的牧草保持稳定比例, 单播则变化较大。

关键词: 柴达木盆地; 紫花苜蓿; 生物量; 混播; 单播

中图分类号: S541.9 **文献标识码:** A

The Seasonal Dynamics of Biomass of the *Medicago sativa* Communities on the Adandoned Arable Land of Chaidamu Basin

PENG Hong-chun¹, NIU Dong-ling¹, LI Xiao-ming², YANG Hui-qing², QI Ying-lin², FEI Ying-xia²

(1. Northwest Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China;

2. Haixi Grassland Station of Qinghai Province, Delingha 817000, China)

Abstract: By analyzing the above-ground biomass and the growth rate of that of the *M. sativa* communities, and the plant height of *M. sativa*, and the coverage of the communities in the Chaidamu Basin, the author concludes that the above-ground biomass and growth rate of *M. sativa* communities in the third crop year are more than those of *M. sativa* communities in the second crop year; there isn't significant difference among the plant height of *M. sativa* communities ($P > 0.05$); the coverage of the mixed sowing communities is more than that of the monosowing communities; the proportion of the available grass of the mixed sowing communities keep stable, that of the monosowing communities unstable.

Key words: Chaidamu Basin; *Medicago sativa*; Biomass; Mixture sowing; Monosowing

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是世界上分布非常广的多年生豆科牧草, 其营养价值居牧草之首, 有“牧草之王”的美称, 在我国已有 2000 多年的栽培历史^[1]。对于苜蓿的研究, 前人已经做了大量工作^[2-5]。但是, 有关苜蓿在青藏高原柴达木盆地退化生态系统弃耕地生长状况的报道尚不多见。本文根据国家“九五”科技攻关计划项目《柴达木盆地可持续发展重大问题研究》子专题——《畜牧业与生态环境协调发展示范研究》的部分研究内容。观察和测定紫花苜蓿在柴达

木盆地次生盐渍化弃耕地生长发育特征及其生物量动态, 揭示不同农业技术措施对紫花苜蓿生长发育的影响, 为实施西部大开发, 退耕还林还草及退化生态系统的恢复与重建提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 自然概况

试验区设在青海省海西州德令哈市尕斯库勒农场境

收稿日期: 2000-10-12; 修改日期: 2001-03-15

* 国家“九五”攻关计划项目(97-924 02-03)资助

作者简介: 彭宏春(1971), 男, 在读硕士研究生, 从事植物生态学研究

内(属于州草原站用地),位于德令哈巴音河流域东南部,属巴音河冲积洪积和尕斯库勒湖相沉积的交接处,地势呈西北高东南低,海拔2800 m。年均气温2.8℃,年辐射量693.33 KJ/cm²,日照时数3182.8 h,≥0℃年积温2363.9℃,约216 d,≥10℃积温660.0℃,约113 d,无霜期90~110 d,干燥度2.4。年均降水量181.8 mm,主要集中在6~8月,占全年的58.36%,年蒸发量2370.0 mm。平均风速3.0 m/s,年大风日数44.1 d。土壤类型为盐化耕灌棕钙土,多数土壤耕层含盐量在0.54~4.0%之间,盐渍化严重地段有2 cm左右的盐壳。盐分主要组成为氯化物-硫酸盐,pH值约8.28。由于长期大水漫灌,而无排水设施,导致地下水位上升,地表盐渍积累显著。示范区为多年弃耕的撂荒地,植被稀疏,毒杂草丛生,植被覆盖度仅15%,主要植物种为刺儿菜(*Cirsium setosum*),阔叶独行菜(*Lepidium latifolium*)和芦苇(*Phragmites australis*)等。

1.2 供试材料

紫花苜蓿种子为1997年从陕西省榆林县引进,发芽率88%。

1.3 耕作技术

试验地于1997年冬灌,1998年春耕翻(耕深30 cm)后,用圆盘耙耙磨一遍,机械条播后镇压。

1.4 试验设计

1.4.1 单播苜蓿(播种量22.5 kg/hm²)与过磷酸钙(300 kg/hm²)和二胺(187.5 kg/hm²)混合后条播。

1.4.2 混播苜蓿(播种量22.5 kg/hm²)与青海甜燕麦(*Avena sativa*)(播种量112.5 kg/hm²)、过磷酸钙(300 kg/hm²)和二胺(187.5 kg/hm²)混合后条播。

1.4.3 单播、混播苜蓿于1998年4月24日播种,行距20 cm,播深2.5~4.0 cm。苗期(1998年6月中旬)追施尿素150 kg/hm²。三龄单播苜蓿在2000年6月上旬追施尿素75 kg/hm²,三龄混播苜蓿在2000年7月上旬追施尿素75 kg/hm²。全年灌溉2~3次,在生长期不除草。

1.5 测试项目

1.5.1 生物量 苜蓿于4月20日返青,在5~8月,每月22日采用收获法测定生物量,选取有代表性的5个样方(0.5 m×0.5 m),称鲜重,风干至恒重后称风干重。文中生物量以风干重计。

1.5.2 群落组成 2000年9月2日随机选取面积为5.0 m×0.5 m的样条,将其均分为10个0.5 m×0.5 m的小样方,重复2次,共计20个,分别调查植物种类组成及其分盖度和株高。

1.5.3 对照 试验前,选取1 hm²与处理区相似的地段为对照组,不进行耕翻、施肥等措施,保持原有植被,测定项目同上。

1.6 数据处理

1.6.1 测度方法

$$\text{优势度} = (\text{相对盖度} + \text{相对频率}) / 2 \quad (1)$$

Shannon 信息多样化指数(H')

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i) \quad (2)$$

$$\sum \text{生长速率}(G) \quad G = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \quad (3)$$

$$\text{Pielou 的均匀度指数}(E) \quad E = H' / \ln(s) \quad (4)$$

式中 P_i 为第*i*种优势度, W_1 为 T_1 时间生物量, W_2 为 T_2 时间生物量, s 为种*i*所在样方的物种总数。

1.6.2 采用方差分析处理试验数据

2 结果与分析

2.1 群落结构分析

单播和混播三龄紫花苜蓿(下称苜蓿),群落组成见表1、2。

2.1.1 三龄混播苜蓿主要由16种植物组成,隶属7科15属。白花草木樨(*Melilotus albus* Desr.)和苜蓿作为群落的优势种,其优势度占总优势度的45.49%,均匀度指数 $E=0.8258$,多样性指数 $H'=2.2896$ (表1)。

2.1.2 三龄单播苜蓿群落主要由13种植物组成,隶属7科13属。苜蓿为优势种,其优势度占群落总优势度的56.67%,均匀度指数 $E=0.6050$,多样性指数 $H'=1.5518$ (表2)。

结果表明,无论是植物种数,均匀度指数、多样性指数,混播苜蓿群落均高于单播苜蓿。

表1 三龄混播苜蓿群落组成

Table 1 The structure of mixture community in the third crop year

植物名称 Species	相对盖度(%) Coverage	相对频度(%) Frequency	优势度(%) Dominance	多样性指数 H'
白花草木樨 <i>Melilotus albus</i> Desr.	42.25	11.46	26.86	0.3531
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	24.52	12.74	18.63	0.3131
苦马豆 <i>Sphaerophysa salsula</i> (Pall.) DC.	7.77	7.01	7.39	0.1925
微药碱茅 <i>Puccinellia micrantha</i>	7.36	12.74	10.05	0.2309
刺儿菜 <i>Cirsium setosum</i> (Wild.) M. B.	4.88	11.46	8.17	0.2047
宽穗赖草 <i>Leymus ovatus</i> (Trin.) Tavel.	3.19	3.18	3.19	0.1098
芦 苇 <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin	2.93	11.46	7.20	0.1894
乳 苣 <i>Mulgedium tataricum</i> (L.) DC.	1.50	6.37	3.93	0.1273
苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i> L.	1.28	5.10	3.19	0.1098
西伯利亚滨藜 <i>Atriplex sibirica</i> L.	1.05	3.82	2.44	0.0905
多裂蒲公英 <i>Taraxacum dissectum</i> (Ledeb.) Ledeb.	0.90	3.18	2.04	0.0795
钝叶独行菜 <i>Lepidium sibiricum</i> Balm	0.79	3.18	1.99	0.0779
白茎盐生草 <i>Halogeton arachnoides</i> Moq.	0.64	2.55	1.59	0.0660
鹅绒萎陵菜 <i>Potentilla anserina</i> Linn.	0.45	1.91	1.18	0.0524
扁 蓄 <i>Polygonum aviculare</i> Linn.	0.38	3.18	1.78	0.0718
阔叶独行菜 <i>Lepidium latifolium</i> Linn.	0.31	0.64	0.37	0.0209
合 计 Total	100.00	100.00	100.00	2.2896

表2 三龄单播苜蓿群落组成

Table 2 The structure of the monosowing community in the third crop year

植物名称 Species	相对盖度(%) Coverage	相对频度(%) Frequency	优势度(%) Dominance	多样性指数 H'
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	88.61	24.69	56.67	0.3219
微药碱茅 <i>Puccinellia micrantha</i>	3.95	22.22	13.09	0.2661
刺儿菜 <i>Cirsium setosum</i> (Wild.) M. B.	2.40	12.35	7.37	0.1922
白花草木樨 <i>Melilotus albus</i> Desr.	1.55	3.70	2.63	0.0956
扁 蓄 <i>Polygonum aviculare</i> Linn.	1.51	16.05	8.78	0.2136
芦 苇 <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin	0.67	4.94	2.80	0.1002
乳 苣 <i>Mulgedium tataricum</i> (L.) DC.	0.35	2.47	1.41	0.0601
白 藜 <i>Chenopodium album</i> L.	0.40	6.17	3.29	0.1122
多裂蒲公英 <i>Taraxacum dissectum</i> (Ledeb.) Ledeb.	0.18	2.47	1.32	0.0573
窄颖赖草 <i>Leymus angustus</i> (Trin.) Pilger	0.13	1.23	0.68	0.0340
鹅绒萎陵菜 <i>Potentilla anserina</i> Linn.	0.09	1.23	0.66	0.0332
老芒麦 <i>Elymus sibiricus</i>	0.09	1.23	0.66	0.0322
平车前 <i>Plantago depressa</i> Wild.	0.04	1.23	0.64	0.0322
合 计 Total	100.00	100.00	100.00	1.5518

2.2 生物量季节动态

生物量的高低反映植物群落光合产物积累的大小,是生产力的度量,体现群落的功能。为此,通过苜蓿生物量动态测试和分析,揭示其在柴达木盆地早寒条件下生长发育和生物量形成规律,为总结苜蓿栽培技术和草产业化生产提供科学依据。

2.2.1 单播和混播二龄、三龄苜蓿于4月20日返青,5月份生长缓慢,干物质积累较少。随着气温的升高和水肥条件的好转,干物质积累加快,到8月下旬达到最大值,其中二龄混播苜蓿生物量为958.4 g/m² (1999年8月)、二龄单播苜蓿为725.6 g/m²、

三龄混播苜蓿为1641.6 g/m² (2000年8月)、三龄单播苜蓿为1558.0 g/m²。(图1)

2.2.2 二龄混播苜蓿返青后,生物量始终高于二龄单播苜蓿,7月,混播与单播生物量差异极显著(P<0.01),分别为694.4 g/m²和325.6 g/m²,前者是后者的2.13倍。由于二龄混播苜蓿在建植当年,与青海甜燕麦共生,当年燕麦生长快,长势良好,盖度大,减少了土壤水分蒸发和表土盐分积聚,对苜蓿起到遮阴保护作用,提高了苜蓿的耐盐碱能力,加之6~8月降水和灌溉较多,促进幼苗生长,越冬力显著增强,为翌年的返青和生长创造了良好的条件。

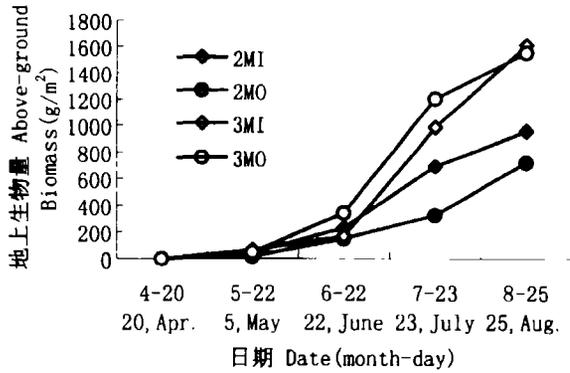


图1 生物量季节动态

Fig. 1 The seasonal dynamics of the biomass

注: 2MI 代表二龄混播; 2MO 代表二龄单播; 3MI 代表三龄混播; 3MO 代表三龄单播。

Note: 2MI indicates mixture sowing in the second crop year; 2MO indicates monosowing in the second crop year; 3MI indicates mixture sowing in the third crop year; 3MO indicates monosowing in the third crop year.

2.2.3 从三龄混播和单播苜蓿生长曲线可以看出, 季节动态变化趋势与二龄苜蓿变化趋势相似, 但生物量各异。5月和8月三龄混播苜蓿生物量均高于单播, 而6月和7月三龄单播苜蓿生物量均高于三龄混播, 这是由于二者的施肥时间不同所致。

三龄单播苜蓿产草量高于二龄单播苜蓿, 是后者的1.9倍。因为苜蓿在生育第一年, 生物量随着生育年龄的增大而增加^[6,7,8]。混播苜蓿产草量高于单播苜蓿, 是后者的1.3倍(图2)。

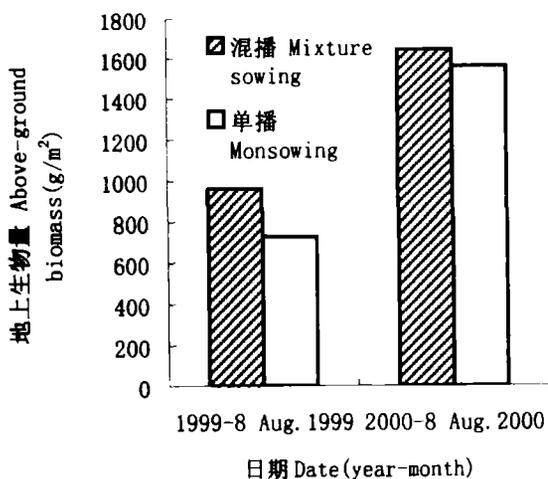


图2 混播、单播苜蓿产草量年际动态

Fig. 2 The annual dynamics of the yield of mixture and monoculture communities in alfalfa

2.3 生物量增长速率季节动态

紫花苜蓿从4月20日开始返青, 以当时的生物量作为0值处理, 计算各月的增长速率(图3)。

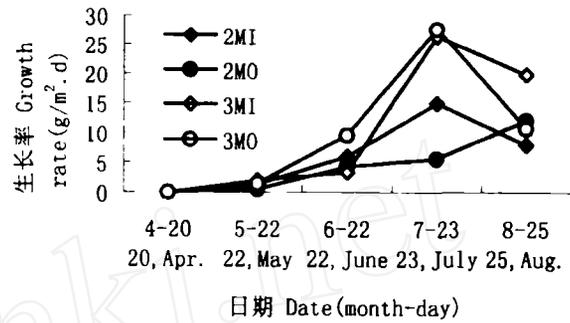


图3 生长速率季节动态

Fig. 3 The seasonal dynamics of the growth rate of above ground biomass

注: 2MI 代表二龄混播; 2MO 代表二龄单播; 3MI 代表三龄混播; 3MO 代表三龄单播。

Note: 2MI indicates mixture sowing in the second crop year; 2MO indicates monosowing in the second crop year; 3MI indicates mixture sowing in the third crop year; 3MO indicates monosowing in the third crop year.

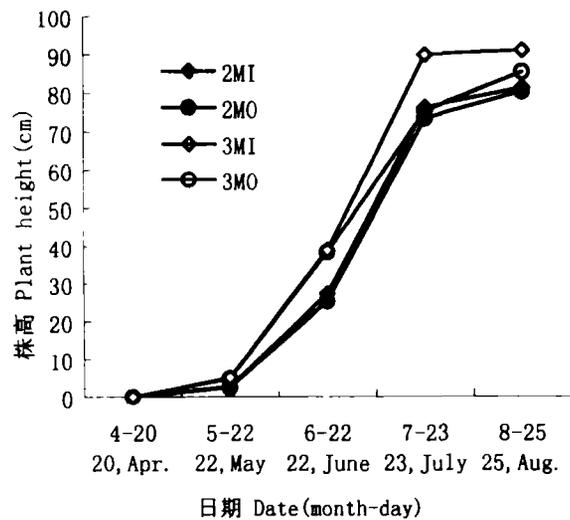


图4 株高动态变化

Fig. 4 The dynamics of plant height of *M. sativa*

注: 2MI 代表二龄混播; 2MO 代表二龄单播; 3MI 代表三龄混播; 3MO 代表三龄单播。

Note: 2MI indicates mixture sowing in the second crop year; 2MO indicates monosowing in the second crop year; 3MI indicates mixture sowing in the third crop year; 3MO indicates monosowing in the third crop year.

2.3.1 二龄、三龄混播苜蓿和三龄单播苜蓿的生物量增长速率曲线呈低—高—低的规律, 而二龄单播

苜蓿则一直呈增加趋势。7月和8月是苜蓿生物量积累高峰,此时生物量积累的速度对当年产草量是关键性影响因素。(图3)

从二龄、三龄混播苜蓿和三龄单播苜蓿生物量增长速率曲线来看,返青初期增长速率缓慢,随着时间的推移,逐步加快,7月下旬达到最大值(二龄混播苜蓿 $14.94 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 、三龄混播苜蓿 $26.33 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 、三龄单播苜蓿 $27.68 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$)。增长速率分别为二龄混播苜蓿 $7.55 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 、三龄混播苜蓿 $12.93 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 、三龄单播苜蓿 $12.27 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

2.3.2 二龄单播苜蓿的生物量增长速率季节动态变化与其它三个处理有所不同,在初期增长速率较低,而后不断加快,在8月达到最大值($12.12 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$),然后开始下降。增长速率为 $5.71 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。之所以出现两种不同变化,是由于混播苜蓿在建植当年,与青海甜燕麦共生,促进了幼苗生长,提高了越冬能力等原因,为翌年返青和生长创造了良好的条件,迅速进入生殖生长。而二龄单播苜蓿仍处于营养生长阶段,尚未进入繁殖阶段,只开花不结实,生物量增长速率不断增加。到第3年(三龄单播苜蓿),7月进入生殖生长阶段,8月种子开始成熟,干物质积累减少。

2.4 株高和盖度季节动态

株高是构成苜蓿产草量的重量因素。柴达木盆地干旱少雨,苜蓿的分枝多直立,该结果与陈布圣的研究结果相似^[9]。

2.4.1 试验区的苜蓿,4月20日返青后,株高随着气温的升高逐渐增高,到8月下旬达到最大值。在生长季节,苜蓿的株高生长曲线呈S型,遵循慢—快—慢的变化规律,不同处理间苜蓿株高差异不显著($P > 0.05$)。株高与生物量相关分析结果表明。四个相关系数 $r > r_{0.05(3)} = 0.878$,说明株高与生物量呈显著正相关($P > 0.05$)(图4)。

2.4.2 二龄、三龄混播和单播苜蓿的盖度变化与株高相似,遵循慢—快—慢的变化规律。三龄苜蓿在每个月的盖度均高于二龄苜蓿,前者为77.5%,后者为62%。在同一年,混播苜蓿的盖度均高于单播(表3)。

2.5 牧草比例季节动态

将单播、混播苜蓿按利用价值划为两类,即可利用牧草与不可利用杂草(表4)。

三龄单播苜蓿的可利用牧草比例最高(96.37%),二龄单播苜蓿最低(75.38%),年际间变化较大。混播苜蓿可利用牧草比例年际间变化不大,其中二龄混播苜蓿为92.17%、三龄为92.14%(表4)。

表3 盖度季节变化动态(%)

Table 3 The seasonal dynamics of the coverage(%)

群落类型 Community types	5月 May	6月 (Jun.)	7月 (Jul.)	8月 (Aug.)	平均值 (Average)
二龄单播苜蓿 Monoculture in the second crop year	13	62	67	89	58
二龄混播苜蓿 Mixture in the second crop year	15	67	88	93	66
三龄单播苜蓿 Monoculture in the third crop year	20	86	98	100	76
三龄混播苜蓿 Mixture in the third crop year	42	77	98	100	79

表4 生物量比例季节变化动态(%)

Table 4 The seasonal dynamics of the proportion of available grass to unavailable forbs(%)

年度 year	群落类型 Community types	项目 Items	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	平均值 Average
1999	二龄单播苜蓿 Monosowing in the second crop year	可利用 Available	80.39	59.25	71.55	90.34	75.38
		不可利用 Unavailable	19.61	40.75	28.45	9.66	24.62
	二龄混播苜蓿 Mixture sowing in the second crop year	可利用 Available	94.54	92.56	92.09	89.50	92.17
		不可利用 Unavailable	5.46	7.44	7.91	10.50	7.83
2000	三龄单播苜蓿 Monosowing sowing in the third crop year	可利用 Available	94.05	93.42	98.68	99.33	96.37
		不可利用 Unavailable	5.95	6.58	1.32	0.67	3.63
	三龄混播苜蓿 Mixture sowing in the third crop year	可利用 Available	93.69	86.68	95.60	92.58	92.14
		不可利用 Unavailable	6.31	13.32	4.40	7.42	7.86

(下转 242 页)

低,特别是苜蓿初苗期表现尤为明显。盆栽试验结果表明,苜蓿适宜的播种深度在沙土、沙质壤土为3 cm,土质较粘的粉壤土为2 cm。苜蓿播种深度应视土壤墒情而定。如果土壤墒情好,为了出好苗应尽量浅播。如果墒情稍差或墒情好,天气干燥,应适当深播一些。

3.2 苜蓿播种还应视天气而定。因为大雨对苜蓿出苗有很大的抑制作用,但毛毛细雨则对出苗较为有利。由于我国属于季风气候,夏季天气多变,且多大雨和连雨,所以苜蓿播种一般应选择在春季和秋季。如果播种后遇大雨,出苗则受抑制,对此可采取浅耙措施以提高苜蓿出苗率。

(上接 222 页)

参考文献

- 李伦良. 苜蓿史话[J]. 中国草原与牧草杂志, 1984, (1): 70~72
- 耿华珠, 李聪, 李茂森. 苜蓿耐盐性鉴定初报[J]. 中国草地, 1990, (2): 69~72
- 乔海明. 苜蓿不同年份产量相关及通径分析[J]. 中国草地, 1990, (3): 43~44
- 洪绶曾, 吴义顺, 程渡等. 培育和发展适于我国半干旱草原的放牧型苜蓿[J]. 中国草地, 1990, (5): 42~44
- 赵哈林. 甘肃人工草地的栽培制度及其展望[J]. 中国草地, 1990, (5): 45~48
- 吴勤, 宋杰, 牛芳英. 紫花苜蓿草地上生物量动态规律的研究[J]. 中国草地, 1997, (6): 21~24
- 内蒙古农牧学院. 牧草及饲料作物栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1985. 102
- 吴国芝. 关于山区如何种好苜蓿[J]. 草与畜杂志, 1987, (1): 6~8
- 陈布圣. 牧草栽培[M]. 上海: 科学出版社, 1959. 51~71

会 讯

由中国草原学会主办的新世纪我国首次草业综合性大会“中国国际草业发展大会暨中国草原学会第六届代表大会(学术及产业化研讨会)”将于2002年5月20—24日在北京召开,其宗旨是通过对国内外现代草业(地)科学技术的交流、研讨、参观、考察、展览、洽谈,推广新品种、新技术、新机械、新产品,增进国际交流与合作,架起管理者、科学家、企业家间沟通的桥梁,为中国农业结构调整和可持续发展、城乡的美化、绿化和净化以及生态环境保护提供技术保障,为2008年北京绿色奥运和加入世贸组织后中国草业发展提供技术支撑。其主要内容有学术交流(草地畜牧业与农区草业;草坪与园林绿化;草地生态与环境治理;草业产业化、政策、发展战略等)、产业论坛、参观考察、展览(草种、草产品、园林机械、工具、牧草生产、加工机械、设备、肥料、农药、信息技术等)、学会组织建设及青年优秀论文评选等,欢迎草业及相关行业科研、教学、管理工作及企业家们踊跃投稿,同时也欢迎企业、事业单位赞助支持大会,大会将全程为支持单位宣传、服务。

中国草原学会秘书处

地 址: 北京市海淀区圆明园西路2号中国农业大学 中国草原学会
邮 编: 100094 电话: 010-62891666 62892799 传真: 010-62892799
联系人: 周 禾 沈 广(13801235378)
E-mail: csgrass@public.bta.net.cn
zgcybj@sina.com