

暖温型与中温型草原共有植物种生长特性的比较

杨 持¹, 贾志斌¹, 韩向红², 洪 洋³

(1. 内蒙古大学生态与环境科学系, 呼和浩特 010021; 2. 内蒙古满洲里市环境保护监测站, 满洲里 021400; 3. 内蒙古呼伦贝尔盟环境监测中心站, 海拉尔 021008)

摘要:在我国北方暖温型草原和中温型草原各选择一个草原监测站点, 应用 Hunt 提出的生长分析指标, 对两个站点的大针茅、羊草、糙隐子草、达乌里胡枝子和阿尔泰狗娃花 5 个共有种的生长特性进行了对比研究, 结果表明: 5 个共有种在暖温型草原和中温型草原两个站点的叶绿素含量、单位叶速率、叶面积比率、叶面积干重比、都表现出很大差异; 中温型草原植物种的叶绿素含量均高于暖温型草原, 中温型草原的单位叶速率相对的高于暖温型草原。叶面积比率和叶面积干重比两个站点的数值有较大的差异, 如同一种植物在同年同月的叶面积干重比就相差很大, 这是长期在不同水热组合条件下形成的差异; 而且这两个指标明显受水热状况的影响, 不同年份表现出较大的可塑性。同时这些指标也存在季节上的波动。显示出温度驱动因素及其水热组合条件对不同热量型草原区域共有植物种的影响。

关键词: 共有种; 生长特性; 植物生长分析

Comparison Between the Growth Characteristics of Mutual Plant Species in Warm-temperate Steppe and Moderate-temperate Steppe

YANG Chi¹, JIA Zhi-Bin¹, HAN Xiang-Hong², HONG Yang³ (1. Department of Ecology and Environment Science, Inner Mongolia University, Huhhot, 010021, China; 2. Station of Environmental Protection, Manzhouli, 021400, China; 3. Central Station of Environmental Monitoring, Hulunbare League, Hailaer, 021008, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(9): 1560~1563.

Abstract: Steppe-monitoring stations have been chosen respectively in Warm-temperate Steppe and Moderate-temperate Steppe in northern China. Applying the growth analyses indexes proposed by Hunt, comparative research has been carried out into the growth characteristics of the mutual species such as *Stipa grandis*, *Leymus chinensis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Lespedeza dahurica* and *Heteropappus altaicus* in these two steppe stations. The results demonstrate that the indexes all display great differences in the content of chlorophyll, unit leaf rate, leaf area ratio and specific leaf area of the five species in the stations. The content of chlorophyll of these species in Moderate-temperate Steppe is higher than that in Warm-temperate Steppe. The unit leaf vate in Moderate-temperate Steppe is relatively higher than that in the Warm-temperate Steppe. The numerical value of leaf area ratio and specific leaf area in the two stations are quite different, just as, the specific leaf area of the same plant species may vary greatly in the same month of the same year. This is the special difference formed from different conditions of water and heat combinations over along time. And the two indexes are affected remarkably by water and heat conditions, manifesting big plasticity in different years. Meanwhile, the above indexes show fluctuation in different seasons. This indicates that the driven factor of temperature and conditions of water and heat combinations have influence upon mutual species of different thermal steppe regions.

Key words: mutual species; growth characteristic; plant growth analysis

文章编号: 1000-0933(2002)09-1560-04 中图分类号: Q948.1, Q949.752, S812 文献标识码: A

基金项目: 国家重点基础研究发展规划资助项目(G2000048704); 国家自然科学基金重大基金资助项目(39899370)

收稿日期: 2002-05-20 万方数据 日期: 2001-12-18

作者简介: 杨持(1939~), 男, 北京人, 教授。主要从事植物种群生态学方面的研究。E-mail: Yangchi@mail.imu.edu.cn

植物生长分析是介于气体交换测定方法和净初级生产力测定方法之间的实验手段^[1],由于该方法仅需植物干重和同化器官大小两类测定,因而在分析植物个体发育与环境的关系以及对比种间差异等方面具有实用便捷的优点^[2]。草原植物种群的第一性生产力是指草原植物在单位时间和空间所净累积的干物质,它不仅是草原植物群落生物量研究的基础和重要组分,而且也是草原植物与其所处生境之间本质联系的重要标志。草原生态系统中主要植物种群生物量的季节变化不仅是系统结构与功能的综合体现^[3],而且其生产力形成过程及其与环境因子间的相互关系对于探讨以温度、水分等全球变化驱动因子对草原生态系统的影响具有重要意义^[4]。当前,以水分为主要驱动因素研究全球变化对草原生产力影响方面的文献发表较多^[5~7],但以温度为主要驱动因素,探讨不同热量型草原区植物种群生产力形成及其与环境因子关系等方面的文章还较为少见。本文以内蒙古草原区暖温型和中温型两个草原站点 5 个共有植物种群为例,探讨温度驱动因素对草原生态系统内主要植物种群生产力形成的影响。

1 研究区概况

暖温型草原站点位于内蒙古鄂尔多斯高原东部皇甫川流域贺家湾五分地沟水土保持试验站,即 39°47'06"N 和 111°12'39"E,海拔高度 1224m,年平均气温 7.4℃,≥10℃年积温平均为 3153.7℃。年平均降水量 389.6mm,年平均蒸发量 2106.7mm,湿润度 0.35,地带性土壤为栗钙土。中温型草原站点位于内蒙古呼伦贝尔草原东部的呼和诺尔环境监测点,即 49°24'40"N 和 118°48'10"E,海拔 672m,年平均气温 -2.6℃,≥10℃年积温平均 1923.6℃,年平均降水量 322.5mm,年平均蒸发量 1362.6mm,湿润度 0.49,土壤为淡黑钙土。

2 研究方法

在两个草原站点大针茅+羊草群落典型地段内各设置一块 100×100m²的样地,于 1999~2000 年 5~9 月中旬群落数量特征调查的同时,分别选择大针茅、羊草、糙隐子草、达乌里胡枝子和阿尔泰狗娃花 5 个共有种,除羊草以株为单位取样外,其余 4 个物种均以丛为单位,每期每种随机各取 30 丛(株),齐地面分丛(株)剪下装袋,室内将每丛(株)枝、叶、花果分离后 80℃烘干称重。在烘干前,将 30 个丛(株)的叶片展开平放在一张已知道面积的白纸上,相机拍摄,冲洗出的照片经扫描制作光盘,再在计算机上使用 PHOTOSHOP 软件测定每个种的叶面积,取平均值作为该期各种群单丛(株)干重值和叶面积值。由于内蒙古呼伦贝尔草原东部的呼和诺尔环境监测点在 2000 年 7 月下旬的干旱,使其植物提前枯死,因此没有测定到 8~9 月的数据,在数据统计分析表中缺少此栏数据。

共有植物种单丛(株)生长分析指标主要取叶绿素含量和选择了 Hunt 提出^[1]的 3 个能够反映生长特性的指标。

(1)单位叶速率(Unit leaf rate *ULR*, mg/(cm²·d)) 又称净同化速率 (net assimilation rate *NAR*):
$$1/A \cdot dw/dt \text{ 或 } [(w_2 - w_1)/(t_2 - t_1)] \times [(\ln A_2 - \ln A_1)/(A_2 - A_1)]$$

(2)叶面积比率 (Leaf area ratio *LAR*, cm²/g) 即单位植物体干重所拥有的叶面积,表示植物的多叶性:

$$A/w \text{ 或 } [(A_2/w_2) + (A_1/w_1)]/2$$

(3)叶面积干重比 (Specific leaf area *SLA*, cm²/g) *SLA* 又称叶面积的干重求积系数 (Dry weight coefficient for estimating leaf area *DWC*)即单位叶干重所拥有的叶面积,反映了叶片的厚度:

$$A/w_A \text{ 或 } [(A_2/w_{A_2}) + (A_1/w_{A_1})]/2$$

*w_A*为叶片干重。

3 结果与分析

(1)从表 1 中可以看出,中温型草原植物种的叶绿素含量均高于暖温型草原,特别是双子叶植物,表现的更为明显。

(2)单位叶速率说明单位叶干重拥有光合同化面积变化的大小。从表 2 中可以看出两个问题,一是单位叶速率的**两个数据**植物的生长节律有关,一般情况下,在营养生长的初期单位叶速率较快,生长中后期,单位叶速率的变化逐渐变慢;二是中温型草原的单位叶速率相对的 高于暖温型草原。

(3)叶面积比率即单位植物干重所拥有的叶面积;叶面积干重比 即单位叶片干重所拥有的叶面积,反映了叶片的厚度。这两个指标实际上反映了植物的多叶性能,从表 3、4 来看,有两个问题需要说明:一是两个站点的数值有较大的差异,如同一种植物在同年同月的叶面积干重比就能相差很大,这是长期在不同水热组合条件下形成的差异;二是这两个指标明显受水热状况的影响,如 1999 年与 2000 年的变化规律就不完全一致,在 1999 年中温型草原的 5 种植物都是生长期前(6~7 月份)的叶面积比率和叶面积干重比低于后期(8~9 月份),也就是说,叶面积的大小和叶片的厚度的增长在前期较为缓慢,后期加快;而暖温型草原却正好相反,是前期较快而 后期变得缓慢。2000 年的情况是 ,虽然 1999 和 2000 年两个草原站点均为干旱年份,2000 年的干旱较 1999 年更为严重。4~5 月份降水稀少,但 6 月份降水却多于常年 45.9%~76.8%,随后的 7 月份降水又比常年减少了 46.9%~67.7%,而 7 月末到 8 月中旬又有了一定降水,此时在中温型草原已进入植物结实期和果后营养期,加之霜降较早,对植物的生长已无太大作用。因此,2000 年两个指标 出现了前期高、中期低、后期又高的现象。

表 1 两个草原站点共有种叶绿素含量(mg/g 干重)动态比较

植物种 Species		1999 年				2000 年		
		6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月
		June	July	Aug.	Sept.	June	July	Aug.
大针茅	H	9.45	7.49	14.11	7.32	10.79	2.77	7.17
<i>Stipa grandis</i>	W	6.44	3.55	2.03	1.91	3.89	3.13	4.09
羊草	H	11.15	7.17	7.54	9.39	4.15	6.09	11.05
<i>Leymus chinensis</i>	W	6.42	1.10	4.10	3.46	5.34	4.29	5.25
糙隐子草	H	12.83	3.62	10.53	6.78	7.88	7.01	10.21
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	W	4.00	6.28	2.69	2.53	3.83	3.63	7.63
达乌里胡枝子	H	28.11	26.76	6.87	7.22	23.65	21.33	5.95
<i>Lespedeza dahurica</i>	W	4.66	7.13	1.19	0.68	1.12	2.84	4.84
阿尔泰狗哇花	H	10.75	4.36	14.32	9.52	13.22	9.88	12.39
<i>Heteropappus altaicus</i>	W	4.97	3.60	2.67	3.80	3.76	3.41	7.33

H: 呼伦贝尔草原东部呼和诺尔环境监测点; W: 鄂尔多斯高原东部贺家湾五分地沟水土保持试验站

表 2 两个草原站点共有种单位叶速率(ULR)的比较

植物种 Species		1999 年				2000 年		
		6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月
		June	July	Aug.	Sept.	June	July	Aug.
大针茅	H	0.9142	0.4676	0.0618	0.0826	1.3067	-0.0530	0.1230
<i>Stipa grandis</i>	W	0.1444	0.4887	0.3730	0.2850	0.6099	0.3012	0.2980
羊草	H	2.9508	0.9089	0.5330	-0.2600	1.1032	0.4836	0.0504
<i>Leymus chinensis</i>	W	1.1420	0.0267	-0.0840	-0.8100	1.0206	0.2330	0.2920
糙隐子草	H	1.2086	0.1137	0.0870	0.1200	0.9284	-0.0763	0.3012
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	W	0.4040	0.1424	-0.2700	-0.5500	-0.3279	0.0387	0.2980
达乌里胡枝子	H	1.6583	0.2685	-0.2700	0.0004	0.6282	0.4622	-0.1300
<i>Lespedeza dahurica</i>	W	0.0654	0.5471	-0.1800	-0.6800	0.2920	0.0596	0.2150
阿尔泰狗哇花	H	0.5422	-0.0429	0.9180	-0.2700	1.1235	-0.0166	0.0738
<i>Heteropappus Altaicus</i>	W	0.5422	0.2967	-0.0028	-0.7000	0.6225	0.1486	0.1720

4 讨论

仅仅两个站点的研究结果还不能代表暖温型与中温型草原的普遍规律,但作为南北样带上的两个研究站点共有植物种群生长特性上的差异,可以在一定程度上反映不同水热组合带来的影响。暖温型草原生长期长,热量条件较好,温度条件往往不是种群生产力增长的限制因子,但降水季节分配对植物种群生长却具有重要影响,并影响到种群生长性能和光合同化效率。中温型草原虽然热量条件较差,生长季较短,但物种往往具有较高的叶同化速率,较高的叶绿素含量和较为优越的多叶性能,使其能充分利用短促有效的生长季和较好的水热组合条件完成其生活史并保持较高的光合生产能力。齐晔曾指出^[8],未来全球变暖不仅造成植被分布格局变化和植被地带的位移以及高纬度植被与低纬度植被的趋同,而且可能会对植物种群的生长特性产生重大影响。首先可能是通过对同化系统中叶绿素含量的影响和植物多叶性能等方面

表 3 两个草原站点共有种叶面积比率(LAR)的比较

Table 3 Comparison on leaf area ratio of mutual species in two steppe stations

植物种 Species		1999 年				2000 年		
		6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月
		June	July	Aug.	Sept.	June	July	Aug.
大针茅	H	39.18	47.78	95.59	131.44	51.17	64.31	75.76
<i>Stipa grandis</i>	W	31.19	43.13	36.51	18.97	31.18	69.19	31.14
羊草	H	15.19	24.29	31.27	36.04	43.69	39.46	51.87
<i>Leymus chinensis</i>	W	43.42	43.42	37.60	22.84	19.64	91.50	37.91
糙隐子草	H	57.37	115.13	156.94	129.61	92.88	108.99	134.97
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	W	141.81	139.56	60.78	44.56	22.71	169.19	31.14
达乌里胡枝子	H	46.84	67.97	63.53	62.16	60.23	60.23	70.41
<i>Lespedeza dahurica</i>	W	82.16	82.16	56.33	79.08	71.53	66.87	59.81
阿尔泰狗娃花	H	39.85	52.15	57.26	57.67	62.55	56.82	66.78
<i>Heteropappus altaicus</i>	W	62.82	49.11	28.04	117.55	33.37	23.13	53.12

表 4 两个草原站点共有种叶面积干重比(SLA)的比较

Table 4 Comparison on specific leaf area of mutual species in two steppe stations

植物种 Species		1999 年				2000 年		
		6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月
		June	July	Aug.	Sept.	June	July	Aug.
大针茅	H	60.51	69.52	126.89	174.96	139.24	99.04	103.50
<i>Stipa grandis</i>	W	47.50	63.00	53.03	34.02	76.41	56.69	43.34
羊草	H	36.25	58.32	61.30	61.45	81.94	71.27	84.27
<i>Leymus chinensis</i>	W	95.71	119.13	70.73	24.91	43.48	34.14	54.28
糙隐子草	H	86.56	153.23	207.52	210.35	277.40	164.87	224.47
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	W	165.24	162.28	82.41	35.93	42.61	39.77	83.35
达乌里胡枝子	H	73.06	106.32	100.99	100.16	127.96	94.35	146.19
<i>Lespedeza dahurica</i>	W	138.04	138.04	95.06	96.03	252.67	111.95	101.62
阿尔泰狗娃花	H	89.34	87.40	148.76	161.77	145.48	120.98	141.40
<i>Heteropappus altaicus</i>	W	130.49	102.57	69.75	97.67	123.11	98.32	98.00

的影响改变植物种群生长特性及其适应性。并随着未来降水、温度格局的重大改变,影响种群干物质生产的效率和水平,从而影响到植物群落的结构、功能。

参考文献

[1] Coombs J, Hall D O, Long S P, et al. Qiu Guoxiong(邱国雄等译), et al translated. *Techniques in bioproductivity and photosynthesis* (2nd dition). Beijing: Science Press, 1986. 21~26.

[2] Hunt R. Plant Growth Analyses. *Studies in Biology*. Edward Arnold, London, 1978. No. 96.

[3] Wang Yifeng(王义凤). A preliminary study on seasonal change of acrial biomass of main plant populations in *Stipa grandis* steppe in Inner Mongolia region. In: *Research on grassland ecosystem* (No. 1). Beijing: Science Press, 1985.

[4] McWilliams J R. Response of pasture plants to temperature. In Wilson J. R. ed. *Plant Relations in pasture*, Melbourne, CSIRO, 1978. 17~34.

[5] Zhou Guangsheng(周广胜), Zhang Xinshi(张新时). Probing the net primary productivity model of natural vegetation. *Acta Phytocologica Sinica*(in Chinese)(植物生态学报), 1995, **17**: 1~8.

[6] Gao Qiong(高琼), Yu Mei(喻梅), Zhang Xinshi(张新时), et al. Dynamic Modelling of Northeast China transect responses to global change—a regional vegetation model driven by remote sensing information. *Acta Botanica Sinica*(in Chinese)(植物学报), 1997, **39**(9): 800~810.

[7] Li Diqiang(李迪强), Sun Chengyong(孙成永), Zhang Xinshi(张新时). Modelling the net primary productivity of the natural potential vegetation in china. *Acta Botanica Sinica*(in Chinese)(植物学报), 1998, **40**(6): 560~566.

[8] Qi Ye(齐叶), et al. Effect of climate change on vegetation at high latitudes of the northern hemisphere: a functional analysis. *Acta Ecologica Sinica*(in Chinese)(生态学报), 1999, **19**(4): 474~478.