矮嵩草草甸植物生物学产量形成的 生理基础

张树源 白雪芳 马章英 (中国科学院西北高原生物研究所)

我国有可利用的草原面积 2.87 亿公顷。 青海为全国五大牧区之一,全省草原面积 0.386 亿公顷,其中高寒草甸草场面积为 1907.6607 万公顷,占全省草原面积的 49.44%,分布的面积之大,为我省天然草场之首。其生产能力的高低,直接影响着我省畜牧业生产的发展。因此,研究矮嵩草(Kobresia humilis)草甸植物的生理功能及其生产能力。无论在理论上揭示草甸植物的高产规律,或者在生产实践上提出其具体增产措施均具有十分重要的意义。本文着重讨论了矮嵩草草甸植物的生物学产量与叶面积、光合势以及呼吸速率之间,叶面积系数与太阳辐射强度、降水量以及气温之间,叶面积系数与光能利用率以及与干物质积累率之间的关系,进一步阐明了矮嵩草草甸植物生物学产量形成的生理基础。

一、材料与方法

Fig. 1 The relationships among leaf area index

与生长季节的太阳辐射强度、降雨量和气温的分布曲线

(一) 实验样地的基本概况 was all subort of no italigitation of national all suborts and all suborts are suborts

实验样地位于青海海北高寒草甸生态系统定位站以南的矮嵩草草甸地段。该区基本概况已有报道(张树源等,1982)。

(二) 实验的设计及其研究方法

实验设置在地势比较平坦,以及整个生育期被封育的矮嵩草草甸地段.依方形样地对角线随机取样的原则,于植物生长的5-9各月中旬,用1/9平方米固定小样方,在样地随机3点挖取深为30厘米的方柱体样块。并带回室内,将样块上的植物与土分开,土壤再用36目铁筛将其中剩余根系筛出,归植物根系部分。分开的每个植物的全部叶片立即量出长和1/2长度处的宽,按经验公式(马章英等,1984)计算出单株叶面积和1/9平方米样块上所有植株总叶面积及其叶面积系数,以及每日叶面积的扩大和积累的数值。随后,将每个样块的所有植株(包括地上部分和地下部分)用水洗净,凉干,立即放在105℃的烘箱中,经30分钟后,转入80℃烘至恒重,测定其生物学产量。并根据生物学产量和太阳总辐射量等来计算矮嵩草草甸植物将有效光辐射能转换为生物能的效率(张树源等,1982;

江苏省太湖地区农田生态协作组,1984)以及根据生物学产量计算单位时间内,单位土地面积上植物的干物质积累速率。呼吸速率是按广口瓶法测定(山东农学院等,1980)。

二、结果与讨论

(一) 矮嵩草草甸植物叶面积系数与太阳辐射强度、降雨量和气温之间的关系

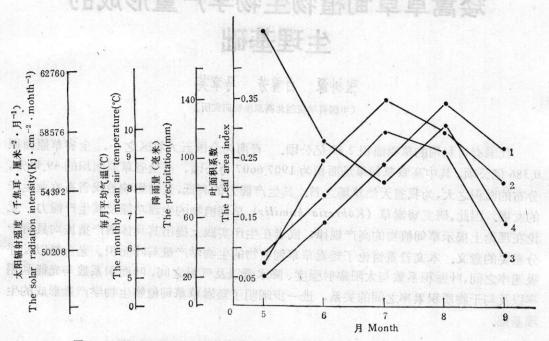


图 1 矮嵩草草甸植物的叶面积系数与太阳辐射强度、降雨量以及气温之间的关系 (1.叶面积系数; 2.降雨量; 3.月均温; 4.太阳辐射强度).

Fig. 1 The relationships among leaf area index and solar radiation intensity, air temperature, precipitation in Kobresia humilis meadow

(1. Leaf area index; 2. Precipitation; 3. Monthly mean air temperature; 4. Solar radiation intensity).

从图 1 可以看出,矮嵩草草甸植物生长的不同时期,其叶面积覆盖的程度也不相同。与生长季节的太阳辐射强度、降雨量和气温的分布曲线对照起来看,它们有重合一致之处,但也有不一致的相反的地方。 4—6月期间,尽管太阳辐射强度较大,但这时矮嵩草草甸植物才开始返青,此时较低的气温和较少的雨量又迫使其光合作用进行得极为缓慢,干物质积累甚微,叶面积增长很少。 7 月太阳辐射强度虽然较低,但较高的气温和雨量又促进了植物净光合速率的迅速增高,干物质积累增多,叶面积不断扩大。 8 月气温和降雨量虽然开始下降,但太阳辐射强度有所增加。气温与光照相辅相成,进而使矮嵩草草甸植物的净光合速率继续增高,干物质积累不断增多,叶面积系数继续扩大。 9 月太阳辐射强度、降雨量和气温同时下降,迫使矮嵩草草甸植物的净光合速率不断降低,从而导致其立枯变黄,干物质积累减少,叶面积系数下降。 矮嵩草草甸植物的叶面积系数与太阳辐射强度、降雨量和气温之间存在着一定的函数关系。

(二) 矮嵩草草甸植物的叶面积系数与光能利用率之间的关系

叶面积系数与光能利用率之间的关系,图 2 表明,当叶面积系数继续增长时,其光能

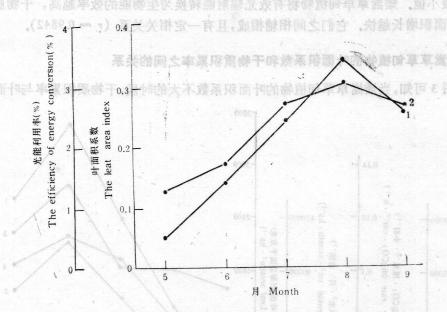


图 2 矮嵩草草甸植物的叶面积系数与光能利用率之间的关系 1.叶面积系数; 2.光能利用率(%).

Fig. 2 The relation between leaf area index and efficiency of energy conversion in Kobresia humilis meadow.

1. The leaf area index; 2. The efficiency of energy conversion (%).

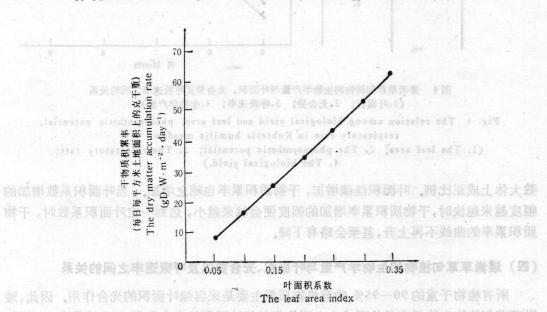


图 3 矮嵩草草甸植物的叶面积系数和干物质积累之间的关系

Fig. 3 The relation between the leaf area index and dry matter accumulation rate in Kobresia humilis meadow

利用率也逐渐增强。当叶面积系数增长到一定程度时,光能利用率不再增强,而保持低于叶面积系数的一定水平。当两者同时达到最大值以后,叶面积系数开始迅速下降,光能利用率仍保持一定水平,且又超过了叶面积系数。直到矮嵩草草甸植物立枯变黄,两者又同时达到最小值。矮嵩草草甸植物将有效光辐射能转换为生物能的效率越高,干物质积累越多,叶面积增长越快。它们之间相辅相成,且有一定相关关系(r=0.9842)。

(三) 矮嵩草草甸植物的叶面积系数和干物质积累率之间的关系

由图 3 可知, 当矮嵩草草甸植物的叶面积系数不大的时候, 干物质积累率与叶面积系

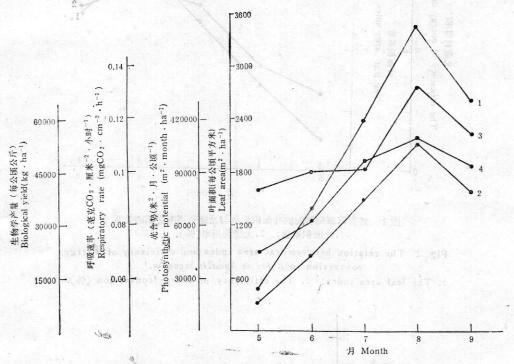


图 4 矮嵩草草甸植物的生物学产量与叶面积、光合势及呼吸速率之间的关系 (1.叶面积; 2.光合势; 3.呼吸速率; 4.生物学产量).

Fig. 4 The relation among biological yield and leaf area, photosynthetic potential, respiratory rate in Kobresia humilis meadow

(1. The leaf area; 2. The photosynthetic potential; 3. The respiratory rate;

4. The biological yield.)

数大体上成正比例。叶面积继续增加,干物质积累率也随之增加。 当叶面积系数增加的 幅度越来越快时,干物质积累率增加的幅度便会越来越小,达到一定叶面积系数时,干物质积累率的曲线不再上升,甚至会略有下降。

(四) 矮嵩草草甸植物的生物学产量与叶面积、光合势以及呼吸速率之间的关系

所有植物干重的 90—95% 的有机物质都主要是来自绿叶面积的光合作用。因此,矮 嵩草草甸植物生物学产量的形成也主要依靠其绿叶面积的光合作用。 也就是说,主要依赖于矮嵩草草甸植物的光合面积、光合速率、光合时间以及光合产物的消耗。 一般来说,适当地增加植物的叶面积,提高单位叶面积的光合速率,延长植物进行光合作用的时间,

减少呼吸消耗,都可以增加植物的生物学产量。

在青海高原,矮嵩草草甸植物生长和雨、热同期,延长和促进了矮嵩草草甸植物的营养生长,扩大了光合面积。白天气温适中,阳光充足,日照较长,延长了矮嵩草草甸植物的光合时间,增强了净光合速率,促进了干物质的形成。夜间气温较低,呼吸减弱,消耗减少,有利于矮嵩草草甸植物有机物质的积累。

从图 4 看出,矮嵩草草甸植物生物学产量的高低主要依赖于叶面积的扩大,光合势的增加和呼吸消耗的相对减少。生物学产量与叶面积、光合势以及呼吸速率之间成正相关,其相关系数分别为 0.9832, 0.9833 和 0.9025。

radiation intensity, precipitation an Heir ventorature Ebetween leaf area index and efficiency of energy conversion, between leaf area index and dry matter accumulation rate, and among

The dynamics and the relationships between leaf area index and climatic factors (i.e. solar

- 1. 矮嵩草草甸植物生长时期,≥5℃的积温以及年降雨量的80%以上都集中在植物生长发育旺盛的5—9月,植物生长和雨、热同期,不仅使有限的雨水和热量得到了矮嵩草草甸植物有效的充分利用,而且也促进了矮嵩草草甸植物叶面积的扩大和生物学产量的提高。
- 2. 矮嵩草草甸植物生长时期,太阳辐射较强(最大直接辐射 976.92—1186.26 瓦·米⁻²),日照时间较长(8.5—10 小时·日⁻¹),白天气温适中(28—30℃),有利于延长矮嵩草草甸植物的光合时间以及增强其光合势,从而使其制造和积累较多的有机物质.
- 3. 矮嵩草草甸植物生长时期,夜间气温较低 (0℃以下),昼夜温差较大(年平均在 15℃以上),这就造成了矮嵩草草甸植物夜间较低的呼吸消耗和白天较高的干物质积累. "低消耗,高积累"正是生长在昼夜温差较大的青藏高原上的矮嵩草草甸植物的一种生产 方式。

参 考 文 献

山东农学院、西北农学院编,1980,植物生理学实验指导。92-95,山东科学技术出版社。 马章英、张树源、白雪芳,1984,青海春小麦干物质累积与其生理特性的关系。高原生物学集刊 (3): 209—216。 江苏太湖地区农田生态协作组,1984,江苏太湖地区几种种植制度的能量转换状况。生态学杂志 6: 19—25。 沈允钢、王天铎,1978,光合作用——从机理到农业——,12—14,106,135,上海科学技术出版社。 张树源、马章英,1982,青海门源地区天然草场和人工草地的光能利用率及其提高的途径。 高原生物学集刊 (1): 163—168.

PHYSIOLOGICAL BASIS OF BIOLOGICAL YIELD IN KOBRESIA HUMILIS MEADOW

Zhang Shuyuan Bai Xuefang Ma Zhangying (Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

The dynamics and the relationships between leaf area index and climatic factors (i.e. solar radiation intensity, precipitation and air temperature), between leaf area index and efficiency of energy conversion, between leaf area index and dry matter accumulation rate, and among biological yield and leaf area, photosynthetic potential, respiratory rate were studied during growing season in *Kobresia humilis* meadow. The main results are as follows:

- 1. The changes of photosynthetic potential, respiration rate, dry matter accumulation rate and biological yield depend on the change of leaf area.
- 2. There are positive correlations of biological yield to leaf area, photosynthetic potential and respiration rate. The correlation coefficients are 0.9832, 0.9833 and 0.9025 respectively.
- 3. Biological yield are influenced by photosynthetic area, photosynthetic rate, photosynthetic time and consumption of photosynthate. In general, biological yield can be increased by enlarging leaf area, increasing photosynthetic rate, prolonging photosynthetic time and decreasing respiration consumption. The special habitats in alpine meadow are benificial to the growth and development of meadow plants and so the increasing of biological yield.