

齐 杨,何立环,刘海江,等. 放牧与围封对南方典型草山草坡植被光合和呼吸作用的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):329-331.

# 放牧与围封对南方典型草山草坡植被 光合和呼吸作用的影响

齐 杨<sup>1</sup>,何立环<sup>1</sup>,刘海江<sup>1</sup>,于 洋<sup>1</sup>,李建龙<sup>2</sup>

(1. 中国环境监测总站,北京 100012; 2. 南京大学生命科学院,江苏南京 210093)

**摘要:**在南方典型草山草坡区进行了不同放牧强度试验,并与围封区域进行了对照比较。结果显示,不同放牧强度对草地光合、呼吸速率有明显影响。4种放牧方式下草地净光合速率由高到低依次为轻牧>围封>中牧>重牧,4种放牧方式下草地光合速率日变化均呈现“升—降—升—降”的双峰型变化趋势,上、下午各出现1次峰值,且上午的峰值要明显大于下午。围封区、轻牧区上午光合速率峰值出现在08:00左右,中牧区上午峰值出现在09:00,重牧区峰值出现在10:00,4种放牧方式下下午光合速率峰值基本都出现在15:00。4种放牧方式下草地呼吸速率由高到低依次为轻牧>围封>中牧>重牧。一天中不同放牧方式下草地呼吸速率均呈现先升后降的单峰曲线,且峰值均出现在13:00左右。

**关键词:**南方草地;放牧;围封;光合速率;光呼吸速率

**中图分类号:** S812 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0329-02

草地植物通过光合作用、呼吸作用影响 CO<sub>2</sub> 等温室气体的吸收与排放以及草地生态系统碳的蓄积、储存、循环等<sup>[1-3]</sup>。在所有草地利用方式中,放牧是重要的利用类型<sup>[4]</sup>。放牧家畜主要根据牧草种类、器官、部位以及老嫩程度采食牧草,并通过践踏、排泄物等途径影响牧草的生理活动<sup>[5]</sup>。在无放牧状态下,很多学者在青藏高原及其周缘地区的高寒草甸<sup>[6-7]</sup>、内蒙古典型草原<sup>[8]</sup>、东北草甸草原<sup>[9-10]</sup>以及河西走廊盐化草甸<sup>[11]</sup>对牧草的抗逆性、光合作用进行了较为系统的研究。国内外学者就放牧、刈割、围封对草地生理活动的影响已开展了大量试验<sup>[12-18]</sup>。本研究结合我国南方草山草坡生态区的特点对不同放牧强度草地的光合作用与呼吸作用进行了研究,并与围封草地进行了对比,旨在为合理利用草地提供依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 研究区域概况

安徽省滁州市大柳草场面积 350 hm<sup>2</sup>,为天然草场,属于南方丘陵温性草甸,海拔 50~150 m,年平均温度 15.3℃,最热月均温 28.5℃,最冷月均温 1.7℃,极端最高温 41.2℃,极端最低温 -23.8℃,年平均降水量 1 063 mm,土壤一般为

黄棕壤,土壤呈酸性(pH值 5.5~6.8),土层薄(丘陵地土层一般为 5~25 cm),石砾多,土壤有机质含量低于 1.0%,丘脊及毗邻地段有机质含量仅 0.3%。年降水量虽多,但分配不均,春秋多有旱情,梅雨季节多发生水渍;夏季常出现 35℃以上的高温,梅雨季节发生草荒。草场又分为各具特色的“两大片”草地,包括地势平坦的上张草地(200 hm<sup>2</sup>)、地势陡峭的大湖草地(150 hm<sup>2</sup>)。

### 1.2 样地设置

经过实地勘查,选取草场呈地带性分布的典型地段。分别选择地势平坦、开阔的区域,根据放牧强度设置轻度、中度及重度放牧地,选择围封 4~5 年的围栏草地,主要草种包括黄茅、白茅、狗牙根以及杂草等。

### 1.3 数据测定

采用 LI-6400XT 型便携式光合作用仪(美国 Licor 公司)测定植物光合速率。2010 年 8 月上旬测定光合日变化,2011 年 8 月上旬进行年度重复。光合有效辐射为(1 100±15) μmol/(m<sup>2</sup>·s),大气 CO<sub>2</sub> 浓度为(330±4) cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>,羊草叶片温度为(28.0±0.6)℃。从 08:00 至 16:00 1 h 测定 1 次,连续观测 3 d。

## 2 结果与分析

### 2.1 放牧与围封对光合速率的影响

由图 1 可见,研究区 4 种不同放牧地草地光合速率日变化均呈双峰型曲线,上、下午各有 1 个高峰,其中围封区、轻牧区上午光合速率峰值出现在 08:00 左右,中牧区上午峰值出现在 09:00,重牧区峰值出现在 10:00,4 种放牧方式下下午光合速率峰值基本都出现在 15:00。一天中同一时间段,4 种放牧方式下草地净光合速率由高到低依次为轻牧>围封>中牧>重牧。轻牧净光合速率最大值可达 16.8 μmol/(m<sup>2</sup>·s),重牧净光合速率最大值仅为 13.9 μmol/(m<sup>2</sup>·s)。轻牧可以增强叶肉细胞的光合碳同化能力。与围封地相比,中牧地及重

收稿日期:2013-08-27

基金项目:生物多样性保护专项(编号:2002403707);环境保护公益性行业科研专项(编号:201309039);国家重点基础研究发展计划(973 计划)(编号:2010CB950702);APN 项目(编号:ARCP2010-14NMY-Li)。

作者简介:齐 杨(1985—),男,博士,工程师,主要从事草地生态学、景观生态学研究。Tel:(010) 84943142;E-mail:qiyang505@aliyun.com。

通信作者:李建龙,博士,教授,主要从事草地生态学研究。Tel:(025)84932715;E-mail:jianlongli@gmail.com。

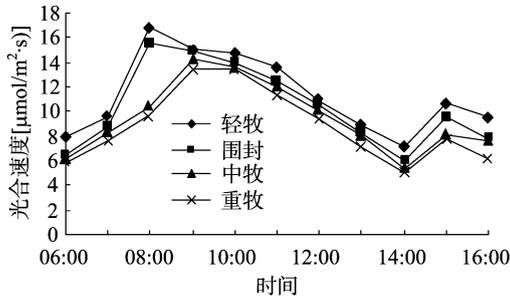


图1 不同放牧利用方式下草地光合速率日变化

牧地随着放牧强度的增加,净光合速率呈下降趋势,这与放牧家畜采食导致植物光合叶面积减少有关。

## 2.2 放牧与围封对草地光呼吸速率的影响

从图2可以看出,放牧对草地呼吸速率有一定影响。与围封草地相比,轻牧利用方式下草地呼吸速率明显提高,中牧、重牧利用方式下草地呼吸速率较围封有一定程度的下降,以重牧方式下降幅度最大。轻牧利用方式下,草地补偿性光合作用增强<sup>[18]</sup>。4种放牧方式下草地呼吸速率日变化均呈先升后降的趋势,且呼吸速率高峰均出现在13:00左右。呼吸速率的变化与温度有直接关系,因此呼吸速率高峰均在温度最高的13:00左右。

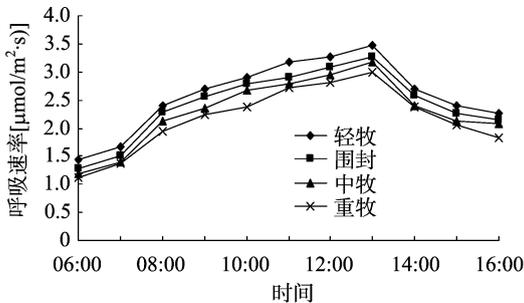


图2 不同放牧利用方式下草地呼吸速率日变化

## 3 结论与讨论

本研究表明,4种放牧方式下草地净光合速率由高到低依次为轻牧>围封>中牧>重牧,4种放牧方式下草地光合速率日变化均呈“升—降—升—降”的双峰型变化趋势,上下午各出现1次峰值,且上午的峰值要明显大于下午。围封区、轻牧区上午光合速率峰值出现在08:00左右,中牧区上午峰值出现在09:00,重牧区峰值出现在10:00,4种放牧方式下午光合速率峰值基本都出现在15:00。4种放牧方式下草地呼吸速率由高到低依次为轻牧>围封>中牧>重牧。一天中不同放牧方式下草地呼吸速率均呈现先升后降的单峰曲线,且峰值均出现在13:00左右。草地放牧后,失去部分或全部地上器官,发生一系列生理反应,先后经历生理伤害期、生理调整期<sup>[19]</sup>。生理伤害期由于叶面积指数降低,草地净光合速率相应下降,这主要是因为冠层微气候发生改变。生理调整期主要是在放牧后,叶、茎逐步生长,重建光合生理冠层<sup>[20]</sup>。放牧通过影响草地的牧草种类来改变种间竞争关系,改变草地水分、热量、光照、营养状况来影响草地光合作用及呼吸作用。群体的呼吸—光合系统不是个体的简单累加,它较个体的光合与呼吸系统更为复杂,应在个体水平上研究放牧对草

地光合及呼吸活动的影响,并在种群、群落、生态系统水平上开展宏观研究,合理安排放牧周期、强度。草地的光呼吸与光合作用是相互伴随发生的生理过程。在碳代谢方面,前者属于CO<sub>2</sub>的增加过程,后者属于碳的同化吸收,是CO<sub>2</sub>的减少过程。以往的观点是:降低植物的呼吸消耗是提高光合效率的有效途径,近年来关于这一理论一直存在较大分歧。王忠等认为,光呼吸虽然对植物生长不利,但它是光合碳循环链上不可缺少的一环,对稳定光合碳循环的运行、降低“光抑制”“氧抑制”等具有积极作用<sup>[21]</sup>。我国南方16省(区)草地分布范围较大,面积约8300万hm<sup>2</sup>,气温、降水、辐照等气象因子差异较大,草地植被基因型、表现型多样。本研究仅在安徽省滁州市一地进行试验,试验数据不能完全代表南方区域总体情况,在后续工作中,需要在南方不同省(区)进行多点采样与测定,除了对光合速率、呼吸速率进行研究之外,还应对不同放牧方式下的植被氮循环、水分蒸腾、气孔导度、种内与种间关系等进行研究。

## 参考文献:

- [1] 朴世龙,方精云,贺金生,等. 中国草地植被生物量及其空间分布格局[J]. 植物生态学报,2004,28(4):491-498.
- [2] 樊江文,陈立波. 草地生态系统及其管理[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002.
- [3] 于贵瑞. 全球变化与陆地生态系统碳循环和碳蓄积[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [4] Cesa A, Paruelo J M. Changes in vegetation structure induced by domestic grazing in Patagonia (Southern Argentina) [J]. Journal of Arid Environments,2011,75(11):1129-1135.
- [5] 侯扶江,杨中艺. 放牧对草地的作用[J]. 生态学报,2006,26(1):244-264.
- [6] 周瑞莲,赵哈林. 高寒山区人工草地退化的生理生态学机理[J]. 中国草地,1997(4):6-11.
- [7] 胥桂英,韩发,师生波. 高寒矮嵩草草甸植物温度叶扩散导度、蒸腾作用与水势[J]. 生态学报,1993,13(4):369-372.
- [8] 杜占池,杨宗贵. 羊草和大针茅光合作用日间降低与生态因子关系的研究[J]. 自然资源学报,1990,5(2):177-188.
- [9] 石连旋. 松嫩不同盐碱化羊草草甸草原羊草光合及逆境生理生态特性研究[D]. 长春:东北师范大学,2007.
- [10] 阎秀峰,孙国荣,肖玮. 星星草光合蒸腾季节变化与气候因子的关系[J]. 植物研究,1997,17(3):92-98.
- [11] 朱兴运,王锁民,阎顺国,等. 碱茅属植物抗盐性与抗盐机制的研究进展[J]. 草业学报,1994,3(3):9-15.
- [12] 王静,尉元明,孙旭映. 过牧对草地生态系统服务价值的影响——以甘肃省玛曲县为例[J]. 自然资源学报,2006,21(1):109-116.
- [13] Redondo S, Mancilla J M, Mateos E, et al. Differential photosynthetic performance of three mediterranean shrubs under grazing by domestic goats [J]. Photosynthetica,2010,48(3):348-354.
- [14] Hayashi M, Fujita N, Yamauchi A. Theory of grazing optimization in which herbivory improves photosynthetic ability [J]. Journal of Theoretical Biology,2007,248(2):367-376.
- [15] Kotanen P M, Rosenthal J P. Tolerating herbivory: does the plant care if the herbivore has a backbone? [J]. Evolve Ecology,2001,14:537-549.

杨明秀,宋乃平,杨新国. 人工柠条林枝、叶构件生物量的分配格局与估测模型[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):331-333.

# 人工柠条林枝、叶构件生物量的分配格局与估测模型

杨明秀, 宋乃平, 杨新国

(宁夏大学西北土地退化与生态恢复国家重点实验室培育基地, 宁夏银川 750021)

**摘要:**对荒漠草原4种林龄人工柠条林地的柠条进行地上生物量、枝条等级、形态指标等测定,在构件水平上研究了不同年限柠条枝、叶生物量的分配格局,并利用形态指标构建了16年生柠条枝、叶构件生物量估测模型。结果表明:(1)柠条枝长、茎粗、粗枝生物量随林龄的增加而升高,而中枝、细枝、叶的生物量随林龄的增加而下降,柠条老化趋势凸显;(2)9、16年生柠条地上构件生物量中叶生物量是主体,但25、37年生地上生物量开始由叶向枝条转移;(3)以柠条枝长( $L$ )与茎粗( $D$ )的复合因子 $D^2L$ 为自变量建立模型,各构件生物量模型为: $m_{枝} = 0.394(D^2L)^{1.020}$ ,  $m_{叶} = 6.599(D^2L)^{1.032}$ ,  $m_{总} = 0.725(D^2L)^{0.956}$ 。

**关键词:**人工柠条;构件;生物量;模型;荒漠草原

**中图分类号:** S727.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0331-03

为治理沙化草地,20世纪80年代起宁夏盐池县在荒漠草原大规模种植人工柠条林<sup>[1]</sup>,柠条逐渐成为该地区占显著优势的植被类型和草地生产力的主体。柠条作为优质的灌木饲料植物资源<sup>[2-3]</sup>,具有较高的生态价值和经济价值。以生物量度量个体和种群大小,科学认识目前柠条生物量的大小、结构和可利用生物量比例,是指导荒漠草原柠条资源可持续利用与生态保护的重要依据。同时,从构件水平研究柠条种群,可以了解个体水平以下植物对环境的反应<sup>[4-6]</sup>,进一步明确环境因素作用下柠条的构件特征和生物量配置。采用易测因子估测灌木地上生物量的方法可减少灌木生物量测定的工作量<sup>[7-9]</sup>,该方法也是准确估计柠条可利用枝叶生物量比例的有效途径,但相关研究尚停留于单位面积柠条地内现存量的估算上<sup>[10-11]</sup>,难以准确把握不同林龄柠条林地的潜在可利用资源数量。目前,研究较多的易测因子有植株高度、地径、冠幅、分枝数<sup>[12-15]</sup>,它们不仅能够较好地体现出灌木形态特征,还能作为基础数据建立更直观的生物量估测模型<sup>[16-17]</sup>。另外,研究荒漠灌木枝、叶、花等构件在时间序列上的生长和

生物量分配规律<sup>[18-19]</sup>,有助于进一步认识其生长发育对不同环境条件的反应,从而探讨荒漠灌木种群的生态适应策略和进化机制<sup>[20-21]</sup>。本研究通过测定荒漠草原区不同林龄人工柠条林的柠条地上生物量,并利用枝长、茎粗等形态指标建立柠条枝构件和整株生物量估测模型,旨在研究人工柠条林生物量分配规律,为人工柠条林管理和利用提供依据。

## 1 研究区概况

研究区位于宁夏盐池县(37°49'N,107°30'E),属中温带半干旱区农牧交错带。年平均气温8.1℃,≥10℃有效积温2990℃,昼夜温差约12.5℃;年日照时数3032h,日照率67%;年降水量289mm,年蒸发量2014mm,无霜期165d;冬季、春季风沙天气较多。研究区地带性土壤为淡灰钙土,成土母质多为砂岩、砂砾岩或泥岩,非地带性土壤主要有风沙土、黄绵土、盐碱土、草甸土等,结构松散,肥力较低。植被主要为自然或人工柠条灌木林及草、灌次生植被。柠条灌木林种植面积约17.33万hm<sup>2</sup>,种植密度为915~3015丛/hm<sup>2</sup><sup>[22]</sup>,主要草本植物有山苦荬[*Ixeris chinensi* (Thunb.) Nakai]、猪毛菜[*Salsola collina* Pall.]、牛枝子[*Lespedeza potaninii* Vass.]、白草[*Pennisetum centrasiacicum* Tzvel.]等。

## 2 研究方法

2012年5月分别在试验区封育状态下的9、16、25、37年生人工柠条林地选择柠条长势均一、形态完整、发育健康的典

收稿日期:2013-05-16

基金项目:国家“973”计划前期研究专项(编号:2012CB723206);国家科技支撑计划(编号:2011BAC07B03)。

作者简介:杨明秀(1989—),女,甘肃临夏人,硕士研究生,从事植物生态恢复研究。E-mail: yangmingxiu1989@163.com。

通信作者:宋乃平,博士,教授,研究方向为土地利用与生态过程。E-mail: songnp@163.com。

[16] 刘颖,王德利,韩士杰,等. 放牧强度对羊草草地植被再生性能的影响[J]. 草业学报,2004,13(6):39-44.

[17] 戎郁萍,韩建国. 华北农牧交错带人工草地放牧系统植物补偿性生长研究[J]. 草地学报,2005,13(增刊):62-66.

[18] 耿元波,罗光强. 内蒙古羊草草原呼吸的影响因素分析和区分[J]. 地理学报,2010,65(9):1058-1068.

[19] Nie Z N, Chapman D F, Tharmaraj J, et al. Effects of pasture species mixture, management, and environment on the productivity and persistence of dairy pastures in south-west Victoria. 1. Herbage

accumulation and seasonal growth pattern[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 2004, 55(6): 625-636.

[20] 杜菁响,杜占池,崔晓勇. 内蒙古典型草原地区常见植物光合、蒸腾速率和水分利用效率的比较研究[J]. 草业科学,2003,20(6):11-15.

[21] 王忠,高煜珠. 关于光呼吸与光合作用关系的研究——Ⅶ. 光呼吸是伴随光合作用发生的过程[J]. 江苏农学院学报, 1988, 9(2): 13-18.