

不同生态条件下羊草种群种子生产的探讨

杨允菲 祝廷成

(东北师范大学草地研究所, 长春)

摘 要

本文以1982—1985年的野外定位调查为依据, 定量分析了羊草种群种子生产的三个问题, 即成穗率、结实器官性状及种子千粒重与生态条件的关系。放牧影响羊草种群的成穗率, 但对籽粒的干物质生产过程有促进作用, 停牧以后, 即使经过数年割草, 种群的种子生产仍有较强的恢复能力, 与原放牧地有明显差异。长期割草对羊草种群的整个生殖生长过程均不利, 停刈以后, 经过数年休闲, 种子生产能力仍很低, 与原长期割草地几乎没有明显差异。由此反映出对种子生产的影响, 长期割草较长期放牧更严重, 并且自然恢复的速度缓慢。羊草种群各有性繁殖阶段的性状, 均与光、温度和水分有比较密切的联系, 但这些联系的密切程度, 又因样地具体条件而有差异。

羊草 (*Aneurolepidium chinense*) 是我国重要的优良牧草。多年来, 不少学者在群落水平 (李建东, 1964、1978; 祝廷成等, 1981、1983、1984; 王振堂等, 1985), 种群水平 (李月树等, 1983; 王克平, 1984; 王昱生, 1985) 和细胞水平 (王策箴, 1983; 段晓刚等, 1984) 上做了一些研究工作。随着畜牧业生产的迅速发展, 改良天然草地、建立优质高产的人工草地, 都需要大量的羊草种子, 但羊草的有性繁殖, 存在着成穗率低、结实率低、发芽率低等问题, 严重地影响着种子产量。针对当前羊草种子供需之间的矛盾, 笔者在上述研究基础上, 于1982—1985年间对羊草种群种子生产各有关数量性状进行了调查和测定, 分析了特定生态环境条件下, 羊草种群种子生产的变化趋势, 以及气候因子的影响规律, 为栽植繁育羊草种子, 加强种子田的经营与管理, 发挥出羊草种群种子生产的潜力等提供理论依据。

研究地点及工作方法

本项研究是在吉林省长岭种马场的一片面积为30万公顷的天然羊草草甸上, 其自然地理情况前文已有报道 (李月树等, 1983; 王振堂等, 1985), 调查样地分别设在四种不同利用方式的草场地段:

1. 放牧场 几十年来连年四季放牧。由于过度放牧, 一些蒿类等杂草侵入了羊草群落, 部分地方出现大片碱斑。

2. 长期割草场 几十年来每年于8月上旬至中旬割草一次, 单优羊草群落, 密度大, 植株纤细。

3. 短期割草场 1980年以前多年放牧, 其后用于割草。单优羊草群落, 密度为长期割草场上的一半左右, 植株比较健壮。

本文于1986年8月25日收到。

4. 停刈休闲地 1980年, 东北师范大学在上述长期割草场上围栏10公顷保护休闲。除了大量立枯草外, 其它群落特征与围栏外的长期割草场上基本相同。

在以上前三种样地上, 每年7月中下旬, 于羊草种群的种子完熟期, 采用随机取样的方法, 每个样地取1m²的样方10—30个; 在围栏休闲地内, 选择羊草种群的个体在空间分布上比较均一的地段, 设立10个1m²固定样方, 连年观测。取样时, 计数每平方米羊草茎数和生殖枝数, 然后, 将样方内的羊草生殖枝全部剪下, 再从每个样地的样袋中随机取100株, 测定并统计其穗长, 每穗上的小穗数、小花数和饱满籽粒数, 结实率, 并测定风干带籽粒的千粒重。根据以上各数量性状和气象记录进行了系列的分析。

分析与讨论

1. 羊草种群的成穗率与环境条件及气候因子的关系 羊草是根茎型禾草, 无性繁殖能力较强。羊草的分蘖有两类, 一类是生殖枝, 另一类是营养枝。所以, 分蘖成穗率的高低, 可视为种群结构的重要标志之一。据调查, 在不同生态条件下, 羊草种群的成穗率差异甚大(见表1)。

表1 不同样地与年度羊草种群的成穗率 [$(\bar{x} \pm DS)$ 吉林省, 长岭]
Table 1 Percentage of earbearing tiller *A. chinense* population in different plots and year [$(\bar{x} \pm DS)$ Changling, Jilin]

年 度 \ 样 地	放 牧	长期割草	短期割草	停刈休闲	平 均
1982	—	—	14.64	6.67	10.66 ± 5.64
1983	2.10 ± 1.38	1.43 ± 0.68	8.45 ± 3.12	2.97 ± 3.15	3.69 ± 3.22
1984	6.66 ± 3.11	3.94 ± 0.86	11.31 ± 2.86	2.38 ± 1.15	6.07 ± 3.91
1985	9.72 ± 2.93	13.97 ± 4.12	29.89 ± 8.52	0.69 ± 0.86	13.57 ± 12.21
平 均	6.61 ± 3.83	6.46 ± 5.42	16.07 ± 9.55	3.12 ± 2.53	8.19

表1表明, 羊草种群的成穗率, 不仅在样地间和年度间具有较大的差异, 而且同一样地不同样点间的差异也显著。

放牧和长期割草均可干扰植物体内部的生长发育节律。家畜啃食要破坏大多数个体的成穗过程; 长期割草导致营养物质大量外流, 密度增大, 种群内个体间的竞争力减小, 对成穗过程有抑制作用。从短期割草和停刈休闲的比较来看, 对种群的种子生产, 长期割草比长期放牧的影响更严重, 并且自然恢复的速度缓慢。此外, 同一样地不同样点间的差异, 反映了微地形或微环境条件对成穗率也有重要的影响。

在不同样地上, 羊草种群的成穗率各年度间的变化大致趋于相同。结合与有关气候因子的相关分析(见图1), 除停刈休闲地以外, 其它各样地上, 成穗率均与4—5月上旬, 羊草从返青到幼穗分化期的日照 ΣS 和前一年8—10月份羊草冬性枝条形成期间的降水量 ΣR 呈正相关, 而与前一年8—10月份的月平均气温之和 ΣT 呈负相关, 但各相关程度又因样地而不同(见表2)。

以上相关分析的结果表明, 低温较降水对翌年成穗率的促进作用更为明显。低温能使植物体内营养物质的浓度相对提高(户荊义次, 1979), 有利于分蘖株的养分积累; 水分不足会

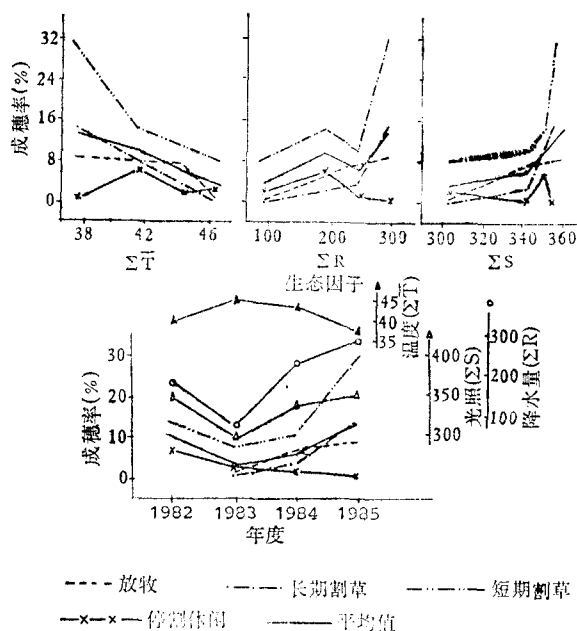


图 1 羊草种群的成穗率与生态因子的关系
(1982—1985 吉林省, 长岭)

Fig. 1 The relation between the percentage of earbearing tiller of *A. chinense* population and ecological factors (1982—1985 Changling, Jilin)

表 2 水热因子与羊草种群成穗率的相关分析 (吉林省, 长岭)

Table 2 The correlative analysis on percentage of earbearing tiller of *A. chinense* population and water-heat factor (Changling, Jilin)

生态因子	相 关 系 数 (r)			
	放 牧	长期割草	短期割草	平 均
ΣS (小时)	0.988*	0.826	0.688	0.866
ΣR (mm)	0.988*	0.825	0.786	0.785
$\Sigma \bar{T}$ (°C)	-0.903	-1.000**	-0.958*	-0.989*

* $\alpha=0.05$ 水平上显著, ** $\alpha=0.01$ 水平上显著

抑制冬性枝条的生长发育, 降水过多则造成土壤积水缺氧, 也会影响其正常生长。可见, 冬性枝条生长发育的好与坏, 直接制约着翌年种群成穗率的高低。围栏保护地处低洼, 每年雨季首先在该处积水, 大量的立枯草对幼苗严重遮光, 致使成穗率低而与其它样地的趋势不协调。

2. 羊草种群结实器官性状与气候因子的关系 羊草在返青后, 经过一定的营养生长阶段, 部分植株便进入生殖生长阶段。据调查, 在不同样地和年度间, 羊草种群的穗长、每穗上的小穗数和小花数差异较大。但在不同样地上, 各性状在各年度间的变化大致趋于相同。结合与有关气候因子的相关分析 (见图 2), 除短期割草地以外, 其它各样地上, 各性状均与 5 月份, 即幼穗分化阶段的日照时间 ΣS 和积温 ΣT 呈正相关, 与前一年 8—10 月份冬性枝条生长发育阶段和 4—5 月从返青到幼穗分化阶段的降水量 ΣR 呈正相关, 但各相关程度又因样地而不同 (见表 3)。由此进一步表明, 冬性枝条生长发育状况, 不仅影响翌年种群的成穗率, 而且也影响到穗分化。植物的生长发育是一个连续发生的自然过程, 无时不受诸生态因子的综合影响, 从而出现了不同样地各相关系数的差异性, 以及短期割草地的超规律现象。

3. 羊草种群种子千粒重与环境条件及气候因子的关系 羊草从开花到种子成熟, 一般

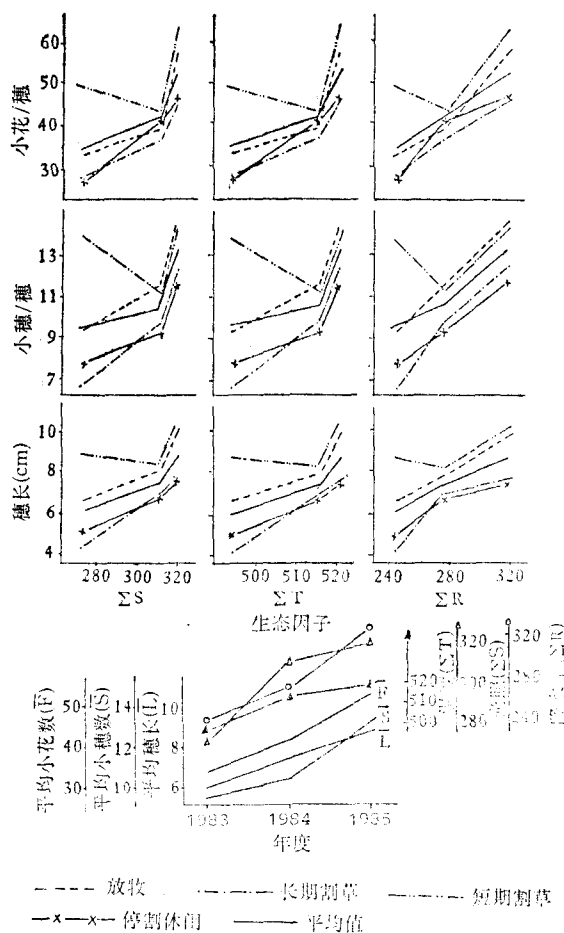


图2 羊草种群的穗长、小穗数、小花数与生态因子的关系(1983—1985吉林省, 长岭)

Fig. 2 The relation between the ear length, spikelets/ear, florets/ear of *A. chinense* population and ecological factors (1983—1985 Changling, Jilin)

需要30—45天。据调查,在不同生态条件下,羊草种子的千粒重差异较大(见表4)。就样地间比较,平均以放牧地和短期割草地较高,长期割草地和停刈休闲地较低。经过对其均值间的显著性检验(如表5),结果表明,放牧对籽粒的形成过程有明显的促进作用,而长期割草则有明显的抑制作用。因为放牧可以减少种群密度,未遭家畜破坏性啃食而成穗的个体,在比较稀疏的生长条件下通风透光良好,家畜在采食过程中排出的粪便又可起到施肥的作用。长期割草造成土壤贫瘠,从而影响籽粒的物质积累过程。从短期割草与停刈休闲的比较进一步表明,对羊草种群有性繁殖的影响,长期割草较长期放牧更为严重,并且自然恢复的速度缓慢。

在不同样地上,羊草种群的种子千粒重各年度间的变化趋于相同。结合与有关气候因子的相关分析(见图3),种子千粒重与6—7月中旬,从开花到籽粒成熟阶段的日照 ΣS 和积温 ΣT 呈正相关,与5—7月份的降水量 ΣR 呈负相关,但各相关程度又因样地而不同,见表6。由此反映出,在羊草的籽粒灌浆过程中,光和温度是其重要的生态因子。对于水分的负相关作用,并不能表明一定是水分过多或者羊草在该生育期不需要良好的水分条件,而是在同一时期内,各气象因子的变化是同一天气过程的反应,相互之间具有协调一致性,阴雨能引起光照不足和低温天气,从而间接地影响或削弱了植株的光合作用和物质积累过程。

表 3 水热因子与羊草种群穗部器官性状的相关分析 (吉林省, 长岭)

Table 3 The correlative analysis on spike organic characters of *A. chinense* population and the water-heat factor (Changling, Jilin)

项 目	样 地	生态因子 相关系数 (r)	ΣS (小时)	ΣT (°C)	ΣR (mm)
穗长	放 牧		0.924	0.869	0.999*
	长期割草		0.998*	0.999*	0.933
	停刈休闲		0.983	0.989	0.969
	平 均		0.933	0.943	0.998*
小穗/穗	放 牧		0.911	0.923	1.000**
	长期割草		0.948	0.958	0.994
	停刈休闲		0.895	0.908	1.000**
	平 均		0.820	0.837	0.984
小花/穗	放 牧		0.812	0.839	0.984
	长期割草		0.944	0.954	0.995
	停刈休闲		0.998*	1.000**	0.931
	平 均		0.740	0.872	0.994

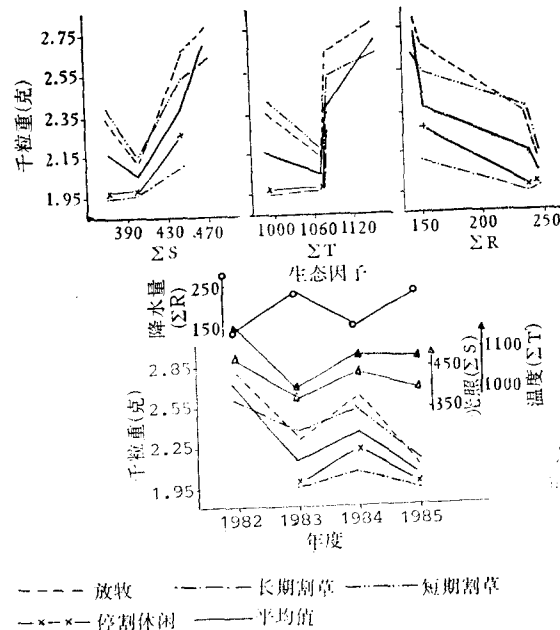
* $\alpha=0.05$ 水平上显著; ** $\alpha=0.01$ 水平上显著

图 3 羊草种群种子千粒重与生态因子的关系 (1982—1985) 吉林省, 长岭

Fig. 3 The relation between the 1000-seed weight of *A. chinense* population and ecological factors (1982—1985 Changling, Jilin)

表 4 不同样地与年度羊草种群的种子千粒重 [$(\bar{x} \pm DS)$ 吉林省, 长岭]Table 4 The 1000-seed weight of *A. chinense* population in plots and year [$(\bar{x} \pm DS)$ Changling, Jilin]

年 度	样 地	放 牧	长期割草	短期割草	停刈休闲	平 均
1982		2.78 ± 0.07	—	2.63 ± 0.04	—	2.70 ± 0.08
1983		2.34 ± 0.03	1.96 ± 0.02	2.38 ± 0.08	1.99 ± 0.03	2.17 ± 0.19
1984		2.65 ± 0.11	2.10 ± 0.04	2.54 ± 0.05	2.26 ± 0.14	2.39 ± 0.22
1985		2.14 ± 0.09	1.97 ± 0.04	2.16 ± 0.05	1.98 ± 0.02	2.06 ± 0.09
平 均		2.48 ± 0.29	2.01 ± 0.08	2.43 ± 0.21	2.08 ± 0.16	2.28

表 5 各样地种子千粒重的差异显著性 (新复极差法)

Table 5 The obvious difference from 1000-seed weight of plots by SSR method

样 地	放 牧	短期割草	停刈休闲	长期割草
平 均 数	2.48	2.43	2.08	2.01
差异显著性 (5 %)	a	a	b	b

表 6 水热因子与羊草种群种子千粒重的相关分析 (吉林省, 长岭)

Table 6 The correlative analysis on 1000-seed weight of *A. chinense* population and the water-heat factor (Changling, Jilin)

生态因子	相 关 系 数 (r)				
	放 牧	长期割草	短期割草	停刈休闲	平 均
ΣS (小时)	0.870	0.961	0.777	0.930	0.903
ΣT (℃)	0.617	0.592	0.491	0.512	0.754
ΣR (mm)	-0.962*	-0.993	-0.909	-0.999*	-0.912

*α = 0.05 水平上显著

结 论

1. 放牧对羊草种群的成穗有不良影响, 而对籽粒的干物质积累过程有促进作用。停止放牧以后, 种群的种子生产能力恢复较快。

2. 长期割草对羊草种群的整个生殖生长过程均有不良影响, 尤其在气候条件不利的年份, 不仅穗短、小穗数少, 而且籽粒瘦秕。停止刈割后, 种群的种子生产能力恢复较慢。对种子生产的影响, 长期割草较长期放牧严重。

3. 羊草种群的成穗率与前一年 8—10 月份冬性枝条生长发育阶段的月平均气温之和呈负相关, 与前一年 8—10 月份的降水量及当年 4—5 月上旬从返青到幼穗分化阶段的日照时间呈正相关。穗长、每穗上的小穗数和小花数均与 5 月份穗分化阶段的日照时间和积温呈正相关, 与前一年 8—10 月份和 4—5 月份的降水量呈正相关。种子千粒重与 6—7 月中旬籽粒灌浆阶段的日照时间和积温呈正相关, 与 5—7 月份的降水量呈负相关。

有关生态因子的综合效应, 以及对羊草种群种子生产的预测预报等, 有待进一步研讨。

参 考 文 献

- 王振堂、祝廷成 1985 羊草小群落扩散过程的初步分析. 生态学报 5(3): 213—222.
- 王策箴 1983 羊草的内部构造及其细胞学的研究. 中国草原 (2): 41—45.
- 王克平 1984 羊草物种分化的研究—I. 野生种群的考察. 中国草原 (2): 32—36.
- 王显生 1985 中国东北羊草草原羊草种群生态的研究 1. 羊草种数量的初步研究. 中国草原 (3): 11—15.
- 李建东 1984 松嫩平原羊草群系的分类. 东北西部草原学术会议论文集 第27—32页.
- 李建东 1978 我国的羊草草原. 东北师范大学学报(自然科学版) (1): 146—149.
- 李月树、祝廷成 1983 羊草种群地上部生物量形成规律的探讨. 植物生态学与地植物学丛刊 7(4): 289—298.
- 祝廷成等 1984 中国东北羊草放牧场生产力的研究. 中国草原与牧草 (1): 20—30.
- 段晓刚、樊金铃 1984 羊草染色体组型分析. 中国草原 (1): 63—66.
- 卢刈义次主编(薛德荣译) 1979 作物的光合作用与物质生产. 第408—411页 科学出版社.
- Zhu Tingcheng et al. 1983 A study on the productivity of the Yang-cao (*Leymus chinensis*) pasture in the Northeast of China. Proceedings of the Fifth world Conference on Animal Production, Vol. 2, Tokyo Japan, p. 629—631.
- Zhu Tingcheng et al. 1981 A study of the ecology of Yang-cao (*Leymus chinensis*) Grassland in Northern China. Proceedings of the XIV International Grassland Congress, Kentucky, U.S.A. p. 429—431.

A STUDY ON SEED PRODUCTION OF *ANEUROLEPIDIUM CHINENSE* POPULATION IN DIFFERENT ECOLOGICAL CONDITIONS

Yang Yunfei Zhu Tingcheng

(Institute of Grassland Science, Northeast Normal University)

According to the field-investigation at the fixed position during 1982 to 1985, the quantitative analysis on three problems of the seed production of *Aneurolepidium chinense* population i.e. the relationships between their condition of ecological environment and the percentage of earbearing tiller, characters of spike organ or 1000-seed weigh were discussed in this paper. It shows that grazing decreased the percentage of earbearing tiller but improved the process of dry matter production of the seed, and after stopping grazing, although the plot was mowed for several years, the population of *A. chinense* still had higher ability to recover its seed production and its seed productivity was different from the former grazing plot obviously. The mowing for a long-term was harmful to the process of the entire reproduction of the population, and after stopping mowing and resting for several years, the seed productivity was still low and had no obvious difference from the former one. It shows that long-term mowing had more serious influence on the seed production of the population and made the natural recovery speed slower than the long-term grazing did. The characteristics of each stage of the sexual development and growth of the population have close connection with light, temperature and moisture at every plot, but the degrees of the connection are different, regarding to the specific circumstances of the plots.