

疏叶骆驼刺 [*Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.] 的物候学分析

严成¹, 尹林克¹, 魏岩²

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 新疆农业大学, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要: 对吐鲁番沙漠植物园中自然分布的疏叶骆驼刺 [*Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.] 的物候进行了 5 a 连续的观测, 编绘了物候图谱。运用主成分分析方法, 对影响疏叶骆驼刺物候的温度和光照因子进行了分析, 揭示出与其主要物候期关系最为密切的气象因子, 表明不同的物候期, 诱导物候表现的主导因子不同: 诱导疏叶骆驼刺萌动期的主要气象因子为旬均最高温、旬均最低温和累计日照时数; 诱导开花期的主要气象因子为 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温、花期平均日照长度和盛期旬均温; 诱导果熟期最主要的环境因子有始熟旬均温、累积日照时数和全熟旬均温。

关键词: 疏叶骆驼刺; 物候; 主成分分析

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2002)03-0024-05

Analysis on phenology of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap. YAN Cheng¹, YIN Lin-ke¹, WEI Yan² (1. Xinjiang Ecology and Geography Research Institute, the Chinese Academy of Sciences, Urmqi, 830011, China; 2. Xinjiang Agricultural University, Urmqi 830052, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2002, 11(3): 24-28

Abstract: The phenological observation of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap. was carried on for five years at Turpan desert botanical garden. The phenospectrum chart was made. By the principal component analysis (PCA) of light and temperature factors influencing phenology, it was revealed that the environmental factors had the close relation to the principal phenophase of *A. sparsifolia*, and the principal induced factors were various in different phenology. The principal induced factors of budding period were the average highest temperature of ten days, the average lowest temperature of ten days and the accumulated hours of sun lighting; those of flowering period were $\geq 5^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature, the average hours of sun lighting and the average temperature of ten days in bloom; those of fruit period were the average temperature of ten days at the beginning, accumulated hours of sun lighting of fruit period and the average temperature of ten days during fruit maturity.

Key words: *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.; phenophase; PCA

疏叶骆驼刺 [*Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.] 隶属骆驼刺属 (*Alhagi* L.), 主要分布于新疆、甘肃河西走廊和内蒙古巴丹吉林沙漠^[1,2]。为多年生草本, 是很好的蜜源植物和传统的民间药用植物, 其新鲜植物体或粉碎干草均可作为优良的饲料资源。在干旱区干热的夏季, 疏叶骆驼刺也能进行旺盛的营养生长。因此, 疏叶骆驼刺作为重要的优良牧业饲草资源之一^[3,4], 对于发展干旱荒漠区的畜牧业具有重要作用。

笔者于 1984-1988 年间对中国科学院吐鲁番沙漠植物园中栽培及周围自然分布的疏叶骆驼刺植物进行了物候观测, 并结合气象资料, 运用主成分分析法, 分析和研究了疏叶骆驼刺各物候期与光照和

温度生态因子的关系及影响因子, 旨在分析和揭示疏叶骆驼刺植物本身的生物生态学特性, 为疏叶骆驼刺群落的演替研究及合理开发利用提供科学依据。

1 观测地自然概况

观测地点设在中国科学院吐鲁番沙漠植物园。位于东经 $89^{\circ}11'$, 北纬 $40^{\circ}51'$; 海拔 -86 m; 沙壤土;

收稿日期: 2002-01-21

基金项目: 中国科学院生物局、国家财政部专项经费资助项目 (905015)

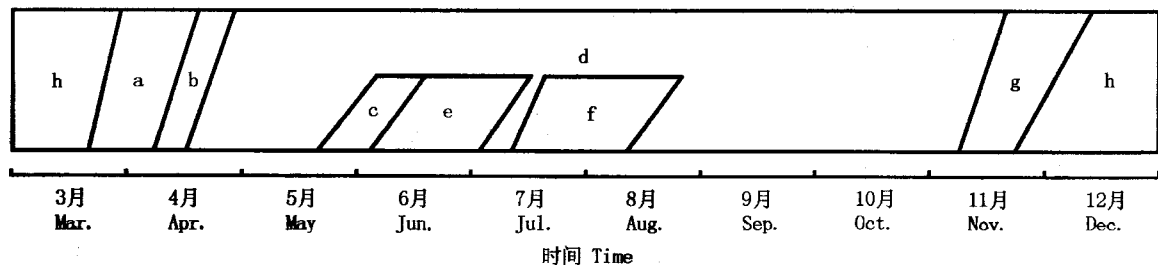
作者简介: 严成 (1965-), 男, 山东威海人, 学士, 助研, 主要从事荒漠区优势植物资源多样性保护与合理开发工作。

地下水位 10 m;属极端干旱荒漠气候;年均降水量 18.4 mm;年均蒸发量 2 837.8 mm;年平均气温 13.9℃;1月份平均气温 -9.5℃;7月份平均气温 32.7℃;年均相对湿度为 41%;极端最高气温 47.6℃;极端最低气温 -28.0℃;≥5℃年平均有效积温 5 647.1℃;年均日照时数 3 049.5 h;日照率 68%;年均无霜期为 265.6 d;年均大风日数 36.2 d,最多达 68 d。

2 物候观测方法

选择有疏叶骆驼刺栽培和自然分布的固定样地 2 个,样地面积 0.06 hm²。每样地选择正常发育的疏叶骆驼刺 10 株,定株跟踪观察。

观测按《物候学》观测方法^[5],自 1984 - 1988 年



a. 萌动期 budding period; b. 展叶期 leaf spreading period; c. 花蕾期 flower bud period; d. 叶期 leaf period; e. 开花期 flowering period; f. 果熟期 fruit period; g. 干枯期 withering period; h. 休眠期 dormancy period

图1 疏叶骆驼刺的物候图谱

Fig. 1 Phenological chart of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

表1 疏叶骆驼刺各物候期中光照与温度因子的变化

Table 1 The variations of light-temperature factors during every phenophase of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

物候期 Phenophase	光照-温度因子 Light-temperature factors				
	始期日平均温度(℃) The average temperature at the beginning	旬平均温度(℃) The average temperature of ten days	各物候期≥5℃积温 ≥5℃ accumulated temperature during every phenophase	自2月1日起累积日照时数(h) Accumulated hours of sun lighting since Feb. 1	平均日照长度(h) The average hours of sun lighting
萌动期 Budding period	10.38	14.28	225.01	338.20	8.79
展叶期 Leaf spreading period	19.43	19.36	499.39	539.08	7.73
开花期 Flowering period	33.55	30.54	1 819.57	1 049.70	10.40
果熟期 Fruit period	32.34	31.76	3 270.51	1 539.83	10.55
干枯期 Withering period	2.52	1.89	5 672.99	2 473.30	6.00

3.1.1 萌动期 在萌动期,随着春季气温升高,植物由休眠进入生长发育阶段,标志着植物本年生长期的开始。疏叶骆驼刺萌动期一般在3月下旬至4月上旬。这一期间旬均温已达14.28℃左右,自2月1日起总累积日照时数达338.20 h。

5 a 连续进行。由于春季植物的物候现象变化较快,萌动期、展叶期和开花期 1~3 d 观测 1 次,其他物候期 5 d 观测 1 次。观测中,实行定时、定向和定株观测,并参考周围同种植物物候表现。分析所用的气象资料(1984 - 1988 年)由吐鲁番气象台提供。

3 结果与分析讨论

3.1 疏叶骆驼刺的物候特性

疏叶骆驼刺的物候图谱见图 1,从图 1 可直观看出疏叶骆驼刺的年生长周期节律变化。同时,按物候期相应时期的气象资料,取各年份各气象因子的平均值,列出各物候期与光照和温度主要生态因子的关系(表 1)。并探讨各物候期的物候特性。

3.1.2 展叶期 疏叶骆驼刺作为饲用植物,展叶期开始就可供牲畜饲用。一般从4月中旬至4月下旬,长达20余天。这一时期旬均温已达19.36℃,≥5℃积温达499.39℃,营养生长非常旺盛。

3.1.3 开花期 疏叶骆驼刺花期在6月上旬至7月

中旬,长达 1 月有余,可供作密源植物, $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温已达 1 819.57 $^{\circ}\text{C}$,自 2 月 1 日起总累计日照时数达 1 049.70 h,平均日照长度达 10.40 h。这一时期,植物营养生长非常旺盛。

3.1.4 果熟期 疏叶骆驼刺果熟期自少数果实成熟到大部分果实成熟止,从 7 月中旬至 8 月中旬,约 20~30 d。此时期 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温高达 3 000 $^{\circ}\text{C}$ 以上,总累计日照时数达 1 539.83 h。果熟期植株生长旺盛,并可分泌 1 种刺糖做中药。果熟后果实宿存,不脱落,为采集种子提供了便利条件。

3.1.5 干枯期 疏叶骆驼刺干枯期比较短,约为 10 d,这时期平均旬气温降至 1.89 $^{\circ}\text{C}$,始期气温降至 2.52 $^{\circ}\text{C}$ 。在 11 月中旬至 12 月初为干枯期,吐鲁番由于气候干燥和气温下降缓等因素,大部分植株枯死后仍为青绿色,这一物候特性保证了疏叶骆驼刺在枯死后可用做青饲料,从而提高了饲用价值。

综上所述,可以认为疏叶骆驼刺在吐鲁番地区旬均温度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$ 条件下即萌动,进入生长期。生长期长达 230 d,整个生长期营养生长十分旺盛,不受大气高温和干旱影响。

3.2 影响物候的主要气象因子

植物的物候特性除受遗传基因控制外,还与诸多的生态气象因子密切相关。本文采用多元统计中主成分分析方法(PCA)^[6],分别对疏叶骆驼刺萌动期、开花期、果熟期和生长期的光照和温度等气象生态因子及各物候期距 1 月 1 日的天数进行主成分分析,找出影响各物候的主要环境因子。

3.2.1 萌动期影响因子的主成分分析 环境因子对疏叶骆驼刺萌动期的影响见表 2,从表 2 可以看出,仅前 2 个主成分就可保留总信息量的 78.4%,因

而这 2 个主成分构成的二维空间,能较好地反映疏叶骆驼刺在萌动期对环境的要求。

在第一主成分中,旬均最高温(1.692 9)和旬均最低温(1.571 4)2 个因子的信息负荷量较大;在第二主成分中 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温(1.275 2)和自 2 月 1 日起累计日照数(1.683 2)这 2 个因子的信息负荷量大,这些因子中既有温度影响又有日照时数。由此可以认为,旬均最高温、旬均最低温和累计日照时数是影响疏叶骆驼刺冬眠后萌动的主要因子。

3.2.2 开花期影响因子的主成分分析 环境因子对疏叶骆驼刺开花期的影响见表 3,从表 3 可以看出,第一和第二主分量的信息量已达 80.80%,第一主分量的信息贡献率为 44.81%, $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温(1.997 0)和花期平均日照长度(-1.941 4)2 个因子的信息负荷量较大;第二主分量的信息贡献率为 35.99%,盛期旬均温(1.932 5)的负荷量较大,由此可以看出,诱导疏叶骆驼刺开花的主要气象因子是 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温、平均日照长度和盛期旬均温。

3.2.3 果熟期影响因子的主成分分析 疏叶骆驼刺果熟期影响因子的分析见表 4,从表 4 可以看出,第一主分量的累积贡献率已达 88.35%,因而仅取第一主分量进行分析。第一主分量中 5 个因子负荷量均达 1.8 以上,这表明在果熟期这 5 个因子都起着重要作用。其中负荷量最高的因子是始熟旬均温(1.972 3),全熟旬均温(1.952 3)及累计日照时数(-1.972 2)。旬均温度的正向效应与累积日照时数的负向效应,表明植物果实成熟晚,所需日照多,要求较高的旬均温;而果实成熟早,所需累计日照时数少,不需要较高的旬均温。

表 2 疏叶骆驼刺萌动期环境因子对前 3 个主分量的负荷量

Table 2 The load amount of the first three principal components from environmental factors in budding period of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

因子 Factors	主分量的负荷量 Load amount of principal components		
	第一主分量 First principal component	第二主分量 Second principal component	第三主分量 Third principal component
旬均最高温 The average highest temperature of ten days	1.692 9	-0.172 2	-1.012 8
旬均最低温 The average lowest temperature of ten days	1.571 4	1.151 8	0.395 5
平均温度 The average temperature	1.285 8	0.954 4	1.171 7
累计日照时数 The accumulated hours of sun lighting	-0.717 8	1.683 2	0.044 1
$\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature	-1.205 6	1.275 2	-0.714 6
特征根 Characteristic root	3.956 7	6.726 5	3.067 8
贡献率 Contribution rate (%)	44.78	33.64	15.34
累计贡献率 Accumulated contribution rate (%)	44.78	78.42	93.97

表3 疏叶骆驼刺开花期环境因子对前3个主分量的负荷量

Table 3 The load amount of the first three principal components from environmental factors in flowering period of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

因子 Factors	主分量的负荷量 Load amount of principal components		
	第一主分量 First principal component	第二主分量 Second principal component	第三主分量 Third principal component
开花始期旬均温 The average temperature of ten days at the beginning	0.448 2	0.993 8	1.651 5
开花盛期旬均温 The average temperature of ten days in bloom	0.179 2	1.932 5	0.139 0
开花期平均温度 The average temperature of flowering period	-1.399 2	1.385 7	-0.346 2
开花期累计日照时数 Accumulated hours of sun lighting of flowering period	0.941 3	1.369 6	-0.974 0
开花期 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature in flowering period	1.997 0	-0.275 7	0.124 6
花期平均日照长度 The average hours of sun lighting of flowering period	-1.941 4	-0.207 6	0.298 2
特征根 Characteristic root	10.754 5	8.637 1	3.919 9
贡献率 Contribution rate (%)	44.81	35.99	16.33
累计贡献率 Accumulated contribution rate (%)	44.81	80.80	97.13

表4 疏叶骆驼刺果熟期环境因子对前3个主分量的负荷量

Table 4 The load amount of the first three principal components from environmental factors in fruit period of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

因子 Factors	主分量的负荷量 Load amount of principal components		
	第一主分量 First principal component	第二主分量 Second principal component	第三主分量 Third principal component
果熟期始熟旬均温 The average temperature of ten days at the beginning	1.972 3	0.274 6	1.185 4
果熟期全熟旬均温 The average temperature of ten days during fruit maturity	1.952 3	-0.422 7	0.091 9
果熟期平均温 The average temperature of in fruit period	1.840 6	0.704 9	-0.339 9
果熟期积累日照时数 Accumulated hours of sun lighting of fruit period	-1.972 2	0.239 9	-0.155 0
果熟期 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature in fruit period	-1.848 0	-0.750 9	-0.145 8
特征根 Characteristic root	21.204 4	2.582 4	0.210 2
贡献率 Contribution rate (%)	88.35	10.76	0.88
累计贡献率 Accumulated contribution rate (%)	88.35	99.11	99.99

3.2.4 生长期影响因子的主成分分析 影响疏叶骆驼刺生长期的环境因子主成分分析见表5,从表5可以看出,第一、二主分量的累计贡献率已达

83.67%,故仅对前2个主分量加以分析。对第一主分量影响较大的环境因子的负荷量是 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温(1.634 4)、萌动期均温(1.488 6)及干枯期均温

表5 疏叶骆驼刺生长期环境因子对前3个主分量的负荷量

Table 5 The load amount of the first three principal components from environmental factors in growth period of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

因子 Factors	主分量的负荷量 Load amount of principal components		
	第一主分量 First principal component	第二主分量 Second principal component	第三主分量 Third principal component
生长期天数 The days of growth period	1.513 6	0.594 3	-1.119 5
萌动期均温 The average temperature of budding period	1.488 6	0.728 4	1.011 6
干枯期均温 The average temperature of withering period	1.458 5	1.357 0	0.100 1
生长期累积日照时数 Accumulated hours of sun lighting of growth period	0.972 3	1.664 7	-0.001 6
生长期 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature in growth period	1.634 4	0.325 0	-0.993 2
特征根 Characteristic root	10.250 9	6.483 0	2.329 0
贡献率 Contribution rate (%)	51.25	32.41	11.64
累计贡献率 Accumulated contribution rate (%)	51.25	83.67	95.31

(1.458 5)。即第一主分量表征了生长期开始和结束旬均温及生长期热累积情况。对第二主分量影响最大的环境因子负荷量是累计日照时数(1.664 7),即第二主分量表征了生长期光积累情况。故可以认为光热和温度因子对植物生长期长短都有很重要作用。

3.2.5 物候日期的主成分分析 疏叶骆驼刺物候日期的主成分分析见表6,由表6可以看出,第一、二累计贡献率已达79.54%。第一主分量因子负荷量

最大的是干枯期距1月1日天数(1.721 2)和开花期距1月1日天数(1.652 6);第二主分量因子负荷量最大的是萌动期距1月1日天数(-1.925 0)和果熟期距1月1日天数(1.140 4)。因而前2个主分量基本上较好地表现了植物年生长发育的全部过程和周期性规律:萌动期—开花期—果熟期—干枯期。其中萌动期和干枯期又是控制植物年生长发育规律的主导因子。

表6 疏叶骆驼刺物候日期对前3个主分量的负荷量

Table 6 The load amount of the first three principal components from phenological days of *Alhagi sparsifolia* (B. Keller et Shap.) Shap.

因子 Factors	主分量的负荷量 Load amount of principal components		
	第一主分量 First principal component	第二主分量 Second principal component	第三主分量 Third principal component
萌动期距1月1日的天数 The days from 1st in January to budding period	-0.535 5	-1.925 0	0.019 4
展叶期距1月1日的天数 The days from 1st in January to leaf spreading period	1.412 5	-0.755 7	1.184 0
开花期距1月1日的天数 The days from 1st in January to flowering period	1.652 6	0.579 6	0.073 5
果熟期距1月1日的天数 The days from 1st in January to fruit period	-1.371 7	1.140 4	-0.887 7
干枯期距1月1日的天数 The days from 1st in January to withering period	1.721 2	0.373 6	-0.328 7
特征根 Characteristic root	9.856 6	6.052 7	2.303 8
贡献率 Contribution rate (%)	49.28	30.26	11.52
累计贡献率 Accumulated contribution rate (%)	49.28	79.54	91.06

4 结 论

1) 从物候谱可以看出,在吐鲁番地区疏叶骆驼刺生长期一般在3-11月,长约230 d,部分物候期同时交替存在。通过物候学特性的分析,可知疏叶骆驼刺具有在干旱区干热夏季始终生长旺盛,且在冬季地上部干枯后,枝和叶仍为青绿色的物候特性。

2) 通过对影响物候的环境气象因子进行PCA分析,结果表明:在诱导不同的物候表现中光照和温度因子具同等重要作用。不同的物候期,诱导物候表现的主导因子不同。诱导疏叶骆驼刺萌动期的主要气象因子为旬均最高温、旬均最低温和累计日照时数;诱导开花期的主要气象因子为 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温、花期平均日照长度和盛期旬均温;诱导果熟期最主要的环境因子有始熟旬均温、累积日照时数和全熟旬均温;诱导生长期的主要因子是 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温、萌动期旬均温及干枯期旬均温;而诱导物候日期主要因子

为萌动期距离1月1日天数和干枯期距离1月1日的天数。

疏叶骆驼刺人工草场建设和自然草场的恢复,在西部生态干旱区退耕还草还牧中占有重要位置,本研究结果将对干旱区畜牧业疏叶骆驼刺草场的开发、经营和管理,以及对疏叶骆驼刺群落的演替研究具有重要应用价值。

参考文献:

- [1] 新疆八一农学院. 新疆植物检索表[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1983.
- [2] 内蒙古植物志编辑委员会. 内蒙古植物志(第二卷)(第二版)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1989.
- [3] 新疆荒地资源综合考察队. 新疆重点地区荒地资源合理利用[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1985. 63.
- [4] 侯学煜. 中国植被地理及优势植物化学成份[M]. 北京: 科学出版社, 1982. 236.
- [5] 竺可桢, 宛敏渭. 物候学[M]. 北京: 科学出版社, 1973.
- [6] 钟 杨, 陈家宽, 黄德世. 数量分类的方法与程序[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1990.