

# 沙打旺种群对草原植被演替影响 试验研究

邹厚远 程积民 鲁子瑜 张鹏 古晓林\*

## 摘 要

沙打旺人工种群大量进入百里香群落后,促进百里香地椒群落在9~10年短时间内演替到长芒草顶极群落。自然封禁条件下,百里香群落在5~7年较快恢复到百里香+长芒草群落这一偏途顶极,而进一步恢复到顶极长芒草群落则需要很长的时间。沙打旺种群促进这一演替过程的作用机制,在于它迅速将百里香种群几乎完全排挤出群落之外,为长芒草种群占领随着它的自然衰退而空出的空间创造了条件。沙打旺种群引起的这一短期人为演替过程,实际上是原来百里香群落中种群关系重新调整的过程,各个种群数量变化的结局,取决于它们各自的种间竞争能力。一些竞争力比较强的种群,如糙隐子草、兴安胡枝子、阿尔泰狗娃花、大羽茅、厚穗宾草等,由原来百里香群落中的次要伴生种,成为长芒草群落中的主要伴生种,一些竞争力弱的种群,如冷蒿、星毛委陵菜、猪毛蒿、狼毒等,则由原来百里香群落中的主要伴生种,成为长芒草群落中的次要伴生种。

## 1 引 言

黄土丘陵区在气候上属半干旱地区,植被分区上自东南向西北分属于森林草原区、灌丛草原区和干草原区。草原是这一地区主要的地带性植被,长芒草草原为典型的顶极群落。由于受不断反复垦殖和过度放牧的影响,森林草原北部及以北长芒草草原绝大部分已退化为百里香草原或百里香和长芒草为共建种的草原,其生产力低下,土壤环境条件日趋恶化。七十年代中叶以来,采取补播豆科黄芪属植物沙打旺后,一方面退化草地得到改良;另一方面又迅速促进草原植被的演替过程。通过对沙打旺改良草原上主要植物种群数量变化的研究,揭示草原植被人为演替的过程与规律。

## 2 试验区自然条件

试验区在陕西北部杏子河流域上游与吴旗县铁边城试验区和宁夏南部固原县河川试验区进行,前者属灌丛草原区,后者属森林草原区北部。两处退化草原主要为百里香+长芒草+星毛委陵菜+冷蒿群落。前者海拔1365~1650m,年平均气温7.5~8.5℃,≥10℃积温2940~2970℃,年降水量400~480mm,无霜期140天左右。后者海拔1600~1850m,年平均气温6℃,≥10℃积温2573℃,年降水量480mm,无霜期152天。后者比前者降水量多,但前者比后者温度高,两个地区的水热条件基本相同。

## 3 试验方法

试验于1986~1987两年进行。陕北试验区的研究对象为百里香草地(天然退化草

地)、4~5年生沙打旺改良草地及9~12年生衰败沙打旺改良草地亦即长芒草草地;宁南试验区由于沙打旺改良草地最高草龄为7年生,其研究对象为百里香草地,4~5年生沙打旺改良草地及7年生沙打旺+长芒草草地(沙打旺草地向长芒草草地的过渡类型)。

每个草地类型的群落调查样方30个,样方面积1m<sup>2</sup>。统计记载每个种群的频度(%)、盖度(%)和密度(株/m<sup>2</sup>)这三个重要的群落学特征,它们能反映一个种群在群落中的竞争能力。根据频度和盖度这两个数量指标计算一个种群在群落中的重要值(重要值由频度与盖度的乘积求得)。根据主要植物种群的重要群落学特征,分析研究沙打旺改良草地上主要种群的演变过程,揭示沙打旺种群对草原植被演替的影响。

## 4 结果与分析

### 4.1 沙打旺改良草地上主要种群的演替过程。结果如表1、表2所示。

表1 沙打旺改良草地上主要种群的演替过程(陕北)

种群特征	百里香群落				沙打旺群落				长芒草群落			
	频度(%)	盖度(%)	密度(株/m <sup>2</sup> )	重要值	频度(%)	盖度(%)	密度(株/m <sup>2</sup> )	重要值	频度(%)	盖度(%)	密度(株/m <sup>2</sup> )	重要值
百里香	71	19	73	13.49	8	0.1	1	0.008	10.7	0.5	4.5	0.0535
沙打旺	82	1	18	0.82	77	85	13	65.45	63.3	8	4.5	5.064
长芒草	25	6	31	1.5	19	1.5	9	0.285	98	35	73.8	34.3
糙隐子草	10	0.5	8	0.05	7	0.1	2	0.007	85.7	2	10.9	1.714
兴安胡枝子	15	0.8	9	0.12	14	0.3	4	0.042	71.4	1	9	0.714
阿尔泰狗娃花	9	0.8	3	0.072	7	0.2	1	0.014	75	2	7	1.5
大羽茅	7	2	9	0.14	6	1	8	0.06	66.7	4	12	2.668
厚穗宾草	6	1	5	0.06	4	0.1	1	0.004	52.4	2	6.6	1.048
冷蒿	56	2.5	12	1.4	35	0.1	4	0.035	42.9	4	3.2	0.1716
星毛委陵菜	64	1.5	15	0.96	21	0.6	5	0.126	21.4	0.4	3.6	0.0856
猪毛蒿	23	2.5	9	0.575	8	0.1	1	0.008	21.5	0.1	0.5	0.0215

从表1可以看出,在沙打旺改良草地上,种群数量变化特点有几种类型:

4.1.1 当沙打旺种群同时大量地人工进入百里香草地成为建群种后,原来的建群种百里香即大幅度减少,以后随着沙打旺种群的减少以至消失及长芒草种群逐渐增多,百里香最后在长芒草草地上仅有零星生长。

4.1.2 沙打旺种群进入百里香群落成为建群种后,沙打旺种群的数量由起初急剧增加到最高值,以后随着种群的天然稀疏而逐渐减少,直至最后从群落中完全消失。

4.1.3 当沙打旺种群在百里香草地上骤然成为建群种后,原来的重要伴生种长芒草由于受到沙打旺种群强烈发育的抑制作用,其数量有所减少;伴随着沙打旺种群数量的逐渐减少以至消失,长芒草种群则逐渐增多起来,直至最后形成为以长芒草为建群种的长芒草草地。

4.1.4 糙隐子草、兴安胡枝子、阿尔泰狗娃花、大羽茅、厚穗宾草等原来百里香草地

上的次要伴生种的数量, 与长芒草一样, 开始由于受到沙打旺的强烈抑制作用有所减少, 而后来发展到长芒草草地时则又比原来有大量增加, 成为长芒草草地的重要伴生种。

4.1.5 冷蒿、星毛委陵菜、猪毛蒿等原来百里香草地上的重要伴生种与前者不同, 不仅在开始受到沙打旺的强烈抑制作用时其数量大为减少, 而且到后来的长芒草草地时数量仍比原来的少, 成为长芒草草地的次要伴生种。

表2 沙打旺改良草地上主要种群的演替过程(宁南)

群落特征 种群	地椒群落				沙打旺群落				长芒草群落			
	频度 (%)	盖度 (%)	密度 (株/m <sup>2</sup> )	重要值	频度 (%)	盖度 (%)	密度 (株/m <sup>2</sup> )	重要值	频度 (%)	盖度 (%)	密度 (株/m <sup>2</sup> )	重要值
百里香	88	20	81	17.6	100	1	10.2	1	0	0	0	0
沙打旺	92	1	20	0.92	100	85	15	15	100	81	10.1	81
长芒草	36	6	38	2.16	100	2.5	17.2	2.5	100	12	21.8	12
糙隐子草	80	0.1	2	0.08	70	0.1	1.8	0.07	80	0.5	3	0.4
兴安胡枝子	20	0.2	0.5	0.04	20	0.1	0.2	0.02	100	0.5	3	0.5
阿尔泰狗娃花	60	0.6	2	0.36	80	0.4	1.8	0.32	80	0.6	2	0.48
厚穗宾草	25	0.2	0.4	0.05	10	0.1	0.2	0.01	50	0.6	1.2	0.30
冷蒿	50	2	10	1	20	0.1	0.5	0.02	0	0	0	0
星毛委陵菜	75	1.5	13	1.125	50	0.1	1.2	0.05	30	0.1	1	0.03
猪毛蒿	40	2	7	0.8	30	1	2.4	0.3	10	0.1	0.4	0.1
狼毒	50	0.1	1	0.05	40	0.1	0.7	0.04	0	0	0	0

注: 长芒草群落目前实际上为沙打旺草地向长芒草草地的过渡类型, 再经过几年即完全演变为长芒草群落。

对上述种群的数量变化机制进行分析, 可以认为, 由于沙打旺在试验地区受到温度条件的限制, 不能开花结实, 因而不能自然更新, 所以最后从群落中完全消失。

长芒草是这一地区主要顶极群落的建群种, 适应力和竞争力强, 种源丰富, 在保护与合理利用沙打旺草地的先决条件下, 于是长芒草占领了随着沙打旺衰败而空出的空间。观察发现, 在残败的沙打旺植株基部, 土壤隆起而且疏松, 有利于长芒草种子的固着、萌发与生根, 往往在沙打旺残败植株基部生长着数丛以至10多丛长芒草幼苗幼株, 长芒草能在衰败的沙打旺草地上迅速发育起来, 也是与沙打旺为它创造的这一有利小环境条件分不开的。

百里香草地是长芒草草地过渡放牧的最后产物, 由于它具有耐牧性及地上茎生根繁殖能力, 同时牲畜采食不多, 所以它成为天然退化草地上的建群种。当沙打旺种群大量进入退化草地后, 由于其植株高大及根系极为发达, 矮小的百里香在沙打旺种群对阳光、土壤水分与养分的强烈竞争作用下, 即迅速从群落中退出。加之百里香在封闭保护条件下比不上长芒草的竞争力, 也不是自然条件下长芒草草地的主要伴生种, 而且结实少、种源少, 所以它后来也只能成为长芒草草地的次要伴生种。

糙隐子草、兴安胡枝子、阿尔泰狗娃花、大羽茅、厚穗宾草等与百里香相反, 一则它们是自然条件下长芒草草地的主要伴生种, 二则结实量大, 种源比较丰富(厚穗宾草还能进行根基繁殖), 所以它们虽然开始受到沙打旺种群的强烈抑制作用而数量下降,

但后来随着长芒草群落的形成又逐渐增多起来，且形成为长芒草草地的主要伴生种。

冷蒿、星毛委陵菜、猪毛蒿等介于前几种植物与百里香之间，它们开始受到沙打旺种群的抑制而数量大为下降，后来在长芒草草地上又有所增加，但少于前几种植物，成为长芒草草地的次要伴生种。

从表 2 可以看出以上相似的规律。所不同者，由于宁南试验区开始沙打旺种群的密度大于陕北试验区，所以百里香受到的抑制作用更强，以至迫使百里香完全从原来的百里香草地上消失。宁南试验区大羽茅原来分布稀少，所以没有看到大羽茅明显增多的现象。宁南试验区狼毒这一有毒植物分布较多，它是天然草地的退化产物，我们看到茂密的沙打旺草地对它产生的强烈抑制作用，以致使它完全从群落中消失。

**4.2 沙打旺种群对草原植被演替的影响。**百里香草地是长芒草草地过度放牧而退化形成的，是一个广泛分布的草原群系。当沙打旺种群人工进入百里香草地后，从表 1 可以看出，由于沙打旺种群数量大、生长快，而且竞争力极强，沙打旺种群即迅速占领很大的空间，从第 2 年起即形成为单优沙打旺草地，至第 4 年沙打旺草地发育完善，地上部生物生产量达到最高值，从第 5 年起逐渐稀疏，产量下降。随着沙打旺种群逐渐稀疏与衰退，长芒草种群则逐渐增多兴盛起来，至第 9~10 年，衰退的沙打旺草地即完全演变成成为长芒草草地。在沙打旺种群人工大量进入百里香群落的作用下，仅仅经过 10 年的时间，原来的百里香群落先演替到沙打旺群落，然后又进一步演进到长芒草群落。很显然，这是一个快速短期人为演替过程。其演替图式可用图 1 表示。百里香、沙打旺、长芒草群落是三个性质不同的群落，其群落特征如表 3 所示。

但百里香草地经过自然封育，其植被的恢复演替过程与沙打旺种群引起的人为演替有所不同。据两个试验区的植被封育试验，百里香群落一般需要经过 5~7 年，才能逐渐恢复到以百里香和长芒草为共建种的百里香+长芒草群落；再由百里香+长芒草群落演替到长芒草群落（图 2），则需要更长的时间，并有待今后试验观察来回答。长芒草

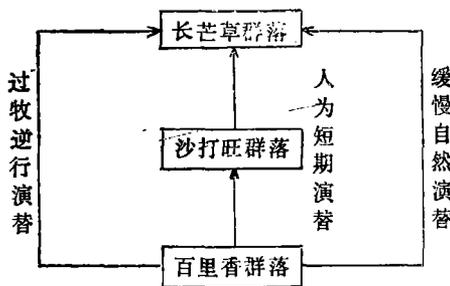


图1 沙打旺种群进入百里香群落后引起的植被演替过程

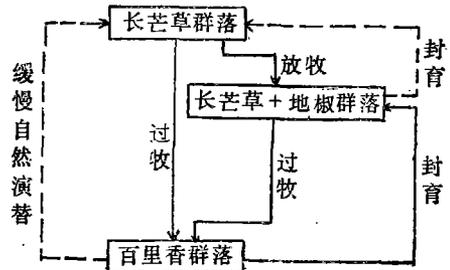


图2 百里香群落自然恢复演替过程

群落在正常放牧条件下，一般只逆行演替到以长芒草和百里香为共建种的长芒草+百里香群落，只有在过牧条件下，才退化到百里香群落。长芒草群落为顶极，则长芒草+百里香群落为偏途顶极。该偏途顶极在正常放牧条件下能够维持长期的稳定性，并与大气候条件相适应。百里香群落经过自然封育，一般能较快地恢复演替到百里香+长芒草偏途顶极；而要进一步演替到长芒草顶极，则需很长的时间才能完成。由此可以看出，人工沙

表3 百里香、沙打旺、长芒草群落的群落学特征比较

特征 \ 群落	百里香群落	沙打旺群落	长芒草群落	备注
总盖度(%) 建群种	35 地椒	85 沙打旺	55~60 长芒草	自然界发育成熟的长芒草群落达80%以上
种类成分数目 (m <sup>2</sup> )	10种左右	10种左右	20种左右	
结构	只有一丛矮稀疏草层	只有一高大的沙打旺草层, 其枝叶上下分布均匀	上下均匀两层草层	
生物生产量 (kg/亩, 干重)	50~70	1~7年内年平均 270~300	150~200	自然界发育成熟的长芒草群落达250kg/亩以上
对环境的影响	水土流失较重	水土流失轻	水土流失较轻	自然界发育成熟的长芒草群落的水土流失轻

打旺种群大量进入百里香群落后, 不仅能促进百里香群落经过沙打旺群落演替到长芒草群落, 同时仅需10年的时间即可完成这一演替过程, 并且不必经过长芒草+百里香这一偏途顶极, 即可演替到顶极。所以, 沙打旺种群对草原植被演替的作用, 在于不经过百里香+长芒草偏途顶极, 在很短时间内促使草原植被从百里香群落恢复演替到长芒草顶极群落。

分析其作用机制, 在于沙打旺种群大量人工进入百里香群落后, 以它的强大竞争能力, 迅速将百里香排挤出群落以外, 从而为长芒草种群占领随着沙打旺种群的自然衰退而让出的空间创造了条件。在经过封育任其百里香草地自然恢复演替的条件下, 随着长芒草种群的进入与增加, 当长芒草种群与百里香种群的相互竞争关系达到一个相对平衡点后, 即形成以百里香和长芒草为共建种的百里香+长芒草群落, 以后则需要一个很长的时间, 长芒草种群才能逐渐排挤百里香种群而恢复演替到长芒草群落。

## 5 结 论

5.1 人工沙打旺大量地进入百里香群落后, 不仅对原来的退化草地进行了有效改良, 而且有力地促进了草原植被的演替过程, 使百里香草地在很短时间内(9~10年)不必经过百里香+长芒草这一偏途顶极, 而恢复演替长芒草顶极群落, 而在自然条件下, 退化的百里香草地经过封育后能较快地(5~7年)恢复到百里香+长芒草群落这一偏途顶极, 进一步演替到长芒草顶极则需要很长的时间, 这一点有待今后继续试验研究。

5.2 沙打旺种群促进百里香草地迅速恢复演替到长芒草顶极的作用机制, 在于沙打旺种群以其强大的竞争能力, 迅速将百里香种群几乎完全排挤出群落之外, 从而为长芒草种群占领随着沙打旺种群的自然衰退而让出的空间。在自然封育条件下, 长芒草种群进入百里香群落后, 开始可以较快地占领群落中的大量空隙裸露地, 使百里香群落较快地恢复到百里香+长芒草群落, 这时长芒草种群与百里香种群之间的种间关系达到了相对平衡状态, 随着长芒草种群与百里香种群之间的种间竞争, 则将要维持很长的时间过程, 因而限制了向长芒草顶极的演替。

5.3 沙打旺种群大量人工进入百里香群落后, 引起了短期人为演替过程, 实际上是原来百里香群落中种群关系重新调整的过程。在沙打旺种群的强有力作用下, 原来的建群

种百里香迅速从群落中退出以至完全消失,有的种群如冷蒿、星毛委陵菜、猪毛蒿、狼毒等也与百里香一样数量为减少。而长芒草种群虽然在沙打旺种群旺盛发育时也受到强烈抑制而减少,但又随着沙打旺种群的自然衰退而又重新增多,并且最终代替沙打旺种群而成为长芒草群落;另外,一些种群的糙隐子草、兴安胡枝子、阿尔泰狗娃花、大羽茅、厚穗宾草等也与长芒草一样,出现开始数量减少然后又数量增多的变化。由于各个种群的数量增减变化,于是引起了群落的变化与植被演替。

5.4 在沙打旺种群引起的草原植被演替过程中,各个种群数量变化的结局,取决于它们各自的竞争能力。其竞争能力是由各个种群的生物学特性与生态适应能力来决定的。如长芒草种群具有生长发育快,开花结实早(6月下旬成熟),结实量多,种子传播快,发芽容易,植株分蘖为密丛型,用分蘖方式不断扩大自身的体积,而又能抵制其它植物侵入其中等一系列有利竞争的生物学特性,加之长芒草是该地区地带性植被与顶极群落的主要建群种,生态适应性强,所以长芒草种群能在激烈的种间竞争中取胜。其它一些具有比较强的竞争能力的种群,如糙隐子草、兴安胡枝子、阿尔泰狗娃花、大羽茅、厚穗宾草等也具有其种源比较丰富,生态适应性强等有利于竞争的生物生态学特性。另外一些种群如百里香、冷蒿、星毛委陵菜等,它们所以能在退化草地上占据优势或数量较多,则是由于它们具有耐牧性和无性繁殖能力及牲畜对它们中等或下等采食之故;但它们的种子产量少,植株矮小,则又大大限制了它们在解除放牧因子之后与其它种群的竞争能力。猪毛蒿虽然结实量较多,但它在自然条件下是草原植被演替过程中出现的先锋草种,能迅速占领裸地,加之它适口性差,往往也较多出现在退化草地中,但通常只能以次要伴生种出现在成熟和稳定的草原群落中,因而这一群落学特征限制了它的发展。狼毒是一种毒草,是天然草地过度放牧的退化产物,它在百里香群落中被沙打旺几乎完全排挤之后,只有依靠它的种子传播才能逐渐和缓慢地侵入到长芒草群落之中。

\* 张鹏、古晓林系固原县参加本项目研究的协作人员

#### 参 考 文 献

- [1] H.J. 欧斯汀著、吴中伦译、钱崇树校,《植物群落的研究》,科学出版社,1962年
- [2] 云南大学生物系编,《植物生态学》,人民教育出版社,1980年
- [3] 中国科学院西北水土保持研究所主编,《黄土高原杏子河流域自然资源与水土保持》,陕西科学技术出版社,1986年
- [4] 邹厚远、刘志高、程积民,固原县植被区划的研究,《中国草原》,1981年第3期,第5~9页
- [5] 苏显波编著,《沙打旺》,农业出版社,1985年

## Testing on the Effect of *A. adsurgens* Population on Grassland Vegetation Evaluation

Zhou Houyuan    Cheng Jimin    Lu    Ziyu    Zhang Pens    Gu Xiaolin

### Abstract

When *A. adsurgens* population artificialy enter in great amount into *Thymus mongolicus* community, *Thymus mongolicus* community will be improved to evolve to *Stipa bungeana* climax community in 9~10 years. Under the natural prohibition condition, *Thymus mongolicus* community can be quickly restored to the plagioclimax *Thymus mongolicus*+*Stipa bungeana* in 5~77 years. However, it will spend very long time for this plagioclimax to be restoted to climax community *Stipa bungeana*. The functional mechanism by which *A. adsurgens* population speed up the evolution process is of that *A. adsurgens* population can squeeze *Thymus mongolicus* population have degraded. In fact, the short-period artificial evolution process is a process in which the population relations of *Thymus mongolicus* are re-adjusted. The result of each population number variation rely on its competition ability. Some population with strong competition ability, such as *Cleustogenes squarrosa*, *Lespedaza davirica*, *Heteropappus altaicus*, *Stipa grandis*, *Anurolepidium dasystachys*, can change from sub-important company species in *Thymus mongolicus* community to main company species in *Stipa bungeana* community, some populations with weak competition ability, such as *Artemisia grigida*, *Potentilla acauws*, *Artemisia scoparia*, *Stellera chamaejasme*, can change from main company species in *Thymus mongolicus* to sub-important species in *Stipa bungeana* community.