

沙打旺在西藏林芝的生长适应性试验

张志伟^{1,2}, 尹惠妍^{1,2}, 侯磊^{1,2}, 叶红¹, 周尧治^{1,2}

(1. 西藏农牧学院 资源与环境学院, 西藏 林芝 860000, 2. 西藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏 林芝 860000)

摘要: 本文对沙打旺在西藏林芝地区的生长适应性进行研究, 试验设置温室内及室外两种不同的生长环境, 观察和测定沙打旺在西藏林芝地区的播种期、出苗率、越冬率、分枝数、株高生长、株高一地径函数关系等内容。结果表明: 沙打旺在林芝地区的适宜播种时间为4月下旬至5月上旬, 出苗率为50%~70%, 出苗所需时间10~20 d, 越冬率良好, 分枝数较多, 株高较高, 沙打旺在该地区具有良好的生长适应性。沙打旺的株高一地径函数均为多项式函数, 拟合精度较高。沙打旺地上生物量第一年较少, 第二年返青后植株生长迅速, 此时地上生物量较高。研究为沙打旺在高原地区的引种及推广提供了基础信息。

关键词: 沙打旺; 西藏林芝; 适应性

中图分类号: S541 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2020)03-0111-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2020.03.017

沙打旺(*Astragalus adsurgens*)是多年生草本, 又名直立黄芪、麻豆秧等, 豆科(*Leguminosae*)黄芪属(*Astragalus*)^[1]。主根粗壮, 入土深2~4 m, 根系幅度可达1.5~4 m, 着生大量根瘤。可用于改良荒山和固沙的优良牧草, 也可用作绿肥。沙打旺对维护生态平衡、恢复植被、保持水土、改变自然面貌、促进农牧业生产均具有重大战略意义^[4]。

众多学者做过沙打旺的引种栽培试验, 1973年杨小寅等^[3]将沙打旺在陕西武功、安塞等地引种成功。1974年甘肃省平凉地区水保站进行过沙打旺的引种试验^[4], 其研究表明沙打旺在黄土高原及干旱地区表现出良好的适应性。王成信等^[5]对普通沙打旺种子进行辐射处理, 使其成为早熟沙打旺, 在普通沙打旺难以成熟的地区, 早熟沙打旺可获成熟。刘长森^[6]在麻城

市对沙打旺进行引种栽培试验, 在大别山区沙打旺出苗率高、生长发育良好, 产草量高。向得福等^[7]在甘肃河西半荒漠草原对沙打旺进行引种试验, 表明其适应性强, 旱作条件下产草量高。关秀琦等^[8]对野生沙打旺进行引种试验, 研究表明野生沙打旺在年平均温度为5℃、7℃、12.9℃等地区均可以开花结果, 产草量及种子产量随温度的提高而增加。喻文虎等^[9]在河西盐渍化沙地进行沙打旺引种试验, 对其生长过程、产草量、种子产量等进行分析。穆丽花等^[10]在昆明地区对沙打旺进行引种, 研究表明沙打旺在亚热带地区秋季播种较好, 其越冬率较高。王向涛等^[11-12]引进25种禾本科、豆科牧草进行了为期2年的田间栽培试验。结果表明当地气候条件下, 阿尔冈金紫花苜蓿、甘农1号苜蓿、多年生黑麦草、高羊茅、无芒雀麦均能够完成生育期, 而且具有较高的生物产量, 适宜大面积栽培利用。

林芝地区被誉为“西藏江南”, 地处西藏自治区东南部, 地势北高南低, 此处印度洋暖流北上, 与北方寒流汇合, 自南向北形成了热带、亚热带、温带和寒带并存的特殊气候^[13]。巴宜区夏季温暖、湿润、雨水多, 冬季干燥寒冷, 该地属高原温带季风半湿润气候区^[14]。该地区气候跨度大, 地貌类型多样, 植被类型丰富。本试验将陕西神木的沙打旺引种到西藏林芝地区进行种植, 研究其在林芝地区的生长适应性, 并为梯度引种到

收稿日期: 2019-09-18; 修回日期: 2019-12-11

基金项目: 西藏自治区自然科学基金(XZ2019ZR G-61); 国家重点研发计划项目(2017YFC0506801); 林学卓越农林人才教育培养计划改革试点项目

作者简介: 张志伟(1987-), 男, 陕西神木市人, 硕士, 讲师, 研究方向为高寒区域水土保持与荒漠化防治。

E-mail: aiwoweige@163.com

尹惠妍为通讯作者。

E-mail: huiyanyin @163.com

西藏其他地区做基础研究,为缓解西藏牧区牧草资源的紧张状况及西藏荒漠的治理提供物质基础^[15]。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于西藏自治区林芝市巴宜区西藏农牧学院珍稀植物园实习苗圃内,该地区平均海拔 3 000 m,年平均温度 8.7 ℃,有效积温 1 800~2 200 ℃,平均气温 ≥ 10 ℃ 的日数 160,无霜期约为 160~180 d,年平均降水量约在 650~750 mm,降水集中在 5~9 月,平均相对湿度约为 60%,年日照数约为 2 022 h。

1.2 供试种子

种子采集于陕西省榆林市神木县两年生的沙打旺。千粒重 1.68 g,播种量 32.8 kg/hm²,理论播种

量^[16] 22.5 kg/hm²。用细小砂石与种子进行混合,通过摩擦或碾压的方式将种皮碾破。此种处理后的种子能更好吸收养分,另外,在播种以前,需要对碾磨后的种子进行严格的冲洗。

1.3 试验设计

西藏林芝属于高原地区,其温度、水分等气候条件与种子原产地有较大的差异,且温度、水分是植物种子发芽及植物正常生长的关键因素。本研究设置温室试验,主要是通过调节温室温度、地温这两项因子来观察沙打旺的生长状况是否异于室外。

沙打旺发芽要求土壤水分不低于 11%,15%~20%最佳,土壤温度 10℃ 以上。西藏林芝地区的雨季,土壤水分条件较易满足,主要的限制因素是温度。本试验中,夏季温室温度的设置参照神木地区的温度

表 1 沙打旺种子原产地与播种地不同月份温度对照表

Table 1 Temperature comparison table for different months between the seed origin and sowing place of *Astragalus adsurgens* Pall.

地区	3月	4月	5月	6月	7月	8	9月	10月	11月
巴宜区	0~13	4~17	8~20	11~22	14~23	13~23	11~22	3~15	-2~13
神木市	-1~13	5~21	12~26	16~29	19~31	17~28	11~23	4~17	-3~8

进行调节,温室温度约高于室外温度 5~8℃。

于 2016 年 11 月对试验地进行冬灌,2017 年 4 月 15 日进行平整,翻耕耙地后划定试验小区,4 月 25 日播种,当年秋季另设试验小区进行播种,观察当年秋季播种的沙打旺的越冬率。2018 年进行重复种植,连续两年的种植试验进行相互比较。试验采用随机区组设计,小区面积为 2 m×2 m,3 次重复,行间距为 30 cm,播深 0.5~1.0 cm,复合肥磷酸钾施用量为 200 kg/hm²。

1.4 观测与管理

沙打旺播种后,温室内每 7 d 观测 1 次种子发芽、出苗状况,室外每 10 d 观测 1 次。待种子出苗后,温室内外每 5 d 观测 1 次幼苗生长状况。10 月份测定分枝数,盖度及地生生物量。小区盖度用目测法测定,地上生物量测定时,每个小区内随机选取 1 m² 的样方,齐地面刈割并剔除杂草,测定鲜草产量。

沙打旺生长期及时施肥和灌水^[17]。在苗期之后,中耕除草,防治病虫害^[18]。

1.5 数据处理

试验数据用 Excel 2007 软件处理数据、用 SPSS

19.0 及 R 软件做统计分析。

2 结果与分析

2.1 沙打旺出苗、分枝

从表 1 中可以看出,巴宜区 5 月份的温度与神木 4 月份的温度相当,故在巴宜区沙打旺种子发芽时间为 4 月底至 5 月底。6 月份至 9 月份期间,神木温度普遍高于巴宜区温度,两地区在 10 月份温度相当,11 月神木温度迅速下降。温度的不同使沙打旺在两地间生长规律发生变化。在陕西神木地区雨季温度水分条件适宜,沙打旺播后 2~3 天即可发芽,5~7 天出苗。但是在西藏林芝巴宜区,4、5 月份温度较神木低,其发芽及出苗时间均延长。

林芝地区沙打旺的播种时间为 4 月下旬至 5 月上旬,2017 年春季播种时间较早,出苗所需时间较长。室外播种需 20 d 才可出苗,温室内种子发芽较室外快,出苗所需时间约 15 d。但 2018 年的播种时间推迟了 15 d,此时气温较上一年高,且雨水相对较多,室外及温室内生长均较快,室外播种出苗所需时间约为 15 d,而温室内播种,12 d 即可出苗。室内及室外秋季 9

月份气温较高,雨水充足,沙打旺种子出苗时间均较春季短,此时该区域气候条件适合植被生长,沙打旺出苗时间约为6~9 d,此时间长度与内地其他地区^[1]相近(表2)。

表2 沙打旺出苗及分枝时间

Table 2 Date of seedling emergence and branching of *Astragalus adsurgens*

时间/年	播种时间 (日-月)	室外(日-月)		温室(日-月)	
		出苗	分枝	出苗	分枝
2017	04-25	05-15	07-21	05-10	07-08
	09-25	10-04		10-02	
2018	05-10	05-25	07-28	05-22	07-18
	09-10	09-18		09-16	

沙打旺出苗后,出现一级分枝所需时间为2个月,2017年春季室外沙打旺幼苗生长到分枝所需时间67 d,而温室内为59 d。2018年的播种的室外沙打旺幼

苗生长到分枝所需时间约为64 d,而温室内为58 d。这表明,温度是影响沙打旺出苗及生长的一项重要因子。林芝地区为高原地区,初春气温回升较慢,种子发芽及出苗所需时间较内地长。

2.2 沙打旺出苗率、盖度、越冬率分析

播种试验2017年与2018年的春秋两季均进行,每年10月份测量试验地内沙打旺盖度,2019年的越冬率及盖度均是4月下旬观测。当年种植的沙打旺,秋季出苗率高于春季,温室内播种出苗率高于室外,盖度也是如此。第二年返青后测定越冬率,春季播种的沙打旺越冬率均较高,温室内越冬率高于室外种植。随着植株的生长,根系逐渐发达,植株个体的适应能力及生长状况均显著提高,随着栽培年限的增加,植株的越冬率逐年提高。温室内植株生长状况优于室外,主要是温室内的水、肥、地、热等条件可调节(表3)。

表3 沙打旺出苗率、盖度、越冬率

Table 3 The seedling emergence rate, winter surviving rate and coverage of *Astragalus adsurgens*

生长时间	播种时间	室外			温室		
		出苗率	盖度	越冬率	出苗率	盖度	越冬率
2017 一年	春季	56	51.2		69	56.8	
	秋季	68			71		
2018 一年	春季	57	53.6		70	58.6	
	秋季	69			72		
2018 两年	2017年春季		82.6	78.6		91.2	82.6
	2017年秋季		35.6	8.6		38.2	56.8
2019 两年	18年春季		49.5	79.8		52.6	85.6
	2018年秋季		42.6	9.5		46.8	68.9
2019 三年	2017年春季		42.6	82.6		63.8	86.7
	2017年秋季		2.6	6.8		22.5	46.9

2.3 沙打旺株高、地径生长函数

生长两年的沙打旺从第二年6月中旬开始,确定10株处于中等生长状态的植株每个月测量其株高、地径,绘制沙打旺株高曲线(图1)并拟合株高一地径曲线方程(图2)。

从图1可以看出,沙打旺第一年生长缓慢,温室内的沙打旺株高最大值为42.9 cm,室外沙打旺的株高最大值为36.5 cm。第二年返青后沙打旺生长旺盛,两种环境下株高均有较大幅度的增长,温室内沙打旺株高增长量为50.7 cm,室外生长的沙打旺的株高增长量为39.6 cm。

随着时间的推移,沙打旺株高呈现出增长的趋势。只是不同的时间段,曲线增长的幅度不同,这是由于不同季节、不同环境条件下,沙打旺的生长速度不同。在

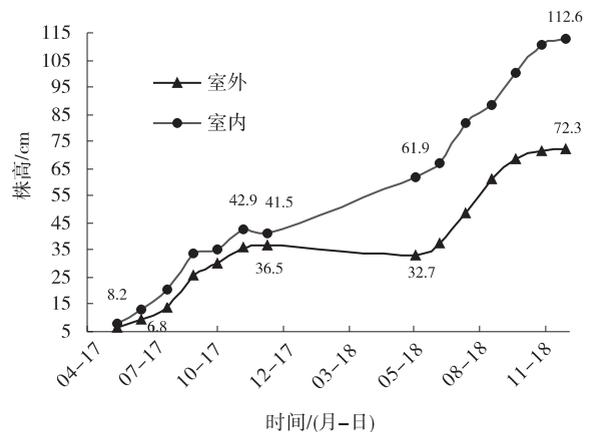


图1 两年生沙打旺株高曲线

Fig. 1 Biennial growth curve of *Astragalus adsurgens* growing in second year

个别月份,沙打旺株高出现小幅度降低,这是由于水肥气热的差异或测量误差所致。

从第一年的12月到第二年6月,沙打旺经历越冬期及返青期。温室内的植株没有受低温的影响,可以持续正常生长,经历6个月的生长后,温室内沙打旺平均

株高可达61.9 cm。而室外生长的沙打旺,要经历低温、雨雪、霜冻等不利条件,生长缓慢,第一年生长的叶片大部分脱落,第二年返青后开始生长,所以第二年6月份测量时沙打旺的平均株高比上一年最后1次测量的结果低,从第一年最后1次测量的36.5 cm降到32.7 cm。

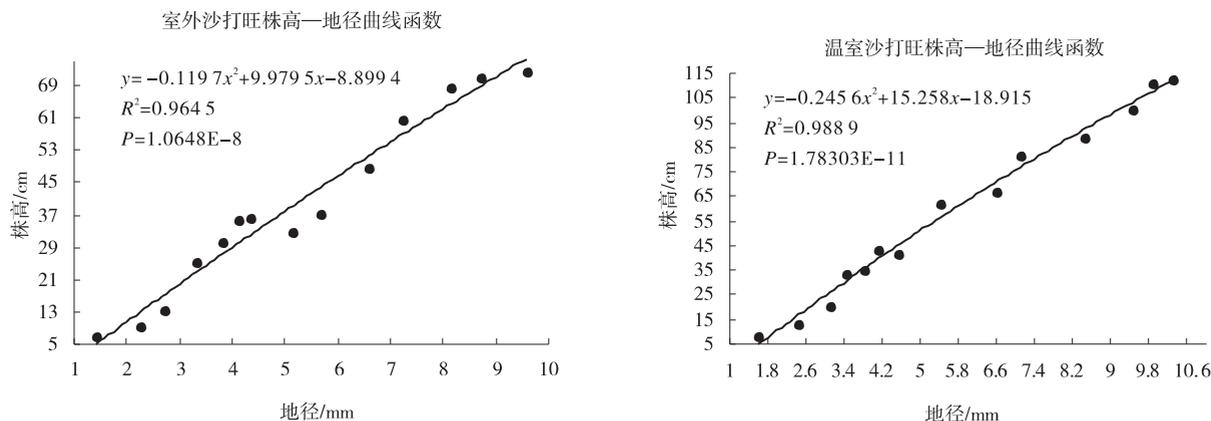


图2 室内外沙打旺株高一地径函数

Fig. 2 The height-diameter function of *Astragalus adsurgens* growing indoors and outdoors

沙打旺株高随地径的增加而增加,两者呈正相关关系。温室内生长的沙打旺株高一地径函数为 $y = -0.2456x^2 + 15.258x - 18.915$, $R^2 = 0.9889$, $P = 1.78303E-11$, 室外生长的沙打旺株高一地径函数为 $y = -0.1197x^2 + 9.9795x - 8.8994$, $R^2 = 0.9645$, $P = 1.0648E-8$ 。室内外拟合函数的 R^2 均大于 0.96, P 值均小于 0.01, 说明拟合效果较好。温室内生长的沙打旺的株高一地径拟合函数的拟合精度更高,这是由于温室内的水、肥、地、热等条件是完全可以受人为控制的,而室外栽培的沙打旺受到天气、光照、降水等不定因素的影响较大。

2.4 沙打旺生长过程及地上生物量分析

一年生沙打旺只进行营养生长,沙打旺幼苗有“蹲苗”习性,地上部分生长缓慢,但根系生长很快。在第二年返青后,地上部分加速生长。沙打旺在林芝巴宜区的生长期约 200 d,在 11 月下旬植株开始枯黄、落叶,准备越冬。

沙打旺第一年的分枝个数较少,分枝数约为 7~10 个,生长到第二年时分枝个数约为 10~18 个。同一时期室内生长沙打旺分枝数高于室外生长。沙打旺地上生物量第一年较少,第二年返青后植株生长迅速,此时地上生物量较高。各类测试指标标准差室外大于室内,这是由于室外受到外界干扰因素较多,不同植株间的各指标变动幅度加大(表 4)。

出苗率在室外与温室 2 种不同的环境下有显著差异,同样在春季与秋季不同的季节有显著差异(表 5)。

表中对盖度及越冬率的分析是以 2018 年生长两年的沙打旺为材料,两者在不同季节播种的沙打旺试验材料中有显著差异,而对室外及温室不同的生长环境则没有显著差异。分枝数及地上生物量则同样是以 2018 年生长两年的沙打旺为分析材料,这两项性状在室外及温室不同的生长环境下存在显著差异,而在不同季节播种的沙打旺实验材料间没有显著差异。

表 4 沙打旺生长过程及分枝数、地上生物量($\bar{x} \pm SD$)分析

Table 4 The analysis of growth process, number of branches and aboveground biomass of *Astragalus adsurgens*

时间	地点	播种期 (日-月)	出苗期 (日-月)	返青期 (日-月)	分枝期 (日-月)	分枝数/个	地上生物量/ (kg · hm ⁻²)
2017 年(第一年)	室外	04-25	05-15		07-01	9.1 ± 0.789	2 295.5 ± 27.169
	温室	04-25	05-10		06-25	8.2 ± 1.579	1 979.6 ± 79.832
2018 年(第二年)	室外			04-15	05-10	16.5 ± 0.837	6 975.8 ± 136.578
	温室				04-25	13.6 ± 1.786	6 578.6 ± 239.627

表5 沙打旺不同生长指标在不同生长条件下的差异显著性分析

Table 5 Analysis on the significance of different growth indexes of *Astragalus adsurgens* under different growth conditions

性状	室外/温室	春季/秋季
出苗率	0.014	0.041
盖度	0.752	0.000
越冬率	0.148	0.001
分枝数	0.000	0.686
地上生物量	0.000	0.996

注:表中 $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著, $P > 0.05$ 表示没有显著差异

3 讨论

林芝巴宜区是高原性气候,气候条件与平原地区有很大的差异,试验可为沙打旺在高原地区的引种、推广提供基础。基于沙打旺的生物学特性,其根系发达,根系的分布特性对于土壤的改良具有重要的影响,因此,对于沙打旺根系的分布及特征的研究是本研究未来要探索的部分。

探讨一种植物对其他地区的环境适应性,最重要的方面是看这种植物是否能进行生殖生长,即开花、结实,由于本实验时间有限,现在大部分沙打旺还处于分枝期,对于沙打旺的后续生长适应性分析,仍在进一步研究中。

设置温室内及室外两种不同的处理,旨在分析比较在温度、水分、光照、风速不同条件下,沙打旺的不同管理措施及其生长特性。在本研究的基础上,需将沙打旺引种到西藏其他的高海拔地区,为沙打旺在西藏地区的推广做进一步研究。

4 结论

沙打旺在林芝地区可正常营养生长,尚未发现沙打旺可进行生殖生长的现象。在林芝地区沙打旺的播种时间为4月下旬~5月上旬,出苗时间15~20 d。秋季播种的沙打旺出苗时间6~9 d,一年生沙打旺出苗后,出现一级分枝所需时间为2个月。

种植当年沙打旺秋季出苗率高于春季,温室内出苗率高于室外。春季播种越冬率较高,温室内越冬率高于室外种植。随着植株的生长,根系逐渐发达,植株

个体的适应能力及生长状况均显著提高,植株的越冬率及盖度均逐年提高。

沙打旺第一年生长缓慢,第二年返青后生长旺盛,株高有较大幅度的增长。温室内的植株没有遭受低温的影响,可以持续正常生长,而室外生长的沙打旺,要经历低温等不利条件,生长缓慢,株高出现降低现象。

沙打旺株高随地径的增加而增加,两者呈正相关关系。曲线的函数拟合形式均为多项式函数拟合精度最高,拟合函数的决定系数 R^2 及 P 值均较高。温室内生长的沙打旺株高一地径函数为 $y = -0.2456x^2 + 15.258x - 18.915$, $R^2 = 0.9889$, $P = 1.78303E - 11$, 室外生长的沙打旺株高一地径函数为 $y = -0.1197x^2 + 9.9795x - 8.8994$, $R^2 = 0.9645$, $P = 1.0648E - 8$ 。

种植当年沙打旺只进行营养生长,在第二年返青后,地上部分加速生长。第一年的分枝数较少,为7~10个,第二年为10~18个。地上生物量第一年较少,第二年返青后植株生长迅速,此时地上生物量较高。

参考文献:

- [1] 魏二莲,丁晓霞. 试论沙打旺栽培技术[J]. 畜牧兽医科技信息, 2014(1): 118-119.
- [2] 闫科技,郭霞. 沙打旺的栽培技术及利用[J]. 农业技术与装备, 2011(19): 24-25.
- [3] 杨小寅,田斌,杨惠英,等. 沙打旺引种的研究[J]. 中国草原, 1981(1): 43-48.
- [4] 沙打旺引种栽培技术[J]. 草与畜杂志, 1985(2): 8.
- [5] 王成信,刘克彪. 早熟沙打旺引种试验[J]. 中国草业科学, 1988(02): 41-43.
- [6] 刘长森. 牧草沙打旺在大别山引种试验初报[J]. 湖北农学院学报, 1990(3): 74-75.
- [7] 向得福,谭成虎,安明福,等. 甘肃河西半荒漠草原沙打旺引种栽培试验[J]. 中国草地, 1990(4): 18-20+17.
- [8] 关秀琦,邹厚远,韩蕊连. 野生沙打旺的引种试验研究[J]. 水土保持通报, 1995(1): 29-31.
- [9] 喻文虎,豆卫,韩天虎,等. 河西盐渍化沙地沙打旺引种栽培试验[J]. 草原与草坪, 2007(5): 46-48+53.
- [10] 穆丽花,陈蕴,周自玮. 沙打旺在昆明地区的引种栽培试验[J]. 草业与畜牧, 2008(11): 22-24.
- [11] 王向涛,张卫红,高洋,等. 西藏林芝市优良牧草筛选及生产性能研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(15): 129-131.
- [12] 田福平,李锦华,张小甫,等. 西藏“一江两河”地区优良牧草及草坪草引种试验[J]. 草业科学, 2010, 27(12): 73-81.

- [13] 方怀龙,张敏,赵垦田. 西藏林芝地区生态旅游发展现状与对策研究[J]. 林业科学,2004(5):191-196.
- [14] 杜军,杨志刚,等. 西藏自治区县级气候区划[D]. 北京:气象出版社,2011:130-132.
- [15] 张志伟,尹惠妍,钱登峰,等. 高寒地区荒漠分类系统初探——以堆龙德庆区为例[J]. 高原农业,2019,3(1):47-53.
- [16] 王彦龙,杨晓霞,李世雄,等. 柴达木盆地盐碱地沙打旺引种适应性评价[J]. 青海畜牧兽医杂志,2018,48(6):31-33.
- [17] 何冬梅. 沙打旺的栽培与利用[J]. 当代畜禽养殖业,2004(8):27.
- [18] 严晓瑞,孙春霞,刘桂英. 浅谈沙打旺牧草栽培与利用[J]. 畜牧兽医科技信息,2011(4):97-98.
- [19] 尹惠妍,李海奎. 多水平林木生物量估算方法研究[J]. 西北林学院学报,2016,31(2):38-44.
- [20] 尹惠妍,李海奎. 基于蓄积的森林生物量估算方法的对比分析[J]. 林业科学研究,2014,27(6):848-853.

Growth adaptability of *Astragalus adsurgens* in Nyingchi of Tibet

ZHANG Zhi-wei^{1,2}, YIN Hui-yan^{1,2}, HOU Lei^{1,2}, YE Hong¹, ZHOU Yao-zhi^{1,2}

(1. College of Resources and Enviroment, Tibet Agriculture and Animal Husbandry University, Nyingchi 860000, China; 2. Tibet Key Laboratory of Forest Ecology in Plateau Area, Ministry of Education, Nyingchi 860000, China)

Abstract: The growth adaptability of *Astragalus adsurgens* was studied in Nyingchi County of Tibet Autonomous Region by investigating the sowing date, seedling emergence rate, winter surviving rate, number of branches and plant height. The results showed that the suitable sowing date was from late April to early May. The seedling emergence rate was between 50% and 70%, the time required for seedling emergence was 10~20 days. The performance in terms of overwintering rate, branch number and plant height was good. The plant height and ground diameter showed a polynomial function relationship. The aboveground biomass was low in first year, and it rapidly increased in the second year. This study provides basic information for the introduction and production of *A. adsurgens* in plateau area.

Key words: *Astragalus adsurgens*; Nyingchi; Tibet; growth adaptability

本 刊 声 明

近期,有单位和读者向本刊反映,有中介机构或网站宣称代理《草原与草坪》征集稿件,并向投稿者收取费用,承诺可以在本刊发表文章,此举已对本刊声誉造成不良影响。对此,本刊声明如下:

1.《草原与草坪》从未设立其他采编点或分支机构,也从未委托任何单位或个人编辑出版《草原与草坪》期刊。

2.《草原与草坪》办公地点为甘肃省兰州市安宁区营门村1号,甘肃农业大学。邮箱 cyycp@gsau.edu.cn,联系电话 0931-7631885。

3.发至《草原与草坪》编辑部邮箱的稿件视为正式投稿,不接受其他形式的投稿,本刊编辑部是通过邮件形式通知作者交纳稿件审稿费和版面费。

敬请广大作者和读者注意,谨防上当受骗。同时,本刊将依法追究侵权者的法律责任。

特此声明