

播期对春箭筈豌豆种子质量的影响

胡小文, 王彦荣*, 南志标, 聂斌

(兰州大学草地农业科技学院, 兰州 730020)

摘要:对春箭筈豌豆(*Vicia sativa*) 4个品系, 2a共7个播期收获的种子进行了发芽率、千粒重、电导率的测定和带菌率的统计, 并测定了主要种带真菌的致病力。结果表明, 2000年不同播期收获的种子在千粒重、带菌率、电导率、发芽率之间存在显著性差异($p < 0.05$), 晚播导致种子质量的下降。但在2001年不同播期收获的种子除个别品系表现出显著差异($p < 0.05$)之外, 其他品系各播期之间并无明显差异。真菌接种试验表明, 除细交链孢(*Alternaria alternata*)外, 青霉(*Penicillium* sp.), 大刀镰孢(*Fusarium culmorum*), 厚垣镰孢(*F. chlamydosporum*), 粉红单端孢(*Trichothecium rosen*) 4种真菌都不同程度地降低了种子的萌发和幼苗的生长。其中以大刀镰孢、厚垣镰孢对种子的危害最大, 降低萌发率分别达26%和44%。

关键词:箭筈豌豆; 播期; 发芽率; 电导率; 带菌率

Sowing date effects on vetch seed quality

HU Xiao-Wen, WANG Yan-Rong, NAN Zhi-Biao, NIE Bin (College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University 730020, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(3): 409~413.

Abstract: Vetch (*Vicia sativa*) is an important forage legume in the alpine grassland region of China, and is used for supplementary livestock feeding during winter and spring. However, studies show that seed yield is very low due to harsh environmental conditions. Generally, the seed for sowing is imported from other regions and is often too expensive for farmers. Therefore, producing higher yielding and quality vetch seeds is a key objective for vetch breeders in the region. To date, several new vetch lines with higher seed yield have been developed. The objective of this experiment was to study effects of different sowing dates on seed quality for these lines.

Four lines of vetch seeds were sown between April and May of 2000~2001, on 7 different sowing dates and harvested on September 8th of 2000~2001. Lines were tested for seed germination, thousand seed weight, electrical conductivity and seed borne fungi. Pathogenicity tests were also carried out in a laboratory to study the effect of *Alternaria alternata*, *Penicillium* sp., *Fusarium culmorum*, *F. chlamydosporum* and *Trichothecium rosen* on seed germination and seedling growth. The results demonstrated that, for seed harvested in 2000, quality parameters tested were significantly different among the sowing dates. Lines sown on the latest sowing date (May 16) had the lowest seed germination and thousand seed weight, while also having the highest electrical conductivity and fungal isolation rate. However, the quality parameters did not show significant differences between the former two sowing dates of 2000. The qualities of seed harvested in 2001 were not significantly different among each sowing dates with the exception of one line. A trend however, was observed as seed quality declined due to postponement of sowing date. In addition, all fungi inoculated with the exception of *Alternaria alternata*, showed a harmful effect on seed germination and seedling growth to varying extents. The most severe damage was caused by *F. culmorum* and *F. chlamydosporum* which reduced seed germination by 26% and 44%, respectively. From these results this study recommends that the optimal sowing date for vetch is between late April and early May.

Key words: vetch; sowing date; seed germination; electrical conductivity; seed borne fungi

基金项目: 甘肃省“九五”攻关资助项目

收稿日期: 2003-09-23; 修订日期: 2003-12-28

作者简介: 胡小文(1980~), 男, 湖南洞口人, 硕士生, 主要从事草地科学研究。E-mail: huxw03@st.lzu.edu.cn

* 通讯作者: Author for correspondence. E-mail: yrwang@lzu.edu.cn

Foundation item: Supported by the Department of Science and Technology of Gansu Province

Received date: 2003-09-23; Accepted date: 2003-12-28

Biography: HU Xiao-Wen, Master candidate, main research field: grassland science. E-mail: huxw03@st.lzu.edu.cn

文章编号:1000-0933(2004)03-0409-05 中图分类号:Q143 文献标识码:A

春箭筈豌豆(*Vicia sativa*)在我国青藏高原草地农业系统中起着举足轻重的作用,其与燕麦(*Avena sativa*)混播,调制青干草,用于冬春补饲,是解决高山草原牧区家畜营养不足的有效措施^[1~4]。春箭筈豌豆收获指数高,其种子粗蛋白含量高达28%,可作为牲畜一种不可多得的蛋白饲料^[5,6],获得高产优质的春箭筈豌豆种子尤为关键。但由于我国高山草原地区自然条件恶劣,春箭筈豌豆种子长期以来依靠外调,价格昂贵,牧民难以承受。因此,为提高春箭筈豌豆对高寒草原的适应性,提高其种子与牧草产量,甘肃草原生态研究所自1998年来开展了以早熟高产为目标的新品种选育获得了4个品系^[7]并探讨了播期对种子与牧草产量的影响。但关于播期对春箭筈豌豆种子质量影响的文章却不多见。因此,本文探讨了播期对种子各质量因素的影响,旨在为春箭筈豌豆种子的生产提供基础性研究资料。

1 材料和方法

1.1 供试种样

种样由兰州大学草地农业科技学院提供,来自该院甘肃夏河试点收获的春箭筈豌豆2505、2556、2560、2566 4个品系,2000和2001年2年共7个播期的种子,其中2000年为3个播期,分别为4月26日、5月6日、5月16日;2001年为4个播期,即4月16日、4月26日、5月6日、5月16日。试验采用随机区组设计,4次重复,小区面积2m×4m。区组间距1m,小区间距0.5m,条播,行距20cm。收获日期分别为2000年9月8日,2001年9月6日。夏河试点生长季的气候资料见图1。

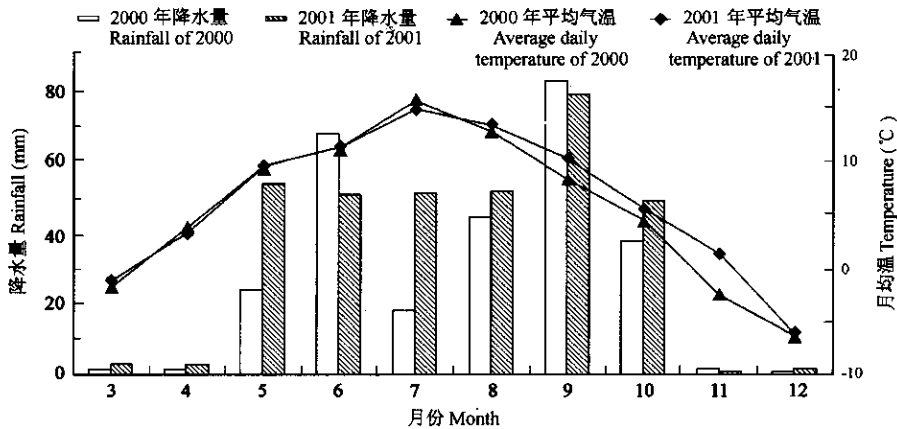


图1 2000~2001年播期试点生长季的降水量和月平均温度

Fig. 1 Monthly total rainfall and average daily temperature of each month during growing seasons in experimental site of 2000~2001

1.2 发芽试验

按牧草种子检验规程^[8]做发芽试验,逐日统计种子的发芽数,直至发芽结束。

1.3 千粒重的测定

按牧草种子检验规程^[8]所述方法测定千粒重。

1.4 电导率的测定

各种样50粒种子,3次重复,置于盛有150ml蒸馏水的三角瓶中,瓶口用塑料薄膜密封置于20℃的恒温箱中24h后,用DST-A型数字式电导率仪(天津第二分析仪器厂)测定电导值,按文献^[11]所述公式计算。

1.5 真菌的分离与鉴定

自样品中分别随机数取50粒种子,3次重复,不经表面消毒,直接摆放于纸床上做发芽试验(同1.2),5d后逐日统计带菌种子数,计算带菌率并分离带菌种子上的真菌直至不再出现新的菌落。分离的真菌置于PDA培养基上25℃黑暗条件下培养2周,分离并依据菌落与菌种的形态特征等鉴定到种。

1.6 种带真菌致病力的测定

万方数据

表1 播期对箭筈豌豆种子发芽率的影响(%)

Table 1 Effect of sowing date on germination of vetch seed					
播种年份 Sowing year	播期 Sowing date	品系 Line			
		2505	2556	2560	2566
2000	04-26	77a	64b	68a	69a
	05-06	75a	71a	61b	69ab
	05-16	56b	66b	47c	62b
2001	04-16	99a	96a	99a	98a
	04-26	97a	98a	95a	98a
	05-06	97a	94a	97a	96a
	05-16	93a	95a	95a	88b

同一年份同一品系不同播期间标不同字母者为差异显著($p < 0.05$) Different letters within same year and line and different sowing dates are significantly different ($p < 0.05$)

将分离获得的细交链孢(*Alternaria alternata*)、青霉(*Penicillium* sp.)、大刀镰孢(*Fusarium culmorum*)、厚垣镰孢(*F. chlamydosporum*)、粉红单端孢(*Trichothecium rosen*) 5 种真菌转移到 PDA 培养基上, 25℃、黑暗条件下培养 2 周。自春箭筈豌豆 2001 年收获的 2560 品系种子中挑选外表健康, 带菌率低的种子按文献^[9,10]所述方法进行表面消毒后, 以无菌水冲洗 5 次。然后依次摆放在上述培养有真菌的 PDA 培养基上, 并在种子上加盖 1 张无菌滤纸, 每皿 10 粒, 每个处理 5 个重复。对照摆放在 PDA 培养基上。12d 后统计种子的萌发率, 测定苗长、主根长。

1.7 数据处理

将所得数据用 Statistics 程序进行显著性差异测定, 相关与回归分析, 并用 Excel 做图。

2 结果

2.1 播期与种子各质量因素的关系

2.1.1 播期与发芽率的关系 2a 不同播期收获的种子发芽率均表现出随播期推迟而降低的趋势(表 1)。其中 2000 年不同播期收获的种子之间的发芽率表现出显著性差异($p < 0.05$), 发芽率除 2556 品系 4 月 26 日播期的种子发芽率最低外, 其他品系均以 5 月 16 日播期的种子发芽率最低, 并与另 2 个播期之间的发芽率存在显著性差异($p < 0.05$); 但 2001 年不同播期收获的种子之间的发芽率除 2566 品系 5 月 16 日播期的发芽率与另 3 个播期差异显著外($p < 0.05$), 其他品系差异均不显著($p > 0.05$)。各品系播期与发芽率之间的关系表现出年份间的差异。

2.1.2 播期与千粒重的关系 从表 2 可以看出, 2000 年箭筈豌豆不同播期收获的种子千粒重均以 5 月 16 日下播的偏低, 除 2560 品系外, 均与前 2 个播期差异显著($p < 0.05$)。对 2505 和 2560 2 个品系而言, 千粒重随播期推迟而减小, 另 2 个品系则以 5 月 6 日播种的千粒重最大, 5 月 16 日播种的千粒重最小。2001 年箭筈豌豆不同播期收获的种子千粒重除 2560 品系各播期之间差异显著($p < 0.05$)外, 其他品系播期间千粒重差异不显著($p > 0.05$)。

2.1.3 播期与电导率的关系 2000 年不同播期收获的种子之间电导率除 2556 品系 5 月 6 日播期的电导率最低, 5 月 16 日播期的最高外, 其他品系均随播期的推迟而增高(表 3), 并且各播期之间电导率差异显著($p < 0.05$)。2001 年不同播期收获的种子之间电导率除 2566 品系 5 月 16 日播期的种子与其它播期的电导率差异显著($p < 0.05$)外, 另外 3 个品系差异均不显著($p > 0.05$), 且不随播期不同而表现出相应趋势。

2.2 种带真菌与致病力

2.2.1 种带真菌 由表 4 可见, 种带真菌主要为细交链孢, 其次是青霉和粉红单端孢, 其他真菌主要是毛霉(*Mucor* sp.), 大刀镰孢和厚垣镰孢, 但检出率极低, 且只在 2000 年种子中发现。

表 5 显示, 2 个年份不同播期收获的种子除 2556 品系外, 均有随播期推迟带菌率增高的趋势。其中 2000 年不同播期收获的种子之间带菌率差异显著($p < 0.05$), 除 2556 品系 5 月 6 日播种的带菌率比其它播期偏高外, 另 3 个品系均以 5 月 16 日播种的种子带菌率为最高, 并与另 2 个播期差异显著($p < 0.05$); 2001 年不同播期收获的种子除 2566 品系 5 月 16 日播种的种子带菌率比其他播期显著($p < 0.05$)偏高外, 另 3 个品系各播期之间带菌率差异不显著($p > 0.05$)。

2.2.2 接种对种子萌发与幼苗的影响 接种 12d 后检查, 接种物的检出率为 100%, 未发现其它真菌。对照组萌发率为 100%; 除细交链孢不影响种子的萌发率外, 青霉、粉红单端孢、大刀镰孢、厚垣镰孢均显著($p < 0.05$)降低种子的萌发率(表 6); 除细交链孢外, 其他真菌均显著抑制主根的伸长, 抑制程度依次为青霉、粉红单端孢、大刀镰孢、厚垣镰孢; 除青霉和粉红单端孢之间差异不显著外, 其他各真菌之间均表现出显著性差异($p < 0.05$), 其中大刀镰孢、厚垣镰孢 2 种真菌几乎完全抑制了主根的伸长, 根长只有 0.32mm 与 0.10cm。除细交链孢外其他真菌均显著抑制了苗的伸长, 其影响程度依次为青霉、大刀镰孢、粉红单端孢、

表 2 播期对箭筈豌豆千粒重的影响 (g)

Table 2 Effect of sowing date on thousand seed weight of vetch

播种年份 Sowing year	播期 Sowing date	品系 Line			
		2505	2556	2560	2566
2000	04-26	68.11a	70.72a	70.95a	63.55a
	05-06	60.17b	74.32a	65.17b	64.47a
	05-16	50.19c	56.13b	59.66b	51.69b
2001	04-16	74.13a	80.81a	83.73a	71.59a
	04-26	72.77a	79.47a	77.64b	73.56a
	05-06	69.12a	78.17a	73.64b	70.06a
	05-16	74.13a	81.48a	67.21c	68.84a

同一年份同一品系不同播期间标不同字母者为差异显著 ($p < 0.05$) Different letters within same year and line and different sowing dates are significantly different ($p < 0.05$)

表 3 播期对箭筈豌豆种子电导率的影响 ($\mu\text{S}/(\text{cm} \cdot \text{g})$)

Table 3 Effect of sowing date on electrical conductivity of vetch seed

播种年份 Sowing year	播期 Sowing date	品系 Line			
		2505	2556	2560	2566
2000	04-26	26.08b	22.30b	25.76b	23.75b
	05-06	30.23b	18.93b	29.03ab	26.36b
	05-16	33.88a	32.72a	34.43a	38.17a
2001	04-16	17.06a	15.32a	15.60a	14.76b
	04-26	16.39a	16.03a	18.32a	14.41b
	05-06	17.54a	19.90a	17.77a	15.63b
	05-16	17.43a	17.54a	18.87a	27.56a

同一年份同一品系不同播期间标不同字母者为差异显著 ($p < 0.05$) Different letters within same year and line and different sowing dates are significantly different ($p < 0.05$)

厚垣孢子。但青霉、大刀镰孢、粉红单端孢之间差异不显著($p>0.05$) (表 6)。

表 4 箭筈豌豆各品系不同播期种带真菌检出率(%)

Table 4 Fungi isolated from vetch seed tested					
品系 Line	播期 Sowing date	细交链孢 <i>Alternaria alternata</i>	青霉 <i>Penicillium sp.</i>	粉红单端孢 <i>Trichothere- cium rosen</i>	其他 Others
2505	2000-04-26	7	3	0	0
	2000-05-06	7	1	2	1
	2000-05-16	29	1	2	1
	2001-04-16	1	0	0	0
	2001-04-26	0	1	0	0
	2001-05-06	1	1	0	0
	2001-05-16	3	0	0	0
2556	2000-04-26	21	2	0	0
	2000-05-06	16	0	1	1
	2000-05-16	27	2	2	2
	2001-04-16	2	0	0	0
	2001-04-26	1	0	0	0
	2001-05-06	3	1	0	0
	2001-05-16	2	0	1	0
2560	2000-04-26	19	1	0	0
	2000-05-06	25	3	4	1
	2000-05-16	33	3	6	3
	2001-04-16	0	0	1	0
	2001-04-26	0	1	0	0
	2001-05-06	1	0	0	0
	2001-05-16	2	0	0	0
2566	2000-04-26	15	1	0	0
	2000-05-06	18	1	0	0
	2000-05-16	25	0	2	1
	2001-04-16	0	0	0	0
	2001-04-26	0	0	0	0
	2001-05-06	1	0	0	0
	2001-05-16	4	2	4	0

2.3 种子发芽率与其它质量因素的关系

由表 7 可见,箭筈豌豆 4 个品系 2 年共 7 个播期的种子发芽率与带菌率极显著负相关, $r^2=0.943^{**}$ ($p<0.01$);与千粒重显著正相关, $r^2=0.792^{*}$ ($p<0.05$);与电导率极显著负相关, $r^2=0.834^{**}$ ($p<0.01$)。其相关回归方程式分别为 $y=-1.410x_1+96.43$, $y=1.916x_2-44.12$ 和 $y=-1.531x_3+117.85$ (见表 7)。

3 讨论

一般认为,春箭筈豌豆在我国北方以春播为宜,且早播为好^[1]。但也有研究认为^[9],在高山草原地区,对种子田宜于 4 月下旬播种,这种差异主要是由于高山草原的气候条件所致,本研究通过对春箭筈豌豆 2a 共 7 个播期收获的种子进行了千粒重、发芽率、电导率、带菌率等各项种子质量指标的测定,认为晚播不利于种子质量的提高,但结果也表明,前 2 个播期收获的种子之间质量上并无显著性差异($p>0.05$);南志标^[9]等人

对牧草和种子产量与播期关系的研究也发现了类似结果。2000 年和 2001 种子质量在各质量因素方面差别很大,这很大程度上取决于 2 年 7 月份降雨量(图 1)。不同年份播期对箭筈豌豆种子质量的影响程度也很不一致,2000 年各播期收获的种子在质量上存在显著性差异($p<0.05$),2001 年各品系在各质量因素上虽存在相应趋势,但差异不显著($p>0.05$)。似乎可以这么认

表 5 播期对箭筈豌豆总带菌率的(%)的影响

Table 5 Effect of sowing date on the total percentage of seed fungi isolation					
播种年份 Sowing year	播期 Sowing date	品系 Line			
		2505	2556	2560	2566
2000	04-26	10b	24a	19c	17b
	05-06	13b	16b	25b	18b
	05-16	31a	28a	36a	25a
2001	04-16	1a	2a	0a	0b
	04-26	1a	1a	1a	0b
	05-06	1a	4a	1a	1b
	05-16	3a	2a	2a	8a

同一年份同一品系不同播期间标不同字母者为差异显著($p<0.05$) Different letters within same year and line and different sowing dates are significantly different ($p<0.05$)

表 6 接种种带真菌对箭筈豌豆 2560 品系种子萌发和幼苗生长影响

Table 6 Effect of seed borne fungi on seed germination and seedling growth

处理 Treatment	萌发率(%) Seed germination	幼苗 Seedling	
		根长(cm) Radical length	苗长(cm) Shoot length
对照 Control	100a	5.75a	7.7a
细交链孢 <i>Alternaria alternata</i>	98a	6.08a	5.89a
青霉 <i>Penicillium sp.</i>	92b	1.12b	4.81b
粉红单端孢 <i>Trichothercium rosen</i>	82b	0.8b	3.28b
大刀镰孢 <i>F. culmorum</i>	74c	0.32c	3.65b
厚垣孢子 <i>F. chlamydosporum</i>	44d	0.10d	0.53c

标不同字母者为差异显著($p<0.05$) Different letters mean significant difference at $p<0.05$ level

表 7 种子发芽率(y)与带菌率(x_1)、千粒重(x_2)、电导率(x_3)的关系

Table 7 Relationship between the percentage of seed germination (y) and seed yielding fungi (x_1), thousand seed weight (x_2), electrical conductivity(x_3)

	回归方程 Linear regression equations	r^2
带菌率(x_1) Seed yielding fungi	$y=-1.410 x_1+96.43$	0.943 ^{**}
千粒重(x_2) Thousand seed weight	$y=1.916 x_2-44.12$	0.792 [*]
电导率(x_3) Electrical conductivity	$y=-1.531 x_3+117.85$	0.834 ^{**}

* *, * 分别表示差异极显著($p<0.01$)和差异显著($p<0.05$) Indicated significantly different at $p<0.01$ and $p<0.05$ respectively

2000 年和 2001 种子质量在各质量因素方面差别很大,这很大程度上取决于 2 年 7 月份降雨量(图 1)。不同年份播期对箭筈豌豆种子质量的影响程度也很不一致,2000 年各播期收获的种子在质量上存在显著性差异($p<0.05$),2001 年各品系在各质量因素上虽存在相应趋势,但差异不显著($p>0.05$)。似乎可以这么认

为:气候条件越不利于箭筈豌豆生长的年份,播期对种子质量的影响也就越大。这仍需更进一步的研究。

播期对种子质量的影响表现在多个方面,本研究发发现晚播降低种子千粒重,这可能与春箭筈豌豆的生长期有关,晚播的种子生长期短,成熟度差,从而造成种子千粒重减小。并且由于当地气候条件的限制(图1),又不能通过延迟收获期来使晚播的种子充分成熟,所以不可避免地造成种子质量的下降。对2505和2560两个品系的种子来说,千粒重在2个年份都表现出随播期推迟千粒重减小的趋势,但其他2个品系千粒重却以在5月6日播期的千粒重为大,这种品系间的差异可能表现在其对生长期的要求上的不同,所以在生产上不能一概而论。

本文通过对春箭筈豌豆种子种带真菌的统计和致病力测定,确认除细交链孢外,其他4种真菌均不同程度的影响种子的萌发和幼苗的正常发育。南志标^[10]等对沙打旺(*Astragalus adsurgens*)的研究表明,种子成熟和收打期间产地的气候条件直接左右着种子带菌率的高低,湿润度越大,带菌率越高。但本研究比较2a春箭筈豌豆收打期间产地的降雨量是以2001年为多,带菌率却低。这可能是因为在湿度相差不大的条件下,质量较差的种子更能为真菌的进一步繁殖和扩大传播提供有利条件。这可能也是2566品系发芽率低,带菌率也高的原因。这一推测同样可以用来解释在同一年份种子带菌率有随播期推迟而增高的趋势,而带菌率不同年份不同播期差异的程度不同,同样说明了在不同气候条件下播期对种子质量的影响程度的不同。对发芽率与带菌率做相关性分析发现二者极显著($p < 0.01$)负相关。说明带菌率是影响种子质量的一个关键因素。另外,南志标^[9]对沙打旺的研究认为细交链孢是沙打旺种子的主要危害真菌。但本研究表明,细交链孢虽然是主要种带真菌,但对箭筈豌豆种子的萌发和幼苗的正常生长并无显著($p > 0.05$)影响。检出率较低的粉红单端孢,大刀镰孢,厚垣镰孢反而极大地影响了种子的萌发和幼苗的生长,因此在种子收获储藏过程中防止此类真菌的扩散和传播是保证种子质量的关键。

电导率用来评定种子质量,能克服用发芽率来判别种子质量所用周期长的特点,为生产节约时间。以往电导率主要基于对豌豆,大豆和农作物种子以及少量牧草种子的研究表明^[11~13],种子质量下降时,膜系统功能异常,透性增大,水浸电导率上升。本研究发发现种子电导率与发芽率之间呈极显著负相关($p < 0.01$),这与前人的研究结果一致,说明用电导率评价箭筈豌豆种子质量是适宜的。

References:

- [1] Wang D, Ren J Z. *Forage Science for the Major Species*. Nanjing, Jiangsu Science and Technology Press, 1989. 191~200, 226~229.
- [2] Li Q. The study of the mixture sowing vetch and oats in the cold pastoral region. *Journal of Grassland and Forage in China*, 1984, 1(1):38~41.
- [3] Xu C L, Zhang P J. The study of the combination of the mixture about oats with pea in the cold pastoral region. *Prataculturae Science*, 1989, 6(5):31~33.
- [4] Chen G, Li J H, Zhou Q P. The study of vetch production in the cold pastoral area. *Prataculturae in Qing-Hai*, 1991, 8(3):10~12.
- [5] El Moneim A M Abd. 1993. Agronomic potential of three vetches(*Vicia* spp.) under rainfed conditions. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 170:113~120.
- [6] Aleator V A, Goodchild A V, El Moneim A M Abd. Nutritional and antinutritional characteristics of selected *Vicia* genotypes. *Animal Feed Science and Technology*, 1994, (47):125~139.
- [7] Wang Y W, Nan Z B, Wang Y R. Herbage and seed yields of *Vicia* and *Lathyrus* species under alpine grassland condition. *Acta Prataculturae Sinica*, 2001, 10(2):47~55.
- [8] State Bureau of Quality Control of China (SBQCC). *Rules for Forage Seed Testing*. Beijing: Standards Press of China, 2001. 31~49, 85~89.
- [9] Nan Z B. Seed-borne fungi of *Astragalus adsurgens*-environment, pathogenicity and control. *Acta Prataculturae Sinica*, 1998, 7(1):12~18.
- [10] Li C J, Nan Z B. Seed-borne fungi of lucerne and their pathogenicity to lucerne seed and seedling. *Acta Prataculturae Sinica*, 2000, 9(1):27~36.
- [11] Wang Y R, Hampton J G & Hill. Red clover vigour testing-effects of three test variables. *Seed Sci. & Technol.*, 1994, 22:99~105.
- [12] Wang Y R, Yu L, Liu Y L. Relationship between seed viability and membrane permeability during seed deterioration. *Acta Prataculturae Sinica*, 2002, 11(3):85~91.
- [13] Shen Y. Difference of physiology and biochemistry within different vigor classic vetch seed during imbibition. *Seed*, 1988, 6:28~34.

参考文献:

- [1] 王栋,任继周. 牧草学各论. 南京:江苏科学技术出版社, 1989. 191~200;226~229.
- [2] 李琪. 高寒牧区箭筈豌豆与燕麦混播实验. 中国草原与牧草, 1984, 1(1):38~41.
- [3] 徐长林,张普金. 高寒牧区燕麦与豌豆混播组合的研究. 草业科学, 1989, 6(5):31~33.
- [4] 陈功,李锦华,周青平. 高寒牧区春箭筈豌豆生产性能的研究. 青海草业, 1991, 8(3):10~12.
- [7] 王赞文,南志标. 高山草原条件下一年生豆科牧草生产性能的评价. 草业学报, 2001, 10(2):47~55.
- [8] 中华人民共和国国家标准. 牧草种子检验规程. 北京:技术标准出版社, 2001. 31~49, 85~89.
- [9] 南志标. 沙打旺种带真菌-环境、致病力及防治. 草业学报, 1998, 7(1):12~18.
- [10] 李春杰,南志标. 苜蓿种带真菌及其致病性测定. 草业学报, 2000, 9(1):27~36.
- [12] 王彦荣,余玲,刘友良,等. 数种牧草种子劣变的生活力与膜透性的关系. 草业学报, 2002, 11(3):85~91.
- [13] 沈泳. 不同活力等级的箭筈豌豆种子吸胀期间的某些生理生化差异. 种子, 1988, 6:28.