

GA₃ 浸种对羊草种子发芽和 幼苗生长的影响

刘彩虹, 李成云

(延边大学农学院, 吉林 延吉 133002)

摘要:以吉生羊草(*Leymus chinensis*) (人工繁育品种)和天然野生羊草种子为材料,研究了不同浸种时间对2种羊草种子发芽的影响,并测定不同质量分数赤霉素(GA₃)48 h浸种(最佳浸种时间)对2种羊草种子的发芽和幼苗生长的影响。结果表明,吉生羊草和野生羊草种子浸种48 h,发芽率和活力指数均最高,与各自的对照组相比均差异显著($P < 0.05$)。较低质量分数的GA₃可促进吉生和野生羊草种子的发芽率、发芽指数、发芽势和活力指数,而较高质量分数的GA₃则表现为不同程度地抑制作用。经300 μg/g GA₃处理的吉生羊草和野生羊草种子,其幼苗高度均最高,分别为12.39和14.06 cm,与各自对照组相比差异显著($P < 0.05$)。GA₃浸泡48 h促进吉生和野生羊草种子的发芽,最适质量分数均为300 μg/g。

关键词:GA₃; 羊草; 发芽; 幼苗生长

中图分类号:S543+.904; Q945.35

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2011)05-0797-05

*¹ 羊草(*Leymus chinensis*)又名碱草,为多年生根茎植物,是中国东北松嫩草原的优势草种。其营养丰富,适口性好,耐践踏。自然界中羊草以无性繁殖为主,其种子休眠期长,发芽率低^[1]。目前,如何提高羊草种子发芽率已成为一个研究热点。不同研究中浸种处理的时间相差很大,比较理想的浸种时间还没有统一的见解。赤霉素(GA₃)是促进植物生长的植物激素,它通过促进细胞分裂调控促进物与抑制物的平衡来提高种子的发芽力^[2]。马红媛等^[3]研究表明,用GA₃浸种大安羊草种子24 h可促进其发芽,影响幼苗生长生理。焦德志等^[4]发现,经300 μg/g GA₃每天处理的羊草种子,其发芽率能达到41.2%,比对照组高9.7%。崔爽^[5]研究报道当赤霉素的质量分数高于100 μg/g时,浸种48 h的长岭羊草种子发芽率最高。但何学青等^[6]发现,完整内蒙古野生羊草种子浸种1 d的发芽效果最佳,不同质量浓度GA₃处理的种子发芽率与对照相比无显著差异。本研究通过对两种不同来源的羊草种子进行不同浸种时间的处理,并选用最佳浸种时间对种子进行不同质量分数GA₃处理,对比研究两种羊草种子发芽率及发芽整齐度,分别筛选适合两种羊草种子的最佳浸种时间及最佳GA₃浓度,为羊草种子打破休眠及开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料 吉生(人工繁育品种)和天然野生

羊草种子分别采自吉林省羊草工程中心和白城草原站,采集后的种子在室温下自然干燥,放在4℃冰箱内保存、备用。赤霉素购自上海生物公司。

1.2 千粒重与含水量的测定 种子千粒重和含水量测定参照马红媛和梁正伟^[7]的测定方法。

1.3 试验方法

1.3.1 浸泡时间的处理 发芽试验参照韩建国^[8]的方法,于2010年4-6月进行。先用0.1% HgCl₂溶液对种子进行表面消毒10 min,再用蒸馏水冲洗若干次。将表面消毒好的吉生羊草和野生羊草种子分别浸入20 mL蒸馏水中,浸泡时间分别为0、24、48及72 h。浸泡处理后取出种子放在铺有单层滤纸的玻璃培养皿(Φ9 cm)内发芽,每处理3次重复,每重复100粒种子。发芽温度16℃/28℃、12 h/12 h黑暗和光照,光照强度为54 μmol/(m²·s),试验时间为30 d。试验结束时分别筛选适合两种种子发芽的最佳浸泡时间。

1.3.2 赤霉素的处理 用少量乙醇溶解GA₃,再用蒸馏水分别配成质量分数为100、200、300、400、500、600、700 μg/g的溶液,各取20 mL溶液分别浸

收稿日期:2010-07-25 接受日期:2010-12-15
基金项目:延大研科合字(2010)第40号
作者简介:刘彩虹(1986-),女,山西孝义人,在读硕士生,研究方向为草业科学。
E-mail:liucaihong725@yahoo.cn
通信作者:李成云 E-mail:lily@ybu.edu.cn

泡两种羊草种子 48 h, 浸种处理后取出用蒸馏水洗净, 放在玻璃培养皿内发芽。发芽方法同 1.3.1。发芽期间将达到发芽标准(胚芽露出 1 mm)的种子取出, 放在另一个培养皿中培养。试验结束时在 3 个重复的培养皿中, 分别随机抽取 10 株幼苗, 测定根长、苗高, 并计算根冠比。

1.4 统计分析

$$\text{发芽率}(GP) = \frac{\text{发芽结束时发芽种子数}}{\text{供试种子总数}} \times 100\%;$$

$$\text{发芽势} = \frac{\text{发芽第 6 天发芽种子数}}{\text{供试种子总数}} \times 100\%^{[9]};$$

$$\text{发芽指数}(GI) = \sum(G_i/D_i)^{[10]};$$

$$\text{活力指数}(VT) = \text{发芽指数} \times S。$$

式中, G_i 为 t 日发芽粒数, D_i 为 G_i 对应的发芽天数, S 为苗平均长度。

利用 Excel 对数据进行初步统计, 再用 SPSS 11.5 软件进行方差分析, 最小显著水平差数法(LSD)在 $P < 0.05$ 水平确定各个平均值之间的差异显著性, 两组数据比较采用 t 检验, 最后用 Origin 8 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 羊草种子千粒重及含水量的比较

吉生和野生羊草种子千粒重分别为 2.45 和 1.68 g, 前者为后者的 1.46 倍, 差异显著($P < 0.05$)。两种羊草种子形态比较一致, 但吉生种子比野生种子更为饱满。两种种子的含水量差异不显著($P > 0.05$) (表 1)。

表 1 不同品种羊草种子的千粒重及含水量

品种	千粒重(g)	含水量(%)
吉生	2.45 ± 0.03a	11.610 ± 0.004a
野生	1.68 ± 0.08b	9.080 ± 0.001a

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$), 相同字母表示差异不显著($P > 0.05$)。表 3 同。

2.2 不同浸种时间对两种羊草种子发芽的影响

吉生和野生羊草种子的发芽率都比各自的对照组高, 说明浸种可以提高羊草种子的发芽率, 且不同处理发芽率大小排序均为: 浸种 48 h > 浸种 24 h > 浸种 72 h > 对照(表 2)。其中浸种 48 h 处理的种子发芽率均最高, 分别为 50% 和 15%, 与对照组发芽率相比均差异显著($P < 0.05$)。不同浸种时间处理对吉生羊草种子的发芽势影响不明显($P >$

0.05)。而浸种 24 h 的野生羊草种子发芽势比其他处理组高, 且差异显著($P < 0.05$), 表明 24 h 浸种可以显著提高野生羊草种子发芽势, 加快发芽前期发芽速率。两种羊草种子的发芽指数均随浸种时间的推移呈先上升后下降的趋势, 只有 48 h 浸种处理显著高于各自的其他处理组, 表明 48 h 浸种可以提高种子的发芽整齐程度(表 2)。综合分析, 吉生羊草和野生羊草种子发芽的最佳浸种时间均为 48 h。

表 2 不同浸种时间对两种羊草种子发芽的影响

品种	浸泡时间(h)	发芽率(%)	发芽势(%)	发芽指数
吉生	0(对照)	32 ± 1c	2.67 ± 0.33a	3.21 ± 0.13b
	24	38 ± 3b	3.67 ± 0.33a	3.79 ± 0.31b
	48	49 ± 2a	6.34 ± 1.99a	6.37 ± 0.16a
	72	37 ± 4b	5.67 ± 1.20a	3.51 ± 0.52b
野生	0(对照)	11 ± 1b	2.33 ± 0.33b	1.53 ± 0.11b
	24	14 ± 1a	3.67 ± 0.88a	1.80 ± 0.24b
	48	15 ± 1a	1.35 ± 0.32b	1.89 ± 0.55a
	72	13 ± 1a	1.33 ± 0.33b	1.62 ± 0.03b

注: 同一品种同列不同字母表示处理间差异显著($P < 0.05$), 相同字母表示差异不显著($P > 0.05$)。

2.3 不同质量分数 GA_3 对两种羊草种子发芽指标的影响

整个发芽过程中, 200、300 $\mu\text{g/g}$ 的 GA_3 处理对两种羊草种子最终发芽率、发芽指数和活力指数均表现出促进作用, 与各自的对照组相比均差异显著($P < 0.05$)。其中质量分数为 300 $\mu\text{g/g}$ 时, 两种羊草种子的发芽率、发芽指数和活力指数均最高, 均显著高于各自的对照组($P < 0.05$); 同时 300 $\mu\text{g/g}$ 的 GA_3 显著提高了吉生羊草种子的发芽势($P < 0.05$), 但对野生羊草种子的发芽势无显著影响($P > 0.05$); 当 GA_3 等于或超过 400 $\mu\text{g/g}$ 时, 两种羊草种子的发芽率、发芽指数和活力指数均受到抑制(表 3)。表明较低质量分数的 GA_3 可以促进羊草种子的发芽率及整齐度, 较高质量分数则表现为不同程度的抑制作用。经 t 检验, 吉生羊草种子的发芽率、发芽指数和活力指数均显著高于野生羊草种子($P < 0.05$)。

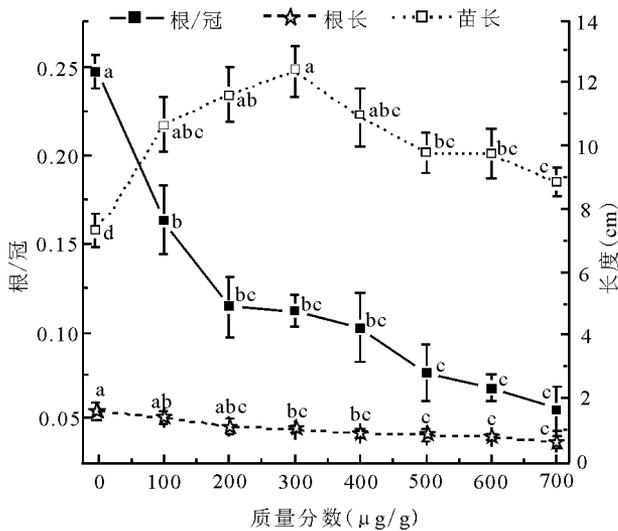
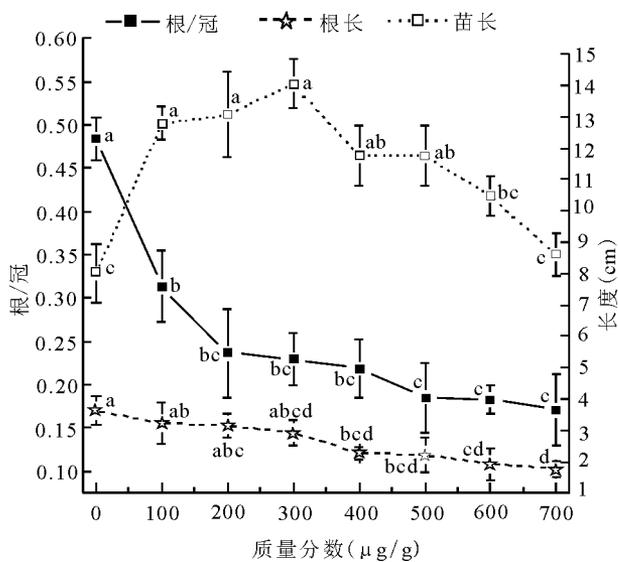
2.4 不同质量分数 GA_3 对两种羊草幼苗生长的影响

用质量分数为 100~700 $\mu\text{g/g}$ 的 GA_3 处理吉生羊草和野生羊草种子, 随着质量分数的增加, 其根长和根冠比逐渐减小, 同时幼苗长度比对照组表现出不同程度的伸长(图 1, 2)。其中 300 $\mu\text{g/g}$

表3 不同质量分数 GA₃ 对两种羊草种子发芽指标的影响

GA ₃ (μg/g)	发芽率(%)		发芽指数		发芽势(%)		活力指数	
	吉生	野生	吉生	野生	吉生	野生	吉生	野生
0	49±1b	15±2c*	6.37±0.16b	1.89±0.55b*	6.34±0.99b	1.35±0.32ab*	46.67±3.38c	15.14±1.74bc*
100	53±4a	16±1b*	7.06±0.08a	1.88±0.31b*	3.36±1.21c	2.08±0.57ab*	62.76±4.57b	18.71±1.96a*
200	53±1a	17±1b*	8.13±0.87a	1.90±0.54ab*	6.81±1.65ab	1.69±0.69ab*	56.65±4.81b	17.37±1.46a*
300	54±1a	20±1a*	8.65±0.51a	2.31±0.07a*	7.75±1.46a	2.74±0.34a*	77.67±4.41a	19.23±2.16a*
400	42±1c	14±2c*	6.51±1.00b	1.62±0.22c*	6.05±1.26b	1.00±1.00ab*	42.20±1.86de	17.22±1.46ab*
500	40±1d	14±1cd*	4.88±0.55bc	1.61±0.16c*	1.98±1.01d	1.00±0.57ab*	34.11±3.96e	13.06±0.97c*
600	39±1d	12±1d*	5.06±0.67b	1.60±0.03c*	5.28±3.07bc	0.73±0.37b*	40.92±3.64de	15.40±0.92b*
700	33±1e	9±1e*	4.15±0.92c	1.27±0.17d*	2.67±1.33c	0.98±0.56ab*	36.40±5.02de	10.81±0.68c*

注: *表示两种品种间发芽指标差异显著($P < 0.05$)。

图1 不同质量分数 GA₃ 对吉生羊草幼苗生长的影响图2 不同质量分数 GA₃ 对野生羊草幼苗生长的影响

GA₃ 处理的吉生和野生羊草幼苗长度最长,分别为 12.39 和 14.06 cm,与各自的对照组相比,差异显著($P < 0.05$)。经 t 检验,300 μg/g GA₃ 处理的吉生羊草幼苗长度低于相同处理的野生羊草,但差异不显著($P > 0.05$),幼根长度则显著低于 300 μg/g 处理的野生羊草的根长($P < 0.05$)。

3 讨论与结论

羊草种子休眠性强,发芽率低^[11]。造成不同类型羊草种子休眠程度不同的原因很多,如千粒重、种子内部及种皮含有的抑制物质脱落酸的浓度^[12-14]等。本研究中未经处理的吉生和野生羊草种子发芽率分别为 32% 和 11%,说明种子存在休眠,这是羊草抵御不良环境的一种策略。野生种子采集于吉林白城,该地区春季干旱多风、冬季漫长寒冷,土壤类型为盐碱土类,导致羊草种子千粒重和饱满程度较低,空粒、瘪粒的比例较高;同时种子内的抑制物脱落酸在不利的条件下抑制种子发芽,使其发芽率低于人工繁育的吉生种子。焦德志等^[4]报道吉生 1 号的发芽率明显高于黑龙江扎龙地区的天然羊草种子。而吉林长岭松嫩草原采样的野生羊草种子经过 300 μg/g 的赤霉素浸种 48 h,其发芽率达到 16.7%^[5],低于本研究中野生羊草种子相同处理的发芽率。黑龙江安达草原采集的野生东北羊草种子和辽宁栽培草地种子经 300 μg/g 的赤霉素处理后发芽率分别达到 34.45% 和 46.70%^[15]。不同来源的羊草种子经过相同的处理其发芽率表现出一定的差异。这表明羊草种子的发芽率与种子的质量有关,特别是与千粒重有关。另外也可能是生态环境(气候、土壤类型、水分等)影响了羊草种子的质量。

可以肯定的是,人工选育和栽培驯化的羊草种子发芽率普遍高于野生羊草种子,可能是引种驯化的条件如土壤、纬度等对种子发芽率产生一定影响。经 300 $\mu\text{g/g}$ 赤霉素处理后的吉生羊草种子(本试验中为 54%)比相同处理后的辽宁栽培草地羊草种子(46.70%)^[15]表现出较高的发芽率,表明基因型也影响种子的休眠程度。另外,300 $\mu\text{g/g}$ 赤霉素处理过的吉生羊草幼苗根的长度比野生羊草显著缩短,表明野生羊草根系比较发达,耐受力较强。

研究表明^[16],预先水合处理的种子早期发芽的一些生化活动,对随后的脱水过程仍是稳定的,当种子再度吸胀时,胚仍能恢复蛋白质和 RNA 合成速度,并可以接近脱水而中断的水平,从而提高发芽率。本研究中,浸种可以软化种皮,打破休眠,提高两种种子的最终发芽率。浸泡时间对吉生羊草种子的发芽势没有显著影响,而对于野生羊草种子,浸泡 24 h 可以显著提高种子的发芽势,说明浸泡时间对种子发芽势的作用也可能会受到种子来源的影响,这有待进一步研究。在 24 h 浸种范围内,野生羊草种子能够很快吸胀,使发芽高峰到来的时间提前,致使发芽势提高。两种羊草种子活力指数最大的浸泡处理时间均为 48 h,此时羊草种子完成了物理吸水过程,发芽床又为其发芽提供了足够的氧气和所必须的水分。超过 48 h 活力指数下降,可能是由于氧气不足,种子呼吸受阻而使发芽受阻。因此,羊草以完成物理吸水过程的浸种时间 48 h 为好。这不同于何学青等^[6]所报道的内蒙古野生羊草种子浸种 1 d 效果最明显,这可能是由于种子来源不同,有待进一步研究。另外,本研究中,经蒸馏水不同浸种时间处理后,两种羊草种子发芽率大小排序均为 48 h > 24 h > 72 h;崔爽^[5]报道当用质量分数高于 100 $\mu\text{g/g}$ 赤霉素浸泡时,发芽率最高的为浸种 48 h,其次为 72 h,最低为 24 h,可能是赤霉素质量分数与浸种时间共同作用影响了种子的发芽率,从而导致本研究中浸种 24 h 的发芽率 > 浸种 72 h 的发芽率。

一般认为在植物的生长调节物质中,赤霉素可以激活种子中的水解酶,促进核酸和蛋白质合成,在促进种子发芽中起着首要作用^[17-18]。适量的赤霉素可以提高种子的活力^[19]。总体来说,赤霉素对羊草种子^[3],山白树(*Sinowilsonia henryi*)种子^[20],独一味(*Lamiophlomis rotata*)种子^[17],胡萝卜(*Daucus carota*)种子^[21]等发芽率的影响均表现为低质量分

数促进,高质量分数抑制的趋势。本研究中,经过 48 h 浸泡,100~300 $\mu\text{g/g}$ 的赤霉素均可促进吉生和野生羊草种子的发芽,而 600~700 $\mu\text{g/g}$ 的赤霉素则不同程度地抑制两种羊草种子的发芽。赤霉素浸泡 48 h 促进吉生和野生羊草种子的发芽,最适质量分数为 300 $\mu\text{g/g}$,与崔爽^[5]报道的,浸种 48 h 的种子发芽率的最大值出现在赤霉素质量分数为 300 $\mu\text{g/g}$ 的结果相同。同时,100~600 $\mu\text{g/g}$ 的赤霉素均可不同程度地促进两种羊草种子的幼苗伸长,抑制根的伸长和降低根冠比。这与马红媛等^[3]使用赤霉素 24 h 浸种处理报道结果相似。

发芽率反映了种子发芽与时间的动态关系,没有考虑种子发芽的速度和整齐度。发芽势体现了种子的发芽速度。发芽指数、活力指数的测定则包含了种子发芽的速度和整齐度,二者指标越高,种子的发芽速度越快,出苗的一致性越好。因此用发芽指数、活力指数可以较全面地反映植物种子与环境之间的作用结果^[22]。而前人的工作多数着重于发芽速率及最终发芽率,忽略发芽势、发芽指数、活力指数的综合比较。本研究中,不同质量分数赤霉素对两种羊草种子的发芽指数表现是一致的,即低质量分数可以提高种子发芽的整齐度,高质量分数则破坏了种子发芽的整齐度,质量分数越高,破坏作用越强。质量分数为 300 $\mu\text{g/g}$ 的赤霉素溶液、48 h 浸种处理均显著促进两种羊草种子的发芽指数和活力指数($P < 0.05$),并可以加快吉生羊草种子的发芽速度,但对野生羊草种子的发芽速度没有显著影响。

由此可见,在生产上建植栽培草地,使用人工繁育的或者驯化栽培的羊草种子比较好,在栽培前催芽应采用 48 h 浸种,另外用适宜质量分数的外源赤霉素浸种可以提高不同来源羊草种子的发芽和活力。

参考文献

- [1] 苏加楷,耿华珠,马鹤从. 野生牧草的引种与驯化[M]. 北京:化学工业出版社,2004:12-40.
- [2] Rehman S, Park I H. Effect of scarification, GA and chilling on the germination of goldenrain-tree (*Koeleria paniculata* Laxm.) seeds[J]. Scientia Horticulturae, 2000, 85: 319-324.
- [3] 马红媛,梁正伟,黄立华,等. 4 种外源激素处理对羊草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 69-73.

- [4] 焦德志, 龚孟, 潘学岩, 等. 不同植物激素对羊草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科技, 2010, 38(3): 1188-1190.
- [5] 崔爽. 外源赤霉素(GA₃)对羊草生长发育及生物量的影响[D]. 长春: 东北师范大学, 2004.
- [6] 何学青, 胡小文, 王彦荣. 羊草种子休眠机制及破除方法研究[J]. 西北植物学报, 2010, 30(1): 0120-0125.
- [7] 马红媛, 梁正伟. 不同贮藏条件和发芽方法对羊草种子萌发的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(5): 997-1002.
- [8] 韩建国. 实用牧草种子学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997: 133-142.
- [9] 毛培胜, 常淑娟, 王玉红, 等. 人工老化处理对羊草种子膜透性的影响[J]. 草业学报, 2008, 26(7): 88-93.
- [10] 田宏, 刘洋, 张鹤山, 等. 扁穗雀麦种子萌发条件的研究[J]. 草业科学, 2009, 26(8): 112-117.
- [11] 颜宏, 赵伟, 盛艳敏, 等. 碱胁迫对羊草和向日葵的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1497-1501.
- [12] 杨映根, 郭奕明, 郭毅, 等. 羊草种子生产及提高种子萌发率的研究进展[J]. 种子, 2001(5): 41-42.
- [13] 李雪华, 刘志民, 蒋德明, 等. 七种蒿属植物种子重量形状及萌发特性的比较研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(5): 57-60.
- [14] 马春晖, 韩建国, 孙洁峰, 等. 结缕草种子发育过程中生理生化变化的研究[J]. 草业学报, 2009, 18(6): 174-179.
- [15] 张晓梅, 潘多锋, 张月学, 等. 4种药剂处理对羊草发芽及幼苗生长的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2009(6): 111-113.
- [16] Khan A A. 种子休眠和萌发的生理生化[M]. 王沙生, 译. 北京: 农业出版社, 1989.
- [17] 金兰, 罗桂花, 丁莉, 等. 不同浓度 GA₃ 对独一味种子发芽率的影响[J]. 安徽农业科技, 2009, 37(9): 3900, 3912.
- [18] Barker D G, Bianchi S, Blondon F, et al. *Medicago truncatula*, a model plant for studying the molecular genetics of the Rhizobium-legume symbiosis[J]. Plant Molecular Biology Reporter, 1990, 8: 40-49.
- [19] 李巧峡, 李凯, 丁文龙, 等. 不同处理对北方嵩草种子萌发的影响[J]. 草业科学, 2009, 26(8): 112-117.
- [20] 令狐昱慰, 张莹, 黎斌, 等. 3种外源激素对山白树种子无菌萌发的影响[J]. 陕西林业科技, 2009(3): 22-25.
- [21] 崔辉梅, 樊新民, 张永先. 几种外源激素浸种对胡萝卜种子发芽的影响[J]. 中国种业, 2006(11): 31-32.
- [22] 阎秀峰, 孙国荣. 星星草生理生态学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

Effect of soaking time and GA₃ concentration on germination and growth of *Leymus chinense* seeds

LIU Cai-hong, LI Cheng-yun

(College of Agriculture, Yanbian University, Jilin Yanji 133002, China)

Abstract: Present study investigated the effect of soaking time and different concentration of gibberellin on germination and seedling growth of *Leymus chinensis* cv. Jisheng (artificial breeding) and wild *L. chinense* (natural cultivar). The results of this study showed that the germination rate and the vigor index of both *L. chinensis* cv. Jisheng and wild *L. chinense* seeds were significantly increased by water soaking 48 h compared with the controls (no soaking, $P < 0.05$). The height of *L. chinensis* cv. Jisheng and wild *L. chinense* seedlings treated by 300 $\mu\text{g/g}$ GA₃ for 48 h was the highest, which were 12.39 cm and 14.06 cm, respectively, and were significant different from that of the controls ($P < 0.05$). The germination rate, germination index, germination potentiality and vigor index were promoted by lower concentration of GA₃ treatments (soaked with GA₃ for 48 h), but inhibited by high GA₃ concentration in varying degrees. It was concluded that the best treatment for the germination of *L. chinensis* cv. Jisheng and wild *L. chinense* was 300 $\mu\text{g/g}$ GA₃ soaking seeds for 48 h.

Key words: GA₃; *Leymus chinense*; germination; seedling growth