

盐分和水分胁迫对补血草种子萌发的影响

刘 萍¹,周玲玲^{2*},王 军¹

(1.新疆农垦科学院棉花研究所 农业新技术推广服务中心,新疆 石河子 832000; 2.石河子大学生命科学学院,新疆 石河子 832000)

摘 要: 在不同昼夜温度条件下用不同浓度 NaCl(mmol/L)溶液及等渗聚乙二醇溶液处理大叶补血草(*Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze)和耳叶补血草(*Limonium otolepis* (Schrenk) Kuntze)种子,分别测定其萌发率、发芽势和发芽指数,测定处理 9 d 未萌发的种子移入蒸馏水后的萌发恢复率,以研究温度、盐胁迫和模拟干旱胁迫对种子萌发的影响。结果表明:两种补血草种子萌发的最适温度为 25~15℃,在蒸馏水中的萌发率最高,随着盐浓度和 PEG₆₀₀₀溶液浓度的增加,种子的萌发率、发芽势和发芽指数递减,对萌发产生抑制作用;PEG₆₀₀₀溶液对种子的萌发抑制程度与等渗 NaCl 溶液相当。较高盐浓度和 PEG₆₀₀₀溶液处理下的种子复水后萌发可以恢复。

关键词: 大叶补血草;耳叶补血草;盐胁迫;水分胁迫;萌发

中图分类号: Q945.34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)04-0167-05

补血草隶属白花丹科(Plumbaginaceae)补血草属(*Limonium* Mill.)植物,其生长环境多为干旱荒漠及盐渍化荒地^[1]。该属植物喜光、耐旱、耐寒、耐盐碱、耐瘠薄、生态适应性强。其中某些种类可入药,有止血散瘀、消炎、补血等功能,属待开发的药用植物^[2]。此外本属有近 20 种可作观赏用,目前已成为国内外引人注目的天然花卉^[3]。

大叶补血草为多年生草本,多生长在盐渍化的荒地和盐土上。其叶基生,色深绿,大而光滑,花期不凋落,可作为优良的盐生牧草加以引种^[4]。其花期长,花萼萼檐淡紫色至白色,花冠蓝紫色,作为插花艺术的天然材料非常理想^[3]。耳叶补血草为多年生草本,生于盐土和盐渍化土壤上,花冠淡蓝紫色,苞片膜质,花期长,且其花轴及不育枝秋后仍保持绿色,姿态和色泽比大叶补血草更为优美,做鲜、干切花也很受欢迎^[3]。

新疆境内有丰富的野生补血草资源,但对这两种有较高观赏价值的补血草的研究报道较少,尤其是对盐生植物生长的关键和敏感阶段的种子萌发特性等问题还有待进一步研究。本研究初步探讨了不同温度、盐分及水分胁迫下两种补血草种子的萌发特点,为补血草的引种驯化及开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

耳叶补血草和大叶补血草种子分别于 2004 年

8 月中旬及 9 月初采于新疆石河子北湖公园湖边盐碱地,挑选饱满、生长均匀一致的种子备用。

1.2 方 法

将种子洗净,用 0.1%的 HgCl₂ 消毒 10 min,冲洗干净后再用蒸馏水冲洗数遍。将种子均匀置于铺有滤纸的培养皿中,3 个重复,每皿 40 粒种子,用不同浓度 NaCl 溶液和等渗于 NaCl 溶液的 PEG₆₀₀₀ (聚乙二醇)溶液处理种子,置于 RXZ 型智能人工气候箱中培养。

在光周期(昼/夜)=14 h/10 h 条件下,分别设置 3 个温周期(昼/夜):15℃/5℃,25℃/15℃,25℃/5℃,于蒸馏水中进行萌发实验;NaCl 溶液设 4 个浓度:50、100、200、400 mmol/L,等渗于 NaCl 溶液的 PEG₆₀₀₀ (聚乙二醇)溶液相应渗透势为:-0.2 MPa、-0.5 MPa、-0.9 MPa、-1.8 MPa,蒸馏水作为对照(CK),在温周期 25℃/15℃条件下进行胁迫处理萌发实验。

1.3 测定方法

种子的萌发以胚根的出现为标准,每 24 h 统计一次发芽数。萌发率:种子萌发 9 d 后正常发芽的种子数占供试种子数的百分比;发芽势:萌发 5 d 内正常发芽种子数占供试种子数的百分比;发芽指数(G_i): $G_i = \sum (G_t / D_t)$ (G_t :浸种后 t 日的发芽数, D_t :相应的发芽日数)。萌发恢复率:萌发 9 d 后,将未萌发的种子全部转移至蒸馏水中复水 7 d,每天观察不同处理种子的萌发恢复情况。萌发恢复率=[(全部时间的发芽种子数-处理溶液中的发芽

收稿日期:2006-12-11
基金项目:国家重大基础研究前期研究专项基金资助项目(2002CCA02800);新疆特种植物药资源教育部重点实验室开放课题
作者简介:刘 萍(1979-),女,江苏睢宁人,硕士,助理研究员,研究方向为作物遗传育种。
通讯作者:周玲玲(1966-),女,新疆伊宁市人,在读博士,副教授,从事植物学教学和科研。E-mail:msyzl@163.com。
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

种子数)/(各处理供试种子数—处理溶液中的发芽种子数)]×100%

2 结果与分析

2.1 温度对种子萌发的影响

由表 1 可知,在 5~25℃ 3 种温周期条件下,两

种补血草种子的萌发率、发芽势和发芽指数有所不同,其中在 25℃/15℃ 时种子的萌发率、发芽势和发芽指数都高于其它 2 种温周期的指标值。在同一温周期下,耳叶补血草的三个萌发指标都高于大叶补血草。

表 1 不同温周期对种子萌发的影响

温度(昼夜) Temperature (Day/night)	萌发率(%) Germination rate		发芽势(%) Germination potential		发芽指数 Germination index	
	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>
25℃/15℃	76.67A	97.50A	72.50A	91.67A	53.53A	61.73A
25℃/5℃	72.50A	92.50A	72.50A	87.50A	46.46A	46.31B
15℃/5℃	30.00B	56.67B	5.00B	19.17B	6.12B	12.32C

注:表中不同大写字母代表 0.05 水平差异显著性,具有相同字母的数值间差异不显著。下同。
Note: Different capital letters refer to significance at 0.05 level respectively. The same as below.

从萌发曲线(图 1)可以看出,两种补血草种子在不同的变温条件下不同时间内的萌发率也有差异,在 15℃/5℃ 时,由于温度较低,种子萌发率低,萌发速率慢,3 天后才开始萌发,到第 9 天仍有少量种子陆续萌发,而且其最高萌发率也不足其它 2 个温度条件下的 1/2。随着温度的提高,种子初始萌

发的时间提前,在第 2 天种子就开始萌发,且种子萌发速率加快,在萌发的第 4~5 天就达到最高发芽率。其发芽指数变化规律与萌发率变化规律基本一致。但总的趋势是随温度的升高各项指标值也升高。

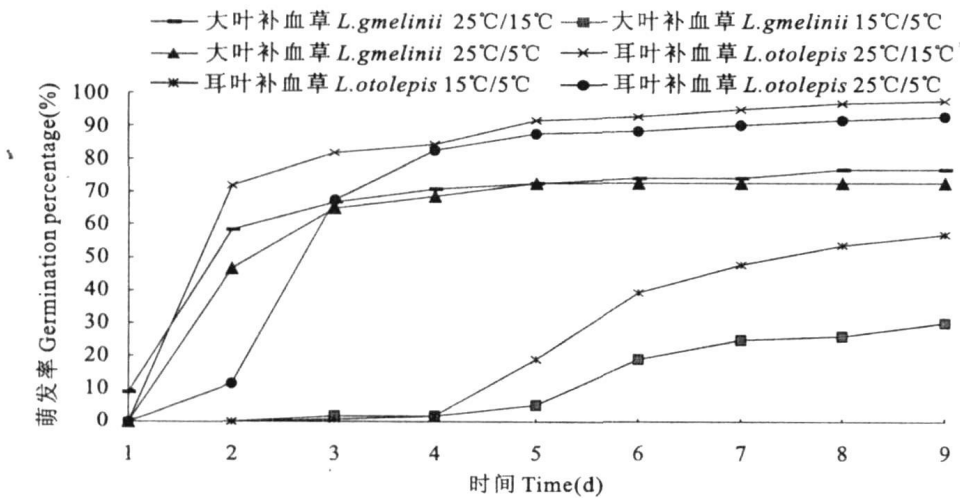


图 1 两种补血草种子在不同温周期下的萌发曲线

Fig. 1 Curves of germination of *Limonium* seeds in different alternations temperature

2.2 不同浓度 NaCl 及等渗 PEG₆₀₀₀ 处理对种子萌发的影响

由表 2 可知,两种补血草种子的萌发率、发芽势和发芽指数的变化趋势是随 NaCl 和 PEG 浓度的增高而下降的。耳叶补血草种子在 0~100 mmol/L 盐浓度下的萌发率和发芽势都在 50% 以上,均高于大叶补血草,此后随盐浓度的增大发芽率和发芽势都迅速下降,到 400 mmol/L 时三项指标均降为 0。

大叶补血草在 50~200 mmol/L 的盐浓度时萌发率、发芽势和发芽指数呈极平缓下降,萌发率和发芽势都不足 40%。

由表 3 可知,随着 PEG₆₀₀₀ 浓度的递增,两种补血草种子的萌发率、发芽势和发芽指数都呈迅速下降趋势,且耳叶补血草的各项指标值都大于大叶补血草。PEG₆₀₀₀ 浓度在 -0.2~-0.5 MPa 时,3 个指标值均高于对应 NaCl 处理值,但浓度升到 -0.9

MPa 时,3 个指标值迅速下降至 0 且小于对应 NaCl 处理时的值。

表 2 不同浓度 NaCl 胁迫对种子萌发的影响

Table 2 Effect of different concentration of NaCl solution on germination of *Limonium* seeds

项目 Items		NaCl 浓度 (mmol/L) NaCl content				
		CK	50	100	200	400
萌发率 (%) Germination rate	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	76.67A	38.33B	36.67BC	29.17C	5.83D
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	97.50A	87.50B	61.67C	31.67D	0.00
发芽势 (%) Germination potential	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	72.50A	35.00B	34.17B	32.50B	2.50C
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	91.67A	82.50B	53.33C	24.17D	0.00
发芽指数 Germination index	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	53.53A	20.80B	18.98B	16.35B	1.10C
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	61.73A	51.62B	31.99C	11.28D	0.00
萌发恢复率 (%) Germination recovery	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	—	8.12D	17.13C	32.87B	49.50A
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	—	53.33B	65.28AB	70.81A	78.33A

表 3 不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫对种子萌发的影响

Table 3 Effect of different concentration of PEG₆₀₀₀ solution on germination of *Limonium* seeds

项目 Items		PEG ₆₀₀₀ 处理 (MPa) PEG ₆₀₀₀ treatments				
		CK	—0.2	—0.5	—0.9	—1.8
萌发率 (%) Germination rate	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	76.67A	62.50B	45.83C	0.83D	0.00
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	97.50A	85.00B	64.17C	0.00	0.00
发芽势 (%) Germination potential	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	72.50A	60.83B	41.67C	0.00	0.00
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	91.67A	76.67B	54.17C	0.00	0.00
发芽指数 Germination index	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	53.53A	39.24B	25.21C	0.08D	0.00
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	61.73A	48.06B	28.30C	0.00	0.00
萌发恢复率 (%) Germination recovery	大叶补血草 <i>L. gmelinii</i>	—	20.00A	21.49A	41.99B	23.33A
	耳叶补血草 <i>L. otolepis</i>	—	55.71A	74.53B	85.00C	80.00BC

由图 2 可知,盐胁迫和干旱胁迫除了降低补血草种子的萌发率外,还延缓种子的初始萌发时间,降低种子的萌发速率。两种补血草种子虽然都在处理第 2 天就开始萌发,但对照的累积萌发率大于胁迫处理的种子。随着萌发时间的增加,胁迫处理的种子萌发速率逐渐减小,对照的种子在第 5 天左右达萌发高峰,其累积萌发率与平均萌发率基本一致,随后就不再有种子萌发。而胁迫处理的种子仍呈上升

趋势,累积萌发率曲线开始转平的时间随胁迫浓度的升高而推后,一直到第 9 天,还有少量的种子继续萌发。

2.3 不同浓度 NaCl 及等渗 PEG₆₀₀₀ 处理对种子萌发恢复率的影响

种子萌发 9 天后,把各种处理中未萌发的种子移入蒸馏水中复萌,从图 3 可看出在复萌第 2 天,未萌发的种子开始迅速、大量地萌发,第 3 天基本达到

最终萌发数量,除了耳叶补血草用 400 mmol/L NaCl 和-1.8 MPa PEG 处理以及大叶补血草用-1.8 MPa PEG 处理的种子在第 6 天最终萌发数量才基

本达到稳定外,其它各浓度处理的种子在第 4、5 天就都已保持稳定水平。

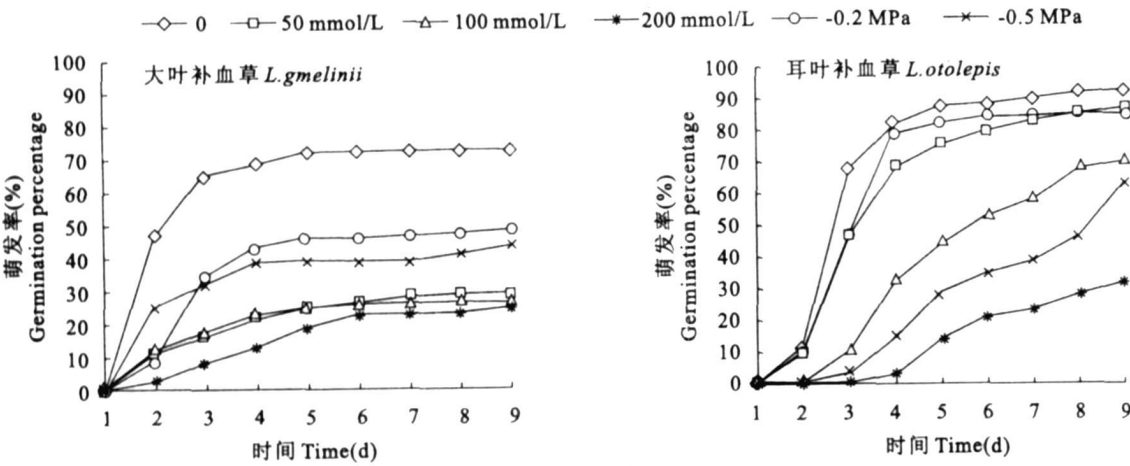


图 2 两种补血草种子在不同浓度 NaCl、PEG₆₀₀₀ 下的萌发曲线
Fig.2 Curves of germination percentage of two species of *Limonium* seeds in different concentration of NaCl and PEG₆₀₀₀ solution

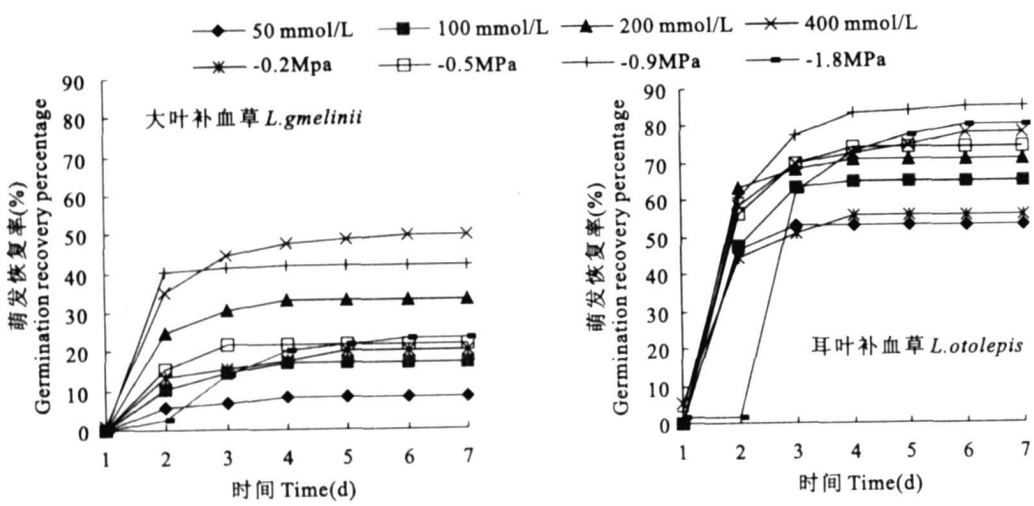


图 3 两种补血草种子在不同浓度 NaCl、PEG₆₀₀₀ 下的萌发恢复曲线
Fig.3 Curves of germination recovery of two species of *Limonium* seeds in different concentration of NaCl and PEG₆₀₀₀ solution

3 讨论

种子的适宜萌发温度与其生境的降水或土壤水分密切相关。大叶补血草和耳叶补血草种子的适宜萌发温度为 25℃/15℃, 是对其生境的适应结果。大叶补血草和耳叶补血草种子成熟期分别在 8 月底和 9 月初, 这段时间白天温度高达 30℃ 以上, 降水量也较少, 此时的温度和土壤含水量不太适宜种子的萌发; 第二年春季气温升高冰雪融化, 加之一定量的降雨, 稀释了土壤中的盐分, 土壤含水量和温度均适于种子萌发, 补血草种子才开始萌发。两种补血

草种子在蒸馏水中萌发最好, 即盐生植物虽然耐盐, 但其种子在淡水中萌发最好, 并且其萌发率随外界盐度增大而降低, 与非盐生植物种子萌发生长规律相似^[5]。这与其它的一些耐盐植物如苜蓿 (*Medicago sativa*)^[6]、星星草 (*Puccinellia tenuiflora*)、碱茅 (*Puccinellia distans*) 和草木樨 (*Melilotus suaveol Wna*)^[7,8] 等植物种子在低盐浓度处理下的发芽率曲线一般都高于对照的相关报道有一些差异。

NaCl 和 PEG₆₀₀₀ 模拟干旱胁迫对两种补血草种子的萌发具有明显抑制作用, 随着胁迫浓度的增加, 种子的萌发率逐渐降低, 还推迟了种子的初始萌发

时间,延长了种子的萌发时间,可见,渗透胁迫对盐生植物种子萌发率的降低有一定作用,是抑制盐生植物种子萌发的重要因素之一^[9]。当 NaCl 浓度从 50 mmol/L 上升到 200 mmol/L 时,大叶补血草种子的萌发率降低了 9.16%,耳叶补血草降低了 55.83%,初始萌发时间推迟了 1~2 d,可见,大叶补血草对于盐和干旱胁迫的敏感性小于耳叶补血草。

种子萌发恢复实验表明,无论是盐溶液还是 PEG₆₀₀₀ 处理都没有使两种补血草种子永久地丧失萌发能力,而只是暂时性地抑制了种子的萌发,种子仍然保持较高的萌发潜力。当这种盐胁迫或干旱胁迫得到缓解或解除时,种子仍能继续萌发。这说明盐处理(特别是高浓度盐)下种子的低萌发率主要是因为盐胁迫下的渗透效应,高浓度的盐抑制了种子萌发过程对水分的吸收,在滨藜(*Atriplex halimum*)等盐生植物中也有相类似的报道^[9]。说明在自然生境中,当土壤盐分浓度大于萌发的忍受范围时,种子因萌发受抑制而保留在土壤中,但当盐溶液经雨水或雪水稀释后,种子仍能萌发。

我们的实验表明两种补血草种子的萌发能耐受一定浓度的盐胁迫和干旱胁迫,因为在自然条件下盐渍土的成分较单盐复杂的多,种子萌发受多种因素的综合影响,所以种子萌发的耐受能力要比实验

室得出的结果高的多^[10]。根据以上实验结果,我们认为在新疆大片盐渍荒地上种植大叶补血草和耳叶补血草有一定的可行性。

参 考 文 献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志第六十卷,第一分册[M].北京:科学出版社,1987.

[2] 郝金标,张福锁,毛达如,等.新疆药用盐生植物及其利用潜力分析[J].中国农业科技导报,2003,5(1):43—48.

[3] 王 磊,周桂玲,廖 康,等.耳叶补血草野生花卉引种成功[J].北方园艺,1997,(2):51—57.

[4] 刘克彪.优良盐生牧草一大叶补血草的引种[J].草业科学,1993,10(2):31—33.

[5] Adam P.Salt marsh ecology[M].New York: Cambridge University Press, 1990. 110—130.

[6] 梁云媚,李 燕,多立安.不同盐分胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J].草业科学,1998,15(6):21—25.

[7] 阎秀峰,孙国荣,那守海,等.盐分对星星草种子萌发的胁迫作用[J].草业科学,1994,11(3):58—60.

[8] 沈禹颖,阎顺国,余 玲.盐分浓度对碱茅草种子萌发的影响[J].草业科学,1991,8(3):68—71.

[9] 张万钧,王斗天,范 海,等.盐生植物种子萌发的特点及其生理基础[J].应用与环境生物学报,2001,7(2):117—121.

[10] Irwin A. Ungar. Ecophysiology of Vascular Halophytes[M]. London: CBC press, 1996. 9—11.

Effects of salt and water stress on seed germination of *Limonium*

LIU Ping¹, ZHOU Ling-ling^{2*}, WANG Jun¹

(¹. Institute of Cotton, Agricultural Techniques Extension Center, Xinjiang Agricultural Reclamation Academy of Science, Shihezi 832000, China; ². College of Bio-science, Shihezi University, Shihezi 832000, China)

Abstract: Seeds of *L. gmelinii* and *L. otolepis* were germinated 9 days at different temperature regimes in different concentration of NaCl solution and iso-osmotic PEG₆₀₀₀. According to the germination rate, germination potential, germination index and the germination recovery percentage of seeds that were incubated in NaCl and PEG₆₀₀₀ solutions for 9 days recovered after being transferred to distilled water. A conclusion could be drawn that a temperture regime of 15℃ at night and 25℃ in day time yielded optimal germination rate. Germination rate was the highest in the distilled water. The germination rate, germination potential and germination index increased along with the reducing of NaCl and iso-osmotic PEG₆₀₀₀ concentrations, which had inhibitory effect on the germination of seeds. The inhibitory level of PEG₆₀₀₀ was as much as that of iso-osmotic NaCl.

Key words: *L. gmelinii*; *L. otolepis*; salt stress; water stress; germination; germination recovery