

罗布麻和大叶白麻种子萌发及幼苗生长耐盐性研究

石秋梅¹, 邓翻云¹, 吴敏言¹, 陈冬冬¹, 尹传华²

(1. 新疆大学 生命科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:以罗布麻(*Apocynum venetum* Linn.)和大叶白麻(*Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson)种子为试材,研究了0(CK)、50、100、200、400、600 mmol/L NaCl 6个盐浓度胁迫下种子发芽率及胚根、胚芽生长。同时,为揭示罗布麻幼苗耐盐特性,采用砂培法培养植株,分析了不同盐浓度胁迫下罗布麻幼苗不同部位生物量的变化。结果表明:盐胁迫可抑制2种罗布麻种子发芽率及胚根、胚芽生长,2种罗布麻种子萌发的耐盐临界值为400 mmol/L左右,胚根生长的耐盐临界值为100 mmol/L NaCl;600 mmol/L NaCl可完全抑制罗布麻和大叶白麻种子的萌发,但解除盐胁迫复水后,2种罗布麻种子发芽率及胚根、胚芽生长恢复至对照水平;盐胁迫对种子发芽率、胚根、胚芽生长及幼苗不同器官生物量的影响表明,大叶白麻种子萌发和幼苗生长阶段较罗布麻耐胁迫,通过对2种罗布麻生境分析,认为这是与它们的生境相适应的。罗布麻种子萌发和幼苗生长耐盐性研究对盐碱地上罗布麻的人工栽培有重要指导意义。

关键词:盐胁迫;大叶白麻;罗布麻;种子萌发;幼苗生长;适应性

中图分类号:Q 945.78 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0128-06

罗布麻是一类重要的经济生态型野生植物资源,叶、花可入药,茎皮纤维可做为优质的纺织原料,同时,它还是很好的防风固沙植物。据《中国植物志》记载,我国罗布麻种类主要有3种,罗布麻(*Apocynum venetum* Linn.)、大叶白麻(*Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson)和白麻(*Poaynum pictum* Schrenk)^[1]。人们习惯把罗布麻、大叶白麻和白麻统称为“罗布麻”。现在白麻(*Poaynum pictum* Schrenk)的分布和数量很少,很难采集到。

盐分和水是限制罗布麻生长的主要逆境因子。从生态特性、形态结构和解剖结构表明,罗布麻适宜于水分条件较好的中生环境,而大叶白麻则适合旱生环境^[1-3]。在《中国植物志》中也将罗布麻和大叶白麻分别描述为“零散生长、叶对生、喜欢水”和“叶互生怕水浸”。罗布麻是一类盐生植物,已有文献报道了盐胁迫对罗布麻种子萌发及胚根、胚芽生长的影响^[4-6],但有关盐胁迫对大叶白麻种子萌发影响的研究鲜有文献报道,新疆的罗布麻资源以大叶白麻为主,因此,对其种子萌发的耐盐特性研究也有重要的意义。此外,尚未见比较研究2

种罗布麻耐盐特性的文献报道。比较二者之间的耐盐性有助于理解罗布麻和大叶白麻在生长环境和适应机制上的差异,对认识二者有效成分的变化和调控机制具有较高的理论价值。罗布麻是新疆广泛分布的一种野生盐生植物资源,土壤轻度至中度盐渍化,根际土含盐量1.86%时能正常生长^[7],新疆罗布麻分布面积和产量分别占全国总面积和总产量的40%和50%^[8],同时,新疆也是全国最大的盐碱地分布区,新疆盐碱土的总面积为 $2\ 181 \times 10^4$ hm²,占全国盐碱土面积的22.01%,在 407.84×10^4 hm²耕地中,受不同程度盐化危害的面积占总耕地面积的30.12%^[9]。因此,比较研究盐胁迫对2种罗布麻种子萌发和幼苗生长,对于利用盐碱地发展罗布麻种植产业亦具有极大的实践指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试罗布麻种子和大叶白麻种子采集于新疆尉犁县野外,种子采摘后,室温、通风晾干,放置容器内,密封,4℃条件下贮藏备用,防止种子失去活力。

供试试剂:高锰酸钾和氯化钠等药品均为分析纯。

供试仪器:GXZ型智能光照培养箱。

1.2 试验方法

1.2.1 种子萌发 种子前处理:将罗布麻和大叶白麻种子浸泡在蒸馏水中,采用漂洗法去除空瘪种子,加入0.1% KMnO₄ 消毒10 min,用蒸馏水反复冲洗直至消毒液

第一作者简介:石秋梅(1976-),女,福建邵武人,博士,副教授,现主要从事植物抗逆生理等研究工作。E-mail:skysqm@xju.edu.cn.

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2012211A021)。

收稿日期:2014-01-20

被冲洗干净。种子萌发:在培养皿(Φ 9 cm)中放入 2 张滤纸,加入氯化钠溶液至滤纸饱和,每皿放入 30 粒种子,3 次重复。共设 5 个处理:50、100、200、400、600 mmol/L NaCl,以蒸馏水为对照(CK),置于 25℃ 恒温、光照 14 h 的培养箱中培养。每天补充蒸发掉的水分。测定指标:萌发过程中每 24 h 观察记录 1 次发芽情况,种子发芽以胚根露出种皮为准,连续观察记录 8 d,计算其发芽率、发芽势和发芽指数。发芽后 8 d,从每个重复有代表性各取 10 粒萌发的种子,测量胚根、胚芽长度,并分别称取 3 个重复共 30 株苗的胚根、胚芽鲜重。对完全不发芽的 600 mmol/L NaCl 溶液处理的种子进行复水试验,即将未萌发的种子用蒸馏水冲洗数遍后转至蒸馏水中,培养条件、观察记录方法及测定指标同上。发芽率(GR)=每天统计发芽种子数/供试种子数 \times 100%;发芽势(GV)=2 d 发芽种子数/供试种子数 \times 100%;发芽指数(GI)= $\sum(G_t/D_t)$ (G_t 指在时间 t 日内的发芽数, D_t 为相应的发芽天数);相对发芽率=不同盐浓度下的发芽率/对照(蒸馏水中)的发芽率;相对胚根长=不同盐浓度下的胚根长/对照(蒸馏水中)的胚根长。

1.2.2 幼苗砂培 植物培养:罗布麻和大叶白麻种子浸种至刚露白时,播种于装有湿石英砂的塑料花瓶中。播种后浇蒸馏水以保持培养基质湿润,至露出 2 片叶子后,每天浇 1/5 浓度的 Hoagland 完全营养液,长出 3 对叶时浇 1/2 浓度的营养液,长出 4 对叶时开始浇完全营养液直至收获植株。用 KOH 和 H_2SO_4 将营养液 pH 调至 6.5 ± 0.1 。播种后 2 个月对幼苗进行盐胁迫处理。试验处理和取样方法:共设置了 5 个盐浓度梯度:50、150、300、450、600 mmol/L NaCl 溶液,以蒸馏水为对照(CK),每盆 25 株,每个处理 3 次重复。每天浇不同盐浓度的营养液(有营养液从花盆底部渗出)。为了防止石英砂中离子积累,每隔 2 d,先用定量的去离子水(200 mL)浇 2 次,然后用相应的营养液(200 mL)浇 2 次。处理后 10 d 分叶、茎和根 3 个部位取样。同时,进行了盐胁迫后不同时间生物量变化试验,即 450 mmol/L NaCl 处理后 0、2、4、6、8、10 d,分叶、茎和根 3 个部位取样,植物培养和取样方法同不同浓度梯度盐胁迫试验。植物样干燥后,称取干重。

1.3 数据分析

用 SPSS 13.0 统计分析软件进行单因素显著性检验, $P < 0.05$ 为差异显著,采用 Excel 2000 软件制图。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对种子萌发的影响

由图 1 可知,随着盐浓度升高,种子的发芽率不断下降,在 50 mmol/L 和 100 mmol/L 盐浓度下,2 种罗布麻种子发芽率与蒸馏水(对照)中的无明显差异,2 种罗布麻之间亦无差异;200 mmol/L 盐胁迫下,罗布

麻和大叶白麻种子发芽率分别为 97% 和 88%,与对照差异不大,且罗布麻的种子发芽率较大叶白麻高;但在 400 mmol/L 的高盐胁迫下,种子发芽率显著下降,罗布麻和大叶白麻种子发芽率分别为 55% 和 72%,且前者种子萌发受抑制程度高于后者;600 mmol/L 盐浓度下,2 种罗布麻的种子发芽率为 0%,无 1 粒发芽。将 2 种罗布麻进行比较可发现,在低盐胁迫下(≤ 200 mmol/L NaCl),罗布麻种子的发芽率较大叶白麻的高;在高盐胁迫下(400 mmol/L NaCl),大叶白麻的发芽率明显高于罗布麻,表明前者较后者更耐盐胁迫。由图 1 还可知,盐胁迫除了降低种子发芽率外,还延缓种子的初始萌发时间,降低种子的萌发速率。低盐胁迫下(≤ 200 mmol/L NaCl),在处理第 3 天和第 2 天后 2 种罗布麻种子萌发率达到最高值;而在高盐胁迫下(400 mmol/L NaCl),处理后第 5 天左右才达最高值。

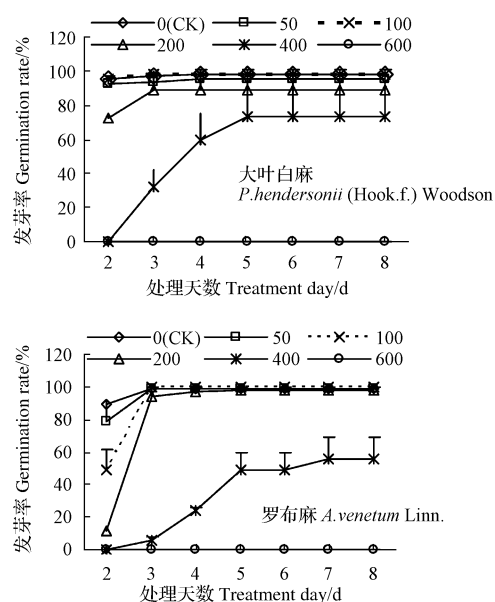


图 1 盐胁迫对种子萌发的影响

Fig. 1 Effect of salt stress on seed germination

由图 1 和表 1 可知,低于 200 mmol/L NaCl 胁迫下 2 种罗布麻的发芽率和发芽指数与对照差异不大,但发芽势表现出不一样的规律,200 mmol/L 浓度下二者的发芽势急剧下降。将 2 种罗布麻进行比较还可发现,在对照蒸馏水中,罗布麻的发芽势较大叶白麻的低,二者分别为 88.9% 和 95.6%;在 50 mmol/L 和 100 mmol/L 浓度下,大叶白麻的发芽势与对照无明显差别,而罗布麻的发芽势则出现大幅度下降,分别仅为 78.9% 和 48.9%;在 200 mmol/L 浓度下,大叶白麻的发芽势下降到 72.2%,而罗布麻的则急剧下降到 11.1%;在 400 mmol/L 浓度下,2 种罗布麻的发芽势均为 0。将 2 种罗布麻发芽势进行比较可知,罗布麻的发芽势较大叶白麻的低,且对盐胁迫敏感,低盐胁迫下出现明显的下

降,高盐浓度下急剧下降。由此说明,盐溶液可以降低种子活力,尤其是高浓度的盐溶液,强烈抑制种子萌发。

表 1 盐胁迫对种子的发芽势和发芽指数的影响

Table 1 Effect of different salt treatments on germination vigor and germination index

	NaCl 浓度 NaCl concentration /mmol · L ⁻¹	发芽势 Germination vigor/ %	发芽指数 Germination index
大叶白麻 <i>P. hendersonii</i> (Hook. f.) Woodson	0(CK)	95.6±0.02	49.9±0.22
	50	92.2±0.05	48.5±2.44
	100	95.6±0.02	50.1±0.88
	200	72.2±0.02	43.3±1.83
	400	0.0±0.00	21.7±5.30
罗布麻 <i>A. venetum</i> Linn.	600	0.0±0.00	0.0±0.00
	0(CK)	88.9±0.02	49.5±0.61
	50	78.9±0.11	48.0±2.30
	100	48.9±0.13	43.9±1.89
	200	11.1±0.02	37.0±0.96
	400	0.0±0.00	12.2±2.23
	600	0.0±0.00	0.0±0.00

表 2 不同盐浓度下的胚根、胚芽长度和鲜重

Table 2 Effects of salinity on the length and fresh weight of radicle and embryo

	NaCl 浓度 NaCl concentration /mmol · L ⁻¹	胚根长 Radicle length /mm	相对胚根长 Relative radicle length	胚芽长 Embryo length /mm	相对胚芽长 Relative embryo length	胚根鲜重 Radicle fresh weight /mg · (30 株) ⁻¹	相对胚根鲜重 Relative radicle fresh weight	胚芽鲜重 Embryo fresh weight /mg · (30 株) ⁻¹	相对胚芽鲜重 Relative embryo fresh weight
大叶白麻 <i>P. hendersonii</i> (Hook. f.) Woodson	0(CK)	8.86±1.02 a		21.11±2.35 a		23.6		115.3	
	50	8.18±0.98 a	0.92	20.00±1.47 a	0.95	25.7	1.09	131.5	1.14
	100	4.84±0.64 b	0.55	15.00±1.21 b	0.71	16.6	0.70	103.9	0.90
	200	1.20±0.03 c	0.14	4.57±0.19 c	0.22	4.4	0.18	46.7	0.40
	400	1.16±0.17 c	0.13	0 d		5.6	0.24	0.0	0.00
罗布麻 <i>A. venetum</i> Linn.	600	0	0	0		0.00	0	0.00	0
	0(CK)	10.90±0.81 a		24.04±0.51 a		24.1		132.7	
	50	8.63±0.79 b	0.79	22.01±0.32 b	0.92	19.0	0.79	101.6	0.77
	100	5.33±0.12 c	0.49	15.51±1.33 c	0.70	15.7	0.65	85.4	0.64
	200	1.31±0.13 d	0.12	6.10±0.29 d	0.25	4.4	0.18	49.8	0.38
	400	1.94±0.17 d	0.18	0 e	0	3.3	0.14	0.0	0.00
	600	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0

注:同一种罗布麻不同处理间不同字母表示差异显著($P<0.05$)。表 3 同。

Note: Different small letters in the same species meant significant difference at 0.05 level among treatments. The same as table 3.

见,大叶白麻的胚根长度和胚芽长度与对照无显著差异,而罗布麻的均显著低于对照,胚根和胚芽鲜重也表现出了相似规律。

2.3 复水后 2 种罗布麻种子萌发及胚生长

从图 2 可知,复水试验的第 2 天罗布麻和大叶白麻种子的发芽率就分别达到 64%和 74%,第 3 天达到最终发芽率,分别为 96%和 86%。

由表 3 可知,复水培养 8 d 后,2 种罗布麻的胚芽长度均达到对照水平,罗布麻的胚根长度也达到对照水平,而大叶白麻的胚根长度显著长于对照,分别为 11.7 mm 和 8.9 mm。由结果可见,盐胁迫处理并没有使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,当盐胁迫解除时,种子就能够迅速萌发,而对于大叶白麻,600 mmol/L 的高盐胁迫预处理,反而促进了其胚根的生长。

2.2 盐胁迫对胚根、胚芽生长的影响

由表 2 可知,随着盐浓度升高,2 种罗布麻的胚根、胚芽长度均逐渐显著下降,表明盐分对种子胚根毒害加深,从而抑制了胚根、胚芽的生长,且对胚根生长的抑制程度大于胚芽。当盐浓度大于 100 mmol/L NaCl 时,胚根、胚芽生长受到极大抑制,相对胚根长 ≤ 0.5 ,在 200、400 mmol/L NaCl 溶液下,种子胚根露出种皮以后,根尖变黑,停止生长。盐胁迫对胚根、胚芽鲜重的影响也表现出了类似于其长度的相似规律。

NaCl 浓度大于 100 mmol/L 后,胚根胚芽生长受到极大抑制,且 2 种罗布麻的生长并未表现出差异;但在 50 mmol/L NaCl 的低盐浓度胁迫下,大叶白麻的胚根、胚芽生长表现出较罗布麻耐盐胁迫。50 mmol/L NaCl 盐浓度下,大叶白麻的相对胚根鲜重和相对胚芽鲜重分别为 1.09 和 1.14,盐胁迫后生长得到了一定的促进;而罗布麻的相对胚根、胚芽鲜重仅分别为 0.79 和 0.77,可

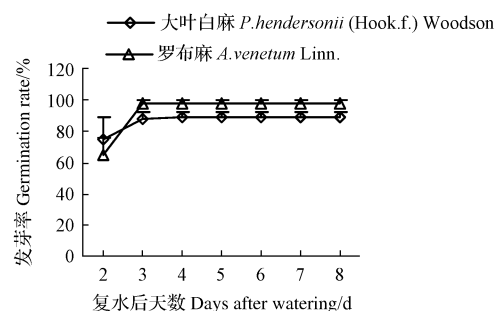


图 2 解除盐胁迫后 2 种罗布麻种子发芽率

Fig. 2 After removing the salt stress of 2 kinds of Apocynum seed germination rate

2.4 盐胁迫对 2 种罗布麻幼苗生长的影响

2.4.1 不同浓度盐胁迫下罗布麻生物量变化 由图 3 可知,大叶白麻在 0~300 mmol/L 盐浓度范围内胁迫 10 d 后,叶、根和茎干重先显著增加,随着盐浓度的继续

升高,不同部位的生物量又逐渐下降至对照水平。而罗布麻在 NaCl 浓度大于 50 mmol/L 时,叶、根和茎干重均开始显著下降,并显著低于对照水平。由此表明,大叶白麻幼苗生长较罗布麻耐盐胁迫。

2.4.2 盐胁迫后不同时间罗布麻生物量的变化 由图 4 可知,450 mmol/L 盐胁迫后的 10 d 内,2 种罗布麻的根干重均逐渐显著增加;大叶白麻叶和茎干重亦均显著增加,而罗布麻叶干重在 450 mmol/L 盐胁迫后不同时间无显著变化,茎干重却显著下降。由此可知,大叶白麻较罗布麻耐盐胁迫。

表 3 盐胁迫解除后胚根、胚芽生长

Table 3 The lengths of radicle and embryo when seeds were exposed to deionized water after treated

	处理 Treatment	胚根长 Radicle length	胚芽长 Embryo length
		/mm	/mm
大叶白麻	CK	8.9±1.0 b	21.1±2.3 a
<i>P. hendersonii</i> (Hook. f.) Woodson	复水	11.7±2.1 a	19.5±1.1 a
罗布麻	CK	10.9±0.8 a	24.0±0.5 a
<i>A. venetum</i> Linn.	复水	11.2±1.0 a	22.8±1.0 a

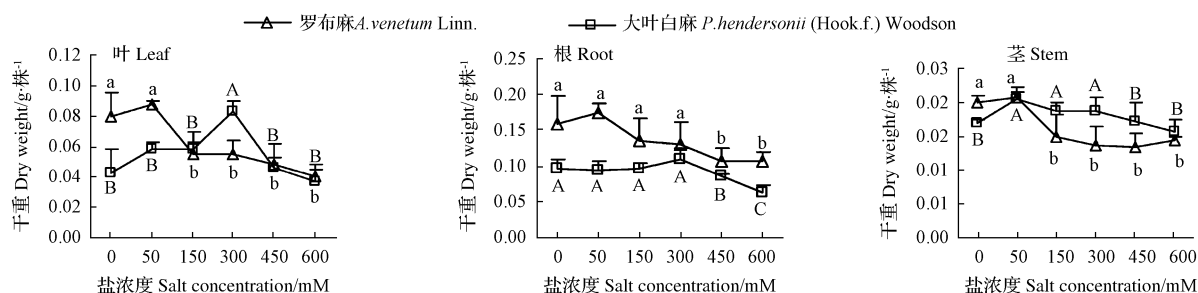


图 3 不同浓度梯度盐胁迫对 2 种罗布麻干重的影响

注:同一种不同浓度间的不同字母表示差异显著,罗布麻用小写字母表示,大叶白麻用大写字母表示,下同。

Fig. 3 The effect of different NaCl concentration on dry weight *Apocynum venetum* Linn. and *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson

Note: Different lowercase or capital letters in the same species meant significant difference at 0.05 level among treatments. Lowercase letters and capital letters referred to *Apocynum venetum* Linn. and *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson, respectively, the same below.

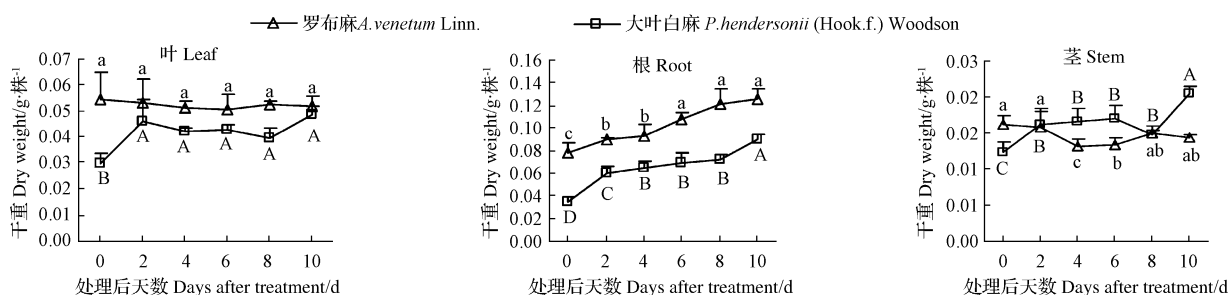


图 4 盐胁迫处理后不同时间 2 种罗布麻干重的变化

Fig. 4 Changes of dry weight in *Apocynum venetum* Linn. and *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson under 450 mmol/L NaCl solution

3 结论与讨论

3.1 2 种罗布麻种子萌发耐盐特性

对种子萌发耐盐特性研究的一个重要目的,就是想了解其耐盐范围。为量化罗布麻种子萌发的耐盐范围,将相对发芽率与相对应的盐浓度之间进行回归相关分析,结果表明,NaCl 单盐胁迫下的相对发芽率随盐溶液浓度的升高而降低,大叶白麻和罗布麻的相关系数分别为 -0.8316 和 -0.9002,回归方程分别为 $y=109.32-0.1501x$ 和 $y=112.67-0.1666x$ 。根据已有文献^[6,10-11],分别以种子的相对发芽率为 75%、50%、25%时所对应的

盐分浓度,作为植物种子发芽盐胁迫浓度的适宜值、临界值、极限值,将其代入方程分别计算。由计算结果可知,大叶白麻种子对 NaCl 单盐在萌发期的耐盐适宜值为 228 mmol/L、临界值为 395 mmol/L、极限值 526 mmol/L,罗布麻种子萌发的耐盐适宜值为 226 mmol/L、临界值为 376 mmol/L、极限值 526 mmol/L,结果与图 1 试验观察结果基本一致,即 2 种罗布麻种子萌发的耐盐适宜值、临界值和极限值分别为 200、400 mmol/L 和 500 mmol/L 左右。但当以胚根、胚芽生长作为耐盐指标时,NaCl 浓度大于 50 mmol/L 后相对胚根长度急剧下降,

100 mmol/L NaCl 浓度下,2 种罗布麻的相对胚根、胚芽仅 50%左右,达到耐盐胁迫的临界值,200 mmol/L 浓度下胚根露出种皮后即停止生长,根尖变黑,这类种子由于胚根死亡,不可能进一步发育为幼苗。由此可知,2 种罗布麻胚根生长的耐盐临界值为 100 mmol/L NaCl。因此,确定种子萌发时的耐盐指标,仅仅考虑累积发芽率并不能完全反映其真实的耐盐能力,还应考虑胚根、胚芽的生长状况。

低于 200 mmol/L NaCl 盐浓度对 2 种罗布麻种子累积发芽率影响不大,但却显著降低了其种子发芽势,推迟了发芽时间,对罗布麻的影响尤为明显。此外,随着盐浓度升高种子发芽率降低,说明罗布麻种子萌发的最适宜条件是无盐或低盐环境,多数盐生植物都具有这一特点^[12-14]。再者,600 mmol/L NaCl 高盐胁迫下 2 种罗布麻种子萌发率为 0%,随后将这些种子转移至蒸馏水中进行复水试验发现,即使在高盐条件下胁迫了 8 d,复水后 2 种罗布麻种子萌发率及胚根、胚芽长度接近对照水平,表明盐胁迫处理并没有使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,当盐胁迫解除后,种子就能够迅速萌发,这是一些盐生植物种子对盐胁迫所采用的一种休眠适应策略,高盐浓度胁迫时不萌发,环境适宜时再萌发,这样一定程度上避免植株受高浓度的盐害,从而正常生长。高盐度可对大多数盐生植物的种子萌发产生渗透抑制,进而推迟萌发,直到有淡水补充、胁迫减轻时这种抑制作用才被解除^[15-16]。

3.2 2 种罗布麻耐盐特性比较

种子萌发试验结果表明,0~200 mmol/L NaCl 低盐胁迫下,罗布麻的发芽率较大叶白麻高,但当浓度大于 200 mmol/L 时,大叶白麻的种子发芽率高于罗布麻;罗布麻的发芽势较大叶白麻低,且罗布麻的发芽势对盐胁迫敏感,低盐胁迫下出现明显的下降,高盐浓度下急剧下降;盐胁迫抑制了胚根、胚芽的生长,在 50 mmol/L NaCl 的低盐浓度胁迫下,大叶白麻的胚根、胚芽生长表现得较罗布麻耐盐胁迫。幼苗砂培试验结果表明,6 个盐浓度梯度胁迫后 10 d,大叶白麻叶、根和茎干重在 0~300 mmol/L NaCl 浓度范围内随着盐浓度的升高显著增加,浓度大于 300 mmol/L 后才开始下降至对照水平,而罗布麻不同部位干重在盐浓度大于 50 mmol/L 后均显著低于对照水平;450 mmol/L NaCl 胁迫后不同时间,大叶白麻叶、茎及根干重均显著增加,而罗布麻除根干重显著增加外,叶干重无显著变化,茎干重却显著下降。以上结果均表明,大叶白麻种子萌发和幼苗生长阶段较罗布麻耐盐胁迫。

在采用砂培法培养植物的过程中也发现,600 mmol/L NaCl 浓度胁迫 10 d 后,罗布麻的叶片全部脱落,而大叶白麻的叶完好,这一现象也表明,大叶白麻较罗布麻耐

盐胁迫。在野外资源调查及引种驯化过程中,有研究者也曾观察描述了大叶白麻耐盐性较罗布麻强些^[7,17],但未提供任何相关的数据证据该试验以数据表明在种子萌发及幼苗生长阶段,大叶白麻较罗布麻耐盐胁迫。盐生植物耐盐的生理生化机制主要体现在种子特征、形态结构、渗透调节及抗氧化系统等方面,今后将从这些方面做进一步深入研究。

罗布麻和大叶白麻亲缘关系近,形态特征也极其相似,在罗布麻的分类史上,大叶白麻曾被归为罗布麻属,现《哈萨克斯坦植物志》中 3 种罗布麻仍归为罗布麻属,近几年我国学者根据罗布麻的分类简史及形态特征,主张 2 种罗布麻应归为一个属(罗布麻属 *Apocynum* L.)^[8,18]。植物对各种非生物胁迫耐性的差异主要源于对生长环境长期适应的结果。而有关 2 种罗布麻生境的文献报道不多。据郝金标等^[7]对新疆近 150 个盐生植物群落样点的调查分析,罗布麻、白麻、大叶白麻均喜生于水分状况良好的壤质或粘壤质土壤上,土壤轻度至中度盐渍化,大叶白麻的耐盐性略高于罗布麻,能自然生长于新疆艾比湖盐湖边缘,并形成单优群落。另外,从大叶白麻和罗布麻的分布可知,罗布麻是我国北方地区的广布种,分布在北纬 36°~55°之间气候干燥带盐碱又长年湿润的狭窄沙土地域,在中国西北至东北十多个省均有零星分布,而大叶白麻则集中分布于新疆塔里木盆地、甘肃河西走廊、内蒙古西部、青海柴达木盆地等干旱、盐渍化区域^[8,19]。在新疆,罗布麻常与农田杂草混生于田埂渠边,而大叶白麻常成片分布于沙漠边缘、盐碱荒地、河流沿岸冲积平原。由此可初步推测,2 种罗布麻耐盐的差异是与其生境相适应的,大叶白麻的生长环境较恶劣,土壤中含盐量也较高,因此较耐盐胁迫。

罗布麻是一类重要的野生植物资源,它不仅在纺织、医药工业方面有很广阔的开发利用价值,而且对生态环境保护,防治沙漠化、荒漠化也具有重要的作用。但在开发利用的同时,提倡立项研究罗布麻的驯化栽培技术。近几年,在新疆和宁夏等地已成功地进行了罗布麻的育苗和栽培,已有文献报道了罗布麻的人工栽培技术^[20-21]。从人工栽培罗布麻的试验中发现,土壤水分和盐分是罗布麻生长的主要影响因子^[3,17]。种子萌发期是盐生植物生活史中最脆弱和最关键的阶段,盐生植物能否顺利度过这一阶段往往决定了其在盐渍生境的分布和种群的更新延续^[22],因此,罗布麻种子萌发和幼苗生长耐盐特性研究对盐碱地上罗布麻人工栽培技术亦有重要指导意义。

参考文献

- [1] 张卫明,肖正春,张广伦,等.新疆罗布麻生态类型及其纤维品质研究[J].中国野生植物资源,2006,25(4):33-37.
- [2] 苏红文,马森,李学禹.罗布麻和白麻不同居群植物的比较解剖学研究

- 究[J]. 西北植物学报, 1997, 17(3): 348-354.
- [3] 胡瑞林, 钱学射, 管启良, 等. 罗布麻叶和花的比较观察[J]. 西北植物学报, 2002, 22(7): 49-56.
- [4] 张秀玲, 李妍, 郑世英, 等. NaCl 胁迫对罗布麻种子萌发及胚生长的影响[J]. 种子世界, 2007(6): 28-30.
- [5] 陈彦云, 李国旗, 孟军, 等. 氯化钠胁迫对罗布麻种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国野生植物资源, 2007, 26(2): 49-51.
- [6] 于德花, 徐化凌, 常尚连. NaCl 胁迫对罗布麻种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(7): 772-775.
- [7] 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.
- [8] 阿斯娅·曼力克, 孙韬, 塞里克·都曼, 等. 新疆大叶白麻资源及其开发利用前景[J]. 中国农业资源与区划, 2003, 24(3): 27-30.
- [9] 罗廷彬, 任巍, 谢春虹. 新疆盐碱地生物改良的必要性与可行性[J]. 干旱区研究, 2001, 18(1): 46-48.
- [10] 王庆亚, 刘敏, 张守栋, 等. 盐胁迫对盐角草种子与幼苗生长效应的研究[J]. 江苏农业科学, 2002(2): 69-71.
- [11] 刘春华, 苏加楷, 黄文惠, 等. 禾本科牧草耐盐性的研究[J]. 中国草地, 1992(6): 12-17.
- [12] Unga I A. Halophyte seed germination[J]. Botany Review, 1982, 44: 233-264.
- [13] Gulzar S, Khan M A. Seed germination of a Halophytic grass *Aeluropus lagopoides* [J]. Annul of Botany, 2001, 87: 319-324.
- [14] 黄振英, 张新时, Gutierman Y, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响[J]. 植物生理学报, 2002, 27(3): 275-280.
- [15] 渠晓霞, 黄振英. 盐生植物种子萌发对环境的适应策略[J]. 生态学报, 2005, 25(9): 2389-2398.
- [16] Ungar I A. Seed germination and seed-bank ecology in halophytes [M]. New York: Marcel Dekker, 1995.
- [17] 张绍武. 我国罗布麻分布区的地理区划[J]. 西北植物学报, 2002, 22(7): 1-5.
- [18] 钱学射, 张卫明, 张广伦, 等. 罗布麻药用部位的形态鉴定与标准[J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(1): 39-42.
- [19] 张广伦, 钱学射, 顾龚平. 晋冀豫鲁罗布麻资源及栽培技术[J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(6): 26-27, 50.
- [20] 唐兴起. 柴达木盆地罗布麻资源及人工栽培技术[J]. 青海草业, 2008, 17(1): 48-50.
- [21] 白璐, 罗明柏, 殷录成, 等. 罗布红麻人工栽培技术研究简报[J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(5): 65, 68.
- [22] Tobe K, Li X M, Omasa K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae) [J]. Annals of Botany, 2000, 85: 391-396.

Study on Salt Tolerance of *Apocynum venetum* Linn. and *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson at Stages of Seed Germination and Seedlings Growth

SHI Qiu-mei¹, DENG Fan-yun¹, WU Min-yan¹, CHEN Dong-dong¹, YIN Chuan-hua²

(1. College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046; 2. State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011)

Abstract: Taking the seed of *Apocynum venetum* Linn. and *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson as test material, the effect of different salt levels (0, 50, 100, 200, 400 and 600 mmol/L NaCl) on seed germination rate, embryo growth and radicle growth of *Apocynum venetum* Linn. and *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson were investigated. The changes of the biomass of apocynum different parts under different salt concentration were studied by sand culture method, in order to reveal salt tolerance features of apocynum. The results showed that salt stress inhibited the seed germination rate and radicle growth of two kinds of apocynum, limit value of salt stress to seed germination rate and radicle growth was respectively 400 mmol/L NaCl and 100 mmol/L NaCl; 600 mmol/L NaCl completely inhibited seed germination, but after the salt stress was relieved, the seed germination rate and radicle growth were not remarkably different from that in distilled water; salt tolerance of *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson during seed germination rate and radicle growth was more higher than that of *Apocynum venetum* Linn., which may be adaptative to their inhabited environment. The study about seed germination and salt tolerance of apocynum was guiding significance for apocynum artificial cultivation.

Key words: salt stress; *Apocynum venetum* Linn.; *Poacynum hendersonii* (Hook. f.) Woodson; seed germination; seedling growth; adaptability