

# 不同盐溶液处理对3种野生芨芨草种子萌发特性的影响

陈浪浪,白小明\*,张君兰,康瑞卿,郑万菊,李萍,闫玉邦,陈辉

(甘肃农业大学草业学院,草业生态系统教育部重点实验室,甘肃省草业工程实验室,中-美草地畜牧业可持续发展研究中心,甘肃 兰州 730070)

**摘要:**【目的】探讨芨芨草种子萌发对不同类型盐胁迫的响应。【方法】以3个不同地区(编号分别为YL、BT和ZY)采集的芨芨草种子为材料,测定不同中性盐处理下其种子的萌发特性,利用隶属函数法对种子萌发期的耐盐性进行了综合评价,筛选萌发期耐盐性较强的种质资源。【结果】低浓度NaCl对BT芨芨草萌发具有促进作用,高浓度NaCl对ZY、YL和BT芨芨草萌发具有抑制作用,Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>对3种芨芨草的胚根生长均具有抑制作用。随着NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和混合盐3种盐溶液浓度的逐渐增加,3种芨芨草种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数逐渐降低,胚芽长和胚根长逐渐减小。通过隶属函数法进行综合评价,3种盐胁迫处理下芨芨草种子耐盐性强弱依次为:(ZY-混合盐)>(BT-NaCl)>(YL-混合盐)>(YL-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)>(ZY-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)>(ZY-NaCl)>(BT-混合盐)>(BT-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)>(YL-NaCl)。【结论】ZY和YL芨芨草对混合盐耐受性最强,对NaCl耐受性最差。BT芨芨草对NaCl耐受性最强,对Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>耐受性最差。

**关键词:**芨芨草;种子萌发;盐胁迫;耐盐性;筛选

**中图分类号:**S543 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)05-0183-07

**DOI:**10.13817/j.cnki.cycp.2024.05.021



土壤盐碱化是一个日益严重的全球性问题,造成土壤盐碱化的原因除了自然发生之外,气候变化和不良的灌溉方式也被认为是主要影响原因<sup>[1]</sup>。我国盐渍土或称盐碱土的分布范围广、面积大、类型多,总面积约1亿hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。主要发生在干旱、半干旱和半湿润地区。

近年来,随着工农业生产的飞速发展、人口的激增以及耕地资源的紧缺,盐碱地的改良及开发利用越来越受到国家和地区相关部门的重视<sup>[3]</sup>。因此,盐碱

地改良及开发利用,以及耐盐种质培育与筛选迫在眉睫<sup>[4]</sup>。改良土壤盐碱化是一项复杂、难度大、需时间长的工作,应视各地区的具体情况制定措施,部分地区种植耐盐碱的树种、地被植物,特别是能固氮的耐盐树种和草本植物,既可以减少地表水分的蒸发、防止土壤表面积盐,又可以降低地下水位,改良土壤的物理性状,增加有机质和土壤微生物,降低土壤pH值,从而改善周围的生态环境。

芨芨草(*Achnatherum splendens*)属于禾本科(Gramineae)芨芨草属(*Achnatherum*)早中生多年草本植物,根系发达,分蘖多,同时也是一种泌盐植物,具有很强的抗盐碱性<sup>[5-6]</sup>。一般广泛分布在干旱半干旱地区,具有耐寒、耐旱、耐盐碱等特点,生态适应性强,常呈斑块状分布<sup>[7]</sup>,是盐渍化弃耕地生态恢复重建和防风固沙主选植物之一<sup>[8]</sup>。我国北方内陆干旱地区,在盐渍化土地上芨芨草已实现了大面积人工建植,取得了显著的生态、经济和社会效益<sup>[9]</sup>。目前,对

**收稿日期:**2022-04-10;**修回日期:**2022-04-11

**基金资助:**国家自然科学基金项目(31560667);甘肃省林草局草原生态修复治理科技支撑项目(GSLC-2020-3,LCJ20210021);甘肃省科技计划项目(20JR10RA564)

**作者简介:**陈浪浪(1995-),男,陕西榆林人,硕士研究生。

E-mail:1525261991@qq.com

\*通信作者。E-mail:baixm@gsau.edu.cn

芨芨草的研究主要集中在群落结构、生态功能和植物形态特征、生长发育等方面,而对种子繁育和种子萌发耐盐碱性的报道较少<sup>[10-11]</sup>。因此,本试验以3个不同地区的芨芨草种子为材料,设置了2个单盐及1个混合盐各6个浓度处理,模拟与我国西北地区基本一致的盐渍化土壤环境,研究芨芨草种子萌发对不同类

型盐胁迫的响应,以期对盐碱地区芨芨草种质的开发利用和新品种选育提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

本试验选取从3个具有北方盐渍化代表性地区采集的芨芨草种质为试验材料(表1)。

表1 供试芨芨草种质及来源

Table 1 Germplasm and source of test *Achnatherum splendens*

编号	材料名称	材料来源	生境	海拔/m	地理坐标
YL	芨芨草(榆林)	陕西榆林市	山坡	1 080	37°46' N, 108°24' E
BT	芨芨草(包头)	内蒙包头市	路边	1 125	N40°65' N, 109°84' E
ZY	芨芨草(张掖)	甘肃临泽县	田边	1 500	N39°19' N, 100°18' E

### 1.2 试验设计

1.2.1 溶液配置 采用分析纯 NaCl 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 配置 NaCl 溶液、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液和 NaCl+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 混合溶液(NaCl 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 按物质的量 1:1 进行混合),3 种不同盐溶液均设置 6 个浓度梯度(表 2)。

表2 处理浓度

Table 2 Treatment concentration

盐类型	盐溶液/(mmol·L <sup>-1</sup> )					
	CK	T1	T2	T3	T4	T5
NaCl	0	50	100	150	200	250
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	50	100	150	200	250
混合盐	0	50	100	150	200	250

1.2.2 种子萌发试验 随机选取颗粒饱满、大小均匀、无破损的芨芨草种子,每个重复用 50 粒种子,每个处理 4 个重复。使用 75% 酒精对种子消毒 15 min,用蒸馏水冲洗 3-5 次,吸水纸吸干水分备用。采用直径 90 mm 的培养皿培养,每个培养皿放两层滤纸,按试验设计加 5 mL 对应浓度的盐溶液,称重,培养皿置于 25 °C 8 h 光照/20 °C 16 h 黑暗、相对湿度 55% 的培养箱中培养,用称重补水法每天定时称重补水以维持盐浓度的相对稳定。种子萌发培养时间 28 d。

### 1.3 测定指标

发芽率(GR)=发芽结束时正常发芽种子数/供试种子数×100%

发芽势(GP)=发芽初期第 9d 正常发芽种子数/供试种子数×100%

发芽指数(GI)= $\sum(Gt/Dt)$ ,

式中:Gt为不同时间发芽数,Dt为相应发芽天数。

胚芽长和胚根长:用精度为 1mm 的直尺进行测量,用 cm 表示。

活力指数(VI)=GI×S

式中:S为第 26 天的胚根长和胚芽长之和。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2016 进行数据整理作图,SPSS 22.0 软件进行单因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同盐溶液对芨芨草种子发芽率的影响

随着不同盐浓度的增加,3 个不同地区野生芨芨草种子发芽率呈下降趋势。在 NaCl 盐溶液处理下,当盐浓度为 T1 处理时,材料 BT 种子发芽率最大,为 48.67%,显著大于其他浓度处理( $P<0.05$ ),且当盐浓度达到 T5 处理时,其种子发芽率最小,为 10.67%,与盐浓度为 T1 处理相比较,减小了 78.10%。在 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 盐溶液处理下,当盐浓度为 T1 处理时,材料 YL 种子发芽率最大,但与 CK 和 T2 浓度处理差异不显著,材料 ZY、YL、BT 在高浓度 T3、T4 和 T5 处理下,种子发芽率差异均不显著。在混合盐溶液处理下,在 CK、T1 和 T2 盐浓度处理下,3 个不同地区芨芨草种子发芽率相比较,差异均不显著;当混合盐浓度为 T2 时,材料 YL 种子发芽率最大,为 79.33%(图 1)。

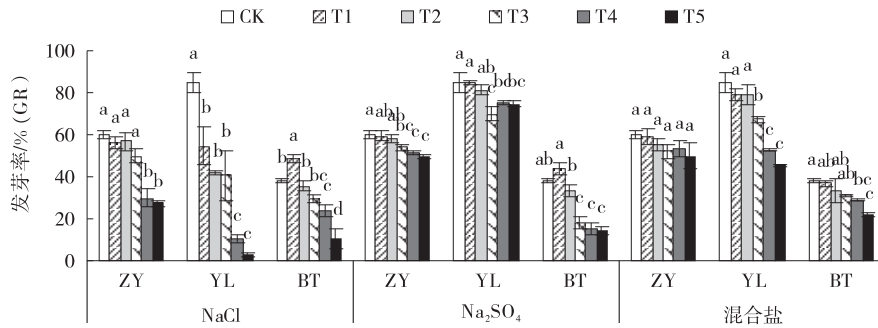


图 1 不同盐溶液对芨芨草种子发芽率的影响

Fig. 1 Effects of different salt solutions on the germination rate of *Achnatherum splendens* seeds

2.2 不同盐溶液对芨芨草种子发芽势的影响

随着不同盐浓度的增加,3个不同地区的芨芨草种子发芽势也呈逐渐下降趋势。在NaCl盐溶液处理下,当盐浓度为CK时,材料ZY、YL和BT种子发芽势均最大,分别为40.67%、53.33%和26.66%,CK处理与其他盐浓度处理,芨芨草种子发芽势均差异显著

( $P < 0.05$ )。在Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>盐溶液处理下,均在CK时,发芽势最大;但材料YL,在CK和T1处理,种子发芽势差异不显著。在混合盐溶液处理下,芨芨草种子发芽势变化同NaCl盐溶液处理,随浓度增大逐渐下降(图2)。

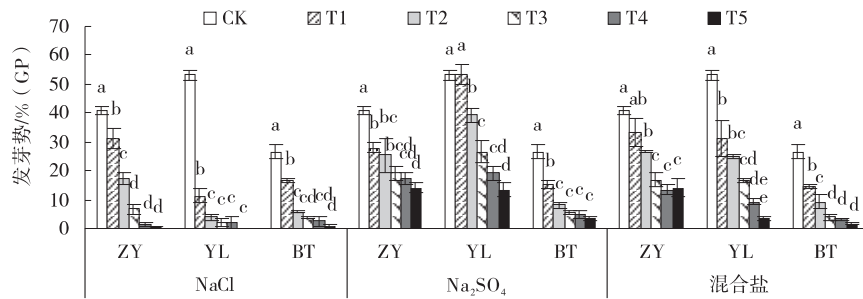


图 2 不同盐溶液对芨芨草种子发芽势的影响

Fig. 2 Effects of different salt solutions on the germination potential of *Achnatherum splendens* seeds

2.3 不同盐溶液对芨芨草种子发芽指数的影响

3个不同地区的芨芨草种子发芽指数随着盐浓度的增加呈现下降趋势(图3)。在NaCl盐溶液处理下,当盐浓度为CK时,材料ZY和YL种子发芽指数均最大,分别为38.74%和50.61%,显著大于其他浓度处理( $P < 0.05$ );材料BT,在CK和T1处理时,种子发芽指数差异不显著,但显著大于其他浓度处理( $P <$

$0.05$ )。在Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>盐溶液处理下,当盐溶液为CK时,3个材料发芽势均最大,但材料YL与BT,在CK和T1处理时,种子发芽指数差异都不显著。在混合盐溶液处理下,当盐浓度为CK时,材料ZY、YL和BT种子发芽势均最大,且显著大于其他浓度处理( $P < 0.05$ );在混合盐浓度T3、T4和T5处理下,材料ZY、YL和BT种子发芽势之间均差异不显著。

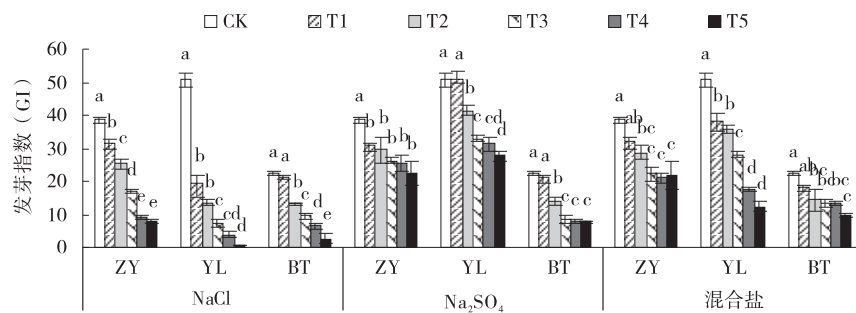


图 3 不同盐溶液对芨芨草种子发芽指数的影响

Fig. 3 Effects of different salt solutions on the germination index of *Achnatherum splendens* seeds

2.4 不同盐溶液对芨芨草种子活力指数的影响

3个不同地区的芨芨草种子活力指数随着盐浓度的增加呈下降趋势(图4)。在NaCl盐溶液处理下,当盐浓度为CK时,材料ZY和YL种子活力指数均最大,分别为325.68和354.10,显著大于其他浓度处理(P<0.05);材料BT,在盐浓度CK和T1处理时,种子活力指数差异不显著,但显著大于其他浓度处理(P<

0.05)。在Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>盐溶液处理下,当盐溶液为CK时,3个材料发芽势均最大。在混合盐溶液处理下,当盐浓度为CK时,材料ZY、YL和BT种子活力指数均最大,且显著大于其他浓度处理(P<0.05);在混合盐高浓度T4和T5处理下,材料ZY、YL和BT种子活力指数之间均差异均不显著。

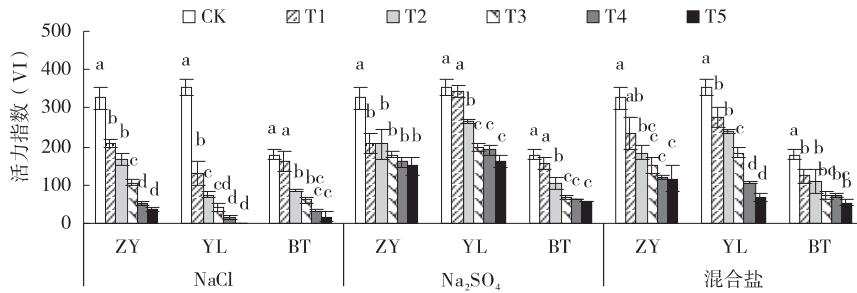


图4 不同盐溶液对芨芨草种子活力指数的影响

Fig. 4 Effects of different salt solutions on the seed vigor index of *Achnatherum splendens*

2.5 不同盐溶液对芨芨草种子胚芽长度的影响

3个不同地区的芨芨草种子胚芽长度随着盐浓度的增加呈现下降趋势(图5)。在NaCl盐溶液处理下,当盐浓度为CK时,3个芨芨草种子胚芽长度均最大,但材料ZY在CK盐溶液处理和T1、T2、T3和T4盐溶液处理相比较,种子的胚芽长度差异不显著。在Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>盐溶液处理下,当盐溶液为CK时,材料ZY种

子胚芽长度最长,为4.69 cm,但材料YL和BT均在T1处理时达到最大值,最大值分别为5.36、5.96 cm,材料ZY、YL和BT在盐溶液为CK和T1处理时,差异均不显著。在混合盐溶液处理下,变化同NaCl盐溶液处理,均在盐浓度为CK时,材料ZY、YL和BT种子发芽势为最大,且显著大于盐浓度为T4和T5处理(P<0.05)。

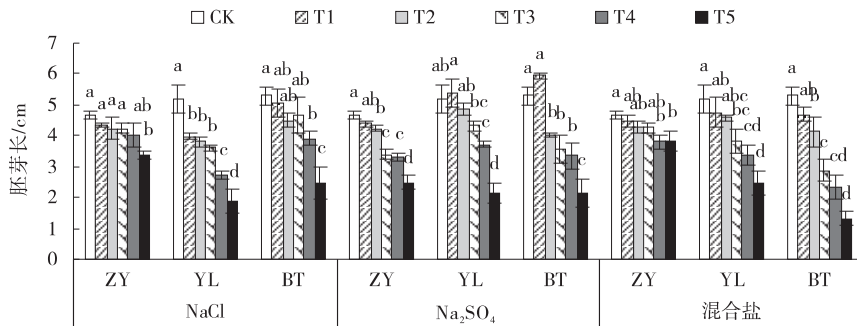


图5 不同盐溶液对芨芨草种子胚芽长的影响

Fig. 5 Effects of different salt solutions on the germ growth of *Achnatherum splendens* seeds

2.6 不同盐溶液对芨芨草种子胚根长度的影响

随着盐浓度的增高,3个芨芨草种子胚根长度整体呈急剧下降趋势(图6)。在NaCl盐溶液处理下,在盐浓度为CK时,3个芨芨草种子胚根长度均最大,分别为4.27、3.73、3.20 cm,在盐浓度为T5时,3个芨芨草种子胚根长度均最小,分别为1.35、0.60、0.31 cm,与盐浓度为CK处理相比较,分别降低了68.38%、

83.9%、90.3%,且差异显著(P<0.05)。在Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>盐溶液处理下,在盐浓度为CK时,3个芨芨草种子胚芽长度均最大,在T5处理时,3个芨芨草种子胚芽长度均最小,且差异显著(P<0.05);在混合盐溶液处理下,材料ZY在盐浓度为CK时,种子胚根长度最大,为4.27 cm,显著大于其他处理(P<0.05);材料YL和BT,在T3、T4和T5处理时差异均不显著。



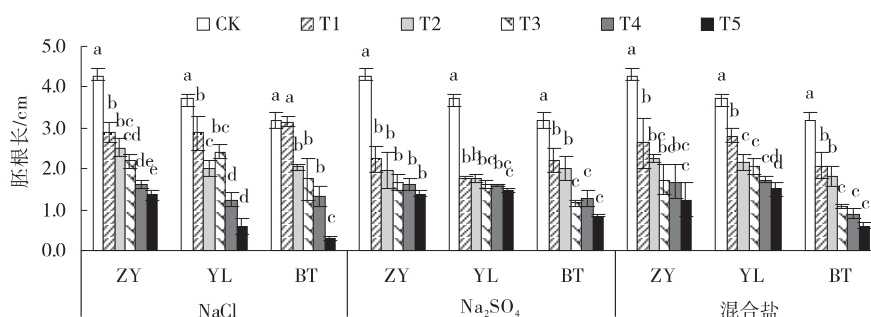


图 6 不同盐溶液对芨芨草种子胚根长的影响

Fig. 6 Effects of different salt solutions on the radicle length of *Achnatherum splendens* seeds

### 2.7 野生芨芨草种子萌发期耐盐性综合评价

为探究 3 个不同地区野生芨芨草种子在不同盐溶液处理下萌发期耐盐性强弱,以芨芨草种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、胚芽长、胚根长作为指标,利用隶属函数对其耐盐性进行综合评价(表 2)。

3 个野生芨芨草在三种盐胁迫处理下萌发期耐盐性强弱依次为:(ZY-混合盐)>(BT-NaCl)>(YL-混合盐)>(YL-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)>(ZY-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)>(ZY-NaCl)>(BT-混合盐)>(BT-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)>(YL-NaCl)。

表 3 3 个野生芨芨草在不同盐胁迫下各指标隶属函数值及综合评价值

Table 3 Membership function values and comprehensive evaluation values of three wild *Achnatherum splendens* indexes under different salt stresses

编号	隶属函数值						综合评价值	排序
	发芽率 (GR)	发芽势 (GP)	发芽指数 (GI)	活力指数 (VI)	胚芽长 (Gl)	胚根长 (RI)		
(ZY-NaCl)	0.543 9	0.388 9	0.445 5	0.365 1	0.546 5	0.398 4	0.445	6
(ZY-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.461 8	0.421 1	0.510 9	0.365 8	0.588 9	0.306 5	0.447	5
(ZY-混合盐)	0.653 8	0.473 9	0.527 6	0.447 2	0.597 9	0.434 0	0.526	1
(BT-NaCl)	0.562 5	0.291 7	0.521 8	0.416 0	0.627 7	0.534 7	0.464	2
(BT-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.450 3	0.287 0	0.411 7	0.348 2	0.593 4	0.374 6	0.395	8
(BT-混合盐)	0.486 1	0.288 5	0.424 3	0.369 6	0.503 8	0.376 3	0.398	7
(YL-NaCl)	0.404 6	0.216 3	0.281 5	0.258 8	0.498 0	0.524 0	0.333	9
(YL-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.481 5	0.484 4	0.474 1	0.452 8	0.616 6	0.244 9	0.454	4
(YL-混合盐)	0.480 0	0.390 9	0.455 6	0.439 0	0.557 2	0.416 3	0.456	3

## 3 讨论

种子萌发期是盐胁迫下植物能否正常生长最重要的时期。盐分对种子萌发的影响可归于 2 种效应:离子毒害和渗透胁迫<sup>[12-13]</sup>。种子萌发期是对盐分最敏感的阶段之一,同时种子萌发需要大量的水分,盐胁迫时种子所处的环境水势发生变化,从而影响种子内的渗透势,对种子吸水有很大的影响,种子发芽就受到影响<sup>[14]</sup>。有研究表明,低浓度盐可以促进细胞膜渗透调节和刺激呼吸酶,进而促进种子萌发和胚芽胚根的生长<sup>[15-17]</sup>;另有研究表明,不管盐浓度高低均会抑制种子萌发和胚芽胚根的生长<sup>[18-20]</sup>。本研究结果表明,NaCl 胁迫下材料 ZY、YL 芨芨草发芽率、发芽

势、发芽指数、活力指数、胚芽长度和胚根长度均表现为抑制作用,盐浓度 T1 胁迫下 BT 芨芨草发芽率显著高于对照( $P < 0.05$ ),发芽指数、活力指数、胚芽长、胚根长与对照差异不显著。盐浓度 T4 和 T5 胁迫时各指标显著低于对照( $P < 0.05$ )。T1 浓度 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 胁迫下,ZY、YL 芨芨草发芽率、活力指数、胚芽长与对照差异不显著,当盐浓度  $\geq$  T1 时,ZY、YL、BT 芨芨草胚根长均显著低于对照( $P < 0.05$ )。YL、BT 芨芨草胚芽长随着盐浓度的增高呈现先增高后降低的趋势。T5 混合盐胁迫下,YL、BT 芨芨草各指标均显著低于对照( $P < 0.05$ ),ZY 芨芨草发芽率与对照差异不显著。说明低浓度 NaCl 胁迫对 BT 芨芨草萌发具有促进作用,高浓度 NaCl 胁迫对 ZY、YL、BT 芨芨草萌发具有

抑制作用,同时 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 胁迫对3种芨芨草的胚根生长均具有抑制作用。T5混合盐胁迫对ZY芨芨草发芽率影响不大,对YL、BT芨芨草均有抑制作用。低浓度NaCl胁迫下BT芨芨草能够促进种子萌发,可能是由于低盐促进了细胞膜的渗透调节,或是微量无机离子( $\text{Na}^+$ )对呼吸酶有刺激作用<sup>[21]</sup>,高盐抑制种子萌发可能是由于渗透效应和毒性效应<sup>[22]</sup>。

植物的耐盐性强弱是由其遗传特性决定的<sup>[23]</sup>,耐盐性综合评价表明,ZY、YL芨芨草对混合盐耐受性最强,对NaCl耐受性最差;BT芨芨草对NaCl耐受性最强,对 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 耐受性最差。说明除遗传特性外植物耐盐性与其生境以及土壤状况有关。

#### 4 结论

随着盐浓度的增加,芨芨草种子发芽率、发芽势、发芽指数、种子活力和胚芽长、胚根长逐渐减小;NaCl、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 和混合盐溶液,在浓度为CK时,种子的发芽率、发芽势、发芽指数、种子活力和胚芽长、胚根长最大,浓度为T1时,次之。通过隶属函数对3个不同地区芨芨草种子萌发期耐盐性强弱进行综合评价,ZY、YL芨芨草对混合盐耐受性最强,对NaCl耐受性最差;BT芨芨草对NaCl耐受性最强,对 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 耐受性最差,低浓度NaCl溶液对BT芨芨草萌发具有促进作用,高浓度NaCl溶液对ZY、YL、BT芨芨草萌发具有抑制作用, $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液对3种芨芨草的胚根生长均具有抑制作用。

#### 参考文献:

- [1] 刘铃,武小龙,诸葛强. 植物应答非生物胁迫信号传导研究进展[J]. 分子植物育种,2018,16(2):614—625.
- [2] 胡娟,张洁,盛洲,等. 盐生植物萌发期对盐胁迫的适应研究进展[J]. 盐湖研究,2022,30(1):95—100.
- [3] 孙娟. 河北省海岸带土壤盐渍化研究[J]. 中国环境管理干部学院学报,2009,19(2):72—75.
- [4] 余玲,王彦荣,孙建华. 野大麦种子萌发条件及抗逆性研究[J]. 草业学报,1999(1):50—57.
- [5] 董社琴. 芨芨草的生物学特性与生态经济效益[J]. 科技情报开发与经济,2004(4):190—191.
- [6] 陶锦,王果平,陈韩飞,等. 盐胁迫下芨芨草种子萌发中有机物及酶活性的变化[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2004,23(6):504—506.
- [7] 吴珍兰,卢生莲. 论世界芨芨草属(禾本科)的地理分布[J]. 植物分类学报,1996(2):152—161.
- [8] 董秋丽,夏方山,董宽虎. 碱性盐胁迫对芨芨草苗期脯氨酸和可溶性蛋白含量的影响[J]. 畜牧与饲料科学,2010,31(4):11—12+28.
- [9] 纪荣花,于磊,鲁为华,等. 盐碱胁迫对芨芨草种子萌发的影响[J]. 草业科学,2011,28(2):245—250.
- [10] 董秋丽,夏方山,董宽虎,等. 盐胁迫对芨芨草苗期生长和脯氨酸含量的影响[J]. 草原与草坪,2010,30(2):29—32.
- [11] 王果平,康喜亮,陶锦等. 不同盐浓度对芨芨草种子萌发过程中几种生理指标的影响[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(2):139—142.
- [12] Parida A K, Das A B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2005, 60(3):324—249.
- [13] Machado N NB, Saturnino S M, Bomfim D C, *et al.* Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars [J]. Brazilian Archives of Biology and Technology, 2004, 47(4):521—529.
- [14] 苏海兰,周先治,李希,等. 七叶一枝花种子萌发不同阶段贮藏物质及淀粉酶活性变化[J]. 福建农业学报, 2017, 32(10):1145—1149.
- [15] 王清华,杨建平,张中华,等. 盐胁迫对不同品种辣椒种子萌发特性的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 136—140.
- [16] 段德玉,刘小京,冯凤莲,等. 不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应[J]. 中国农学通报, 2003, 19(6): 168—172.
- [17] 张振霞,刘萍,杨中艺. 25个多年生黑麦草品种萌发期对盐胁迫的抗性研究[J]. 草业科学, 2007, 24(2):14—19.
- [18] 马春平,崔国文. 10个紫花苜蓿品种耐盐性的比较研究[J]. 种子, 2006(7):50—53.
- [19] 李孔晨,皇甫江云,卢欣石. 一年生黑麦草萌发期耐盐性综合评价[J]. 草地学报, 2010, 18(3):388—393+398.
- [20] 韩清芳,李崇巍,贾志宽. 不同苜蓿品种种子萌发期耐盐性的研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(4):597—602.
- [21] 董秋丽,夏方山,董宽虎. 碱性胁迫对芨芨草苗期生长特性的影响[J]. 牧草与饲料, 2010, 4(1):25—28.
- [22] 刘大林,邱伟伟,马晶晶,等. 不同苜蓿品种种子萌发时期的耐盐性比较[J]. 草业科学, 2009, 26(9):163—169.
- [23] 张振霞,刘萍,杨中艺. 25个多年生黑麦草品种萌发期对盐胁迫的抗性研究[J]. 草业科学, 2007, 23(2):14—19.

# Effects of different types of salt treatments on the germination characteristics of three wild *Achnatherum splendens* seeds

CHEN Lang-lang, BAI Xiao-ming\*, ZHANG Jun-lan, KANG Rui-qing,  
ZHENG Wan-ju, LI Ping, YAN Yu-bang, CHEN Hui

(College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Key Laboratory for Grassland Ecosystem, Ministry of Education, Grassland Engineering Laboratory of Gansu Province, Sino-U. S. Centers for Grazing Land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** [Objective] *Achnatherum splendens* seeds collected from three different regions were used as materials to study the effects of different neutral salts on the germination characteristics of their seeds in order to explore the response of *Achnatherum splendens* seed germination to different types of salt stress. [Method] The membership function method was used to comprehensively evaluate the salt tolerance of *Achnatherum splendens* seeds at germination stage in three different regions, and to screen out germplasm resources with stronger salt tolerance at germination stage, in order to provide theoretical basis for *Achnatherum splendens* planting and new variety breeding in saline-alkali areas. [Result] The results showed that low concentration of NaCl could promote the germination of BT splendens, high concentration of NaCl could inhibit the germination of ZY, YL and BT splendens, and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> had inhibitory effects on the radicle growth of three splendens. With the increasing concentrations of NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and mixed salts, the germination rate, germination potential, germination index and vigor index of the three *Achnatherum splendens* seeds gradually decreased, and the germ length and radicle length decreased gradually. According to the comprehensive evaluation by membership function method, the salt tolerance of Splendens seeds under the three salt stress treatments is as follows: (Zy-mixed salt) > (BT-NaCl) > (YL-mixed salt) > (YL-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) > (ZY-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) > (ZY-NaCl) > (BT-mixed salt) > (BT-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) > (YL-NaCl). [Conclusion] ZY and YL *Achnatherum splendens* had the strongest tolerance to mixed salt and the worst tolerance to NaCl. BT splendens had the strongest tolerance to NaCl and the worst tolerance to Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Key words:** *Achnatherum splendens*; seed germination; salt stress; salt tolerance; screening

(责任编辑 靳奇峰)