

7 个草木樨品种的耐盐性研究

穆俊丽¹,杨静慧²,丁密超²,何斌琼³,宋晓洁²

(1 西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100;2 天津农学院 园艺系,天津 300384;3 西南大学 园艺学院,重庆 400716)

【摘 要】 【目的】比较 7 个草木樨品种的耐盐性,为抗盐草木樨品种的选育提供依据。【方法】以 7 个耐盐草木樨品种种子为材料,用不同浓度 NaCl(NaCl 浓度分别为 0.05,0.10,0.15,0.20,0.25,0.30 和 0.35 mol/L)胁迫处理后,测算其种子的发芽率、相对发芽率、发芽势、发芽指数、胚芽长度、相对胚芽长度和耐盐指数。【结果】在盐胁迫下,随盐浓度的增加,各品种草木樨种子的发芽率、发芽势、发芽指数和胚芽长度均呈下降趋势,不同品种草木樨对盐胁迫的反应不同。各草木樨品种对低浓度(≤0.10 mol/L)盐胁迫有一定的适应性,但随盐浓度的增加其受抑制程度加剧。【结论】7 个草木樨品种的耐盐性强弱顺序为:白花草木樨>和林格尔草木樨>赤峰草木樨>宁夏草木樨>呼和浩特草木樨>黑龙江草木樨>伊盟准格尔草木樨。

【关键词】 草木樨;盐胁迫;发芽率;发芽势;发芽指数;相对胚芽长度;NaCl;天津

【中图分类号】 S156.4⁺9 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2009)01-0073-06

Study on salt tolerance of seven different *Melilotus* varieties

MU Jun-li¹, YANG Jing-hui², DING Mi-chao², HE Bin-qiong³, SONG Xiao-jie²

(1 College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Department of Horticulture, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; 3 College of Horticulture and Landscape, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: 【Objective】 Salt tolerance of seven *Melilotus* varieties was compared to provide basis for breeding salt tolerance of *Melilotus suaveolens* varieties. 【Method】 In different NaCl salt stress solution concentrations (which were 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 mol/L), the seven salt tolerance of *Melilotus* varieties of the germination percentage was calculated, including the relative germination percentage, seed potentiality, germination index, the sprouts length, the relative sprouts length and the salt index. 【Result】 Under the condition of salt stress, the germination percentage, germination index and sprouts growth of different *Melilotus* seeds had declined tendency with increasing salt content, different varieties had different salt stress reaction. The different *Melilotus* varieties under the condition of the low content (lower than 0.10 mol/L) salt stress showed certain degree of adaptability, but with the increase of salt content, the inhibitory concentration level also increased. 【Conclusion】 The salt tolerance of seven varieties of *Melilotus* strength follow such order as: white flowers *Melilotus*> HeLinGeEr *Melilotus*> ChiFeng *Melilotus*> NingXia *Melilotus*> HuHeHaoTe *Melilotus*> HeiLongjJiang *Melilotus*> YiMengZhunGeEr *Melilotus*.

Key words: *Melilotus*; salt stress; germination percentage; seed potentiality; germination index; relative sprouts length; NaCl; Tianjin

全世界盐碱地面积近 10 亿 hm², 约占世界陆地 面积的 7.6%^[1]。我国各类盐碱地面积约 0.346 亿

* [收稿日期] 2008-03-13
[基金项目] 天津市自然科学基金项目(023614211, 05YFJMJC14400); 天津市科技发展规划项目(05ZLZLZT01600); 天津市农业科技成果转化与推广项目(0504018)
[作者简介] 穆俊丽(1981—), 女, 山西临汾人, 在读硕士, 主要从事园林植物生理生态研究。
[通信作者] 杨静慧(1961—), 女, 甘肃兰州人, 教授, 硕士生导师, 主要从事园艺植物栽培育种与生物技术研究。
E-mail: jinghuiyang2@yahoo.com.cn

hm²,是世界盐碱地大国之一^[2]。天津市共有盐渍化土壤 422 038.7 hm²,占全市总面积的 38.9%;盐渍化耕地面积为 20.73 万 hm²,几乎占全市耕地面积的一半,为全国各省市盐碱地比例最高的地区之一^[3],因此盐渍化已成为影响天津市农业生产的最大障碍。盐土的改良利用是解决人口、粮食、资源和环境压力等问题的重要措施。通过排盐工程改良盐碱地耗资巨大,且“三北”地区严重缺水,无法进行引淡排盐或借雨洗盐。因此,筛选和培育抗盐植物品种,提高作物本身的耐盐能力,是利用盐碱地经济而有效的方法^[4]。

草木樨(*Melilotus suaveolens* L)为豆科草本植物^[5],抗逆性强,具有抗旱、抗寒、耐盐碱、耐土壤贫瘠等特性,适应性很广,既能作牧草、绿肥,又能防风挡沙,保持水土^[6-9]。因此,可以选用耐盐能力强的草木樨改良土壤,提高土地利用率及经济效益。目前,国内外就牧草对盐碱土改良作用已进行了大量研究工作^[10-11],但有关耐盐草木樨品种筛选和改良盐碱地的研究鲜有报道。本研究采用不同浓度的 NaCl 溶液,对 7 个草木樨品种的种子进行处理,研究盐胁迫对草木樨种子萌发和生长的影响,比较不同品种的耐盐性,以期为进一步研究草木樨的耐盐机理及其抗盐品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本研究收集了 7 个不同地域的耐盐草木樨,其中宁夏草木樨和黑龙江草木樨由宁夏绿洲牧草公司提供;赤峰草木樨由内蒙古赤峰草站提供;白花草木樨直接采集于甘肃秦安县荒地;呼和浩特草木樨、伊盟准格尔草木樨及和林格尔草木樨均由内蒙古林业勘察设计院提供。所有草木樨种子均为当年新种。供试盐为分析纯 NaCl。

1.2 试验方法

将供试的草木樨种子分别用 0.05,0.10,0.15,0.20,0.25,0.30 和 0.35 mol/L 的 NaCl 溶液处理,以蒸馏水处理为对照。具体方法为:取直径 90 mm 的洁净玻璃培养皿,底部垫 2 张滤纸,每个培养皿均匀放置 100 粒种子(大小一致、籽粒饱满),种子上再覆 1 层滤纸,加入适量不同浓度的盐溶液(以滤纸和种子浸湿为宜),加盖,置于 25 ℃ 恒温光照培养箱中发芽。之后,每天加入盐液以保持恒定盐分浓度,每处理重复 3 次。

试验期间每天调查记录发芽种子数,至连续 2

日种子发芽数为零时结束试验。最后一次记录发芽数后测量胚芽长度,统计并计算发芽率等相关指标。

1.3 相关指标的计算

(1)发芽率(GP)=(最终发芽种子数/供试种子数) $\times 100\%$ 。

(2)相对发芽率(η)=(某处理发芽率/对照发芽率) $\times 100\%$ 。

(3)胚芽相对长度(l)=(某处理的胚芽长度/对照胚芽长度) $\times 100\%$ 。

(4)发芽势(GE)=(发芽达到高峰期时发芽种子数/供试种子数) $\times 100\%$ 。

(5)发芽指数(GI)= GT/DT 。

式中: GT 为第 T 天发芽数; DT 为天数。

(6)耐盐指数。耐盐指数可比较不同植物间及同一植物对不同盐浓度的耐盐能力^[12],可较客观地反映植物的耐盐性。相对发芽率、胚芽相对长度、发芽势和发芽指数为影响耐盐指数的重要指标。耐盐指数可按下式计算:

$$K = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n (\eta + l + GE + GI)。$$

式中: K 为耐盐指数; m 为计算指标项数,本试验 $m=4$; n 为盐浓度梯度个数;

试验数据采用 Excel 和 SAS V9.0 统计分析软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对不同品种草木樨种子发芽率的影响

由表 1 可看出,随 NaCl 浓度的升高,7 个品种草木樨种子的发芽率均呈明显下降趋势;黑龙江草木樨对照种子的萌芽率小于 50%;伊盟准格尔、呼和浩特和宁夏、赤峰、和林格尔草木樨种子分别在 NaCl 浓度为 0.10,0.15 和 0.20 mol/L 时,发芽率大幅下降至 50% 以下;而白花草木樨在 NaCl 浓度为 0.25 mol/L 时,发芽率下降至 50% 以下。

图 1 表示不同品种草木樨种子相对萌芽率的差异情况。由图 1 可看出,各品种草木樨种子在 NaCl 浓度为 0.05~0.10 mol/L 时,相对萌芽率均无显著差异,但该浓度 NaCl 对伊盟准格尔草木樨萌芽率有抑制作用,对其他品种无明显抑制作用;在 0.15~0.20 mol/L NaCl 浓度条件下,各品种草木樨的相对萌芽率差异显著或极显著;随 NaCl 浓度的进一步升高,各品种草木樨种子的相对萌芽率无显著差异。同一盐浓度胁迫条件下,白花、宁夏、赤峰、和林格尔草木樨对盐分的适应能力较强,呼和浩特、黑龙

江草木樨适应能力较差,伊盟准格尔草木樨适应能力最差。

表 1 盐胁迫对不同品种草木樨种子发芽率的影响

Table 1 Effect of salt stress on germination percentage of different <i>Melilotus</i> varieties								%
NaCl/ (mol · L ⁻¹)	黑龙江草木樨 Heilongjiang <i>Melilotus</i>	白花草木樨 Whiteflowers <i>Melilotus</i>	宁夏草木樨 Ningxia <i>Melilotus</i>	赤峰草木樨 Chifeng <i>Melilotu</i>	伊盟准格尔草木樨 Yimengzhun geer <i>Melilotus</i>	呼和浩特草木樨 Huhehaote <i>Melilotus</i>	和林格尔草木樨 Helingeer <i>Melilotus</i>	
0	47.33 aC	94.67 aA	96.67 aA	95.33 aA	72.67 aB	96.00 aA	92.00 aA	
0.05	38.00 bC	92.00 aA	96.67 aA	90.67 aA	56.00 bB	93.33 aA	91.33 aA	
0.10	35.33 bcB	90.67 aA	91.33 aA	72.00 bA	27.33 cB	80.00 bA	85.33 aA	
0.15	29.33 cC	76.67 bA	52.67 bB	61.33 bAB	6.67 dD	32.67 cC	52.67 bB	
0.20	16.67 dCD	59.33 cA	32.00 cC	43.33 cAB	4.00 dD	17.33 dCD	22.00 cCD	
0.25	10.67 deA	6.67 dA	16.67 dA	17.33 dA	7.33 dA	16.67 deA	20.00 cdA	
0.30	14.00 dA	2.67 dC	12.00 dA	10.67 dAB	4.67 dBC	10.00 efAB	11.33 cdAB	
0.35	7.33 eAB	2.00 dC	7.33 dB	7.33 dAB	3.33 dBC	8.67 fA	8.00 dA	

注:同列数据后标不同大写字母表示差异显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$);同行数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)。下表同。

Note:The data marked out with different capital letters indicated that significant differences ($P<0.05$) or very significant ($P<0.01$), peer-data standard lowercase letters indicated that significant differences ($P<0.05$) or very significant ($P<0.01$). The following tables are the same.

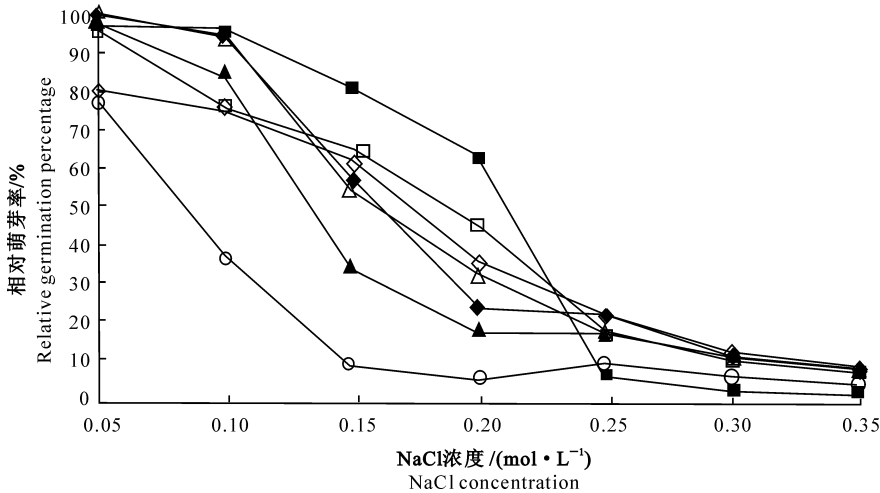


图 1 盐胁迫对不同品种草木樨种子相对萌芽率的影响

—◇—. 黑龙江草木樨; —■—. 白花草木樨; —△—. 宁夏草木樨; —□—. 赤峰草木樨; —○—. 伊盟准格尔草木樨;
—▲—. 呼和浩特草木樨; —◆—. 和林格尔草木樨

Fig. 1 Effect of salt stress on the relative germination percentage of different *Melilotus* varieties
—◇—. Heilongjiang *Melilotus*; —■—. Whiteflowers *Melilotus*; —△—. Ningxia *Melilotus*; —□—. Chifeng *Melilotu*;
—○—. Yimengzhungeer *Melilotus*; —▲—. Huhehaote *Melilotus*; —◆—. Helingeer *Melilotus*

2.2 盐胁迫对不同品种草木樨种子发芽势的影响

发芽势是表示种子发芽快慢和发芽整齐度的指标,以发芽达到高峰期时的种子数来统计。本试验各品种草木樨种子在培养第 3 天时种子发芽数达到高峰期。

表 2 表明,各品种草木樨种子发芽势总体上随 NaCl 浓度的升高而下降,7 个品种之间存在显著差异。在 NaCl 浓度为 0.05~0.10 mol/L 时,白花草木樨的发芽势最高,其次是宁夏、呼和浩特、和林格尔、赤峰草木樨,再次是黑龙江和伊盟准格尔草木

樨;NaCl 浓度为 0.15 mol/L 时,仍是白花草木樨的发芽势最高,但和林格尔草木樨的发芽势明显高于其他品种;NaCl 浓度为 0.20 mol/L 时,和林格尔草木樨发芽势大幅度下降,明显低于白花、宁夏、赤峰草木樨;NaCl 浓度为 0.25~0.35 mol/L 时,和林格尔草木樨在 0.25 和 0.35 mol/L NaCl 胁迫下的发芽势均最高,白花草木樨发芽势下降至最低,其他品种的发芽势相差不大。总体来看,白花、和林格尔草木樨的发芽势较高,赤峰、宁夏草木樨次之,呼和浩特草木樨较低,黑龙江、伊盟准格尔草木樨的发芽势最低。

表 2 盐胁迫对不同品种草木樨发芽势的影响

Table 2 Effect of salt stress on seed potentiality of different <i>Melilotus</i> varieties							%
NaCl/ (mol · L ⁻¹)	黑龙江草木樨 Heilongjiang <i>Melilotus</i>	白花草木樨 Whiteflowers <i>Melilotus</i>	宁夏草木樨 Ningxia <i>Melilotus</i>	赤峰草木樨 Chifeng <i>Melilotu</i>	伊盟准格尔草木樨 Yimengzhun geer <i>Melilotus</i>	呼和浩特草木樨 Huhehaote <i>Melilotus</i>	和林格尔草木樨 Helingeer <i>Melilotus</i>
0	44.67 aB	94.00 aA	93.33 aA	92.67 aA	44.00 aB	94.67 aA	90.00 aA
0.05	33.33 bB	92.00 aA	91.33 aA	80.67 a A	18.67 bC	89.33 aA	88.67 aA
0.10	26.00 cC	90.67 aA	78.00 bAB	62.67 bB	10.00 cC	73.33 bAB	77.33 aAB
0.15	21.33 dC	67.33 bA	28.67 cBC	41.33 cAB	6.00 cdC	27.33 cBC	50.00 bAB
0.20	12.00 eD	54.00 cB	18.00 dCD	25.33 cdDE	2.67 dC	13.33 dDE	12.00 cC
0.25	9.33 eABC	2.00 dC	12.00 deAB	11.33 dAB	6.00 cdBC	14.67 dA	15.33 cA
0.30	8.67 eA	0.67 dB	10.67 deA	8.67 deA	4.67 cdAB	8.00 deA	8.67 cA
0.35	8.00 eBC	0.00 dA	8.00 eB	8.00 eB	6.00 cdC	4.00 eBC	12.00 cBC

2.3 盐胁迫对不同品种草木樨种子发芽指数的影响

发芽指数可反映发芽速度和田间出苗的一致性,也可反映植物芽期耐盐性的强弱^[13],发芽指数越大,表明植物的耐盐性越强,反之耐盐性越差。

由表 3 可以看出,在 NaCl 浓度≤0.20 mol/L 时,白花草木樨发芽指数明显大于其他品种,黑龙江

和伊盟准格尔草木樨的发芽指数较小,其他品种发芽指数介于上述两者之间;在 NaCl 浓度≥0.25 mol/L 时,7 个草木樨品种的发芽指数均大幅度下降,品种间无显著差异。由发芽指数确定的各品种的耐盐性顺序与由发芽势确定的耐盐性顺序相同。

表 3 盐胁迫对不同品种草木樨种子发芽指数的影响

Table 3 Effect of salt stress on germination index of different <i>Melilotus</i> varieties							
NaCl (mol · L ⁻¹)	黑龙江草木樨 Heilongjiang <i>Melilotus</i>	白花草木樨 Whiteflowers <i>Melilotus</i>	宁夏草木樨 Ningxia <i>Melilotus</i>	赤峰草木樨 Chifeng <i>Melilotu</i>	伊盟准格尔草木樨 Yimengzhun geer <i>Melilotus</i>	呼和浩特草木樨 Huhehaote <i>Melilotus</i>	和林格尔草木樨 Helingeer <i>Melilotus</i>
0	40.18 aD	94.30 aA	84.05 aABC	73.56 aBC	31.18 aD	86.54 aAB	70.20 aC
0.05	29.77 bC	92.87 abA	73.39 bB	62.34 aB	19.54 bC	71.55 bB	65.91 aB
0.10	24.03 cC	84.84 bA	60.22 cB	44.31 bB	12.40 cC	49.97 cB	52.17 bB
0.15	18.15 dC	57.42 cA	22.38 dC	32.10 bcB	6.25 deD	16.07 dC	24.35 cBC
0.20	12.08 eBC	36.18 dA	14.53 eB	17.55 cdB	3.34 efC	10.79 deBC	12.70 dBC
0.25	9.45 efA	1.83 eB	11.25 efA	9.95 dA	6.82 dAB	13.19 dA	12.05 dA
0.30	7.34 fgAB	0.71 eC	9.48 efA	7.01 dAB	2.66 fBC	6.42 efAB	6.91 dAB
0.35	5.58 gC	0.50 eG	6.63 fB	5.33 dD	1.30 fF	3.60 fE	6.70 dA

2.4 盐胁迫对不同品种草木樨胚芽长度的影响

由图 2 和表 4 可看出,草木樨种子萌发过程中,低浓度盐胁迫对胚芽长度影响较小,高浓度影响相对较大;NaCl 浓度为 0.05 mol/L 时,除黑龙江、伊盟准格尔草木樨的胚芽长度低于对照、白花草木樨与对照基本相同外,其他 4 个品种胚芽长度均较对

照大,且达到最大值;NaCl 浓度为 0.10 mol/L 时,各品种草木樨的胚芽长度均稍有下降,但和林格尔、呼和浩特草木樨的芽长仍高于对照,说明低浓度盐能够促进草木樨胚芽生长;随盐浓度的继续升高,各品种草木樨胚芽长度呈明显降低趋势,NaCl 浓度≥0.25 mol/L 时,胚芽生长基本被抑制。

表 4 盐胁迫对不同品种草木樨胚芽长度的影响

Table 4 Effect of salt stress on sprouts length of different <i>Melilotus</i> varieties							cm
NaCl/ (mol · L ⁻¹)	黑龙江草木樨 Heilongjiang <i>Melilotus</i>	白花草木樨 Whiteflowers <i>Melilotus</i>	宁夏草木樨 Ningxia <i>Melilotus</i>	赤峰草木樨 Chifeng <i>Melilotu</i>	伊盟准格尔草木樨 Yimengzhun geer <i>Melilotus</i>	呼和浩特草木樨 Huhehaote <i>Melilotus</i>	和林格尔草木樨 Helingeer <i>Melilotus</i>
0	4.42 aC	7.73 aA	6.68 aAB	6.10 aB	2.05 aD	4.55 aC	3.47 bC
0.05	3.30 bCD	7.56 aA	6.77 aAB	6.37 aAB	1.80 aD	5.07 aBC	5.83 aAB
0.10	3.25 bC	6.32 bA	6.39 bA	6.02 aAB	1.11 bD	4.87 aB	4.94 aB
0.15	2.12 cBC	3.08 cAB	3.39 cAB	4.64 bA	0.30 cC	1.52 bBC	1.93 cBC
0.20	0.60 dB	1.65 dA	1.90 dA	2.08 cA	0.20 cB	0.37 cB	0.32 dB
0.25	0.25 dBCD	0.90 eA	0.53 eABC	0.60 dAB	0.10 cD	0.12 cCD	0.18 dBCD
0.30	0.10 dE	0.43 eA	0.33 eB	0.25 dC	0.10 cE	0.10 cE	0.16 dD
0.35	0.10 dB	0.10 eB	0.10 eB	0.10 dB	0.10 cB	0.10 cB	0.15 dA

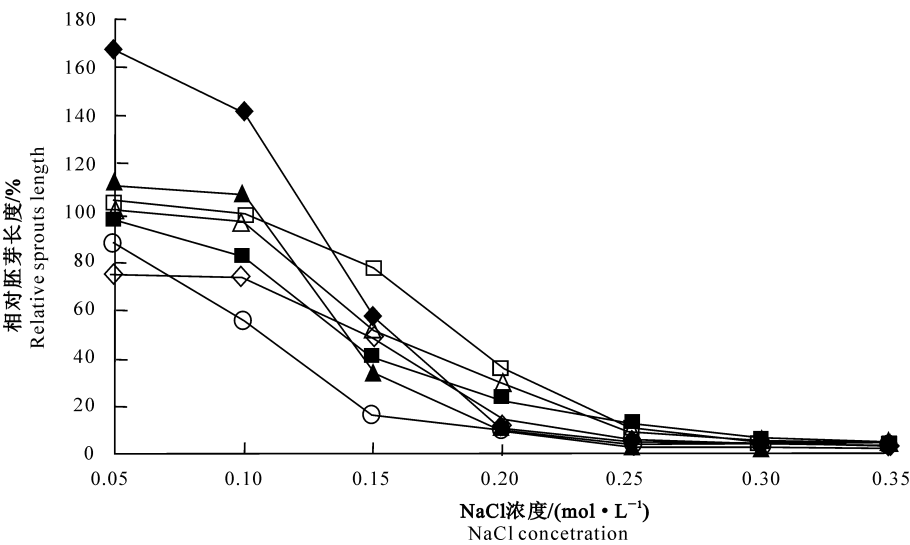


图 2 盐胁迫对不同品种草木樨种子相对胚芽长度的影响

—◇—, 黑龙江草木樨; —■—, 白花草木樨; —△—, 宁夏草木樨; —□—, 赤峰草木樨; —○—, 伊盟准格尔草木樨;
—▲—, 呼和浩特草木樨; —◆—, 和林格尔草木樨

Fig. 2 Effect of salt stress on the relative sprouts length of different *Melilotus* varieties

—◇—, Heilongjiang *Melilotus*; —■—, Whiteflowers *Melilotus*; —△—, Ningxia *Melilotus*; —□—, Chifeng *Melilotu*;
—○—, Yimengzhungeer *Melilotus*; —▲—, Huhehaote *Melilotus*; —◆—, Helingeer *Melilotus*

由表 4 和图 2 可看出,草木樨品种间胚芽长度存在显著或极显著差异;低浓度盐(0.05~0.10 mol/L)对草木樨胚芽长度的抑制作用较小,甚至对有些品种还有明显的促进作用;随着盐浓度的升高(0.20~0.35 mol/L),草木樨胚芽明显缩短,表现出盐分对胚芽生长的抑制作用。根据草木樨胚芽长度可知:和林格尔草木樨耐盐性较高,呼和浩特、赤峰、宁夏、白花草木樨次之,黑龙江草木樨较低,伊盟准

格尔草木樨最低。

2.5 盐胁迫对不同品种草木樨种子耐盐指数的影响

耐盐指数可以较客观地反映植物的耐盐能力。由表 5 可以看出,7 个品种草木樨的耐盐性排序为:白花草木樨>和林格尔草木樨>赤峰草木樨>宁夏草木樨>呼和浩特草木樨>黑龙江草木樨>伊盟准格尔草木樨。

表 5 盐胁迫对不同品种草木樨种子耐盐指数的影响

品种 Varieties	黑龙江草木樨 Heilongjiang <i>Melilotus</i>	白花草木樨 Whiteflowers <i>Melilotus</i>	宁夏草木樨 Ningxia <i>Melilotus</i>	赤峰草木樨 Chifeng <i>Melilotu</i>	伊盟准格尔草木樨 Yimengzhungeer <i>Melilotus</i>	呼和浩特草木樨 Huhehaote <i>Melilotus</i>	和林格尔草木樨 Helingeer <i>Melilotus</i>
耐盐指数 Salt tolerance	23.22	36.70	33.07	33.12	14.17	29.98	35.35

3 结论与讨论

本研究结果表明,低浓度 NaCl 对 7 个草木樨品种种子萌发的抑制作用不明显,说明种子对低浓度盐有一定的适应性,这种现象可能与低浓度盐促进细胞膜的调节有关^[14]。但随着盐浓度的增大,种子的发芽率、发芽势和发芽指数明显降低,高浓度盐可显著抑制种子萌发,这种现象可能与高浓度盐离子的毒害作用有关,也可能与细胞膜在受到盐胁迫后,其正常的生理功能发生了改变相关^[15-16]。

在 0.05~0.20 mol/L NaCl 浓度下,白花草木樨的发芽势和发芽指数均最高,但其发芽率、胚芽长

度并不总是最高;伊盟准格尔草木樨的发芽势和发芽指数最低,但其发芽率并不总是最低;赤峰、宁夏和和林格尔草木樨的发芽势和发芽指数高于呼和浩特草木樨。在 0.25 mol/L 以上 NaCl 作用下,7 个草木樨品种间在上述 4 个指标上差异不显著。如果以此来鉴定草木樨种子的耐盐性,可设盐浓度临界值为 0.20 mol/L。

从各草木樨品种的相对发芽率、发芽势、发芽指数、相对胚芽长度和耐盐指数综合来看,白花草木樨和和林格尔草木樨的各项指标位居前 2 位,明显高于其他品种,因而这 2 个品种的耐盐能力最高,耐盐性最强;其次为和林格尔草木樨,其对低浓度盐分有

一定适应性,胚芽长度在低浓度(0.05~0.10 mol/L)NaCl 作用下甚至超过对照,说明其耐盐性较强;宁夏草木樨和赤峰草木樨的 4 项指标基本排在第 3 或第 4 位,可归于同一级别,耐盐性中等;呼和浩特草木樨的发芽势、发芽指数和发芽率均明显受到盐分的抑制,耐盐能力较弱;黑龙江、伊盟准格尔草木樨对盐胁迫的适应性最差,各项指标均在后两位,耐盐性最弱。

本试验在 NaCl 溶液胁迫下,7 种草木樨种子的发芽能力均受到不同程度的抑制,随着盐浓度的增加,抑制作用也逐渐加剧。各品种草木樨种子的发芽率、发芽势、发芽指数和胚芽长度均有显著或极显著差异,说明不同品种草木樨对盐分的适应性存在差异。本研究表明,草木樨具有较高的耐盐性,这与前人的研究结果^[17]相一致。本试验仅探讨了一种盐分对不同草木樨品种发芽的影响,但实际盐土常含多种盐分,关于草木樨在实际土壤盐分胁迫下的耐盐性状况,尚需进一步试验探究。

〔参考文献〕

- [1] Epstein E. Better crops for food [M]. London: Pit man, 1983: 61.
- [2] 张建锋,张旭东. 世界盐碱地资源及其改良利用的基本措施 [J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 28-30.
Zhang X F, Zhang X D. World resources of saline soil and main amelioration measures [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2005, 12(6): 28-30. (in Chinese)
- [3] 武庆树,郭云峰. 天津市盐碱地改良思路 [J]. 农业环境与发展, 2004, 21(2): 32-33.
Wu Q S, Guo Y F. Tianjin saline soil improvement ideas [J]. Agro-environment and Development, 2004, 21(2): 32-33. (in Chinese)
- [4] 谢承陶. 盐渍土改良原理与作物抗性 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1993: 184-185.
Xie C T. Saline soil improvement principle and crop resistance [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1993: 184-185. (in Chinese)
- [5] 刘家宜. 天津植物志 [M]. 天津: 天津科技出版社, 2004: 53.
Liu J Y. Tianjin flora [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Press, 2004: 53. (in Chinese)
- [6] 何冬梅. 白花草木樨的栽培技术 [M]. 呼和浩特: 内蒙古畜牧业杂志社, 2004: 76.
He D M. White flowers *Melilotus* cultivation technology [M]. Huhehaote: Inner Mongolia livestock magazine, 2004: 76. (in Chinese)
- [7] 马 丽. 浅谈草木樨的综合利用 [J]. 新疆畜牧业, 2005(4): 56-57.
Ma L. Comprehensive utilization of *Melilotus* [J]. Xinjiang Husbandry, 2005(4): 56-57. (in Chinese)
- [8] 周旺才,陈寅初,孙 伟,等. 草木樨生长特性及栽培技术 [J]. 新疆农垦科技, 2004(3): 13-14.
Zhou W C, Chen Y C, Sun W, et al. *Melilotus* growth characteristics and cultivation technology [J]. Xinjiang Farmland Reclamation Science & Technology, 2004(3): 13-14. (in Chinese)
- [9] 薛瑞忠,白月善,段海燕,等. 草木樨的栽培及利用技术 [J]. 内蒙古农业科技, 2004(增刊 2): 111.
Xue R Z, Bai Y S, Duan H Y, et al. *Melilotus* cultivation and utilization of technology [J]. Inner Mongolia Agricultural Science And Technology, 2004(Suppl 2): 111. (in Chinese)
- [10] 黄俊轩,田瑞娟,李双跃,等. 盐胁迫下苜蓿品种的生理特性变化 [J]. 北方园艺, 2007(6): 143-146.
Huang J X, Tian R J, Li S Y, et al. The physiological change of variety *Alfa* under saltstressing [J]. Northern Horticulture, 2007(6): 143-146. (in Chinese)
- [11] 汤 洁,李月芬,林年丰,等. 应用生物技术改良退化土壤的效果 [J]. 生态环境, 2004, 13(1): 51-53, 60.
Tang J, Li Y F, Lin N F, et al. Effects of biotechnology on improving the degraded soil [J]. Ecology and Environment, 2004, 13(1): 51-53, 60. (in Chinese)
- [12] 张建锋,李秀芬,宋玉民,等. 盐分胁迫对林木种子发芽率的影响研究 [J]. 中国生态农业报, 2004, 12(3): 27-28.
Zhang J F, Li X F, Song Y M, et al. Effect of salinity stress oil the germination rate of tree seed [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2004, 12(3): 27-28. (in Chinese)
- [13] 张瑞富,王 云,乔宏伟,等. 盐胁迫对不同品种小麦发芽的影响 [J]. 内蒙古民族大学学报: 自然科学版, 2007, 22(3): 297-301.
Zhang R F, Wang Y, Qiao H W, et al. Effect of salt stress on germination of different wheat varieties [J]. Journal of Inner Mongolia University for Nationalitie: Natural Science Edition, 2007, 22(3): 297-301. (in Chinese)
- [14] 高 英,同延安,赵 营,等. 盐胁迫对玉米发芽和苗期生长的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2007(2): 30-34.
Gao Y, Tong Y A, Zhao Y, et al. Effect of salt stress on seed germination and seedlings growth of corn [J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2007(2): 30-34. (in Chinese)
- [15] 时丽冉. 混合盐碱胁迫对玉米种子萌发的影响 [J]. 衡水学院学报, 2007, 9(1): 13-15.
Shi L R. Effects of complex saline-alkali stress on the seed germination of *Zea mays* L [J]. Journal of Hengshui University, 2007, 9(1): 13-15. (in Chinese)
- [16] Inze D, Montaga M V. Oxidative stress in plants [J]. Current Opinion in Biotechnology, 1995, 6: 153-158.
- [17] 沈田英,赵永卫,穆 晨,等. 草木樨、饲用大麦、小麦、红花、油菜田间耐盐性探讨 [J]. 草食家畜, 2002(2): 47-49.
Shen T Y, Zhao Y W, Mu C, et al. Probe into the streetclover, forage-barley, changdong No. 3 of wheat, safflower, oil-sunflower of fled saline patience [J]. Grass-Feeding Livestock, 2002(2): 47-49. (in Chinese)