

盐胁迫对不同品种苜蓿种子发芽性状的影响

王健胜¹, 牛磊², 侯桂玲¹, 佟伟霜¹, 解永凤³, 刘沛松¹, 文桢中¹

(1. 平顶山学院, 河南 平顶山 467000; 2. 河南城建学院 测绘工程学院, 河南 平顶山 467036;

3. 中国农业科学院 草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 为了有效开展苜蓿品种耐盐性评价及耐盐材料筛选, 以 5 个国外苜蓿品种和 4 个国内苜蓿品种为材料, 采用不同质量浓度 NaCl 处理(2、4、6、8、10 g/L), 探讨了盐胁迫对苜蓿种子主要发芽性状(发芽率、苗长、根长、苗质量、根质量)的影响。结果表明, 盐胁迫对苜蓿种子发芽性状均有较大影响, 随着 NaCl 质量浓度的提高, 苜蓿种子发芽率降低, 苗长和根长明显缩短, 苗质量和根质量逐步下降, 而且, 高质量浓度盐胁迫对苜蓿种子发芽性状的影响尤为显著。不同苜蓿品种对盐胁迫的响应差异较大, 对 9 个苜蓿品种种子 5 个发芽性状耐盐性的综合分析表明, 三得利的种子耐盐性最强, 而伊犁苜蓿的耐盐性最弱。

关键词: 苜蓿品种; 盐胁迫; 发芽性状; 耐盐性

中图分类号: S551⁺.7 Q945.34 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)06-0039-05

Effects of Salt Stress on Seed Germination Traits of Different Alfalfa Varieties

WANG Jian-sheng¹, NIU Lei², HOU Gui-ling¹, TONG Wei-shuang¹,

XIE Yong-feng³, LIU Pei-song¹, WEN Zhen-zhong¹

(1. Pingdingshan University, Pingdingshan 467000, China;

2. School of Surveying Engineering, Henan University of Urban Construction, Pingdingshan 467036, China;

3. Grassland Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China)

Abstract: In order to carry out the salt tolerance evaluation of alfalfa varieties and select the salt-tolerant alfalfa varieties, the effect of different concentrations of NaCl(2, 4, 6, 8, 10 g/L) on the main seed germination traits including germination rate, seedling length, root length, seedling weight and root weight was studied for five foreign alfalfa varieties and four internal alfalfa varieties. Results showed that the main seed germination traits were greatly affected by NaCl stress. With the increase of NaCl concentration, the seed germination rate decreased significantly, the seedling length and root length shortened greatly, and the seedling weight and root weight also reduced gradually. The influence of high concentration of NaCl on seed germination traits was particularly noticeable. There was great difference among the alfalfa varieties in the response to NaCl stress. The comprehensive analysis of five seed germination traits was also carried out for nine alfalfa varieties, and the result showed that Sandeli had the strongest salt tolerance, while Yili alfalfa had the weakest salt tolerance.

Key words: alfalfa varieties; salt stress; seed germination traits; salt tolerance

收稿日期: 2014-01-14

基金项目: 国家林业局林业行业公益性科研专项(201004044); 平顶山学院高层次人才科研启动项目(2011008/G); 河南省教育厅自然科学研究计划(12B180025)

作者简介: 王健胜(1978-), 男, 陕西礼泉人, 讲师, 博士, 主要从事植物遗传育种及生态修复方面的研究。

E-mail: wjsheng1998@163.com

生态环境的不断恶化使土壤盐碱化日趋加重。我国是一个土壤盐碱化比较严重的国家,目前约有盐碱地 667 万 hm^2 。为了加快土壤盐碱化地区农业生产的有效发展,除了开展盐碱化土壤的治理之外,选育并种植耐盐碱植物品种也是一条重要途径。苜蓿是重要的优良栽培牧草^[1],具有叶片排盐功能,在豆科中的耐盐性较强^[2]。苜蓿种植于盐碱地,其生长发育的各个阶段都会受到盐胁迫的影响,其中种子萌发阶段对盐胁迫最为敏感,再加上地表土壤盐度较地表下土壤高 2~10 倍,因而盐碱地苜蓿种子萌发面临的盐胁迫远大于其他生长发育阶段^[3]。因此,开展苜蓿品种种子发芽期耐盐性评价对耐盐性苜蓿材料的选择和培育至关重要。

关于苜蓿耐盐性前人已开展了较多研究。王瑞峰等^[4]对苜蓿种子萌发期耐盐性鉴定的标准进行了探讨,通过对 11 个苜蓿审定品种发芽期主要指标的差异分析,认为 12.5 g/L 可作为苜蓿种子萌发期耐盐性鉴定的最佳 NaCl 质量浓度。梁云媚等^[5]分析了不同盐分胁迫对苜蓿种子萌发的影响,结果表明,低盐浓度对苜蓿种子萌发有一定的促进作用,而高盐浓度一般会导致苜蓿种子萌发率降低。韩清芳等^[6]通过对苜蓿种子萌发期 4 个耐盐鉴定指标的分析,比较了不同苜蓿品种耐盐性的差异,结果显示,超级 13R 和中苜 1 号种子耐盐性最强,而全能+Z 和牧歌 401+Z 最弱;7 g/L 或 10 g/L NaCl 溶液是进行苜蓿种子耐盐性鉴定的合理质量浓度。此外,其他学者^[7-13]针对苜蓿耐盐性也进行了较多探讨。虽然苜蓿耐盐性研究已经取得了一定的进展,但由于以往研究采用的耐盐性鉴定指标相对较少,且不同研究所采用的苜蓿材料存在差异,故已有结果在新苜蓿种质资源耐盐性鉴定方面应用价值有限。鉴于此,比较了不同质量浓度盐胁迫下 5 个国外最新苜蓿品种及 4 个国内苜蓿品种种子的主要发芽性状(发芽率、苗长、根长、苗质量、根质量),旨在为苜蓿资源耐盐性的准确评价及高耐盐苜蓿品种筛选提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

5 个国外引进苜蓿品种(三得利、42IQ、游客、赛迪 7、5S43),均来源于百绿国际草业有限公司;4 个国内育成苜蓿品种(公农 1 号、公农 2 号、伊犁苜蓿、猎人河苜蓿),均由中国农业科学院草原研究所提供。

1.2 试验方法

选用 NaCl 溶液作为种子发芽的培养液,配制

2、4、6、8、10 g/L 的 NaCl 溶液,以蒸馏水为对照。根据《牧草种子检验规程》^[14]进行苜蓿种子发芽试验,发芽床采用滤纸法。每个苜蓿品种重复 3 次,每重复用 100 粒种子。在直径为 100 mm 的培养皿内铺设 2 层滤纸,将种子置于滤纸上,培养皿放置在 25℃ 恒温培养箱内进行暗培养,每 24 h 补充适当水分。正常发芽种子为具有正常幼根且至少有 1 片子叶或 2 片子叶保留 2/3 以上(不包括 2/3)的种子。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 发芽率 培养 7 d 后统计发芽率,其计算公式为:发芽率 = 正常发芽种子数/供试种子数 \times 100%。

1.3.2 苗长和根长 培养第 9 天测定苗高和根长,每重复随机选取 10 株苗,用直尺测定每株的苗高和根长,并以平均值表示。

1.3.3 苗质量和根质量 培养第 9 天测定苗质量和根质量,每重复随机选取 10 株苗,用十万分之一天平分别准确测定 10 株苗的苗质量和根质量,并以平均值表示。

1.3.4 耐盐系数 单项指标耐盐系数计算公式为:耐盐系数 = 不同质量浓度 NaCl 胁迫下平均测定值/对照测定值。

1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 进行数据分析,并参考王瑞峰等^[4]方法进行聚类分析和作图。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对苜蓿种子发芽率的影响

从表 1 可以看出,随着 NaCl 质量浓度的提高,苜蓿品种种子发芽率总体呈下降趋势。除伊犁苜蓿外,其他苜蓿品种发芽率均在 10 g/L NaCl 处理下最低。42IQ、游客、赛迪 7 和 5S43 的种子发芽率均以蒸馏水对照处理最高,盐胁迫导致其种子发芽率出现不同程度的降低。对三得利、公农 1 号、公农 2 号、猎人河苜蓿、伊犁苜蓿而言,低质量浓度盐胁迫有利于提高其种子发芽率,这些品种的发芽率在某一特定低质量浓度盐胁迫下均高于对照,三得利、公农 2 号、猎人河苜蓿和伊犁苜蓿的发芽率均以 2 g/L NaCl 处理下最高,而公农 1 号的发芽率在 4 g/L NaCl 处理下最高。比较不同品种蒸馏水处理下的发芽率与盐胁迫下平均发芽率可以得出,公农 2 号受盐胁迫的影响程度最大,猎人河苜蓿受盐胁迫的影响程度最小。此外,随着 NaCl 质量浓度的升高,品种间发芽率的变异系数总体表现为增加。

可见,不同苜蓿品种的发芽率在低质量浓度盐胁迫下差异较小,高质量浓度盐胁迫下差异较大。

表 1 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的发芽率 %

| 品种 | 蒸馏水 (CK) | NaCl 质量浓度/(g/L) | | | | | 平均 |
|--------|-------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| 三得利 | 70.00 | 90.00 | 85.00 | 82.00 | 80.00 | 53.00 | 78.00 |
| 42IQ | 92.00 | 85.00 | 86.00 | 80.00 | 62.00 | 55.00 | 73.60 |
| 游客 | 93.00 | 89.00 | 74.00 | 81.00 | 68.00 | 47.00 | 71.80 |
| 赛迪 7 | 98.00 | 90.00 | 96.00 | 96.00 | 84.00 | 80.00 | 89.20 |
| 5S43 | 96.00 | 90.00 | 95.00 | 89.00 | 85.00 | 46.00 | 81.00 |
| 公农 1 号 | 84.00 | 90.00 | 92.00 | 78.00 | 68.00 | 34.00 | 72.40 |
| 公农 2 号 | 96.00 | 98.00 | 90.00 | 88.00 | 78.00 | 12.00 | 73.20 |
| 猎人河苜蓿 | 78.00 | 86.00 | 72.00 | 70.00 | 66.00 | 66.00 | 72.00 |
| 伊犁苜蓿 | 76.00 | 84.00 | 82.00 | 44.00 | 24.00 | 50.00 | 56.80 |
| 均值 | 87.00 | 89.11 | 85.78 | 78.67 | 68.33 | 49.22 | |
| 变异系数/% | 11.81 | 4.61 | 10.01 | 19.01 | 27.20 | 38.74 | |

2.2 盐胁迫对苜蓿苗长和根长的影响

从表 2 可以看出,在蒸馏水处理下,9 个苜蓿品种苗长平均达到了 29.98 mm,随着 NaCl 质量浓度的提高,苜蓿品种苗长总体表现为降低趋势,其在 8 g/L NaCl 胁迫下苗长最短(16.50 mm)。9 个苜蓿品种苗长在低质量浓度盐胁迫下变异较小,随着盐胁迫质量浓度的提高,变化幅度增大。另外,不同苜蓿品种苗长受盐胁迫的影响差异较大,公农 2 号苗长受盐胁迫的影响最大,其蒸馏水处理下的苗长与盐胁迫处理下的平均苗长相差 12.62 mm,而赛迪 7 仅相差 3.93 mm,其苗长受盐胁迫的影响最小。

表 2 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的苗长 mm

| 品种 | 蒸馏水 (CK) | NaCl 质量浓度/(g/L) | | | | | 平均 |
|--------|-------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| 三得利 | 33.00 | 22.80 | 26.40 | 21.20 | 29.00 | 18.80 | 23.64 |
| 42IQ | 31.80 | 27.80 | 27.80 | 20.80 | 15.33 | 17.33 | 21.81 |
| 游客 | 35.00 | 28.60 | 24.40 | 27.00 | 20.20 | 17.00 | 23.44 |
| 赛迪 7 | 29.60 | 31.40 | 27.40 | 22.20 | 11.75 | 35.60 | 25.67 |
| 5S43 | 30.20 | 24.00 | 26.40 | 23.40 | 18.20 | 29.20 | 24.24 |
| 公农 1 号 | 27.20 | 29.40 | 26.00 | 19.00 | 11.80 | 8.50 | 18.94 |
| 公农 2 号 | 28.60 | 24.00 | 24.40 | 12.50 | 10.00 | 9.00 | 15.98 |
| 猎人河苜蓿 | 30.00 | 24.40 | 28.00 | 14.80 | 18.20 | 20.00 | 21.08 |
| 伊犁苜蓿 | 24.40 | 26.20 | 24.80 | 16.20 | 14.00 | 11.40 | 18.52 |
| 均值 | 29.98 | 26.51 | 26.18 | 19.68 | 16.50 | 18.54 | |
| 变异系数/% | 10.46 | 11.09 | 5.37 | 23.10 | 35.23 | 48.76 | |

与苗长相比,苜蓿品种根长受盐胁迫的影响较大。随着盐胁迫质量浓度的提高,根长逐步降低,其降低幅度明显大于苗长。同时,苜蓿的实际根长均值均略小于其苗长。不同质量浓度盐胁迫下根长的变异系数明显大于其苗长的变异系数。与苗长不同,猎人河苜蓿和公农 2 号根长受盐胁迫的影响最大,而 5S43 受盐胁迫影响最小,3 个品

种盐胁迫下苗长平均值较蒸馏水处理下分别下降 20.60、19.80、1.36 mm。

表 3 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的根长 mm

| 品种 | 蒸馏水 (CK) | NaCl 质量浓度/(g/L) | | | | | 平均 |
|--------|-------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| 三得利 | 21.00 | 21.80 | 21.40 | 15.80 | 26.20 | 12.20 | 19.48 |
| 42IQ | 31.20 | 30.40 | 23.00 | 16.00 | 9.33 | 12.00 | 18.15 |
| 游客 | 28.80 | 24.20 | 25.40 | 18.00 | 17.20 | 16.20 | 20.20 |
| 赛迪 7 | 30.20 | 33.40 | 22.20 | 16.60 | 9.00 | 27.20 | 21.68 |
| 5S43 | 19.60 | 15.80 | 25.00 | 20.60 | 15.80 | 14.00 | 18.24 |
| 公农 1 号 | 32.20 | 27.20 | 26.60 | 14.20 | 8.80 | 6.52 | 16.66 |
| 公农 2 号 | 30.60 | 16.20 | 18.80 | 8.50 | 6.50 | 4.00 | 10.80 |
| 猎人河苜蓿 | 41.20 | 27.20 | 33.20 | 13.40 | 13.80 | 15.40 | 20.60 |
| 伊犁苜蓿 | 28.80 | 29.60 | 25.80 | 14.80 | 8.50 | 7.80 | 17.30 |
| 均值 | 29.29 | 25.09 | 24.60 | 15.32 | 12.79 | 12.81 | |
| 变异系数/% | 21.58 | 24.55 | 16.54 | 21.78 | 48.63 | 53.08 | |

2.3 盐胁迫对苜蓿苗质量和根质量的影响

从表 4 可以看出,随着 NaCl 质量浓度的提高,9 个苜蓿品种平均苗质量逐渐降低,其从蒸馏水处理下的 0.0148 g 下降为 10 g/L NaCl 下的 0.0091 g,且高质量浓度 NaCl 下苗质量的下降幅度明显大于低质量浓度 NaCl,可见高质量浓度 NaCl 对苜蓿种子苗质量的影响更明显。高质量浓度盐胁迫下,不同品种间苗质量变化更大,9 个苜蓿品种苗质量的变异系数在 8、10 g/L NaCl 下均达到了 0.39,明显大于其他质量浓度盐胁迫。游客和公农 1 号苗质量受盐胁迫的影响较大,盐胁迫下苗质量平均值较蒸馏水处理下分别降低了 0.0059、0.0057 g,伊犁苜蓿苗质量受盐胁迫的影响最小,仅增加 0.0010 g。

表 4 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的苗质量 g

| 品种 | 蒸馏水 (CK) | NaCl 质量浓度/(g/L) | | | | | 平均 |
|--------|-------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| 三得利 | 0.0162 | 0.0128 | 0.0138 | 0.0098 | 0.0188 | 0.0084 | 0.0127 |
| 42IQ | 0.0129 | 0.0143 | 0.0128 | 0.0113 | 0.0070 | 0.0065 | 0.0104 |
| 游客 | 0.0188 | 0.0156 | 0.0124 | 0.0138 | 0.0119 | 0.0110 | 0.0129 |
| 赛迪 7 | 0.0148 | 0.0158 | 0.0134 | 0.0110 | 0.0060 | 0.0141 | 0.0121 |
| 5S43 | 0.0170 | 0.0140 | 0.0156 | 0.0137 | 0.0108 | 0.0120 | 0.0132 |
| 公农 1 号 | 0.0179 | 0.0180 | 0.0148 | 0.0121 | 0.0084 | 0.0075 | 0.0122 |
| 公农 2 号 | 0.0108 | 0.0113 | 0.0134 | 0.0074 | 0.0060 | 0.0038 | 0.0084 |
| 猎人河苜蓿 | 0.0152 | 0.0148 | 0.0150 | 0.0105 | 0.0106 | 0.0128 | 0.0127 |
| 伊犁苜蓿 | 0.0093 | 0.0127 | 0.0117 | 0.0109 | 0.0105 | 0.0056 | 0.0103 |
| 均值 | 0.0148 | 0.0144 | 0.0136 | 0.0112 | 0.0100 | 0.0091 | |
| 变异系数/% | 21.74 | 13.86 | 9.40 | 17.58 | 39.66 | 39.11 | |

从表 5 可以看出,苜蓿种子根质量明显小于其苗质量,根质量均值的最大值只有 0.0062 g,远小于苗质量均值的最小值(0.0091 g),可见在苜蓿种子发芽阶段,种苗的发育显著优于种根的发育。根质量随着盐胁迫浓度的提高逐步降低。同时,不同

盐胁迫浓度下种子根质量变化也存在较大差异,其变异系数在 8 g/L NaCl 下最大,而在 4 g/L NaCl 下最小。从不同盐胁迫浓度下变异系数的均值来看,苜蓿根质量的变异系数略大于其苗质量。游客和公农 1 号的根质量受盐胁迫的影响最大,盐胁迫下根质量平均值较蒸馏水处理下根质量分别降低了 0.002 7、0.002 3 g,三得利根质量受盐胁迫的影响最小,仅减少 0.000 4 g。

表 5 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的根质量 g

| 品种 | 蒸馏水 (CK) | NaCl 质量浓度/(g/L) | | | | | 平均 |
|--------|-------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| 三得利 | 0.005 0 | 0.004 4 | 0.004 8 | 0.004 4 | 0.005 8 | 0.003 8 | 0.004 6 |
| 42IQ | 0.005 8 | 0.007 1 | 0.003 5 | 0.003 9 | 0.003 3 | 0.004 2 | 0.004 4 |
| 游客 | 0.008 0 | 0.006 8 | 0.005 0 | 0.006 1 | 0.004 5 | 0.004 1 | 0.005 3 |
| 赛迪 7 | 0.005 0 | 0.004 6 | 0.006 0 | 0.003 4 | 0.004 0 | 0.004 6 | 0.004 5 |
| 5S43 | 0.006 6 | 0.005 8 | 0.005 5 | 0.006 4 | 0.004 9 | 0.004 3 | 0.005 4 |
| 公农 1 号 | 0.007 3 | 0.008 1 | 0.005 9 | 0.005 2 | 0.003 2 | 0.002 8 | 0.005 0 |
| 公农 2 号 | 0.004 5 | 0.004 6 | 0.005 9 | 0.002 7 | 0.001 7 | 0.002 5 | 0.003 5 |
| 猎人河苜蓿 | 0.007 8 | 0.007 2 | 0.007 2 | 0.005 1 | 0.005 6 | 0.006 4 | 0.006 3 |
| 伊犁苜蓿 | 0.006 0 | 0.007 0 | 0.005 9 | 0.004 3 | 0.001 0 | 0.002 0 | 0.004 0 |
| 均值 | 0.006 2 | 0.006 2 | 0.005 5 | 0.004 6 | 0.003 8 | 0.003 9 | |
| 变异系数/% | 20.59 | 22.12 | 18.51 | 26.30 | 43.73 | 34.07 | |

2.4 不同苜蓿品种的耐盐性综合评价

利用苜蓿不同发芽性状的耐盐系数可以较好地对不同苜蓿品种的耐盐性进行综合评价,一般来说,耐盐系数越高说明其耐盐性越好。从表 6 可以看出,不同苜蓿品种间各个发芽性状的耐盐系数存在较大差异。9 个苜蓿品种中以三得利的发芽率耐盐系数最高,伊犁苜蓿最低,表明三得利种子发芽率的耐盐性最好,而伊犁苜蓿则最差。种子苗长耐盐性以赛迪 7 为最好,而种子根长耐盐性以 5S43 最好,伊犁苜蓿和三得利分别在种子苗质量和根质量方面耐盐性表现最好。

表 6 NaCl 胁迫下不同苜蓿品种间主要发芽性状的耐盐系数

| 品种 | 发芽率 | 苗长 | 根长 | 苗质量 | 根质量 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 三得利 | 1.114 | 0.716 | 0.928 | 0.786 | 0.929 |
| 42IQ | 0.800 | 0.686 | 0.582 | 0.803 | 0.757 |
| 游客 | 0.772 | 0.670 | 0.701 | 0.690 | 0.663 |
| 赛迪 7 | 0.910 | 0.867 | 0.718 | 0.815 | 0.904 |
| 5S43 | 0.844 | 0.803 | 0.931 | 0.776 | 0.819 |
| 公农 1 号 | 0.862 | 0.696 | 0.518 | 0.679 | 0.686 |
| 公农 2 号 | 0.763 | 0.559 | 0.353 | 0.780 | 0.777 |
| 猎人河苜蓿 | 0.923 | 0.703 | 0.500 | 0.838 | 0.807 |
| 伊犁苜蓿 | 0.747 | 0.759 | 0.601 | 1.107 | 0.672 |

以 9 个苜蓿品种发芽性状耐盐系数为基础对不同苜蓿品种进行了聚类分析(图 1)。从图 1 可以看出,9 个苜蓿品种被划分为三大类,第一类是三得

利,其综合耐盐性最强;第二类包括的苜蓿品种数量最多,包括 42IQ、游客、赛迪 7、5S43、公农 1 号、公农 2 号和猎人河苜蓿,这些苜蓿品种耐盐性中等;第三类是伊犁苜蓿,其耐盐性最弱。

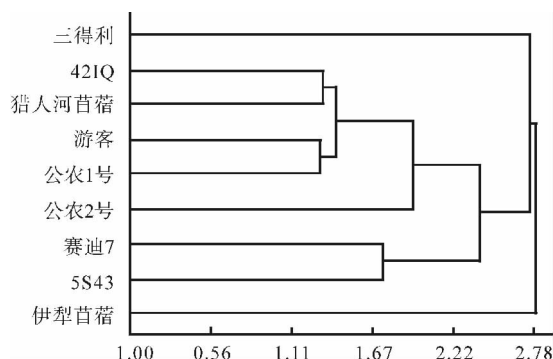


图 1 9 个苜蓿品种发芽性状耐盐系数的聚类分析

3 结论与讨论

苜蓿耐盐性鉴定是筛选和培育耐盐性苜蓿品种的重要基础。由于苜蓿耐盐性是多种代谢的综合表现,是一个较为复杂的生理过程,因此在对苜蓿耐盐性进行鉴定时,耐盐指标的选择和确定尤为关键。以往研究所采用的耐盐性鉴定指标主要以发芽势^[4]、发芽率^[8]及其他相关的指标^[7]为主,也有少部分研究采用了苗长和根长等^[9],另外,多数研究只是通过单个指标或少数指标的比较进行耐盐性分析,而综合多指标全面对苜蓿进行耐盐性鉴定的研究很少,这使得苜蓿耐盐性鉴定结果缺乏准确性和全面性。在前人研究的基础上,本研究采用了多种鉴定指标对苜蓿品种耐盐性进行了较为全面的分析,鉴定指标除了包括传统常用的一些考察指标,例如发芽率、苗长和根长等外,也对苜蓿发芽期的苗质量和根质量进行了分析,另外,本研究运用 5 种鉴定指标对 9 个苜蓿品种的耐盐性进行了聚类分析。苜蓿耐盐性鉴定结果表明,在 9 个苜蓿品种中,三得利的耐盐性最强,伊犁苜蓿的耐盐性最弱。

关于盐胁迫下苜蓿种子发芽性状的变化规律,前人开展了较多的研究。本研究结果表明,随着盐胁迫浓度的提高,苜蓿种子的发芽率逐步降低,发芽种子的苗长和根长缩短,这与王瑞峰等^[4]、梁云媚等^[5]、韩清芳等^[6]、景艳霞等^[15]、王征宏等^[16]的研究结果基本一致。研究同时发现,低质量浓度盐胁迫对苜蓿发芽率、苗长和根长的影响较小,某些情况下甚至会有促进作用(如 2 g/L NaCl 胁迫下苜蓿的发芽率和根长均超过了蒸馏水对照处理),表明低质量

浓度盐胁迫对苜蓿种子发芽影响有限,而高质量浓度盐胁迫对苜蓿发芽的影响更大,这与梁云媚等^[5]、秦峰梅等^[17]部分研究结论一致。关于盐胁迫下苜蓿发芽种子苗质量和根质量的变化,前人研究较少。本研究结果表明,无论低质量浓度盐胁迫还是高质量浓度盐胁迫均会导致苜蓿根质量和苗质量下降,同时,随着盐胁迫浓度的提高,苜蓿发芽种子的苗质量和根质量下降幅度增加,且盐胁迫对根质量的影响略大于对苗质量的影响。

参考文献:

- [1] 耿华珠,黄文惠,刘自学,等. 中国苜蓿[M]. 北京:中国农业出版社,1995:1-5.
- [2] 郑普山,郝保平,冯悦晨,等. 紫花苜蓿对盐碱地的改良效果[J]. 山西农业科学,2012,40(11):1204-1206.
- [3] Ungar I A. Halophyte seed germination[J]. Bot Rev, 1987,44(2):233-264.
- [4] 王瑞峰,王铁梅,金晓明,等. 11个审定苜蓿品种种子萌发期耐盐性评价[J]. 草业科学,2012,29(2):213-218.
- [5] 梁云媚,李燕,多立安,等. 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.
- [6] 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.
- [7] 李源,刘贵波,高洪文,等. NaCl胁迫对不同苜蓿种质苗期生长特性的影响[J]. 华北农学报,2010,25(增刊):109-116.
- [8] 桂枝,高建明,袁庆华. 6个紫花苜蓿品种的耐盐性研究[J]. 华北农学报,2008,23(1):133-137.
- [9] 宋莉璐,张侠,任艳,等. 盐胁迫对苜蓿种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 现代农业科技,2008(16):21-24.
- [10] 杜长城,杨静慧,任慧朝,等. 不同品种紫花苜蓿的耐盐性筛选试验[J]. 天津农业科学,2008,14(5):14-16.
- [11] 李潮流,周湖平,张国芳,等. 盐胁迫对多叶型苜蓿种子萌发的影响[J]. 中国草地,2004,26(2):21-25.
- [12] 吴凤萍,韩清芳,贾志宽. 4个白花苜蓿品系种子萌发期耐盐性研究[J]. 草业科学,2008,25(8):57-62.
- [13] 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.
- [14] 国家质量技术监督局. GB/T 2930.6—2001 牧草种子检验规程[S]. 北京:中国标准出版社,2001:33-39.
- [15] 景艳霞,袁庆华. 不同钠盐胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J]. 种子,2010,29(2):69-72.
- [16] 王征宏,杨起,张贻冰. 盐胁迫下紫花苜蓿种子的萌发特性[J]. 河南科技大学学报:自然科学版,2006,27(1):67-69.
- [17] 秦峰梅,张红香,武祎,等. 盐胁迫对黄花苜蓿发芽及幼苗生长的影响[J]. 草业学报,2010,19(4):71-78.

(上接第24页)

参考文献:

- [1] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京:中国农业出版社,1996:58-151.
- [2] 张晓龙. 小麦品种籽粒灌浆研究[J]. 作物学报,1982,8(2):87-93.
- [3] 李秀君,潘宗东. 不同粒重小麦品种籽粒灌浆特性研究[J]. 中国农业科技导报,2005,7(1):26-29.
- [4] 钱兆国,吴科,丛新军,等. 小麦籽粒灌浆特性研究[J]. 安徽农业科学,2004,32(1):5-8.
- [5] 王立国,许民安,鲁晓芳,等. 冬小麦籽粒灌浆参数与千粒重相关性研究[J]. 河北农业大学学报,2003,26(3):30-32.
- [6] 刘丰明,陈明灿,郭香风,等. 高产小麦粒重形成的灌浆特性分析[J]. 麦类作物学报,1997,17(6):38-41.
- [7] Shanahan J F, Edwards I R, Quick J S. Membrane thermal stability and heat tolerance of spring-wheat[J]. Crop Sci, 1990,30:247-257.
- [8] 林日暖,张勇. 拉萨冬小麦生育后期籽粒形成与温度的关系[J]. 应用气象学报,1999,10(3):321-326.
- [9] Peterson C J, Graybosch R A, Baenziger P S, et al. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat[J]. Crop Sci, 1992,32:98-103.
- [10] 徐风. 小麦品种源库生态规律的研究——我国小麦高产育种若干问题的探讨[J]. 安徽农学院学报,1985,5(1):1-12.
- [11] 吴少辉,高海涛,王书子,等. 干旱对冬小麦粒重形成的影响及灌浆特性分析[J]. 干旱地区农业研究,2002,20(2):49-64.
- [12] 张凯,任健,仝胜利,等. 水分调控对冬小麦籽粒灌浆特性的影响[J]. 麦类作物学报,2006,26(5):122-125.
- [13] 余松烈. 山东小麦[M]. 北京:农业出版社,1996:93.
- [14] 曾浙荣,庞家智,周桂英,等. 我国北部冬麦区小麦品种籽粒灌浆特性的研究[J]. 作物学报,1996,22(6):720-727.
- [15] 胡亚敏,邓贺明,杨永华,等. 影响小麦籽粒灌浆的因素及增加粒重的技术措施[J]. 安徽农学通报,2003,9(6):39-41.
- [16] 王志强,周晓明,申占保,等. 播期对不同专用型小麦籽粒灌浆特征参数和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2003,13(4):4-6.
- [17] 赵洪亮,刘恩才,马瑞崑,等. 冬小麦籽粒灌浆特性参数分析[J]. 安徽农业科学,2006,34(8):1560-1562.
- [18] 周竹青,朱旭彤. 不同粒重小麦品种(系)籽粒灌浆特性分析[J]. 华中农业大学学报,1999,18(2):107-110.
- [19] 杜兵,邓健,李问盈,等. 冬小麦保护性耕作法与传统耕作法的田间对比试验[J]. 中国农业大学学报,2000,5(2):55-58.