

# 十一个苜蓿品种种子萌发期的耐盐性研究

秦楚<sup>1</sup>, 张喜斌<sup>1</sup>, 倪星<sup>2</sup>, 平玲<sup>2</sup>, 麻冬梅<sup>2</sup>

(1. 宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**以 11 个国内外苜蓿品种为试验材料,通过采用不同浓度 NaCl 处理,探讨了在盐胁迫下种子的发芽势、发芽率和叶绿素含量等指标的变化。结果表明:随着盐浓度的升高,发芽势、发芽率、根长、株高、鲜样质量和叶绿素含量均呈下降趋势。11 个品种的苜蓿种子对盐胁迫的响应程度有差异。对 6 个耐盐品种发芽性状进行聚类分析综合评价,“皇后 2000”耐盐性最强,耐盐性最弱的是“杰克林”。

**关键词:**苜蓿品种;发芽性状;盐胁迫

**中图分类号:**S 551<sup>+</sup>.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)13-0069-06

土壤盐渍化是影响农业生产和生态环境的一个重要的非生物胁迫因素,已成为当今世界农业发展亟待解决的重要问题<sup>[1]</sup>。为了提高盐碱化土地的有效利用,一方面,可以对盐碱化土壤进行治理,通常的改良措施有工程改良、化学改良和物理改良;另一方面,可以通过种植耐盐碱植物对盐碱化土壤进行生物改良,培育耐盐品种是对盐碱地进行改良和利用的重要措施<sup>[2]</sup>。苜蓿作为重要的优良栽培牧草<sup>[3]</sup>广泛分布于世界各国,有适应

性强、适口性好、草质优良等优点,在国内外素有“牧草之王”的美称<sup>[4]</sup>,目前已经成为我国西部生态环境建设和畜牧业生产的重要牧草<sup>[5-7]</sup>。在植物的生长发育过程中,种子的萌发过程至关重要,此过程也是抵挡外界环境影响的主要时期<sup>[8]</sup>。因此,苜蓿种子萌发期的耐盐性鉴定对于筛选耐盐苜蓿品种、改良盐渍化土壤具有非常重要的实际意义与应用价值。由于苜蓿本身有一定的耐盐性,因而可以在低浓度的盐碱地中良好生长<sup>[9]</sup>。在农业结构调整中,牧草生产越来越受到人们的重视,利用盐渍土资源进行牧草生产,将盐渍土改良和利用与畜牧业生产结合起来,可以发挥巨大的生态效益和经济效益<sup>[10]</sup>。

关于苜蓿的耐盐性评价,前人已经做了很多的研究。王征宏等<sup>[11]</sup>研究了不同地区苜蓿耐盐性,品种之间存在较为显著的差异。王瑞峰等<sup>[12]</sup>对 11 个苜蓿品种萌

**第一作者简介:**秦楚(1992-),女,黑龙江齐齐哈尔人,硕士研究生,研究方向为植物基因工程。E-mail:932505357@qq.com.

**责任作者:**麻冬梅(1978-),女,宁夏银川人,博士,副教授,现主要从事植物抗逆生理等研究工作。E-mail:576494584@qq.com.

**基金项目:**宁夏回族自治区农业育种专项资助项目(2014NYYZ040102)。

**收稿日期:**2016-02-14

**Abstract:** The physiological changes of *Viola philippica* (an early spring covered plant) were detected to study its tolerance to low temperature environment. The results showed that with the increase of treatment time, the content of MDA increased at first and decreased subsequently going stable finally at 16 °C, 10 °C and 4 °C, respectively. However, the activity of SOD showed the opposite trend, indicating that the tissue cultured seedling of *V. philippica* had capacity to improve the harmfulness of cold environment although the membrane system was injured to some extent. The chlorophyll content of tissue cultured seedlings was affected at different temperatures especially at 4 °C, but could be recovered to some extent. Under the treatment low temperature at 16 °C, 10 °C and 4 °C, respectively, *Fo* showed no significant change compared with different temperature treatment while *Fv/Fm* decreased. With the extension of treatment time, the increasing of *Fv/Fm* indicated that low temperature had a reversible harm to PSII reaction center. The *qP* value firstly decreased then recovered to some extent and *qN* value increased indicating that *V. philippica* improved the capacity of receiving electron and its photosynthetic system of heat dissipation to improve the injury of low temperature. All of the physiological changes under low temperature (4 ~ 16 °C) implied the tissue cultured seedlings of *V. philippica* had tolerance to low temperature.

**Keywords:** *Viola philippica* tissue cultured seedling; low temperature; physiological changes; tolerance

发期的耐盐性进行鉴定,提出苜蓿种子萌发期耐盐性的最佳 NaCl 质量浓度为  $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。刘春华等<sup>[13]</sup>采用 0.3% 和 0.4% 的 NaCl 浓度处理 69 个苜蓿品种,对其进行耐盐性鉴定,筛选出耐盐性差异较大的 10 个苜蓿品种。梁云媚等<sup>[14]</sup>分析了不同盐浓度胁迫下对苜蓿种子萌发的影响,认为低盐浓度对苜蓿种子的萌发有一定的促进作用,高盐浓度通常会导致种子萌发率降低。此外,其他学者对于苜蓿的耐盐性也进行了较多的研究<sup>[15-17]</sup>。虽然对于苜蓿种子萌发期的耐盐性鉴定已经有了较多的研究,但是由于研究所采用的不同材料存在差异,鉴于此,该研究比较了不同质量盐浓度下,11 个苜蓿品种种子发芽率、发芽势、鲜样质量、株高、胚根长、叶绿素含量等发芽性状,筛选出耐盐性相对较强的苜蓿品种,以期为大规模农业种植提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以 11 个苜蓿品种为试材,分别为“皇后 2000”“国产苜蓿”“三得利”(进口)、“杰克林”“金皇后 a”“阿尔冈金”“金皇后”“敖汉”“陇东苜蓿”“蒺藜”“柏拉图”。选用籽粒饱满、大小均匀、健康的苜蓿种子。进行发芽试验之前,各供试苜蓿种子均用酒精清洗 30 s,并用 0.1%  $\text{HgCl}_2$  溶液消毒 8 min,取出后用双蒸水冲洗 5 次,滤纸吸干后保存用于接种。

### 1.2 试验方法

参考北美苜蓿协会苜蓿种子耐盐性鉴定的校准方法<sup>[18]</sup>。盐(NaCl)处理浓度分别为 0、3、4、5、6  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,3 次重复,以 0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  盐浓度为对照(CK)。

供试种子接种于 MS 固体培养基中,每皿 30 粒。培养皿置于 LRH-250-GSII 灯下培养,25  $^{\circ}\text{C}$ ,12 h 光照培养 10 d,期间记录发芽势等性状。发芽标准为胚根突破种皮约 2 mm 为发芽。

### 1.3 项目测定

1.3.1 发芽势 培养 4 d 后统计各品种种子发芽势,发

表 1 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的发芽势

Table 1 The germination potential of different alfalfa varieties in different concentration of NaCl

品种 Variety	NaCl 质量浓度 Concentration of NaCl/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )					平均 Average
	0	3	4	5	6	
“皇后 2000”“Empress 2000”	64.44	38.89	32.22	16.67	6.67	23.61
“国产苜蓿”“Domestic Alfalfa”	55.56	45.56	18.89	16.67	11.11	23.00
“三得利”(进口)“Sandeli”	24.44	15.56	15.56	15.56	15.56	15.56
“杰克林”“Jacklin”	64.44	36.67	28.89	15.56	22.22	25.84
“金皇后 a”“Golden Empress a”	46.67	32.22	30.00	27.78	12.22	25.56
“阿尔冈金”“Algonquin”	46.67	26.67	21.11	23.33	18.89	22.50
“金皇后”“Golden Empress”	35.56	28.89	27.78	8.89	22.22	21.95
“敖汉”“Aohan”	24.44	15.56	18.89	5.56	18.89	14.73
“陇东苜蓿”“Longdong”	36.67	27.78	48.89	14.44	11.11	25.56
“蒺藜”“Tribulus”	37.78	28.89	18.89	41.11	10.00	24.72
“柏拉图”“Plato”	46.67	34.44	20.00	22.22	11.11	21.94
均值 Mean	43.94	30.10	25.56	18.89	14.55	

芽势(%)=(4 d 内正常发芽的种子总数/供试种子总数)×100。

1.3.2 发芽率 培养 7 d 后统计发芽率,发芽率(%)=(正常发芽的种子数/供试种子总数)×100。

1.3.3 鲜样质量 培养 10 d 后,各重复随机选取 10 株苗,用电子天平分别称量每株苗的质量,并计算平均值。

1.3.4 株高和胚根长 培养 10 d 后,各重复随机选取 10 株苗,用直尺测定每株苗的株高和胚根长,并计算平均值。

1.3.5 叶绿素含量 培养 10 d 后,将子叶和胚轴分离,用双蒸水清洗 2 遍后称取 0.2 g 的子叶置于研钵中,加入 5 mL 的 85% 丙酮及少量的碳酸钙和石英砂,充分研磨直到组织变白。全部倒入离心管中,用 85% 的丙酮定容至 10 mL,3 000  $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,离心 5 min。取上清液,分别在 645 nm 和 663 nm 下测定 OD 值。总叶绿素含量( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ): $G=8.02 \times OD_{663} + 20.21 \times OD_{645}$ ,3 次重复,并计算平均值。

1.3.6 耐盐系数 耐盐系数=不同 NaCl 浓度下(发芽势、发芽率、株高、胚根长、鲜样质量、叶绿素含量)的平均测定值/对照测定值。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 软件对各品种苜蓿的耐盐系数进行聚类分析并作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫对苜蓿各品种种子发芽势的影响

发芽势反映了种子初期发芽能力的强弱,同时又能反映种子生长发育的潜在能力。种子的发芽势越高就代表种子的生命力越强。由表 1 可知,在 5 个盐浓度处理下,各品种苜蓿种子的平均发芽势依次为 43.94%、30.10%、25.56%、18.89%、14.55%,说明随着盐浓度的增大,对苜蓿种子的萌发有明显的抑制作用。“杰克林”“阿尔冈金”“金皇后”“敖汉”在高盐下发芽势仍较高。“三得利”随着盐浓度的增加,发芽势的整体变化趋势不

大,说明“三得利”种子对盐胁迫的敏感性较低,发芽能力较强。“皇后 2000”和“国产苜蓿”种子随着盐浓度的增加,发芽势呈现出极为明显的下降趋势,说明“皇后 2000”和“国产苜蓿”种子盐胁迫的敏感性较高,受盐毒害影响很大,种子的发芽能力较差。

## 2.2 盐胁迫对苜蓿各品种种子发芽率的影响

发芽率是衡量种子品质的重要指标,反映了种子的生长能力。发芽率越高,种子生长潜能越强,育苗成功的可能性越高。从表 2 可知,在 5 个浓度的 NaCl 处理

下,11 个品种苜蓿种子的平均发芽率依次为 70.40%、55.35%、52.93%、46.97%、45.87%,表现出下降趋势,说明盐胁迫对苜蓿种子发芽有抑制作用,并随盐浓度的增加,抑制作用增强。“三得利”在前 4 d 发芽率低,在后 3 d 发芽率较高,但下降幅度最小,说明“三得利”对盐不敏感,耐盐性较强。“皇后 2000”的下降幅度最大,有 4 个品种在  $6\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐浓度下仍能保持较高的发芽率,超过 50%。

表 2 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的种子发芽率

Table 2 The germination rate of different alfalfa varieties in different concentration of NaCl %

品种 Variety	NaCl 质量浓度 Concentration of NaCl/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )					平均 Average
	0	3	4	5	6	
“皇后 2000”“Empress 2000”	83.33	61.11	55.56	38.89	46.67	50.56
“国产苜蓿”“Domestic Alfalfa”	81.11	70.00	54.44	53.33	53.33	57.78
“三得利”(进口)“Sandeli”	65.56	44.44	41.11	56.67	50.00	48.06
“杰克林”“Jacklin”	78.89	70.00	55.56	43.33	55.56	56.11
“金皇后 a”“Golden Empress a”	76.67	54.44	51.11	44.44	43.33	48.33
“阿尔冈金”“Algonquin”	62.22	54.44	47.78	51.11	45.66	49.75
“金皇后”“Golden Empress”	63.33	53.33	54.44	35.56	32.21	43.89
“敖汉”“Aohan”	64.44	38.89	62.22	58.89	50.36	52.59
“陇东苜蓿”“Longdong”	58.89	55.56	64.44	44.44	40.77	51.30
“蒺藜”“Tribulus”	72.22	53.33	46.67	45.56	44.44	47.50
“柏拉图”“Plato”	67.78	53.33	48.89	44.44	42.22	47.22
均值 Mean	70.40	55.35	52.93	46.97	45.87	

## 2.3 盐胁迫对苜蓿各品种种苗鲜样质量的影响

鲜样质量体现了种子的含水量,由表 3 可以看出,在不同浓度的 NaCl 胁迫下,11 个品种苜蓿种苗的鲜样质量随盐浓度的增加均呈下降趋势。与对照组相比,高盐浓度下种苗鲜样质量的下降幅度最大。在盐浓度为  $3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  时,“皇后 2000”“国产苜蓿”“金皇后 a”“陇东苜蓿”“柏拉图”的种苗鲜样质量均比对照组高,说明低浓

度盐胁迫有利于提高鲜样质量。“敖汉”的失水量最小,保水效果最好。在低盐浓度下,鲜样质量有下降趋势,部分品种在  $5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  时鲜样质量达到最低, $6\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  时略有回升,说明植物在  $5\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  盐浓度下受盐毒害最重,失水量最多,在  $6\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  时植物可能开启自我保护机制,如关闭气孔,加大吸水量,以减少失水。

表 3 不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的种苗鲜样质量

Table 3 The fresh weight of different alfalfa varieties in different concentration of NaCl  $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$

品种 Variety	NaCl 质量浓度 Concentration of NaCl/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )					平均 Average
	0	3	4	5	6	
“皇后 2000”“Empress 2000”	0.054 9	0.065 7	0.053 6	0.053 4	0.046 3	0.054 8
“国产苜蓿”“Domestic Alfalfa”	0.065 8	0.073 7	0.048 3	0.047 5	0.043 5	0.053 3
“三得利”(进口)“Sandeli”	0.058 0	0.052 1	0.040 0	0.040 5	0.040 4	0.043 3
“杰克林”“Jacklin”	0.046 5	0.045 7	0.033 6	0.037 3	0.034 5	0.037 8
“金皇后 a”“Golden Empress a”	0.046 6	0.056 4	0.044 2	0.039 2	0.039 9	0.044 9
“阿尔冈金”“Algonquin”	0.050 7	0.050 6	0.047 4	0.057 9	0.050 8	0.051 7
“金皇后”“Golden Empress”	0.068 6	0.055 7	0.058 5	0.049 9	0.055 0	0.054 8
“敖汉”“Aohan”	0.067 5	0.054 8	0.052 6	0.052 9	0.057 0	0.054 3
“陇东苜蓿”“Longdong”	0.050 4	0.057 1	0.049 0	0.047 5	0.054 6	0.052 1
“蒺藜”“Tribulus”	0.063 8	0.049 5	0.051 5	0.045 8	0.055 4	0.050 6
“柏拉图”“Plato”	0.058 2	0.064 2	0.050 3	0.046 2	0.047 3	0.052 0
均值 Mean	0.057 4	0.056 9	0.048 1	0.047 1	0.047 7	

## 2.4 盐胁迫对苜蓿各品种株高的影响

从表 4 可以看出,对照组中 11 个品种苜蓿的株高均达到了 2.9 cm,随着盐浓度的提高,苜蓿品种的株高

整体呈现下降的趋势。11 个品种苜蓿在 5 个盐浓度下的平均株高分别为 3.07、2.40、1.95、1.94、1.77 cm。表明胁迫对株高有明显的抑制作用,11 个品种的苜蓿株高

在低浓度盐胁迫下下降较少,而不同苜蓿品种之间株高的变化下降较大。“杰克林”株高受盐胁迫的影响最大,盐胁迫处理下的“杰克林”平均株高与对照组相比下降了44.12%;而“柏拉图”仅下降29.31%,表明“柏拉图”株高受盐胁迫影响较小,其耐盐性较强。

## 2.5 盐胁迫对苜蓿各品种胚根长的影响

由表5可知,与株高相比,胚根长受到盐胁迫的影响

表4

不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的株高

Table 4

The plant height of different alfalfa varieties in different concentration of NaCl

cm

品种 Variety	NaCl 质量浓度 Concentration of NaCl/(g · L <sup>-1</sup> )					平均 Average
	0	3	4	5	6	
“皇后 2000”“Empress 2000”	3.1	3.1	2.0	2.1	1.6	2.20
“国产苜蓿”“Domestic Alfalfa”	3.4	3.1	1.9	1.8	1.6	2.10
“三得利”(进口)“Sandeli”	2.9	2.1	1.6	1.6	1.7	1.75
“杰克林”“Jacklin”	3.4	2.3	1.9	1.8	1.6	1.90
“金皇后 a”“Golden Empress a”	3.1	2.2	1.8	2.0	1.7	1.93
“阿尔冈金”“Algonquin”	2.9	2.2	1.9	1.8	1.7	1.90
“金皇后”“Golden Empress”	3.0	2.3	2.1	2.0	1.8	2.05
“敖汉”“Aohan”	3.0	2.2	2.1	2.2	1.8	2.08
“陇东苜蓿”“Longdong”	3.0	2.1	2.1	2.1	1.9	2.05
“蒺藜”“Tribulus”	3.1	2.4	2.1	2.1	2.1	2.18
“柏拉图”“Plato”	2.9	2.4	2.0	1.8	2.0	2.05
均值 Mean	3.07	2.40	1.95	1.94	1.77	

表5

不同质量浓度 NaCl 胁迫下各苜蓿品种的胚根长

Table 5

The root length of different alfalfa varieties in different concentration of NaCl

cm

品种 Variety	NaCl 质量浓度 Concentration of NaCl/(g · L <sup>-1</sup> )					平均 Average
	0	3	4	5	6	
“皇后 2000”“Empress 2000”	5.4	6.2	7.5	7.2	7.7	7.15
“国产苜蓿”“Domestic Alfalfa”	6.6	7.5	8.6	8.0	8.4	8.12
“三得利”(进口)“Sandeli”	5.1	5.1	4.7	5.0	5.4	5.04
“杰克林”“Jacklin”	7.6	6.7	6.0	5.9	5.1	5.95
“金皇后 a”“Golden Empress a”	5.8	7.9	7.1	6.4	7.3	7.18
“阿尔冈金”“Algonquin”	5.5	6.7	8.3	8.5	7.6	7.76
“金皇后”“Golden Empress”	5.5	4.6	9.0	6.7	6.1	6.60
“敖汉”“Aohan”	5.9	4.9	7.7	8.3	8.4	7.31
“陇东苜蓿”“Longdong”	5.0	7.1	9.6	7.6	6.3	7.66
“蒺藜”“Tribulus”	6.0	5.2	8.1	4.4	5.2	5.71
“柏拉图”“Plato”	5.1	6.5	8.5	6.3	5.9	6.81
均值 Mean	5.77	6.22	7.74	6.75	6.67	

## 2.6 盐胁迫对苜蓿各品种叶绿素含量的影响

对于植物来说,光合作用是其生长发育的基础,植物主要通过叶片的光合作用提供营养从而生长。盐胁迫影响植物正常的生命活动,植物活力降低,叶绿素含量减少。由表6可知,11个品种苜蓿在盐胁迫为3、4、5 g · L<sup>-1</sup> 3个浓度的处理下,平均叶绿素含量分别为18.989 1、16.836 3、11.501 7 mg · g<sup>-1</sup>。说明随着盐浓度的增加,各品种苜蓿的叶绿素含量有明显的下降。在盐浓度从5 g · L<sup>-1</sup>上升到6 g · L<sup>-1</sup>时,“皇后2000”“国产苜蓿”“杰克林”“金皇后 a”的叶绿素含量有明显的上升,可能是由于植物为了抵御高浓度盐害,使气

孔关闭减少蒸腾作用,以达到储水效果,植物活力较高,叶绿素含量较大。11个品种苜蓿在5个浓度的处理下,平均胚根长分别为5.77、6.22、7.74、6.75、6.67 cm。“皇后2000”和“国产苜蓿”响应机制效率较高。在盐胁迫时,大部分品种的胚根长均高于对照组,说明盐胁迫对于胚根的生长起着增效的作用,植物增加其胚根长得以获取更多的水分。

孔关闭减少蒸腾作用,以达到储水效果,植物活力较高,叶绿素含量较大。

## 2.7 不同品种耐盐性综合评价

对不同品种苜蓿发芽性状的耐盐系数进行统计,可以对不同品种的耐盐性进行综合评价。一般情况下,耐盐系数越高说明该品种的耐盐性越好。从表7可以看出,不同品种各发芽性状的耐盐系数存在较大的差异。“陇东苜蓿”在发芽率和鲜样质量方面耐盐性最好,“皇后2000”在株高和胚根长方面耐盐性最好,“杰克林”在叶绿素含量方面耐盐性表现最好。

表 6 不同质量浓度 NaCl 胁迫下苜蓿各品种的叶绿素含量

Table 6 The content of chlorophyll of different alfalfa varieties in different concentration of NaCl mg·g<sup>-1</sup>

品种 Variety	NaCl 质量浓度 Concentration of NaCl/(g·L <sup>-1</sup> )					平均 Average
	0	3	4	5	6	
“皇后 2000”‘Empress 2000’	12.487 2	14.651 9	21.064 6	12.698 7	18.852 8	16.817 0
“国产苜蓿”‘Domestic Alfalfa’	15.647 1	20.056 2	22.197 0	11.111 5	22.348 8	18.928 4
“三得利”(进口)‘Sandeli’	17.300 9	19.586 1	18.789 9	16.067 9	16.116 0	17.640 0
“杰克林”‘Jacklin’	10.881 4	20.547 7	16.338 5	6.595 7	27.674 5	17.789 1
“金皇后 a”‘Golden Empress a’	18.212 9	21.981 6	21.143 7	9.129 1	21.956 5	18.552 7
“阿尔冈金”‘Algonquin’	16.439 4	20.467 8	19.404 3	9.237 8	13.529 6	15.659 9
“金皇后”‘Golden Empress’	16.851 9	14.462 6	13.226 5	10.782 7	12.326 3	12.699 5
“敖汉”‘Aohan’	20.139 3	17.238 2	12.712 8	9.672 8	13.896 0	13.379 9
“陇东苜蓿”‘Longdong’	21.397 6	21.291 3	16.382 8	11.678 2	15.318 5	16.167 7
“蒺藜”‘Tribulus’	17.674 0	20.796 9	15.007 3	12.642 3	9.526 1	14.493 1
“柏拉图”‘Plato’	21.918 3	17.800 0	8.932 3	16.902 3	12.609 4	14.061 0
均值 Mean	17.177 3	18.989 1	16.836 3	11.501 7	16.741 3	

表 7 不同品种苜蓿发芽性状的耐盐系数

Table 7 Salt tolerance coefficient of different alfalfa varieties

品种 Variety	发芽势 Germination potential	发芽率 Germination rate	株高 Plant height	胚根长 Root length	鲜样质量 Fresh weight	叶绿素含量 Content of chlorophyll
“皇后 2000”‘Empress 2000’	0.103 5	0.606 7	0.709 7	1.425 9	0.997 3	1.346 7
“国产苜蓿”‘Domestic Alfalfa’	0.200 0	0.712 3	0.617 6	1.272 7	0.809 3	1.209 7
“三得利”(进口)‘Sandeli’	0.636 7	0.733 0	0.603 4	1.058 8	0.745 7	1.019 6
“杰克林”‘Jacklin’	0.344 8	0.711 3	0.558 8	0.671 1	0.812 4	1.634 8
“金皇后 a”‘Golden Empress a’	0.261 8	0.630 4	0.621 0	1.258 6	0.964 1	1.018 7
“阿尔冈金”‘Algonquin’	0.404 8	0.799 5	0.655 2	1.381 8	1.019 2	0.952 6
“金皇后”‘Golden Empress’	0.624 9	0.693 0	0.683 3	1.109 1	0.798 5	0.753 6
“敖汉”‘Aohan’	0.772 9	0.816 1	0.691 7	1.423 7	0.804 8	0.664 4
“陇东苜蓿”‘Longdong’	0.303 0	0.871 2	0.683 3	1.260 0	1.032 7	0.755 6
“蒺藜”‘Tribulus’	0.264 7	0.657 7	0.701 6	0.866 7	0.792 3	0.820 0
“柏拉图”‘Plato’	0.238 1	0.696 7	0.706 9	1.156 9	0.893 5	0.641 5

对 11 个苜蓿品种发芽性状的耐盐系数进行聚类分析。从图 1 可以看出,11 个苜蓿品种可以划分为三大类,第一类是“皇后 2000”“国产苜蓿”和“金皇后 a”,其中“皇后 2000”的综合耐盐性最强,第二类苜蓿品种较多,

包括“三得利”“阿尔冈金”“金皇后”“敖汉”“陇东苜蓿”“蒺藜”和“柏拉图”,这些苜蓿的耐盐性中等,第三类是“杰克林”,其耐盐性最差。

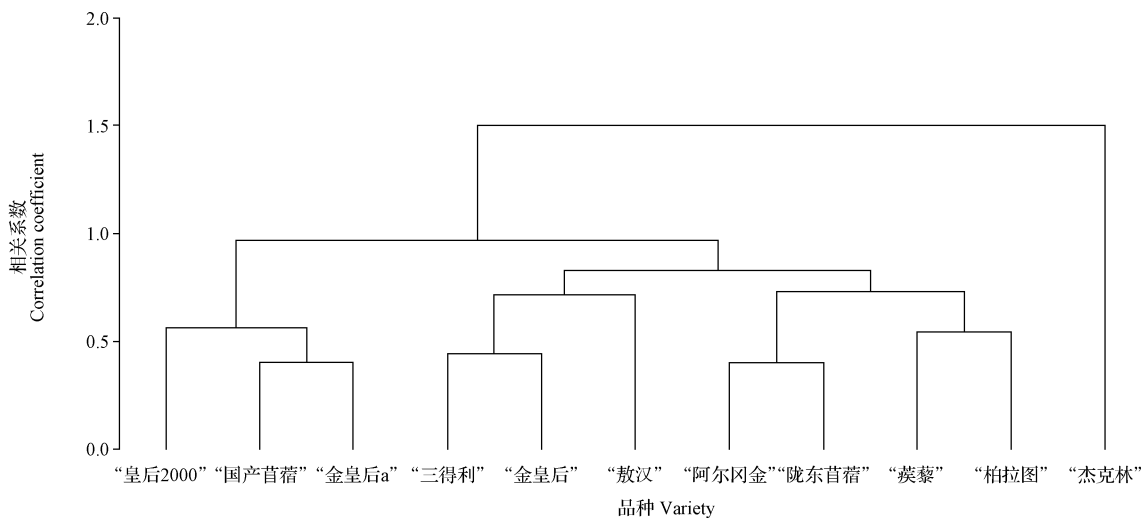


图 1 11 个苜蓿品种发芽性状的耐盐系数的聚类分析

Fig. 1 The cluster analysis of seed germination traits of different alfalfa varieties in salt tolerance coefficient



### 3 结论与讨论

耐盐性鉴定可以作为苜蓿筛选和培育的一个基础指标。植物的耐盐机制是一个复杂的生理过程,在对植物耐盐性进行鉴定时,选择恰当的耐盐指标十分重要。一些试验表明,如果用不同的指标去评价同一个苜蓿品种的耐盐性时,会得到不同的结果<sup>[19]</sup>。以往的研究通常采用单个指标或少数个指标,使得研究结果不够全面准确。于是该研究从发芽势、发芽率、鲜样质量、株高、胚根长和叶绿素含量等 6 项指标对多品种苜蓿耐盐性进行鉴定。

试验结果表明,随着盐浓度的提高,苜蓿种子的发芽率和发芽势均呈下降趋势。高浓度的盐胁迫比低浓度的产生的抑制作用更大;当盐浓度增加时,株高普遍缩短,胚根长普遍加长。无论低浓度还是高浓度的盐胁迫均会使植物鲜样质量和叶绿素含量下降,但过高浓度的盐胁迫会使叶片加厚变大。减少失水导致某些品种的叶绿素含量升高。当 NaCl 胁迫浓度不同时,对于苜蓿种子萌发期根的生长影响也不同。这与梁云媚等<sup>[14]</sup>、韩清芳等<sup>[20]</sup>的研究结果一致。低盐浓度的 NaCl 对根长有促进作用,这与王征宏等<sup>[11]</sup>的试验结果相符。对 11 个品种苜蓿的耐盐性进行聚类分析得出“皇后 2000”的耐盐性最强,“杰克林”的耐盐性最弱。

#### 参考文献

- [1] 吴凤萍,韩清芳,贾志宽. 4 个白花苜蓿品种种子萌发期耐盐性研究[J]. 草业科学,2008,25(8):57-62.
- [2] 杨青川,康俊梅,郭文山,等. 轮回选择培育紫花苜蓿耐盐新品系[J]. 中国畜牧兽医,2008,35(5):9-12.
- [3] 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.
- [4] 李岩,徐智明,朱德建,等. 10 个美国紫花苜蓿品种生长和营养特性

比较[J]. 草原与草坪,2015,35(1):89-91.

- [5] MCCALLUM M H,CONNOR D J,O'LEARY G J. Water use by lucerne and effect on the crops in the Victorian Wimmera[J]. Australian Journal of Agricultural Research,2001,52:193-201.
- [6] 郭正刚,张自和,王锁民,等. 不同紫花苜蓿品种在黄土高原丘陵区适应性的研究[J]. 草业学报,2003,12(4):45-50.
- [7] 康爱民,龙瑞军,师尚礼,等. 苜蓿的营养与饲用价值[J]. 草原与草坪,2002(3):31-33.
- [8] 吴敏,薛立,李燕. 植物盐胁迫适应机制研究进展[J]. 林业科学,2007,43(8):111-117.
- [9] 阎旭东,朱志明,李桂荣,等. 六个苜蓿品种特性分析[J]. 草地学报,2011,9(4):302-306.
- [10] 高占军,张星亮,张颖,等. 盐胁迫对白三叶种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 草原与草坪,2015,35(2):73-75.
- [11] 王征宏,杨起,张亚冰. 盐胁迫紫花苜蓿重要的萌发特性[J]. 河南科技大学学报,2006,27(1):67-69.
- [12] 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.
- [13] 刘春华,张文淑. 六十九个苜蓿品种耐盐性及其二个耐盐生理指标的研究[J]. 草业科学,1993,10(6):16-22.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 吴凤萍,韩清芳,贾志宽. 4 个白花苜蓿品种种子萌发期耐盐性研究[J]. 草业科学,2008,25(8):57-62.
- [18] RUMHAUGH M D. Salt tolerance of germinating alfalfa seeds[S]. USA:NAATC,1991.
- [19] 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.
- [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.

## Study on Salt Tolerance of Germination Period of 11 Kinds of Alfalfa Varieties

QIN Chu<sup>1</sup>,ZHANG Xibin<sup>1</sup>,NI Xing<sup>2</sup>,PING Ling<sup>2</sup>,MA Dongmei<sup>2</sup>

(1. School of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Taking 11 alfalfa varieties as experimental materials from home and abroad, in order to select the better salt resistance of alfalfa, the effect of different concentration of NaCl on the main seed germination traits including germination force, germination rate, plant height, root length, fresh weight and the content of chlorophyll were studied for 11 alfalfa varieties. The results showed that with the increase of NaCl concentration, the seed germination potential and seed germination force and seed germination rate both decreased gradually, the plant height and root length reduced significantly, and fresh weight and the content of chlorophyll both reduced greatly. The influence of high concentration of NaCl was more noticeable. Different alfalfa varieties had different response to NaCl stress. The comprehensive analysis of 6 seed germination traits was carried for 11 alfalfa varieties, and the result showed that the strongest salt tolerance was 'Empress 2000', while the weakest salt tolerance was 'Jacklin'.

**Keywords:** alfalfa varieties; seed germination traits; salt stress