

棉花品种耐盐性鉴定指标可靠性的检验*

孙小芳 刘友良

(南京农业大学农业部作物生长调控重点实验室, 江苏南京 210095)

提 要 采用盐化土壤钵钵全生育期栽培法, 在 0、0.15%、0.30%、0.45%、0.60% NaCl 胁迫下, 比较了 13 个陆地棉品种的耐盐性, 分析了不同鉴定指标间的相互关系。相对出苗率、苗期相对株高、相对叶面积是苗期耐盐性鉴定可靠且简易的指标。相对花铃期天数、相对成熟期株高、相对果枝数、相对铃数与相对籽棉产量呈极显著相关关系。0.45% 是鉴定棉花耐盐性的适宜浓度。棉花品种间耐盐性差异随着生育阶段而变化, 苗期和后期耐盐性较强的品种为枝棉 3 号, 前期差后期强的品种为苏棉 10 号、苏棉 8 号等, 前期耐盐性强后期下降的品种是中棉所 19 号等, 苗期和后期均表现较差的品种为苏棉 12 号、泗棉 2 号。

关键词 棉花; 品种; 耐盐性; 鉴定; 指标

Test on Criteria of Evaluating Salt Tolerance of Cotton Cultivars

SUN Xiao-Fang LIU You-Liang

(Key Lab of Crop Growth Regulation, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University Nanjing 210095, China)

Abstract The salt tolerance of 13 upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars was examined with pot experiments of 0, 0.15%, 0.30%, 0.45%, 0.60% NaCl in the soil. The relationships between evaluation criteria were analyzed for difference of salt tolerance in cotton cultivars. It was indicated by the results that relative emergence rate (RER), relative plant height (RLHs), relative leaf area (RLA) can be reliably used for identifying conveniently salt tolerance of cotton cultivars at seedling stage. And relative days of flowering and bolling (RDF), relative plant height in maturity (RPHm), relative fruit-branch numbers (RFN) and relative boll numbers (RBN) were highly significantly correlative with relative seed cotton yields (RSY) under 0.30% ~ 0.60% NaCl stresses. The salt tolerance of cotton cultivars varies from different growth stages. It was performing respectively as good tolerance in Zhinian3 and poor in Sumian12 and Sumian2 involved at early and late growing stages, whereas good at early stage but poor at late in Zhongmiansuo19, and poor at early but good at late in Sumian10 and Sumian8.

Key words Cotton; Cultivar; Salt tolerance; Evaluation; Criterion

棉花是盐渍土地区主要的经济作物, 也是耐盐性较强的作物之一^[1-2]。但棉花栽培种间以及品种间耐盐性差异较大, 不同栽培种均拥有部分耐盐材料^[3]。直接在盐渍环境中比较棉

* 江苏省自然科学基金资助项目(BK97091)

收稿日期: 2000-06-19, 接受日期: 2001-02-07

Received on 2000-06-19, Accepted on: 2001-02-07

花种质的生长和产量是鉴定耐盐性的可靠方法,但实验周期长,土壤盐度会出现不均一分布的情况。如何筛选简易、快捷、可靠的评价棉花耐盐性的形态和生理指标,尚待进一步研究。本试验选用已经被鉴定的耐盐品种作参照,采用盆钵全生育期栽培法,比较当前推广品种间在不同盐度下的农艺性状,分析鉴定指标间相互关系,以便筛选鉴定棉花耐盐性的可靠指标和方法。

1 材料与方法

1.1 材料

陆地棉(*Gossypium hirsutum* L)栽培品种(系)为中棉所12号、中棉所19号、石远321、徐州304、徐州219、枝棉3号、苏棉8号、苏棉9号、苏棉10号、苏棉12号、泗棉2号、泗棉3号、协作9236。其中枝棉3号为国家“七五”、“八五”攻关课题鉴定的耐盐材料^[3],在本鉴定试验中,这一品种作为耐盐参照材料。

1.2 试验设计与管理

试验于南京农业大学校内网室进行。采用盆栽法,盆栽土壤经盐化处理^[4],即在盆钵的标准土中加入一定盐分,均匀拌和,达到设计盐浓度。每钵播种30粒种子;二叶期每钵定苗8株,6~8叶期取样后每钵均匀定苗3株,盆钵按种植45000株/hm²密度放置。全生育期施复合肥0.08 kg/钵,尿素0.05 kg/钵。为了防止降雨对土壤盐分浓度的影响,试验田上方制成拱棚,用塑料薄膜遮挡,四周开放。每周均衡浇水2~3次,保持土壤湿润。

试验设计为5个盐浓度水平:0、0.15%、0.30%、0.45%、0.60% NaCl,13个品种,2因素完全随机设计,3次重复。观察测定项目为出苗率、生育期、长势、长相、干物重和产量经济性状等。

1.3 统计与评价方法

相对值为该指标盐胁迫下数值与对照条件下数值之比。统计前先求相对值,再进行分析比较。单个指标采用二因素随机设计方差分析方法。两个及多个指标间相关分析采用协方差多元回归方法。

耐盐性评价方法:13品种的某指标在某浓度下位次排列按均值大小,综合位次按加权法进行,即将位次乘浓度权数,得到数值从小到大排列;加权系数以0.15% NaCl为1,0.30% NaCl为2,0.45% NaCl为3,0.60% NaCl为4。某指标耐盐性评价则以综合位次和方差分析为依据。评价结果中,T代表耐盐性较强类型;M代表耐盐性中等类型;S代表耐盐性较弱类型;MT、MS代表耐盐性中等偏强或偏弱类型。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫下籽棉产量绝对值与相对值的比较

表1为0(对照)及0.15%、0.30%、0.45%、0.60% NaCl胁迫下,按照绝对籽棉产量和相对籽棉产量评价得出的13个品种耐盐性次序。从中可以看出次序变化非常大,这是棉花品种本身的产量性状固有差异造成的。例如在无盐环境中,参照品种枝棉3号籽棉产量并不高,而苏棉12号籽棉产量显著高于前者;但在盐胁迫下,枝棉3号籽棉产量下降幅度较小,显著低于苏棉12号。其他农艺性状同样存在这种现象。因此,只有选择各个指标的相对值来评价棉花品种耐盐性,才能消除品种固有差异,真正反映出其耐盐能力的大小。

表1 盐胁迫下13个棉花品种籽棉产量顺序

Table 1 Order in salt tolerance of 13 cotton cvs evaluating with seed cotton yield

| 品种 Cultivar | 绝对籽棉产量 Absolute seed cotton yield | | 相对籽棉产量 Relative seed cotton yield |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| | 对照 Control | 盐胁迫下平均 ¹⁾ Means under NaCl stress | 盐胁迫下平均 Means under NaCl stress |
| | 中棉所 12 号 Zhongmiansuo 12 | 8 | 5 |
| 中棉所 19 号 Zhongmiansuo 19 | 7 | 10 | 6 |
| 石远 321 Shiyuan 321 | 9 | 9 | 8 |
| 徐州 304 Xuzhou 304 | 5 | 3 | 7 |
| 徐州 219 Xuzhou 219 | 13 | 11 | 5 |
| 枝棉 3 号 Zhimian 3 | 10 | 8 | 1 |
| 苏棉 8 号 Sumian 8 | 4 | 7 | 3 |
| 苏棉 9 号 Sumian 9 | 1 | 6 | 12 |
| 苏棉 10 号 Sumian 10 | 6 | 1 | 2 |
| 苏棉 12 号 Sumian 12 | 3 | 2 | 13 |
| 泗棉 2 号 Simian 2 | 12 | 12 | 11 |
| 泗棉 3 号 Simian 3 | 2 | 4 | 10 |
| 协作 9236 Xiezuo 9236 | 11 | 13 | 4 |

1): 为 0 15%、0 30%、0 45%、0 60% NaCl 胁迫下平均顺序。

Means of orders in salt tolerance under the stresses of 0 15%、0 30%、0 45%、0 60% NaCl

2.2 不同农艺性状对盐胁迫的敏感性和稳定性

盐胁迫下, 鉴定指标数值下降幅度反映其对盐胁迫的敏感程度大小。指标对盐胁迫越敏感, 鉴定结果可靠性越大。随着胁迫强度的加大, 棉花苗期 5 个指标下降幅度从大到小依次是: 相对叶面积、相对株高、相对干物重、相对出苗率、相对出叶速率; 棉花生育后期 5 个指标下降幅度从大到小顺序为: 相对籽棉产量、相对成熟期株高、相对果枝数、相对铃数、相对花铃期天数(表 2)。标准差反映出这些指标重复间的稳定性。指标标准差越小, 稳定性越高。棉花苗期 5 个指标标准差从小到大顺序是: 相对叶面积、相对干物重、相对株高、相对出叶速率、相对出苗率; 生育后期 5 个指标标准差从小到大顺序是: 相对成熟期株高、相对花铃期天数、相对果枝数、相对铃数、相对籽棉产量(表 3)。

表 2 盐胁迫下 13 个棉花品种耐盐性鉴定指标平均值(%)

Table 2 Means (%) of evaluation criteria for salt tolerance in 13 cotton cvs under salt stresses

| NaCl 浓度 NaCl concentration | 苗期 Seedling stage | | | | | 后期 Late growing stage | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|---------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| | 相对 出苗率 RER ¹⁾ | 相对 出叶速率 RLV | 相对 株高 RPHs | 相对 干物重 RDW | 相对 叶面积 RLA | 相对花铃 期天数 RDF | 相对成熟 期株高 RPHm | 相对 果枝数 RFN | 相对 铃数 RBN | 相对 籽棉产量 RSY |
| | 0 15% | 96.3 | 91.2 | 86.8 | 89.4 | 74.6 | 92.1 | 74.3 | 69.1 | 77.7 |
| 0 30% | 86.8 | 80.6 | 62.8 | 55.2 | 49.0 | 80.4 | 45.5 | 50.3 | 61.4 | 56.7 |
| 0 45% | 72.0 | 70.5 | 44.8 | 38.0 | 31.1 | 65.4 | 33.3 | 30.9 | 45.2 | 34.7 |
| 0 60% | 37.4 | 58.6 | 29.9 | 35.0 | 18.3 | 46.1 | 19.5 | 20.5 | 26.2 | 15.7 |

1) Abbreviations: At seedling stage (or early growing stage), RER, relative emergence rate; RLV, relative leaving velocity; RPHs, relative plant height; RDW, relative dry matter weight; RLA, relative leaf area; GES, general evaluations at seedling stage

At late growing stage, RDF, relative days of flowering and bolling; RPHm, relative plant height in maturity; RFN, relative fruit-branch numbers; RBN, relative boll numbers; RSY, relative seed cotton yields per pot; GEL, general evaluation at late growing stage

表 3 盐胁迫下 13 个棉花品种鉴定指标平均标准差

Table 3 Standard error of evaluation criteria for salt tolerance in 13 cotton cvs under salt stresses

| NaCl 浓度 NaCl concentration | 苗期 Seedling stage | | | | | 后期 Late growing stage | | | | |
|----------------------------------|----------------------|------------|------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------------|-----------|----------|------------|
| | 相对 出苗率 | 相对 出叶速率 | 相对 株高 | 相对 干物重 | 相对 叶面积 | 相对花铃 期天数 | 相对成熟 期株高 | 相对 果枝数 | 相对 铃数 | 相对 籽棉产量 |
| | RER | RLV | RPH _s | RDW | RLA | RDF | RPH _m | RFN | RBN | RSY |
| 0 15% | 9.22 | 3.75 | 3.26 | 1.40 | 1.96 | 3.76 | 3.55 | 4.70 | 5.33 | 7.17 |
| 0 30% | 9.19 | 3.34 | 2.78 | 1.89 | 1.73 | 2.34 | 2.70 | 4.33 | 6.80 | 9.06 |
| 0 45% | 6.27 | 2.66 | 2.56 | 2.01 | 1.78 | 2.53 | 2.25 | 4.37 | 5.36 | 5.79 |
| 0 60% | 3.98 | 2.72 | 2.11 | 2.11 | 1.28 | 2.39 | 2.19 | 5.22 | 5.49 | 4.21 |

2.3 盐胁迫下不同农艺性状间的相关性

苗期 5 个指标间相关性随着浓度加大而表现出各自变化特点(表 4)。在 0 15% ~ 0 30% 盐浓度下, 相对出苗率与其他指标呈不显著的负相关性, 0 45% ~ 0 60% 盐浓度下则基本上呈显著或极显著正相关性, 相对出叶速率在低浓度时与其他苗期指标的相关系数大于高浓度时, 这是因为低浓度下盐分对棉花出苗抑制较小, 部分品种在 0 15% 盐浓度下出苗率大于对照条件, 而高浓度下出苗受抑制程度大。相对株高、相对干物质、相对叶面积与其他指标间的相关系数一直较高, 尤以相对株高与相对干物质之间的相关性最好, 均达到极显著水平, 相对叶面积与相对株高和相对干物质之间也均呈显著相关。生育后期指标间的相关系数随着浓度增加而明显提高, 相关性增大, 高浓度时多数指标间的相关系数达到极显著水平(表 5)。在 0 15% 盐浓度下花铃期相对天数与其他指标相关性均不显著。

表 4 盐胁迫下棉花品种苗期鉴定指标间多元相关系数¹⁾

Table 4 The correlative coefficient of evaluation criteria for salt tolerance in cotton cvs at seedling stage

| NaCl 浓度 NaCl concentration | 鉴定指标 Evaluation criterion | 相对出叶速率 RLV | 苗期相对株高 RPH _s | 相对干物重 RDW | 相对叶面积 RLA |
|-------------------------------|------------------------------|---------------|----------------------------|--------------|--------------|
| 0 15% | 相对出苗率 RER | - 0.133 | - 0.218 | - 0.208 | - 0.286 |
| | 相对出叶速率 RLV | | 0.497* | 0.698* | 0.382 |
| | 苗期相对株高 RPH _s | | | 0.791** | 0.311* |
| | 相对干物重 RDW | | | | 0.455* |
| 0 30% | 相对出苗率 RER | - 0.048 | - 0.054 | - 0.053 | - 0.275 |
| | 相对出叶速率 RLV | | 0.712** | 0.612** | 0.283 |
| | 苗期相对株高 RPH _s | | | 0.803** | 0.326* |
| | 相对干物重 RDW | | | | 0.483* |
| 0 45% | 相对出苗率 RER | 0.239 | 0.722* | 0.801* | 0.227 |
| | 相对出叶速率 RLV | | 0.562** | 0.694** | 0.208 |
| | 苗期相对株高 RPH _s | | | 0.816** | 0.302* |
| | 相对干物重 RDW | | | | 0.341* |
| 0 60% | 相对出苗率 RER | 0.412* | 0.841** | 0.838** | 0.768** |
| | 相对出叶速率 RLV | | 0.182 | 0.200 | 0.431 |
| | 苗期相对株高 RPH _s | | | 0.949** | 0.700** |
| | 相对干物重 RDW | | | | 0.771** |

1): * 为显著($P < 0.05$), ** 为极显著($P < 0.01$)
* = Significant ($P < 0.05$), ** = Highly significant ($P < 0.01$)

表5 盐胁迫下棉花品种生育后期鉴定指标间多元相关系数

Table 5 The correlative coefficient of evaluation criteria for salt tolerance in cotton cvs at late growing stage

| NaCl 浓度 NaCl concentration | 鉴定指标 Evaluation criterion | 成熟期相对株高 RPHm | 相对果枝数 RFN | 相对铃数 RBN | 相对籽棉产量 RSY |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|
| 0.15% | 花铃期相对天数 RDF | 0.303 | 0.400 | 0.322 | 0.353 |
| | 成熟期相对株高 RPHm | | 0.507* | 0.246 | 0.347* |
| | 相对果枝数 RFN | | | 0.532* | 0.627* |
| | 相对铃数 RBN | | | | 0.771** |
| 0.30% | 花铃期相对天数 RDF | 0.713** | 0.548* | 0.436* | 0.399* |
| | 成熟期相对株高 RPHm | | 0.926** | 0.426* | 0.497* |
| | 相对果枝数 RFN | | | 0.438* | 0.394* |
| | 相对铃数 RBN | | | | 0.655* |
| 0.45% | 花铃期相对天数 RDF | 0.846** | 0.753** | 0.890** | 0.839** |
| | 成熟期相对株高 RPHm | | 0.661** | 0.796** | 0.794** |
| | 相对果枝数 RFN | | | 0.932** | 0.653** |
| | 相对铃数 RBN | | | | 0.856** |
| 0.60% | 花铃期相对天数 RDF | 0.688** | 0.499** | 0.551** | 0.666** |
| | 成熟期相对株高 RPHm | | 0.695** | 0.754** | 0.622** |
| | 相对果枝数 RFN | | | 0.933** | 0.885** |
| | 相对铃数 RBN | | | | 0.884** |

表6 盐胁迫下棉花品种苗期和生育后期鉴定指标间多元相关系数

Table 6 The correlative coefficient of multianalyzing in evaluation criteria for salt tolerance in cotton cvs at seedling and late growing stages

| NaCl 浓度 NaCl concentration | 鉴定指标 Evaluation criterion | 花铃期相对天数 RDF | 成熟期相对株高 RPHm | 相对果枝数 RFN | 相对铃数 RBN | 相对籽棉产量 RSY |
|-------------------------------|------------------------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|
| 0.15% | 相对出苗率 RER | -0.278 | 0.006 | -0.272 | 0.009 | -0.218 |
| | 相对出叶速率 RLV | -0.192 | -0.414 | -0.435 | -0.460 | -0.267 |
| | 苗期相对株高 RPHs | -0.105 | -0.434 | -0.061 | -0.185 | -0.011 |
| | 相对干物重 RDW | -0.049 | -0.482 | -0.471 | -0.530* | -0.294 |
| | 相对叶面积 RLA | -0.166 | 0.249 | -0.189 | -0.538* | -0.172 |
| 0.30% | 相对出苗率 RER | 0.170 | 0.306 | 0.318 | -0.032 | 0.319 |
| | 相对出叶速率 RLV | 0.541** | 0.264 | 0.139 | 0.135 | 0.026 |
| | 苗期相对株高 RPHs | 0.528** | 0.281* | 0.368* | 0.297* | 0.049 |
| | 相对干物重 RDW | 0.343* | 0.065 | 0.155 | 0.293 | 0.002 |
| | 相对叶面积 RLA | -0.059 | 0.026 | 0.136 | 0.245* | 0.248 |
| 0.45% | 相对出苗率 RER | 0.090 | 0.400* | 0.205 | 0.092 | 0.472* |
| | 相对出叶速率 RLV | 0.416* | 0.424* | 0.355 | 0.443* | 0.567** |
| | 苗期相对株高 RPHs | 0.364* | 0.633** | 0.177 | 0.368* | 0.564** |
| | 相对干物重 RDW | 0.203 | 0.398* | 0.078 | 0.093 | 0.488** |
| | 相对叶面积 RLA | 0.681** | 0.580** | 0.374* | 0.513** | 0.924** |
| 0.60% | 相对出苗率 RER | 0.399* | 0.398* | 0.447* | 0.344* | 0.541* |
| | 相对出叶速率 RLV | 0.343 | 0.300 | 0.481 | 0.456 | 0.418* |
| | 苗期相对株高 RPHs | 0.383 | 0.125 | 0.434* | 0.311 | 0.458* |
| | 相对干物重 RDW | 0.222 | 0.062 | 0.376 | 0.287 | 0.377* |
| | 相对叶面积 RLA | 0.048 | 0.298 | 0.190 | 0.107 | 0.539** |

苗期与后期鉴定指标的相关性变化比较复杂。在 0 15% 盐浓度下苗期 5 个指标与后期 5 个指标的相关系数基本上为不显著的负值, 仅相对干物质、相对叶面积与相对铃数达到显著负相关性; 而 0 30% ~ 0 60% 盐浓度下, 则基本上为正值。在 0 30% 盐浓度下, 苗期 5 个指标与相对籽棉产量均无显著相关性; 0 45% ~ 0 60% 盐浓度下, 苗期 5 个指标与相对籽棉产量均呈显著或极显著相关关系, 其系数值以相对叶面积、相对出苗率、苗期相对株高为大。0 30% 盐浓度下, 相对出苗率与后期指标无显著相关性; 0 45% 盐浓度下, 与相对成熟期株高和相对籽棉产量呈显著相关; 0 60% 盐浓度下, 相对出苗率与后期 5 个指标均显著相关。除高浓度下与相对籽棉产量呈显著相关外, 相对出叶速率与后期其他指标相关性较差。苗期相对株高在 0 30% ~ 0 60% 盐浓度下, 与后期指标基本上表现为显著或极显著相关关系(表 6)。

表 7 13 个棉花品种不同生育阶段耐盐性评价比较

Table 7 Evaluation for salt tolerance in 13 cotton cvs comparatively at seeding and late growing stages

| 品种 Cultivar | 苗期 Seedling stage | | | | | | 后期 Late growing stage | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------|------|-------|-------|-----|--------------------------|---------|-------|------|--------|-----|
| | 相对出苗率 | 相对出叶速率 | 相对株高 | 相对干物重 | 相对叶面积 | 综合 | 花铃期相对天数 | 成熟期相对株高 | 相对果枝数 | 相对铃数 | 相对籽棉产量 | 综合 |
| | RER | RLV | RPHs | RDW | RLA | GES | RDF | RPHm | RFN | RBN | RSY | GEL |
| 中棉所 12 号 Zhongmiansuo 12 | M ¹⁾ | M S | M S | M | M | M | M | S | S | M S | M | M S |
| 中棉所 19 号 Zhongmiansuo 19 | T | M | T | T | T | T | M T | M | M | M | M | M |
| 石远 321 Shiyuan 321 | M T | M T | M T | M T | M T | M T | M | M | M | M | M | M |
| 徐州 304 Xuzhou 304 | T | T | M T | T | T | T | T | M T | M T | S | M T | M T |
| 徐州 219 Xuzhou 219 | S | T | M S | S | M T | M | M | M S | M | M | M | M |
| 枝棉 3 号 Zhimian 3 | T | T | T | T | T | T | M T | T | T | T | T | T |
| 苏棉 8 号 Sumian 8 | M | M | M T | M | S | M | T | T | T | M T | T | T |
| 苏棉 9 号 Sumian 9 | M | S | M | M | M | M S | M S | S | S | S | S | S |
| 苏棉 10 号 Sumian 10 | S | M S | S | S | S | S | T | T | T | T | T | T |
| 苏棉 12 号 Sumian 12 | M S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| 泗棉 2 号 Simian 2 | M S | S | S | S | S | S | S | M S | M S | M | S | S |
| 泗棉 3 号 Simian 3 | M | M S | M | M T | M | M | S | M | M | M | M S | M S |
| 协作 9236 Xiezuo 9236 | S | M | M T | M | M | M | M T | M T | M T | T | M T | M T |

1): T 代表耐盐性较强类型, M T 代表耐盐性中等偏强类型, M 代表耐盐性中等类型, M S 代表耐盐性中等偏弱类型, S 代表耐盐性较弱类型

Class of evaluation for salt tolerance: T (tolerant), M T (moderately tolerant), M (moderate), M S (moderately sensitive) and S (sensitive).

2.4 品种耐盐综合评价

在 0、0.15%、0.30%、0.45%、0.60% NaCl 胁迫下,按照各指标的综合位次和方差分析结果,评价 13 个棉花品种在苗期和生育后期的耐盐性(表 7)。结果表明,棉花品种耐盐性在全生育期存在两种情况,即生育前、后期相对耐盐能力表现一致和前后变化较大。据此将棉花品种分为四种类型:第一种类型是耐盐能力前后一致均表现为耐盐性较强,如枝棉 3 号;第二种类型是耐盐能力前后一致均表现为较弱,如苏棉 12 号和泗棉 2 号;第三种类型是苗期表现为耐盐性较强而后期耐盐性下降,如中棉所 19 号;第四种类型是苗期耐盐能力较弱而后期表现为耐盐能力较强,如苏棉 10 号、苏棉 8 号、协作 9236 等。

3 讨论

3.1 棉花耐盐性鉴定绝对指标和相对指标的比较

在比较作物品种间的耐盐性时,大多数研究者采用绝对干物重或绝对产量作为标准。Qureshi 等^[5]在鉴定小麦品种耐盐性时,采用相对干物重作为标准,并比较了不同生育期根、茎、叶干物重相对值与绝对值之间的相关性后指出,相对值较之绝对值更体现作物耐盐性的内涵。选择相对值指标来评价棉花品种耐盐性,能够消除品种间固有差异,真正反映出其耐盐能力的大小。而且用相对数值统计分析时,就可对指标进行直接比较,指标间的变化趋势就十分明晰,如表 2 数值间就具可比性。

枝棉 3 号这一已经鉴定的耐盐参照品种,因其绝对产量在非盐渍环境下并不是很高,盐胁迫下一些绝对指标的优势也不明显,但其相对值比较优势就很明显。从试验结果还可以看出,耐盐性较强的枝棉 3 号并不是在所有筛选指标上均表现为耐盐能力强,而耐盐较弱的苏棉 12 号和泗棉 2 号也不是在所有指标上均表现为耐盐能力弱。如果再加上它们的浓度间的表现,则变化更加复杂。这说明这 13 个品种耐盐性差异是存在的,但差异程度不是非常大,也佐证了陆地棉栽培品种间既无高耐盐种质,也无很不耐盐材料这一结果^[3]。

3.2 棉花耐盐性鉴定指标的有效性

实验中观察记载棉花产量经济性状、农艺性状和其他生育指标共有 16 个。对 13 个品种、4 个浓度下 16 个指标相对值进行统计比较和协方差多元回归分析时,发现苗期 5 个指标:相对出苗率、相对出叶速率、相对株高、相对干物重、相对叶面积,生育后期 5 个指标:花铃期相对天数、相对成熟期株高、相对果枝数、相对铃数、相对籽棉产量,在品种间和盐浓度间变化的规律性明显。因此本研究选择前述 10 个指标作为棉花品种耐盐性鉴定指标。

盐胁迫下相对苗期天数、相对蕾数、相对铃重、相对脱落率、相对衣分、相对果节数等指标,在不同品种间、不同浓度间变化规律性差、波动幅度较大。如有些品种生育期推迟,有些品种则相反;棉花现蕾数和果节数变化较复杂;脱落率在 0.15%~0.45% 盐浓度下表现随胁迫浓度加大而增加的趋势,而 0.60% 浓度下则有下降趋势;品种间铃重和衣分在浓度间变化复杂,大致上低浓度下铃重增加,衣分降低,而高浓度下则相反。因此本文在统计分析时未选择这 6 个指标。

3.3 棉花耐盐性鉴定指标的可靠性

从选择的 10 个指标分析来看,总体上低浓度下相对叶面积、相对成熟期株高、相对果枝数对盐胁迫较敏感;高浓度下相对叶面积、苗期相对株高、相对干物重、相对出苗率、相对成熟期株高、相对果枝数、相对铃数、相对籽棉产量对盐胁迫较敏感。相对叶面积、相对干物

重、苗期相对株高的标准差小于后期指标, 稳定性好。指标对盐胁迫越敏感, 稳定性越好, 鉴定结果可靠性越大。

相对籽棉产量是鉴定作物品种之间耐盐能力大小的最有价值的指标。其他指标与相对籽棉产量的相关性大小, 可以衡量该指标的应用价值。与相对籽棉产量相关系数大、相关性显著的早期指标是相对叶面积、相对出苗率、苗期相对株高。相对出苗率虽然标准差大, 0.15% ~ 0.30% NaCl 胁迫下与其他指标的相关性不大, 但由于萌发出苗是棉花耐盐能力的第一表现^[6], 这一指标不可忽视; 苗期相对株高与大多数指标的相关性显著; 相对叶面积对盐分最敏感、稳定性最好。综合考虑, 认为这 3 个指标可作为棉花苗期耐盐性鉴定的可靠、简易的指标。

3.4 棉花耐盐性鉴定的适宜盐浓度

鉴定指标间差异大小也随着浓度而变化, 总的规律是苗期指标在低浓度时差异较小, 随浓度加大而更加明显。生育后期指标在 0.15% ~ 0.45% 浓度下的差异明显大于 0.60% 浓度。实际上 0.60% 浓度下, 10 个鉴定指标相对值的差异非常大, 但部分品种的单株间差异上升, 有的棉株只有很少的果枝数、铃数、籽棉产量, 甚至没有, 引起部分生育后期指标数值的标准差很大, 重复间变异度很高, 遮掩了显著性测验结果。这一现象表明前期浓度较高, 鉴定结果更可靠; 后期棉株体内盐分不断积累, 耐盐能力在下降, 盐浓度 0.60% 时鉴定结果误差变大。因此, 0.45% 是鉴定棉花品种耐盐性的适宜浓度。

参 考 文 献

- 1 Levitt J. *Responses of Plants to Environmental Stress, Vol II Water, radiation, salt and other stresses* (2ed). New York: Academic Press, 1980, 365~ 434
- 2 中国农科院棉花研究所主编 中国棉花栽培学 上海: 上海科技出版社, 1983, 172~ 175
- 3 刘国强, 鲁黎明, 刘金定 作物品种资源, 1993, (2): 21~ 22
- 4 陈德明, 俞仁培 土壤学报, 1996, 33(2): 121~ 127
- 5 Qureshi R H, A Rashid, N Ahmad In: *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition* (Bassam N. E. et al Eds). Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1990, 315~ 324
- 6 孙小芳, 刘友良, 陈沁 棉花学报, 1998, 10(3): 118~ 124