

作物耐盐育种

魏春兰, 娄金华

侯象山, 徐嗣英

(山东东营职业学院, 257091)

中图分类号: S603.4 文献标识码: A

文章编号: 1001-0009(2006)05-0053-02

盐碱土是一种广泛分布的土壤类型, 地球上约有 2.7 亿 hm^2 , 约占陆地总面积的 25%, 是重要的土地资源。而且, 全球的盐渍土每年以 100~150 万 hm^2 的速度增长。我国是世界上盐碱土占有率较大的地区, 近年来, 随着温室、大棚蔬菜生产的发展, 设施内土壤次生盐渍化程度不断加重^[1]。

盐渍土的改良可以概括为工程措施、化学措施、物理措施^[2], 即是通过合理的排灌、淡水洗涤、施用化学改良药剂来改造土壤资源^[2]。我国拥有各类盐碱地 3 600 万 hm^2 , 工程方法改良盐碱地的措施投入大, 效果不能持久。注重灌溉、施肥来改良土壤, 采用浇水来冲洗土壤的办法, 结果往往使土壤中的天然肥力降低, 物理化学性质变劣。某些地区用矿化度高的水灌溉, 更提高了土壤的含盐量。选育和培育耐盐植物品种来适应盐渍环境并最终达到改善环境的目的, 此方法更具有应用前景。

1 耐盐育种研究概况

世界上不少国家开展了耐盐植物的研究工作: 俄罗斯、美国、匈牙利、巴基斯坦、印度、埃及、以色列及澳大利亚等国在植物耐盐性研究方面做了大量工作; 我国青海省开展了作物耐盐品种的选育工作, 特别是在小麦、大麦、燕麦、棉花等作物, 都已取得了较大的进展; 山东省东营在 1996 年建立了“中国东营盐生植物园”, 开展了 32 个科、126 种植物的耐盐性研究, 包括草坪草、牧草、绿化苗木、花卉、中药、农作物、果树等, 初步筛选出了一些适应氯化物盐渍地区发展的作物种类^[2]。

现在, 科学工作者们基本按以下途径开展耐盐育种工作。

1.1 利用现有种质资源筛选耐盐品种

不同的作物的耐盐性不同, 同一作物的不同的品种其耐盐性也存在差异。因此, 利用现有种质资源筛选耐盐品种是一条简易有效的育种途径。其方法简便、经济实用, 适合筛选大量资源。

中国农科院品质所宋经芝等在“六五”期间开始进行大麦品种种质的耐盐性鉴定, 他们共鉴定了 10 234 份大麦种质, 其中二级品种(轻度受害)45 份, 占鉴定总数的 0.44%; 三级品种(受害较重)559 份, 占鉴定总数的 5.46%; 四级品种(严重受害)3 991 份, 占鉴定总数的 39%; 五级品种(植株接近死亡或死亡)5 639 份, 占鉴定总数的 55.1%; 鉴定结果无一级品种(基本正常)^[3]。山东农业大学开展大麦引种筛选鉴定工作始于 1977 年, 先后在属滨海盐碱地的山东昌邑县种畜场, 寿光县广北农场及属内陆盐碱地的山东菏泽、齐河等县, 利用自然盐碱条件进行品种耐盐性的直接筛选鉴定工作, 共

筛选鉴定大麦种质资源 1 080 份, 其中耐盐力表现较好的品种适合北六十淮, KR GH619 NS296 等。南京农业大学沈丽卷教授 1983 年开始进行耐盐大麦引种筛选工作, 1984 年从中国农科院品质所山东昌邑试验基地、山东农业大学等单位进行部分大麦种质资源, 经在江苏如东等县中盐碱地上三年鉴定结果, 鉴 1, 鉴 4 品系(山东农大选育)和选系表现耐盐, 耐大麦黄叶病, 且早熟, 丰产性较好, 鉴 1 品系定名为苏滩引一号, NS296 选系定名为苏滩引二号^[3]。

山东农业大学利用田间自然盐渍土筛选耐盐品种的具体做法是: 根据选育目标, 选择土壤盐碱度比较均匀的地段作为田间筛选区, 选择区的土壤含盐量为 0.5%~1.5%, 因土壤水的可利用性而不同, 第一年首先安排进行资源耐盐力的观察鉴定试验。田间观察记载出苗情况, 成株的长势和结实情况, 根据表现淘汰其材料, 入选耐盐力强的材料, 入选耐盐力强的并升级进行多点耐盐教室试验。第二年对田间入选的耐盐力强的材料, 安排进行多点耐盐鉴定试验, 试验点则按生态区及土壤含盐量高低划分各点每份材料, 随机排列, 重复三次。田间筛选、室内工作均在自然条件下进行, 生育期间观察记载, 评选各材料的生长表现情况, 收获后进行室内考种, 最后综合分析、评价各份材料的耐盐力。

1.2 杂交育种培育耐盐品种

与野生植物远缘杂交是育成耐盐植物的重要方法。当前在农作物驯化和育种工作中, 发现许多作物的栽培品种遗传变异资源已严重枯竭。这种现象普遍存在于种植在起源地以外的自花授粉作物中。通过异等位基因酶分析发现, 在欧洲北美洲长期以来一直种植的栽培番茄品种群中, 其遗传变异资源极度贫乏, 然而在番茄起源地的原始品种中发现了高水平的变异, 而野生种的变异则更为丰富。在秘鲁番茄中可以区分的至少有 35 个生理小种, 它们在单株、群体、小种和种的水平上都存在很大的变异。所以引入野生种质是番茄耐盐育种的转折点, 所有野生番茄都可与园艺番茄杂交并将目的基因转育给后代^[4]。番茄被认为是中等耐盐植物^[10], 其野生种(*Lycopersicon cheesmanii*, *L. peruvianum* 和 *L. pennellii*)耐盐能力高于栽培种^[5]。野生番茄具有比栽培番茄更大的抗病性、抗虫性、耐热性、耐旱性、耐渍性、耐盐性等。美国科学院士 Bernstein 很早就指出杂交育种培育高度耐盐作物的唯一途径在于利用其野生近缘种质, 即一些近缘专性与兼性盐生植物^[6]。一些旨在提高作物耐盐性的远缘杂交的尝试, 如番茄^[7]与小麦的远缘杂交^[8]均成功地培育了一些耐盐新品质。就番茄而言, 普通栽培番茄耐盐均低于 0.3%, 但番茄属的近缘种契斯曼番茄(*L. cheesmannii*)可耐高达海水的盐度胁迫, 美国、以色列等国种子专家很早就致力于栽培番茄与契斯曼番茄的远缘杂交, 希望通过远缘杂交将契斯曼番茄的耐盐性转移至栽培种。利用远缘杂交育种, 可解决目前耐盐基因转移后表达困难、成功机率小以及转基因食物存在的“安全问题”, 有着广阔的市场前景。

1998~2003 年, 我们对远缘杂交(契斯曼番茄×普通番茄)所获得的多份高代材料进行了耐盐性评价、筛选, 获得了一系列耐盐性高于 0.6% 且经济性状良好的番茄品系, 且已在东营盐荒地上 0.4%~0.7% 的盐地进行了规模化种植。

1.3 利用基因工程培育耐盐品种

近年来, 国外已通过杂交育种和基因工程手段开展了大量的耐盐植物育种工作。在国内山东师范大学逆境植物研究室开展了植物耐盐生理研究; 山东大学生命科学院利用体细

胞融合技术选育出了耐盐的小麦, 山东农大孙仲序教授等开展了耐盐基因杨树育种工作, 取得了丰富经验和可喜的成果。

人们还利用细胞培养和经营工程的方法得到了一些耐盐的番茄的材料, 如 Tal 等^[9]利用细胞培养的方法在普通番茄与 *L. pennelli* (LA 716) 或 *L. cheesmanii* (LA 1401) 的杂种细胞中, 经过两步筛选后得到了一些耐盐的植株。Dessalegne 等^[10]将草酸氧化酶基因导入到番茄中, 经耐盐筛选后得到的转基因番茄在盐逆境条件下的产量明显高于对照。

2 已有耐盐育种经验

黄河三角洲地处山东省黄河冲积扇形区域内, 黄河每年新造淤地 1 333~2 000/hm², 中国东营盐生植物园, 地处黄河三角洲的东营市, 从 1990 年开始广泛搜集引种耐盐植物, 建成了国内首家盐生种质资源最为丰富的植物园; 开展了系列耐盐植物的育种工作。我们成功地引进、培育并推广了林木、花卉、果树、蔬菜、农作物等上百种耐盐植物。现以番茄耐盐育种为例, 来说明耐盐育种过程。

2.1 材料准备

2.1.1 要进行耐盐育种, 必须具有一定耐盐因素或耐盐程度的原始植物材料。如我们在 1998 年从山东师范大学引入 30 个番茄株系的幼苗。该系列幼苗为耐重盐的契斯曼小果型番茄与中果型的粤农二号远缘杂交, 杂种后代回交及自交分离 5~9 代后选出的 30 个番茄株系, 这 30 个株系存在有耐盐的可能性比较大, 可以期望获得耐盐品种。

2.1.2 要有一定梯度变化的盐碱地面积。耐盐育种需要不同盐碱度的土壤类型进行试验。如我们的试验是设在东营盐生植物园内。该园土壤含盐量从 0.2%~2% 不等, 是进行耐盐育种试验的优选。

2.2 试验步骤

2.2.1 对所获得的材料进行大田耐轻盐筛选试验: 为了降低耐盐育种的盲目性, 减少成本, 应对原始材料进行初步的大田耐轻盐筛选, 从而淘汰部分不耐盐或不耐轻盐的材料。一般选择在盐度 0.3% 或以上的大田土壤中进行栽培实验。如我们在 1998 年对所获得的 30 个株系的幼苗栽于含盐量 0.3% 的土壤中, 浇水用自来水, 按常规番茄栽培方法进行管理, 初步淘汰了 21 个番茄株系, 大大降低了以后的工作量。

2.2.2 不同浓度 NaCl 浇灌萌芽试验, 作物的耐盐性在种子发芽期就可以表现出来。种子发芽时的耐盐性与植物成株期的耐盐性是基本一致的。品种的发芽率能有效地指示其芽期耐盐能力。所以观测材料的发芽耐盐率是有必要的。根据经验, 选择 0.3% 以上盐浓度进行筛选, 更可能筛选成功^[12]。我们的做法是: 配制浓度分别为 0.5%、1.0% 的 NaCl 溶液, 以自来水作为对照, 3 个处理, 3 个重复。每处理 30 粒种子, 分别对 10 个材料(包括对照)进行发芽。发芽温度为 25℃±1℃, 每天定时观察、补水, 记录种子发芽数, 发芽结束, 计算种子的发芽率, 然后计算相对盐害率, 即为对照发芽率与盐处理发芽率之差值占对照发芽率的百分比来表示受盐危害的程度, 相对盐害率越高则表示该种越不耐盐。发芽期间, 补充自来水或食盐水保证土壤湿润, 保持各处理浓度的相对稳定。算出相对盐害率:

$$\text{相对盐害率} = \frac{\text{对照发芽率} - \text{盐处理发芽率}}{\text{对照发芽率}} \times 100\%$$

2.2.3 对所选的材料进行浇灌不同浓度 NaCl 溶液的盆栽试验。经验指出, NaCl 盆栽试验得出的试验结果与大田耐盐试验相近。因此, 在大田试验的同时也可以进行盆栽试验。以

进一步测试材料的耐盐性。如我们的做法是: 将测试材料用营养土分别育苗。配制营养土装盆, 将以上品系栽入盆, 每盆栽 1 株, 每品系栽 15 株, 然后配制浓度分别为 0.3%、0.5%、0.8%、1.0% 的 NaCl 溶液浇灌, 以清水作对照, 每品系设置以上 5 个浓度的处理, 重复 3 次。每隔 10 d 左右视天气和土壤湿度情况浇一次水, 并保持土壤含盐量与所配盐水浓度相一致。其它栽培措施同一般番茄栽培。记录成活率、植株生物量及单株产量, 测定所选品系在盆栽条件下能够正常生长的土壤最高含盐量。

2.2.4 大田耐盐试验, 仅以发芽试验、盆栽试验来鉴定番茄的耐盐性是有欠缺的, 与自然环境相差较大, 会存在许多的不确定因素, 因此在做以上两种试验的同时或以后应利用田间自然盐渍土在不同区域、不同土壤盐分浓度的小区进行试验, 进一步完善其耐盐性能的评比。如我们是这样做的: 选择土壤盐碱度在 0.3%~2.0% 之间并有梯度变化的地段作为试验地。进行试验地块的全面土壤采样和化验。按生态区及土壤含盐量高低划分成三个区, I 区为重盐区, 含盐量大于 0.8%; II 区为中度盐碱区, 含盐量小于 0.8% 大于 0.5%; III 区为轻盐区, 含盐量小于 0.5% 大于 0.2%。每区面积为 16 m², 每份材料种 2 行, 随机排列, 重复 3 次, 每个处理 3 次重复, 共 36 个处理。将育好的苗(用营养土育苗: 土壤盐量 < 0.2%)栽在各处理小区里。浇水用自来水, 栽培时间和方法同一般番茄栽培。观察生长状况, 调查植株在不同盐量下的生长状况及产量, 调查成活率, 对死亡植株取土样化验, 确定耐盐极限, 最后确定每个品系的大田耐盐范围。根据表现, 淘汰耐盐力弱的材料, 入选耐盐力强的, 抗病的, 经济性状表现好的材料, 收获后进行室内考种, 最后综合分析、评价各份材料的耐盐力。

通过以上三种不同方法的耐盐步骤, 确定各品系的耐盐程度, 筛选出耐盐品系。

参考文献:

- [1] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 等. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 299-303.
- [2] 王志春, 梁正伟. 植物耐盐研究概况与展望[J]. 生态环境, 2003, 12(1): 106-109.
- [3] 赵檀方, 胡延吉, 闫先喜, 等. 大麦耐盐育种研究概况[J]. 大麦科学, 1994, 40(3): 15-17.
- [4] 高元成, 晏儒来. 番茄野生种质资源及其利用[J]. 长江蔬菜, 1994, 7: 3-5.
- [5] Jones R A. High salt tolerance potential in *Lycopersicon* species during germination[J]. Euphytica, 1986, 35: 575-582.
- [6] 张荃, 赵彦, 张慧, 等. 海水农业: 梦想与现实[J]. 山东科学, 1999, 3(12): 1-5.
- [7] Epstein E. et al. Saline culture of crops: a genetic approach[J]. Science, 1980, 210: 399-404.
- [8] King Ip. et al. Introgression of salt-tolerance genes from *Thinopyrum bessarabicum* into wheat[J]. New phytol, 1997, 137: 25-83.
- [9] Foolad M R, Lin G Y. Absence of a genetic relationship between salt tolerance during seed germination and vegetative growth in tomato[J]. Plant Breeding, 1997, 116: 363-367.
- [10] Dessalegne L, Wetten A C, Caligari P D S. Production of transgenic tomatoes expressing oxalate oxidase[J]. Acta Horticulturae, 1997, 447: 457-458.
- [11] 陈德明. 盐渍环境中的植物耐盐性及其影响[J]. 土壤学进展, 1994, 22(5): 22-29.
- [12] 戴伟民, 蔡润. 盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 上海农业学报, 2002, 18(1): 58-62.