

# 甘薯耐盐、耐旱育种研究进展

张 娟, 栾雨时

(大连理工大学环境与生命学院, 大连 116023)

**摘 要:** 培育耐盐、耐旱品种是合理利用盐渍化和干旱土地, 提高作物产量的有效途径。本文介绍了诱变技术在甘薯耐盐、耐旱育种中的研究概况及甘薯耐盐、耐旱性的检测。分析了存在的问题, 提出了解决的方法, 并对今后的发展方向做了展望。

**关键词:** 甘薯; 耐盐; 耐旱; 育种

**中图分类号:** S531 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2006)06-0046-02

甘薯是重要的粮食、蔬菜、饲料和工业原料作物, 兼具保健作用和药用价值, 在我国各地广泛种植, 其产量约占全世界的 85%<sup>[1]</sup>。部分地区由于环境条件的限制, 甘薯只能种植在干旱或盐渍化土壤中, 使得甘薯的产量和品质受到很大影响, 为了获得高产优质的甘薯, 很多国家都投入大量的人、财、物, 致力于育种方面的研究, 取得了很多极具参考价值的结果。

## 1 甘薯辐射诱变及耐盐、耐旱突变体的筛选

### 1.1 个体或器官水平的诱变

自从 Miller 采用 X 射线辐照甘薯, 得到叶形、薯皮色、薯肉色等的突变体以来<sup>[2]</sup>, 辐射育种一直是甘薯品种改良的重要途径之一。国内外在甘薯辐射诱变中所采用过的诱变源有 X 射线、 $\beta$  射线、 $\gamma$  射线、快中子、电子束、离子束等。

### 1.2 细胞水平的诱变

随着甘薯组织培养技术的进步及离体诱变研究的逐渐展开, 离体培养与诱变技术相结合, 提高了突变频率, 有效控制了常规育种中存在的嵌合体现象。由于培养和诱变条件可人工控制, 极大地加快了育种进程<sup>[3]</sup>。

### 1.3 耐盐、耐旱突变体的筛选

由于个体或器官水平诱变存在着嵌合体现象严重、影响选择效果及突变频率低、选择群体大等缺点, 致使育种周期加长, 制约了突变育种优势的发挥。因此, 目前主要应用细胞水平诱变, 诱变后筛选抗性突变细胞, 即对培养细胞施加某种选择压后再定向选择, 使大多数细胞死亡, 突变细胞存活并促使其分化再生, 这种方法具有条件控制严格、不受时间和地域限制、时间短、见效快、细胞群体均一、材料的性状能在相对一致的条件表达等特点<sup>[4]</sup>。突变体的离体筛选受以下三个因素影响。

**1.3.1 长期具有高频分化能力的无性系的建立** 筛选耐盐突变体需要反复继代培养, 在此过程中愈伤组织或细胞系会丧失分化能力, 所以需要建立长期具有高频分化能力的无性系。刘庆昌等<sup>[5]</sup>将来源于三个甘薯基因型茎尖的胚性愈伤组织在液体培养基中悬浮培养 24 周后, 转移到固体培养基, 植株再生率高达 100%。

**1.3.2 细胞水平与植株水平耐盐、耐旱性之间的关系** 植物愈伤组织或细胞系与再生植株的耐盐、耐旱性不尽相同, 通常, 单基因突变所控制的性状在细胞水平和植株水平上表现一致的可能性大些, 而植物耐盐性及耐旱性受多基因控制<sup>[6]</sup>。细胞水平表达的基因有时并不在再生植株中表达。植物耐盐性与很多性状相关, 如根部吸收水分的能力、气孔的开闭、角质层厚度、输导系统对不同离子吸收与运输的特性以及盐腺类特殊排盐机构等等, 这些特性不仅是高度分化细胞的功能, 也是植物器官之间相互作用于复杂有机体在整株水平所表现出来的性能。基因表达的数目和程度在细胞和植株两种水平上可能存在差异。因此, 植株和细胞所表现出的耐盐及耐旱性不完全一致。当筛选出所需的材料后, 再结合常规育种有望培育所需要的新品种。

**1.3.3 筛选方法** 在耐盐突变体的筛选中, 一般利用 NaCl、海水等作为筛选剂。还认为可利用聚乙二醇(PEG)、羟脯氨酸(hyp)、L-氮杂环丁烷-2-羧酸等作为选择剂, 通过对渗透调节能力的选择提高耐盐性。

在耐旱突变体的筛选中, 目前广泛应用聚乙二醇(PEG6000)作为渗透调节剂, 造成干旱胁迫, 进行耐旱性研究。PEG6000 是一种高分子非渗透调节剂, 对水分表现强烈的亲和性, 可降低溶液水势造成逆境<sup>[7]</sup>。它具有化学性质稳定, 对生物毒性小, 不被植物细胞吸收等优点。进行固体培养时, PEG6000 直接加入培养基会干扰琼脂凝固, 为此, Corine 等<sup>[8]</sup>将无菌过滤的 PEG 溶液置于已凝固的琼脂培养基上, 平衡一夜后将 PEG 溶液倒掉, 再接种植物材料, 满足了实验对水势的要求。

李爱贤等<sup>[9]</sup>以<sup>60</sup>Co $\gamma$ 射线辐照栗子香品种的胚性悬浮细胞, 分别以 NaCl 和 PEG6000 作耐盐和耐旱性选择剂进行研究, 确定了离体筛选耐盐突变体的适宜 NaCl 选择压为 2.0%, 并由最初 900 个胚性细胞团得到 22 个耐盐性愈伤组织, 20 个再生植株, 进一步做耐盐性的离体鉴定, 结果表明, 这些植株具有比对照更强的耐盐性; 在耐旱性的筛选中, 确定 30% PEG 为适宜选择压, 由最初 900 个胚性细胞团获得了 17 个耐旱愈伤组织, 16 个再生植株。

王玉萍等<sup>[10]</sup>利用 30%PEG 处理经 80Gy  $\gamma$  射线辐照的栗子香品种的胚性悬浮细胞, 对获得的耐旱突变体先进行苗期干旱处理, 然后测定分析叶片保水力和耐旱系数等指标, 得

\* 基金项目: 国家教育部留学回国科研启动基金资助项目, 项目编号: 教外司留[2004] 527 号。

收稿日期: 2006-07-10

到了3个耐旱性显著高于对照的植株。

## 2 甘薯耐盐、耐旱性检测

### 2.1 离体检测

离体条件下,不同植物的耐盐性生长指标各异<sup>[11]</sup>,人们对甘薯的离体耐盐性检测研究很少,Ekanayake等<sup>[12]</sup>将甘薯外植体接种于添加不同浓度NaCl的MS培养基中,培养一定时间后测其生长指标(鲜重、干重、存活率等)的变化,认为这种方法只适用于早期耐盐植株的选择,而长期的田间耐盐性鉴定还是必要的。在耐旱性的离体检测方面,Mohamed<sup>[13]</sup>等将万寿菊培养于添加不同浓度甘露醇的培养基中培养一定时间后,通过测定植株芽和根的鲜重和干重来进行选择,得到的耐旱植株转移到温室后仍具有很强的耐旱性。关于甘薯耐旱性的离体检测还没有报道,找到离体条件下与甘薯耐盐耐旱性相关的生长指标可以减少检测的工作量。

### 2.2 田间检测

耐盐性的田间检测主要是生理指标的测定,包括叶片的叶绿素、脯氨酸、Na、K、Ca含量,膜通透性和电导率等。耐旱性的检测主要是测定叶片含水量、可溶性物质含量、相对水分含量、渗透调节物质的含量等。在渗透胁迫时,大多数植物体内积累脯氨酸<sup>[14]</sup>,且脯氨酸积累的量与植物的耐盐、耐旱性密切相关<sup>[15]</sup>,但甘薯耐旱性与脯氨酸含量的关系不大<sup>[16]</sup>。

甘薯品种的耐盐、耐旱性最终要体现在产量的稳定性上,郭小丁等<sup>[17]</sup>采用耐盐指数和模糊评判法对滨海盐渍地(土壤含盐量0.5%)上种植的50个甘薯品种进行了耐盐性评价,筛选出14个耐盐性强的品种。丁成伟等<sup>[18]</sup>通过对甘薯不同耐旱指标进行比较,选用较能客观、准确反映出品种耐旱性的评价方法,从50个甘薯品种中初步筛选出16个耐旱性品种,其中有6个耐旱性极强。张会云等<sup>[19]</sup>从薯块膨大期开始采用遮雨处理使土壤干旱直至收获,以抗旱系数(旱地干产/对照干产)为主,以分枝数、最长蔓长、茎叶鲜重、绿叶鲜重、薯数及T/R值等为辅,进行适当分级,从30个甘薯品种中筛选出8个耐旱性强的品种。

## 3 问题及展望

为了提高甘薯的耐盐、耐旱性,目前主要靠诱变育种,尽管已取得部分成果,但仍存在一些问题,主要表现在两个方面。①甘薯耐盐、耐旱突变体要经过较长时间的筛选,而愈伤组织经过长期的继代培养会严重丧失分化能力,植株再生率很低,高频率的植株再生仅限少数几个基因型<sup>[20]</sup>,这就使甘薯突变植株的获得更加困难;②耐盐、耐旱性检测多数在田间进行,需要大量人力、物力和财力,而且周期较长。

针对上述主要问题可采取如下措施加以解决。首先,应该在甘薯再生方面加强研究,建立高频率的再生体系;其次,找到离体条件下与耐盐、耐旱性相关的性状参数,辅以离体检测。此外,还可以利用VA菌根来提高甘薯的耐盐、耐旱性<sup>[21]</sup>。

甘薯不仅块根营养价值很高,而且其茎蔓的嫩尖还富含蛋白质、胡萝卜素、维生素和微量矿质元素,很多地区将其作为蔬菜食用,它比一般的叶菜营养成分都高。加之甘薯生育过程中病虫害很少,基本无需使用农药,相对残留污染较少,

是一种较好的安全食品。培育耐盐、耐旱的甘薯,可以扩大其种植范围,提高单位面积的产值,增加农民收入,显著提高经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [1] FAO. FAO bulletin of statistics[J], 2002, 3(1): 46—47.
- [2] 李爱贤, 张立明, 刘庆昌, 等. 甘薯辐射诱变育种研究进展[J]. 莱阳农学院学报, 2002, 19(4): 256—260.
- [3] 刘庆昌, 翟红, 马彪, 等. 甘薯胚性悬浮细胞的辐射诱变和同质突变体的获得[J]. 农业生物技术学报, 1998, 6(2): 117—122.
- [4] 秦明波, 云月. 植物的突变系及利用[J]. 生物学通报, 1994, 29(3): 24—27.
- [5] 刘庆昌, 鲁迪慧, 马彪, 等. 甘薯细胞悬浮培养及有效植株再生[J]. 农业生物技术学报, 1996, 4(3): 238—242.
- [6] Pastori G M, Foyer C H. Common Components, Networks, and Pathways and Cross-Tolerance to Stress. The Central Role of “Redox” and Absciscic Acid-Mediated Controls[J]. Plant Physiology, 2002, 129: 460—468.
- [7] Handa A K, Bressan R A, S. Handa. Characteristics of cultured tomato cells after prolonged exposure to medium containing polyethylene glycol [PEG] [J]. Plant Physiology, 1982, (69): 514—521.
- [8] Conne M, Vander Weele W G Spollen. Growth of Arabidopsis thaliana seedlings under water deficit studied by control of water potential in nutrient-agar media[J]. Journal of Experimental Botany, 2000, (51): 514—521.
- [9] 李爱贤, 刘庆昌, 王玉萍, 等. 甘薯耐旱、耐盐突变体的离体筛选[J]. 农业生物技术学报, 2002, 10(1): 15—19.
- [10] 王玉萍, 刘庆昌, 李爱贤, 等. 甘薯耐旱突变体的离体筛选与鉴定[J]. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1000—1005.
- [11] Chander S F, Paek K Y, Pua E C, et al. The effectiveness of selection for salinity tolerance using in vitro shoot culture[J]. Botanical Gazette, 1988, 149: 166—172.
- [12] I. J. Ekanayake, J. H. Dodds. In-vitro testing for the effects of salt stress on growth and survival of sweet potato[J]. Scientia Horticulturae, 1993, 55: 239—248.
- [13] M. A. H. Mohamed, P. J. C. Harris, J. Henderson. In vitro selection and characterization of a drought tolerant clone of tagetes minuta[J]. Plant Science, 2000, 159: 213—222.
- [14] A. J. Delauney, D. P. S. Verma. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants[J]. Plant Journal, 1993, 4: 215—223.
- [15] Basia Vinocur, Arie Altman. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2005, 16: 123—132.
- [16] 张明生, 谈锋. 干旱胁迫下甘薯叶绿素a/b比值的变化及其与抗旱性的关系[J]. 种子, 2001, 4: 23—25.
- [17] 郭小丁, 郭景禹, 唐君, 等. 甘薯品种资源田间耐旱性鉴定研究[J]. 作物品种资源, 1994, 3: 34—36.
- [18] 丁成伟, 钮福祥, 郭小丁, 等. 甘薯品种资源抗旱性鉴定研究[J]. 河南农业科学, 1997, 10: 3—5.
- [19] 张会云, 钮福祥, 朱磊, 等. 甘薯品种资源抗旱性鉴定[J]. 江苏农业科学, 1998, 5: 27—29.
- [20] 刘庆昌, 翟红, 王玉萍. 甘薯细胞工程和分子育种的研究现状[J]. 作物杂志, 2003, 6: 1—3.
- [21] 冯固, 李晓林, 张福锁, 等. VA菌根提高植物耐盐性研究进展[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(3): 94—100.