

中图分类号: S532; S332.6 文献标识码: A 文章编号: 1672-3636(2006)02-068-05

# 马铃薯新型栽培种耐盐性鉴定与筛选

梁春波, 韩秀峰, 邸宏, 陈伊里\*

(东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:** 通过观察 65 份马铃薯新型栽培种材料和 4 个生产上常用的马铃薯品种的试管苗在含有不同  $\text{NaHCO}_3$  浓度 MS 培养基上的生长状况, 对其耐盐性进行初步鉴定, 并对各平均株高和生物产量范围内不同耐盐性材料的分布情况进行分析。结果表明: 在平均株高 2~5 cm、生物产量 0.5~1.5 g·瓶<sup>-1</sup> 的范围内, 耐盐性较好的材料分布最多且平均耐盐性最好, 在这两个范围内筛选材料, 效率要明显高于其它区域。经耐盐性鉴定,  $A_4$ 、 $B_7$  等 7 份材料达到耐盐标准,  $C_5$ 、 $F_5$  等 25 份材料达到中等耐盐标准。经最小显著差数法测验共筛选出  $B_{13}$ 、 $D_5$  等 15 份耐盐性显著优于生产上常用品种的材料。

**关键词:** 马铃薯; 新型栽培种; 耐盐性; 鉴定; 筛选

我国东北有 187.73 万  $\text{hm}^2$  盐碱地, 以苏打盐为主, 普通粮食作物很难正常生长<sup>[1]</sup>。马铃薯对盐较敏感, 盐害不利于其生长, 对产量影响极大, 选育耐盐品种可以大幅度的提高盐碱地上的马铃薯产量。但由于普通栽培种遗传基础狭窄, 在此基础上选育新品种具有一定的困难。由 *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* 经轮回选择选出的新型栽培种为解决这一问题提供了新的基因库。关于马铃薯新型栽培种的抗病性、淀粉含量等方面研究前人已有过很多报道<sup>[2,3]</sup>, 但对于耐盐性, 特别是对苏打盐耐性的研究, 还未见相关报道。本试验采用 65 份马铃薯新型栽培种和 4 个生产上常用品种的试管苗, 通过观察其在不同含盐培养基上的生长情况, 初步鉴定其耐盐性, 并研究不同耐盐性材料大致的平均株高和生物产量范围, 为进一步利用马铃薯新型栽培种作为育种材料选育耐盐品种提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

6 个马铃薯新型栽培种混合授粉群体 轮回选

择) 后代实生种子 1 200 粒在含有 0.2%  $\text{NaHCO}_3$  的 MS 培养基上出苗, 得到正常成苗的材料 65 份。具体编号见表 1。

表 1 供试材料编号

组合	份数	编号
Ns51-5 ×Ns	10	$A_1$ ~ $A_{10}$
Ns83-1 ×Ns	23	$B_1$ ~ $B_{23}$
Ns86320122 ×Ns	8	$C_1$ ~ $C_8$
Ns880407 ×Ns	5	$D_1$ ~ $D_5$
T1800 ×Ns	13	$E_1$ ~ $E_{13}$
$D_2$ ×Ns	6	$F_1$ ~ $F_6$

4 个生产常用的品种: 东农 303 (早熟、高产品种)、大西洋 (中熟、炸片专用品种)、夏坡地 (中晚熟、炸条专用品种)、克新 1 号 (中早熟、国内推广面积最大的鲜食品种) 作为耐盐材料筛选的参照品种。

### 1.2 试验方法

取 20 d 苗龄的试管苗, 切茎段插入到含有  $\text{NaHCO}_3$  浓度分别为 0.1%、0.2%、0.3% 和 0.4% 的 MS 培养基中, 以不含盐的 MS 培养基为对照。每个处理 3 瓶, 每瓶 15 个茎段。放在培养室内进行

收稿日期: 2006-01-06

基金项目: 国家 863 计划项目 2004AA241133 资助

作者简介: 梁春波 (1981-), 女, 硕士研究生, 主要从事作物遗传育种研究。

\* 通讯作者: E-mail: potato@neau.edu.cn

培养。培养温度为 25 ℃、光照时间为 16 h·d<sup>-1</sup>。20 d 后统计各试管苗的株高、植株鲜重和根鲜重。计算生物产量 (植株鲜重+根鲜重) 和耐盐系数, 耐盐系数的计算和数据转换处理参照王新伟<sup>[4]</sup>的方法。具体计算公式如下:

$$\text{耐盐系数 } x) = \frac{\text{盐胁迫下的生物产量 (g·瓶}^{-1}\text{)}}{\text{对照下的生物产量 (g·瓶}^{-1}\text{)}}$$

耐盐系数的数据转换处理按隶属函数进行<sup>[5]</sup>。

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & a_2 < x \end{cases}$$

上式中  $a_1 = \min(x)$ ,  $a_2 = \max(x)$ ,  $x$  为各指标盐胁迫下生物产量对照生物产量之比。

品种耐盐性分级标准:

隶属函数值 (含加权平均值)  $\mu(x) \geq 0.7$  为耐盐 (H),  $0.4 \leq \mu(x) < 0.7$  为中等耐盐 (M),  $\mu(x) < 0.4$  为不耐盐 (P)。

## 2 结果与分析

### 2.1 供试材料的耐盐性鉴定

#### 2.1.1 临界 NaHCO<sub>3</sub> 浓度的确定

分析各盐浓度胁迫下不同耐盐性材料分布情况得知, 随着盐浓度的不断升高, 耐盐材料占供试材料的比例不断缩小 (见表 2)。在低浓度盐胁迫下, 大部分材料生长受到抑制的程度较小, NaHCO<sub>3</sub> 浓度为 0.1% 时, 达到耐盐水平的材料比例高达 64.62%; 盐浓度的升高使大部分材料的生长受到明显抑制, 生物产量大幅度降低, 只有耐盐性较高的材料才能保持相对稳定的生物产量, 在 NaHCO<sub>3</sub> 浓度达到 0.4% 时, 只有 11% 的材料的耐盐达到耐盐水平。

表 2 各盐浓度胁迫下不同耐盐性材料的分布情况 (%)

NaHCO <sub>3</sub> 浓度	耐盐材料	中等耐盐材料	不耐盐材料
0.1	64.62	26.15	6.32
0.2	49.23	35.38	10.53
0.3	23.08	40.00	25.26
0.4	11.00	35.00	54.00

有关马铃薯耐苏打盐的研究, 目前还未见相关报道, 临界浓度也没有统一的认识。根据马铃薯属弱耐盐性作物, 苗期耐盐 0.1%~0.15%, 生育期耐盐 0.15%~0.20% 的前人经验<sup>[4]</sup>, 并考虑到试管苗培养基营养较为丰富, 光温条件较好等因素, 结合康玉林等<sup>[6]</sup>、王新伟<sup>[7]</sup>、王培伦等<sup>[8]</sup>的研究结果, 本试验认为 0.4% 的临界浓度最为合适。

#### 2.1.2 供试材料的耐盐性鉴定

马铃薯实际耐盐性的比较当前还没有统一的指标, 采用较多的是产量指标的耐盐系数。由于耐盐系数的极差较小而不利于定性分级, 所以本试验采用隶属函数法, 将各材料的耐盐系数扩展到 [0, 1] 的闭合区间内, 并按耐盐 (H)、中等耐盐 (M)、不耐盐 (P) 进行鉴定, 结果见表 3。

65 份材料经耐盐性鉴定, B<sub>13</sub>、E<sub>8</sub> 等 7 份材料达到耐盐标准; A<sub>4</sub>、D<sub>4</sub> 等 25 份材料达到中等耐盐标准; F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub> 等 33 份材料为不耐盐材料。经最小显著差数法测验共筛选出 B<sub>13</sub>、D<sub>5</sub> 等 15 份显著优于生产上常用品种的材料。

#### 2.2 各平均株高范围内不同耐盐性材料的分布情况

对各平均株高范围内不同耐盐性材料的分布情况进行研究, 表明在各个盐浓度胁迫下, 耐盐性较高的耐盐材料和中等耐盐材料的平均株高多集中在 2~5 cm 之间 (图 1)。盐浓度为 0 时, 耐盐材料的平均株高在 2~6 cm 之间, 0.1% 时在 2~5 cm 之间。随着盐浓度的逐渐升高, 供试材料整体平均株高呈现明显的下降趋势, 耐盐材料集中的区域也有所下降, 盐浓度达到 0.4% 时, 耐盐材料的平均株高集中在 1~4 cm 之间 (图 2)。中等耐盐材料平均株高的集中范围要略大于耐盐材料, 基本上处于 3~8 cm 之间, 当盐浓度升高后, 这一范围逐渐缩小, NaHCO<sub>3</sub> 浓度达到 0.4% 时, 基本与耐盐材料的分布区域相近 (图 3)。从各个区间的平均  $\mu(x)$  来看, 各盐浓度胁迫下, 平均株高为 4~5 cm 左右材料的平均  $\mu(x)$  要明显高于其它区域 (图 4), 说明在这一区域内材料的平均耐盐性较高, 在这一范围内选择材料, 选出耐盐性较好材料的机率要明显大于其它区域。

#### 2.3 各生物产量范围内不同耐盐性材料的分布情况

对各生物产量范围内不同耐盐性材料的分布情况进行研究, 结果表明, 在低浓度盐胁迫下, 供试材料的生物产量多集中在 0.5~3.0 g·瓶<sup>-1</sup> 的范

国内, 耐盐性较高的耐盐材料和中等耐盐材料在 0.5~1.5 g·瓶<sup>-1</sup> 范围内分布最多。生物产量太高或太低材料的耐盐性均不是很好。随着盐浓度的升高, 各材料的生物产量有所下降, 耐盐材料和中等耐盐材料生物产量的集中区域也随之变为 0~1 g·瓶<sup>-1</sup> 之间。在平均耐盐性方面, 低浓度盐胁迫和

高浓度盐胁迫的情况也有所不同, 在 NaHCO<sub>3</sub> 浓度为 0 和 0.1% 时, 生物产量为 1.0~1.5 g·瓶<sup>-1</sup> 左右材料的平均耐盐性最好, 这一区域分布的耐盐、中等耐盐材料也最多。当 NaHCO<sub>3</sub> 浓度升高到 0.3% 和 0.4% 时, 平均耐盐性较好的区域也随之变为 0.5~1.5 g·瓶<sup>-1</sup> (图 5-8)。

表 3 供试材料的耐盐性评价

材料	耐盐系数	μ(x)	耐盐性评价	材料	耐盐系数	μ(x)	耐盐性评价	材料	耐盐系数	μ(x)	耐盐性评价
A <sub>1</sub>	0.28	0.14	P	B <sub>13</sub>	0.84	0.81	H <sup>*</sup>	D <sub>4</sub>	0.50	0.40	M
A <sub>2</sub>	0.71	0.65	M <sup>*</sup>	B <sub>14</sub>	0.72	0.66	M <sup>*</sup>	D <sub>5</sub>	0.65	0.58	M
A <sub>3</sub>	0.68	0.62	M <sup>*</sup>	B <sub>15</sub>	0.67	0.60	M	E <sub>1</sub>	0.25	0.10	P
A <sub>4</sub>	0.62	0.54	M	B <sub>16</sub>	0.43	0.31	P	E <sub>2</sub>	0.41	0.29	P
A <sub>5</sub>	0.89	0.86	H <sup>*</sup>	B <sub>17</sub>	0.19	0.03	P	E <sub>3</sub>	0.41	0.29	P
A <sub>6</sub>	0.44	0.33	P	B <sub>18</sub>	0.68	0.62	M <sup>*</sup>	E <sub>4</sub>	0.27	0.12	P
A <sub>7</sub>	0.82	0.79	H <sup>*</sup>	B <sub>19</sub>	0.63	0.56	M	E <sub>5</sub>	0.17	0.00	P
A <sub>8</sub>	0.59	0.51	M	B <sub>20</sub>	0.71	0.65	M <sup>*</sup>	E <sub>6</sub>	0.44	0.33	P
A <sub>9</sub>	0.18	0.02	P	B <sub>21</sub>	0.25	0.10	P	E <sub>7</sub>	0.69	0.62	M <sup>*</sup>
A <sub>10</sub>	0.58	0.50	M	B <sub>22</sub>	0.65	0.58	M	E <sub>8</sub>	0.76	0.71	H <sup>*</sup>
B <sub>1</sub>	0.48	0.37	P	B <sub>23</sub>	0.18	0.01	P	E <sub>9</sub>	0.50	0.40	M
B <sub>2</sub>	0.26	0.11	P	C <sub>1</sub>	0.82	0.78	H <sup>*</sup>	E <sub>10</sub>	0.17	0.01	P
B <sub>3</sub>	0.46	0.35	P	C <sub>2</sub>	0.26	0.11	P	E <sub>11</sub>	0.54	0.45	M
B <sub>4</sub>	0.25	0.10	P	C <sub>3</sub>	0.57	0.49	M	E <sub>12</sub>	0.30	0.16	P
B <sub>5</sub>	0.23	0.07	P	C <sub>4</sub>	0.40	0.27	P	E <sub>13</sub>	0.43	0.31	P
B <sub>6</sub>	0.23	0.08	P	C <sub>5</sub>	0.54	0.45	M	F <sub>1</sub>	0.43	0.31	P
B <sub>7</sub>	0.77	0.72	H <sup>*</sup>	C <sub>6</sub>	0.53	0.43	M	F <sub>2</sub>	0.56	0.47	M
B <sub>8</sub>	0.68	0.62	M <sup>*</sup>	C <sub>7</sub>	0.43	0.31	P	F <sub>3</sub>	0.73	0.67	M <sup>*</sup>
B <sub>9</sub>	0.42	0.30	P	C <sub>8</sub>	0.62	0.55	M	F <sub>4</sub>	0.37	0.24	P
B <sub>10</sub>	0.48	0.37	P	D <sub>1</sub>	0.52	0.42	M	F <sub>5</sub>	0.96	1.00	H <sup>*</sup>
B <sub>11</sub>	0.20	0.04	P	D <sub>2</sub>	0.39	0.27	P	F <sub>6</sub>	0.17	0.00	P
B <sub>12</sub>	0.66	0.59	M	D <sub>3</sub>	0.37	0.25	P	东农 303	0.46	0.35	P
大西洋	0.58	0.50	M	夏波地	0.34	0.21	P	克新 1 号	0.52	0.42	M

注: 带 \* 为经最小显著差数法测验耐盐性显著优于大西洋等 4 个品种的材料。

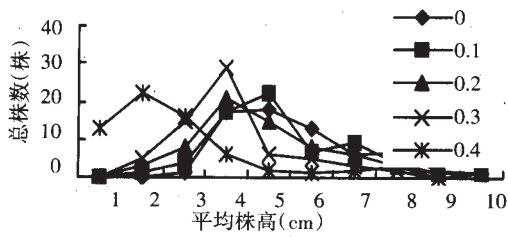


图1 不同平均株高范围内材料分布情况

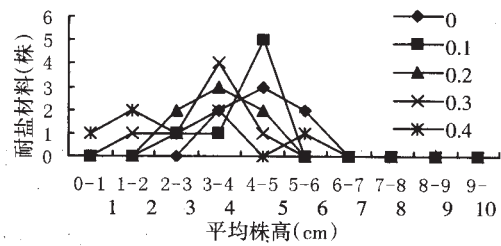


图2 不同平均株高范围内耐盐材料分布情况

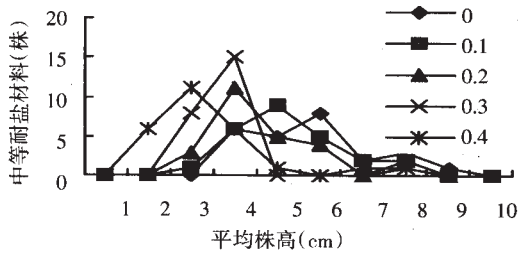


图3 不同平均株高范围内中等耐盐材料分布情况

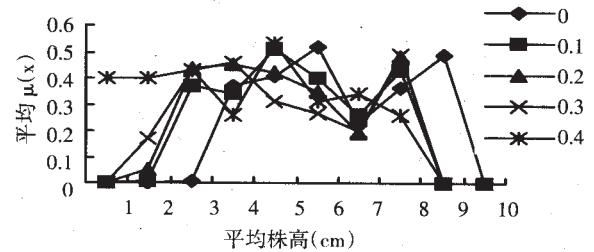


图4 不同平均株高范围内各材料的平均耐盐性

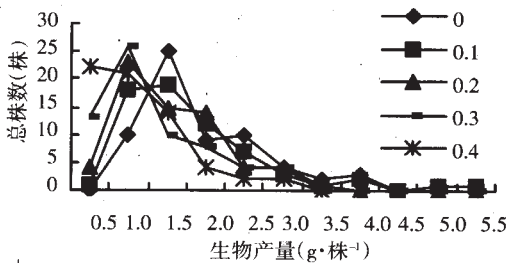


图5 不同生物产量范围内材料分布情况

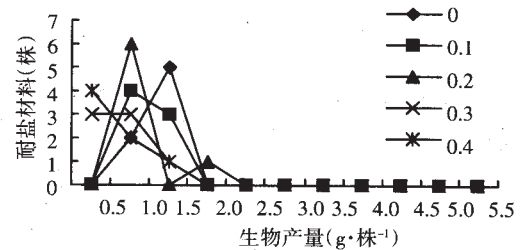


图6 不同生物产量范围内耐盐材料分布情况

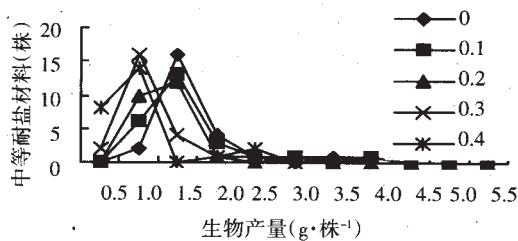


图7 不同生物产量范围内中等耐盐材料分布情况

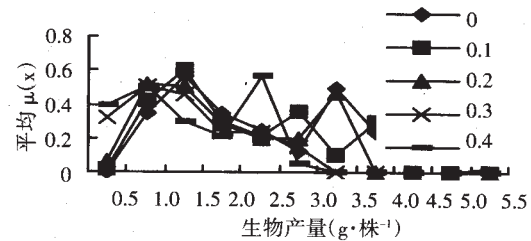


图8 不同生物产量范围内各材料的平均耐盐性

### 3 讨论

本研究对各平均株高和生物产量范围内不同耐盐材料的分布情况进行分析, 结果显示: 在平均株高中等或略微偏下范围内耐盐性较好材料分布最多且平均耐盐性最高, 在生物产量方面也得到相似结论。这主要是由于株高或生物产量较高的材料在低浓度盐胁迫下表现较好, 但在盐浓度升高后生长受

到明显抑制, 生物产量大幅度下降从而导致耐盐系数较低所致, 也说明这一部分材料对盐分的胁迫较为敏感。

马铃薯属弱耐盐性作物, 目前生产上广泛种植的品种的耐盐性均不是很高<sup>[4]</sup>。从本试验的结果也可以看出: 东农 303、大西洋、夏坡地和克新 1 号 4 个品种的耐盐性均没有达到耐盐标准, 其中最高的大西洋也只是达到中等耐盐材料的中下游水平,

而供试的 65 份材料中有 15 份材料的耐盐性要显著高于这个水平, 这说明马铃薯新型栽培种资源内广泛存在着耐盐基因, 利用这一资源能够筛选出耐盐较高的材料同普通栽培种相结合选育耐盐品种, 从而提高现有品种的耐盐性, 打破盐碱地的制约, 发挥产量潜力, 全面提高盐碱地上种植马铃薯的产量水平。

选择压力的确定对筛选的结果至关重要。由于对马铃薯耐苏打盐的研究, 目前还未发现相关报道, 筛选的临界浓度也没有统一的认识。本试验根据供试材料在各个盐浓度下的生长状况并结合康玉林等<sup>[6]</sup>、王新伟<sup>[7]</sup>、王培伦等<sup>[8]</sup>的研究结果初步确定了 0.4% 作为临界浓度。从本试验的结果中可以看出, 这个临界浓度可以达到对供试材料的耐盐性进行定性分级, 淘汰大部分耐盐性较差的材料, 筛选出耐盐性较好的材料的预期目的。因此, 0.4% 的临界浓度是比较合适的。

耐盐能力的稳定性需要一个长期的检验过程, 要经过多次检验才能验证耐盐材料的耐盐性能否稳定遗传, 另外由于试管苗培养条件与大田有较大差别, 各个材料的耐盐性还有待于田间试验的进一步验证。

王培伦等<sup>[8]</sup>研究认为, 马铃薯适于在微酸土壤

上栽培, 其适应的土壤 pH 值为 5.5-6.5。pH 值低于 4.8 或高于 7.0 时的生长开始受到明显影响, pH 值高于 7.8 以上, 有些材料甚至死亡。东北盐碱土的主要特点是土壤含盐量不高, 但碱化程度较高, 平均 pH 值 7.6 以上<sup>[1]</sup>。耐盐材料能否在盐碱土地上正常生长, 还需进一步检验其耐碱性及其它重要性状。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 尹喜霖, 王勇, 柏钰春. 浅论黑龙江省的土地盐碱化 [J]. 水利科技与经济, 2004, 10(6): 361-363.
- [2] 樊民夫, 薄天岳, 李久昌, 等. 马铃薯新型栽培种在育种中的应用研究 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(2): 86-89.
- [3] 王凤义. 我国马铃薯新型栽培种资源的研究与利用 [J]. 马铃薯杂志, 1992, 6(2): 13-16.
- [4] 王新伟, 徐龙臣, 田中艳, 等. 马铃薯高淀粉资源田间抗盐鉴定 [J]. 中国蔬菜, 1999(1): 25-28.
- [5] 贺促雄. 模糊数学及其应用 [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1985: 67-70.
- [6] 康玉林, 徐利群, 张春震, 等. 不同盐浓度对马铃薯实生苗的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(1): 17-19.
- [7] 王新伟. 不同盐浓度对马铃薯试管苗的胁迫效应 [J]. 马铃薯杂志, 1998, 12(4): 203-207.
- [8] 王培伦, 孙慧生, 张振鸿, 等. 离体筛选马铃薯品种试验 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(4): 197-200.

## Identification and Selection of Salt-tolerant Clones in Neo-tuberosum

Liang Chunbo, Han Xiufeng, Di Hong, Chen Yili

(Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

**Abstract:** The growth of seedlings of 65 Neo-tuberosum materials and 4 potato varieties (Dongnong 303, Atlantic, Shepody and Kexin 1) in the MS medium containing 0(CK), 0.1%, 0.2%, 0.3%, and 0.4% NaHCO<sub>3</sub> were studied in order to test their salt-tolerance, and the distribution of different salt-tolerant materials in different ranges of seedling heights and biology yields were studied too. Most of the salt-tolerant and mid-salt-tolerant materials were in the range of 2-5 cm of seedling heights or 0.5-1.5 g per bottle of biology yields. It may be more efficient to select salt-tolerant materials in these ranges than others. Seven salt-tolerant materials and 25 mid-salt-tolerant materials were selected based on salt-tolerance evaluation. Sixteen materials with salt-tolerance significantly higher than that of the 4 varieties were selected.

**Key Words:** potato; Neo-tuberosum; salt-tolerance; identification; selection