

郑 飞,孟庆长,孔令杰,等. 玉米不同基因型苗期耐盐胁迫筛选[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):67-70.

玉米不同基因型苗期耐盐胁迫筛选

郑 飞,孟庆长,孔令杰,张美景,赵文明

(江苏省农业科学院粮食作物研究所,江苏南京 210014)

摘要:研究 116 份玉米自交系在苗期的耐盐性差异。结果表明:盐胁迫下玉米苗高、含水率、干重、鲜重受到显著抑制,不同基因型材料耐盐性存在明显差异,鲜重、干重、含水率、株高、苗情各项指标相互之间均达到极显著相关。说明 5 种耐盐鉴定评价指标可以一致反映不同材料的耐盐性,对 116 份玉米自交系进行耐盐性分级结果基本一致。

关键词:玉米;苗期;盐胁迫;基因型

中图分类号: S513.03 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0067-04

土壤盐碱化对农业生产影响较大,是制约粮食产量进一步提高的关键因素^[1]。发掘作物自身抗盐性的遗传潜力、改良作物抗盐性状、培育耐盐品种对农业生产意义重大^[2-3]。目前,国内外已有不少关于玉米耐盐生理生化指标的研究,由于玉米耐盐机理的复杂性,各个生理性状对玉米耐盐性贡献大小不一,尚无可以借鉴的成熟技术体系、标准^[4]。笔者利用玉米芽苗期耐盐性鉴定方法对 116 份玉米材料进行耐盐性评价,旨在为玉米耐盐遗传研究、玉米耐盐品种选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

116 份玉米材料由江苏省农业科学院粮食作物研究所玉米室提供。

1.2 方法

试验于 2012 年春季在江苏省农业科学院玻璃温室内进行。选取饱满一致的玉米种子,用 0.1% HgCl₂ 消毒 10 min,清水漂洗 3 次,正常萌发后,选取芽期生长状况良好且长势一致的种子播种于装有等量细沙的塑料钵内,同时浇灌适量的 1/2Hoagland 营养液于温室中进行培养。当幼苗长至 2 叶 1 心期时,每钵保留生长健壮且长势一致的幼苗 10 株,分别用含 200 mmol/L NaCl 的 1/2Hoagland 营养液处理。为保证各处理液浓度的恒定,每天用预定浓度的处理液浇灌。各处理重复 2 次,1 周后测定有关指标。

1.3 指标测定

1.3.1 苗情 按照翁跃进等的方法^[5]将玉米苗期耐盐性分为 5 级:1 级,玉米生长正常,有 3~4 张绿叶,高度耐盐;2 级,有 3 张绿叶,第 1 张真叶尖变黄或变枯,耐盐;3 级,有 2 张绿叶,第 1、第 2 张真叶变黄或叶尖变枯,中度耐盐;4 级,仅有 1 叶绿或心叶存活,耐盐;5 级,致死或基本接近死亡,高度敏感。

1.3.2 株高 以苗地上部分最高点的拉直高度为准,每处理 3 次重复,每重复 5 株。

1.3.3 鲜重 盐处理后,取出完整植株,用蒸馏水洗净,除去表面残留水分后称重,每处理 3 次重复,每重复 5 株。

1.3.4 干重 将上述植株放入烘箱内 80 ℃ 烘 72 h,称其干重,每处理 3 次重复,每重复 5 株。

根据株高、含水率、干重、鲜重变化率进行耐盐性鉴定分级(表 1),计算公式如下:变化率=(对照数值-盐处理数值)/对照数值×100%。采用 Excel、DPS 软件分析数据。

表 1 玉米苗期耐盐性分级标准

等级	干重变化率(%)	含水率变化率(%)	鲜重变化率(%)	株高变化率(%)
1(高度耐盐)	0~19.9	0~4.9	0~29.9	0~9.9
2(耐盐)	20.0~39.9	5.0~9.9	30.0~49.9	10.0~19.9
3(中度耐盐)	40.0~49.9	10.0~14.9	50.0~59.9	20.0~29.9
4(盐敏感)	50.0~59.9	15.0~19.9	60.0~69.9	30.0~39.9
5(高度敏感)	≥60.0	≥20.0	≥70.0	≥40.0

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对玉米材料性状的影响

由表 2 可知,116 份玉米材料的含水率、干重、株高、出苗率等指标在对照组和胁迫组之间差异极显著,说明玉米对盐胁迫非常敏感,盐胁迫从多个方面抑制了玉米的生长。

表 2 盐胁迫对玉米材料性状的影响

处理	含水率(%)	干重(g)	鲜重(g)	株高(cm)
CK	92.27aA	0.20aA	2.77aA	48.51aA
盐胁迫	83.39bB	0.11bB	0.74bB	33.56bB

注:同列数据后不同大写、小写字母表示差异极显著($P < 0.01$)、显著($P < 0.05$)。

2.2 盐胁迫对玉米材料耐盐性的影响

从苗情结果看,有 9 份材料属于耐盐自交系,包括 H3、374、P138、7167-1 等,占供试材料的 7.76%;有 39 份材料属于盐敏感自交系,包括苏 951、黄早四、K12、Mo17 等,占供试材料的 33.62%。从含水率变化率看,有 24 份材料属于高度耐盐自交系,包括 S651、H3、444、P138 等,占供试材料的 20.69%;有 25 份材料属于盐敏感自交系,包括新自 218、

收稿日期:2013-07-11

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAD35B01)。

作者简介:郑 飞(1983—),男,重庆人,硕士,助理研究员,研究方向为玉米遗传育种。Tel:(025)84390308;E-mail:zhengfei2012@163.com。

K12、706 辐等,占供试材料的 21.55%。从干重变化率看,有 4 份材料属于高度耐盐自交系,包括 P138、J002、374 等,占供试材料的 3.45%;有 12 份材料属于盐敏感自交系,包括早 49、JS0381、鲁原 133 等,占供试材料的 10.34%。从株高变化率看,有 2 份材料属于高度耐盐自交系,包括 H3、齐 318,占供试材料的 1.72%;有 18 份材料属于盐敏感自交系,包括 K12、吉 412、京 7 等,占供试材料的 15.52%;从鲜重变化率看,有 3 份材料属于高度耐盐自交系,包括 J002、374、丹 988 等,占供试材料的 2.59%;有 73 份材料属于盐敏感自交系,包括 Mo17、苏 951、K12 等,占供试材料的 62.93% (表 3)。

表 3 116 份玉米材料自交系各指标耐盐性综合评价

自交系	含水率		鲜重		干重		株高		苗情评价	综合评价
	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价		
金黄 96B	16.67	4	73.77	5	29.41	2	22.22	3	3	3.4
中自 01	5.63	2	54.18	3	25.93	2	25.23	3	3	2.6
沈 118	10.58	3	84.78	5	63.93	5	36.05	4	5	4.4
8002	12.76	3	70.45	5	29.36	2	29.14	3	3	3.2
齐 318	8.05	2	54.55	3	23.40	2	6.42	1	3	2.2
698-3	16.33	4	85.12	5	62.07	5	27.56	3	5	4.4
旱 23	10.89	2	76.83	5	57.14	4	31.40	4	4	3.8
89-1	10.75	3	87.09	5	70.73	5	40.24	5	4	4.4
旱 21	5.65	2	75.00	5	53.33	4	35.46	4	4	3.8
SH15	10.41	3	71.54	5	40.00	3	26.14	3	3	3.4
辽 68	3.70	1	62.61	4	46.43	3	21.56	3	3	2.8
种苗 28	7.60	2	76.47	5	54.65	4	26.56	3	3	3.4
川 273	3.72	1	43.70	2	23.94	2	15.97	2	2	1.8
CML51	19.28	4	83.30	5	49.37	3	33.54	4	5	4.2
Y7	3.03	1	55.40	3	40.57	3	27.41	3	3	2.6
金黄 59	9.60	2	79.69	5	57.35	4	41.64	5	4	4.0
金黄 55	10.08	3	81.31	5	59.86	4	43.20	5	4	4.2
141	8.06	2	72.06	5	51.54	4	24.18	3	3	3.4
丹 988	1.10	1	28.64	1	20.51	2	29.34	3	3	2.0
沈 3336	7.98	2	73.20	5	49.57	3	31.41	4	4	3.6
齐 319	4.28	1	61.23	4	45.34	3	13.55	2	3	2.6
丹 599	3.41	1	63.47	4	50.43	4	29.60	3	3	3.0
沈 135	5.95	2	68.19	4	43.94	3	32.62	4	3	3.2
沈 137	19.81	4	80.00	5	43.18	3	40.74	5	5	4.4
农大 178	4.22	1	65.83	4	52.11	4	15.98	2	3	2.8
P138	2.88	1	33.77	2	10.42	1	25.45	3	2	1.8
吉 412	6.42	2	78.36	5	60.59	5	49.67	5	4	4.2
吉 419	7.91	2	73.86	5	47.13	3	28.40	3	3	3.2
吉 465	3.61	1	59.62	3	38.00	2	26.30	3	3	2.4
吉 842	12.45	3	70.02	5	33.33	2	20.33	3	4	3.4
CA091	5.10	2	72.35	5	52.63	4	37.89	4	4	3.8
J002	0.92	1	18.33	1	7.89	1	22.66	3	3	1.8
77	25.14	4	45.66	2	44.68	3	51.16	5	4	3.6
早 49	12.72	3	88.78	5	65.43	5	32.91	4	5	4.4
辽白 371	9.59	2	71.22	5	47.95	3	33.92	4	4	3.6
获唐黄	10.43	3	83.98	5	60.28	5	23.50	3	4	4.0
关 17	9.82	2	77.34	5	49.21	3	43.94	5	5	4.0
706 辐	10.15	3	62.94	4	22.42	2	28.72	3	5	3.4
中 17	5.49	2	60.67	4	38.24	2	21.01	3	4	3.0
HZ85	25.78	4	83.98	5	45.24	3	30.15	4	5	4.2
早 8-3	2.88	1	66.37	4	49.32	3	26.60	3	3	2.8
H3	2.92	1	38.10	2	18.87	1	3.38	1	2	1.4
485	5.55	2	64.23	4	40.10	3	30.52	4	5	3.6
四 533	19.79	4	84.13	5	42.31	3	21.14	3	4	3.8
吉 992	6.78	2	75.00	5	55.56	4	20.87	3	3	3.4
C416	2.47	1	61.06	4	47.37	3	42.35	5	3	3.2
D185	6.31	2	64.17	4	37.18	2	29.41	3	3	2.8

续表 3

自交系	含水率		鲜重		干重		株高		苗情评价	综合评价
	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价		
吉 A -034	6.36	2	83.26	5	68.63	5	26.67	3	4	3.8
Mo17	14.83	3	78.32	5	43.94	3	31.77	4	5	4.0
杂 C546	18.81	4	84.90	5	54.17	4	31.89	4	5	4.4
416	10.22	3	73.04	5	40.56	3	24.00	3	5	3.8
丹 1324	3.38	1	61.52	4	47.19	3	16.22	2	3	2.6
吉 477	20.55	4	86.31	5	54.00	4	40.28	5	5	4.6
合 344	8.35	2	82.39	5	61.99	5	40.40	5	4	4.2
C649	15.61	4	81.08	5	46.61	3	29.03	3	5	4.0
四 -419	3.05	1	62.99	4	45.06	3	23.72	3	2	2.6
M0113	5.65	2	72.21	5	47.37	3	41.59	5	3	3.6
四 F1	5.06	2	72.38	5	52.44	4	40.97	5	3	3.8
吉 495	5.44	2	72.08	5	52.33	4	33.68	4	3	3.6
J001	5.78	2	67.18	4	45.05	3	35.16	4	3	3.2
D387	21.96	4	87.74	5	53.85	4	28.13	3	5	4.2
吉 1037	13.29	3	82.89	5	58.06	4	29.00	3	5	4.0
绥系 701	5.11	2	59.19	3	40.54	3	35.37	4	5	3.4
5213	7.39	2	67.01	4	34.78	2	30.77	4	3	3.0
汶黄	16.08	4	84.94	5	55.32	4	38.62	4	5	4.4
丹黄 02	7.75	2	77.53	5	54.95	4	36.96	4	3	3.6
CN962	9.80	2	77.66	5	50.00	4	27.38	3	4	3.6
鲁原 133	17.61	4	90.25	5	65.81	5	46.25	5	5	4.8
196	15.55	4	77.10	5	42.86	3	24.53	3	5	4.0
7379 -2	2.21	1	57.68	3	47.26	3	27.22	3	2	2.4
H152	13.92	3	83.28	5	51.76	4	36.18	4	5	4.2
PI143	5.14	2	76.63	5	61.45	5	38.30	4	3	3.8
品 1P6Co	6.98	2	77.68	5	57.39	4	33.33	4	4	3.8
374	0.91	1	27.07	1	19.54	1	23.32	3	2	1.6
唐四平头	10.34	3	76.86	5	47.62	3	31.02	4	5	4.0
CML292	5.71	2	71.19	5	48.48	3	34.21	4	3	3.4
特 70	3.31	1	58.50	3	44.44	3	22.09	3	2	2.4
自 495	17.20	4	89.12	5	60.23	5	41.21	5	5	4.8
N28	27.79	4	81.45	5	43.21	3	31.53	4	5	4.2
黄早四	6.83	2	78.63	5	56.76	4	32.77	4	5	4.0
吉 853	5.51	2	68.40	4	45.98	3	21.35	3	3	3.0
四至四	10.28	3	75.88	5	46.23	3	20.73	3	5	3.8
H21	6.03	2	71.46	5	50.20	4	35.67	4	4	3.8
昌 7 -2	4.85	1	49.73	2	25.27	2	14.88	2	2	1.8
京 7	4.03	1	61.40	4	42.86	3	46.02	5	3	3.2
黄野四	16.07	4	83.64	5	54.55	4	30.43	4	5	4.4
444	2.64	1	64.01	4	51.00	4	29.15	3	3	3.0
K12	17.57	4	80.77	5	54.55	4	49.04	5	4	4.4
502	16.84	4	83.27	5	50.00	4	31.33	4	5	4.4
434	19.89	4	82.75	5	40.79	3	30.37	4	5	4.2
515	18.18	4	76.54	5	41.82	3	24.22	3	5	4.0
D 黄 212	10.99	3	82.55	5	56.25	4	33.33	4	5	4.2
冀 35	11.56	3	81.12	5	48.57	3	30.83	4	5	4.0
LX9801	4.52	1	58.07	3	37.50	2	20.13	3	3	2.4
黄 428 -3	10.39	3	77.41	5	47.40	3	20.00	3	5	3.8
四 287	5.10	2	66.38	4	39.36	2	23.64	3	3	2.8
四 -279	21.39	4	88.35	5	53.88	4	34.50	4	5	4.4
黄 C	10.51	3	78.62	5	48.65	3	34.52	4	4	3.8
CAL70	11.43	3	76.93	5	43.11	3	29.58	3	3	3.4
M3005	18.33	4	83.99	5	52.73	4	41.41	5	5	4.6
7167 -1	4.89	2	68.88	4	47.92	3	37.05	4	2	3.0

续表 3

自交系	含水率		鲜重		干重		株高		苗情评价	综合评价
	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价	变化率(%)	评价		
7537-1	6.25	2	66.72	4	40.35	3	32.70	4	3	3.2
BJ005	9.25	2	78.60	5	55.29	4	42.13	5	4	4.0
新自 218	18.74	4	78.58	5	30.84	2	24.09	3	4	3.6
PI10	15.39	4	82.98	5	48.22	3	27.84	3	5	4.0
郑 29	7.27	2	77.95	5	55.88	4	37.38	4	3	3.6
JS0451	3.90	1	64.35	4	46.97	3	25.21	3	3	2.8
S651	4.36	1	59.86	3	37.74	2	33.97	4	3	2.6
JS0585	5.27	2	64.93	4	44.44	3	24.00	3	3	3.0
JS0581	5.41	2	71.98	5	51.48	4	36.79	4	5	4.0
JS0382	5.42	2	63.97	4	36.57	2	37.80	4	3	3.0
JS0381	5.54	2	75.99	5	60.55	5	37.46	4	3	3.8
506	5.13	2	55.49	3	22.97	2	28.26	3	3	2.6
JS06766	7.66	2	66.06	4	37.76	2	30.66	4	3	3.0
独 321	11.00	3	80.90	5	49.00	3	25.42	3	5	3.8
苏 951	11.58	3	80.19	5	44.14	3	23.11	3	5	3.8

由此可知,116 份玉米材料对盐胁迫十分敏感,其综合评价平均值范围为 1.4~4.8,因此选择相似性距离矩阵,采用欧式距离法聚类,将 116 份材料按耐盐性分为高耐(1.4~2.2)、耐盐(2.4~3.0)、中耐(3.2~3.4)、敏感(3.6~3.8)、高敏感(4.0~4.8)5 个级别。其中昌 7-2、齐 318、H3、P138 等 8 份材料属于高耐盐自交系;JS0581、JS0381、K12、苏 951、早 49 等属于敏感类自交系。

2.3 耐盐指标相关分析

由表 4 可知,鲜重、干重、含水率、株高、苗情相互之间均达到极显著相关,说明 5 种耐盐鉴定评价指标可以一致反映不同材料的耐盐性,对 116 份玉米自交系进行耐盐性分级结果基本一致。

表 4 玉米苗期各项指标变化率相关分析

相关系数	相关系数					苗情
	含水变化率	鲜重变化率	干重变化率	株高变化率		
含水变化率	1.00					
鲜重变化率	0.63**	1.00				
干重变化率	0.25**	0.79**	1.00			
株高变化率	0.25**	0.39**	0.50**	1.00		
苗情	0.70**	0.67**	0.41**	0.31**	1.00	

3 结论

盐胁迫下,玉米苗期各性状指标均受到不同程度的抑制^[6]。本研究表明,玉米苗期鲜重、干重、含水率等性状差异极显著,姚正培等也得到类似结论^[7]。汤华等研究结果表明,200 mmol/L NaCl 可作为玉米芽期、苗期耐盐性鉴定的理想浓度^[8],这与笔者前期研究结果^[9]相一致。因此,本试验采用此浓度进行盐胁迫处理,以鲜重变化率、干重变化率、含水率变化率等为指标,鉴定 116 份玉米自交系苗期耐盐性差异,排除不同基因型材料本身带来的差异对盐胁迫试验结果的影响^[10]。研究盐胁迫下作物的生物学特性是筛选耐盐种质的基础,获得耐盐材料是耐盐遗传学研究、耐盐品种选育的前提^[11]。本研究共筛选到 8 份耐盐性较强的材料、39 份高敏

感材料,为玉米耐盐栽培、耐盐性品种选育提供了一定参考。鲜重、干重、含水率、株高变化率和苗情这 5 个分级指标中任何 2 个变量之间的相关性均达到极显著水平,说明这几个指标对玉米苗期耐盐性鉴定结果较为一致。玉米在盐胁迫下的反应与其在干旱胁迫下的反应有很大的相似性^[12-14]。可以在实际生产中借鉴田间试验抗旱鉴定方法、指标进一步筛选鉴定耐盐玉米种质^[14]。

参考文献:

[1] 贾洪涛,赵可夫. 盐胁迫下 Na⁺、K⁺、Cl⁻对碱蓬和玉米离子的吸收效应[J]. 山东师大学报:自然科学版,1998,13(4):437-440.

[2] 段显德,周 波,杨国会,等. 玉米耐盐性研究[J]. 通化师范学院学报,2001,22(2):67-69.

[3] 常红军,马灿玲. 盐胁迫对 4 个玉米品种的萌发及生长的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(17):4273-4274.

[4] 罗 辉. 玉米幼苗对盐胁迫的响应和适应[J]. 井冈山师范学院学报,2004,25(5):23-28.

[5] 翁跃进,马雅琴,杨德光. 小麦耐盐性鉴定评价技术规范[M]. 北京:中国农业出版社,2002.

[6] 秦雪峰,高扬帆,张育平. 盐胁迫对玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(22):5782-5783.

[7] 姚正培,孟 君,李 冠. 玉米自交系芽苗期耐盐性的鉴定与筛选[J]. 华北农学报,2007,22(5):27-30.

[8] 汤 华,柳晓磊. 盐胁迫下玉米苗期农艺性状和脯氨酸含量变化的研究[J]. 中国农学通报,2007,23(3):244-249.

[9] 郑 飞,陈艳萍,孟庆长,等. 7 份玉米自交系耐盐性鉴定[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):112-115.

[10] 付 艳,高树仁,王振华. 玉米种质苗期耐盐性的评价[J]. 玉米科学,2009,17(1):36-39,50.

[11] 刘祖祺,张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1994:371-372.

[12] 王 忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2004.

[13] 马秀芳,沈秀瑛,杨德光,等. 不同耐旱性玉米品种对干旱的生理生化反应[J]. 沈阳农业大学学报,2002,33(3):167-170.

[14] 孙景宽,张文辉,张洁明,等. 种子萌发期 4 种植物对干旱胁迫的响应及其抗旱性评价研究[J]. 西北植物学报,2006,26(9):1811-1818.