



姜艳喜,焦少杰,王黎明,等.高粱萌发期盐害鉴定浓度标准研究[J].黑龙江农业科学,2019(6):10-14.

高粱萌发期盐害鉴定浓度标准研究

姜艳喜,焦少杰,王黎明,苏德峰,严洪冬,孙广全

(黑龙江省农业科学院 作物资源研究所,黑龙江 哈尔滨 50086)

摘要:为建立高粱耐盐鉴定评价体系,用不同浓度 NaCl 对 42 份高粱资源在萌发期进行了盐胁迫培养,研究高粱萌发期盐害鉴定浓度标准。结果表明:随着盐浓度增加出芽率是逐步降低的,且盐浓度越高,发芽率降低越快。经 T 测验($\alpha=0.01$)盐浓度在 1.6%~1.8%时相对盐害率差异显著。最终确定高粱萌发期耐盐鉴定的最适宜 NaCl 浓度为 1.7%。

关键词:高粱;萌发期;发芽率;相对盐害率

土壤盐碱化是全世界都面临的一个问题,全球共有盐碱地 9.543 8 亿 hm^2 ,占耕地面积 20%以上。我国盐碱地有 3 500 万 hm^2 占全世界的 3.7%以上。黑龙江省主要为内陆盐碱地,主要集中在松嫩平原地区的齐齐哈尔、大庆、三肇和安达等地区 66.7 万 hm^2 ^[1]。严重的影响到当地的粮食产量,其对农业危害程度仅次于干旱。

高粱具有抗旱、耐涝、耐盐碱等优良特性,可在 pH5,盐含量 0.5%~0.9%的土壤中正常生长,具有其他作物无法比拟的开发利用优势^[2]。高粱不同品种间的耐盐能力存在较大差异^[3],因此对高粱资源进行耐盐鉴定,筛选优异的耐盐资源,从而培育耐盐新品种意义重大。然而近些年高粱耐盐鉴定中所采用的 NaCl 浓度不一^[4-6]。本试验以不同浓度的 NaCl 溶液对不同来源的高粱资源在萌发期进行盐胁迫培养,研究了高粱种子发芽率、相对盐害率与盐浓度之间的关系,最终提出适合高粱萌发期耐盐鉴定便捷、科学的评价体系。

1 材料及方法

1.1 材料

供试材料为黑龙江省推广的杂交种龙杂 5 号、龙杂 9 号、龙杂 10 号、龙杂 11、龙杂 16、龙杂 17、龙甜 1 号和龙甜 2 号及其亲本;辽宁省农业科学院培育的辽粘 3 号、辽杂 15、辽甜 3 号;锦州农业科学院培育的锦杂 100、锦杂 105 和山东

省农业科学院提供的高粱资源 222-气杀雾、七子叶高粱、二帽子、二红高粱、七叶高粱等,一共 42 份。

1.2 方法

1.2.1 鉴定方法 每份种质随机抽取 200 粒饱满度好,整齐的种子分成 4 份。均匀放置在培养皿内滤纸上,用不同浓度的氯化钠溶液处理种子,3 次重复,以蒸馏水处理种子为对照,在 20℃人工条件下发芽。培养 7 d 后,调查处理和对照的出芽数,以相对盐害率反映幼芽受盐害的程度。

1.2.2 相对盐害的计算

$$RS(\%) = 100 \times \sum (G_c - G_i) / 3G_c$$

式中,RS 为相对盐害率(%); G_c 为对照发芽率(%); G_i 为盐处理发芽率(%)。

根据相对盐害率划分耐盐性级别,1:很强($RS < 20\%$);3:强($20\% < RS < 40\%$);5:中等($40\% < RS < 60\%$);7:弱($60\% < RS < 80\%$);9:很弱($RS \geq 80\%$)^[7]。

1.2.3 数据分析 试验数据采用 DPS v7.05 软件进行统计分析,用 Excel 2007 进行绘图。

2 结果与分析

2.1 出苗率与盐浓度之间的关系

由表 1 和图 1 可见,经不同盐浓度胁迫处理后,各个供试材料的发芽受到明显的抑制,盐浓度越高抑制越严重。表现为所有供试材料的平均芽率随着盐浓度升高而降低,在盐浓度 0.8%~1.6%时降幅平缓、降幅的趋势也是比较一致的。在盐浓度 1.6%~1.8%降幅趋势突然加大。就每份供试材料来说其发芽率总体上来说都是随着盐浓度增加而下降,但部分材料在浓度小于 1.6%时发芽率有所波动,可见低盐分可能促进尤其是

收稿日期:2019-02-08

基金项目:现代农业产业技术体系(CARS-06-01-05);高粱遗传与种质创新山西重点实验室项目(2016K-02);黑龙江省农业科技创新工程(2012ZD027)。

第一作者简介:姜艳喜(1977-),男,硕士,副研究员,从事高粱遗传育种研究。E-mail:jyxiheb2009@163.cm.

耐盐性好的材料种子萌发^[8],这与以往的研究结果类似。

表 1 不同盐浓度下种子的发芽率

Table 1 Seed germination rate under different salt concentrations

材料 Materials	芽率 Germination rate/%							
	0	0.80%	1.00%	1.20%	1.40%	1.60%	1.80%	2.00%
辽粘 3 号	59.34	42.66	35.34	30.00	22.66	15.34	5.34	1.34
辽杂 15	59.34	43.34	34.66	21.34	22.66	18.66	6.66	1.34
辽甜 3 号	59.34	61.34	45.34	48.00	49.34	33.34	21.34	20.66
龙杂 9 号	74.00	68.66	72.00	70.66	52.00	55.34	28.00	28.00
敖杂 1 号	78.66	58.00	53.34	50.00	34.00	28.00	25.34	20.00
龙杂 13	86.66	92.00	82.00	80.66	85.34	72.66	71.34	65.34
龙杂 5 号	88.66	79.34	68.66	66.00	63.34	46.00	44.00	28.00
龙杂 10 号	95.34	84.66	80.00	66.66	62.00	38.66	32.00	8.66
686	48.00	18.00	20.66	8.00	3.34	0.66	0.66	0
443B	84.00	84.66	78.00	76.66	82.66	81.34	78.66	54.66
301A	83.34	77.34	72.00	62.00	60.00	42.00	18.00	13.34
325A	86.00	82.00	80.00	69.34	68.00	63.34	29.34	11.34
龙杂 16	52.66	34.00	33.34	30.66	20.00	22.66	6.66	8.00
龙杂 11	95.34	80.00	76.00	62.00	66.66	53.34	24.00	16.00
龙杂 17	92.66	82.00	81.34	74.00	70.00	54.66	22.00	14.66
龙帚 3 号	90.66	93.34	82.00	86.00	74.66	78.66	20.66	20.00
龙甜 2 号	86.66	77.34	50.00	36.66	18.66	14.66	6.00	2.00
591	58.66	38.00	34.00	27.34	25.34	10.00	6.66	3.34
合甜	92.66	84.66	73.34	56.66	48.66	34.00	14.66	6.66
V4B	95.34	95.34	89.34	92.00	92.00	87.34	71.34	45.34
497A	92.66	91.34	92.00	80.00	67.34	54.00	39.34	29.34
锦杂 100	86.00	74.66	77.34	71.34	58.66	49.34	38.66	29.34
N68	72.00	61.34	68.66	49.34	56.66	34.66	40.00	16.66
帚恢 1 号	95.34	92.66	90.00	80.00	71.34	60.66	38.00	32.00
龙帚 2 号	74.00	57.34	44.66	34.66	27.34	21.34	14.66	12.66
382A	87.34	73.34	74.00	55.34	40.00	28.66	2.00	2.66
456A	73.34	61.34	60.00	50.00	42.00	20.00	11.34	3.34
5933	92.66	84.00	82.66	94.66	85.34	73.34	74.66	54.66
454A	74.00	60.66	58.00	56.00	43.34	31.34	26.00	17.34
314A	67.34	44.00	48.00	23.34	24.66	11.34	3.34	3.34
722	87.34	87.34	82.66	74.00	48.66	19.34	8.66	4.00
龙草 1 号	36.00	43.34	29.34	32.66	19.34	10.66	4.00	0.66
118	96.00	90.66	96.00	92.00	90.00	84.00	73.34	74.66
433A	64.00	42.66	34.66	34.66	36.66	46.66	36.00	25.34
锦杂 105	82.00	78.00	68.00	61.34	49.34	50.00	34.66	29.34
龙甜 1 号	84.66	70.66	52.66	42.66	30.00	14.66	8.66	1.34
222-气杀雾	83.34	80.00	76.66	71.34	82.00	75.34	36.00	11.34
41 七子叶高粱	76.66	68.66	72.00	66.00	67.34	62.66	17.34	16.00
286 石	76.66	51.34	42.00	52.66	6.66	3.34	1.34	0
36 二帽子	82.66	66.66	50.00	50.00	26.66	24.66	2.00	0
27 号二红高粱	86.00	84.66	78.66	86.66	73.34	82.00	44.00	21.34
53 七叶高粱	49.34	62.00	62.00	44.66	45.34	32.00	12.00	8.00
平均	78.26	69.04	63.88	57.58	50.32	41.44	26.30	18.14

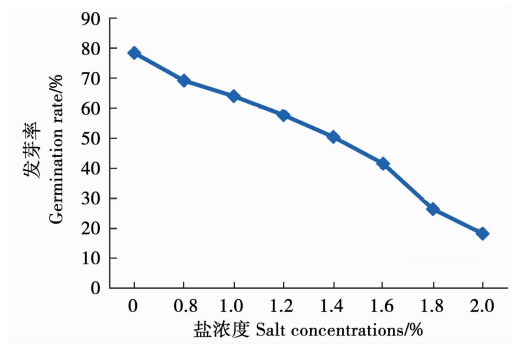


图 1 不同盐浓度下种子平均发芽率的变化情况

Fig.1 Changes in average germination rate of seeds under different salt concentrations

对发芽率(x)与盐浓度(y)进行多项式分析,得到方程 $y = -0.002\ 2x^2 + 0.041x + 1.717$, $R^2 = 0.976$ (图 2)。当发芽率为 50%,盐浓度为 1.705%。

2.2 相对盐害率与盐浓度之间的关系

由表 2 可见,总体上盐害指数是随着盐浓度增加而变大,这表明随着盐浓度增大高粱种子发

芽率越低,受到的盐害程度越大。在不同的盐浓度下供试材料的相对盐害率是有差别的,说明高粱资源在耐盐性上是存在差别的。在盐浓度为 1.6%时,平均相对盐害率为 51.35%,耐盐级别为 5 级,耐盐程度中等。而在盐分小于 1.6%时,有部分材料的相对盐害率有所波动,这与低浓度时的发芽率波动有关。

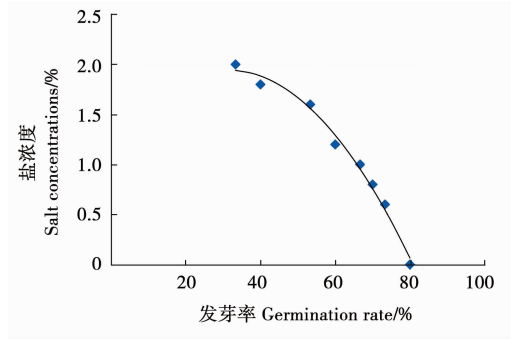


图 2 发芽率与盐浓度多项式分析

Fig.2 Poly analysis of germination rate and salt concentration

表 2 不同盐浓度相对盐害率

Table 2 Relative salt damage rate at different concentrations

材料 Materials	相对盐害率 Relative salt damage rate/%						
	0.80%	1.00%	1.20%	1.40%	1.60%	1.80%	2.00%
辽粘 3 号	28.09	40.45	49.44	61.80	74.16	91.01	97.75
辽杂 15	26.97	41.57	64.04	61.80	68.54	88.76	97.75
辽甜 3 号	-3.37	23.60	19.10	16.85	39.82	64.04	65.17
龙杂 9 号	7.21	9.91	4.50	29.73	25.23	62.16	62.16
散杂 1 号	26.27	32.20	36.44	56.78	64.41	67.80	74.58
龙杂 13	-6.15	5.38	6.92	1.54	16.15	17.69	24.62
龙杂 5 号	10.53	22.56	25.56	28.57	53.38	50.38	68.42
龙杂 10 号	11.19	16.08	30.07	34.97	60.44	66.43	90.91
686	62.50	56.94	83.33	93.06	98.61	98.61	100.00
443B	-0.79	7.14	8.73	1.59	3.17	6.35	34.92
301A	7.20	13.60	25.60	28.00	49.60	78.40	84.00
325A	4.65	6.98	19.38	20.93	26.36	65.89	86.82
龙杂 16	35.44	36.71	41.77	62.03	56.96	87.34	84.81
龙杂 11	16.08	20.28	34.97	30.07	44.06	74.83	83.22
龙杂 17	11.51	12.23	20.14	24.46	41.01	76.26	84.17
龙帚 3 号	-2.94	9.56	5.15	17.65	13.24	77.21	77.94
龙甜 2 号	10.77	42.31	57.69	78.46	83.08	93.08	97.69
591	35.23	42.05	53.41	56.82	82.95	78.41	94.32
合甜	8.63	20.86	38.85	47.48	63.31	84.17	92.81
V4B	0.00	6.29	3.50	3.50	8.39	25.17	52.45
497A	5.76	0.72	13.67	27.34	41.73	57.55	68.35
锦杂 100	13.18	10.08	17.05	31.78	39.64	55.04	65.89

续表 2

材料 Materials	相对盐害率 Relative salt damage rate/%						
	0.80%	1.00%	1.20%	1.40%	1.60%	1.80%	2.00%
农 68	14.81	4.63	31.48	21.30	51.85	44.44	76.85
帚恢 1 号	2.80	5.59	16.08	25.17	36.36	60.14	66.43
龙帚 2 号	22.52	39.64	53.15	63.06	71.17	80.18	82.88
382A	16.03	15.27	36.64	54.20	67.18	97.71	96.95
456A	16.36	18.18	31.82	42.73	66.36	84.55	95.45
5933	9.35	10.79	−2.16	7.91	20.86	19.42	41.01
454A	18.02	26.13	24.32	41.44	57.66	64.86	76.58
314A	34.65	28.71	65.35	63.37	83.17	95.05	95.05
722	0.00	5.34	15.27	44.27	77.86	90.08	95.42
龙草 1 号	−20.37	18.52	9.26	46.30	70.37	88.89	98.15
118	5.56	0.00	4.17	6.25	12.50	23.61	22.22
433A	33.33	29.17	45.83	42.71	27.08	43.75	60.42
锦杂 105	4.88	17.07	25.20	39.84	39.02	57.72	64.23
龙甜 1 号	16.54	37.80	49.61	64.57	82.68	89.76	98.43
222—气杀雾	4.00	8.00	14.40	1.60	9.60	56.80	86.40
41 七子叶高粱	10.43	6.09	13.91	12.17	18.26	77.39	79.13
286 石	33.04	45.22	31.30	91.30	95.65	98.26	100.00
36 二帽子	19.35	39.52	39.52	67.74	70.16	97.58	100.00
27 号二红高粱	1.55	8.53	−0.78	14.73	4.65	48.84	75.19
53 七叶高粱	−25.68	−25.68	9.46	8.11	35.14	75.68	83.78
平均	12.50 E	19.43 DE	28.79 CD	37.48 C	51.35 B	68.13 A	78.17 A

由表 2、表 3 和图 3 可知,在盐浓度 1.6‰时,1 级抗性材料有 8 份,3 级抗性材料有 7 份,5 级抗性材料有 11 份,7 级抗性材料有 10 份,9 级抗性材料有 6 份,其抗性材料份数属正态分布。其中龙杂 13 耐盐级别为 1 级;辽甜 3 号、锦杂 100、锦杂 105 和龙杂 9 号耐盐级别为 3 级;龙杂 5 号、龙杂 17 和龙杂 11 耐盐级别为 5 级,龙杂 10 号和辽粘 3 号耐盐级别为 7 级。这些杂交种的耐盐鉴定结果基本与孙璐等^[9]鉴定结果一致。经 *T* 测验($\alpha=0.01$)盐浓度在 1.6‰和 1.8‰时的相对盐

害率差异显著。

表 3 耐盐等级分布与盐浓度之间的关系
Table 3 Relationship between salt tolerance grade distribution and salt concentration

盐浓度 Salt concentrations/%	耐盐等级 Salt tolerance grade				
	1	3	5	7	9
0.80	32	9	0	1	0
1.00	24	11	7	0	0
1.20	19	13	7	2	1
1.40	11	11	10	8	2
1.60	8	7	11	10	6
1.80	3	2	8	14	15
2.00	0	3	2	14	23

2.3 杂交种与双亲本之间的耐盐性

由图 4 可知,杂交种萌发期的相对盐害率介于其母本和父本之间,即其萌发期的耐盐性介于两亲本之间,且更倾向于母本。这种规律在盐低浓度 $\leq 1.4\%$ 时不明显,这可能跟低浓度时芽率波动有关;而在盐浓度高 $\geq 1.6\%$ 完全表现出上述规律。

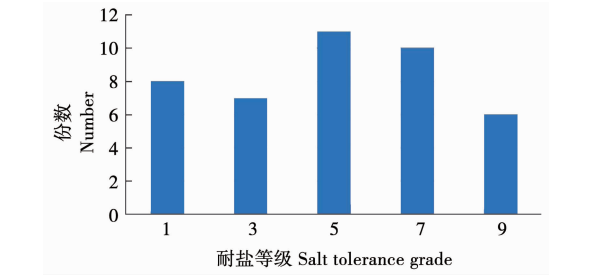


图 3 1.6‰盐浓度耐盐级别份数的分布
Fig. 3 Distribution of salt tolerance grades at 1.6‰ salt concentrations

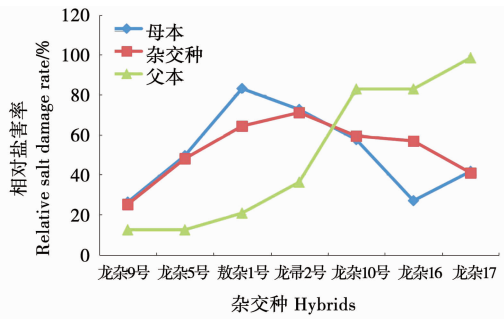


图 4 1.6%盐浓度杂交种及双亲相对盐害率变化
Fig. 4 Change of relative salt damage rate of hybrids and parents at 1.6% salt concentrations

2.4 特殊类型高粱资源的耐盐性

由表 4 可见,总体上来说甜高粱、草高粱和帚

表 4 1.6%盐浓度下特殊类型高粱资源的相对盐害率和耐盐等级

Table 4 Relative salt damage rate and salt tolerance of specific sorghum resources at 1.6% salt concentration

材料 Materials	类型 Type	相对盐害率 Relative salinity/%	耐盐等级 Salt tolerance grade
辽甜 3 号	甜高粱	39.82	3
合甜	甜高粱	63.91	7
龙甜 1 号	甜高粱	82.68	9
龙甜 2 号	甜高粱	83.08	9
龙帚 3 号	帚用高粱	13.24	1
帚恢 1 号	帚用高粱	36.36	3
456A	帚用高粱	66.36	7
382A	帚用高粱	67.18	7
龙帚 2 号	帚用高粱	71.17	7
龙草 1 号	草高粱	70.37	7
722	草高粱	77.86	7

用高粱相对盐害率都很高,耐盐水平差,这可能是样品量小或者是种质资源狭窄有关,究竟这 3 种类型的耐盐性与普通粒用高粱有没有差别还需进一步研究。但值得一提的是龙帚 3 号相对盐害率为 13.24%,耐盐等级为 1 级,是非常不错的耐盐帚用材料。

3 结论

综合试验结果可以看出,萌发期耐盐鉴定时用出苗率和相对盐害指数作为耐盐性鉴定标准是非常简洁和有效的,但鉴定的盐浓度不要低于 1.6%,也不要高于 2.0%。根据本研究的结果最适宜的耐盐鉴定浓度为 1.7%。另外高粱杂交种的耐盐性是介于其双亲之间的,其抗性 with 母本更接近,因此在耐盐性杂交种选配时最好选用抗性较好的母本,然后再考虑父本的耐盐性。

参考文献:

[1] 刘功,李锐,王连敏,等. 浅谈黑龙江省盐碱地利用[J]. 黑龙江农业科学,2007(2):108-109.
[2] 陈树宾,王友德,郭义成,等. 能饲兼用作物甜高粱生物学特性及栽培技术[J]. 农业科技通讯,2009(3):115-116.
[3] 秦岭,张华文,杨延兵,等. 不同高粱品种种子萌发耐盐能力评价[J]. 作物遗传学报,2009,24(2):234-238.
[4] 王春语,张丽霞,王平,等. 高粱种子萌发期耐盐材料的筛选与鉴定[J]. 西南农业学报,2018,31(11):2229-2233.
[5] 范娜,白文斌,彭之东,等. 高粱耐盐种质资源的鉴定与综合评价[J]. 中国农学通报,2018,34(10):82-87.
[6] 穆志新,李萌,秦慧彬. 高粱芽期耐盐指标筛选及耐盐性评价[J]. 山西农业科学,2017,45(7):1075-1079.
[7] 陆平. 高粱种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
[8] 周桂生,安琳琳,童晨,等. 盐胁迫对甜高粱种子吸水 and 萌发的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):84-86.
[9] 孙璐,周宇飞,汪澈,等. 高粱品种萌发期耐盐性筛选与鉴定[J]. 中国农业科学,2012,45(9):1714-1722.

Study on the Identification Concentration Standard of Salt Damage in Sorghum Germination Period

JIANG Yan-xi, JIAO Shao-jie, WANG Li-ming, SU De-feng, YAN Hong-dong, SUN Guang-quan
(Crop Resources Institute of Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to establish evaluation system of salt tolerance identification of sorghum, 42 sorghum resources were cultured under salt stress with different concentrations of NaCl, the criteria for identifying salt damage in sorghum germination period was studied. The results showed that the germination rate decreased gradually with the increase of salt concentration, and the higher the salt concentration, the faster the germination rate decreased. T-test ($\alpha=0.01$) showed that the relative salt damage rate was significantly different between the salt concentration of 1.6% and 1.8%. The optimum NaCl concentration for sorghum germination stage identification was 1.7%.

Keywords: sorghum; germination stage; germination rate; relative salt damage rate