

余桂红,张 鹏,马鸿翔,等. 长江中下游麦区 100 个小麦品种发芽期耐盐性的鉴定与评价[J]. 江苏农业科学,2022,50(12):87-90.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.12.014

长江中下游麦区 100 个小麦品种发芽期耐盐性的鉴定与评价

余桂红,张 鹏,马鸿翔,王化敦,范祥云

(江苏省农业科学院粮食作物研究所,江苏南京 210014)

摘要:江苏省沿海盐渍化滩涂面积丰富,可开垦大量农田用于农作物种植。小麦是我国重要的粮食作物,江苏沿海滩涂开垦的麦田大多有一定程度的盐渍化,种植常规小麦产量较低,迫切需要筛选适合该生态区气候条件种植的耐盐小麦品种。小麦发芽期的耐盐性是小麦品种能否在盐渍化土壤种植的基础。从长江中下游麦区的江苏省、湖北省和安徽省共收集小麦品种 100 份,在 1.0% NaCl 溶液胁迫下进行发芽期耐盐性的筛选,结果显示,100 份小麦品种在发芽期的耐盐性差异极显著($P < 0.01$),其中扬麦 25、扬麦 24 和鄂麦 25 这 3 个品种发芽期耐盐性最强,达到 1 级耐盐,与耐盐品种德抗 961 在同一耐盐水平;宁麦 13、宁 23 等 21 个品种达到较耐盐的 2 级耐盐水平。发芽期耐盐能力达到 1 级和 2 级耐盐的品种占全部参试品种的 24%。试验筛选出的 24 个发芽期耐盐性较强的 24 个小麦品种可进一步用于盐渍化土壤的全生育期耐盐性筛选。

关键词:小麦;耐盐性;发芽期

中图分类号: S512.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)12-0087-04

土壤盐渍化严重影响农作物的生长,造成农作物减产。全世界盐渍土分布广泛,总面积达到 10 亿 hm^2 ,我国盐渍土面积约占世界盐渍土总面积的 10%^[1]。尤其是位于我国东部沿海地区的江苏省,海岸线长,拥有巨大的海边滩涂面积,江苏省海岸滩涂面积约占我国总滩涂面积的 1/4^[2]。海岸滩涂的开发可为我国农业生产提供大量的可利用土地,其中农作物的种植,尤其是小麦和水稻占有较大的比重。目前,江苏海岸滩涂开发出的麦田土壤大多为盐渍化土壤,小麦种植产量较低,需要种植具有一定耐盐性的小麦品种。作物的耐盐性是一个极为复杂

的性状,易受到环境条件的影响。作物生长周期中,不同的发育时期耐盐性不同。前人研究认为,作物的早期发育为整个生长周期奠定了基础,早期的逆境伤害对后期的生长及最终的产量均有较大影响。因此,处于作物发育早期的发芽期是作物耐盐研究的重要时期^[3-6]。

小麦品种之间耐盐性差异较大,特别是处于发育早期的发芽期。近年来,国内外一些学者对小麦发芽期的耐盐性进行了研究。张巧凤等在发芽期对 293 份小麦种质进行盐胁迫,筛选出 16 份发芽期高耐盐种质^[7];张婷婷等对 30 个春小麦品种(系)进行发芽期耐盐性鉴定,筛选出 7 个发芽期高度耐盐碱的品种^[8];彭智等对 328 份小麦材料进行筛选,筛选出 21 份发芽期高耐盐材料^[9]。此外,刘旭等进行小麦发芽期的耐盐性鉴定,获得一批发芽期高耐盐种质材料^[10-11]。但是,目前国内小麦发芽期的耐

收稿日期:2021-08-27

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(20)3146];江苏省现代农业重点研发项目(编号:BE2017337)。

作者简介:余桂红(1971—),女,湖北随州人,博士,研究员,从事小麦遗传育种研究。E-mail:njyugh@qq.com。

[25] 柴宗文,王克如,郭银巧,等. 玉米机械粒收质量现状及其与含水率的关系[J]. 中国农业科学,2017,50(11):2036-2043.

[26] 孔凡磊,赵 波,吴雅薇,等. 收获时期对四川春玉米机械粒收质量的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文),2020,28(1):50-56.

[27] 任佰朝,高 飞,魏玉君,等. 冬小麦—夏玉米周年生产条件下夏玉米的适宜熟期与积温需求特性[J]. 作物学报,2018,44(1):137-143.

[28] 张锋伟,赵武云,韩正晟,等. 玉米籽粒力学性能试验分析[J]. 中国农机化,2010,31(3):75-78.

[29] 雷 恩,邵 迪,朱天彪,等. 饲用玉米器官含水率、力学强度与籽粒机收质量的关系研究[J]. 草业学报,2020,29(9):125-135.

[30] 郭亚南,薛 军,明 博,等. 不同玉米品种子粒硬度差异及与含水率的关系[J]. 玉米科学,2020,28(6):121-126.

[31] 姜春雨,李银昌,杨锦忠,等. 玉米脱粒破碎率关键影响因子及其最优预测模型研究[J]. 玉米科学,2020,28(3):142-147.

盐性筛选鉴定的种质资源主要为北方的,基本不宜江苏沿海滩涂直接种植。

在盐渍化中低产田种植小麦,耐盐品种无疑是关键,从本生态区已有品种中筛选耐盐渍土的小麦品种是最有效和最快的途径。本研究对近年来长江中下游麦区(江苏省、湖北省和安徽省)育成的 100 份小麦品种在发芽期进行耐盐性的鉴定和评价,为筛选适宜江苏沿海滩涂盐渍土种植的小麦品种提供小麦发育早期的耐盐性依据。

表 1 100 份长江中下游麦区小麦品种

编号	品种	来源	编号	品种	来源	编号	品种	来源	编号	品种	来源
1	宁麦 3 号	1	26	生选 6 号	1	51	扬辐麦 5 号	1	76	鄂麦 21	2
2	宁麦 6 号	1	27	扬麦 5 号	1	52	镇麦 5 号	1	77	鄂麦 22	2
3	宁麦 7 号	1	28	扬麦 6 号	1	53	镇麦 6 号	1	78	鄂麦 23	2
4	宁麦 8 号	1	29	扬麦 158	1	54	镇麦 8 号	1	79	鄂麦 24	2
5	宁麦 9 号	1	30	扬麦 9 号	1	55	镇麦 168	1	80	鄂麦 25	2
6	宁麦 10 号	1	31	扬麦 10 号	1	56	镇麦 9 号	1	81	鄂麦 26	2
7	宁麦 11 号	1	32	扬麦 11	1	57	镇麦 10 号	1	82	鄂麦 27	2
8	宁麦 12 号	1	33	扬麦 12	1	58	镇麦 11	1	83	鄂麦 251	2
9	宁麦 13	1	34	扬麦 13	1	59	南农 06Y86	1	84	鄂麦 352	2
10	宁麦 14	1	35	扬麦 14	1	60	苏麦 3 号	1	85	鄂麦 580	2
11	宁麦 15	1	36	扬麦 15	1	61	苏麦 5 号	1	86	鄂麦 596	2
12	宁麦 16	1	37	扬麦 16	1	62	苏麦 188	1	87	华麦 8 号	2
13	宁麦 17	1	38	扬麦 17	1	63	苏科麦 1 号	1	88	华麦 12	2
14	宁麦 18	1	39	扬麦 18	1	64	华麦 5 号	1	89	襄麦 25	2
15	宁麦 19	1	40	扬麦 19	1	65	华麦 6 号	1	90	襄麦 55	2
16	宁麦 20	1	41	扬麦 20	1	66	宁糯麦 1 号	1	91	皖麦 23	3
17	宁麦 21	1	42	扬麦 21	1	67	宁盐 1 号	1	92	皖麦 26	3
18	宁麦 22	1	43	扬麦 22	1	68	鄂麦 11	2	93	皖麦 27	3
19	宁麦 23	1	44	扬麦 23	1	69	鄂麦 12	2	94	皖麦 32	3
20	宁麦 24	1	45	扬麦 24	1	70	鄂麦 14	2	95	皖麦 35	3
21	生抗 1 号	1	46	扬麦 25	1	71	鄂麦 15	2	96	皖麦 42	3
22	生抗 2 号	1	47	扬糯麦 1 号	1	72	鄂麦 16	2	97	皖麦 43	3
23	生选 3 号	1	48	扬辐麦 2 号	1	73	鄂麦 17	2	98	皖麦 54	3
24	生选 4 号	1	49	扬辐麦 3 号	1	74	鄂麦 18	2	99	轮选 22	3
25	生选 5 号	1	50	扬辐麦 4 号	1	75	鄂麦 19	2	100	安农 92484	3

注:1 代表来自江苏省;2 代表来自湖北省;3 代表来自安徽省。

1.2 小麦发芽期耐盐性鉴定

小麦发芽期耐盐性的鉴定及评价参照余桂红等的方法^[12]进行。每处理 100 粒种子,用 1.0% NaCl 溶液进行处理,7 d 后调查发芽率,清水处理种子的发芽率作为对照,重复 3 次。盐害指数计算公式如下:

盐害指数 = [(对照发芽率 - 处理发芽率)/对照发芽率] × 100%。

小麦发芽期的耐盐性评价是依据盐害指数进

1 材料与方法

1.1 供试材料

2018 年 10 月底将从长江中下游麦区收集的 100 个小麦品种和来源于山东省的耐盐品种德抗 961 种植于江苏省农业科学院粮食作物研究所试验地内,2019 年 6 月收获种子用于试验,100 份小麦品种的具体名称见表 1。

行的,一般分为 5 级:盐害指数 0.0 ~ 20.0% 为 1 级,盐害指数 20.1% ~ 40.0% 为 2 级,盐害指数 40.1% ~ 60.0% 为 3 级,盐害指数 60.1% ~ 80.0% 为 4 级,盐害指数 80.1% ~ 100.0% 为 5 级。1 级耐盐性最强,随耐盐评价级数增加,耐盐性减弱,盐敏感性增强,5 级盐敏感性最强。

1.3 数据分析

采用 Microsoft Excel 2016 和 SPSS 16.0 进行数据的统计、运算和方差分析。

2 结果与分析

2.1 小麦发芽期耐盐性鉴定

对 100 份小麦品种清水处理的发芽率进行调查统计,结果显示,其发芽率介于 63.3% ~ 98.0% 之间,其中仅有 2 份材料介于 60% ~ 70% 之间,其余基本在 80% 左右或以上。对 100 份小麦品种在 1.0% NaCl 溶液盐胁迫处理下的发芽率进行调查统计,结果显示,其介于 9.3% ~ 85.7% 之间,盐胁迫下发芽率在 20% 以下的品种有 7 个,占总数的 7%,其余品种在盐胁迫下的发芽率均在 20% 以上。

100 个小麦品种的盐害指数平均值为 53.12%, 低于平均值的品种有 43 个,高于平均值的品种有

57 个。盐害指数最低的品种为鄂麦 25,盐害指数 5.13%,盐害指数最高的品种为镇麦 9 号,盐害指数 88.68%,其余品种的盐害指数介于 5.13% ~ 88.68% 之间。对 100 个小麦品种的盐害指数用 SPSS 16.0 进行方差分析,结果显示,100 个小麦品种间盐害指数差异极显著 ($P < 0.01$),重复间无显著差异 ($P > 0.05$,表 2)。100 个小麦品种和耐盐对照德抗 961 的盐害指数见表 3。

表 2 100 个小麦品种盐害指数方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	95 455.102	99	964.193	16.009	0.000
组内	12 045.967	200	60.23		
总计	107 501.069	233			

表 3 100 个小麦品种和耐盐对照德抗 961 的盐害指数

编号	品种	盐害指数(%)	编号	品种	盐害指数(%)	编号	品种	盐害指数(%)
1	宁麦 3 号	53.66 ± 2.96	35	扬麦 14	56.78 ± 4.78	69	鄂麦 12	25.12 ± 3.77
2	宁麦 6 号	52.44 ± 1.73	36	扬麦 15	42.71 ± 0.78	70	鄂麦 14	57.24 ± 2.36
3	宁麦 7 号	57.14 ± 5.67	37	扬麦 16	81.53 ± 2.54	71	鄂麦 15	51.38 ± 1.78
4	宁麦 8 号	49.75 ± 1.71	38	扬麦 17	76.81 ± 2.32	72	鄂麦 16	83.21 ± 3.78
5	宁麦 9 号	47.30 ± 0.81	39	扬麦 18	52.35 ± 5.65	73	鄂麦 17	47.22 ± 2.28
6	宁麦 10 号	44.83 ± 6.50	40	扬麦 19	70.37 ± 7.25	74	鄂麦 18	31.65 ± 6.29
7	宁麦 11 号	34.50 ± 0.85	41	扬麦 20	72.61 ± 4.54	75	鄂麦 19	46.67 ± 5.07
8	宁麦 12 号	70.03 ± 2.53	42	扬麦 21	47.85 ± 5.34	76	鄂麦 21	45.81 ± 5.98
9	宁麦 13	59.46 ± 1.24	43	扬麦 22	63.67 ± 3.81	77	鄂麦 22	45.47 ± 6.02
10	宁麦 14	65.16 ± 6.67	44	扬麦 23	74.03 ± 2.21	78	鄂麦 23	33.53 ± 5.02
11	宁麦 15	45.36 ± 4.95	45	扬麦 24	5.58 ± 0.06	79	鄂麦 24	53.49 ± 3.59
12	宁麦 16	49.53 ± 4.28	46	扬麦 25	7.92 ± 3.42	80	鄂麦 25	5.13 ± 2.35
13	宁麦 17	27.64 ± 4.67	47	扬糯麦 1 号	82.46 ± 2.45	81	鄂麦 26	58.32 ± 2.97
14	宁麦 18	69.32 ± 8.00	48	扬辐麦 2 号	63.70 ± 2.22	82	鄂麦 27	76.89 ± 2.25
15	宁麦 19	56.20 ± 7.01	49	扬辐麦 3 号	45.44 ± 9.91	83	鄂麦 251	67.01 ± 3.65
16	宁麦 20	35.45 ± 5.71	50	扬辐麦 4 号	40.60 ± 9.87	84	鄂麦 352	59.16 ± 1.12
17	宁麦 21	47.12 ± 3.96	51	扬辐麦 5 号	36.15 ± 2.69	85	鄂麦 580	40.03 ± 1.79
18	宁麦 22	63.11 ± 4.39	52	镇麦 5 号	53.41 ± 6.44	86	鄂麦 596	68.59 ± 4.78
19	宁麦 23	33.26 ± 1.06	53	镇麦 6 号	44.13 ± 1.43	87	华麦 8 号	36.79 ± 3.12
20	宁麦 24	43.42 ± 2.53	54	镇麦 8 号	35.86 ± 1.32	88	华麦 12	24.69 ± 2.27
21	生抗 1 号	55.39 ± 3.22	55	镇麦 168	50.54 ± 1.87	89	襄麦 25	39.31 ± 7.40
22	生抗 2 号	53.90 ± 3.16	56	镇麦 9 号	88.68 ± 1.74	90	襄麦 55	63.45 ± 3.39
23	生选 3 号	59.80 ± 4.24	57	镇麦 10 号	85.38 ± 3.21	91	皖麦 23	48.86 ± 8.74
24	生选 4 号	56.73 ± 5.29	58	镇麦 11	56.34 ± 2.56	92	皖麦 26	61.67 ± 0.55
25	生选 5 号	40.75 ± 2.88	59	南农 06Y86	62.08 ± 3.85	93	皖麦 27	25.47 ± 5.87
26	生选 6 号	30.41 ± 8.65	60	苏麦 3 号	79.67 ± 3.23	94	皖麦 32	84.23 ± 2.60
27	扬麦 5 号	75.37 ± 2.78	61	苏麦 5 号	73.76 ± 1.56	95	皖麦 35	58.11 ± 3.76
28	扬麦 6 号	20.79 ± 5.36	62	苏麦 188	39.80 ± 6.39	96	皖麦 42	37.80 ± 10.35
29	扬麦 158	54.22 ± 5.39	63	苏科麦 1 号	57.13 ± 2.79	97	皖麦 43	37.66 ± 3.43
30	扬麦 9 号	76.61 ± 6.10	64	华麦 5 号	77.33 ± 2.69	98	皖麦 54	26.19 ± 6.95
31	扬麦 10 号	72.69 ± 3.25	65	华麦 6 号	62.41 ± 5.04	99	轮选 22	66.54 ± 0.23
32	扬麦 11	72.56 ± 0.37	66	宁糯麦 1 号	55.67 ± 6.07	100	安农 92484	59.35 ± 3.31
33	扬麦 12	62.85 ± 4.32	67	宁盐 1 号	31.77 ± 5.07	101	德抗 961	5.02 ± 2.62
34	扬麦 13	76.69 ± 1.95	68	鄂麦 11	57.72 ± 1.86			

2.2 小麦发芽期耐盐性的评价

对 100 个小麦品种进行耐盐性分级,耐盐性最强的 1 级有 3 个品种,分别为扬麦 24、扬麦 25 和鄂麦 25,耐盐对照品种德抗 961 发芽期的耐盐性也属于 1 级;耐盐性较强的 2 级有 21 个品种,耐盐性达

到 1 级和 2 级的品种占总数的 24%;耐盐性中等 3 级有 43 个品种,占比为 43%;耐盐性较差的 4 级有 27 个品种,耐性性最差的 5 级有 6 个品种,耐盐性差的 4 级和 5 级品种共占总数的 33%(表 4)。

表 4 100 个小麦品种和耐盐对照德抗 961 发芽期的耐盐性评价

耐盐性评级	小麦品种名称
1 级	扬麦 24、扬麦 25、鄂麦 25、德抗 961
2 级	宁麦 17、宁麦 23、宁麦 11 号、宁麦 20、生选 6 号、宁盐 1 号、扬麦 6 号、镇麦 8 号、扬辐麦 5 号、苏麦 188、鄂麦 12、华麦 8 号、华麦 12、鄂麦 18、鄂麦 580、襄麦 25、皖麦 27、皖麦 54、鄂麦 23、、皖麦 43、皖麦 42
3 级	扬辐麦 4 号、生抗 1 号、生抗 2 号、生选 5 号、生选 4 号、扬麦 15、扬麦 18、宁麦 24、镇麦 6 号、宁麦 7 号、宁麦 10 号、宁麦 3 号、宁麦 6 号、宁麦 15、宁糯麦 1 号、宁麦 19、宁麦 16、宁麦 13、生选 3 号、扬辐麦 3 号、宁麦 21、宁麦 8 号、宁麦 9 号、镇麦 5 号、镇麦 11、镇麦 168、扬麦 21、扬麦 158、扬麦 14、苏科麦 1 号、鄂麦 22、鄂麦 21、鄂麦 19、鄂麦 17、皖麦 23、鄂麦 15、鄂麦 24、鄂麦 14、鄂麦 11、皖麦 35、鄂麦 26、鄂麦 352、安农 92484
4 级	苏麦 3 号、苏麦 5 号、华麦 5 号、华麦 6 号、扬麦 5 号、扬麦 9 号、扬麦 10 号、扬麦 11、扬麦 12、扬麦 13、扬麦 17、扬麦 19、扬麦 20、扬麦 22、扬麦 23、扬辐麦 2 号、宁麦 12 号、宁麦 18、宁麦 22、宁麦 14、南农 06Y86、鄂麦 251、鄂麦 596、鄂麦 27、襄麦 55、皖麦 26、轮选 22、
5 级	扬麦 16、扬糯麦 1 号、镇麦 10 号、镇麦 9 号、鄂麦 16、皖麦 32

3 讨论与结论

植物的耐盐性是一个极其复杂的综合性状,小麦种子在发芽期对盐害胁迫极为敏感,较强的发芽期耐盐性是保证小麦在盐碱地种植良好出苗的关键,是盐碱地种植小麦的基础^[13]。种子的发芽率可作为发芽期小麦耐盐性鉴定的指标^[14]。本试验采用实验室内培养皿内纸上发芽法,操作简便,效率高,可在较短时间对大量品种进行发芽期的耐盐筛选,而且不易受外界环境条件的影响,可快速准确地反映小麦在发育早期(发芽期)的耐盐性。

本试验对 100 个来自长江中下游麦区的小麦品种在发芽期进行盐胁迫,调查在盐胁迫下的发芽率,结果显示,这 100 个小麦品种在发芽期的耐盐性存在极显著差异,其中扬麦 25、扬麦 24 和鄂麦 25 这 3 个品种发芽期耐盐性最强,达到耐盐品种德抗 961 的水平,耐盐性属于 1 级,宁麦 17、宁麦 23 等 21 个品种达到耐盐性较强的 2 级,这些发芽期耐盐性强和较强的 24 个品种可应用于江苏海滨滩涂盐渍土小麦种植的全生育期耐盐性筛选。

参考文献:

[1]赵秀芳,宋国香,谢志远,等. 我国盐碱土修复现状与特点[J]. 环境卫生工程,2017,25(4):96-99.
[2]罗 锋,常 曼,宋晓村,等. 江苏沿海滩涂开发利用对策研究

[J]. 水利经济,2016,34(4):1-3,16,73.
[3]Nakhla W R,Sun W Q,Fan K,et al. Identification of QTLs for salt tolerance at the germination and seedling stages in rice[J]. Plants, 2021,10(3):428.
[4]Zeng P,Zhu P W,Qian L F,et al. Identification and fine mapping of qGR6.2, a novel locus controlling rice seed germination under salt stress[J]. BMC Plant Biology,2021,21(1):36.
[5]Wang H L,Chen G L,Zhang H W,et al. Identification of QTLs for salt tolerance at germination and seedling stage of *Sorghum bicolor* L. Moench[J]. Euphytica,2014,196(1):117-127.
[6]何晓兰,徐照龙,张大勇,等. 65 个高粱种质萌芽期的耐盐指标比较及其耐盐性综合评价[J]. 植物资源与环境学报,2015,24(4):52-60.
[7]张巧凤,陈宗金,吴纪中,等. 小麦种质芽期和苗期的耐盐性鉴定评价[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(4):620-626.
[8]张婷婷,于 崧,于立河,等. 松嫩平原春小麦耐盐碱性鉴定及品种(系)筛选[J]. 麦类作物学报,2016,36(8):1008-1019.
[9]彭 智,李 龙,柳玉平,等. 小麦芽期和苗期耐盐性综合评价[J]. 植物遗传资源学报,2017,18(4):638-645.
[10]刘 旭,史 娟,张学勇,等. 小麦耐盐种质的筛选鉴定和耐盐基因的标记[J]. 植物学报,2001,43(9):948-954.
[11]王萌萌,姜奇彦,胡 正,等. 小麦品种资源耐盐性鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(2):189-194.
[12]余桂红,孙晓波,张 旭,等. 转 *SbPIPI* 基因小麦植株的获得及发芽期耐盐性鉴定[J]. 分子植物育种. 2012,10(4):398-403.
[13]郭 超,胡思远,郑青焕,等. 部分美国小麦种质资源的耐盐性鉴定[J]. 麦类作物学报,2015,35(8):1076-1084.
[14]赵锁寅,窦延玲. 小麦耐盐性鉴定指标及其分析评价[J]. 西北农业大学学报,1998,26(6):80-85.