

# 不同青稞材料芽期耐盐性评价

旺 姆,杨春葆\*

(省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室/西藏自治区农牧科学院农业研究所,西藏 拉萨 850002)

**摘 要:**为了筛选、鉴定芽期耐盐性较好的青稞品种,为下一步青稞耐盐基因筛选、定位、验证提供品种材料。从苗期耐盐表现良好的青稞品种中筛选出10个进行芽期耐盐性评价。结果表明,不同浓度的盐处理均对青稞种子发芽、主根和芽的生长有抑制作用,并且随着盐浓度升高,这种抑制趋于明显。各品种中ZDM09824耐盐性评价为强,ZDM4716和ZDM4784评价为较强。

**关键词:**青稞;耐盐性;相对盐害率

中图分类号:S512.3

文献标识码:A

## Evaluation of Salt Tolerance at Bud Stage of Different Highland Barley Varieties

Wang Mu, YANG Chun-bao\*

(State Key Laboratory of Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement/ Institute of Agriculture/ Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850002, China)

**Abstract:** In order to screen and identify highland barley varieties with better salt tolerance in bud stage, and provide variety materials for salt tolerance gene screening, location and verification of highland barley, ten highland barley varieties with good salt tolerance in seedling stage were selected for salt tolerance evaluation in bud stage. The results showed that different concentrations of salt treatment had inhibitory effects on seed germination, main roots and buds growth of highland barley, and with the increase of salt concentration, the inhibition tended to be obvious. Zdm09824 were evaluated as strong salt tolerance, followed by zdm4716 and zdm4784.

**Key words:** Highland barley; Salt tolerance; Relative salt damage rate

土壤盐渍化的成因包括气候干旱、地下水位高、地下水矿化等。我国盐渍化土地面积约为3600万 $\text{hm}^2$ ,占全国可利用土地总面积的4.88%<sup>[1]</sup>,主要分布在包括西藏自治区在内的19个省份<sup>[2]</sup>。由于西藏的气候、地理及作物生长特点,农田灌溉较为普遍,西藏降水偏少、蒸发量大或是地下水位高、湖泊密集的地区,易发生土壤盐渍化。土壤盐渍化将对作物种子萌发和后续生长产生不良影响,造成减产<sup>[2]</sup>。青稞是西藏地区主要的粮食作物,占西藏粮食总产量80%以上<sup>[3]</sup>,对保障西藏地区粮食

安全,发展西藏特色农业有重要意义。本试验对苗期耐盐性表现较好的10个青稞材料进行不同浓度盐胁迫下芽期生长状况进行调查,对各品种芽期耐盐性评价,以期能够筛选出耐盐青稞材料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

本试验所用10个青稞材料为ZDM09824, ZDM4716, ZDM4784, ZDM4785, ZDM5449, ZDM5573, ZDM5691, ZDM5700, ZDM5617, ZDM4808,均来自省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室种质资源库。

### 1.2 试验方法

选取各青稞品种饱满无伤种子,用浓度为0.5%的高锰酸钾溶液浸泡30 min<sup>[4]</sup>,取出后用蒸馏水冲洗干净。本试验共设置4个盐(NaCl)浓度梯

收稿日期:2020-07-14

基金项目:省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室自主课题(XZNKY-2020-C-007Z07)。

作者简介:旺姆(1989-),女,学士,研究实习员,主要从事青稞遗传育种研究,E-mail:1252354663@qq.com;\*为通讯作者:杨春葆(1985-),男,硕士,助理研究员,主要从事青稞遗传育种研究,E-mail:361503453@qq.com。

度,分别为0,100,200,300 mmol/L,其中0 mmol/L为对照组。将各品种青稞种子放入垫有滤纸的培养皿中,每个培养皿中50粒。加入对应浓度盐溶液,每个浓度处理设置3次重复,盖上皿盖,至于25℃恒温培养箱中<sup>[5]</sup>,每天用对应浓度溶液漂洗,保持滤纸湿润,防止种子变质。记录第4天和第10天种子发芽和根长、芽长数据<sup>[6]</sup>。

1.3 测定指标

对各处理青稞种子发芽数、根长、芽长进行测定,计算发芽率、发芽势、相对盐害等指标。相对盐害率分级方法参见表1<sup>[7]</sup>,各指标计算方法<sup>[8]</sup>如下:

发芽率=(发芽粒数/样品总粒数)×100%

发芽势=(第4天发芽种子数/样品总粒数)×100%

相对盐害率=(对照组发芽率-处理发芽率)/对照组发芽率×100%

表1 相对盐害等级划分标准

盐害级别	相对盐害率/%	耐盐性
1	0.0~20.0	强
2	20.0~40.0	较强
3	40.0~60.0	中
4	60.0~80.0	较弱
5	80.0~100.0	弱

1.4 数据分析工具

使用Microsoft Excel 2007办公软件进行数据分析和作图。

2 结果与分析

2.1 不同盐浓度处理对青稞发芽率的影响

由表2、表3可知,与对照组相比,各浓度盐处理品种发芽率全部受到抑制,并且随着盐浓度的提升,这种抑制趋于明显。如表2所示,发芽实验开始第4天时,对照组平均发芽率为90.30%;100 mmol/L 浓度盐处理下,ZDM09824,ZDM4716,ZDM4785,ZDM4808,ZDM5617,ZDM5700这6个青稞品种发芽率超过70%,其中ZDM09827发芽率达到90.00%,各品种平均发芽率为69.40%;200 mmol/L 盐浓度下,只有ZDM09824发芽率达到82%,其余品种发芽率均低于70%;在300 mmol/L 盐浓度处理下,各青稞品种发芽率均受到明显抑制,其中ZDM4808,ZDM5449两品种发芽率为零。到发芽实验第10天(表3),对照组发芽率平均为91.50%,100 mmol/L 盐浓度处理下,除ZDM5573外,其他品种发芽率均在70.00%以上;200 mmol/L 盐处理下,ZDM09824,ZDM4716两个品种发芽率高于70.00%,各品种平均发芽率为39.00%;300 mmol/L 盐处理发芽率不变,与第4天水平相同。在高浓度(300 mmol/L)和中浓度(200 mmol/L)盐环境下,ZDM09824发芽率分别为84.00%,68.00%,相对盐害率为32.00%和16.00%(表1),与其余品种比较耐盐性最强。

2.2 不同盐浓度处理对青稞发芽时间的影响

由表4可以看出,对照组第4天与第10天发芽

表2 不同盐浓度处理第4天各品种青稞种子发芽率和相对盐害

品种	对照组	100mmol/L		200mmol/L		300mmol/L	
	发芽势	发芽势	相对盐害率	发芽势	相对盐害率	发芽势	相对盐害率
ZDM09824	100.00	90.00	10.00	82.00*	18.00	68.00**	32.00
ZDM4716	90.33	78.00	13.33	54.00**	40.00	12.00**	86.67
ZDM4784	86.00	62.00*	27.91	46.00**	46.51	6.00**	93.02
ZDM4785	90.00	72.00	20.00	36.00**	60.00	8.00**	91.11
ZDM4808	80.00	74.00	7.50	10.00**	87.50	0.00**	100.00
ZDM5449	94.00	66.00**	29.79	28.00**	70.21	0.00**	100.00
ZDM5573	84.00	28.00**	66.67	22.00**	73.81	10.00**	88.10
ZDM5617	96.67	86.00	10.42	24.00**	75.00	12.00**	87.50
ZDM5691	90.00	60.00**	33.33	14.00**	84.44	12.00**	86.67
ZDM5700	92.00	78.00	15.22	24.00**	73.91	12.00**	86.96
平均	90.30	69.40	23.42	34.00	62.94	14.00	85.20

注:“\*”、“\*\*”分别表示方差分析结果<0.05和<0.01水平差异有统计学意义

表3 不同盐浓度处理第10天各品种青稞种子发芽率和相对盐害

品种	对照组	100 mmol/L		200 mmol/L		300 mmol/L	
	发芽率	发芽率	相对盐害率	发芽率	相对盐害率	发芽率	相对盐害率
ZDM09824	100.00	90.00	10.00	84.00*	16.00	68.00	32.00
ZDM4716	90.33	86.00	4.44	70.00**	22.22	12.00	86.67
ZDM4784	88.00	82.00	6.82	66.00**	25.00	6.00	93.18
ZDM4785	90.00	78.00*	13.33	36.00**	60.00	8.00	91.11
ZDM4808	84.00	78.00	7.14	12.00**	85.71	0.00	100.00
ZDM5449	94.00	74.00**	21.28	32.00**	65.96	0.00	100.00
ZDM5573	90.00	36.00**	60.00	22.00**	75.56	10.00	88.89
ZDM5617	96.67	88.00	8.33	24.00**	75.00	12.00	87.50
ZDM5691	90.00	72.00*	20.00	16.00**	82.22	12.00	86.67
ZDM5700	92.00	84.00	8.70	28.00**	69.57	12.00	86.96
平均	91.50	76.80	16.00	39.00	57.72	14.00	85.30

注：“\*”、“\*\*”分别表示方差分析结果<0.05和<0.01水平差异有统计学意义

表4 不同盐浓度处理下第4天和第10天各品种青稞发芽率情况

品种	对照组		100 mmol/L		200 mmol/L		300 mmol/L	
	4发芽率	10发芽率	4发芽率	10发芽率	4发芽率	10发芽率	4发芽率	10发芽率
ZDM09824	100.00	100.00	90.00	90.00	82.00	84.00	68.00	68.00
ZDM4716	90.33	90.33	78.00	86.00*	54.00	70.00**	12.00	12.00
ZDM4784	86.00	88.00	62.00	82.00**	46.00	66.00**	6.00	6.00
ZDM4785	90.00	90.00	72.00	78.00*	36.00	36.00	8.00	8.00
ZDM4808	80.00	84.00	74.00	78.00	10.00	12.00	0.00	0.00
ZDM5449	94.00	94.00	66.00	74.00*	28.00	32.00	0.00	0.00
ZDM5573	84.00	90.00	28.00	36.00**	22.00	22.00	10.00	10.00
ZDM5617	96.67	96.67	86.00	88.00	24.00	24.00	12.00	12.00
ZDM5691	90.00	90.00	60.00	72.00**	14.00	16.00	12.00	12.00
ZDM5700	92.00	92.00	78.00	84.00*	24.00	28.00*	12.00	12.00
平均	90.30	91.50	69.40	76.80	34.00	39.00	14.00	14.00

注：“\*”、“\*\*”分别表示方差分析结果<0.05和<0.01水平差异有统计学意义

率基本一致,无明显变化。100 mmol/L 盐处理中 ZDM4716, ZDM4784, ZDM4785, ZDM5449, ZDM5573, ZDM5691, ZDM5700 这 7 个品种第 4 天与第 10 天发芽率变化明显;100 mmol/L 盐处理中 ZDM4716, ZDM4784, ZDM5700 这 3 个品种发芽率前后变化明显;由于高浓度(300 mmol/L)盐处理对青稞发芽造成严重抑制,各品种第 4 天与第 10 天发芽率比较未发生变化。在低浓度(100 mmol/L)盐处理下,10 个参试青稞品种中第 4 天发芽率超过 80% 的有 2 个(ZDM09824, ZDM5617),到第 10 天增长到 5 个(ZDM09824, ZDM4716, ZDM4784,

ZDM5617, ZDM5700);中等浓度(200 mmol/L)盐处理下,品种 ZDM4716, ZDM4784 发芽率由第 4 天的 54.00%, 46.00% 增加到 70.00%, 66.00%。

综上所述,随着盐浓度的增加,各青稞材料的发芽时间均出现推迟,到发芽试验第 10 天各材料相对盐害率均有所下降。ZDM4716, ZDM4784 两品种在不同浓度盐处理下第 10 天的发芽率高于 60%, ZDM09824 在不同浓度盐处理下发芽率基本不随时间变化。由此可见,上述 3 个品种芽期耐盐性高于其余品种。

2.3 不同盐浓度处理对青稞根芽生长的影响

本试验中,各浓度盐处理的青稞品种芽长、主根长与对照组比较均受到抑制,100,200,300 mmol/L 处理芽长平均值较对照组分别短 2.29,4.92,6.55 cm;主根长平均值分别短 0.75,1.31,

1.64 cm。有研究表明,低浓度盐环境可以一定程度刺激籽粒芽生长<sup>[9]</sup>,但在本试验中未出现。试验结果表明,各浓度盐处理对各青稞品种芽、主根生长、伸长都有抑制作用,并随着盐浓度增加而逐渐明显(表5、图1、图2)。

表5 不同盐浓度处理下第各品种青稞主根长、芽长情况

品种	芽长				主根长			
	0 mmol/L	100 mmol/L	200 mmol/L	300 mmol/L	0 mmol/L	100 mmol/L	200 mmol/L	300 mmol/L
ZDM09824	10.74	5.58	3.28	1.60	3.08	2.03	1.15	1.11
ZDM4716	5.73	4.13	3.20	0.60	1.97	0.64	0.60	0.55
ZDM4784	3.20	3.17	2.71	2.30	0.90	0.88	0.87	0.67
ZDM4785	2.86	2.20	1.63	0.45	0.98	0.45	0.37	0.30
ZDM4808	4.30	3.25	1.10	0.10	1.45	1.20	0.10	0.10
ZDM5449	5.23	4.65	1.13	0.10	1.50	1.05	0.40	0.00
ZDM5573	12.36	8.04	4.10	1.73	2.62	2.08	1.28	0.63
ZDM5617	9.62	8.86	2.06	1.88	2.98	2.24	1.18	0.90
ZDM5691	12.03	7.10	4.04	0.55	2.90	1.94	1.26	0.40
ZDM5700	10.10	6.36	3.75	1.58	3.02	1.40	1.18	0.42
平均	7.62	5.33	2.70	1.07	2.14	1.39	0.83	0.50

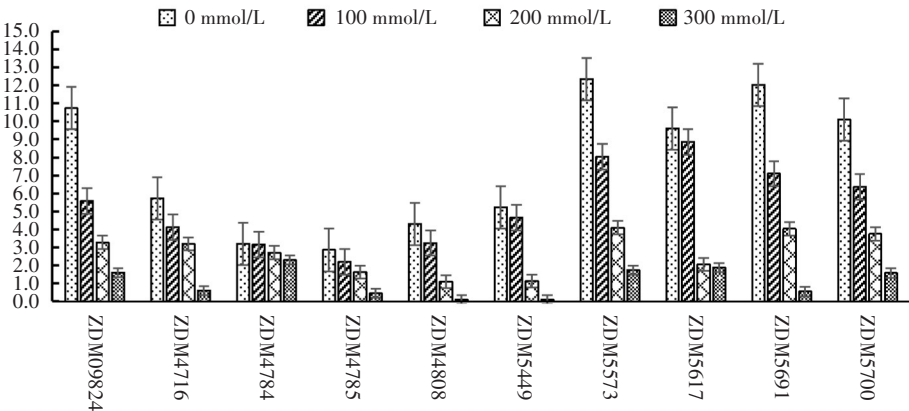


图1 不同盐浓度处理各青稞品种芽长情况

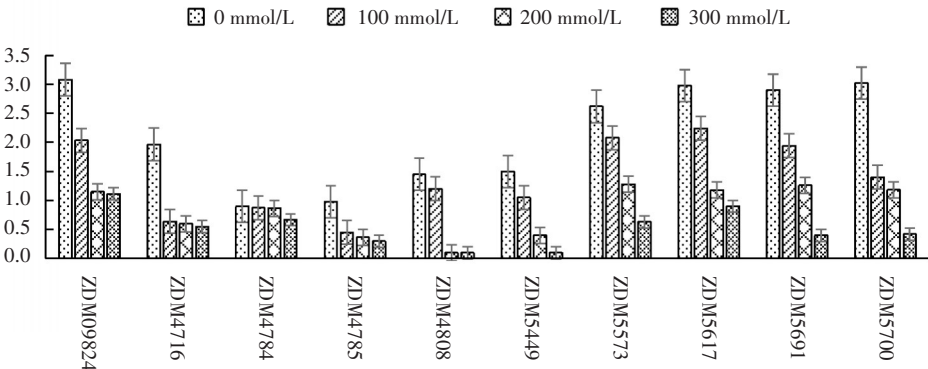


图2 不同盐浓度处理各青稞品种根长情况

### 3 讨 论

本研究表明,盐处理对青稞发芽率、发芽时间、根和芽的生长均有抑制作用,并且随着盐处理浓度的升高,抑制作用逐渐明显。在中等盐浓度(200 mmol/L)环境下,各青稞品种发芽率与相对盐害率差异最小,因此以200 mmol/L盐浓度处理作为划分青稞品种耐盐等级的参考浓度。其中ZDM09824第10天的相对盐害率为16.00%,评价为强耐盐性;ZDM4716,ZDM4784两品种相对盐害率分别为22.22%和25.00%,耐盐性评价为较强;其余品种耐盐性表现不强。本研究对苗期耐盐性表现较好的10个青稞品种进行芽期耐盐性评价目的在于为今后结合转录组学、代谢组学<sup>[10-12]</sup>等研究方法对青稞耐盐性分子机理研究提供品种和数据支持。

#### 参考文献:

- [1] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望 [J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-845.
- [2] 张盼盼, 黎雅楠. 国内土壤盐渍化研究现状解读——基于CNKI数据库文献计量分析 [J]. 西部大开发(土地开发工程研究), 2019, 4(6): 11-15.
- [3] 强小林, 顿珠次仁, 次 珍, 等. 西藏青稞产业发展现状分析 [J]. 西藏农业科技, 2011, 33(1): 1-3.
- [4] 张银乐, 赵伟进, 于 粮, 等. NaCl胁迫对青稞种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 湖北农业科学, 2019, 58(9): 19-24.
- [5] 王贺正, 徐国伟, 陈明灿, 等. 外源物质对小麦芽期抗旱性的影响 [J]. 作物杂志, 2012(4): 86-89.
- [6] 郑崇珂, 张治振, 周冠华, 等. 不同水稻品种发芽期耐盐性评价 [J]. 山东农业科学, 2018, 50(10): 38-42.
- [7] 刘妍妍, 吴纪中, 许璋阳, 等. 人工海水胁迫下小麦芽期和苗期的耐盐性鉴定方法 [J]. 植物生理学报, 2014, 50(2): 214-222.
- [8] 田 蕾, 陈亚萍, 刘 俊, 等. 粳稻种质资源芽期耐盐性综合评价与筛选 [J]. 中国水稻科学, 2017, 31(6): 631-642.
- [9] 贺 奇, 王 昕, 马洪文, 等. 盐胁迫下粳稻种子发芽特性及耐盐性评价 [J]. 中国稻米, 2018, 24(1): 28-32.
- [10] 袁 海, 何鹏飞, 武君洁, 等. 盐胁迫对耐盐和盐敏感玉米幼苗生长和生理特性的影响 [J/OL]. 江苏农业科学: 1-4 [2019-11-13]. <https://doi.org/10.15889/j.issn.1002-1302.2019.19.021>.
- [11] YANG D S, ZHANG J, LI M X, et al. Metabolomics Analysis Reveals the Salt-Tolerant Mechanism in Glycine Soja [J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2017, 36(2): 460-471.
- [12] YU C G, XU S, YIN Y L. Transcriptome Analysis of the Taxodium 'Zhongshanshan 405' Roots in Response to Salinity Stress [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2016, 100: 156-165.