

张英虎,沈会权,周春霖,等. 大麦种质资源株高和耐盐性分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):56-58.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.015

# 大麦种质资源株高和耐盐性分析

张英虎<sup>1,2</sup>, 沈会权<sup>2</sup>, 周春霖<sup>1</sup>, 栾海业<sup>2</sup>, 臧慧<sup>2</sup>, 乔海龙<sup>2</sup>, 陈健<sup>2</sup>, 陶红<sup>2</sup>, 陈和<sup>2</sup>

(1. 江苏省盐土生物资源研究重点实验室, 江苏盐城 224002; 2. 江苏沿海地区农业科学研究所, 江苏盐城 224002)

**摘要:**以 179 份大麦种质资源为材料,在江苏沿海地区脱盐土和盐土环境下种植,鉴定大麦株高和耐盐性。结果表明,大麦种质资源在脱盐土环境下株高平均值为 92 cm,变幅为 64~143 cm;盐土环境下株高平均值为 61 cm,变幅为 44~90 cm,联合脱盐土和盐土环境下大麦株高表现,筛选出甘垦麦 5 号、宝黛、申海麦 2 号等矮秆材料。盐土环境下大麦株高小于脱盐土环境下的大麦株高,以盐土环境下株高与脱盐土环境下株高的比值作为耐盐系数,大麦种质资源耐盐系数平均值为 0.67,变幅为 0.48~0.86,鄂大麦 6 号、宝黛、盐麦 3 号等大麦种质耐盐性较高。本研究获得的矮秆材料和耐盐材料可以为大麦矮秆和耐盐育种提供基因源。

**关键词:**大麦;种质资源;株高;耐盐性

**中图分类号:** S512.303 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0056-03

株高是大麦重要的农艺性状,由于茎秆的机械组织不发达,纤维化程度低,易倒伏,大麦是较早开展矮化育种的作物之一。作物矮秆育种的实践表明,矮秆品种的育成与矮源或矮秆基因的利用分不开<sup>[1]</sup>。大麦是禾本科中较为耐盐的作物<sup>[2]</sup>,前人在发芽期<sup>[3]</sup>、苗期<sup>[4]</sup>、成熟期<sup>[5]</sup>等时期对大麦进行了耐盐性鉴定。大麦主要利用种子,因此,成熟期耐盐性鉴定更为重要。乔海龙等在脱盐土和盐土环境下分别种植大麦种质,对 22 份大麦种质进行了耐盐性鉴定,筛选出海盐大麦、沪 01-2946、苏农 6472 等在盐土环境下籽粒产量较高的大麦种质<sup>[5]</sup>。江苏沿海地区是我国大麦三大主产区之一,也是种植面积波动最小、面积最大的地区<sup>[6]</sup>。江苏沿海地区含有丰富

的海涂荒地,在海涂荒地种植大麦防止返盐曾取得了良好的效果<sup>[7]</sup>。本研究拟通过在江苏沿海地区脱盐土和盐土环境下,对 179 份大麦种质资源进行种植,筛选大麦资源中的矮秆种质和耐盐种质,为江苏沿海地区的大麦矮秆和耐盐育种提供基因源。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料为江苏沿海地区农业科学研究所品种资源库中的 179 份大麦种质资源,为江苏沿海地区农业科学研究所近年来利用的亲本资源,按生态区分,包含 8 份裸大麦区材料,9 份春大麦区材料,123 份冬大麦区材料,36 份国外材料,另外有 3 份材料生态区未知;按棱形分包含 151 份二棱大麦品种,28 份六棱大麦品种;按皮裸性分包含 157 份皮大麦品种,22 份裸大麦品种。

### 1.2 田间试验及数据测定

试验材料于 2014—2015 年在江苏沿海地区农业科学研究所试验农场及江苏沿海现代农业示范园(金海农场)进行。江苏沿海地区农业科学研究所试验场土壤为壤性脱盐潮土,土壤 pH 值为 7.8(脱盐土),江苏沿海现代农业示范园(金海农场)土壤为含盐沙壤土,土壤 pH 值为 8.5(盐土),土壤有

收稿日期:2017-03-16

基金项目:国家大麦青稞产业技术体系建设项目(编号:CARS-05);江苏省自然科学基金青年基金(编号:BK20160432);江苏省盐土生物资源研究重点实验室开放性课题(编号:JKLBS2015009);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1005];江苏沿海地区农科所科研基金(编号:YHS201501)。

作者简介:张英虎(1985—),男,江苏东台人,博士,助理研究员,主要从事大豆和大麦遗传育种。E-mail:zyhnjau008@163.com。

通信作者:陈和,研究员,从事大麦遗传育种与栽培研究。E-mail:yecchenhe@163.com。

[5] Sasaki T, Yasui T, Matsuki J, et al. Comparison of physical properties of wheat starch gels with different amylose content [J]. Cereal Chemistry, 2002, 79(6): 861-866.

[6] 王晨阳,马冬云,郭天财,等. 不同水氮处理对小麦淀粉组成及特性的影响[J]. 作物学报,2004,30(8):739-744.

[7] 闫素辉,尹燕樾,李文阳,等. 密穗与疏穗型小麦强、弱勢籽粒淀粉积累及库强度的比较[J]. 中国农业科学,2009,42(8):2706-2715.

[8] 李文阳,尹燕樾,闫素辉,等. 不同粒型小麦品种籽粒内源激素变化与籽粒灌浆特征的比较[J]. 华北农学报,2007,22(1):5-8.

[9] 姜东,于振文,李永庚,等. 施氮水平对鲁麦 22 籽粒淀粉合成的影响[J]. 作物学报,2003,29(3):462-467.

[10] 彭佃亮. 小麦倒伏与茎秆木质素代谢的关系及其对籽粒产量和

淀粉特征的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2014.

[11] 何照范. 粮油籽粒品质及其分析技术[M]. 北京:农业出版社,1985:144-150.

[12] Peng M, Gao M, Abdel-Aal E M, et al. Separation and characterization of A and B milype starch granules in wheat endosperm [J]. Cereal Chemistry, 1999, 76(3): 375-379.

[13] 李文阳,尹燕樾,闫素辉,等. 小麦花后弱光对籽粒淀粉积累和相关酶活性的影响[J]. 作物学报,2008,34(4):632-640.

[14] Peng D L, Cai T, Yin Y P, et al. Exogenous application of abscisic acid or gibberellin acid affects starch granule size distribution in grains of wheat [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013, 12(9):1551-1559.

效氮、磷、钾及盐离子含量见文献[5]。田间试验采用随机区组试验,每份材料种植1行,行长1.5 m,每行播45粒种子,行距30 cm,3次重复。水肥和田间管理同一般大田。每行随机选取3株测定株高,其中脱盐土环境下株高测定时间为2015年5月15日,盐土环境下株高测定时间为2015年5月20日;耐盐系数(相对株高)的计算为盐土环境下株高与脱盐土环境下株高的比值。

1.3 数据分析

利用 Office 2013 进行数据的简单描述分析,采用 SAS 9.0 中 proc glm 程序进行方差分析,并估算遗传率, $h^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2 / r)$ 。式中: $h^2$  = 遗传率, $\sigma_g^2$  = 遗传方差, $\sigma_e^2$  = 误差方差, $r$  = 重复。

2 结果与分析

2.1 大麦种质资源中株高的表型变异

在脱盐土和盐土环境下,分别测定了大麦种质资源成熟期株高。从表1可以看出,在脱盐土环境下,179份大麦种质资源的株高平均值为92 cm,变幅为64~143 cm,变异系数为15.22%,遗传率较高,为93.23%。不同地理来源的大麦资源中,都存在株高较高的材料,但裸大麦区中株高的最小值为93 cm,表明该区域大麦矮秆种质较少。从平均值看,二棱大麦株高要小于六棱大麦,皮大麦株高要小于裸大麦材料,但二棱大麦和皮大麦材料中也存在高秆材料,六棱大麦和裸大麦材料中也存在矮秆材料。

表 1 脱盐土环境下大麦株高的表型变异

分类	特征	材料数 (份)	株高(cm)			变异系数 (%)	遗传率 (%)
			平均值	最小值	最大值		
地理来源	裸大麦区	8	105	93	123	9.50	
	春大麦区	9	97	64	111	14.47	
	冬大麦区	123	90	68	143	16.06	
	国外材料	36	92	64	109	11.52	
	未知	3	103	89	115	10.55	
棱型	二棱	151	90	64	143	13.59	
	六棱	28	105	64	130	14.70	
皮裸性	皮大麦	157	90	64	143	14.69	
	裸大麦	22	104	64	128	13.07	
总和或平均		179	92	64	143	15.22	93.23

表2显示了盐土环境下大麦资源株高的表型变异。盐土环境下大麦株高下降明显,179份大麦资源株高的平均值为61 cm,变幅为44~90 cm,变异系数为15.38%,盐土环境下株高的遗传率小于脱盐土环境下的遗传率,为78.22%。盐土环境下,不同地理来源、不同棱型、不同皮裸性大麦株高的特点与脱盐土环境下的特点一致。联合脱盐土环境下和盐土环境下大麦的株高表现,列出了江苏沿海地区大麦种质资源中优选出的矮秆种质,包含甘垦麦5号、宝黛和申海麦2号等种质(表3)。

2.2 大麦种质资源的耐盐性鉴定

盐土环境下大麦株高小于脱盐土环境下的大麦株高,不同大麦材料下降的幅度不同,株高下降幅度小,表明该材料受盐分的影响较小,即该材料为耐盐材料,对应株高下降幅度大,表明该材料受盐分影响较大,为盐敏感性材料,本研究将盐土环境下株高与脱盐土环境下株高的比值作为耐盐系数,

表 2 盐土环境下大麦株高的表型变异

分类	特征	材料数 (份)	株高(cm)			变异系数 (%)	遗传率 (%)
			平均值	最小值	最大值		
地理来源	裸大麦区	8	68	55	84	13.72	
	春大麦区	9	67	44	73	17.03	
	冬大麦区	123	59	44	90	15.66	
	国外材料	36	62	48	80	11.05	
	未知	3	73	63	82	10.77	
棱型	二棱	151	59	44	84	12.83	
	六棱	28	71	44	90	16.52	
皮裸性	皮大麦	157	60	44	90	13.87	
	裸大麦	22	70	44	88	15.96	
总和或平均		179	61	44	90	15.38	78.22

表 3 从大麦种质资源中优选出的矮秆种质

品种名称	来源		棱型	皮裸性	株高(cm)	
	国家	省份			脱盐土	盐土
甘垦麦5号	中国	江苏省	6	N	64	44
宝黛	澳大利亚		2	H	64	54
申海麦2号	中国	江苏省	2	H	68	48
Beyewzon	澳大利亚		2	H	69	55
盐04134	中国	江苏省	2	H	72	48
鄂大麦6号	中国	江苏省	2	H	72	62
96AC1-17	中国	江苏省	2	H	72	55
盐98010	中国	江苏省	2	H	72	56
盐01166	中国	江苏省	2	H	73	53
浙09-23	中国	江苏省	2	H	73	54

注:在皮裸性中,N表示裸大麦,H表示皮大麦。表5同。

评价大麦资源的耐盐性。

从表4和图1可以看出,大麦资源耐盐系数的表型变异,发现179份大麦资源中,耐盐系数的平均值为0.67,变幅为0.48~0.86,变异系数为10.15%,不同地理来源、不同棱型、不同皮裸性大麦间的耐盐系数差异不大,但在裸大麦区中其耐盐系数最高值仅为0.71,表明裸大麦区耐盐性较强的大麦种质较少。

表 4 大麦种质资源耐盐性表型变异

分类	特征	材料数 (份)	耐盐系数			变异系数 (%)
			平均值	最小值	最大值	
地理来源	裸大麦区	8	0.65	0.57	0.71	7.85
	春大麦区	9	0.69	0.62	0.81	8.26
	冬大麦区	123	0.66	0.49	0.86	10.15
	国外材料	36	0.68	0.48	0.84	10.88
	未知	3	0.71	0.70	0.71	0.87
棱型	二棱	151	0.66	0.48	0.86	10.00
	六棱	28	0.68	0.50	0.81	11.03
皮裸性	皮大麦	157	0.66	0.48	0.86	10.30
	裸大麦	22	0.68	0.57	0.81	9.41
总和或平均		179	0.67	0.48	0.86	10.15

以耐盐系数为选择标准,从179份大麦资源中选出了10份耐盐性较好的大麦种质,包括3份江苏沿海地区选育的材料,分别为盐98010、盐96137、盐麦3号,3份澳大利亚材料,分别为 Schooner、Beyewzon、宝黛,另外还有盐引2012-743、ZDM875、ZDM80和鄂大麦6号等材料(表5)。

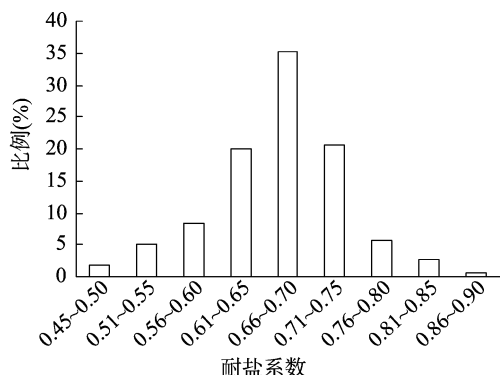


图1 大麦种质资源耐盐系数分布

表5 从大麦种质资源中优选出的耐盐种质

种质名称	来源		棱形	皮裸性	株高 (cm)		耐盐系数
	国家	省份			脱盐土	盐土	
鄂大麦 6 号	中国	湖北省	2	H	72	62	0.86
盐麦 3 号	中国	江苏省	2	H	79	66	0.84
宝黛	澳大利亚		2	H	64	54	0.84
ZDM80	中国	河北省	6	N	103	83	0.81
盐 96137	中国	江苏省	2	H	74	60	0.81
Beyewzon	澳大利亚		2	H	69	55	0.80
ZDM875	中国	河南省	6	N	105	84	0.80
Schooner	澳大利亚		2	H	84	66	0.79
盐引 2012-743	美国		2	H	85	66	0.78
盐 98010	中国	江苏省	2	H	72	56	0.78

### 3 讨论与结论

卢良恕指出,南方冬大麦区大麦株高以 80~90 cm 为宜,矮化育种中,先要从大量的种质资源中筛选出具有优良性状的矮秆源亲本,再与当地大面积种植的良好相组配<sup>[8]</sup>。本研究通过对江苏沿海地区种质资源株高进行鉴定,掌握了大麦种质资源株高特点,并筛选出甘垦麦 5 号等株高较低的种质。刘猛道等从 302 份大麦品种中筛选到 17 份大麦矮秆候选种质,对候选种质进行了农艺性状差异和育种价值评价<sup>[9]</sup>。因此,下一步将对筛选出来的矮秆种质进行农艺性状的研究。

在大麦耐盐性的筛选中,鉴定方法是关键。前人的研究多通过配置不同盐水浓度研究不同时期、不同盐浓度 (NaCl) 对大麦幼苗形态建成的影响<sup>[10]</sup>。但作物的耐盐性最后需要在田间进行验证,并且作物在盐胁迫下,体内细胞在结构、生理及生物化学上都发生一系列适应性改变,最终在植物的生长状态和形态上体现。本研究表明,大麦在盐土环境下,株高会显著降低,本结果与前人研究结果<sup>[5]</sup>一致。王军等利用 102 份大麦品种,进行了大麦耐盐性与其主要性状典型相关分析,表明株高可作为大麦耐盐性评价的一级指标<sup>[11]</sup>。蔡树美等研究了滩涂盐碱地大麦产量形成的关键农艺性状,通过分析表明,株高对产量的直接效应最大<sup>[12]</sup>。本研究认为利用脱盐土和盐土环境下大麦株高的比值作为大麦的耐盐系数,可以对大麦种质资源耐盐性进行有效鉴定。

随着分子生物学的发展,分子育种技术被认为是 21 世纪作物改良的基础技术<sup>[13]</sup>,分子标记辅助选择育种技术正逐渐成为作物育种的主流技术<sup>[14]</sup>。分析育种材料目标性状不同

位点的等位变异类型,从而建立育种材料目标性状的 QTL-allele 矩阵是实现分子育种的有效途径<sup>[15]</sup>。笔者通过对 179 份江苏沿海地区大麦亲本的耐盐性进行分析,筛选出了多份耐盐性较好的大麦种质。前期通过对前人报道的大麦耐盐 QTL 进行整理,了解了目前报道的大麦主要耐盐 QTL<sup>[16]</sup>,下一步将以大麦耐盐种质为材料,分析其耐盐 QTL 的等位变异分布,建立 QTL-allele 矩阵,利用该矩阵进行大麦耐盐性的分子育种。

通过在江苏沿海地区脱盐土和盐土 2 种环境下对 179 份大麦种质资源的株高进行鉴定,筛选出甘垦麦 5 号、宝黛、申海麦 2 号等矮秆材料;盐土环境下大麦株高小于脱盐土环境下的大麦株高,以盐土环境下株高与脱盐土环境下株高的比值作为耐盐系数,发现裸大麦区含有耐盐种质较少,并筛选出鄂大麦 6 号、宝黛、盐麦 3 号等耐盐性较高的大麦种质。

### 参考文献:

- [1] 张京. 我国大麦品种的株高变迁及矮源分析[J]. 大麦科学, 1994(4): 11-13.
- [2] Munns R, Tester M. Mechanisms of salinity tolerance[J]. Annual Review of Plant Biology, 2008, 59(1): 651-681.
- [3] Mano Y, Takeda K. Mapping quantitative trait loci for salt tolerance at germination and the seedling stage in barley (*Hordeum vulgare* L.) [J]. Euphytica, 1997, 94(3): 263-272.
- [4] Xu R G, Wang J M, Li C D, et al. A single locus is responsible for salinity tolerance in a Chinese landrace barley (*Hordeum vulgare* L.) [J]. PLoS One, 2012, 7(8): e43079.
- [5] 乔海龙, 沈会权, 陈健, 等. 大麦种质耐盐性鉴定及评价[J]. 核农学报, 2015, 29(1): 153-160.
- [6] 陈和, 许如根, 王龙俊, 等. 江苏啤酒大麦品种发展及其品质定位[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 1-4.
- [7] 朱睦元, 黄培忠. 大麦育种与生物工程[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 202-210.
- [8] 卢良恕. 中国大麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 226-230.
- [9] 刘猛道, 李静烨, 陈雪青, 等. 17 个大麦矮秆候选种质的农艺性状差异和育种价值评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2016, 31(4): 591-596.
- [10] 许如根, 周美学, 陆峰, 等. 盐份对大麦幼苗形态建成的影响[J]. 种子, 2007, 26(9): 21-23.
- [11] 王军, 张灿宏, 迟铭, 等. 大麦耐盐性与其主要性状典型相关分析[J]. 江西农业学报, 2011, 23(2): 5-8.
- [12] 蔡树美, 王丽, 田吉林, 等. 滩涂盐碱地大麦产量形成的关键农艺性状分析[J]. 上海农业学报, 2016, 32(4): 54-58.
- [13] Moose S P, Mumm R H. Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement[J]. Plant Physiology, 2008, 147(3): 969-977.
- [14] 黎裕, 王健康, 邱丽娟, 等. 中国作物分子育种现状与发展前景[J]. 作物学报, 2010, 36(9): 1425-1430.
- [15] Gai J Y, Chen L, Zhang Y H, et al. Genome-wide genetic dissection of germplasm resources and implications for breeding by design in soybean[J]. Breeding Science, 2012, 61(5): 495-510.
- [16] 沈会权, 张英虎, 乔海龙, 等. 基于 BinMap 的大麦耐盐 QTL 整合[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(4): 918-920.