

汪 强,姜 华,杨红燕,等. 盐碱地胁迫对江苏麦区小麦籽粒品质的影响[J/OL]. 大麦与谷类科学,2025,42(5):36–41 (2025-09-29). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2025.05.005>.

## 盐碱地胁迫对江苏麦区小麦籽粒品质的影响

汪 强<sup>1</sup>,姜 华<sup>2</sup>,杨红燕<sup>1</sup>,沈会权<sup>1\*</sup>,徐 肖<sup>1</sup>,张英虎<sup>1</sup>,程怡璠<sup>1</sup>,梁志浩<sup>1</sup>,薛 松<sup>1</sup>,郭爱奎<sup>1</sup>,于文青<sup>1</sup>,李宇星<sup>1</sup>  
(1. 江苏沿海地区农业科学研究所,江苏 盐城 224000;2. 江苏省农业科学院种质资源与生物技术研究所,江苏 南京 210014)

**摘要:**为探究盐碱地胁迫对小麦籽粒品质的影响,以 104 份具有遗传多样性的小麦种质资源为试验材料,在江苏盐城南洋试验场(对照)和顺泰农场(盐碱地胁迫)开展比较试验,测定并分析小麦籽粒的粗蛋白质量分数等核心品质性状的变化。结果表明,顺泰农场盐碱地胁迫显著降低了籽粒粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数和沉降值,而淀粉质量分数受影响较小。沉降值表现出最高的遗传变异性(对照 CK:18.11%;处理 T:15.77%),淀粉质量分数变异系数最低(CK:1.32%;T:1.08%),表明其稳定性较强。相关性分析显示,粗蛋白质量分数与湿面筋质量分数在胁迫前后均呈极显著正相关( $r \geq 0.80$ ),而淀粉与蛋白质类性状的负相关在胁迫下减弱。不同品种对盐碱地响应差异明显,中国春多个品质指标均表现出高敏感性,扬 14-88 粗蛋白、湿面筋与淀粉的响应则存在特异性。研究筛选出宁麦资 15318、淮麦 28 等敏感品种,为耐盐碱优质小麦育种提供了种质基础。

**关键词:**小麦;盐碱胁迫;品质性状;遗传变异;相关性分析

**中图分类号:**S511

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-6486-20250081

小麦(*Triticum aestivum* L.)作为全球重要的粮食作物之一,其产量和品质直接关系到粮食安全与人类营养健康<sup>[1]</sup>。随着人口增长和膳食结构升级,对小麦籽粒品质(如蛋白质质量分数、面筋特性、淀粉质量分数等)的要求日益提高。然而,我国沿海地区广泛分布的盐碱地资源,因土壤盐分过高等原因,对小麦籽粒品质的形成过程构成制约,已成为影响小麦优质生产的限制因素<sup>[2]</sup>。据统计,我国沿海滩涂湿地总面积达 149.21 万  $\text{hm}^2$ ,主要分布在江苏等省份<sup>[3]</sup>。小麦耐盐能力有限,盐碱胁迫是其主要的非生物逆境之一,不仅影响小麦生长发育,更通过干扰籽粒中蛋白质、淀粉等关键物质的合成与积累,显著降低其加工和营养品质<sup>[4]</sup>。

针对小麦籽粒品质,诸多学者围绕不同环境因素及品种特性对品质性状的影响展开了深入探究<sup>[5-9]</sup>。在环境因素方面,前人研究表明,温度、光照、水分

等环境因子的波动均会对小麦品质产生显著作用<sup>[7-8]</sup>。特别是在盐碱胁迫下,植物离子平衡和代谢过程受到干扰,导致氮素吸收与蛋白质合成受阻<sup>[9]</sup>,同时碳水化合物代谢途径发生改变<sup>[10]</sup>。虽然已有研究揭示了不同小麦基因型在品质性状上的差异<sup>[11]</sup>及其遗传调控机制<sup>[12-13]</sup>,但针对盐碱胁迫下品质性状的协同变化规律及遗传响应特征仍缺乏系统研究。

本研究以 104 份小麦种质为材料,通过系统分析盐碱胁迫对籽粒品质的影响,明确盐碱胁迫下各品质性状的变化规律,解析不同性状的遗传变异特征,揭示性状间的相互关系及其胁迫响应机制,旨在为盐碱地小麦优质种质筛选和抗逆育种提供理论依据和实践指导。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

本研究采用的 104 份小麦种质资源(表 1)均由江苏沿海地区农业科学研究所收集并长期保存。

#### 1.2 试验方法

本研究于 2023—2024 年在江苏沿海地区农业科学研究所的南洋试验场(120.21°E、33.42°N)和顺泰农场(120.39°E、33.68°N)进行。试验点位于北亚热带与暖温带过渡的季风气候区,年平均气温

收稿日期:2025-08-12;修回日期:2025-09-24。

基金项目:农业农村部沿海盐碱地农业科学观测实验站开放课题(YHS202211)。

作者简介:汪 强(1995—),男,硕士,研究实习员,主要从事小麦遗传育种工作,Email:1347616421@qq.com;姜 华(1986—),男,博士,助理研究员,主要从事小麦种质创新工作,Email:jianghua\_5220@126.com。姜华为共同第一作者。

\* 通信作者:沈会权(1975—),男,硕士,研究员,主要从事大、小麦遗传育种工作。Email:jsycshq@163.com。

13.7 ~ 14.4 ℃, 年均日照时数 2 240 h, 年降水量约 1 060 mm。两个试验地土壤均为黏砂壤土, 地势平坦, 肥力均匀, 排灌条件良好。其中: 南洋试验场表层土壤(0 ~ 20 cm)总盐含量(质量分数, 下同)为 0.10% ~ 0.20%(作为非盐碱地, CK 组), 前茬作物为大豆; 顺泰农场表层土壤(0 ~ 20 cm)总盐含量为 0.30% ~ 0.40%(轻度盐碱地, T 组), 前茬作物为水稻。

试验采用单行种植模式, 每份材料播种 1 行, 人工条播, 行长 1.5 m, 行距 40 cm, 每行播种 40 粒种子。所有试验材料均设置 3 次生物学重复, 随机区组排列。田间管理(包括水肥调控、病虫害防治等)均参照当地常规大田栽培措施执行, 以确保试验条件的一致性。

表 1 供试小麦材料编号及名称

编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	华麦 5 号	22	宁 13149	43	皖麦 55	64	扬 15-9	85	国红 9 号
2	淮麦 20	23	宁 13103	44	皖麦 608	65	华麦 1092	86	扬辐麦 4046
3	淮麦 24	24	宁 13001	45	皖麦 53	66	宁麦资 16500	87	苏麦 899
4	淮麦 25	25	华麦 1364	46	郑麦 136	67	扬辐麦 6015	88	东麦 G1302
5	淮麦 28	26	扬辐麦 5056	47	中麦 28	68	镇 15044	89	扬 12-145
6	淮麦 30	27	宁红 14103	48	山农 25	69	宁红 1119	90	金丰 15-6
7	扬麦 14 号	28	镇 13056	49	瑞华 14040	70	农麦 178	91	瑞华 513
8	扬麦 15 号	29	盐麦 07027	50	徐麦 27	71	瑞华 596	92	宁麦资 15318
9	扬麦 16 号	30	扬 13-134	51	徐麦 29	72	宁麦资 166	93	扬辐麦 5145
10	扬麦 21 号	31	扬 13-122	52	扬麦 25	73	宁麦 1511	94	扬 14-88
11	扬麦 22 号	32	资 14-W464	53	华麦 7 号	74	镇 14125	95	苏麦 628
12	扬辐麦 4 号	33	扬 14-197	54	华麦 6 号	75	扬 14-122	96	宁红 1479
13	镇麦 8 号	34	农麦 156	55	宁麦 22	76	润扬麦 40693	97	镇 14034
14	镇麦 9 号	35	宁 13199	56	郑 9023	77	盐麦 0730	98	盐麦 6032
15	郑麦 9 号	36	宁 14017	57	生选 6 号	78	宁 14058	99	扬麦 20
16	苏麦 8 号	37	南农 0686	58	扬辐麦 2049	79	宁紫麦	100	中国春
17	郑麦 10 号	38	扬麦 19	59	资 119	80	南农 15Y19	101	农麦 516
18	苏麦 3 号	39	宁麦 13 号	60	扬 12G16	81	苏麦 0558	102	扬江麦 580
19	宁 12188	40	宁麦 14 号	61	乐麦 1301	82	金丰 0515	103	宁麦 9 号
20	宁 12039	41	宁麦 18 号	62	镇 12096	83	宁 13134	104	小偃麦 12
21	宁 12136	42	苏麦 6 号	63	丰麦 216	84	扬 14-179		

### 1.3 性状测定方法

采用近红外光谱分析技术对小麦籽粒品质性状进行系统测定。在收获后约 60 d(生理后熟期完成后), 使用 Infratec TM 1241 型近红外谷粒分析仪对样品进行品质性状测定, 指标包括粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数、沉降值及淀粉质量分数等关键品质参数。为确保数据可靠性, 每个样品均设置 3 次技术重复。本试验设置 2 个处理组: CK 组(样品采自南洋试验场)和 T 组(样品采自顺泰农场), 通过对比分析 2 组样品的品质差异。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2019 和 SPSS 22.0 软件对试验数据进

行处理、描述统计分析。计算品种特异性响应值, 绝对变化值  $\Delta Q = Q_T - Q_{CK}$ ; 相对变化率 =  $\Delta Q / Q_{CK} \times 100\%$ , 式中:  $Q$  表示品质指标, 包括粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数、沉降值及淀粉质量分数。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦籽粒品质性状表型分析

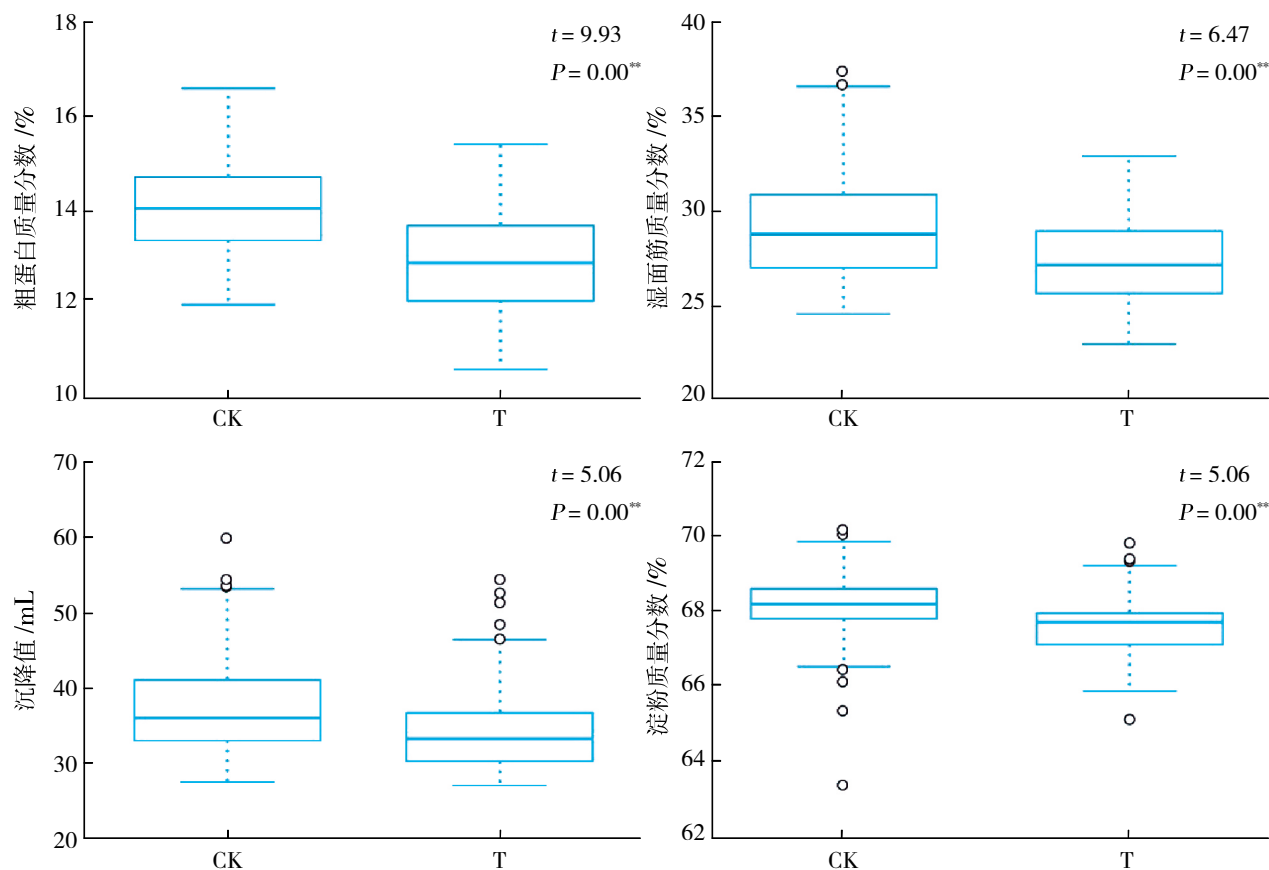
对 104 份小麦种质资源的 4 个关键籽粒品质性状进行系统的统计分析, 结果表明, 不同种植环境下的小麦品质性状存在统计学意义。由表 2 可知, CK 组粗蛋白质量分数变化范围为 11.97% ~

16.60%，均值为 14.07%；T 组粗蛋白质量分数变化范围为 10.60% ~ 15.40%，均值为 12.94%。CK 组湿面筋质量分数变化范围为 24.47% ~ 37.43%，均值为 29.03%；T 组湿面筋质量分数变化范围为 22.90% ~ 32.90%，均值为 27.30%。CK 组沉降值变化范围为 27.30 ~ 59.73 mL，均值为 37.54 mL；T 组沉降值变化范围为 26.83 ~ 54.30 mL，均值为 34.25 mL。CK 组淀粉质量分数变化范围为 63.37% ~ 70.17%，均值为 68.11%；T 组淀粉质量分数变化范围为 65.10% ~

69.80%，均值为 67.61%。从均值来看，粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数和沉降值在对照(CK)和处理(T)条件下均呈现下降趋势，其中粗蛋白质量分数从 14.07%降至 12.94%，湿面筋质量分数从 29.03%降至 27.30%，沉降值从 37.54 mL 降至 34.25 mL，淀粉质量分数变化较小，从 68.11%略微降低至 67.61% (表 2, 图 1)，表明 T 组处理可能对这些品质性状产生了抑制作用。

表 2 供试小麦籽粒品质性状遗传变异描述性统计

性状		最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 /%
粗蛋白质量分数 /%	CK	11.97	16.60	14.07	0.91	6.47
	T	10.60	15.40	12.94	1.09	8.42
湿面筋质量分数 /%	CK	24.47	37.43	29.03	2.47	8.51
	T	22.90	32.90	27.30	2.15	7.88
沉降值 /mL	CK	27.30	59.73	37.54	6.80	18.11
	T	26.83	54.30	34.25	5.40	15.77
淀粉质量分数 /%	CK	63.37	70.17	68.11	0.90	1.32
	T	65.10	69.80	67.61	0.73	1.08



\* 表示差异具统计学意义( $P < 0.05$ ), \*\* 表示差异具高度统计学意义( $P < 0.01$ );  $n = 104$

图 1 CK 组与 T 组小麦籽粒品质性状比较

从变异程度来看,沉降值的变异系数最高(CK: 18.11%;T:15.77%),表明该性状在供试小麦群体中具有较大的遗传变异性,适合进一步筛选优良基因型。湿面筋质量分数和粗蛋白质量分数的变异系数次之(湿面筋质量分数 CK:8.51%;T:7.88%;粗蛋白质量分数 CK:6.47%;T:8.42%),说明这些性状也存在一定的选择潜力。相比之下,淀粉质量分数的变异系数最低(CK:1.32%;T:1.08%),表明其遗传稳定性较高,受环境影响较小。配对 *t* 检验分析结果显示,各处理组(T)与对照组(CK)在小麦品质指标上差异均具高度统计学意义( $P < 0.01$ ,图 1)。

2.2 小麦籽粒品质性状间的相关分析

由表 3 可知,对照组(CK)和处理组(T)均表现出粗蛋白质量分数与湿面筋质量分数呈极显著正相关(CK: $r = 0.80$ ;T: $r = 0.82$ )。沉降值与粗蛋白质量分数和湿面筋质量分数也呈极显著正相关。CK 组淀粉质量分数与粗蛋白、湿面筋质量分数及沉降值均呈极显著负相关,而 T 组中这种负相关性显著减弱甚至消失。

2.3 盐碱地胁迫下不同类型小麦籽粒品质的差异

通过对 104 份小麦种质资源在盐碱胁迫下的品质性状分析,发现不同品种对胁迫的响应存在统计学意义(表 4, 仅列出降幅前 5 位的小麦资源名称)。在粗蛋白质量分数方面,宁麦资 15318、中国春、扬 12-145、扬辐麦 2049 和扬 14-88 表现出较大的降幅。湿面筋质量分数下降较显著的品种为中国春、宁 13199、扬辐麦 5145、扬 14-88 和金丰 15-6。沉降值变化较为明显的品种包括宁 13199、中国春、宁 14017、扬辐麦 5145 和润扬麦 40693。淀粉质量分数受影响较大的品种为淮麦 28、宁 13103、苏麦 628、华麦 1092 和扬 14-122。中国春在粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数和沉降值指标上均表现出较大的降幅,表明其对盐碱胁迫具有较高的敏感性。相比之下,扬 14-88 在粗蛋白质量分数和湿面筋质量分数上表现出较强的敏感性,但在淀粉质量分数变化方面未进入前五,反映出它们对盐碱地胁迫的响应可能存在特异性。

表 3 小麦籽粒品质性状间的相关分析

CK 组	粗蛋白质量分数	湿面筋质量分数	沉降值	T 组	粗蛋白质量分数	湿面筋质量分数	沉降值
粗蛋白质量分数	1			粗蛋白质量分数	1		
湿面筋质量分数	0.80**	1		湿面筋质量分数	0.82**	1	
沉降值	0.63**	0.65**	1	沉降值	0.66**	0.66**	1
淀粉质量分数	-0.39**	-0.43**	-0.54**	淀粉质量分数	-0.12	-0.12	-0.11

注:\* 表示显著相关( $P < 0.05$ ),\*\* 表示极显著相关( $P < 0.01$ )。

表 4 盐碱地胁迫下部分小麦籽粒品质性状绝对变化值

材料名称	粗蛋白质量分数 $\Delta Q/\%$	材料名称	湿面筋质量分数 $\Delta Q/\%$	材料名称	沉降值 $\Delta Q/mL$	材料名称	淀粉质量分数 $\Delta Q/\%$
宁麦资 15318	-4.13	中国春	-10.60	宁 13199	-24.37	淮麦 28	-3.33
中国春	-3.83	宁 13199	-8.17	中国春	-24.07	宁 13103	-2.60
扬 12-145	-3.20	扬辐麦 5145	-6.98	宁 14017	-19.15	苏麦 628	-2.03
扬辐麦 2049	-3.05	扬 14-88	-6.67	扬辐麦 5145	-18.32	华麦 1092	-1.92
扬 14-88	-3.05	金丰 15-6	-6.40	润扬麦 40693	-16.63	扬 14-122	-1.85

由表 5 可知,小麦籽粒品质性状的相对变化率平均值均为负值,表明盐碱地胁迫对小麦籽粒品质整体呈抑制效应。其中,粗蛋白质量分数相对变化率(-7.83%)、湿面筋质量分数相对变化率(-5.45%)、沉降值相对变化率(-7.18%)的平均降幅较大,而淀粉质量分数相对变化率平均降幅最小(-0.70%),表明淀粉

质量分数对盐碱胁迫的耐受性相对更强,粗蛋白质量分数与沉降值则更敏感。在数值变异范围上,不同性状差异明显。沉降值波动区间最宽,差值达 97.27%,说明其种质间响应差异极显著,湿面筋质量分数与粗蛋白质量分数波动范围相近且均有正向变化,淀粉质量分数波动最小,进一步印证其稳定性。

表5 盐碱地胁迫下小麦籽粒品质性状相对变化率

品种性状	最小值	最大值	平均值	标准差
粗蛋白质量分数相对变化率 /%	-28.05	17.55	-7.83	8.13
湿面筋质量分数相对变化率 /%	-28.32	26.54	-5.45	8.88
沉降值相对变化率 /%	-45.49	51.78	-7.18	15.51
淀粉质量分数相对变化率 /%	-4.87	4.94	-0.70	1.46

### 3 讨论与结论

本研究以 104 份具有遗传多样性的小麦种质资源为试验材料,于江苏盐城南洋试验场和顺泰农场盐碱地环境中设置对照组与处理组两种处理,通过测定并分析小麦籽粒粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数、沉降值及淀粉质量分数等核心品质性状的变化规律,揭示盐碱胁迫对小麦品质的影响。结果发现处理组中粗蛋白质量分数、湿面筋质量分数及沉降值显著降低,表明盐碱胁迫可能通过抑制小麦氮代谢过程(如蛋白质合成)或改变籽粒灌浆期的物质积累效率,导致蛋白质类物质合成减少<sup>[14]</sup>。湿面筋作为小麦加工品质的核心指标,其质量分数下降与粗蛋白质量分数的降低趋势一致,且两者的强相关性印证了蛋白质质量分数是影响面筋形成的关键因素。沉降值的降低则暗示盐碱胁迫可能导致面筋强度减弱,进一步影响小麦的烘焙品质。淀粉质量分数在盐碱胁迫下虽有显著差异,但下降幅度较小,说明其合成过程受盐碱胁迫的影响相对较弱,这可能与小麦在逆境中优先维持碳水化合物基本代谢稳态有关<sup>[15]</sup>。此外,淀粉质量分数的变异系数在 4 个性状中最低,表明该性状在不同基因型之间具有较高的遗传稳定性,可作为盐碱地小麦品质改良中一个稳定的参考指标。

相关性分析结果进一步揭示了盐碱胁迫对小麦碳氮代谢平衡的调控作用。对照组中淀粉质量分数与粗蛋白质量分数、湿面筋及沉降值呈极显著负相关,反映了小麦籽粒中碳-氮代谢的权衡关系;而处理组中该负相关性的减弱或消失,可能是盐碱胁迫打破了原有的代谢平衡,导致碳、氮物质分配机制发生改变。这一发现为解析逆境下小麦品质性状的协同调控机制提供了新思路。沉降值在 2 组中均表现出最高的变异系数,且在盐碱地胁迫下的相对变化率波动最大,说明该性状在供试群体中存在丰富的遗传变异,是筛选盐碱胁迫下优质基因型的

理想指标。相比之下,粗蛋白质量分数和湿面筋质量分数的变异程度适中且变化相对稳定,提示其在育种中可作为中高优先级的选择目标。

综上所述,本研究供试的 104 份小麦种质材料在盐城地区(对照与盐胁迫环境)中品质性状类型丰富,具备开展小麦耐盐碱品质遗传改良的材料基础,但盐碱胁迫环境会显著影响品质性状的表达。本研究明确了盐碱胁迫对小麦品质性状的抑制效应及不同性状的响应差异,为盐碱地小麦品种的定向改良提供了具体参考。后续研究可结合分子标记技术与组学分析,深入解析上述品质性状的调控网络与生理机制,并通过多点田间验证筛选耐盐碱且品质优良的小麦核心种质;同时,鉴于本研究仅涉及 104 份材料,未来可进一步扩大样本量,并结合多生态区试验,以提升研究结果的可靠性与普适性。

### 参考文献:

- [1] 王子琳,关裴奕,黄翠,等. 小麦锰锌吸收累积对锌肥的响应[J/OL]. 作物学报,2025:1-9[2025-07-25][2025-08-12]. <https://link.cnki.net/urlid/11.1809.s.20250725.1459.002>.
- [2] 薛远赛,刘义国,林琪,等. 不同肥料对盐碱地小麦花后旗叶生理特性及产量的影响[J]. 湖北农业科学,2016,55(13): 3280-3284.
- [3] 宋大利,喻闻,丁文成,等. 我国沿海滩涂利用高质量发展战略研究[J/OL]. 植物营养与肥料学报,2025:1-10[2025-06-18] [2025-08-12]. <https://link.cnki.net/urlid/11.3996.s.20250616.1553.002>.
- [4] 刘铎,王拯,李平,等. 小麦对盐碱胁迫响应及耐盐碱调控技术研究进展[J]. 江苏农业学报,2024,40(10):1970-1975.
- [5] 蔡文良,宋孝红,魏杰,等. 氮肥减量后移对小麦籽粒产量及品质的影响[J]. 麦类作物学报,2025,45(7):942-951.
- [6] 肖宇,徐婧,牛翠云,等. 缓释氮和速效氮配施对旱地小麦光合特性、产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2025, 53(6):111-118.
- [7] 倪芊芊,陈翔,许辉,等. 温度胁迫对小麦籽粒品质影响

- 研究进展[J]. 江汉大学学报(自然科学版),2022,50(5):56-62.
- [8] 李琦,王佳宇,吴强,等. 限水灌溉对河套灌区小麦籽粒品质的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2022,43(6):28-33.
- [9] 关秀玲,申健. 植物响应盐碱胁迫的生理和分子机制研究进展[J]. 江苏农业科学,2024,52(21):10-16.
- [10] 何江峰,刘红葵,陆振翔,等. 盐胁迫对小黑麦淀粉合成相关基因表达及淀粉含量的影响[J]. 畜牧与饲料科学,2013,34(12):9-14,17.
- [11] 孔欣欣,韩雪,杨丹丹,等. 103份小麦高代品系品质性状的综合分析[J]. 中国种业,2025(4):99-106.
- [12] 范祥云,何漪,余桂红,等. 3个小麦品种品质分类指标性状的全基因组关联分析[J]. 江苏农业科学,2025,53(3):49-54.
- [13] 李春艳,张润琪,付凯勇,等. 小麦淀粉合成关键酶基因和相关蛋白表达对不同施磷量的响应[J]. 麦类作物学报,2018,38(4):401-409.
- [14] 周影. 盐胁迫对小麦籽粒产量和品质形成的影响[D]. 扬州:扬州大学,2007:8-9.
- [15] 汪强,沈会权,徐肖,等. 小麦种质资源性状分析及遗传多样性评价[J]. 大麦与谷类科学,2024,41(3):8-13,18.

## Effects of Saline-alkali Stress on Wheat Grain Quality in Jiangsu Wheat-producing Region

WANG Qiang<sup>1</sup>, JIANG Hua<sup>2</sup>, YANG Hongyan<sup>1</sup>, SHEN Huiquan<sup>1</sup>, XU Xiao<sup>1</sup>, ZHANG Yinghu<sup>1</sup>, CHENG Yifan<sup>1</sup>, LIANG Zhihao<sup>1</sup>, XUE Song<sup>1</sup>, GUO Aikui<sup>1</sup>, YU Wenqing<sup>1</sup>, LI Yuxing<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Coastal Area Institute of Agricultural Sciences, Yancheng 224000, China; 2. Institute of Germplasm Resources and Biotechnology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

**Abstract:** To investigate the impact of saline-alkali stress on wheat grain quality, this study employed 104 genetically diverse wheat germplasm accessions as experimental materials. Comparative experiments were conducted at Nanyang Experimental Field (control) and Shuntai Farm (saline-alkali stress) in Yancheng City, Jiangsu Province. The core quality traits variations of wheat grains including crude protein content were measured. The results showed that saline-alkali stress significantly reduced crude protein content, wet gluten content, and sedimentation value, whereas starch content was less affected. The sedimentation value exhibited the highest genetic variability (control:18.11%, treatment:15.77%), while starch content showed the lowest coefficient of variation (control:1.32%, treatment:1.08%), indicating strong stability. Correlation analysis revealed that crude protein and wet gluten content maintained a highly significant positive correlation ( $r \geq 0.80$ ) both under control and stress conditions, whereas the negative correlation between starch and protein-related traits weakened under stress. Significant varietal differences in stress responses were observed. Zhongguochun displayed high sensitivity across multiple quality traits, while Yang 14-88 exhibited specific responses in crude protein, wet gluten and starch. Sensitive varieties such as Ningmaizi 15318 and Huaimai 28 were identified, providing a theoretical basis for breeding saline-alkali-tolerant and high-quality wheat.

**Key Words:** Wheat; Saline-alkali stress; Quality traits; Genetic variation; Correlation analysis

### 本刊常用计量单位符号简介

为执行国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定,根据中华人民共和国“量和单位”系列国家标准(GB3100—1993、GB/T3101—1993和GB/T3102.1~3102.13—1993),现将本刊常用的计量单位符号介绍如下,希广大作者遵照执行。

时间:日(天)—d;表格中(月/日)应用(月-日),如2/30应用02-30;时—h;分—min;秒—s。质量:吨—t;公斤(千克)—kg;克—g;毫克—mg;微克— $\mu\text{g}$ ;纳克—ng。体积:升—L;毫升—mL;微升— $\mu\text{L}$ 。浓度:通常指物质的量浓度,克分子浓度(M)废用,改为mol/L;当量浓度(N)废用,换算成相应的mol/L;质量浓度单位为kg/L;质量摩尔浓度单位为mol/kg;ppm换算为相应的mg/kg(质量分数)、 $\mu\text{L/L}$ (体积分数)、 $\mu\text{mol/mol}$ (摩尔分数)等。面积:亩—667 m<sup>2</sup>,万亩换算为万hm<sup>2</sup>等。