

不同冬小麦品种萌发期抗旱性鉴定与评价

邢雅玲, 李 晶, 贺永斌, 周东亮
(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 探索不同冬小麦品种萌发期的抗旱性, 为冬小麦培育耐旱新品种提供理论依据。采用 PEG-6000 模拟干旱胁迫, 测定 10 个冬小麦品种在干旱胁迫下的发芽势、发芽率、胚芽长、胚根长、胚芽鞘长、根冠比、胚根数等指标。结果表明, 随着 PEG-6000 浓度的升高, 不同冬小麦品种萌发期的发芽势、发芽率、芽长、胚根数整体表现为下降趋势, 胚芽鞘长、主胚根长呈先升高后降低的趋势, 根冠比整体呈上升趋势。综合分析认为, 陇中 3 号、陇中 4 号、陇中 5 号、陇中 6 号、陇中 8 号、陇中 10 号、长 6878 的抗旱性较好, 适宜在陇中干旱半干旱区及相似生态类型区域推广种植。

关键词: 冬小麦; 萌发期; 抗旱性; PEG-6000; 干旱胁迫

中图分类号: S512.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)04-0337-06

[doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.04.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.2097-2172.2025.04.009)

Evaluation of Drought Resistance in Winter Wheat Varieties at Germination Stage

XING Yaling, LI Jing, HE Yongbin, ZHOU Dongliang
(Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: In order to explore the drought resistance of different winter wheat varieties at germination stage so as to provide a theoretical basis for the breeding of drought-resistant winter wheat, PEG-6000 was used to simulate drought stress, and the germination potential, germination rate, bud length, radicle length, coleoptile length, root-shoot ratio and main radicle number of different wheat varieties under drought stress were measured. Results showed that with the increase of PEG-6000 concentration, the germination potential, germination rate, bud length and radicle number of winter wheat at germination stage were decreased, the coleoptile length and main radicle length were increased first and then decreased, and the root-shoot ratio was increased. In conclusion, Longzhong 3, Longzhong 4, Longzhong 5, Longzhong 6, Longzhong 8, Longzhong 10 and Chang 6878 had good drought resistance, and were suitable for planting in arid and semi-arid areas of Longzhong and similar ecological types.

Key words: Winter wheat; Germination stage; Drought resistance; PEG-6000; Drought stress

小麦是我国主要粮食作物之一, 在农业生产和粮食安全保障中起着十分重要的作用^[1]。甘肃中部地处干旱半干旱区, 干旱少雨是制约该区域小麦等作物高产稳产的主要因素之一^[2-3]。因此, 探索小麦对干旱胁迫的适应性, 鉴定、筛选和培育抗旱小麦品种, 是解决该区域农业资源用水短缺, 提高小麦产量和品质的重要方法^[4]。种子的萌发期是小麦生长发育的起始阶段, 也是评价小麦抗旱性强弱的关键时期, 在土壤墒情不足且降水稀缺的情况下, 种子的萌发与出苗直接影响最

终产量的形成。因此, 研究水分对小麦种子萌发的影响, 对于分析小麦耐旱机制和筛选抗旱品种具有现实指导意义^[5]。

小麦抗旱性是由多个基因控制, 并通过综合农艺性状和生理生化指标体现出来的一个复杂的生物学性状。目前, 通过全基因组关联分析已经鉴定出 *TaDTG6-B*、*TaNA C071-A*、*TaENDO23* 等基因与小麦的耐旱性密切相关^[6-8]。聚乙二醇 (PEG-6000) 是目前普遍应用的一种渗透调节剂, 其分子量大, 作为高渗溶液时不会进入小麦细胞造

收稿日期: 2024-12-06; 修订日期: 2025-03-24

基金项目: 定西市科技计划资助项目 (DX2023BZ48、DX2024AZ12); 甘肃省科技厅重点研发计划-国际合作领域 (24YFWJ001)。

作者简介: 邢雅玲 (1983—), 女, 甘肃通渭人, 高级农艺师, 主要从事冬小麦新品种选育工作。Email: 1138939784@qq.com。

通信作者: 李 晶 (1988—), 女, 甘肃金昌人, 副研究员, 主要从事冬小麦新品种选育工作。Email: lijing_101@126.com。

成伤害，利用聚乙二醇溶液模拟干旱，常用于小麦种子萌发抗旱性鉴定^[9-10]。发芽率、发芽势、发芽指数、胚根数、主胚根长和胚芽鞘长等均可作为小麦萌发期抗旱性鉴定的参考指标^[11]。为有效鉴定冬小麦新品种的抗旱性和适种生态类型，我们选用 10 个冬小麦品种进行 PEG-6000 干旱胁迫，通过测定抗旱鉴定参考指标，综合分析和评价冬小麦萌发期抗旱性，从而为冬小麦抗旱遗传改良、培育耐旱节水高产新品种提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试冬小麦品种为陇中 1 号、陇中 2 号、陇中 3 号、陇中 4 号、陇中 5 号、陇中 6 号、陇中 7 号、陇中 8 号、陇中 10 号和长 6878，均由定西市农业科学研究院种质资源库提供。

1.2 试验设计

试验于 2024 年 9 月在定西市农业科学研究院综合实验室进行。利用 PEG-6000 模拟干旱，试验共设 6 个 PEG-6000 浓度处理，PEG-6000 体积分数分别为 0% (CK)、5% (T1)、10% (T2)、15% (T3)、20% (T4)、25% (T5) 处理，重复 3 次。每品种选取大小均匀且饱满的冬小麦籽粒 50 粒，使用 5% NaClO 消毒 10 min 后，蒸馏水冲洗 5 遍，然后在蒸馏水中吸涨 24 h，置于铺有灭菌滤纸的发芽盒 (8 cm × 8 cm × 5 cm) 内，每天按试验设计加入 10 mL 不同体积分数的 PEG-6000 溶液，在 25 ℃ 恒温光照培养箱中培养，光照周期为 12 h 光照 / 12 h 黑暗，光照强度 800 lx，相对湿度 50%。

1.3 测定指标与方法

参照《国家种子检验规程》，以胚根长 ≥ 种子长作为发芽标准，种子萌发第 3 d 测定发芽势，第 7 d 测定发芽率^[12]，随后每处理随机挑选 5 株幼苗，用数显游标卡尺测量胚芽长、主胚根长、胚芽鞘长，统计胚根数。选取 3 株幼苗，用蒸馏水冲洗掉附着在根系和种子上的 PEG-6000 溶液，吸水纸吸干后按根、种子、芽分开，称取芽鲜重、根鲜重，计算根冠比。

发芽势 = 培养至第 3 d 的正常发芽种子粒数 / 供试种子粒数 × 100%

发芽率 = 培养至第 7 d 的正常发芽种子粒数 / 供试种子粒数 × 100%

根冠比 = 根鲜重 / 芽鲜重

1.4 数据分析

采用 Excel 2019 软件进行数据整理与统计，使用 SPSS 19.0 软件进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 PEG-6000 胁迫对冬小麦发芽势的影响

25%PEG-6000 浓度(T5)胁迫下，10 个冬小麦品种第 3 d 均未正常发芽，因此对该浓度不作讨论。由表 1 可以看出，除陇中 10 号外，其余品种的发 芽势均随胁迫浓度的增加呈降低趋势。T1 处理下，发芽势以陇中 4 号最高，为 62.00%；陇中 7 号最低，为 43.33%；陇中 10 号较低，为 46.00%，均高于 CK，表明低浓度 PEG-6000 溶液对陇中 10 号的发芽势具有一定的促进作用。T2 处理下，发芽势以陇中 4 号最高，为 52.67%，较 CK 降低 12.66 个百分点，与陇中 3 号、陇中 8 号、陇

表 1 PEG-6000 处理下冬小麦发芽势 %

品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中1号	54.67 d	52.67 abc	44.00 bc	32.67 abc	15.33 abc
陇中2号	64.67 ab	53.33 abc	40.00 bcde	26.67 bcde	15.33 abc
陇中3号	69.33 a	60.67 a	50.00 ab	36.67 ab	22.00 ab
陇中4号	65.33 ab	62.00 a	52.67 a	42.67 a	22.67 ab
陇中5号	62.00 b	45.33 c	36.67 cde	26.00 cde	19.33 abc
陇中6号	56.00 cd	47.33 bc	41.33 abcd	31.33 bc	18.67 abc
陇中7号	44.00 e	43.33 c	28.67 e	18.67 e	14.00 bc
陇中8号	59.33 bcd	56.00 ab	50.00 ab	36.67 ab	24.67 a
陇中10号	43.33 e	46.00 c	30.00 de	20.00 de	12.00 c
长6878	61.33 bc	46.67 bc	34.67 cde	30.00 bcd	22.67 ab

中 6 号差异性不显著, 与其余品种差异显著。T3 处理下, 发芽势以陇中 4 号最高, 为 42.67%, 较 CK 降低 22.66 个百分点; 陇中 7 号最低, 为 18.67%。T4 处理下, 发芽势以陇中 8 号最高, 为 24.67%; 陇中 10 号最低, 为 12.00%。总体来说, 在干旱胁迫下陇中 4 号、陇中 8 号、陇中 3 号的发芽势较高。

2.2 PEG-6000 胁迫对冬小麦发芽率的影响

由表 2 可以看出, 参试冬小麦品种的发芽率均随 PEG-6000 浓度的升高呈下降趋势。CK 处理下, 各品种间发芽率差异不显著。T1 处理下, 发芽率以陇中 3 号最高, 为 88.67%, 较 CK 降低最小, 为 4.00 个百分点; 陇中 8 号较高, 为 86.67%; 陇中 7 号最低, 为 74.67%。T2 处理下, 陇中 2 号和陇中 3 号发芽率最高, 均为 76.67%; 陇中 7 号最低, 为 53.33%。T3 处理下, 发芽率以陇中 3 号最高, 为 55.33%; 陇中 4 号、陇中 8 号较高, 分别为 48.00%、47.33%。T4 处理下, 发芽率以陇中 4 号和长 6878 最高, 均为 41.33%; 陇中 10 号最低, 为 16.67%。整体来看, 在干旱胁迫下陇中 3 号、陇中 8 号、陇中 4 号的发芽率较高。

品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中 1 号	86.67 a	80.67 bc	60.00 cde	46.00 ab	26.67 bcd
陇中 2 号	92.67 a	81.33 abc	76.67 a	46.67 ab	25.33 cd
陇中 3 号	92.67 a	88.67 a	76.67 a	55.33 a	38.00 abc
陇中 4 号	90.00 a	82.00 ac	61.33 cd	48.00 ab	41.33 a
陇中 5 号	89.33 a	75.33 c	70.67 ab	45.33 abc	33.33 abc
陇中 6 号	90.67 a	78.67 c	70.67 ab	43.33 bcd	38.67 ab
陇中 7 号	90.00 a	74.67 c	53.33 e	34.67 cd	19.33 d
陇中 8 号	90.67 a	86.67 ab	64.67 bc	47.33 ab	28.00 bcd
陇中 10 号	86.67 a	76.00 c	54.67 de	33.33 d	16.67 d
长 6878	90.67 a	77.33 c	62.00 cd	46.00 ab	41.33 a

2.3 PEG-6000 胁迫对冬小麦胚芽长的影响

由表 3 可以看出, 不同浓度 PEG-6000 胁迫下参试冬小麦品种间的胚芽长度差异明显, 除陇中 2 号外, 均随 PEG-6000 浓度的升高呈下降趋势。T1 处理下, 各小麦品种的胚芽长度较 CK 下降趋势不明显, 其中陇中 3 号最长, 为 8.48 cm, 显著高于其他品种; 陇中 7 号最短, 为 5.51 cm。T2 处

品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中 1 号	7.21 ab	7.06 b	3.29 ce	1.97 ce	0.48 d
陇中 2 号	6.22 b	6.29 bc	5.22 a	3.81 a	0.55 cd
陇中 3 号	8.66 a	8.48 a	4.61 ab	3.81 a	0.59 cd
陇中 4 号	6.20 b	5.96 bc	3.83 bce	2.28 bc	0.43 d
陇中 5 号	7.58 ab	5.91 bc	4.14 abc	2.80 b	1.08 a
陇中 6 号	7.31 ab	6.18 bc	4.62 ab	1.53 ef	0.75 bc
陇中 7 号	6.33 b	5.51 c	3.86 bce	1.22 f	0.54 cd
陇中 8 号	7.30 ab	6.87 b	1.86 f	1.43 ef	0.85 b
陇中 10 号	8.27 a	6.61 bc	4.91 ab	2.22 bc	0.52 cd
长 6878	7.42 ab	6.50 bc	2.84 ef	1.45 ef	0.58 cd

理下, 陇中 2 号胚芽长最长, 为 5.22 cm, 且较 CK 缩短最少, 仅下降了 16.08%; 陇中 10 号较长, 为 4.91 cm; 陇中 8 号最短, 为 1.86 cm。T3 处理下, 胚芽长较对照呈大幅下降, 其中以陇中 2 号、陇中 3 号最长, 均为 3.81 cm; 陇中 7 号最短, 为 1.22 cm, 且较 CK 缩短最明显, 缩短了 80.73%。T4 处理下, 胚芽长以陇中 5 号最长, 为 1.08 cm, 显著高于其他处理; 陇中 4 号最短, 为 0.43 cm。整体来看, 陇中 2 号、陇中 3 号、陇中 5 号、陇中 8 号、陇中 10 号胚芽长较长。

2.4 PEG-6000 胁迫对冬小麦主胚根长的影响

由表 4 可以看出, 除陇中 5 号外, 不同冬小麦品种主胚根长均随 PEG-6000 浓度的升高呈先升高后降低的趋势, 同一浓度 PEG-6000 处理下不同冬小麦品种的主胚根长度存在明显差异($P<0.05$)。T1 处理下, 除陇中 5 号外, 其余品种的胚根长度较 CK 均呈不同程度的增加, 表明轻度干旱能够刺

品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中 1 号	3.50 de	4.97 d	5.33 bc	3.48 cd	1.27 b
陇中 2 号	5.22 bc	5.86 cd	4.27 cd	4.18 bc	1.46 b
陇中 3 号	6.37 ab	8.58 a	5.13 bc	4.82 b	3.02 a
陇中 4 号	2.46 e	4.67 d	4.27 cd	3.06 d	1.34 b
陇中 5 号	6.46 ab	4.84 d	5.58 b	4.46 b	2.58 a
陇中 6 号	3.74 d	4.86 d	5.74 ab	3.10 d	1.42 b
陇中 7 号	4.30 cd	6.50 bc	4.27 cd	2.62 de	1.74 b
陇中 8 号	4.06 cd	7.61 ab	3.87 d	2.04 e	1.76 b
陇中 10 号	7.46 a	7.54 ab	6.88 a	5.18 a	1.72 b
长 6878	5.23 bc	7.24 b	5.88 ab	3.47 cd	2.62 a

激胚根的生长,其中陇中3号最长,为8.58 cm;陇中8号、陇中10号较长,分别为7.61、7.54 cm。T2处理下,主胚根长以陇中10号最长,为6.88 cm,与陇中6号和长6878差异不显著,与其余品种差异显著。在T3处理下,参试冬小麦品种胚根长均明显缩短,其中陇中10号最长,为5.18 cm,显著高于其他品种。T4处理下,各冬小麦品种胚根长均大幅下降,其中陇中3号最长,为3.02 cm;陇中5号、长6878较长,分别为2.58、2.62 cm,均与陇中3号差异不显著,与其余品种差异显著。整体来看,陇中3号、陇中5号、陇中10号的主胚根长较长。

2.5 PEG-6000 胁迫对冬小麦胚芽鞘长的影响

由表5可以看出,不同PEG-6000浓度对冬小麦品种胚芽鞘长影响不同,除陇中2号、陇中5号、陇中8号和陇中10号外,其余品种均呈先增加后降低的趋势。T1处理下,陇中5号、陇中8号、陇中10号胚芽鞘长较CK降低,其余品种均大于CK,其中陇中7号最长,为4.12 cm;陇中8号、陇中6号较长,分别为3.80、3.62 cm。T2处理下,冬小麦胚芽鞘长整体呈小幅下降,其中陇中7号最长,为3.86 cm;陇中6号、陇中10号较长,分别为3.69、3.36 cm。T3、T4处理下,冬小麦胚芽鞘长整体呈大幅下降,其中T4处理下,冬小麦品种胚芽鞘长较CK降低了73.77%~86.17%。这表明低浓度PEG-6000干旱胁迫对冬小麦胚芽鞘生长有一定促进作用,随着PEG-6000浓度的升高逐渐转变为抑制作用。

表 5 PEG-6000 处理下冬小麦胚芽鞘长 cm					
品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中1号	3.11 cd	3.21 abc	3.29 ab	1.97 cd	0.75 ab
陇中2号	2.40 f	2.72 cd	2.59 bc	3.81 a	0.54 b
陇中3号	3.24 bcd	3.55 abc	3.35 ab	2.52 bc	0.85 a
陇中4号	2.50 ef	2.67 cd	2.27 cd	1.51 de	0.52 b
陇中5号	3.47 abc	2.16 d	3.34 ab	2.11 c	0.58 b
陇中6号	3.06 cde	3.62 abc	3.69 a	1.53 de	0.74 ab
陇中7号	2.73 def	4.12 a	3.86 a	1.22 e	0.54 b
陇中8号	4.03 a	3.80 ab	1.69 d	1.43 de	0.85 a
陇中10号	3.76 ab	3.47 abc	3.36 ab	2.22 c	0.52 b
长6878	2.86 def	2.98 bcd	2.84 bc	2.84 b	0.58 b

2.6 PEG-6000 胁迫对冬小麦根冠比的影响

从表6可以看出,不同冬小麦品种

的增加幅度不同。T1处理下,参试冬小麦品种根冠比均呈小幅增加,其中陇中8号根冠比最大,为0.39;陇中4号、陇中6号较大,均为0.32。T2处理下,参试冬小麦品种根冠比呈大幅增加,其中陇中8号最大,为0.79;陇中4号、长6878较大,分别为0.73、0.61。T3处理下,根冠比以陇中6号最大,为1.28;长6878、陇中7号较大,分别为1.20、0.98。T4处理下,根冠比以陇中10号最大,为1.99;陇中7号、陇中6号较大,分别为1.52、1.49。表明PEG-6000干旱胁迫对不同冬小麦品种根冠比的影响不同,干旱胁迫使根部所占比例增加。整体来看,干旱胁迫下陇中4号、陇中6号、陇中8号、陇中10号、长6878的根冠比较大。

表 6 PEG-6000 处理下冬小麦根冠比					
品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中1号	0.27 abc	0.30 abc	0.39 de	0.58 cd	0.61 d
陇中2号	0.24 bc	0.27 bc	0.34 e	0.46 d	1.36 abc
陇中3号	0.23 bc	0.28 bc	0.45 cde	0.45 d	1.11 bcd
陇中4号	0.27 abc	0.32 ab	0.73 ab	0.66 cd	0.71 cd
陇中5号	0.28 ab	0.22 c	0.38 e	0.50 d	0.541 d
陇中6号	0.27 abc	0.32 ab	0.60 abcd	1.28 a	1.49 ab
陇中7号	0.20 c	0.25 bc	0.36 e	0.98 abc	1.52 ab
陇中8号	0.34 a	0.39 ab	0.79 a	0.86 bcd	0.77 cd
陇中10号	0.21 bc	0.23 c	0.53 bcde	0.53 d	1.99 a
长6878	0.27 abc	0.31 abc	0.61 abc	1.20 ab	1.38 ab

2.7 PEG-6000 胁迫对冬小麦胚根数的影响

由表7可以看出,CK处理下,胚根数以陇中4号最多,为5.71条,显著高于陇中1号、陇中2号、陇中7号和陇中10号;陇中2号胚根数最

表 7 PEG-6000 处理下冬小麦胚根数 条					
品种	处理				
	CK	T1	T2	T3	T4
陇中1号	4.61 bed	3.11 e	2.84 bc	2.56 bc	2.55 ab
陇中2号	3.70 d	3.29 de	3.25 bc	2.51 c	1.95 b
陇中3号	4.86 abc	5.51 a	3.68 ab	3.55 a	3.10 a
陇中4号	5.71 a	4.43 bc	2.52 c	3.22 abc	2.64 ab
陇中5号	4.88 abc	4.86 ab	4.38 a	3.42 ab	2.94 a
陇中6号	5.09 ab	4.16 bcd	3.79 ab	3.00 abc	2.82 a
陇中7号	3.91 cd	2.93 e	3.73 ab	3.00 abc	2.88 a
陇中8号	5.17 ab	4.86 ab	2.92 bc	3.14 abc	2.90 a
陇中10号	3.99 cd	3.57 cde	3.04 bc	3.44 ab	2.53 ab
长6878	4.82 abc	3.53 cde	2.95 bc	3.20 abc	3.08 a

少, 为 3.70 条。T1 处理下, 胚根数以陇中 3 号最多, 为 5.51 条, 较 CK 增加 13.37%, 其余品种都较 CK 略有减少, 说明轻度干旱有利于陇中 3 号主胚根的生长。T2 处理下, 胚根数以陇中 5 号最多, 为 4.38 条, 较 CK 降低 10.24%; 陇中 4 号最少, 为 2.52 条, 较 CK 减少 55.87%。T3 处理下, 胚根数以陇中 3 号最多, 为 3.55 条; 陇中 4 号、陇中 8 号、陇中 10 号和长 6878 的胚根数略有增加, 分别较 T2 处理增加了 27.78%、7.53%、13.16%、8.47%。T4 处理下, 胚根数以陇中 3 号最多, 为 3.10 条; 长 6878 较多, 为 3.08 条; 陇中 2 号最少, 为 1.95 条。整体来看, PEG-6000 胁迫下, 陇中 3 号、陇中 5 号的胚根数较多。

3 讨论与结论

干旱是农业生产中广泛存在的自然灾害之一, 随着全球气候变暖的加剧, 干旱频发已成为农业生产中的重要逆境^[13], 因此, 充分挖掘作物自身水分的高效利用将是旱作区节水农业发展的核心。种子萌发期进行抗旱性鉴定具有较强的操作性和重复性, 相对发芽率、贮藏物质转运率、胚芽鞘长、初生根数等可作为鉴定小麦萌发期抗旱性的指标^[14]。发芽势是衡量种子发芽速度和整齐度的指标之一, 其大小能够反映种子生活力的强弱, 种子活力的高低, 除受环境因素影响外, 种子自身的遗传特性也决定了其潜在的发芽能力。种子发芽率是衡量种子质量的重要指标, 其直接影响农作物的出苗质量, 进而影响作物产量的形成。马玉慧等^[15]通过利用 20%PEG-6000 模拟干旱条件的研究发现, 不同春小麦品种的发芽势、发芽率等指标均受到不同程度的抑制。孙宪印等^[16]研究发现, 15%PEG-6000 干旱胁迫下, 不同小麦品种种子的发芽率、苗高与其苗期抗旱性显著相关。本研究发现, 25%PEG-6000 溶液对小麦种子的萌发具有严重的抑制作用, 参试品种均未正常发芽, 表明高浓度 PEG-6000 干旱胁迫抑制了种子的发芽数量和发芽速度, 这与王一钊等^[17]的研究结果一致。另外, 随着 PEG-6000 溶液胁迫浓度的增加, 参试冬小麦品种的发芽势、发芽率整体表现为降低趋势, 总体来说, 陇中 4 号、陇中 8 号、陇中 3 号的发芽势、发芽率较高。

小麦种子的萌发是一个复杂的过程, 需从生

理、生化、形态等多个方面综合评价其抗旱能力。胚芽长、胚芽鞘长、主胚根长以及干物质量等指标与小麦品种抗旱性呈正相关^[15, 18]。本研究发现, 随着 PEG-6000 浓度的升高, 胚芽长整体呈下降趋势, 胚芽鞘长、主胚根长均呈先升高后降低的趋势, 5%和 10%PEG-6000 溶液胁迫下, 部分参试品种的胚芽鞘长、主胚根长均呈不同程度增加, 表明低浓度 PEG-6000 胁迫有利于促进胚芽鞘和根的生长, 与前人的研究结果一致^[19-20]。参试冬小麦品种中, 陇中 3 号、陇中 5 号、陇中 6 号、陇中 8 号、陇中 10 号的胚芽长、主胚根长、胚芽鞘长较长, 说明其抗旱性较强。

根冠比是植物地下部分与地上部分的鲜质量或干质量的比值, 其大小反映了植物地下部分与地上部分的相关性^[21]。孙存华等^[22]研究发现, 适度的干旱胁迫能增加小麦根冠比, 且短期内根冠比随干旱胁迫程度的增大而增大, 与本研究结果一致。本研究发现, 不同冬小麦品种根冠比均随 PEG-6000 浓度的升高整体呈升高趋势, 而胚根数呈下降趋势, 且各品种间变化幅度不同。其中, PEG-6000 胁迫下, 陇中 4 号、陇中 6 号、陇中 8 号、陇中 10 号、长 6878 的根冠比较高, 根系发育较好, 可以吸收更多的水分, 抗旱性更好。

小麦在生长的全生育期内都会受到干旱的危害, 其中, 萌发期和苗期是小麦生长的关键阶段, 其出苗数量与质量直接影响小麦最终产量的形成。综合本试验结果, 陇中 3 号、陇中 4 号、陇中 5 号、陇中 6 号、陇中 8 号、陇中 10 号、长 6878 的抗旱性较好, 适宜在陇中干旱半干旱区及相似生态类型区域推广种植。但是, 小麦抗旱性鉴定在不同生长时期参考指标不同, 因此, 萌发期指标不能全面衡量小麦品种的抗旱性, 在以后的研究中需结合实际生产, 综合多种指标, 全面、系统地进一步评价各冬小麦品种的抗旱性。

参考文献:

- [1] 刘录祥. 我国小麦产业科技创新发展现状与展望[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(6): 491-494.
- [2] 邢雅玲, 李 晶, 李鹏程, 等. 冬小麦新品种陇中 5 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2018(8): 1-4.
- [3] 侯云鹏, 张 明, 文殷花, 等. 干旱缺水对陇中旱作

- 区饲草型小黑麦产量及营养品质的影响[J]. 寒旱农业科学, 2025, 4(1): 34–38.
- [4] 毛虎德, 杜琳颖, 康振生. 导读: 小麦抗旱性鉴定及基因资源挖掘[J]. 中国农业科学, 2024, 57(9): 1629–1632.
- [5] 李静静, 任永哲, 白露. PEG-6000 模拟干旱胁迫下不同基因型小麦品种萌发期抗旱性的综合鉴定[J]. 河南农业大学学报, 2020, 54(3): 368–377.
- [6] MEI F, CHEN B, DU L, et al. A gain-of-function allele of a DREB transcription factor gene ameliorates drought tolerance in wheat[J]. Plant Cell, 2022, 34(11): 4472–4494.
- [7] MAO H, LI S, CHEN B, et al. Variation in cis-regulation of a NAC transcription factor contributes to drought tolerance in wheat[J]. Molecular Plant, 2022, 15(2): 276–292.
- [8] CHEN T, ZHANG L, ZHANG Y, et al. Genome-wide identification of the endonuclease family genes implicates potential roles of *TaENDO23* in drought-stressed response and grain development in wheat[J]. BMC Genomics, 2024, 25(1): 919.
- [9] 李丹, 石浏芃. PEG-6000 模拟干旱胁迫对紫苏种子萌发的影响[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(2): 167–170.
- [10] 吴秀宁, 敬樊, 张军. PEG-6000 模拟干旱胁迫对黑小麦种子萌发特性的影响[J]. 作物研究, 2022, 36(4): 307–312.
- [11] 郑立龙, 李兴茂. 10 个冬小麦品种萌发期抗旱性评价[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(2): 70–75.
- [12] 黄明, 付鑫鑫, 张振旺, 等. 种子大小对旱地小麦种子萌发、幼苗特性和抗旱性的影响[J/OL]. 作物杂志, 1–9(2025–03–18). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1808.S.20250110.1638.033.html>.
- [13] 赵燕昊, 曹跃芬, 孙威怡, 等. 小麦抗旱研究进展[J]. 植物生理学报, 2016, 52(12): 1795–1803.
- [14] 杨子光, 张灿军, 冀天会, 等. 小麦抗旱性鉴定方法及评价指标研究Ⅳ萌发期抗旱指标的比较研究[J]. 中国农学通报, 2007(12): 173–176.
- [15] 马玉慧, 张小虎, 马小乐. 干旱胁迫下春小麦品种(系)萌发期抗旱性鉴定与评价[J]. 分子植物育种, 2022, 20(19): 6459–6473.
- [16] 孙宪印, 米勇, 牟秋焕, 等. 黄淮麦区旱肥地小麦新品种(系)苗期抗旱性初步鉴定与分类[J]. 农学报, 2023, 13(4): 9–17.
- [17] 王一钊, 杨其志, 刘玉秀, 等. 20%PEG 胁迫下评价引进哈萨克斯坦不同春小麦种质苗期的抗旱性[J]. 新疆农业科学, 2024, 61(6): 1352–1360.
- [18] 杨丹丹, 韩雪, 孔欣欣. 76 份冬小麦品种(系)苗期耐旱性鉴定筛选研究[J]. 中国种业, 2024(2): 77–81.
- [19] 乔志新, 张杰道, 王雨. 干旱胁迫下冬小麦不同品种萌发特性差异的研究[J]. 作物学报, 2024, 50(6): 1568–1583.
- [20] 程加省, 乔祥梅, 王志伟. PEG-6000 模拟干旱胁迫下云麦 77 和云麦 80 的萌发特征和抗旱性评价[J]. 大麦与谷类科学, 2024, 41(3): 1–7.
- [21] 张国盛, 张仁陟. 水分胁迫下氮磷营养对小麦根系发育的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(2): 163–167.
- [22] 孙存华, 白嵩, 白宝璋, 等. 水分胁迫对小麦幼苗根系生长和生理状态的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25(5): 485–489.