

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20231110001

76份冬小麦品种(系)苗期耐旱性鉴定筛选研究

杨丹丹 韩雪 孔欣欣 赵鹏飞 金建猛 赵国轩 苏亚中 赵国建

(开封市农林科学研究院,河南开封 475004)

摘要:为了解不同冬小麦品种(系)的耐旱性,掌握冬小麦在轻度干旱胁迫条件下的胚芽鞘长度变化规律,缩短抗旱小麦品种筛选周期,以76份冬小麦品种(系)为试验材料,采用聚乙二醇(PEG-6000)模拟田间干旱胁迫,并对不同材料的胚芽鞘长度进行调查,运用聚类分析方法按遗传距离对所有材料进行分类。结果表明:不同品种(系)种子之间、同一品种(系)种子水处理与PEG处理之间胚芽鞘的长度均存在梯度的差异;加入聚乙二醇(PEG-6000)后,种子生长受到胁迫,胚芽鞘的生长速度比对照处理的生长速度减慢,胚芽鞘的伸长长度比对照处理的胚芽鞘长度短;经过PEG处理后的种子胚芽鞘长度明显低于在水中生长的种子。筛选出经PEG处理胚芽鞘长度高于对照洛旱7号的品种开麦1606和济麦22。与对照品种周麦36相比,胚芽鞘更长的品种有38个,胚芽鞘长度增幅1.39%~53.47%。根据胚芽鞘长度的变化,将76份小麦材料分为8类,类群IV胚芽鞘长度最长,可作为抗旱性小麦品种(系)。该结果可为抗旱品种的筛选和新品种选育及抗旱机制研究提供参考和基础材料。

关键词:小麦;品种(系);胚芽鞘长度;聚类分析

Identification and Screening of Drought Tolerance in 76 Winter Wheat Varieties (Lines) during Seedling Stage

YANG Dandan, HAN Xue, KONG Xinxin, ZHAO Pengfei, JIN Jianmeng,
ZHAO Guoxuan, SU Yazhong, ZHAO Guojian

(Kaifeng Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Kaifeng 475004, Henan)

小麦是世界三大粮食作物之一,也是我国重要的粮食作物,小麦产量提高对全球粮食安全具有重要意义。干旱是影响小麦产量的重要因素之一^[1],干旱胁迫是限制小麦产量潜力有效发挥的关键因素,抗旱节水品种在农业生产中发挥了重要作用。研究表明,干旱胁迫环境下小麦胚芽鞘对干旱十分敏感,且小麦苗期活力会影响后期生长并最终影响小麦产量^[2-3]。因此苗期胚芽鞘的伸长长度可作为小麦耐旱性筛选的重要指标^[4-6]。为缩短抗旱小麦品种筛选周期,提前对小麦进行抗旱性评价,本试验挑选76份小麦品种(系)进行干旱胁迫,通过测定苗期胚芽鞘长度,并利用变异系数分析法、聚类分析法等对小麦苗期抗旱性进行综合分析和评价。

基金项目:河南省现代农业产业技术体系专项(HARS-22-01-Z2)
通信作者:赵国建

1 材料与方法

1.1 供试材料 试验材料为河南省主栽和开封市农林科学研究院自主培育的冬小麦品种(系),具体名称见表1。

1.2 试验方法 每个品种(系)挑选50粒籽粒饱满、无病虫害的小麦种子整齐摆放在平铺双层滤纸的培养皿中,加入15mL无菌水,加入无菌水时避免滤纸下产生气泡,用镊子将种子腹沟朝下,整齐排列在发芽床上,粒与粒之间距离均匀,25℃恒温条件培养。经过24h培养后,选取萌发一致的种子分为两等份(每份20粒),分别整齐摆放在2个新的平铺双层滤纸的培养皿中:一份作为对照加入无菌水15mL,另一份加入20%PEG-6000(W/V)溶液15mL。25℃恒温条件下继续培养48h,在小麦胚芽鞘长至一定高度时拿开培养皿盖,每隔12h测

表1 供试品种(系)名称

序号	名称	序号	名称	序号	名称	序号	名称
1	豫农 908	20	中麦 518	39	谷丰 8 号	58	开麦 21
2	泛麦 28	21	万丰 269	40	周麦 9 号	59	济麦 20
3	豫农 922	22	郑麦 023	41	济麦 22	60	开麦 20
4	豫农 536	23	郑麦 215	42	天民 339	61	开麦 22
5	郑麦 024	24	新麦 45	43	平安 106	62	西农 369
6	郑麦 369	25	新麦 38	44	新麦 60	63	开麦 26
7	郑麦 366	26	郑麦 159	45	平安 21	64	开麦 1502
8	郑麦 158	27	郑麦 213	46	郑麦 6183	65	开麦 1502 矮系
9	郑麦 136	28	周麦 22	47	平安 17	66	开麦 201
10	郑麦 918	29	良星 66	48	金粒 826	67	开麦 202
11	周麦 27	30	良星 99	49	洛早 7 号(CK1)	68	开麦 203
12	周麦 30	31	百农 307	50	周麦 36 (CK2)	69	开麦 205
13	周麦 42	32	开麦 1606	51	开麦 1803	70	开麦 206
14	新麦 26	33	开麦 1701	52	开麦 1805	71	开麦 207
15	新麦 28	34	天民 198	53	开麦 1915	72	开麦 208
16	郑麦 103	35	开麦 1702	54	开麦 1916	73	开麦 209
17	郑麦 119	36	开麦 1703	55	开麦 1917	74	开麦 1706
18	郑麦 379	37	周麦 44	56	开麦 1918	75	开麦 1801
19	郑麦 583	38	开麦 1705	57	开麦 18	76	开麦 1802

量无盖培养皿质量,并补充水至原质量。自小麦种子萌发起分别从每个培养皿中挑取长势一致的 10 粒测量胚芽鞘长度并记录。每天在固定时间测定小麦胚芽鞘的长度,连续测量 7d,取平均值作数据分析。

1.3 数据分析 聚类分析以欧氏平方距离(d_{ij})定义 76 份小麦供试材料的遗传距离,以胚芽鞘长度均值换算小麦供试材料间的遗传距离,按欧氏平方距离大小对所有材料进行分类。采用 Excel 2010 与 SPSS 20.0 软件进行数据统计分析。

2 结果分析

2.1 不同冬小麦品种(系)受胁迫后胚芽鞘伸长速度分析 通过分析冬小麦品种(系)胚芽鞘长度的变化规律可知,加入聚乙二醇(PEG-6000)后,种子生长受到胁迫,胚芽鞘的生长速度比对照处理的生长速度减慢(图 1)。胚芽鞘的伸长长度比对照处理的胚芽鞘伸长长度短,二者之间有明显差异;受到胁迫后,胚芽鞘的伸长幅度为 1.09~6.30cm,对照处理胚芽鞘的伸长幅度为 1.14~11.36cm,受胁迫后胚芽鞘的最大伸长长度比对照处理的最大伸长长度短 44.54%;加入聚乙二醇后的前 3d,胚芽鞘的生长速

度最慢,说明刚开始加入聚乙二醇,就对种子生长造成了影响,后期影响反而逐渐减弱。

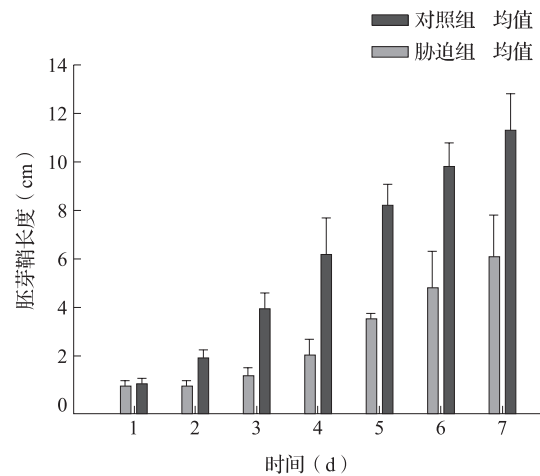


图1 种子经过干旱胁迫处理 7d 内胚芽鞘的生长变化

2.2 不同小麦品种(系)胚芽鞘长度分析 小麦种子萌发第 7 天聚乙二醇(PEG-6000)胁迫处理组与水处理组胚芽鞘长度、性状变化率差异最明显,方差分析结果表明(表 2),胚芽鞘长度在不同小麦品种(系)间变化达到极显著水平($P<0.01$),数据具有较强的统计学意义。

表2 不同小麦品种(系)胚芽鞘长度方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	P
品种(系)间	97.779	75	1.264	9.090	0.0001
品种(系)内	95.088	684	0.139		
总变异	189.867	759			

通过分析不同小麦品种(系)胚芽鞘长度的变化规律可知(表3),在聚乙二醇(PEG-6000)模拟干旱胁迫下,不同小麦品种(系)胚芽鞘长度表现不同,长度在1.9cm以上的共有8个,分别为豫农922、郑麦158、郑麦119、郑麦379、开麦1606、开麦205、

表3 PEG-6000 干旱胁迫下不同小麦品种(系)胚芽鞘长度描述性统计

品种(系)	均值	变异系数(%)	品种(系)	均值	变异系数(%)
新麦45	1.20 ± 0.07	21.08	开麦1706	1.69 ± 0.13	42.02
新麦38	1.30 ± 0.08	24.94	开麦1801	1.64 ± 0.07	20.66
郑麦159	1.30 ± 0.16	49.89	开麦1802	1.86 ± 0.11	35.02
豫农908	1.36 ± 0.06	20.11	开麦1803	1.61 ± 0.19	58.96
泛麦28	1.82 ± 0.11	34.58	开麦1805	1.46 ± 0.12	37.48
豫农922	2.00 ± 0.11	35.59	开麦1915	1.79 ± 0.15	48.86
豫农536	0.73 ± 0.07	22.63	开麦1916	1.88 ± 0.10	30.48
郑麦024	0.96 ± 0.08	24.13	开麦1917	1.38 ± 0.11	33.60
郑麦369	1.21 ± 0.10	30.35	开麦1918	1.41 ± 0.08	23.78
郑麦366	1.71 ± 0.14	44.58	开麦18	1.56 ± 0.08	24.59
郑麦158	1.97 ± 0.15	48.32	开麦21	1.32 ± 0.10	32.25
郑麦136	1.32 ± 0.17	52.87	济麦20	1.50 ± 0.16	52.07
郑麦918	1.51 ± 0.13	39.85	开麦20	1.59 ± 0.13	39.85
周麦27	1.80 ± 0.12	38.59	开麦22	1.84 ± 0.20	63.46
周麦30	1.22 ± 0.11	34.25	西农369	1.27 ± 0.08	25.41
周麦42	1.36 ± 0.10	30.98	开麦26	1.33 ± 0.09	27.51
新麦26	1.38 ± 0.09	28.30	开麦1502	1.50 ± 0.10	30.91
新麦28	1.48 ± 0.15	46.86	开麦1502矮系	1.84 ± 0.19	59.10
郑麦103	1.62 ± 0.12	38.53	开麦201	1.10 ± 0.08	24.94
郑麦119	1.94 ± 0.16	50.60	开麦202	0.96 ± 0.15	46.48
郑麦379	2.14 ± 0.12	38.36	开麦203	1.36 ± 0.11	34.06
郑麦583	1.47 ± 0.12	36.53	开麦205	1.98 ± 0.16	50.29
中麦518	1.57 ± 0.16	49.45	开麦206	1.06 ± 0.09	27.97
万丰269	0.89 ± 0.08	24.24	开麦207	1.48 ± 0.09	27.41
郑麦023	1.30 ± 0.16	51.85	开麦208	1.12 ± 0.06	20.44
郑麦215	1.11 ± 0.08	26.44	开麦209	1.36 ± 0.07	22.71
郑麦213	0.85 ± 0.07	21.73	谷丰8号	0.88 ± 0.06	19.89
周麦22	1.69 ± 0.15	48.41	周麦9号	1.16 ± 0.07	22.21
良星66	1.07 ± 0.07	23.59	济麦22	2.17 ± 0.16	39.45
良星99	1.62 ± 0.15	48.72	天民339	1.54 ± 0.19	60.96
百农307	1.68 ± 0.06	19.32	平安106	1.54 ± 0.07	21.71
开麦1606	2.21 ± 0.13	42.02	新麦60	1.20 ± 0.11	33.67
开麦1701	1.43 ± 0.06	18.89	平安21	0.78 ± 0.04	13.17
天民198	1.46 ± 0.11	33.73	郑麦6183	0.81 ± 0.07	20.79
开麦1702	1.30 ± 0.07	22.11	平安17	1.12 ± 0.08	25.30
开麦1703	1.61 ± 0.16	51.95	金粒826	1.09 ± 0.05	15.95
周麦44	1.65 ± 0.12	39.51	洛旱7号(CK1)	2.15 ± 0.19	60.05
开麦1705	1.03 ± 0.09	27.10	周麦36(CK2)	1.44 ± 0.11	35.65

济麦 22、洛早 7 号。胚芽鞘长度最长的为开麦 1606 (2.21cm),胚芽鞘长度最短的为豫农 536 (0.73cm),最长胚芽鞘长度比最短胚芽鞘长度长 202.74%;胚芽鞘长度变异系数范围为 13.17%~63.46%,其中平安 21 变异系数最小(13.17%),开麦 22 变异系数最大(63.46%)。与对照品种周麦 36 相比,胚芽鞘更长的品种有 38 个,增幅 1.39%~53.47%;与对照品种洛早 7 号相比,胚芽鞘更长的品种有开麦 1606 (2.21cm)和济麦 22 (2.17cm),增幅分别为 2.79%和 0.93%。

2.3 不同小麦品种(系)胚芽鞘长度聚类分析 当定义聚类分析欧氏平方距离为 5.3 时可将 76 份小麦材料分为 4 类,类群 I 又可分为 3 个亚群,类群 II 可分为 2 个亚群,类群 III 可分为 2 个亚群(图 2、表 4)。聚类分析结果表明,亚群 I₂ 和 I₃ 胚芽鞘长度接近的比较多。亚群 I₂ 有 15 个,亚群 I₃ 有 24 个,合占 76 份冬小麦材料总数的 51.32%,其余冬小麦材料占比为 48.68%,这 2 个亚群胚芽鞘长度变化范围为 1.30~1.71cm。类群 IV 芽鞘长度最长,胚芽鞘长度变化范围为 2.14~2.21cm。胚芽鞘伸长长度最长的为开麦 1606,其次是济麦 22,分别比最短胚芽鞘长度豫农 536 长 202.74% 和 197.26%,分别比对照洛早 7 号长 2.79% 和 0.93%,比对照周麦 36 长 53.47% 和 50.69%,这 2 个品种可作为耐旱品种栽培或作为长胚芽鞘种质创新的基础材料。基于胚芽鞘长度遗传距离的不同,可将 76 份冬小麦材料直观、形象地分为 9 类,有利于冬小麦种质资源的鉴定和优质亲本组配。已有研究表明,长胚芽鞘品种(系)表现出更强的抗旱性^[7],因此下一步应对这 38 个冬小麦品种(系)进行重点筛选,结合其他农艺、生理性状选出耐旱性更强的冬小麦品种(系)。

3 结论与讨论

不同品种(系)的种子之间、同一品种(系)水处理与 PEG 处理之间胚芽鞘的伸长长度均存在梯度差异,不同小麦品系对于干旱胁迫的敏感程度不同。种子经过 PEG 处理后胚芽鞘伸长长度明显低于水处理的伸长长度。对照品种洛早 7 号胚芽鞘长度为 2.15cm,筛选出经 PEG 处理胚芽鞘长度高于对照品种洛早 7 号的品种开麦 1606 和济麦 22。与对照品种周麦 36 相比,胚芽鞘更长的品种有 38 个,胚芽鞘长度增幅 1.39%~53.47%。

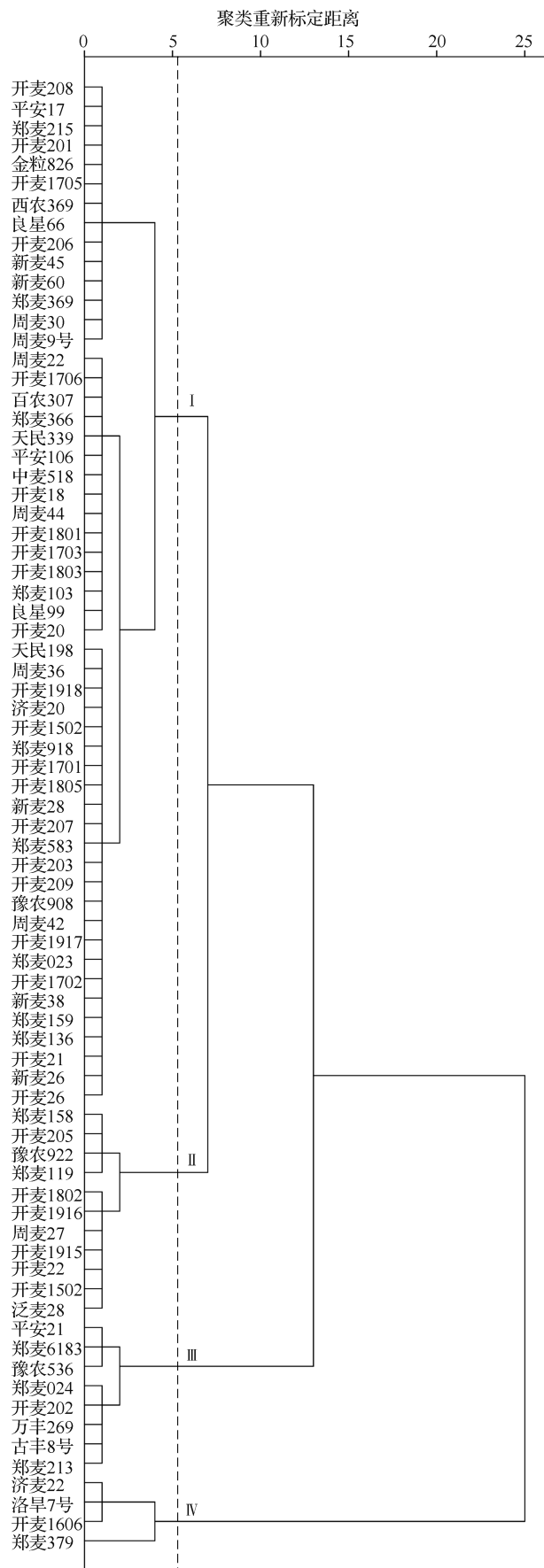


图 2 76 份冬小麦品种(系)胚芽鞘长度聚类结果

表4 76份冬小麦品种(系)胚芽鞘长度分类

类群	亚群	品种(系)	胚芽鞘长度均值 (cm)	胚芽鞘长度变化范围 (cm)
I	I ₁	开麦 208、平安 17、郑麦 215、开麦 201、金粒 826、开麦 1705、西农 369、良星 66、开麦 206、新麦 45、新麦 60、郑麦 369、周麦 30、周麦 9号	1.14	1.03~1.27
	I ₂	周麦 22、开麦 1706、百农 307、郑麦 366、天民 339、平安 106、中麦 518、开麦 18、周麦 44、开麦 1801、开麦 1703、开麦 1803、郑麦 103、良星 99、开麦 20	1.62	1.54~1.71
	I ₃	天民 198、周麦 36、开麦 1918、济麦 20、开麦 1502、郑麦 918、新麦 28、开麦 207、开麦 1701、开麦 1805、郑麦 583、开麦 203、开麦 209、豫农 908、周麦 42、开麦 1917、郑麦 023、开麦 1702、新麦 38、郑麦 159、郑麦 136、开麦 21、新麦 26、开麦 26	1.40	1.30~1.51
II	II ₁	郑麦 158、开麦 205、豫农 922、郑麦 119	1.97	1.94~2.00
	II ₂	开麦 1802、开麦 1916、周麦 27、开麦 1915、开麦 22、开麦 1502 矮系、泛麦 28	1.83	1.79~1.88
III	III ₁	平安 21、郑麦 6183、豫农 536	0.77	0.73~0.81
	III ₂	郑麦 024、开麦 202、万丰 269、谷丰 8号、郑麦 213	0.91	0.85~0.96
IV	IV ₁	济麦 22、洛旱 7号、开麦 1606	2.18	2.15~2.21
	IV ₂	郑麦 379	2.14	2.14

加入聚乙二醇(PEG-6000)后,种子生长受到胁迫,胚芽鞘的生长速度比对照的生长速度减慢,胚芽鞘的伸长长度比对照的胚芽鞘长度短;加入聚乙二醇后的前3d,胚芽鞘的生长速度最慢,说明刚开始加入聚乙二醇,就对种子生长造成了影响,后期影响逐渐减弱。

研究表明,将胚芽鞘伸长长度作为抗旱性鉴定手段^[8],可以有效缩短冬小麦抗旱育种进程^[9]。长胚芽鞘冬小麦种子适当深播,可以充分吸收土壤深层水分,避免表层土壤中除草剂、地膜等因素对作物胚芽的伤害,并能利用长胚芽鞘优势顶土出苗,最终提高冬小麦品种的出苗率^[10],为其后期高产奠定基础。在土壤表层水分严重不足的旱地麦田,长胚芽鞘冬小麦品种的耐深播特性显得尤为重要^[11]。本研究中,根据聚类分析的结果,将76份小麦材料分为4个类群,类群IV胚芽鞘长度最长,可作为抗旱性小麦品种(系)。本试验可以更直接有效地为耐旱种质筛选及耐旱资源配制提供科学依据,下一步将结合田间农艺性状对这类品种(系)进行鉴定,探寻其与产量等的关系,为缩短育种进程提供有效的参考价值。

参考文献

[1] 郭莹,王振平,吕迎春,虎梦霞,马小乐,杨芳萍.不同麦类种质抗旱

- 性评价及优异种质筛选.麦类作物学报,2022,42(10):1208-1219
- [2] Daryanto S, Wang L, Jacinthe P A. Global synthesis of drought effects on cereal, legume, tuber and root crops production: a review. *Agricultural Water Management*, 2017, 179: 18-33
- [3] 赵佳佳,乔玲,武棒棒,葛川,乔麟轶,张树伟,闫素仙,郑军.山西省小麦苗期根系性状及抗旱特性分析.作物学报,2021,47(4):714-727
- [4] 潘前颖,文学飞,潘田园,史引红,潘田雨,潘幸来.小麦胚芽鞘与耐深播抗旱研究进展.干旱地区农业研究,2012,30(3):51-57
- [5] 高强,郭启芳,邢士超,赵美荣,李峰,王玮.小麦胚芽鞘扩展蛋白特性及对水分胁迫的响应.植物生理与分子生物学报,2007,33(5):402-410
- [6] 曹勇,姬虎太,宁东贤,马岗,杨秀丽.模拟土壤环境下测量小麦胚芽鞘长度.山西农业科学,2013,41(2):143-145
- [7] 孙楠楠,周全,职蕾,乔朋放,牟丽明,倪胜利, Dauren S, 李兴茂,胡银岗,陈亮.240份小麦苗期抗旱性鉴定及抗旱指标与重要农艺性状的相关性分析.西北农业学报,2022,31(2):147-156
- [8] 刘源霞,兰进好,林琪.利用胚芽鞘长度法鉴定冬小麦抗旱性的研究.中国农学通报,2009(2):51-54
- [9] 王玮,邹琦.胚芽鞘长度作为冬小麦抗旱性鉴定指标的研究.作物学报,1997,23(4):458-467
- [10] 王玮,邹琦,杨兴洪,李岩,彭涛.水分胁迫下冬小麦芽鞘长度与抗旱性的关系及其遗传特性的研究.西北植物学报,1998,18(1):24-29
- [11] 钱雪娅,景蕊莲,王辉,吕小平.不同处理条件下小麦胚芽鞘长的遗传分析.西北植物学报,2008,28(12):2436-2441

(收稿日期:2023-11-10)