

10个冬小麦新品种(系)的抗旱性鉴定及适种区域研究

黄凯, 邢雅玲, 贺永斌, 韩傲仁, 李鹏程, 李晶, 权小兵

(定西市农业科学研究所, 甘肃 定西 743000)

摘要: 选取近年来在陇中半干旱区种植表现较好的10个小麦品种(系), 对其产量、WUE、抗旱指数和农艺性状进行分析, 以评价各品种(系)的抗旱性及最佳种植区域。结果表明, 随着灌水量的增加, 各参试品种(系)的株高均增加。陇中4号和陇中1号的倒伏面积较大, 分别达32.6%、40.7%。产量以中麦175在灌水量3 000 m³/hm²处理下最高, 为5 531.0 kg/hm²。经分析鉴定, 抗旱指数3级的品种(系)有陇中5号、CA13012、200833-3和200917-2。综合产量、WUE、抗旱指数及倒伏面积, 适合降水量350~550 mm区域种植的品种(系)为陇中4号、陇中5号、CA12003、陇育10号、200707-2-2, 适合降水量350~650 mm区域种植的品种(系)为CA13012、200833-3、200917-2, 适合降水量在450~650 mm区域种植的品种(系)为中麦175。

关键词: 冬小麦; 抗旱指数; 水分利用效率; 产量

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)01-0045-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.01.011

Study on Identification of Drought Resistance of Ten New Winter Wheat Cultivars (Lines) and Its Suitable Regional

HUANG Kai, XIN Yaling, HE Yongbin, HAN Jingren, LI Pengcheng, LI Jing, QUAN Xiaobing
(Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: In this experiment, 10 wheat cultivars (lines) with good planting performance in the semi-arid area of central Gansu in recent years were selected to analyze the yield, WUE, drought-resistance index and related agronomic traits. The drought-resistance of each cultivar (lines) and the optimum planting area were evaluated. The results showed that the plant height of all tested wheat cultivars (lines) increased with the increase of irrigation amount. The lodging area of Longzhong 4 and Longzhong 1 reached 32.6% and 40.7%, respectively. The yield of Zhongmai 175 was the highest under the treatment of 3 000 m³/hm² irrigation, which was 5 531.0 kg/hm². Through analysis and identification, the cultivars (lines) with third level for drought resistance index including Longzhong 5, CA13012, 200833-3 and 200917-2. According to the comprehensive analysis for yield, WUE, drought-resistant index and lodging area, the cultivars (lines) suitable for planting in the area with rainfall of 350 ~ 550 mm were Longzhong 4, Longzhong 5, CA12003, Longyu 10 and 200707-2-2. The cultivars (lines) suitable for planting in the region with rainfall of 350 ~ 650 mm were CA13012, 200833-3 and 200917-2. The cultivars suitable for planting in the region with rainfall of 450 ~ 650 mm was Zhongmai 175.

Key words: Winter wheat; Drought-resistance index; WUE; Yield

小麦是我国主要的粮食作物之一, 实现重要作用^[1-2]。在小麦生产过程中, 充足的小麦产量持续增长对保障粮食安全有着至关重要水分供给是保证高产的重要条件^[3-5]。定西

收稿日期: 2019-09-29

基金项目: 定西市农业科学研究所青年科研创新基金(2019YQ04)。

作者简介: 黄凯(1987—), 男, 甘肃定西人, 助理研究员, 硕士, 主要从事冬小麦育种研究工作。
联系电话: (0)18793247130。

通信作者: 权小兵(1985—), 男, 甘肃定西人, 主要从事作物栽培及病虫害防治。联系电话: (0)18093218802。

地处甘肃中部半干旱区, 常年小麦种植面积约 6 万 hm^2 , 冬小麦占总种植面积的 2/3 以上, 正常年份平均产量 1 500 kg/hm^2 左右。定西市农业科学研究院近年来选育出的陇中系列冬小麦新品种, 高产抗寒抗旱, 适应范围广, 平均产量较当地品种增产 600 kg/hm^2 以上, 个别品种在水川区平均产量在 6 000 kg/hm^2 左右, 深受当地农民和种植大户青睐。为了鉴定评价优良品种(系)的最大生产潜能和区域适应性, 我们对定西市农业科学研究院自主选育的 6 份材料、引进中国农业科学院作物研究所 3 份材料和近年来全国区域试验表现良好的冬小麦新品种陇育 10 号进行了抗旱性鉴定, 通过采用干旱胁迫、自然降水和定量补灌 3 种栽培模式, 探究不同冬小麦品种(系)的抗旱性及产量水平, 结合灌水梯度, 寻找各品种(系)达到最高产时的需水量, 以期为新品种推广提供科学依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验材料

供试冬小麦品种共 10 个, CA13012、CA12003 和中麦 175 由中国农业科学院作物研究所提供, 陇育 10 号由陇东学院农林技术学院提供, 陇中 1 号(CK)、陇中 4 号、陇中 5 号、200707-2-2、200833-2 和 200917-2 由定西市农业科学研究院提供。

1.2 试验区概况及试验年度气象概况

试验于 2018 年 9 月至 2019 年 7 月在定西市农业科学研究院创新园基地试验地(干旱棚内及棚外)进行。海拔 1 930 m, 年平均气温 7.0 $^{\circ}\text{C}$, 年日照时数为 2 500 h, 光照充足, 年温差大, 平均无霜期 146 d, 全年降水量 350 ~ 400 mm, 蒸发量 1 500 mm 以上。土壤类型为黄绵土、偏碱性, 贮水性能良好, 土层深厚、肥力均匀。播前耕层土壤含有机质 15.84 g/kg, pH 7.78, 含水量 16.84%。水解氮、速效磷、速效钾含量分别为 72.8、33.6、105.6 g/kg。前茬作物为豌豆。试验期间的气象数据见表 1。

表 1 试验期间降水量

年份	月份	月降水量 /mm	月最大降水量 /mm
2018	9	57.0	11.8
	10	3.2	1.9
	11	29.8	12.4
	12	4.5	1.6
2019	1	3.4	1.1
	2	10.0	2.9
	3	10.3	2.4
	4	34.9	7.4
	5	36.3	16.4
	6	50.6	24.0

1.3 试验设计

试验共设 5 个处理: 干旱胁迫、自然降水、定量灌溉(设定 3 个灌水量 750 m^3/hm^2 、1 500 m^3/hm^2 和 3 000 m^3/hm^2 , 分别用补灌 T1、T2、T3 表示)。根据土壤持水量, 于出苗后和返青期分别等量灌水 1 次。试验采用随机排列, 3 次重复, 小区面积 2.2 m^2 (2.0 m \times 1.1 m)。每小区种 6 行, 行距 0.22 m, 小区间距 0.3 m。播前施腐熟农家肥 30 m^3/hm^2 、尿素(N \geq 46%)150 kg/hm^2 、磷酸二铵(N-P₂O₅-K₂O 为 18-46-0) 120 ~ 150 kg/hm^2 。试验于 9 月 21 日播种。6 月 24 日至 7 月 12 日收获。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 抗旱指数及抗旱级别判定 根据国标小麦抗旱性评价技术规程(GB/T 21 127-2007)提供的抗旱指数计算公式进行抗旱指数及抗旱级别判定。抗旱性鉴定对照品种为甘肃中部冬小麦区域试验对照品种陇中 1 号, 拟定抗旱指数为 1.000。

$$DI = (GY_{S,T}^2 / GY_{S,W}) \times (GY_{CK,W} / GY_{CK,T}^2)$$

式中, DI 为抗旱指数; $GY_{S,T}$ 为待测材料胁迫处理籽粒产量(“干旱胁迫”处理产量); $GY_{S,W}$ 为待测定材料对照处理籽粒产量(“充分灌溉”处理产量); $GY_{CK,W}$ 为对照品种对照处理籽粒产量(“充分灌溉”处理产量), $GY_{CK,T}$ 为对照品种胁迫处理籽粒产量(“干旱胁迫”处理产量)。

根据抗旱指数把抗旱级别划分为 5 级:

1 级, 抗旱指数 ≥ 1.30 为抗旱性极强; 2 级, 抗旱指数 1.10~1.29 为抗旱性强; 3 级, 抗旱指数 0.90~1.09 为抗旱性中等; 4 级, 抗旱指数 0.70~0.89 为抗旱性弱; 5 级, 抗旱指数 ≤ 0.69 为抗旱性极弱。

1.4.2 WUE 的计算

$WUE = \text{供试品种籽粒产量} / \text{供试品种耗水量}$

耗水量 = [播前 2 m 土层储水量 (mm) + 生育期降水量 (mm)] - 收获时 2 m 土层储水量 (mm)。

1.5 数据处理

利用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 对各数据进行方差分析和最小显著性检验 (LSR 法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对冬小麦品种(系)株高和倒伏面积的影响

由表 2 可知, 不同水分处理对冬小麦的株高和倒伏产生不同影响。随着灌水量的增加, 各参试品种(系)的株高均高于干旱胁迫处理和自然降水处理, 部分品种(系)出现倒伏情况。干旱胁迫处理下, 陇中 5 号的株高最高, 为 57.1 cm, 与中麦 175、CA13012、CA12003、陇中 1 号、陇育 10 号差异达到显著水平 ($p < 0.05$), 与其余品种(系)差异不显著。参试品种均未出现倒伏情况。自然降水处理下, 各品种(系)株高比干旱胁迫处理增加显著, 其中以 200917-2、200833-2、陇中 5 号较高, 分别为 97.8、94.6、91.3

cm, 均与 200707-2-2 差异不显著, 与其余品种差异达显著水平。参试品种(系)均未出现倒伏。灌水处理下, 随着灌水量的增加, 所有品种(系)的株高出现不同程度的增长, 随之也出现倒伏情况。补灌 T1 处理下, 株高以陇育 10 号、200707-2-2、陇中 5 号较高, 分别为 108.9、106.2、103.7 cm, 与其余品种差异达显著水平; 中麦 175 的株高最低, 为 77.2 cm。除中麦 175 与 200917-2 外其余品种均发生倒伏。随着灌水量的增加, 在补灌 T2 处理下, 株高以陇育 10 号、陇中 5 号、200707-2-2 较高, 分别为 114.4、113.4、113.1 cm, 均与陇中 4 号、200917-2 差异不显著, 与其余品种差异达显著水平; CA12003 的株高最低, 为 85.1 cm。各品种均出现倒伏, 其中以陇中 4 号、陇育 10 号倒伏面积较大, 分别为 12.5%、11.7%, 与其余品种差异达显著水平; 中麦 175、200917-2、200833-2 倒伏面积较小, 分别为 4.5%、4.8%、5.0%, 均与其余品种差异达显著水平。在补灌 T3 处理下, 株高以陇中 5 号最高, 为 124.5 cm; 中麦 175 最低, 为 86.6 cm。陇中 1 号、陇中 4 号的倒伏面积较大, 分别为 40.7%、32.6%; 200917-2 的倒伏面积最小, 为 10.8%。

2.2 不同处理对产量的影响

由表 3 可知, 在补灌处理下, 各参试品种(系)的产量均高于干旱胁迫和自然降水处理。干旱胁迫处理下, 200833-2、200917-2 和

表2 不同处理对冬小麦品种(系)株高和倒伏面积的影响

品种(系)	干旱胁迫		自然降水		补灌T1		补灌T2		补灌T3	
	株高 /cm	倒伏面积 /%	株高 /cm	倒伏面积 /%	株高 /cm	倒伏面积 /%	株高 /cm	倒伏面积 /%	株高 /cm	倒伏面积 /%
陇中4号	55.2 a	0	87.6 b	0	96.2 b	4.5 b	108.5 a	12.5 a	120.2 a	32.6 a
陇中5号	57.1 a	0	91.3 a	0	103.7 a	2.1 d	113.4 a	8.6 b	124.5 a	24.3 b
中麦175	41.3 b	0	70.4 c	0	77.2 c	0	85.6 c	4.5 d	86.6 c	12.6 c
CA13012	45.8 b	0	77.8 c	0	80.1 c	5.6 a	87.4 c	7.6 c	90.2 c	15.5 c
CA12003	46.2 b	0	80.4 b	0	79.4 c	4.8 b	85.1 c	6.4 c	91.7 c	13.8 c
陇中1号(CK)	46.8 b	0	74.9 c	0	84.5 c	2.4 d	95.1 b	9.6 b	99.6 bc	40.7 a
陇育10号	47.3 b	0	85.8 b	0	108.9 a	6.4 a	114.4 a	11.7 a	115.8 a	25.4 b
200707-2-2	51.7 a	0	89.4 ab	0	106.2 a	3.6 c	113.1 a	6.8 c	121.7 a	15.2 c
200833-2	56.9 a	0	94.6 a	0	99.8 b	1.5 d	102.7 b	5.0 d	115.6 a	12.7 c
200917-2	52.8 a	0	97.8 a	0	100.7 b	0	106.4 a	4.8 d	111.4 b	10.8 c

表3 不同处理对冬小麦品种(系)产量的影响

品种(系)	干旱胁迫	自然降水	补灌T1	补灌T2	补灌T3
陇中4号	880.5 b	4 119.0 b	4 714.5 b	5 519.0 a	5 323.0 a
陇中5号	903.0 ab	4 240.5 b	4 779.0 b	5 630.5 a	5 306.0 a
中麦175	670.5 d	3 069.0 d	4 336.5 c	5 226.0 b	5 531.0 a
CA13012	867.0 b	4 536.0 a	5 064.0 a	5 718.5 a	5 669.5 a
CA12003	876.0 b	4 063.5 b	4 788.0 b	5 569.0 a	5 310.5 a
陇中1号(CK)	796.5 c	3 769.5 c	4 308.0 c	4 837.0 b	4 722.0 c
陇育10号	853.5 b	4 221.0 b	4 617.0 b	5 658.0 a	5 176.0 b
200707-2-2	865.5 b	4 471.5 ab	4 707.0 b	5 700.5 a	5 136.5 b
200833-2	954.0 a	4 677.0 a	4 959.0 a	5 771.5 a	5 673.5 a
200917-2	927.0 a	4 338.0 b	4 942.5 a	5 867.5 a	5 764.0 a

陇中5号产量均在 900 kg/hm² 以上,三者之间差异不显著,其中 200833-2 产量最高,为 954.0 kg/hm²。自然降水处理下,平均产量为 4 150.5 kg/hm²,高于平均产量的品种(系)有 6 个,其中 200833-2、CA13012 和 200707-2-2 分别居前 3 位。三者之间差异不显著,CA13012 自然降水处理较干旱胁迫处理增产 3 669.0 kg/hm²,增幅达 423.18%;中麦 175 产量最低,为 3 069.0 kg/hm²。灌水处理下,随着灌水量的增加,除中麦 175 产量随灌水量的增加而增加之外,其余品种(系)在补灌 T2 处理下产量均达到最大值。补灌 T1 处理下,除 CA13012 外,其余品种(系)的产量均低于 5 000 kg/hm²。补灌 T2 处理下,产量在 5 500 kg/hm² 以上的品种(系)有陇中 4 号、陇中 5 号、CA13012、CA12003、陇育 10 号、200707-2-2、200833-2 和 200917-2,品种(系)间差异不显著,均与中麦 175 和陇中 1 号差异显著。补灌 T2 处理较补灌 T1 处理增产 529.0 ~ 1 041.0 kg/hm²,增幅 12.28% ~ 22.55%,陇育 10 号增产幅度最大,陇中 1 号增产幅度最小。补灌 T3 处理下,产量在 5 300 kg/hm² 以上的品种(系)有陇中 4 号、陇中 5 号、CA13012、中麦 175、CA12003、200833-2 和 200917-2,品种(系)间差异不显著。除中麦 175 外,补灌 T3 处理较补灌 T2 处理减产 49.0 ~ 564.0 kg/hm²,减幅 0.86% ~ 10.98%,其中陇中 5 号减产幅度最大,CA13012 号减产幅度最小。

2.3 冬小麦品种(系)的抗旱性

由图 1 可知,抗旱指数 CA12003 和 200833-2 较高,分别为 0.98 和 0.96;其次是陇中 5 号和 200917-2;中麦 175 最小,为 0.67。经分析,抗旱指数 3 级的品种(系)有陇中 5 号、CA12003、陇中 1 号、200833-2 和 200917-2,抗旱性 4 级的品种(系)有陇中 4 号、中麦 175、CA13012、陇育 10 号和 200707-2-2。

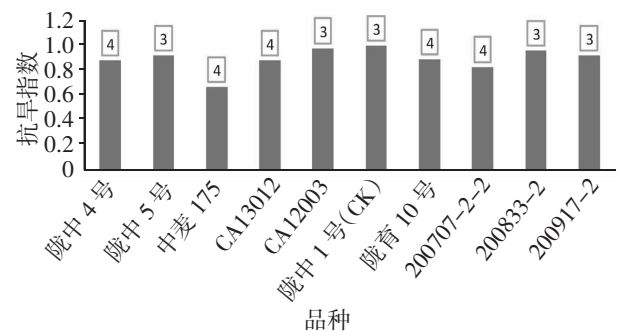


图1 冬小麦品种(系)的抗旱性

2.4 不同处理下冬小麦品种(系)的 WUE

由表 4 可知,5 个不同水分处理对不同冬小麦品种(系)的水分利用效率产生不同效应。从整体看,干旱胁迫处理下,10 个冬小麦品种的水分利用效率较低,自然降水及补灌后水分利用效率有所增加。干旱胁迫处理下,200917-2 的水分利用效率最高,与 200833-2 差异不显著,与其余品种(系)差异达到显著水平;其次是 200833-2、陇中 5 号、CA13012,这 3 个品种(系)之间差异不显著,均与其余品种(系)差异达到显著水平。自然降水处理下,200833-2、200707-2-2 的水分利用效率较高,分别为 9.52、

表4 不同处理下冬小麦品种(系)的WUE

品种(系)	kg/hm ² ·mm				
	干旱胁迫	自然降水	补灌T1	补灌T2	补灌T3
陇中4号	4.38 c	8.78 b	9.34 b	10.06 a	11.68 a
陇中5号	4.88 b	8.92 b	9.69 b	11.08 a	12.08 a
中麦175	3.78 d	6.23 d	8.71 c	11.32 a	11.61 a
CA13012	4.77 b	9.12 b	9.83 b	11.40 a	11.10 a
CA12003	4.27 c	8.37 c	9.85 b	10.38 a	10.04 b
陇中1号(CK)	4.53 c	8.05 c	8.64 c	8.29 b	8.42 c
陇育10号	4.53 c	8.68 b	9.41 b	10.00 a	10.53 b
200707-2-2	4.17 c	9.43 a	10.04 a	10.03 a	11.05 a
200833-2	5.02 ab	9.52 a	10.83 a	10.52 a	11.30 a
200917-2	5.15 a	8.71 b	10.55 a	11.18 a	11.34 a

9.43 kg/hm²·mm, 两者之间差异不显著, 均与其余品种(系)差异达到显著水平; 中麦175的水分利用效率最低, 为 6.23 kg/hm²·mm。补灌 T1 处理下, 200833-2、200917-2、200707-2-2 的水分利用效率较高, 分别为 10.83、10.55、10.04 kg/hm²·mm, 3 品种(系)之间差异不显著, 均与其余品种(系)差异达到显著水平。补灌 T2 处理下, CA13012 水分利用效率最高, 达 11.40 kg/hm²·mm, 与陇中 1 号差异显著, 与其余品种(系)差异不显著; 陇中 1 号最低, 为 8.29 kg/hm²·mm。补灌 T3 处理下, 陇中 5 号的水分利用效率最高, 达 12.08 kg/hm²·mm, 与陇育 10 号、CA12003 和陇中 1 号差异显著, 与其余处理差异不显著; 陇中 1 号的水分利用效率最低, 为 8.42 kg/hm²·mm, 与其余品种(系)的差异均达到显著水平。

3 结论与讨论

试验通过设定 3 种梯度灌水量, 研究不同品种(系)在不同水分梯度下的产量水平、倒伏情况及水分利用效率。结果表明, 随着补灌量的增加, 各品种(系)株高均在增加, 倒伏面积增加 9.0%~38.3%, 对照品种陇中 1 号在补灌量 3 000 m³/hm² 时倒伏面积最大。除中麦 175 的产量随灌水量增大而增加外, 其余品种(系)在灌水量为 1 500 m³/hm² 处理下产量达最大值, 中麦 175 在灌水量 3 000 m³/hm² 处理下产量为 5 531.0 kg/hm², 灌水量 1 500 m³/hm² 处理较灌水量 750 m³/hm² 处理增产 890 kg/hm², 灌水量 3 000 m³/hm² 处理

较灌水量 1 500 m³/hm² 处理增产 305.0 kg/hm², 倒伏面积分别增加 4.5、8.1 百分点。其余品种(系)灌水量 1 500 m³/hm² 处理较灌水量 750 m³/hm² 处理增产 529.0~1 041.0 kg/hm², 倒伏增加 1.6~8.0 百分点, 灌水量 3 000 m³/hm² 处理较灌水量 1 500 m³/hm² 处理减产 49.0~564.0 kg/hm², 倒伏面积增加 6.0~31.1 百分点。表明补灌量与对小麦株高、穗长、单株成穗数等指标呈正相关, 超过一定灌水量会产生相反效果^[6-7]。

综合抗旱指数、产量水平、水分利用效率及倒伏面积, 陇中 5 号、CA12003、200833-3 和 200917-2 抗旱指数为 3 级, 其余为 4 级。适合降水量在 350~550 mm 区域种植的品种(系)为陇中 4 号、陇中 5 号、CA12003、陇育 10 号、200707-2-2; 适合降水量在 350~650 mm 区域种植的品种(系)为 CA13012、200833-3、200917-2; 适合降水量在 450~650 mm 区域种植的品种为中麦 175。

冬小麦田间耗水主要由自然降水、土壤贮水及人工灌溉 3 种方式提供。耗水是作物增产的基础, 而土壤贮水是高效水, 充分合理开发利用土壤水是实现作物高产的有效途径^[6-8]。干旱缺水是制约小麦产量提高的一个重要因素, 在高产栽培中, 不仅要满足小麦全生育期的水肥需求量, 还应考虑气候条件、光照、海拔等诸多因素^[8-12]。本试验仅从水分单因素出发, 对各品种(系)产量水平还难以做出准确定论, 还应通过多因素试验