

宁夏南部山区春小麦抗旱性鉴定研究

杨琳^{1,2}, 徐兆师², 鲁燕², 景继海¹, 赵佰图¹,
李连城², 陈明², 马有志^{2*}

(1. 宁夏固原市农业科学研究所, 宁夏 固原 756000; 2. 中国农业科学院作物科学研究所,
农作物基因资源与基因改良国家重大工程, 农业部作物遗传育种重点开放实验室, 北京 100081)

摘 要: 为了研究小麦品种的抗旱性与形态或生理指标的关系, 通过室内模拟干旱条件, 在种子萌发期和幼苗期, 对来自宁夏的不同抗旱性小麦品种或品系分别对发芽率、胚芽鞘长度、主胚根长度、胚根数以及超氧化物歧化酶活性、脯氨酸含量等生理生化指标进行了分析。结果发现, 在干旱胁迫条件下, 抗旱强的品种(系)发芽率较高, 胚芽鞘长度较长, 叶绿素含量降低幅度较小, 脯氨酸含量增加幅度较大, 超氧化物歧化酶活性较强, 主胚根长度、胚根数与抗旱性中等和抗旱性弱的有一定差别。将 93—399 等 13 个品种或品系进行了抗旱性的等级划分。划分为抗旱性强、中间型、抗旱性弱 3 个等级。

关键词: 春小麦; 抗旱性鉴定; 抗旱等级; 宁夏
中图分类号: S512.1⁺2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)06-0173-06

干旱已成为全球农业生产面临的严重问题, 尤其是进入本世纪以来, 全球性气候变暖导致的干旱程度越来越严重, 对粮食生产构成直接威胁^[2]。全世界发展中国家至少有 6 000 万 hm^2 小麦栽培在雨养耕地, 产量水平只有灌溉条件下的 10%~50%。我国小麦单产不足 3 000 kg/hm^2 的低产田约 1 140 万 hm^2 , 占小麦播种面积的 41%。以宁夏为例, 年降水分配很不均衡, 全区降水量在 180~650 mm 之间, 由南向北递减, 南部六盘山区为 400~650 mm, 中部地区为 250~500 mm, 北部地区为 180~200 mm。降雨量多集中在秋季, 6~9 月的降水量占全年的 50%~73%, 冬春干旱对小麦生产负面影响很大, 是限制产量的主要因素。改进耕作栽培技术, 如采用少耕、免耕, 地面覆盖等抗旱耕作方式也不能从根本上解决问题^[3~7]。实践证明, 培育和推广抗旱品种是提高旱地小麦产量的主要途径之一^[8]。但目前小麦品种抗旱性研究方面存在制约因素, 在大量的品种资源中筛选抗旱性材料具有一定的难度, 旱地小麦品种的选育、推广存在一定的困难和依据。再者作物品种间在抗旱性方面所表现的差异, 都有其相应的生理生化基础^[9]、形态特征, 因此, 深入进行宁南山区春小麦抗旱性鉴定研究, 对小麦抗旱性进行科学准确的评价, 对以靠天吃饭的宁南山区抗旱品种的选育及利用意义重大。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用宁南山区 13 个根据其抗旱系数将其划分为抗旱性强(宁春 36、97—30、宁春 10 号、98—21、93—399、宁春 27 号)、中间型(宁春 34、陇春 27—4)、抗旱性弱(97—168、03S58、宁春 4 号、93—8、2367)3 个等级抗旱性不同的推广品种及引进品种(系)为供试材料(材料基本情况详见表 1)。

1.2 室内水分胁迫模拟试验

1.2.1 萌芽期渗透胁迫试验 种子萌发期抗旱性鉴定用高渗溶液法^[10]。即用 20% 的聚乙二醇—6000(PEG—6000)水溶液对种子进行水分胁迫处理, 以无离子水培养(NIWC)作比较, 3 次重复, 以宁春 27 为对照。将发芽皿放入光照培养箱中, 20℃ 条件下培养, 第 8 d 调查发芽率、胚芽鞘长度、主胚根长度、胚根数目。

1.2.2 苗期水分胁迫试验 在长×宽×高=60 cm×40 cm×10 cm 的塑料箱中装入 5 cm 厚的壤土, 灌水至田间持水量的 85% 左右播种, 覆土 2 cm, 在日平均气温 20℃ 左右的条件下进行水分胁迫试验, 3 次重复。幼苗长至近三叶期时停止供水, 在干旱胁迫 5 日后(5d ADS)和 7 日(7d ADS), 以无干旱胁迫(NDS)作比较, 以宁春 27 为对照, 分别取样测定各项指标, 包括叶绿素含量、超氧化物歧化酶活性、

收稿日期: 2008-04-11
基金项目: 国家“863”项目(2006AA10Z1E9, 2007AA10Z130)
作者简介: 杨琳(1970—), 女, 宁夏固原市人, 高级农艺师, 主要从事小麦新品种选育工作。E-mail: nxgyyl@126.com。
* 通讯作者: 马有志(1963—), 男, 吉林通化人, 研究员, 博士, 研究方向为分子生物学。E-mail: mayouzhi@yahoo.com.cn。
(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

脯氨酸含量、可溶性糖含量。

土壤含水量用烘干法^[12]测定;叶绿素用 SPAD—502 叶绿素仪^[13]测定;超氧化物歧化酶活性用氮蓝四唑(NBT)法^[14]测定;脯氨酸含量用磺基水杨酸法^[12]测定;可溶性糖含量用苯酚法^[12]测定。

表 1 供试材料基本情况
Table 1 Basic characters of tested materials

品 种(系) Cultivar (line)	基本情况简介 Basic characters
宁春 36 号 Ningchun 36	中熟旱地型品种、生活力强、抗旱性较好、抗逆抗病 Medium in mature time, vigorous, resilient and drought— and disease-resistant.
宁春 34 号 Ningchun 34	中熟旱地型品种、较抗旱、适宜中高肥水 Medium in mature time, drought-resistant and suitable for medium and sufficient water and fertilizer supply.
陇春 27—4 Longchun 27—4	早熟旱地型品种、较抗旱、适宜中高肥水 Precocious, and suitable for medium and sufficient water and fertilizer supply.
宁春 10 号 Ningchun 10	迟熟旱地型品种、品质优异、根系发达、较抗旱抗逆、抗寒性好 Late in mature time, excellent in grain quality, well-developed in root system, resilient and drought— and cold-resistant.
宁春 4 号 Ningchun 4	早熟水地型品种、籽粒品质优异、抗逆性强、抗倒性好 Early in mature time, suitable for irrigated land, excellent in grain quality, resilient and lodging— resistant.
97—168	中熟旱地型品种、根系发达、抗旱性好、抗逆抗病 Medium in mature time, well-developed in root system, resilient, drought— and disease-resistant.
93—399	中熟旱地型品种、根系发达、抗旱性较好、抗逆性强 Medium in mature time, well-developed in root system, resilient and drought-resistant.
98—21	中熟旱地型品种、生活力强、抗旱性好、抗逆抗病 Medium in mature time, vigorous, resilient, drought— and disease-resistant.
97—30	中熟旱地型品种、抗旱性较好、抗逆抗病、抗寒性好 Medium in mature time, resilient, drought— disease— and cold-resistant.
93—8	早熟高水肥水地型品种、生长繁茂、抗倒性好、抗逆性较强 Early in mature time, lush in growth, resilient and lodging-resistant.
2367	早熟高水肥水地型品种、生长繁茂、抗倒性好、抗逆性较强 Early in mature time, lush in growth, resilient and lodging-resistant.
03S58	早熟高水肥水地型品种、生长繁茂、抗倒性好、抗逆性较强 Early in mature time, suitable for sufficient water and fertilizer supply, lush in growth, resilient and lodging-resistant.
宁春 27 号(CK) Ningchun27 (CK)	中熟旱地型品种、品质优异、根系发达、抗旱抗逆、抗寒性好 Medium in mature time, excellent in grain quality, well-developed in root system, resilient and drought— and cold-resistant.

2 结果与分析

2.1 小麦种子萌发期抗旱性分析

2.1.1 渗透胁迫处理对抗旱性不同小麦品种发芽率的影响和苗期抗旱性 在 20%的 PEG 渗透胁迫下进行种子发芽率检测,可以用来评价小麦种子在萌发期抗土壤干旱的能力^[10]。从表 2 可看出胁迫处理发芽率都低于清水处理,高于对照宁春 27 号(发芽率 90.00%)的品种有 93—8(发芽率 100.00%)、宁春 36(发芽率 96.67%)、98—21(发芽率 93.3%)等 10 个品种(系),低于对照的只有 97—168(发芽率 80%)。经方差分析品种间差异极

显著,极显著高于对照宁春 27 号的有宁春 36、宁春 34 等四个品种(系),极显著低于的有 97—168,发芽率与抗旱性呈正相关趋势(详见表 2)。

2.1.2 渗透胁迫处理对抗旱性不同小麦品种胚芽鞘长度等的影响 胚芽鞘长度品种间存在明显差异,胚芽鞘长的品种旱地产量较高,抗旱性强^[10]。从表 3 可看出,胁迫处理胚芽鞘长度高于对照宁春 27 号(胚芽鞘长 35.00 mm)的品种有 98—21(胚芽鞘长 35.5 mm)1 个品种。经方差分析品种间差异达极显著,但无极显著高于对照的品种,极显著低于对照的品种有宁春 10 号(胚芽鞘长 0.00 mm),胚芽鞘长度与抗旱性呈正相关趋势。

表 2 在渗透胁迫处理条件下的小麦品种发芽率和苗期抗旱性

Table 2 Impact of permeate stress on germinating capacity and drought-resistance at seedling stage of certain wheat varieties			
品种 Variety	20%PEG 处理 PEG treatment	清水处理(%) Water treatment	苗期抗旱性 drought-resistance at seedling stage
宁春 36 Ningchun 36	96.67**	100.00	强 Strong
宁春 34 Ningchun 34	96.67**	96.67	中 Medium
陇春 27—4 Longchun 27—4	93.33	100.00	弱 Weak
宁春 10 Ningchun 10	90.00	96.67	强 Strong
宁春 4 Ningchun 4	96.67**	100.00	强 Strong
97—168	80.00**	100.00	强 Strong
93—399	93.33	96.67	中 Medium
98—21	93.33	96.67	弱 Weak
97—30	93.33	96.67	弱 Strong
93—8	100.00**	100.00	强 Strong
2367	93.33	100.00	强 Strong
03S58	93.33	100.00	强 Strong
宁春 27 Ningchun 27	90.00	96.67	强 Strong

注: ** 表示差异达到极显著水平,下同。
Note: ** showed significant difference at 0.01 level, the same as below.

表 3 20%PEG 处理对抗旱性不同小麦品种胚芽鞘长度等影响结果

Table 3 Impact of 20%PEG treatment on coleoptile's length of different drought-resistant cultivars						
品种 Variety	胚芽鞘长度(mm) Coleoptile's length		胚根数目(根) Number of roots		主胚根长(mm) Root length	
	PEG 处理 PEG treatment	清水处理 Water treatment	PEG 处理 PEG treatment	清水处理 Water treatment	PEG 处理 PEG treatment	清水处 Water treatment
宁春 36 Ningchun 36	30.5	21.4	5.33	5.0	15.67	72.17
宁春 34Ningchun 34	25.0	22.8	5.25	4.8	30.25	74.50
陇春 27—4 Longchun 27—4	28.0	33.3	4.8	5.5	31.8*	67.20
宁春 10 Ningchun 10	0**	27.9	0**	5.2	0**	64.67
宁春 4 Ningchun 4	21.57	29.2	5.8	4.8	38.4**	81.17
97—168	24.00	25.9	4.0	5.0	7**	92.83
93—399	25.67	30.4	5.0	5.3	20.00	66.00
98—21	35.5**	29.7	5.0	5.2	33.5**	82.83
97—30	27.50	27.5	4.5	4.2	27.75	104.00
93—8	23.78	30.2	5.4	5.5	40.6**	103.33
2367	22.89	30.4	7.0**	5.7	31.8*	41.33
03S58	25.125	22.2	5.2	5.0	55.8**	79.00
宁春 27 Ningchun 27	35.0**	29.6	5.4	5.5	31.4*	69.17

小麦初生根数目和主胚根长是小麦抗旱性和丰产性选择的重要指标。调查结果显示,胁迫处理胚根数目高于对照宁春 27 号(胚根数目 5 根)的品种有 2367(胚根数目 7 根)、宁春 4(胚根数目 6 根)两个品种(系),低于对照宁春 27 号(胚根数目 5 根)的有 97—168(胚根数目 4 根)、宁春 10(胚根数目 0 根)等 3 个品种(系)。经方差分析品种间差异达极显著,极显著高于对照的品种有 2367,极显著低于对照的品种有宁春 10 号。胁迫处理主胚根长度高

于对照宁春 27 号(主胚根长 31.4 mm)的有 03S58(主胚根长 55.8 mm)、93—8(主胚根长 40.6 mm)等六个品种(系),低于对照宁春 27 号(主胚根长 31.4 mm)的有 97—168(主胚根长 7.00 mm)、宁春 10 号(主胚根长 0.00 mm)等 6 个品种(系)。经方差分析品种间差异达极显著,极显著高于对照的品种有 03S58,极显著低于对照的品种有 97—168、宁春 10 号(表 3),但胚根数目和主胚根长与抗旱性无正相关趋势。

2.2 小麦苗期抗旱性分析

当小麦幼苗长至 3 叶期时停止供水,此时土壤含水量为 3.34%,当干旱胁迫到第 5 d 和第 7 d 时,土壤含水量分别降到 2.89%和 2.12%。分别取样测定叶绿素含量、超氧化物歧化酶活性、脯氨酸含量和可溶性糖含量。

2.2.1 水分胁迫处理对不同抗旱小麦品种叶绿素含量的影响 水分胁迫下抗旱性越强的品种叶绿素含量降幅相对越小。水分胁迫处理后 5 d 叶绿素含

量降低,降幅低于对照宁春 27 号(叶绿素含量降幅 4.7711)的品种有宁春 10 号(叶绿素含量降幅 1.7978)、陇春 27-4(叶绿素含量降幅2.5089)、93-399(叶绿素含量降幅2.7711)等 6 个品种(系),高于对照宁春 27 号的有 93-8(叶绿素含量降幅 7.8444)、2367(叶绿素含量降幅6.9622)、03S58(叶绿素含量降幅6.6089)等 5 个品种(系),经方差分析品种间差异不显著(详见图 1)。

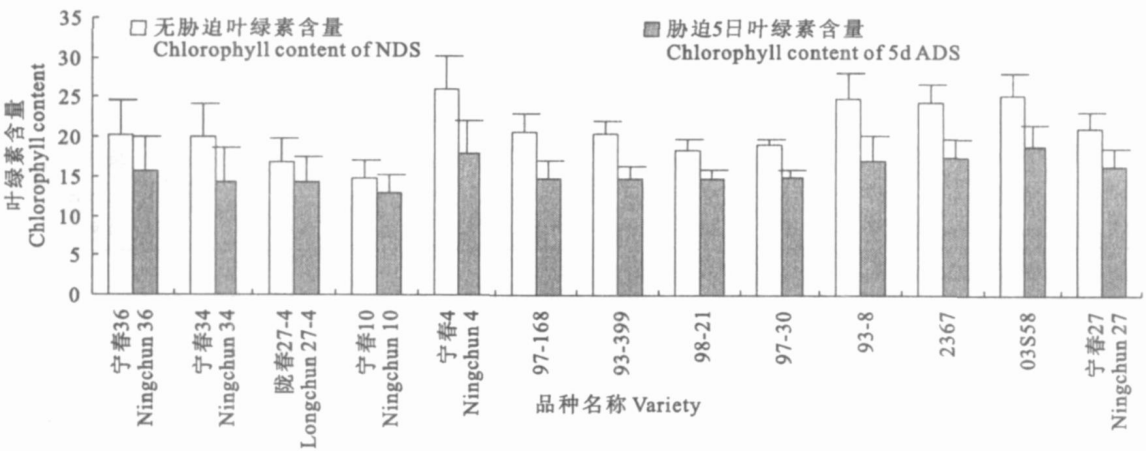


图 1 小麦干旱处理叶绿素含量

Fig.1 Chlorophyll content of wheat varieties in different drought stress

2.2.2 水分胁迫处理对抗旱不同小麦品种超氧化物歧化酶活性的影响 小麦幼苗 SOD 活性(以鲜重称量)与幼苗抗旱性呈正相关^[12]。胁迫处理 7 d 后 SOD 活性增强,无高于对照宁春 27 号(SOD 活性 701.2594 U/g)的品种,低于对照的有 98-21(SOD

活性 682.1159 U/g)、宁春 10 号(SOD 活性 654.9118 U/g)等 12 个品种(系),经方差分析品种间差异不显著,但 SOD 活性与抗旱性呈正相关趋势(详见图 2)。

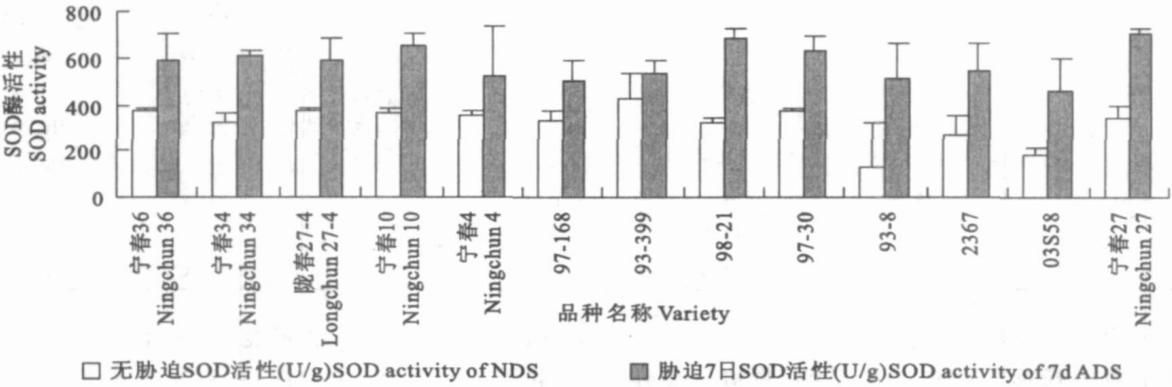


图 2 小麦干旱处理 SOD 酶测定

Fig.2 SOD activity measurement of wheat varieties in different drought stress

2.2.3 水分胁迫处理对不同抗旱小麦品种脯氨酸含量的影响 水分胁迫可引起脯氨酸含量迅速增加。水分胁迫处理 5 d 后脯氨酸含量增幅高于对照宁春 4 号(增幅 507.7186)的有 93-399(增幅 683.9041)、宁春 34(增幅 643.7346)等 6 个品种

(系),高于对照宁春 27 号(增幅468.2112)的有 93-399(增幅683.9041)、宁春 34(增幅643.7346)等 10 个品种(系),低于对照宁春 27 号(增幅 468.2112)的有 97-30(增幅448.1852)、97-168(增幅435.9344)两个品种(系),经方差分析品种间

差异不显著,但与抗旱性呈正相关趋势(详见图 3)。

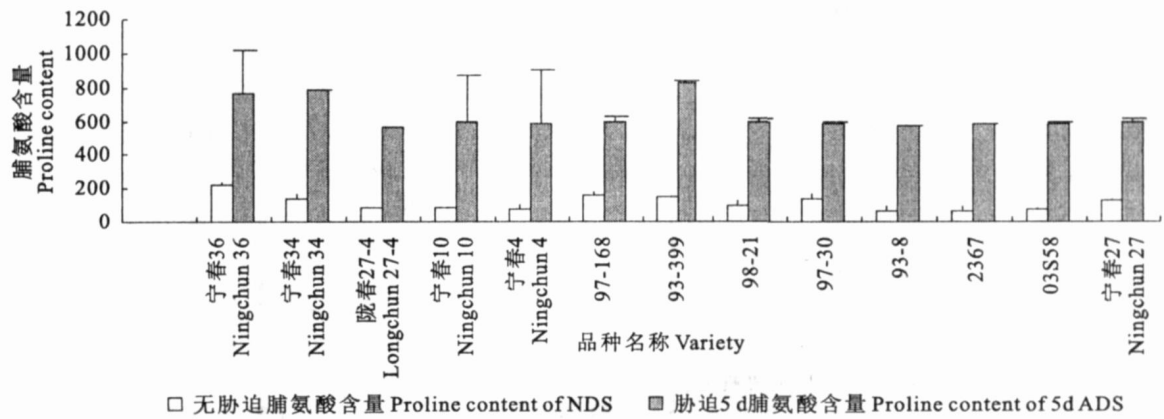


图 3 小麦干旱处理脯氨酸含量

Fig. 3 Proline content of wheat varieties in different drought stress

2.3 综合分析

对 13 个品种发芽率、胚芽鞘长度、主胚根长度、胚根数目、叶绿素含量、超氧化物歧化酶活性、脯氨酸含量、苗期抗旱性 8 个调查项目进行综合分析和系统聚类分析(如图 4),抗旱性强的有宁春 36、陇春 27-4、97-30、宁春 10 号、98-21、宁春 27 号 6 个品种(系),抗旱性中等的有宁春 34、93-399 两个品种(系),抗旱性差的有 97-168、03S58、宁春 4 号、

93-8、2367,其结果与田间苗期抗旱性是一致的。在水分胁迫条件下,抗旱强的宁春 36、陇春 27-4、97-30、宁春 10 号、98-21、宁春 27 号等的发芽率较高,胚芽鞘长度较长,叶绿素含量降低幅度较小,脯氨酸含量增加幅度较大,超氧化物歧化酶活性较高,主胚根长度、胚根数与抗旱性中等的宁春 34、93-399 和抗旱性弱的 97-168、03S58、宁春 4 号、93-8、2367 等有一定差别。

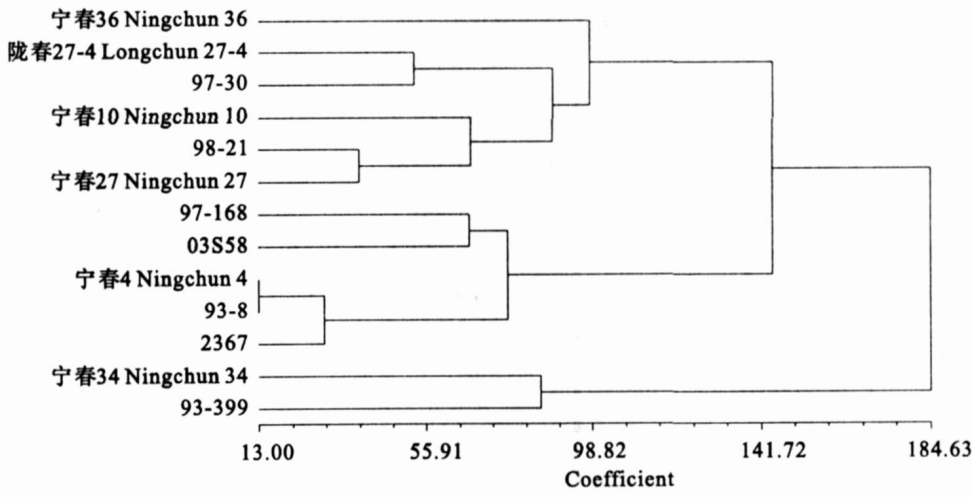


图 4 聚类分析图

Fig. 4 Dendrogram of cluster analysis

3 讨论

小麦抗旱鉴定指标可分为两大类,一是形态指标,如株高、根系、分蘖、叶片形态等;二是生理生化指标,如光合、叶绿素含量、可溶性物质、SOD 酶等。结合前人研究成果,本试验采用 8 个形态和生理指标对 13 个小麦品种的抗旱性鉴定研究表明,有些形

态指标如发芽率、胚芽鞘长度,有些生理生化指标如叶绿素含量、超氧化物歧化酶活性、脯氨酸含量可作为小麦抗旱性鉴定的指标;萌芽期主胚根长度、胚根数目有一定的变化规律,可能也受胁迫程度、操作技术的限制,但这几项指标与抗旱性的关系不大明显,可作为抗旱性鉴定的参考指标,可溶性糖含量关系不明显,可进一步研究。不同的品种在萌发期和苗

期对于干旱抗御能力及形式是不同的,只有因地制宜地对品种加以合理利用,才能培育出适合不同地区自然条件的优良品种。

参考文献:

- [1] 胡荣海.小麦品种(系)抗逆性评价筛选及应用[J].植物学通报,1991,8(1):9.
- [2] 代九江.王永海.农业减灾指南[M].中国农业出版社,1994.
- [3] 卢布,段桂荣,冯利平,等.调控旱地玉米生长及其土地环境的几种覆盖方式的研究[J].山西农业大学学报,1995,15(4):352—356.
- [4] 陈旭辉,周长华.玉米抗旱播种方法研究[J].贵州农业科学,1990,(3):25—29.
- [5] 王砚田,徐祝龄.半干旱地区土壤水分变化规律及提高降水利用率的措施[J].北京农业大学学报,1993,19(2):31—40.
- [6] 曹国藩,李秀君.保水耕作法效益评比研究[J].甘肃农业大学学报,1994,29(1):38—42.
- [7] 余莉斯,姚贻泉,唐辉,等.玉米保水剂抗旱栽培试验总结[J].广西农业科学,1991,(6):248—251.
- [8] 李友军,郭秀璞,史国安,等.小麦抗旱鉴定指标的筛选研究[J].沈阳农业大学学报,1999,30(6):586—590.
- [9] 孙彩霞,沈秀瑛.作物抗旱性鉴定指标及数量分析方法的研究进展[J].中国农学通报,2002,18(1):49—51.
- [10] 陈斗生.中国小麦育种与产业化进展[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [11] 江龙.作物抗旱性的研究方法[J].贵州农业科学,1999,27(5):70—72.
- [12] 刘永岗,王曰鑫,李学哲.土壤水分测定三种方法的比较[J].中国农学通报,2006,22(2):110—112.
- [13] 宋飞,李世清,王辉.施氮对灌浆期冬小麦不同叶片SPAD值及光合速率的影响[J].麦类作物学报,2006,26(6):172—174.
- [14] 张治安,张美善,蔚荣海.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004.

Studies on identification of drought-resistance of spring wheat in southern mountain area of Ningxia

YANG Lin^{1,2}, XU Zhao-shi², LU Yan², JING Ji-hai¹, ZHAO Bo-tu¹,
LI Lian-cheng², CHEN Ming², MA You-zhi^{2*}

(1. Guyuan Institute of Agricultural Sciences, Guyuan, Ningxia 756000, China;

2. China National Key Science Facility of Crop Gene Resources and Gene Improvement, Key Laboratory of Crop Genetics and Breeding, Ministry of Agriculture, Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Drought is one of the most important factors affecting spring wheat yield in Ningxia Hui Autonomous Region. This study investigated the association between wheat resistance to drought and morphological or physiological traits under the imitate drought condition in laboratory. The morphological or physiological traits, such as germinating capacity, coleoptile's length, root length, number of roots, superoxide dismutase and proline were analyzed on different drought resistant wheat cultivars or lines at the stage of germinating and seedling. The results indicated that in drought stress condition, the high drought-resistant cultivars or lines had higher germinating capacity, longer coleoptile's length, lower reduction in the chlorophyll, higher increase in the proline contents, and higher activation of superoxide dismutase, coleoptile's length and root's amount are different from mediate or feeble drought-resistant cultivars or lines. 13 wheat cultivars were divided into three classes, high drought-resistance, mediate drought-resistance and feeble drought-resistance. These results could be helpful to wheat drought-resistance breeding.

Keywords: spring wheat; Ningxia; drought-resistant identification