

国内外 301 份小麦品种(系)种子 萌发期抗旱性鉴定及评价

任毅¹, 颜安², 张芳¹, 夏先春³, 谢磊¹, 耿洪伟¹

(1. 新疆农业大学农学院, 新疆农业大学生物技术重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

3. 中国农业科学院作物科学研究所/国家小麦改良中心, 北京 100081)

摘要:以-0.5 MPa PEG-6000 模拟干旱胁迫环境,对 301 份冬小麦品种(系)在人工气候箱内进行种子萌发培养,在发芽势、发芽率、发芽指数、根数、根长、苗高和胚芽鞘长度测定的基础上,应用隶属函数、聚类分析和因子分析等方法对小麦种子萌发期抗旱性进行综合评价。结果表明,PEG 胁迫下各指标测量值较对照均下降,且各指标之间存在极显著或显著正相关。利用隶属函数法进行抗旱性分析,发现不同小麦品种(系)间表现出较大差异, D 值的变幅为 0.08~0.95。通过聚类分析,将材料按抗旱性强弱分为 5 类:藁城 8901 等 8 份品种(系)为高度抗旱型,周麦 22 等 29 份品种(系)为抗旱型,鲁麦 8 号等 116 份品种(系)为中等抗旱型,石 4185 等 83 份品种(系)为干旱敏感型,烟农 18 等 65 份品种(系)为干旱高度敏感型。主成分分析表明,发芽指数、根长和根数在萌发因子、伸长因子和根部性状因子中的载荷量分别为 0.96,0.88 和 0.91。不同抗旱类型麦区间的分布表明,8 份高度抗旱型小麦品种(系)均来自国内,其中 5 份来自北部冬麦区。综合评价得到萌发期高度抗旱型种质分别是川麦 44、皖麦 33、藁城 8901、CA9719、周 8425B、宁冬 10、新麦 37 和 CA0958。发芽指数、根长和根数可作为小麦萌发期抗旱性鉴定的可靠指标。北部冬麦区可作为挖掘抗旱关键种质的重点麦区。

关键词:小麦种质;种子萌发期;抗旱性鉴定;聚类分析;主成分分析

中图分类号:S512.1;S338 **文献标志码:**A

Identification and evaluation of drought tolerance of 301 wheat varieties (lines) at germination stage

REN Yi¹, YAN AN², ZHANG Fang¹, XIA Xian-chun³, XIE Lei¹, GENG Hong-wei¹

(1. College of Agronomy, Key Laboratory of Agricultural Biological Technology, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. College of Pratacultural and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

3. Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS)/National Wheat Improvement Center, Beijing 100081)

Abstract: In this study, a simulated drought stress environment of -0.5 MPa PEG-6000 was used to germinate and culture the seeds of 301 winter wheat varieties (lines) in the artificial climate chamber during the germination period. The germination potential, germination rate, germination index, root number, root length, seedling height and coleoptile length were measured. The drought tolerance was evaluated by the membership function method, cluster analysis and factor analysis. The relative values of the indexes were significantly and positively correlated with those of the controls. Using membership function method to rank drought tolerance, it was found that there were great differences among wheat varieties, the range of D value was 0.08~0.95. By using cluster analysis, we divided all varieties into 5 groups according to drought tolerance. Eight varieties (lines) such as Gaocheng 8901 were highly drought resistant type; 29 varieties (lines) such as Zhoumai 22 were the drought-resistant type; 116 varieties (lines) such as

收稿日期:2018-04-27

修回日期:2018-09-05

基金项目:新疆维吾尔自治区区域协同创新专项(2017E01007);新疆农业大学-南京农业大学联合基金项目(KXYJ201602);新疆农业大学研究生科研创新项目(XJAUGRI2016017)

作者简介:任毅(1992-),男,湖北松滋人,博士研究生,研究方向为小麦分子育种。E-mail:demo0999@163.com

通信作者:耿洪伟(1978-),男,重庆合川人,教授,主要从事小麦分子育种研究。E-mail:hw-geng@163.com

Lumai 8 were the medium drought-resistant type; 83 varieties (lines) such as Shi 4185 were the drought-sensitive type; 65 varieties (lines) such as Yannong 18 were the highly sensitive drought type. The results of principal component analysis showed that the maximum load of germination index, root length and root number were 0.96, 0.88 and 0.91, respectively. The distribution of different drought tolerant types of wheat regions showed that 8 wheat varieties (lines) with high drought tolerance were all from China. Five of the germplasm were from the northern winter wheat region. The germplasms with high drought tolerance in germinating period were Chuanmai 44, Wanmai 33, Gaocheng 8901, CA9719, Zhou 8425B, Ningdong 10, Xinmai 37 and CA0958. The germinating index, root length and root number can be used as reliable indicators for drought tolerance identification in the germinating stage of wheat, and the northern winter wheat region can be used as a key wheat area to excavate drought-tolerant critical germplasm.

Keywords: wheat germplasm; seed germination stage; identification of drought tolerance; cluster analysis; principal components analysis

随着全球气候变暖和水资源紧缺的加剧,每年因干旱缺水导致的作物减产已经超过其他非生物限制因素的总和,干旱严重影响着农业的可持续发展^[1-2]。小麦是世界上第二大粮食作物,养活了世界上约 40% 的人口^[3-4],小麦高产、稳产直接影响一个国家的粮食安全和国计民生^[5]。培育抗旱性强的小麦新品种是干旱条件下维持小麦稳产简便有效的途径之一^[6]。种子萌发期既是小麦生长发育的起始阶段,也是衡量小麦抗旱性强弱的重要时期^[7]。小麦萌发期抗旱性对幼苗建立和后期高产至关重要,小麦的正常萌发直接影响出苗的快慢和质量,进而决定了全田基本苗数及群体结构,影响着产量的构成^[8]。

聚乙二醇(PEG)是目前普遍应用的渗透调节剂,它通过改变溶液渗透压,进而影响种子吸水速率,达到模拟干旱的条件,适用于小麦种子萌发抗旱鉴定^[9-11]。发芽率^[9]、发芽势^[9]、发芽指数^[6]、胚根数^[12]、胚芽鞘长度^[8, 13]和最长胚根长^[13]等均可作为萌发期抗旱鉴定的参考指标,但仅凭单一指标,很难全面准确地评判品种抗旱性^[6]。因此,采用模糊隶属函数^[6]、聚类分析^[14]、灰度关联^[15]和主成分分析^[16]等方法进行综合评价,能有效弥补单一指标造成评价片面的缺陷。主成分分析法能对各指标间的相关性进行估算,因此该法在评价多种作物种子萌发期抗旱性上广泛应用^[17-19]。孙绿等^[8]以 119 份黄淮冬麦区小麦品种进行萌发期抗旱性鉴定,将加权隶属函数法和聚类分析法相结合,对其进行分类,获得 13 份强抗旱性材料。周国雁等^[9]用高渗溶液渗透胁迫法对 70 份云南小麦品种进行了抗旱研究,并指出萌发期抗旱性和全生育期抗旱性之间有一定联系,绝大多数小麦品种中,如果萌发期抗旱,则全生育期一般也表现抗旱。小麦种质资源丰富,不同品种对干旱胁迫的响应也存在一定差异。崔俊美等^[20]通过萌发期结合苗期抗旱指标

对 7 份四川小麦品种进行抗旱性鉴定,发现川麦 42 和 Sy95-71 在两个时期抗旱排序没有变化,抗旱性分别是最强和最弱。曹勇等^[21]以 PEG 胁迫下 6 份山西小麦品系发芽率、发芽势、萌发指数和干物质转换率的差异性响应,选出具有代表性且抗旱综合表现好的 3 份品系,为山西旱地小麦育种提供重要材料。李国瑞等^[6]对 41 份小麦品种萌发期抗旱性研究表明,强抗旱性品种蜀万 8 号、绵麦 37、绵麦 228 等可作为西南麦区小麦抗旱育种种质资源。

上述研究对不同地区小麦种子萌发期抗旱性进行了大量研究^[6, 9, 13, 21-22],但多是通过单一麦区的小麦材料进行种子萌发期抗旱鉴定,涉及品种数相对较少,且缺乏对不同麦区材料间抗旱性的全面评价,从而限制了优异抗旱资源的跨麦区或地区的交流与使用。国外材料及区域外材料由于来源背景差异大,从而具有更为丰富的遗传变异,通过对国内主要麦区和国外引进冬小麦进行种子萌发期抗旱性全面和系统的研究,可为育种提供更为丰富的优异种质资源及跨区域的交流与应用。本研究对我国四大主要冬麦区的 233 份和来自国外的 68 份品种(系)进行萌发期抗旱性鉴定,筛选关键材料进行种质创新,找到容易测定且与萌发期抗旱性密切相关的抗旱指标,了解冬小麦萌发期抗旱性及各区域抗旱类型分布特点,为干旱区乃至全国小麦抗旱性遗传改良提供参考信息。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试小麦材料共 301 份,其中 68 份为国外品种(系),233 份为我国 4 个冬麦区品种(系),包括北部冬麦区 51 份,黄淮冬麦区 121 份,长江中下游冬麦区 41 份和西南冬麦区 20 份(见附表)。材料涵盖国内上述麦区各时期主栽品种(系)和适合国内种植的外引品种(系),具有较好的代表性,均由中

国农业科学院作物科学研究所中虎研究员惠赠。用于发芽试验的种子于2015-2016年度种植于新疆农业科学院玛纳斯县试验站。采用随机区组设计,三行区,2 m行长,每行50株,行距25 cm,田间管理按照当地的栽培措施进行。收获后,种子经过精选晾晒后备用,由新疆农业大学小麦分子育种课题组进行收集保存。

1.2 试验设计

参照《小麦抗旱性鉴定评价技术规范 GB/T 21127-2007》的方法^[23]。每份材料挑选大小均匀、籽粒饱满、无虫害种子600粒。先用70%的酒精活化60 s,无菌水冲洗5次,再用0.1% HgCl₂溶液消毒15 min,无菌水冲洗5次。消毒完毕后用无菌水浸泡种子至露白。用-0.5 MPa 聚乙二醇-6000(PEG-6000)水溶液对种子进行水分胁迫处理,以无离子水作为对照,3次重复。每发芽皿中放入100粒种子(铺有单层滤纸),分别加入12 mL PEG-6000溶液或无离子水。采用 Percival 智能光照培养箱培养,恒温20℃培养,相对湿度60%,光照/黑暗时间为12 h/12 h,光照强度为150 μmol·m⁻²·s⁻¹,连续培养7 d,每天用电子天平称量因蒸发散失的水分,并用蒸馏水补充水分损失,以保持渗透势不变。以胚根长≥种子长或胚芽长≥0.5×种子长作为发芽标准。

发芽势=第3 d发芽种子数/供试种子数×100%;
发芽率=第7 d发芽种子数/供试种子数×100%;
发芽指数 $GI = \sum (G_t/D_t)$, 其中, G_t 为第 t 日的发芽种子个数, D_t 为相应的发芽日数;发芽第7 d,随机挑选发芽苗10株,测量根数、根长、苗高和胚芽鞘长度。

1.3 数据处理与分析

(1) 抗旱系数的计算

参照贾寿山等^[15]的计算方法:

某一指标的相对值 = PEG 胁迫处理的测定值 / 对照的测定值 × 100%;

综合抗旱系数 = (n 个指标的相对值之和) / n 。

(2) 隶属函数的计算

采用模糊隶属函数法对301份小麦品种(系)萌发期抗旱各指标进行隶属函数值计算,得出加权平均值,用以综合评价抗旱性。参照杨进文等^[24]的方法,用于分析的隶属函数值 $U(X_j)$ 计算方法如下:

$$U(X_j) = (X_j - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}), \quad j = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

$$U(X_j) = 1 - \left[\frac{X_j - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \right], \quad j = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

$$D = \sum_{j=1}^n \left[U(X_j) \left(\frac{|r_j|}{\sum_{j=1}^n |r_j|} \right) \right], \quad j = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

其中, X_j 为第 j 个指标抗旱系数的测定值; $X_{j\max}$ 为第 j 个指标抗旱系数的最大值; $X_{j\min}$ 为第 j 个指标抗旱系数的最小值。若所测指标与植物的抗旱性呈正相关,则采用(1)式计算隶属函数值,反之则用(2)式。公式(3)中, $U(X_j)$ 为第 j 个指标的隶属函数值, r_j 为第 j 个指标与综合抗旱系数间的相关系数, $|r_j| / \sum_{j=1}^n |r_j|$ 为指标权数,表示第 j 个指标在所有指标中的重要程度。 D 值为各个品种(系)在PEG胁迫下的抗旱性度量值,根据 D 值大小可以对品种(系)进行抗旱性鉴定, D 值越大,说明抗旱性越强。用Microsoft Excel 2010进行数据整理并计算各处理指标的平均值,SPSS 21.0进行 T 检验、相关性分析、聚类分析和因子分析。因子分析以累计贡献率 ≥ 80% 的原则来选取因子。

2 结果与分析

2.1 不同小麦品种(系)种子萌发对干旱胁迫响应的差异

由表1可见,PEG胁迫下7个指标测量值较对照均下降,说明PEG胁迫对种子萌发具有一定的抑制作用。胁迫培养下苗高均值为3.07 cm,下降最严重,较对照下降56.39%。发芽势、发芽率、发芽指数、根数、根长和胚芽鞘长均值分别是:34.33%、50.25%、0.53 cm、4.47 cm、5.10 cm 和 1.99 cm,分别较对照下降了22.40%、31.11%、35.71%、3.25%、38.78%和1.97%。除根长外,PEG胁迫下其余指标变异系数较对照均增加,发芽率表现突出,增加了39.80%。对照与处理间各指标经配对 t 检验,均表现为极显著。说明胁迫对各指标产生了明显的抑制作用,且各指标对干旱胁迫的响应不同。

2.2 不同小麦品种(系)萌发期各指标的相关性分析

PEG胁迫下各指标相对值相关性表明,除相对苗高分别与相对发芽势、相对发芽率和相对发芽指数呈显著正相关外,其余各指标间均呈极显著正相关。进而说明小麦抗旱性是一个复杂的数量性状(表2)。其中,相对发芽指数与相对发芽势和相对发芽率呈极显著正相关,相关系数最高,分别达到0.870和0.746。

表 1 PEG 胁迫下小麦种子各萌发指标的变化

Table 1 Changes of the germination indices for 301 varieties of wheat under PEG stress

处理 Treatment	参数 Parameter	GP/%	GR/%	GI	RN	RL/cm	SH/cm	CL/cm
对照 Control	最大值 Max.	88.00	100.00	1.70	6.00	14.33	10.50	2.87
	最小值 Min.	2.00	5.00	0.04	2.30	1.97	1.42	0.83
	均值 Average	44.24	72.94	0.84	4.62	8.33	7.04	2.03
	标准差 SE	18.84	19.92	0.32	0.61	2.37	1.85	0.34
	变异系数 CV/%	42.58	27.31	38.76	13.21	28.49	26.26	16.74
PEG 胁迫 PEG stress	最大值 Max.	78.00	95.00	1.33	5.70	9.20	6.94	3.08
	最小值 Min.	1.00	5.00	0.05	2.40	1.87	0.62	0.62
	均值 Average	34.33	50.25	0.53	4.47	5.10	3.07	1.99
	标准差 SE	15.12	19.18	0.24	0.63	1.35	1.01	0.40
较对照变化 Comparison with the control	变异系数 CV/%	44.03	38.18	44.27	14.11	26.47	32.97	19.97
	均值 Average	-9.91	-22.69	-0.30	-0.15	-3.23	-3.97	-0.04
	变异系数 CV/%	1.45	10.87	5.51	0.90	-2.02	6.71	3.23
	<i>t</i> 值 <i>t</i> value	-17.07 **	-27.00 **	-27.87 **	-4.18 **	-23.36 **	-36.82 **	-1.71 **

注:GP:发芽势;GR:发芽率;GI:发芽指数;RN:根数;RL:根长;SH:苗高;CL:胚芽鞘长度;*t*值:处理与对照配对*t*检验; **表示*t*检验达极显著水平($P<0.01$)。

Note: GP: Germination potential; GR: Germination rate; GI: Germination index; RN: Radical number; RL: Radical length; SH: Shoot height; CL: Coleoptile length; *t* value: Paired *t*-test between treatment and control; ** indicate *t*-test amount to significant level ($P<0.01$).

表 2 PEG 胁迫下各萌发相关指标的相关系数

Table 2 Correlation coefficients between related germination indices under PEG stress

测定指标 Index	RGP	RGR	RGI	RRN	RRL	RSH	RCL
RGP	1.000						
RGR	0.574 **	1.000					
RGI	0.870 **	0.746 **	1.000				
RRN	0.164 **	0.153 **	0.148 **	1.000			
RRL	0.251 **	0.271 **	0.302 **	0.442 **	1.000		
RSH	0.120 *	0.136 *	0.146 *	0.492 **	0.671 **	1.000	
RCL	0.244 **	0.189 **	0.234 **	0.622 **	0.528 **	0.731 **	1.000

注:RGP:相对发芽势;RGR:相对发芽率;RGI:相对发芽指数;RRN:相对根数;RRL:相对根长;RSH:相对苗高;RCL:相对胚芽鞘长度; * 和 ** 分别表示在 $P=0.05$ 和 $P=0.01$ 水平上相关显著。

RGP: Relative germination potential; RGR: Relative germination rate; RGI: Relative germination index; RRN: Relative radical number; RRL: Relative radical length; RSH: Relative shoot height; RCL: Relative coleoptile length; * and ** denote significant correlations at $P=0.05$ and $P=0.01$ probability levels, respectively.

2.3 不同小麦品种(系)萌发期抗旱性综合评价

采用隶属函数法分别对供试材料发芽势、发芽率、发芽指数、根数、根长、苗高和胚芽鞘长求算隶属函数值,通过加权平均得到 *D* 值,并利用 *D* 值进行抗旱性综合评价。按 *D* 值的大小进行排序,变幅范围 0.08~0.95(见附表)。结果表明,川麦 44 和皖麦 33 抗旱性表现最好,*D* 值分别达到了 0.95 和 0.89。繁 6 和 Nidera Baguette 10 抗旱性表现最差,*D* 值均为 0.08。

2.4 不同小麦品种(系)萌发期抗旱性聚类分析

利用供试材料 *D* 值经 SPSS 21.0 系统聚类的组内联接法,根据欧式距离 >5 的标准,将 301 份地理来源不同的小麦品种(系),分为 5 大类(表 3)。第 I 类包括皖麦 33、藁城 8901 和川麦 44 等 8 份小麦材料,占供试材料的 2.66%,*D* 值平均值 0.86,属于

高度抗旱型小麦品种(系)。第 II 类包括 Fr03733、周麦 22 和皖 23094 等 29 份小麦材料,占供试材料的 9.64%,*D* 值平均值 0.69,属于抗旱型小麦品种(系)。第 III 类包括 Norin 61、鲁麦 8 号和豫麦 34 等 116 份小麦材料,占供试材料的 38.54%,*D* 值平均值 0.52,属于中等抗旱型小麦品种(系)。第 IV 类包括石 4185、豫麦 18 和 Fr03724 等 83 份小麦材料,占供试材料的 27.57%,*D* 值平均值 0.38,属于对于干旱敏感型小麦品种(系)。第 V 类包括豫麦 7 号、豫麦 49 和烟农 18 等 65 份小麦材料,占供试材料的 21.59%,*D* 值平均值 0.23,属于对于干旱高度敏感型小麦品种(系)。

2.5 不同小麦品种(系)萌发期抗旱类型分布情况

68 份国外品种(系)中,抗旱类型达到中等及以上抗旱性的品种(系)有 36 份(52.94%);233 份国

内品种(系)中,达中等及以上抗旱性的品种(系)有117份(占50.22%),国外品种(系)萌发期达中等及以上抗旱性的品种(系)的比率高于国内品种(系)。聚类分析得到的8份高度抗旱型小麦材料均来自国内(表3)。来自北部冬麦区、黄淮冬麦区、长江中下游冬麦区和西南冬麦区的小麦品种(系),抗旱类型达到中等抗旱及以上分别为38份(74.52%)、47份

(38.84%)、24份(58.53%)和8份(40.00%),各麦区小麦品种(系)萌发期抗旱表现由强到弱依次为北部冬麦区、长江中下游冬麦区、西南冬麦区和黄淮冬麦区(表4)。从四大麦区聚类分析结果可见,8份高度抗旱型小麦材料中的5份(62.50%)来自北部冬麦区;48份干旱高度敏感型小麦材料中有37份(77.08%)来自黄淮冬麦区。

表3 供试材料基于聚类分析的抗旱类型分布频率

Table 3 Distribution frequency of drought-tolerant types of test materials based on cluster analysis

抗旱类型 Drought-tolerance type	D 值均值 D value mean	全部品种(系) All varieties		国外品种(系) Foreign varieties		国内品种(系) Domestic varieties	
		品种(系)数 No. of varieties	频率/% Frequency	品种(系)数 No. of varieties	频率/% Frequency	品种(系)数 No. of varieties	频率/% Frequency
I	0.86	8	2.66	0	0.00	8	3.43
II	0.69	29	9.64	7	10.29	22	9.44
III	0.52	116	38.54	29	42.65	87	37.35
IV	0.38	83	27.57	15	22.06	68	29.18
V	0.23	65	21.59	17	25.00	48	20.60
总计 Total		301	100.00	68	100.00	233	100.00

表4 抗旱类型在中国不同冬麦区分布表

Table 4 Distribution of drought tolerant types in different winter wheat regions in China

抗旱类型 Drought-tolerance type	北部冬麦区 NWWR		黄淮冬麦区 YHFWR		长江中下游冬麦区 MLYWWR		西南冬麦区 SWWR	
	品种(系)数 No. of varieties	频率/% Frequency						
I	5	9.80	1	0.83	1	2.44	1	5.00
II	10	19.62	6	4.96	5	12.19	1	5.00
III	23	45.10	40	33.05	18	43.90	6	30.00
IV	8	15.68	37	30.58	14	34.15	9	45.00
V	5	9.80	37	30.58	3	7.32	3	15.00
总计 Total	51	100.00	121	100.00	41	100.00	20	100.00

注: NWWR: 北部冬麦区; YHFWR: 黄淮冬麦区; MLYWWR: 长江中下游冬麦区; SWWR: 西南冬麦区。

Note: NWWR: Northern winter wheat region; YHFWR: Yellow and Huai facultative winter wheat region; MLYWWR: Middle and low Yangtze winter wheat region; SWWR: Southwestern winter wheat region.

2.6 不同小麦品种(系)萌发期抗旱性因子分析

对各指标的相对值进行主成分分析,前3个主成分因子贡献率分别为47.26%、27.61%和8.81%,累计贡献率达到83.68%,其余因子贡献率较小可忽略不计(表5)。按照因子选取原则,本研究从7个因子中选取3个贡献率最高的因子作为数据分析的有效成分。载荷量的高低反映主因子与各指标的相关程度(表6)。

第一主因子与发芽势和发芽指数相关性最大,相关系数分别是0.90和0.96,它们主要反映了各小麦品种(系)干旱胁迫下种子的萌发状况,可称为萌发因子。第二主因子与根长和苗高相关性最大,相关系数分别是0.88和0.85,它们主要反映了材料萌发期地下根部和地上叶部的伸长情况,可称为伸长因子。第三主因子与根数相关性最大,相关系数为0.91,它主要反映了不同品种(系)萌发期胁迫下根部密度状况,可称为根部性状因子。

表5 因子特征值及贡献率

Table 5 Eigenvalues of all factors and their contributions

因子 Factor	特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution	累计贡献率/% Cumulative contribution
1	3.31	47.26	47.26
2	1.93	27.61	74.87
3	0.62	8.81	83.68
4	0.45	6.48	90.16
5	0.40	5.68	95.83
6	0.20	2.85	98.68
7	0.09	1.32	100.00

表6 3个主因子的载荷矩阵

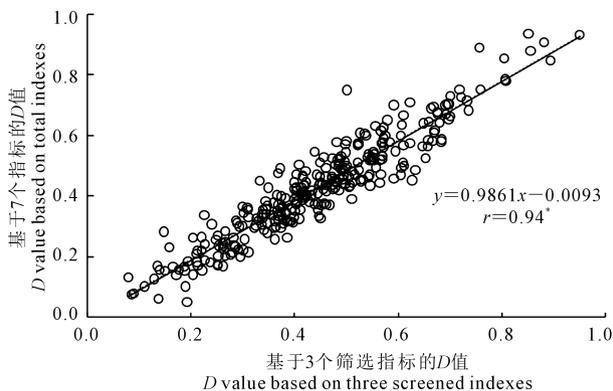
Table 6 Loading matrix of three principal factors

主因子 Principal factor	GP	GR	GI	RN	RL	SH	CL
因子1 Factor 1	0.90	0.83	0.96	0.08	0.21	0.01	0.13
因子2 Factor 2	0.04	0.14	0.11	0.23	0.88	0.85	0.56
因子3 Factor 3	0.14	0.02	0.06	0.91	0.14	0.37	0.68

注: GP: 发芽势; GR: 发芽率; GI: 发芽指数; RN: 根数; RL: 根长; SH: 苗高; CL: 胚芽鞘长度。

Note: GP: Germination potential; GR: Germination rate; GI: Germination index; RN: Radical number; RL: Radical length; SH: Shoot height; CL: Coleoptile length.

综上所述,这 3 个主因子可解释 83.68% 的数据变化趋势,且丢失的信息较少。发芽指数、根长和根数与 3 个主因子有较高的相关性,相关系数分别为 0.96、0.88 和 0.91。以发芽指数、根长和根数为鉴定指标计算 D 值,与 7 个指标综合评价 D 值排序相比, D 值小于 0.10 的 5 份干旱敏感型小麦品种(系),位次变化不超过 7; D 值大于 0.80 的 8 份高度抗旱型小麦品种(系),位次变化为 5。其中 111 份参试材料的位次变化为 10, 剩余 177 份参试材料的位次变化不超过 15。以筛选得到的 3 个指标计算出的 D 值为横轴,以 7 个指标综合评价计算出的 D 值为纵轴,绘制二者关系图(图 1),呈极显著正相关($P < 0.01$),相关系数为 0.94。综上所述利用发芽指数、根长和根数对供试材料进行萌发期抗旱性鉴定与综合评价结果基本一致,因此,发芽指数、根长和根数可作为小麦萌发期抗旱性鉴定和综合评价的重要指标。



注: * 表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: * means significant difference ($P < 0.05$).

图 1 3 个筛选指标因子与全部指标评价小麦抗旱性的相关关系
Fig.1 Comparison of evaluation for drought tolerant wheat based on three screened indexes and total indexes

3 讨论

多年来,对小麦抗旱性的研究多集中于生长和生理生化方面^[14],不同小麦品种(系)对干旱胁迫的响应及其有效评价指标有待探索。目前,小麦抗旱性鉴定主要是种子萌发期鉴定、苗期鉴定和全生育期鉴定等方法^[23]。全生育期鉴定是最为可靠和接近生产实际的鉴定方法,但需要通过多年多点的抗旱表型检测分析,将耗费大量的人力物力,并因大田水分分布不均及雨水的不可控等因素会影响鉴定的准确性,使其很难找到理想的环境,应用受到极大限制。苗期抗旱性鉴定采用温室盆栽法,能有效地将材料间的环境控制为相对一致,但受限于温室空间条件和鉴定周期,使得鉴定材料数量有

限;该法利用 2 次干旱胁迫复水,其中复水时间和存活苗数的确定都不易掌握,最终幼苗干旱存活率还需进一步校正,实际应用并不理想。种子萌发期是作物生长的起始时期,也是受逆境胁迫最为敏感的时期^[25],种子萌发期抗旱性鉴定可以在短时间内对大量的材料进行抗旱性初步评价,虽然滤纸会对溶液渗透势有一定影响,但因其具有周期短、效率高、可操作性强等优势^[6, 9, 26],目前该法在多种作物抗旱性研究中得到广泛应用^[27-30]。

我国春麦种植区,春季干旱频发且持续时间长^[31],出苗期大面积缺苗断垄,严重影响春麦生产。针对小麦生产中出现的上述问题,育种家从材料抗性选育角度,对我国春小麦萌发期抗旱性做了大量的研究^[6, 9, 13, 20, 22],而对我国冬小麦萌发期抗旱性研究显著不足。我国以种植冬小麦为主,冬小麦种植面积为 2.21×10^7 hm^2 ,而春小麦仅占全国小麦种植总面积的 6.62%^[32]。我国大多冬麦区也都存在季节性干旱现象。在我国南方冬小麦虽是第二大粮食作物,但其种植面积和产量分别仅占全国冬小麦的 1/3^[33]。南方地区季节性干旱以秋旱为主,平均发生频率 29.80%,多发区分布在长江中下游和华南地区^[34],其中云南北部和华南沿海地带为干旱频发区,干旱频率达到 75.00%^[33]。西北干旱区 40% 的地区降水也呈明显的季节性分布^[35],冬小麦一般都在秋季(9-11 月)播种,如果这段时间内发生秋旱,将对麦田墒情造成不同程度的影响,最终影响小麦萌发出苗。我国冬小麦种植区分布在中蒙干旱区中,它是世界第三大干旱区,其总面积约为 5.63×10^6 km^2 ,居住着近 1 亿人口,也是全球独特的中纬度干旱区^[36]。在未来气候变化背景下,如果品种适应性不能得到保证,季节性秋旱将对干旱半干旱地区冬小麦出苗造成直接影响,最终造成小麦减产,农民遭受损失。种质资源是作物遗传改良和种质创新的重要材料^[37],从冬小麦萌发期抗旱角度对我国冬麦区小麦材料的抗旱特征进行研究,对改良干旱半干旱地区抗旱冬小麦新品种具有重要的指导意义。

作物抗旱性是受多基因共同作用的数量性状,对于复杂数量性状的研究,采用单一指标很难准确鉴定^[6]。本研究发现各指标间相关系数重叠信息较多,不易清楚找到关键指标。因此利用主成分分析,在损失很少信息的前提下,分别选取发芽指数、根长和根数作为主要鉴定指标,使综合评价工作得以简化,适合大批量小麦种质资源萌发期抗旱性鉴定。然而上述筛选得到的指标与前人研究结果存

在一定差别,例如曹勇等^[21]认为进行初步鉴定时胚芽鞘长度将发挥作用。李国瑞等^[6]指出发芽率可作为重要的参考指标。周国雁等^[9]则认为相对发芽势在早期抗旱材料筛选中具有指导作用。前人研究材料份数有限且来源地较集中,试验材料或者研究方法的不同,可能是造成抗旱指标筛选差异化的原因。本研究供试材料来自种植面积占全国冬麦总面积85.00%以上的四大主要冬麦区(北部冬麦区、黄淮冬麦区、长江中下游冬麦区和西南冬麦区)^[38]和国外引进(来自14个国家或地区)的301份品种(系),具有丰富的遗传多样性,能有效消除材料选择的局限性对综合评价准确度的影响。小麦种子萌发期跨区域集中进行抗旱性鉴定,较单一地区评价更加全面,可为遗传群体构建以及抗旱相关基因挖掘提供基础材料。种质资源的交流是推动小麦育种进程的关键。综合评价最终获得8份高度抗旱型种质:川麦44、皖麦33、藁城8901、CA9719、周8425B、宁冬10、新麦37和CA0958,这些高度抗旱型品种(系)可作为今后新品种选育的关键种质,用于各麦区之间抗旱材料的交流与使用。通过收集各个冬麦区优异种质资源,进行大量组配,聚合各大麦区抗旱优异基因,从而实现目标性状有效聚合。

从参试材料抗旱类型分布中发现,国外品种(系)萌发期抗旱整体表现优于国内,可能是因为我国特殊的国情,在早期小麦育种中重点关注产量性状^[39],致使育种目标转型较晚,存在一定的滞后性。以上只是初步评价结果,后续还需要增加材料数量进一步探讨。本研究发现高度抗旱型小麦材料均来自国内,4个冬麦区参试材料每种抗旱类型均有分布。耐旱型(高度抗旱型和抗旱型)材料各麦区分布频率由高到低依次是:北部冬麦区>长江中下游冬麦区>西南冬麦区>黄淮冬麦区。而敏感型(干旱敏感型和干旱高度敏感型)材料各麦区分布频率由高到低排序为:黄淮冬麦区>西南冬麦区>长江中下游冬麦区>北部冬麦区,表明不同麦区品种(系)抗旱性呈差异化分布。北部冬麦区和黄淮冬麦区都是我国冬小麦主产区,种植面积和产量分别占全国的70.00%和75.00%^[32],从国内品种(系)来源地分布中发现,62.50%高度抗旱型材料来自北部冬麦区,且分布比例最高。这与该麦区是四大麦区中冬春季节最为干旱少雨的生态环境相吻合^[40],气候条件使该麦区小麦品种具有更高的抗旱性。黄淮冬麦区是我国最重要的小麦种植区,常年产量和面积在各麦区中均位居第一位^[38],周8425B和周麦22

均是该麦区极具代表性的主推小麦品种。周8425B和周麦22抗旱类型分别是高度抗旱型和抗旱型品种(系),其中周8425B是目前黄淮冬麦区重要的骨干亲本,用其做亲本育成的品种(系)有100多个,具有很高的育种价值^[41]。周麦22是黄淮冬麦区主推小麦品种,推广面积在河南省居第一位、全国居第二位,已累计推广 6.70×10^6 hm²,被许多育种单位选为杂交组合的骨干亲本^[42]。该麦区在长期的选育过程中保留并集中依赖于少数几个骨干品种,且该麦区小麦生长期雨水充沛,对材料的抗旱性要求不高,这也可能就是导致干旱高度敏感型材料中77.08%是来自黄淮冬麦区的主要原因。近50年来黄淮冬麦区的冬季降水量总体呈下降趋势,平均降水量仅73.30 mm,约占全年降水量的7.00%^[40,43],在冬旱加剧的背景下,提升黄淮冬麦区小麦抗旱性还需结合气象信息进一步分析。西南冬麦区是我国第三大冬麦区,经鉴定该区有60.00%的品种(系)抗旱性是敏感型。小麦种植于保水力差、土壤贫瘠的丘陵坡地上,丘陵旱地农业基础设施落后,灌溉条件缺乏^[44]。当旱情发生时,当地小麦生产受到地形条件、引蓄水困难和频发的季节性秋旱等诸多因素的限制,导致当地品种抗旱能力弱,对水分要求较敏感。长江中下游冬麦区河网密布,地下水位高,素有“怕渍不怕旱”的说法^[45],遇到多雨时节,如果不及时排水,麦田易形成大面积的渍害,不利于小麦长壮根和壮苗,严重影响小麦生产。该麦区重点关注小麦耐渍性筛选,培育耐渍性强的新品种,因此当地小麦品种对水分胁迫相对敏感,实际生产与本研究结果(长江中下游冬麦区41.47%的材料是敏感型抗旱)相符合。应对小麦生育前期干旱问题,需要培育更多的抗旱、优质品种(系)丰富本区域小麦生产市场,可通过吸纳外源优异种质资源,利用各区域间优势互补,跨区域进行优异种质资源的交流与使用,来改善本地区小麦抗旱遗传基础相对狭窄的现状,丰富小麦育种材料,丰富本区域内和区域间小麦抗旱遗传多样性,从而推进我国小麦抗旱育种进程。本研究只对小麦萌发期抗旱性做了初步判断,至于苗期、全生育期抗旱表现还需进一步研究,各生育时期之间的抗旱关系将是下一步研究的重点。

参考文献:

- [1] 赵丽英,邓西平,山仑.水分亏缺下作物补偿效应类型及机制研究概述[J].应用生态学报,2004,15(3):523-526.
- [2] Lobell D B, Schlenker W, Costa-Roberts J. Climate trends and global crop production since 1980 [J]. Science, 2011, 333(6042): 616-620.

- [3] Mayer K F X, Rogers J, Dolezel J, et al. A chromosome-based draft sequence of the hexaploid bread wheat (*Triticum aestivum*) genome [J]. *Science*, 2014, 345(6194): 1251788.
- [4] Tanno K, Willcox G. How fast was wild wheat domesticated? [J]. *Science*, 2006, 311(576): 1886.
- [5] Shao H B, Liang Z S, Shao M A, et al. Dynamic changes of antioxidative enzymes of 10 wheat genotypes at soil water deficits [J]. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 2005, 42(3): 187-195.
- [6] 李国瑞, 马宏亮, 胡雯媚, 等. 西南麦区小麦品种萌发期抗旱性的综合鉴定及评价[J]. *麦类作物学报*, 2015, 35(4): 479-487.
- [7] Dodd G L, Donovan L A. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs [J]. *American Journal of Botany*, 1999, 86(8): 1146-1153.
- [8] 孙绿, 李玉刚, 王圣健, 等. 模拟干旱条件下冬小麦品种萌发期抗旱性评价[J]. *干旱地区农业研究*, 2017, 35(6): 109-115.
- [9] 周国雁, 隆文杰, 雷涌涛, 等. PEG 处理下小麦种子萌发期的性状变化与品种抗旱性级别划分[J]. *西南农业学报*, 2015, 28(6): 2348-2354.
- [10] 景蕊莲, 吕小平. 小麦抗旱种质资源的遗传多样性[J]. *西北植物学报*, 2003, 23(3): 410-416.
- [11] 景蕊莲, 吕小平. 用渗透胁迫鉴定小麦种子萌发期抗旱性的方法分析[J]. *植物遗传资源学报*, 2003, 4(4): 292-296.
- [12] 曹俊梅, 周安定, 吴新元, 等. 不同基因型冬小麦抗旱性鉴定及相关抗旱指标分析[J]. *新疆农业科学*, 2011, 48(12): 2157-2164.
- [13] 周国雁, 伍少云, 隆文杰, 等. 云南省不同小麦资源种子萌发期抗旱性相关性状差异及与抗旱指数、抗旱系数的相关性[J]. *华南农业大学学报*, 2015, 36(2): 13-18.
- [14] 许红, 刘杨, 王威雁, 等. 冬小麦种子萌发期抗旱性的基因型差异[J]. *麦类作物学报*, 2014, 34(10): 1426-1432.
- [15] 贾寿山, 朱俊刚, 王曙光, 等. 山西小麦地方品种萌发期的抗旱性[J]. *华北农学报*, 2011, 26(2): 213-217.
- [16] 张龙龙, 杨明明, 董剑, 等. 三个小麦新品种萌发期和幼苗期抗旱性的综合评价[J]. *干旱地区农业研究*, 2016, 34(6): 228-234, 279.
- [17] 李丰先, 周宇飞, 王艺陶, 等. 高粱品种萌发期耐碱性筛选与综合鉴定[J]. *中国农业科学*, 2013, 46(9): 1762-1771.
- [18] 曾凯, 张恒斌, 陈李森, 等. 68 份大豆品种资源在新疆灌区的农艺性状分析[J]. *中国油料作物学报*, 2017, 39(5): 615-622.
- [19] 胡一波, 杨修仕, 陆平, 等. 中国北部藜麦品质性状的多样性和相关性分析[J]. *作物学报*, 2017, 43(3): 464-470.
- [20] 崔俊美, 张朝明, 张怀渝, 等. 7 个小麦品种的抗旱性比较[J]. *麦类作物学报*, 2015, 35(11): 1542-1550.
- [21] 曹勇, 姬虎太, 裴雪霞, 等. PEG 模拟干旱胁迫下 6 份冬小麦种子抗旱性评价[J]. *山西农业科学*, 2016, 44(6): 723-725.
- [22] 李国瑞, 李朝苏, 吴春, 等. 西南地区小麦品种萌发期抗旱性分析[J]. *干旱地区农业研究*, 2015, 33(4): 212-219.
- [23] 中国国家标准化委员会. GB/T21127-2007 小麦抗旱性鉴定评价技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [24] 杨进文, 朱俊刚, 王曙光, 等. 用 GGE 双标图及隶属函数综合分析山西小麦地方品种抗旱性[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(4): 1031-1038.
- [25] Tobe K, Zhang L, Omasa K. Seed germination and seedling emergence of three annuals growing on desert sand dunes in China [J]. *Annals of Botany*, 2005, 95(4): 649-659.
- [26] 彭智, 李龙, 柳玉平, 等. 小麦芽期和苗期耐盐性综合评价[J]. *植物遗传资源学报*, 2017, 18(4): 638-645.
- [27] 汪灿, 周棱波, 张国兵, 等. 薏苡种质资源萌发期抗旱性鉴定及抗旱指标筛选[J]. *植物遗传资源学报*, 2017, 18(5): 846-859.
- [28] 徐宁, 陈冰婧, 王明海, 等. 绿豆品种资源萌发期耐碱性鉴定[J]. *作物学报*, 2017, 43(1): 112-121.
- [29] 张宇君, 赵丽丽, 王普昶, 等. 燕麦萌发期抗旱指标体系构建及综合评价[J]. *核农学报*, 2017, 31(11): 2236-2242.
- [30] 赵倩, 卢杰春, 郑浩宇, 等. 红小豆萌发期耐旱种质筛选[J]. *土壤与作物*, 2017, 6(1): 39-44.
- [31] 俄有浩, 霍治国, 马玉平. 北方春小麦种植区小麦种植结构变化的气候依据与冻害风险[J]. *自然灾害学报*, 2015, 24(5): 149-159.
- [32] 赵广才. 中国小麦种植区划研究(一)[J]. *麦类作物学报*, 2010, 30(5): 886-895.
- [33] 隋月, 黄晚华, 杨晓光, 等. 气候变化背景下中国南方地区季节性干旱特征与适应 II. 基于作物水分亏缺指数的越冬粮油作物干旱时空特征[J]. *应用生态学报*, 2012, 23(9): 2467-2476.
- [34] 黄晚华, 隋月, 杨晓光, 等. 气候变化背景下中国南方地区季节性干旱特征与适应 III. 基于降水量距平百分率的南方地区季节性干旱时空特征[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(2): 397-406.
- [35] 徐利岗, 周宏飞, 杜历, 等. 1951-2008 年中国西北干旱区降水时空变化及其趋势[J]. *中国沙漠*, 2015, 35(3): 724-734.
- [36] 钱正安, 宋敏红, 吴统文, 等. 世界干旱气候研究动态及进展综述(II): 主要研究进展[J]. *高原气象*, 2017, 36(6): 1457-1476.
- [37] 刘旭, 李立会, 黎裕, 等. 作物种质资源研究回顾与发展趋势[J]. *农学学报*, 2018, 8(1): 1-6.
- [38] 卢布, 丁斌, 吕修涛, 等. 中国小麦优势区域布局规划研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2010, 31(2): 6-12, 61.
- [39] 何中虎, 庄巧生, 程顺和, 等. 中国小麦产业发展与科技进步[J]. *农学学报*, 2018, 8(1): 99-106.
- [40] 房世波, 齐月, 韩国军, 等. 1961-2010 年中国主要麦区冬春气象干旱趋势及其可能影响[J]. *中国农业科学*, 2014, 47(9): 1754-1763.
- [41] 唐建卫, 殷贵鸿, 高艳, 等. 小麦骨干亲本周 8425B 及其衍生品种(系)的农艺性状和加工品质综合分析[J]. *麦类作物学报*, 2015, 35(6): 777-784.
- [42] 邹少奎, 殷贵鸿, 唐建卫, 等. 黄淮主推小麦品种主要农艺性状配合力及遗传效应分析[J]. *麦类作物学报*, 2017, 37(6): 730-738.
- [43] 徐建文, 居辉, 梅旭荣, 等. 近 30 年黄淮海平原干旱对冬小麦产量的潜在影响模拟[J]. *农业工程学报*, 2015, 31(6): 150-158.
- [44] 王相权, 黄辉跃, 王仕林, 等. 四川冬小麦新品种(系)抗旱性鉴定及分析[J]. *中国农学通报*, 2014, 30(15): 39-45.
- [45] 高德荣, 张晓, 康建鹏, 等. 长江中下游麦区小麦迟播的不利影响及育种对策[J]. *麦类作物学报*, 2014, 34(2): 279-283.

附表 供试小麦品种及特征

Appendix Tested wheat cultivars and their characteristics

编号 Code	材料 Material	来源地 Origin	冬麦区 Winter Wheat Region	D 值 D value	抗旱类型 Drought-resistance type
1	CA0548	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.21	V
2	CA0816(白) CA0816(White)	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.61	III
3	CA0816(红) CA0816(Red)	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.57	III
4	CA0958	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.80	I
5	CA0998	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.49	III
6	CA1055	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.44	III
7	CA1062	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.53	III
8	CA1090	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.72	II
9	CA1119	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.29	V
10	CA1133	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.45	III
11	CA1135	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.45	III
12	CA9719	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.86	I
13	北京 0045 Beijing 0045	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.50	III
14	北京 841 Beijing 841	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.54	III
15	丰抗 2 号 Fengkang 2	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.56	III
16	京 411 Jing 411	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.73	II
17	京 9428 Jing 9428	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.70	II
18	京冬 17 Jingdong 17	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.70	II
19	京冬 22 Jingdong 22	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.40	IV
20	京冬 8 号 Jingdong 8	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.51	III
21	京双 16 Jingshuang 16	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.55	III
22	轮选 987 Lunxuan 987	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.57	III
23	农大 139 Nongda 139	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.66	II
24	农大 211 Nongda 211	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.57	III
25	农大 212 Nongda 212	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.48	III
26	中麦 175 Zhongmai 175	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.54	III
27	中麦 415 Zhongmai 415	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.67	II
28	中优 206 Zhongyou 206	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.68	II
29	中优 335 Zhongyou 335	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.42	IV
30	中优 9507 Zhongyou 9507	中国北京 Beijing, China	北部冬麦区 NWWR	0.50	III
31	豆麦 Doumai	中国地方种 Local species in China	北部冬麦区 NWWR	0.57	III
32	洋小麦 Yangxiaomai	中国地方种 Local species in China	北部冬麦区 NWWR	0.49	III
33	中国春 Chinese Spring	中国地方种 Local species in China	北部冬麦区 NWWR	0.24	V
34	高优 503 Gaoyou 503	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.55	III
35	藁城 8901 Gaocheng 8901	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.88	I
36	观 35 Guan 35	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.35	IV
37	邯 6172 Han 6172	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.48	III
38	衡 7228 Heng 7228	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.76	II
39	衡观 33 Hengguan 33	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.41	IV
40	冀师 02-1 Jishi 02-1	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.34	IV
41	金禾 9123 Jinhe 9123	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.14	V
42	科衡 6654 Keheng 6654	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.46	III
43	石 4185 Shi 4185	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.39	IV
44	石家庄 15 Shijiazhuang 15	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.51	III
45	石家庄 8 号 Shijiazhuang 8	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.25	V
46	石新 733 Shixin 733	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.36	IV
47	石新 828 Shixin 828	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.41	IV
48	石优 17 Shiyou 17	中国河北 Hebei, China	北部冬麦区 NWWR	0.65	II
49	宁冬 10 Ningdong 10	中国宁夏 Ningxia, China	北部冬麦区 NWWR	0.81	I
50	宁冬 11 Ningdong 11	中国宁夏 Ningxia, China	北部冬麦区 NWWR	0.66	II

续表

编号 Code	材料 Material	来源地 Origin	冬麦区 Winter Wheat Region	D 值 D value	抗旱类型 Drought-resistance type
51	新麦 37 Xinmai 37	中国新疆 Xinjiang, China	北部冬麦区 NWWR	0.81	I
52	11CA40	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.41	IV
53	85 中 33 85 Zhong 33	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.36	IV
54	矮抗 58 Aikang 58	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.17	V
55	百农 3217 Bainong 3217	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.32	IV
56	百农 64 Bainong 64	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.45	III
57	花培 5 号 Huapei 5	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.61	III
58	兰考 24 Lankao 24	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.54	III
59	兰考 2 号 Lankao 2	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.50	III
60	兰考 906 Lankao 906	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.34	IV
61	洛早 2 号 Luohan 2	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.40	IV
62	洛麦 21 Luomai 21	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.74	II
63	内乡 188 Neixiang 188	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.37	IV
64	内乡 5 号 Neixiang 5	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.57	III
65	新麦 19 Xinmai 19	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.27	V
66	新麦 9408 Xinmai 9408	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.31	V
67	新麦 9 号 Xinmai 9	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.40	IV
68	偃展 4110 Yanzhan 4110	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.32	IV
69	豫麦 13 Yumai 13	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.22	V
70	豫麦 18 Yumai 18	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.39	IV
71	豫麦 21 Yumai 21	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.46	III
72	豫麦 2 号 Yumai 2	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.19	V
73	豫麦 34 Yumai 34	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.53	III
74	豫麦 35 Yumai 35	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.56	III
75	豫麦 47 Yumai 47	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.28	V
76	豫麦 49 Yumai 49	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.22	V
77	豫麦 50 Yumai 50	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.34	IV
78	豫麦 57 Yumai 57	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.15	V
79	豫麦 63 Yumai 63	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.68	II
80	豫麦 7 号 Yumai 7	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.23	V
81	郑 9023 Zheng 9023	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.37	IV
82	郑麦 366 Zhengmai 366	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.20	V
83	郑引 1 号 Zhengyin 1	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.33	IV
84	郑州 3 号 Zhengzhou 3	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.56	III
85	中 892 Zhong 892	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.51	III
86	中麦 871 Zhongmai 871	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.40	IV
87	中麦 875 Zhongmai 875	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.27	V
88	中麦 895 Zhongmai 895	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.29	V
89	中育 5 号 Zhongyu 5	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.16	V
90	中育 9 号 Zhongyu 9	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.60	III
91	周 8425B Zhou 8425B	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.85	I
92	周麦 11 Zhoumai 11	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.68	II
93	周麦 12 Zhoumai 12	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.43	IV
94	周麦 13 Zhoumai 13	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.54	III
95	周麦 16 Zhoumai 16	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.67	II
96	周麦 18 Zhoumai 18	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.49	III
97	周麦 19 Zhoumai 19	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.09	V
98	周麦 22 Zhoumai 22	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.70	II
99	周麦 23 Zhoumai 23	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.21	V
100	周麦 25 Zhoumai 25	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.39	IV
101	周麦 26 Zhoumai 26	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.21	V

续表

编号 Code	材料 Material	来源地 Origin	冬麦区 Winter Wheat Region	D 值 D value	抗旱类型 Drought-resistance type
102	周麦 28 Zhoumai 28	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.29	V
103	周麦 30 Zhoumai 30	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.44	III
104	周麦 31 Zhoumai 31	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.48	III
105	周麦 32 Zhoumai 32	中国河南 Henan, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.55	III
106	PH82-2	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.25	V
107	济麦 19 Jimai 19	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.37	IV
108	济麦 20 Jimai 20	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.19	V
109	济麦 21 Jimai 21	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.49	III
110	济麦 22 Jimai 22	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.37	IV
111	济南 13 Jinan 13	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.30	V
112	济南 17 Jinan 17	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.19	V
113	济宁 16 Jining 16	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.42	IV
114	良星 66 Liangxing 66	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.51	III
115	良星 99 Liangxing 99	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.30	V
116	临麦 2 号 Linmai 2	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.31	V
117	临麦 4 号 Linmai 4	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.46	III
118	鲁麦 11 Lumai 11	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.48	III
119	鲁麦 14 Lumai 14	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.25	V
120	鲁麦 15 Lumai 15	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.35	IV
121	鲁麦 21 Lumai 21	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.40	IV
122	鲁麦 23 Lumai 23	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.36	IV
123	鲁麦 5 号 Lumai 5	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.42	IV
124	鲁麦 6 号 Lumai 6	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.70	II
125	鲁麦 7 号 Lumai 7	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.29	V
126	鲁麦 8 号 Lumai 8	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.53	III
127	鲁麦 9 号 Lumai 9	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.46	III
128	鲁原 502 Luyuan 502	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.45	III
129	山农 20 Shannong 20	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.22	V
130	泰山 1 号 Taishan 1	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.46	III
131	泰山 5 号 Taishan 5	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.42	IV
132	汶农 14 Wennong 14	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.40	IV
133	汶农 5 号 Wennong 5	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.35	IV
134	烟农 15 Yannong 15	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.29	V
135	烟农 18 Yannong 18	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.24	V
136	烟农 19 Yannong 19	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.20	V
137	淄麦 12 Zimai 12	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.47	III
138	淄选 2 号 Zixuan 2	中国山东 Shandong, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.34	IV
139	晋麦 45 Jinmai 45	中国山西 Shanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.45	III
140	晋麦 61 Jinmai 61	中国山西 Shanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.40	IV
141	晋麦 67 Jinmai 67	中国山西 Shanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.31	V
142	临旱 2 号 Linhan 2	中国山西 Shanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.49	III
143	临抗 12 Linkang 12	中国山西 Shanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.34	IV
144	矮丰 3 号 Aifeng 3	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.33	IV
145	碧蚂 1 号 Bima 1	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.48	III
146	碧蚂 4 号 Bima 4	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.50	III
147	丰产 3 号 Fengchan 3	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.34	IV
148	秦农 142 Qinnong 142	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.60	III
149	秦农 151 Qinnong 151	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.46	III
150	秦农 731 Qinnong 731	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.47	III
151	陕 150 Shan 150	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.63	III
152	陕 229 Shan 229	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.41	IV

续表

编号 Code	材料 Material	来源地 Origin	冬麦区 Winter Wheat Region	D 值 D value	抗旱类型 Drought-resistance type
153	陕 253 Shan 253	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.60	III
154	陕 354 Shan 354	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.44	IV
155	陕 512 Shan 512	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.26	V
156	陕 715 Shan 715	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.44	III
157	陕麦 509 Shanmai 509	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.46	III
158	陕麦 94 Shanmai 94	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.37	IV
159	陕农 78-59 Shannong 78-59	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.38	IV
160	陕农 981 Shannong 981	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.28	V
161	陕优 225 Shanyou 225	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.11	V
162	武农 148 Wunong 148	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.31	V
163	西农 1376 Xinong 1376	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.37	IV
164	西农 2000-7 Xinong 2000-7	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.57	III
165	西农 291 Xinong 291	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.25	V
166	西农 88 Xinong 88	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.52	III
167	西农 979-005 Xinong 979-005	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.58	III
168	小偃 22 Xiaoyan 22	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.38	IV
169	小偃 54 Xiaoyan 54	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.28	V
170	小偃 6 号 Xiaoyan 6	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.43	IV
171	小偃 81 Xiaoyan 81	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.47	III
172	长武 134 Changwu 134	中国陕西 Shaanxi, China	黄淮冬麦区 YHFWWR	0.25	V
173	川麦 107 Chuanmai 107	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.18	V
174	川麦 41 Chuanmai 41	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.33	IV
175	川麦 43 Chuanmai 43	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.67	II
176	川麦 44 Chuanmai 44	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.95	I
177	川麦 46 Chuanmai 46	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.40	IV
178	川麦 47 Chuanmai 47	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.38	IV
179	川麦 49 Chuanmai 49	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.37	IV
180	川麦 52 Chuanmai 52	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.13	V
181	川农 16 Chuannong 16	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.50	III
182	川农 23 Chuannong 23	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.37	IV
183	川育 23 Chuanyu 23	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.46	III
184	繁 6 Fan 6	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.08	V
185	科成麦 1 号 Kechengmai 1	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.57	III
186	绵麦 185 Mianmai 185	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.47	III
187	绵麦 37 Mianmai 37	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.47	III
188	绵农 4 号 Miannong 4	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.41	IV
189	绵阳 19 Mianyang 19	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.34	IV
190	绵阳 26 Mianyang 26	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.34	IV
191	内麦 9 号 Neimai 9	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.63	III
192	蓉麦 4 号 Rongmai 4	中国四川 Sichuan, China	西南冬麦区 SWWR	0.40	IV
193	安 1331 An 1331	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.37	IV
194	阜 936 Fu 936	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.42	IV
195	淮麦 18 Huaimai 18	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.39	IV
196	淮麦 20 Huaimai 20	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.42	IV
197	淮麦 21 Huaimai 21	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.49	III
198	皖 23094 Wan 23094	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.69	II
199	皖麦 19 Wanmai 19	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.61	III
200	皖麦 29 Wanmai 29	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.40	IV
201	皖麦 33 Wanmai 33	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.89	I
202	皖麦 38 Wanmai 38	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.44	IV
203	皖麦 50 Wanmai 50	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.49	III

续表

编号 Code	材料 Material	来源地 Origin	冬麦区 Winter Wheat Region	D 值 D value	抗旱类型 Drought-resistance type
204	皖麦 52 Wanmai 52	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.37	IV
205	皖麦 53 Wanmai 53	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.26	V
206	宿 0663 Su 0663	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.59	III
207	宿农 6 号 Sunong 6	中国安徽 Anhui, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.30	V
208	鄂恩 5 号 Een 5	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.29	V
209	鄂麦 11 Emai 11	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.52	III
210	鄂麦 12 Emai 12	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.62	III
211	鄂麦 14 Emai 14	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.68	II
212	鄂麦 18 Emai 18	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.72	II
213	鄂麦 21 Emai 21	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.55	III
214	鄂麦 23 Emai 23	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.54	III
215	华 2459 Hua 2459	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.38	IV
216	荆麦 103 Jingmai 103	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.49	III
217	襄麦 55 Xiangmai 55	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.45	III
218	襄麦 81 Xiangmai 81	中国湖北 Hubei, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.52	III
219	连麦 2 号 Lianmai 2	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.52	III
220	宁麦 13 Ningmai 13	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.68	II
221	宁麦 8 号 Ningmai 8	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.35	IV
222	宁麦 9 号 Ningmai 9	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.42	IV
223	徐州 23 Xuzhou 23	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.61	III
224	徐州 25 Xuzhou 25	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.65	II
225	扬麦 10 号 Yangmai 10	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.56	III
226	扬麦 13 Yangmai 13	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.37	IV
227	扬麦 15 Yangmai 15	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.61	III
228	扬麦 158 Yangmai 158	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.38	IV
229	扬麦 16 Yangmai 16	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.62	III
230	扬麦 5 号 Yangmai 5	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.42	IV
231	扬麦 9 号 Yangmai 9	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.50	III
232	镇麦 168 Zhenmai 168	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.58	III
233	镇麦 6 号 Zhenmai 6	中国江苏 Jiangsu, China	长江中下游冬麦区 MLYWWR	0.40	IV
234	Aca 601	阿根廷 Argentina	国外引进材料 IV	0.57	III
235	Aca 801	阿根廷 Argentina	国外引进材料 IV	0.59	III
236	Klein Jabal 1	阿根廷 Argentina	国外引进材料 IV	0.66	II
237	Nidera Baguette 10	阿根廷 Argentina	国外引进材料 IV	0.08	V
238	Nidera Baguette 20	阿根廷 Argentina	国外引进材料 IV	0.36	IV
239	ProINTA Colibr 1	阿根廷 Argentina	国外引进材料 IV	0.41	IV
240	Sunstate	澳大利亚 Australia	国外引进材料 IV	0.15	V
241	Magnus	德国 Germany	国外引进材料 IV	0.26	V
242	BATJKO	俄罗斯 Russia	国外引进材料 IV	0.50	III
243	DONSKI-93	俄罗斯 Russia	国外引进材料 IV	0.50	III
244	KNHISH 46	俄罗斯 Russia	国外引进材料 IV	0.53	III
245	PALPICH	俄罗斯 Russia	国外引进材料 IV	0.61	III
246	SELYANKA	俄罗斯 Russia	国外引进材料 IV	0.54	III
247	STARSHINA	俄罗斯 Russia	国外引进材料 IV	0.57	III
248	Aztec	法国 France	国外引进材料 IV	0.49	III
249	Azulon	法国 France	国外引进材料 IV	0.41	IV
250	BRUTA	法国 France	国外引进材料 IV	0.16	V
251	Carimulti	法国 France	国外引进材料 IV	0.42	IV
252	Darius	法国 France	国外引进材料 IV	0.57	III
253	Festin	法国 France	国外引进材料 IV	0.45	III
254	Fr03711	法国 France	国外引进材料 IV	0.45	III

续表

编号 Code	材料 Material	来源地 Origin	冬麦区 Winter Wheat Region	D 值 D value	抗旱类型 Drought-resistance type
255	Fr03717	法国 France	国外引进材料 IV	0.76	II
256	Fr03724	法国 France	国外引进材料 IV	0.37	IV
257	Fr03725	法国 France	国外引进材料 IV	0.57	III
258	Fr03732	法国 France	国外引进材料 IV	0.40	IV
259	Fr03733	法国 France	国外引进材料 IV	0.69	II
260	Fr3713	法国 France	国外引进材料 IV	0.45	III
261	Insignia	法国 France	国外引进材料 IV	0.45	III
262	lasen	法国 France	国外引进材料 IV	0.43	IV
263	LASEN	法国 France	国外引进材料 IV	0.52	III
264	Manital	法国 France	国外引进材料 IV	0.55	III
265	Mesofold	法国 France	国外引进材料 IV	0.39	IV
266	NSA09-3645	法国 France	国外引进材料 IV	0.36	IV
267	Salmone	法国 France	国外引进材料 IV	0.47	III
268	Soissons	法国 France	国外引进材料 IV	0.38	IV
269	Thesee	法国 France	国外引进材料 IV	0.41	IV
270	YANA	法国 France	国外引进材料 IV	0.13	V
271	98039G5-103	罗马尼亚 Romania	国外引进材料 IV	0.36	IV
272	F498U1-1021 / BOEMA	罗马尼亚 Romania	国外引进材料 IV	0.57	III
273	F92080G1-1/F93042G2-1	罗马尼亚 Romania	国外引进材料 IV	0.66	II
274	F98047G14-2INC	罗马尼亚 Romania	国外引进材料 IV	0.51	III
275	Lovrin10	罗马尼亚 Romania	国外引进材料 IV	0.30	V
276	Lovrin13	罗马尼亚 Romania	国外引进材料 IV	0.38	IV
277	Jagger/W94-244-132	美国 America	国外引进材料 IV	0.55	III
278	MASON/JAGGER	美国 America	国外引进材料 IV	0.42	IV
279	Mason/Jagger	美国 America	国外引进材料 IV	0.49	III
280	NUWEST/4/D887-74/PEW/3/ LNCR//CARSTEN/GIGANT/5/ MRS/CI14482//YMH/HYS/ 3/RONDEZVOUS T67/X84W063-9-45//K92/3/	美国 America	国外引进材料 IV	0.70	II
281	SNF/4/X86509-1-1/X84W063- 9-39-2//K93	美国 America	国外引进材料 IV	0.48	III
282	TX03A0148 WGRC10/3/KS93U69	美国 America	国外引进材料 IV	0.54	III
283	sib/TA2455//KS93U69/4/JAG- GER	美国 America	国外引进材料 IV	0.48	III
284	RE714	挪威 Norway	国外引进材料 IV	0.40	IV
285	Kanto 107	日本 Japan	国外引进材料 IV	0.30	V
286	Kitanokaori	日本 Japan	国外引进材料 IV	0.23	V
287	Norin 61	日本 Japan	国外引进材料 IV	0.52	III
288	Norin 67	日本 Japan	国外引进材料 IV	0.21	V
289	HK1/6/NVSR3/5/BEZ/TVR/ 5/CFN/BEZ//SU92/ CI13645/3NAI60	土耳其 Turkey	国外引进材料 IV	0.65	II
290	MV LAURA	匈牙利 Hungary	国外引进材料 IV	0.28	V
291	MV05-08	匈牙利 Hungary	国外引进材料 IV	0.25	V
292	Barra	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.14	V
293	Dorico	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.67	II
294	Genio	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.26	V
295	Lampo	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.19	V
296	Libero	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.22	V
297	Mantol	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.50	III
298	Sagittario	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.26	V
299	阿勃 Abo	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.19	V
300	阿夫 Afu	意大利 Italy	国外引进材料 IV	0.55	III
301	C39	英国 Britain	国外引进材料 IV	0.49	III

注: NWW: 北部冬麦区; YHFW: 黄淮冬麦区; SWW: 西南冬麦区; MLYW: 长江中下游冬麦区; IV: 国外引进材料。

Note: NWW: Northern winter wheat region; YHFW: Yellow and huai facultative winter wheat region; SWW: Southwestern winter wheat region; MLYW: Middle and lower yangtze winter wheat region; IV: Introduced varieties.