

冬小麦种质资源丰产抗旱性表型鉴定及分析

郭鹏燕, 任杰成, 赵吉平, 许瑛, 岳忠孝, 张瑞栋 (山西省农业科学院经济作物研究所, 山西汾阳 032200)

摘要 [目的]研究干旱胁迫对冬小麦农艺性状及产量的影响,以及不同小麦种植资源的抗旱性和丰产性差异。[方法]设置了大田条件下设置灌溉和干旱2个处理,调查了50个小麦品种的株高、穗长、穗粒重、千粒重等13个性状,对不同品种的相关指标进行分析。[结果]在不同的环境条件下,有效穗数、穗粒数、穗粒重变异较大,说明不同处理下主要通过穗部因子来影响产量;在干旱处理下,有效穗数、最高茎数与抗旱系数、抗旱指数呈极显著正相关,说明提高有效穗数、最高茎数是提高干旱条件下产量的主要途径,可作为抗旱鉴定指标。[结论]中麦4072、长麦6686、晋太9923的抗旱指数与抗旱系数均较高,说明这3个品种兼顾丰产与抗旱,可以作为抗旱丰产优选亲本。

关键词 冬小麦;抗旱性;丰产性;表型鉴定;种质资源

中图分类号 S512.1⁺1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)21-0020-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.21.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Identification and Analysis of Drought Resistance Phenotype of Winter Wheat Germplasm Resources with High Yield

GUO Peng-yan, REN Jie-cheng, ZHAO Ji-ping et al (Institute of Industrial Crop, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Fenyang, Shanxi 032200)

Abstract [Objective] To study the influence of drought stress on winter wheat agronomic traits, as well as the yields and drought resistance differences between varieties. [Method] Irrigation or drought treatments were carried out in the field, and 13 traits of 50 different wheat varieties were investigated, including plant height, spike length, grain weight per spike, 1 000-grain weight. Relevant index of different varieties were analyzed. [Result] Under different environmental conditions, effective ears, grains per panicle, grain weight per per panicle had relatively great variation, indicating that the yield was mainly affected by the panicle factor under different treatments. Under the drought treatment, effective ears, the highest tillers showed extremely positive correlation with drought resistance coefficient and drought resistance index, which indicated that increasing effective ears and the highest stems were the main way to increase yield under drought condition and these two index could be used as drought resistance identification index. [Conclusion] Zhongmai 4072, Changmai 6686 and Jintai 9923 showed relatively high drought resistance coefficient and drought resistance index, indicating that they could be used as the parents of high yield and drought resistance.

Key words Winter wheat; Drought resistance; Fertility; Phenotypic identification; Germplasm resources

干旱是世界上最严重的自然灾害之一。其形成原因虽主要由降水少而引起,但也与自然环境因素和人类社会因素有关^[1]。小麦是我国主要的粮食作物,在农业生产及国民经济中占有重要地位^[2]。山西地处黄土高原,干旱少雨,生态环境脆弱,因此保护生态、节水发展是山西省农业发展的必由之路。小麦种植的历史久远,是山西最重要的粮食作物^[3],当前山西省农业发展面临资源约束收紧、旱作品种选育滞后等问题,筛选或培育抗旱小麦品种是解决干旱问题最有效的途径之一^[4-5]。为了适应山西小麦各生态区气候条件及现阶段农业发展的需要,育种工作者选育出一批新品种,但新品种在抗旱、高产方面仍没有重要突破。抗旱性是干旱半干旱地区小麦育种的主要目标性状,而及时准确地对小麦品种抗旱性做出鉴定是筛选抗旱小麦品种和选育小麦品种的基础^[6]。卫云宗等^[7]进一步证明了水旱不同环境下交叉选择方法用于抗旱、高产型小麦新品种选育的有效性。因此,在不同水分条件下评价抗旱性对小麦抗旱高产育种具有重要意义。鉴于此,笔者研究了50份冬小麦品种农艺性状及产量的相关性和差异性,筛选水、旱条件下产量抗旱系数、抗旱指数表现显著或极显著相关的农艺性状,并进行聚类分

析,从而鉴定不同小麦品种的抗旱性及丰产性,旨在为冬小麦抗旱节水育种亲本选配和种质资源利用、旱作良种攻关提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2017—2018年在山西省农业科学院经济作物研究所小麦试验田(37°27'N, 111°25'E)进行,试验田所处位置年平均气温10.1℃,日照2 619.9 h,无霜期平均为185.8 d。年平均降水量为469.2 mm,历年生育期降水172.5 mm,该试验小麦生育期降水为231.3 mm,略高于常年降雨量。

1.2 试验材料 供试材料为山西省农业科学院经济作物研究所从各地征集的42份试验品种及8份本所种质资源中优秀骨干品种,来源于我国的4个省10个市(县)共计50份材料,资源编号、材料名称及来源详见表1。

1.3 试验方法 试验采用随机区组设计,3次重复,小区长2.0 m,宽2.6 m,小区面积5.2 m²,每小区种10行,水旱同日于10月5日按450万/hm²基本苗开沟撒播。并分别于4月12日、5月5日和5月27日对水地进行灌溉,其他管理水旱地一致按常规措施进行。

在小麦出苗13 d时,定点数基本苗,拔节前期数最高茎数,成熟时在前期定点部位数有效穗数,按平均值计算折合公顷数。对小麦各个生育期记载,并计算小麦的营养生长期与生殖生长期。成熟后在每小区随机选20株测定株高,并计算平均值,并在每小区选取中间4行随机拔取20株,对穗

基金项目 山西省农业科学院院攻关项目(YGG17046);山西省农业科学院农业科技成果转化与示范推广项目(2018CGZH-18)。

作者简介 郭鹏燕(1982—),女,山西文水人,副研究员,硕士,从事小麦的遗传育种与栽培工作。

收稿日期 2019-04-11; **修回日期** 2019-05-04

长、穗粒数、穗粒重、千粒重进行室内考种。成熟时,分小区 实收,按平均值计算折合产量。

表 1 50 份供试小麦品种名称和地理来源比较

Table 1 Comparison of the name and geographical origins of 50 wheat varieties

编号 Code	品种名称 Variety name	来源 Origin	编号 Code	品种名称 Variety name	来源 Origin
1	太 113	山西太原	26	太 412	山西太原
2	长麦 5765	山西长治	27	中信麦 88	河北众信种业
3	长 9499	山西长治	28	长 7080	山西长治
4	长 8255	山西长治	29	长麦 251	山西长治
5	京麦 10	北京市	30	长麦 5823	山西长治
6	农大 3486	晋中太谷	31	太 1508	山西太原
7	长 6065	山西长治	32	谷麦 0982	山西长治
8	CA1091	中国农大	33	晋太 9923	山西太原
9	太 1305	山西太原	34	晋麦 68	山西汾阳
10	中麦 4072	中国农业科学院	35	长 6904	山西长治
11	太 315	山西太原	36	航麦 2566	中中国农业科学院
12	中麦 93	中国农业科学院	37	长麦 3909	山西长治
13	轮选 638	中国农业科学院	38	众麦 7198	河北众信种业
14	长 5973	山西长治	39	长麦 6686	山西长治
15	晋太 148	山西太原	40	晋太 114	山西太原
16	旱优 5 号	山西临汾	41	婴泊 700	河北婴泊种业
17	太 813	山西太原	42	太 512	山西太原
18	晋太 1310	山西太原	43	长治 6195	山西长治
19	长麦 3897	山西长治	44	科遗 12-6105	中国农业科学院
20	太 5293	山西太原	45	润麦 2 号	山西晋城
21	津麦 3118	天津蓟县	46	长麦 6697	山西长治
22	长 5553	山西长治	47	京农 12-79	北京市
23	晋麦 79	山西太原	48	晋太 146	山西太原
24	晋太 141	山西太原	49	长麦 6789	山西长治
25	长 6794	山西长治	50	太 141	山西太原

1.4 数据分析 采用 DPS 7.05 及 Excel 2003 进行数据数据
统计和分析。

2 结果与分析

2.1 农艺性状及产量的变异分析 从表 2 可知,与干旱处理
相比,灌溉处理的有效穗数高 93.37 个,有效分蘖率高 12.3%,

株高高 11.2 cm,产量高 1 731.89 kg/hm²;2 种处理的变异系数
由高到低依次均为产量>有效穗数>最高茎数>穗粒重>穗粒数
>株高>穗长>有效分蘖率>千粒重>基本苗>生殖生长期>营养
生长期>全生育期,说明产量在不同材料不同处理下变异均较
大,全生育期在不同材料不同处理下变异小,表现稳定。

表 2 灌溉、干旱处理下产量性状的变异比较

Table 2 Comparison of the variances of yield characters under irrigation and drought treatments

项目 Item	处理 Treatment	基本苗 Basic seedlings 万/hm ²	最高 茎数 The highest tiller 个	有效 穗数 Effective ears 个	有效 分蘖率 Ratio of productive tiller %	营养 生长期 Vegetative growth stage d	生殖 生长期 Repro- ductive stage d	全生 育期 Whole growth period d	株高 Plant height cm	穗长 Ear length cm	穗粒重 Grain weight g	千粒重 1 000-grain weight g	穗粒数 Grains per ear 个	产量 Yield kg/hm ²
平均值 Mean	灌溉	225.32	603.86	295.58	49.01	204.42	48.88	253.30	75.56	8.46	1.73	43.71	39.88	5 070.01
	干旱	229.74	549.54	202.21	36.71	205.14	43.90	249.04	64.36	7.80	1.68	42.92	39.45	3 338.12
标准差 Standard deviation	灌溉	3.52	125.27	64.14	3.69	1.54	0.72	1.42	7.54	0.85	0.27	3.25	5.72	1 235.04
	干旱	5.17	121.52	49.37	2.60	1.82	1.75	1.35	8.01	0.71	0.28	2.75	5.81	747.17
变异系数 Variable Coefficient//%	灌溉	1.56	20.74	21.70	7.52	0.75	1.47	0.56	9.97	9.99	15.93	7.44	14.34	24.36
	干旱	2.25	22.11	24.41	7.07	0.89	3.99	0.54	12.45	9.09	16.81	6.40	14.73	22.38
最大值 Maximum value	灌溉	232.50	894.80	482.30	59.00	208.00	51.00	257.00	105.00	10.80	2.65	50.79	58.54	8 509.62
	干旱	241.50	832.36	358.04	43.20	209.00	48.00	254.00	100.00	9.60	2.28	47.95	50.80	4 951.92
最小值 Minimum value	灌溉	211.20	363.30	175.93	40.30	202.00	48.00	251.00	65.00	6.20	1.07	36.91	27.94	2 500.00
	干旱	219.00	327.09	122.01	31.40	202.00	39.00	247.00	51.00	6.34	1.15	37.59	27.10	1 586.54
极差 Range	灌溉	21.30	531.50	306.36	18.70	6.00	3.00	6.00	40.00	4.60	1.58	13.88	30.60	6 009.60
	干旱	22.50	505.26	236.03	11.80	7.00	9.00	7.00	49.00	3.26	1.13	10.36	23.70	3 365.38

2.2 农艺性状及产量抗旱系数、抗旱指数的相关性分析

由表3可知,在灌溉处理下,产量与最高茎数、有效穗数呈极显著正相关,说明适时灌溉有助于提高分蘖的成穗数,从而提高总产量。产量与株高、千粒重、穗粒数达到极显著正相

关,相关系数依次为0.36、0.44、0.34。抗旱系数与产量、最高茎数、有效穗数呈极显著负相关。抗旱指数与抗旱系数呈极显著正相关。

表3 灌溉处理下主要农艺性状和抗旱性的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of the agronomic characters and drought resistance under irrigation treatment

项目 Item	基本苗 Basic seedlings	最高 茎数 The highest tiller	有效 穗数 Effective ears	有效 分蘖率 Ratio of productive tiller	营养 生长期 Vegetative growth stage	生殖 生长期 Repro- ductive stage	全生 育期 Whole growth period	株高 Plant height	穗长 Ear length	穗粒重 Grain weight	千粒重 1 000-grain weight	穗粒数 Grain per ear	产量 Yield	抗旱 系数 Drought resistance coefficient	抗旱 指数 Drought resistance index
基本苗 Basic seedlings	1														
最高茎数 The highest tiller	-0.07	1													
有效穗数 Effective ears	-0.04	0.94**	1												
有效分蘖率 Ratio of productive tiller	0.07	-0.08	0.25	1											
营养生长期 Vegetative growth stage	0.08	-0.07	-0.12	-0.10	1										
生殖生长期 Reproductive stage	-0.07	0	0.03	0.03	-0.40**	1									
全生育期 Whole growth period	0.05	-0.07	-0.12	-0.10	0.89**	0.08	1								
株高 Plant height	-0.12	0.21	0.18	-0.06	0.52**	-0.12	0.50**	1							
穗长 Ear length	-0.14	-0.12	-0.06	0.19	0.06	0.03	0.07	0.34*	1						
穗粒重 Grain weight	0.06	-0.15	-0.18	-0.11	0.30*	0.03	0.34*	0.32*	0.38**	1					
千粒重 1 000-grain weight	0.06	0.20	0.17	-0.06	0.30*	-0.10	0.27	0.52**	0.17	0.44**	1				
穗粒数 Grain per ear	0.02	-0.20	-0.22	-0.10	0.23	0.07	0.28*	0.16	0.35*	0.90**	0.05	1			
产量 Yield	0	0.76**	0.79**	0.15	0.10	0.01	0.11	0.36**	0.16	0.44**	0.44**	0.34*	1		
抗旱系数 Drought resistance coefficient	-0.11	-0.37**	-0.40**	-0.14	0.02	-0.12	-0.04	-0.08	0.02	-0.28	-0.23	-0.19	-0.54**	1	
抗旱指数 Drought resistance index	-0.10	-0.05	-0.08	-0.09	0.13	-0.10	0.09	0.10	0.09	-0.03	-0.02	0.01	-0.10	0.87**	1

注: *表示在0.05水平显著相关; **表示在0.01水平极显著相关

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level

由表4可知,在干旱处理下,产量与最高茎数、有效穗数、有效分蘖率呈极显著正相关,相关系数依次为0.67、0.73、0.43,与株高呈极显著正相关,与千粒重呈显著正相关,相关系数为0.33;抗旱系数与产量呈极显著正相关,相关系数为0.51,与最高茎数、有效穗数、有效分蘖率呈极显著正相关,抗旱指数与产量、抗旱系数呈极显著正相关,相关系数分别为0.86、0.87,与最高茎数、有效穗数、有效分蘖率呈极显著正相关,相关系数依次为0.60、0.66、0.42。

3 结论与讨论

3.1 农艺性状及产量的差异分析 产量指标是育种、栽培追求的共同目标,产量的高低又取决于作物的生长发育情

况。对50个品种产量构成因素在干旱和灌溉处理下的遗传变异分析,结果显示2种处理下产量的变异都较大。产量是多性状累加的共同结果,只有产量性状的协调发展,才能达到高产。赵红梅等^[8]研究表明,干旱处理下小麦品种株高、穗长、总小穗数、结实小穗数、单株干物重等较对照(灌溉处理)均有所下降,但多数供试品种在干旱处理中的收获指数比对照(灌溉处理)高,这与该研究中多数供试品种收获指数均低于灌溉处理的结论有一定的差异,可能与选择的品种和环境有一定的关系。在不同的环境条件下,有效穗数、穗粒数、穗粒重变异也较大,说明不同处理主要通过穗部因子来影响产量。此外,灌溉与干旱的平均值比较可以看出,2种处

理下株高差异较大,损伤程度也较重,株高是反映作物生物产量的重要指标,也说明了生物产量决定经济产量,可以作为抗旱性鉴定的重要指标,这与王相权等^[9]的研究结果一

致。千粒重差异较小,受干旱胁迫较小,这也与许海霞等^[10]结论基本相似。

表 4 干旱处理下主要农艺性状和抗旱性的相关分析

Table 4 Correlation analysis of the agronomic characters and drought resistance under drought treatment

项目 Item	基本苗 Basic seedlings	最高 茎数 The highest tiller	有效 穗数 Effective ears	有效 分蘖率 Ratio of productive tiller	营养 生长期 Vegetative growth stage	生殖 生长期 Repro- ductive stage	全生 育期 Whole growth period	株高 Plant height	穗长 Ear length	穗粒重 Grain weight	千粒重 1 000-grain weight	穗粒数 Grain per ear	产量 Yield	抗旱 系数 Drought resistance coefficient	抗旱 指数 Drought resistance index
基本苗 Basic seedlings	1														
最高茎数 The highest tiller	0.11	1													
有效穗数 Effective ears	0.07	0.96**	1												
有效分蘖率 Ratio of productive tiller	-0.05	0.13	0.40**	1											
营养生长期 Vegetative growth stage	0	-0.03	0.06	0.34*	1										
生殖生长期 Reproductive stage	0.05	0.06	0.03	-0.14	-0.71**	1									
全生育期 Whole growth period	0.07	0.04	0.12	0.28*	0.42**	0.34*	1								
株高 Plant height	0.19	0.31*	0.34*	0.23	0.35*	0.02	0.50**	1							
穗长 Ear length	0.14	-0.18	-0.17	-0.05	-0.18	0.26	0.09	0.11	1						
穗粒重 Grain weight	0.09	-0.28*	-0.28*	-0.08	0.07	-0.03	0.05	0	0.39**	1					
千粒重 1 000-grain weight	0.05	0.03	0.10	0.30*	0.28*	-0.05	0.32*	0.23	-0.06	0.07	1				
穗粒数 Grain per ear	-0.03	-0.44**	-0.46**	-0.12	0.06	-0.04	0.03	0	0.36**	0.66**	0.01	1			
产量 Yield	0.06	0.67**	0.73**	0.43**	0.12	0.01	0.18	0.40**	0.06	0.24	0.33*	0.19	1		
抗旱系数 Drought resistance coefficient	0	0.44**	0.47**	0.28*	-0.01	-0.01	-0.02	0.05	0.09	-0.02	0.03	-0.05	0.51**	1	
抗旱指数 Drought resistance index	0.02	0.60**	0.66**	0.42**	0.05	0.03	0.11	0.24	0.07	0.13	0.2	0.09	0.86**	0.87**	1

注: * 表示在 0.05 水平显著相关; ** 表示在 0.01 水平极显著相关

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level

3.2 灌溉处理下农艺性状及产量抗旱系数、抗旱指数相关分析 产量与最高茎数、有效穗数相关性较高,说明适时灌溉有助于提高冬小麦分蘖的形成,促进分蘖的成穗数,从而提高小麦总体产量。最高茎数和有效穗数 2 个性状与抗旱系数表现为极显著负相关,因此最高茎数、有效穗数是提高灌溉条件下小麦产量的主要性状。

3.3 干旱处理下农艺性状及产量抗旱系数、抗旱指数相关分析 就作物生产来说,干旱胁迫条件下,实际产量是衡量品种抗旱性最直接的鉴定指标^[11]。干旱处理下,产量与有效穗数和最高茎数呈极显著正相关,说明影响干旱产量的主要因素是有效穗数和最高茎数,穗数是冬小麦干旱条件下产量提高的关键,其次是最高茎数,它是产量的重要指标。前

人也对小麦抗旱的形态学性状进行了大量研究,结果显示有效穗数可以作为小麦种质资源抗旱性划分的重要依据^[12]。抗旱系数、抗旱指数均与最高茎数、有效穗数呈极显著正相关,说明提高最高茎数、有效穗数是提高干旱条件下产量的主要途径。

该研究采用自然干旱,能反映作物在田间生产的实际情况,但结果易受气候和环境因素的制约和影响。由于仅进行了 1 年试验,因此研究结果有待进一步检验。今后应加强多年多点次研究,积累丰富数据,为山西省抗旱丰产冬小麦品种的选育提供参考。

参考文献

[1] 李生秀. 中国旱地农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.

别是土壤孔隙度,以促进根系发育,从而提高作物的产量、质量^[9-16]。当5 cm地温稳定在12℃以上时即可播种,山西一般为4月中旬—5月上旬进行播种,种植密度为52 500株/hm²。

3.3 病害防治 彩甜糯1958的主要病害是玉米丝黑穗病。玉米丝黑穗病是以土壤传病为主,在苗期侵染的病害。病原菌为丝孢堆黑粉菌,是我国春播玉米区的重大病害。防治上要避免连作,可用含有戊唑醇的种衣剂包衣^[17-20]来防治。

3.4 适时采收 从外观看,花丝变黑褐色为采收适期,授粉后25 d左右采收比较适宜,此时口味鲜美、市场效益较好;过早采收,糯香味不足,影响食用效果;过晚采收,籽粒硬实,影响甜度。采收时间尽量选择为早晚,并带苞叶采收,及时送到加工车间或供应市场。

4 结论

山西省地处世界三大玉米黄金生产带,大多数地区的地理、气候条件都适宜甜、糯玉米种植,从南到北均有种植;由于饮食习惯,甜糯玉米播种面积远远高于甜玉米和糯玉米^[21]。甜糯玉米粘软、甘甜、清香的食味品质深受消费者的欢迎,果穗主要用于鲜食和速冻保鲜;果穗采收后,植株保绿性好,其秸秆的粗蛋白、粗脂肪和维生素等营养物质含量丰富,可以作为畜牧业的优质饲料。

彩甜糯1958果穗商品性好、食味品质佳;抗病强,茎干抗倒伏、倒折;高产稳产,是鲜食、速冻保鲜的理想品种。在2018年的小面积示范推广中经济效益可观,受到种植户的好评,该品种的推广必将有力地推动山西省农业产业结构调整的步伐,加速山西省农业产业化进程。

彩甜糯1958是采用糯玉米自交系与甜糯双隐性自交系杂交而成的,虽然南繁加代,但仍耗时过长。今后,应加强分子标记辅助选择、单倍体育种等现代育种技术与常规育种方法的有机结合,加快自交系纯化进程,缩短育种年限,提高甜糯玉米育种效率。

参考文献

- [1] 刘德森. 鲜食秋玉米与秋大豆间作栽培技术[J]. 内蒙古农业科技, 2011(6): 113-114.
- [2] 王俊花, 邵林生, 闫建宾, 等. 甜玉米高效栽培模式及效益分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(6): 61-62, 69.
- [3] 严贞, 袁海伦, 张远芬. 一年两茬鲜食糯玉米无公害高效栽培技术[J]. 农业开发与装备, 2016(3): 113, 103.
- [4] 周绍军. 覆膜马铃薯-鲜食玉米高效种植模式探讨[J]. 种子科技, 2019, 37(2): 62.
- [5] 钟维. 鲜食糯玉米与花生间作的主要性状及经济效益分析[J]. 农业与技术, 2019, 39(7): 166-169.
- [6] 郝德荣, 冒宇翔, 陈国清, 等. 我国鲜食甜糯玉米育种现状与展望[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(4): 478-481.
- [7] 董立红, 陈永欣, 翟广谦, 等. 山西省甜糯玉米产业现状与发展对策[J]. 山西农业科学, 2013, 41(12): 1405-1408.
- [8] 李一男. 利用甜糯双隐(三隐)性基因材料选育甜加糯玉米品种[J]. 农业开发与装备, 2015(8): 26, 38.
- [9] 齐宏伟, 刘骞. 京科糯2000北方高产栽培技术[J]. 种子科技, 2010, 28(2): 42-43.
- [10] 孙建, 刘苗, 李立军, 等. 不同施肥处理对土壤理化性质的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(4): 221-225.
- [11] 罗兴录, 岑忠用, 谢和霞, 等. 生物有机肥对土壤理化、生物性状和木薯生长的影响[J]. 西北农业学报, 2008, 17(1): 167-173.
- [12] 王俊花, 邵林生, 闫建宾, 等. 施肥及密度对甜玉米果穗商品性及土壤性状的影响[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(12): 38-42.
- [13] 王秋燕, 田耀加, 张晶, 等. 鲜食甜加糯玉米广彩甜糯7号的选育及覆膜栽培技术[J]. 广东农业科学, 2016, 43(6): 32-37.
- [14] 闫建宾, 邵林生, 王俊花, 等. 优质超甜玉米迪甜6号选育与高产栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(31): 65-66.
- [15] 张潇. 玉米品种彩甜糯6号北方优质高产栽培技术[J]. 农业开发与装备, 2019(2): 175.
- [16] 彭先云. 有机肥在农业生产中的应用分析[J]. 江西农业, 2019(4): 16, 19.
- [17] 孙晓英. 2%戊唑醇混拌种剂防治玉米丝黑穗病试验研究[J]. 中国农村小康科技, 2009(12): 58-59.
- [18] 苏前富, 王巍巍, 宋淑云, 等. 防治玉米丝黑穗病种衣剂的筛选试验[J]. 吉林农业科学, 2009, 34(5): 33-34.
- [19] 董民堂, 王学雄, 李凌雨, 等. 药剂拌种对玉米丝黑穗病的防治效果[J]. 山西农业科学, 2012, 40(7): 763-764, 767.
- [20] 董立, 马继芳, 郑直, 等. 3种拌种剂防治玉米丝黑穗病的效果比较[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(1): 52-53.
- [21] 杜如珊, 卢保红, 张广峰. 山西省甜糯玉米产业现状与发展建议[J]. 现代农业科技, 2018(10): 34-35.
- [2] 卫云宗, 乔蕊清, 刘新月. 高产耐旱冬小麦育种技术及其评价方法研究[J]. 华北农学报, 2001, 16(3): 17-22.
- [3] 赵红梅, 郭程瑾, 段巍巍, 等. 小麦品种抗旱性评价指标研究[J]. 植物遗传资源学报, 2007, 8(1): 76-81.
- [4] 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.
- [5] 许海霞, 李伟, 程西永, 等. 干旱胁迫对小麦农艺性状的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(3): 125-129.
- [6] 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.
- [7] 李瑞奇, 卜冬宁, 张晓, 等. 河北省冬小麦主产抗旱性表型鉴定指标分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 233-238.

(上接第23页)

- [1] 赵广才. 北方冬麦区小麦高产高效栽培技术[J]. 作物杂志, 2008(5): 91-92.
- [2] 张东旭, 张俊灵, 闫金龙, 等. 山西小麦品(系)种穗部与籽粒性状分析[J]. 山西农业科学, 2017, 45(6): 867-872.
- [3] 张军, 吴秀宁, 鲁敏, 等. 拔节期水分胁迫对冬小麦生理特性的影响[J]. 华北农学报, 2014, 29(1): 129-134.
- [4] 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.
- [5] 张灿军, 冀天会, 杨子光, 等. 小麦抗旱性鉴定方法及评价指标研究 I 鉴定方法及评价指标[J]. 中国农学通报, 2007, 23(9): 226-230.