

# 旱地春小麦种植密度与产量及农艺性状的相关性分析

武江燕<sup>1</sup>, 刘宏胜<sup>1</sup>, 牛俊义<sup>2</sup>, 吴兵<sup>2</sup>, 李映<sup>3</sup>, 高玉红<sup>2</sup>, 杨建红<sup>1</sup>

(1. 会宁县农业技术推广中心, 甘肃 会宁 730799; 2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 会宁县社会保障管理局, 甘肃 会宁 730799)

**摘要:** 以小麦品种甘春 27 号为试验材料, 研究了种植密度对小麦产量的影响, 以及密度与产量和主要农艺性状的关系。结果表明, 随着种植密度的逐渐增加, 小麦的株高、穗长、小穗数和穗粒数以及千粒重均呈现依次递减的趋势, 而穗数的变化趋势与之相反。小麦的籽粒产量随着密度的增加先增加后降低, 以 375 万粒/hm<sup>2</sup> 处理的产量最高, 300 万粒/hm<sup>2</sup> 处理的次之, 分别比产量最低的 525 万粒/hm<sup>2</sup> 处理显著增加了 4.12%、2.81% ( $P < 0.05$ )。相关分析表明, 小麦的穗数和穗粒数与种植密度呈极显著相关关系 ( $P < 0.01$ ), 相关系数分别为 0.987 和 -0.993, 而籽粒产量与密度之间的相关系数仅为 0.497 ( $P > 0.05$ )。通过关联分析可知, 小麦种植密度与主要农艺性状及籽粒产量的关联度从大到小的顺序依次为穗数、产量、株高、小穗数、千粒重、穗长、穗粒数, 表明受密度影响最大的性状因子是穗数。虽然小麦种植密度与籽粒产量的相关性不显著, 但是二者之间的关联度较大, 说明合理密植仍是旱地小麦增产的关键。在本试验条件下, 甘春 27 号小麦品种的最佳播种密度为 375 万粒/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 春小麦; 种植密度; 农艺性状; 相关分析; 灰色关联度分析

**中图分类号:** S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)08-0072-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.08.022

## Correlation Analysis Between Planting Density and Yield and Agronomic Characters of Spring Wheat in Dryland

WU Jiangyan<sup>1</sup>, LIU Hongsheng<sup>1</sup>, NIU Junyi<sup>2</sup>, WU Bing<sup>2</sup>, LI Ying<sup>3</sup>, GAO Yuhong<sup>2</sup>, YANG Jianhong<sup>1</sup>

(1. Huining Agricultural Technology Extension Center, Huining Gansu 730799, China; 2. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Huining Social Security Administration, Huining Gansu 730799, China)

**Abstract:** The wheat cultivar Ganchun 27 was used as test material, the effects of planting density on wheat yield and the relationship between density and yield and main agronomic traits were studied. The results showed that with the increase of planting density, the plant height, ear length, spikelet number, grain number and 1 000 grain weight of wheat decreased successively, while the change trend of spike number was the opposite. The grain yield of wheat first increased and then decreased with the increasing density, the yield of 375 × 10<sup>4</sup> grain /hm<sup>2</sup> treatment was the highest, and the second was 300 × 10<sup>4</sup> grain/hm<sup>2</sup> treatment, which were significantly increased by 4.12% and 2.81% ( $P < 0.05$ ), respectively, compared with the lowest yield of 525 × 10<sup>4</sup> grain /hm<sup>2</sup> treatment. The correlation analysis showed that there is a significant correlation between the ear number and grain number per spike with planting density ( $P < 0.01$ ), and the correlation coefficient was 0.987 and -0.993, respectively, while the correlation coefficient between grain yield and density was only 0.497 ( $P > 0.05$ ). Based on the gray relational grade analysis, this study found that the correlation coefficient between planting density and grain yield, agronomic characters in turn was ear number, yield, plant height, spikelet number, 1 000 grain weight, ear length and grain number per spike. The ear number was greatly affected by planting density. Although the positive correlation degree between planting density and yield was not significant, but the gray correlation between the two was higher, which indicated that rational close planting is still the key to increase wheat yield in dry land. The optimum planting density for Ganchun 27 was 375 × 10<sup>4</sup> grain/hm<sup>2</sup> under this experimental condition.

**Key words:** Spring wheat; Planting density; Agronomic characters; Correlation analysis; Gray relational grade analysis

小麦是我国的三大粮食作物之一, 小麦产量的高低和品质的优劣对保证我国粮食安全和人民生活水平的提高具有举足轻重的意义。小麦籽粒产量的高低不仅取决于品种的基因型, 还受到栽

收稿日期: 2018-04-14

基金项目: 甘肃省科技支撑计划项目(1604NKCA052-1); 甘肃省高等学校科学研究成果转化培育项目(2017D-12)。

作者简介: 武江燕(1982—), 女, 甘肃会宁人, 农艺师, 研究方向为小麦育种与栽培推广。Email: 1454766948@qq.com。

通信作者: 刘宏胜(1964—), 男, 甘肃会宁人, 高级农艺师, 研究方向为小麦育种与栽培推广。Email: gshnyj@163.com。

培技术和生态环境及二者互作效应的影响<sup>[1-2]</sup>。种植密度作为小麦栽培的重要措施之一,对小麦的生长发育和籽粒产量及其构成因素具有较大的影响。在小麦栽培管理中,合理配置种植密度对获得高产群体质量起着关键性的作用,可促进穗数、穗粒数和千粒重的协调发展<sup>[3]</sup>。在籽粒形成过程中,光合产物的合成、转运及其向籽粒的分配累积能力是制约小麦产量的重要因素<sup>[4]</sup>。赵会杰等<sup>[5]</sup>研究认为,适宜的密度有利于改善小麦生育后期群体的光合性能,有效地协调小麦的源库关系,提高籽粒产量和光能利用率。因此,种植密度的合理调控对于构建小麦高产抗倒群体至关重要。

随着全球生态环境的日益恶化,灾害性天气的频繁出现导致小麦产量波动较为剧烈,干旱少雨的自然条件是影响小麦生长发育、籽粒品质及其产量的主要生态因子<sup>[6-7]</sup>。为了提高小麦的产量,增加种植密度、提高成穗率成了小麦高产栽培的主攻方向<sup>[8]</sup>。随着播种量的增加,虽然可以在一定程度上实现小麦有效穗数的增加,但同时也大大增加了小麦茎秆倒伏的风险<sup>[9]</sup>,增密和高产的协调发展是小麦栽培管理中亟需解决的难题。近年来,灰色系统理论以其信息量大、简便实用、结果准确可靠等特点<sup>[10]</sup>,逐渐成为了科研学者关注的热点,并在水稻、玉米和大豆等作物上得到广泛的应用<sup>[11-14]</sup>。关于小麦种植密度与主要农艺性状的关联性研究鲜见报道。我们以甘春 27 号为材料,探究了不同播种密度对小麦籽粒产量及其构成因子的影响,同时利用灰色关联分析方法对不同种植密度与小麦主要农艺性状及籽粒产量的关联性进行了分析,以期对旱地小麦合理密植和高产抗倒栽培提高理论和技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

试验于 2015 年 3—8 月在甘肃省会宁县会师镇南嘴村的旱川地进行。试验区地处陇中黄土高原丘陵沟壑区,海拔高度 1 772.3 m,年均气温 8.3 ℃,无霜期 155 d,≥10 ℃的有效活动积温 2 664 ℃左右,年降水量 356.70 mm。试验地前茬为小麦,地力均匀,肥力中等。前茬作物收后及时浅耕晒垡,秋季用手扶拖拉机带步犁深翻打磨收口,结合打磨收口施有机肥(颗粒鸡粪)900 kg/hm<sup>2</sup>、普通过磷酸钙 600 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>。试验地土壤属黄绵土,0~20 cm 土层基础养分含量

为有机质 9.9 g/kg、全氮 0.7 g/kg、全磷 0.7 g/kg、全钾 21.5 g/kg、速效氮 32.10 mg/kg、速效磷 9.72 mg/kg、速效钾 165.80 mg/kg。pH 为 8.47。

### 1.2 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,设置 5 个播种密度处理: 225 万粒/hm<sup>2</sup> (T1)、300 万粒/hm<sup>2</sup> (T2)、375 万粒/hm<sup>2</sup> (T3)、450 万粒/hm<sup>2</sup> (T4)、525 万粒/hm<sup>2</sup> (T5),3 次重复。小区面积 11.65 m<sup>2</sup> (5.00 m×2.33 m),走道宽 0.5 m,四周设置保护行。供试小麦品种为甘春 27 号。于 3 月 22 日采用人工单角耧开行手溜条播,每小区播 10 行,行距 23.3 cm,按有效发芽率播种。生育期人工除草松土 3 次,不追肥。生育期间其它管理略优于当地大田。

### 1.3 测定项目及方法

小麦收获后每小区随机取样 20 株进行室内考种,统计株高( $X_1$ )、穗数( $X_2$ )、穗长( $X_3$ )、小穗数( $X_4$ )、穗粒数( $X_5$ )和千粒重( $X_6$ )。收获时按小区单收并测定小麦籽粒产量( $X_7$ )。

### 1.4 灰色关联分析

根据灰色系统理论,将小麦的种植密度与产量和其他 6 个农艺性状指标作为一个整体,即灰色关联系统。将种植密度设为参考数列,记作  $X_0$ 。以株高、穗数、穗长、小穗数、穗粒数和千粒重以及产量分别作为比较数列  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ ,关联系数和关联度取决于各个比较数列  $X_i(k)$ 与参考数列  $X_0$ 之间的相似程度。关联系数和关联度的计算公式为<sup>[15]</sup>:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)|}{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}}{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}}{\min_i \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)|}{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}}}$$

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$$

式中,  $\frac{\min_i \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)|}{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}}{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}$  为二级最小差,

$\frac{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{\min_i \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)|}}{\max_i \frac{\max_k |X_0(k) - X_i(k)|}$  为二级最大差,  $\rho$  为分辨系数,取值为 0~1,此处取  $\rho=0.5$  进行关联度分析。

### 1.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 19.0 软件处理和分析数据,用 LSD 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 种植密度对小麦主要农艺性状和产量的影响

由表 1 可知,不同种植密度对小麦的主要农艺性状和籽粒产量有明显影响。随着种植密度的

逐渐递增, 小麦的株高依次递减, 其中 T2 处理的株高较 T1 处理显著降低了 3.83%, 其他处理之间未达到显著差异水平( $P>0.05$ )。不同种植密度下, 小麦穗数的变化趋势与株高恰好相反, 即随种植密度的增加而增加, 且处理之间差异显著( $P<0.05$ )。穗长和小穗数以 T1 处理的最高, T5 处理的最小, T5 较 T1 处理分别显著降低了 20.69% 和 17.22%。不同处理的穗粒数从大到小依次为 T1、T2、T3、T4、T5, 与 T5 处理相比, T1、T2、T3 和 T4 处理的穗粒数分别增加了 39.91%、32.26%、24.16% 和 13.32%, 差异显著。千粒重表现为 T1 处理最大, T2 处理次之, T5 处理最小, 而且 T1 和 T2 处理较 T5 处理分别显著增加 15.01% 和 13.94%。籽粒产量以 T3 处理最高, 为 3 184.57 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是 T2 处理, 为 3 144.57 kg/hm<sup>2</sup>; T5 处理的籽粒产量最低, 为 3 058.67 kg/hm<sup>2</sup>, 且 T3 和 T2 处理的籽粒产量分别比 T5 处理增加了 4.12%、2.81%。除 T1 和 T4 处理之间差异不显著外, 其他处理间均有显著差异。

2.2 种植密度与小麦产量及农艺性状的相关性分析  
应用 SPSS 19.0 软件对 7 个农艺性状及产量与

种植密度的相关分析进行了分析。由表 2 可知, 受种植密度影响最大的性状因子有穗数和穗粒数。其中, 种植密度与穗数呈极显著正相关, 与穗粒数呈极显著负相关( $P<0.01$ ), 相关系数分别为 0.987 和 -0.993。小麦的株高、穗长、小穗数和千粒重与种植密度之间均有极显著负相关关系, 相关系数分别为 -0.975、-0.983、-0.974、-0.983, 而籽粒产量与种植密度之间相关性不显著( $P>0.05$ )。

2.3 种植密度与小麦产量及农艺性状的灰色关联度分析

2.3.1 数据标准化处理 由于各性状因素的计量单位存在差别, 而且不同性状测定值之间的差异较大, 为了确保各个性状均具有等效性, 通过初值化对各个性状的原始数据进行均值化无量纲处理<sup>[16]</sup>。将不同种植密度处理下相同性状的所有数据均除以相对应性状的平均值得到 1 个新数列。计算公式为:  $X_i(K) = X_i(k) / \bar{X}_i$ ,  $X_i$  为各项性状值标准化处理后的结果,  $X_i(k)$  为原始数据,  $\bar{X}_i$  为 5 个种植密度处理下相同性状值的平均值。结果见表 3。

表 1 不同种植密度下小麦的主要农艺性状和产量

处理	株高 /cm	穗数 / (万穗/hm <sup>2</sup> )	穗长 /cm	小穗数 /个	穗粒数 /粒	千粒重 /g	产量 / (kg/hm <sup>2</sup> )
T1	104.5 a	256.65 e	8.7 a	16.61 a	28.15 a	42.9 a	3 098.73 c
T2	100.5 b	278.12 d	8.2 a	15.28 ab	26.61 ab	42.5 a	3 144.51 b
T3	96.5 c	313.30 c	7.5 b	14.96 ab	24.98 bc	40.7 ab	3 184.57 a
T4	94.3 c	353.15 b	7.1 b	14.17 b	22.80 c	38.6 bc	3 107.31 c
T5	93.2 c	407.68 a	6.9 b	13.75 b	20.12 d	37.3 c	3 058.67 d

表 2 种植密度与产量及农艺性状间的相关系数<sup>①</sup>

指标	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_0$
$X_1$	1							
$X_2$	-0.929*	1						
$X_3$	0.997**	-0.946*	1					
$X_4$	0.978**	-0.935*	0.970**	1				
$X_5$	0.941*	-0.999**	0.954*	0.951*	1			
$X_6$	0.938*	-0.988**	0.959**	0.926*	0.987**	1		
$X_7$	0.186	-0.511	0.239	0.269	0.488	0.497	1	
$X_0$	-0.975**	0.987**	-0.983**	-0.974**	-0.993**	-0.983**	-0.388	1

①\* 和 \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著或极显著相关, 下表同。

表 3 同一量纲的数据标准化处理结果

处理	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_0$
T1	1.068 5	0.797 6	1.132 8	1.110 7	1.147 5	1.061 9	0.993 6	0.600 0
T2	1.027 6	0.864 3	1.067 7	1.021 8	1.084 7	1.052 0	1.008 3	0.800 0
T3	0.986 7	0.973 6	0.976 6	1.000 4	1.018 3	1.007 4	1.021 1	1.000 0
T4	0.964 2	1.097 5	0.924 5	0.947 6	0.929 4	0.955 4	0.996 3	1.200 0
T5	0.953 0	1.267 0	0.898 4	0.919 5	0.820 2	0.923 3	0.980 7	1.400 0

2.3.2 种植密度与各农艺性状间的绝对差值 根据表 3 的标准化数据,按照公式 $\Delta_i(K)=|X_0(k)-X_i(k)|$ ,求出种植密度( $X_0$ )与 $X_i$ (其他农艺性状)各个对应点的绝对差值,即 $\Delta_i(K)$ 。结果见表 4。由表 4 可知,二级最大差值  $\max_i \max_k |X_0(k)-X_i(k)|=0.579 8$ ,二级最小差值  $\min_i \min_k |X_0(k)-X_i(k)|=0.000 4$ 。

2.3.3 种植密度与各农艺性状间的关联系数 根据关联系数计算公式(1),可以计算出小麦种植密度与各个性状因子及产量的关联系数和关联度。由表 5 可知,种植密度与各农艺性状及小麦产量的关联系数在 0.333 8~1.000 0。将关联系数  $\xi_i$  代入公式(2)中,可以得出株高、穗数、穗长、小穗数、穗粒数、千粒重 6 个农艺性状及籽粒产量与种植密度的关联度。根据灰色系统理论可知,不同性状因子的重要性取决于关联度的大小,关联度越大,表明种植密度对该因子的影响作用越大。种植密度与各农艺性状及籽粒产量关联度的从大到小的顺序依次为:穗数、产量、株高、小穗数、千粒重、穗长、穗粒数。可见,种植密度对穗数的影响最大,其次是产量,这与相关分析中密度与穗数呈正相关关系、且相关系数最大的结果相吻合。穗粒数和穗长受种植密度的影响程度相对较小,这与相关分析结果中密度与穗粒数和穗长之间存在极显著负相关关系的结果相吻合。

### 3 小结与讨论

种植密度是影响小麦产量的重要指标,而且密度和产量之间呈现抛物线关系<sup>[17]</sup>。石祖梁<sup>[18]</sup>研究认为,随着种植密度的增加,小麦籽粒产量

表现为先增后降的趋势,以密度为 225 万粒/hm<sup>2</sup> 时最高。适宜的播种量是合理密植、达到增苗增穗增产的关键所在,播种量过小或者过大均会影响小麦群体结构和形态的建成,进而最终造成小麦产量的降低<sup>[19-20]</sup>。在本研究中,不同种植密度处理之间的小麦主要农艺性状指标和籽粒产量存在明显的差异。随着种植密度的逐渐增加,小麦的株高、穗长、小穗数和穗粒数以及千粒重均呈现依次递减的趋势,降低幅度分别为 3.83%~10.81%、5.75%~20.69%、8.01%~17.22%、5.47%~28.53%和 0.93%~13.05%,这与赵永萍等<sup>[21]</sup>、蒋会利等<sup>[22]</sup>的研究结果相一致。在小麦产量构成因素中,单位面积穗数多是小麦高产的关键<sup>[23]</sup>。随着种植密度的增加,小麦单位面积穗数呈现增加的趋势<sup>[21]</sup>。本研究发现,小麦穗数随着密度的变化趋势与其他产量构成因子恰好相反,即随着种植密度的增加而显著增加,其中 525 万粒/hm<sup>2</sup> 处理的穗数高于 225 万粒/hm<sup>2</sup> 处理 58.85%,这与前人<sup>[8,24]</sup>的研究相一致。小麦的籽粒产量随着密度的增加先增加后降低,且除 225 万粒/hm<sup>2</sup> 和 450 万粒/hm<sup>2</sup> 处理外,其他密度处理的小麦产量均有显著差异。375 万粒/hm<sup>2</sup> 处理的产量最高,300 万粒/hm<sup>2</sup> 处理的次之,分别比产量最低的 T5 处理显著增加了 4.12%、2.81%。可见,在一定范围内,随着种植密度的递增,小麦的单位面积穗数也随之增加,但密度过大会造成小麦穗粒数和千粒重的明显下降,最终造成籽粒产量的降低。

灰色关联分析法可以综合描述和量化评估系

表 4 种植密度与各性状因子的绝对差值

绝对差值	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$\Delta_1$	0.468 5	0.197 6	0.532 8	0.510 7	0.547 5	0.461 9	0.393 6
$\Delta_2$	0.227 6	0.064 3	0.267 7	0.221 8	0.284 7	0.252 0	0.208 3
$\Delta_3$	0.013 3	0.026 4	0.023 4	0.000 4	0.018 3	0.007 4	0.021 1
$\Delta_4$	0.235 8	0.102 5	0.275 5	0.252 4	0.270 6	0.244 6	0.203 7
$\Delta_5$	0.447 0	0.133 0	0.501 6	0.480 5	0.579 8	0.476 7	0.419 3

表 5 种植密度与各性状因子及产量的关联系数

特征向量	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$\xi_1$	0.382 8	0.595 5	0.352 9	0.362 6	0.346 7	0.386 2	0.424 8
$\xi_2$	0.561 0	0.819 6	0.520 6	0.567 3	0.505 2	0.535 7	0.582 8
$\xi_3$	0.957 5	0.917 9	0.926 5	1.000 0	0.942 0	0.976 4	0.933 4
$\xi_4$	0.552 3	0.739 8	0.513 4	0.535 3	0.518 0	0.543 2	0.588 2
$\xi_5$	0.393 9	0.686 4	0.366 8	0.376 8	0.333 8	0.378 7	0.409 4
关联度	0.569 5	0.751 8	0.536 1	0.568 4	0.529 1	0.564 0	0.587 7
排序	3	1	6	4	7	5	2

统中的目标参数,将生物体的多种性状视为一个整体来统一比较,不仅可以给出质的定性解释,同时也可以给出量的确切描述<sup>[25-26]</sup>。小麦产量是多种性状因子综合作用的结果,通过灰色关联分析能够全面、可观地评价各个农艺性状对产量的贡献作用。本研究结果表明,小麦的穗数和穗粒数与种植密度呈极显著相关关系,相关系数分别为 0.987 和-0.993,而小麦产量与密度之间有正相关关系,但差异不显著,这与赵竹等<sup>[27]</sup>研究结果不一致,可能是环境差异在一定程度上会改变种植密度对小麦产量的作用,也可能与甘春 27 号小麦品种具有较强的自我调节能力有关<sup>[28]</sup>。通过关联分析可知,小麦种植密度与各农艺性状及籽粒产量关联度的从大到小的顺序依次为穗数、产量、株高、小穗数、千粒重、穗长、穗粒数。可见,种植密度对小麦穗数的影响最大,其次是产量,这与相关分析结果中密度与穗数之间有极显著相关关系的结果相一致。然而,尽管密度与产量之间的相关性不显著,但是由于其具有较大的关联度,表明合理密度对小麦产量的增加意义重大。播种量是小麦栽培中最易调控的因素<sup>[29]</sup>,适宜的种植密度可以较好地协调群体与个体之间的矛盾,充分利用光能,促进光合产物的合成,极大地发挥小麦增产的潜力。因此,在本试验条件下,甘春 27 号小麦品种的最佳播种密度为 375 万粒/hm<sup>2</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 赵春,宁堂原,焦念元,等. 基因型与环境对小麦籽粒蛋白质和淀粉品质的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(7): 1257-1260.
- [2] 张敏,王岩岩,蔡瑞国,等. 播期推迟对冬小麦产量形成和籽粒品质的调控效应[J]. 麦类作物学报, 2013, 33(2): 325-330.
- [3] 董剑,赵万春,陈其皎,等. 陕西关中地区不同冬小麦品种晚播高产的适宜播期和密度[J]. 西北农业学报, 2010, 19(3): 66-69.
- [4] 王振林,贺明荣. 源库调节对灌溉与旱地小麦开花后光合产物生产和分配的影响[J]. 作物学报, 1999, 25(2): 162-168.
- [5] 赵会杰,邹琦. 密度和追肥时期对重穗型冬小麦品种 L906 群体辐射和光合特性的调控效应[J]. 作物学报, 2002, 28(2): 270-277.
- [6] 余松烈. 山东小麦[M]. 北京: 农业出版社, 1990.
- [7] 冯伟,郭天财,李晓,等. 不同降雨年型下水分处理对大穗型小麦品种籽粒灌浆及产量的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 192-195.
- [8] 韩金玲,杨晴,周印富,等. 冀东地区种植密度对小麦京冬 8 号抗倒伏能力和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(5): 667-673.
- [9] 樊高琼,李金刚,王秀芳,等. 氮肥和种植密度对带状种植小麦抗倒伏能力的影响及边际效应[J]. 作物学报, 2012, 38(7): 1307-1317.
- [10] 伏兵哲,高雪芹,高永发,等. 21 个苜蓿品种主要农艺性状关联分析与综合评价[J]. 草业学报, 2015, 24(11): 174-182.
- [11] 周畅,吴钊. 水稻株型与产量的相关性及其灰色关联分析[J]. 江西农业学报, 2004, 16(3): 9-13.
- [12] 顾本文,吉文娟. 灰色关联度分析在云南小春作物产量预报中的应用[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 45-48.
- [13] 李玉发,何中国,李淑芳,等. 东北地区春小麦主要性状与产量间的灰色关联分析[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(1): 139-141.
- [14] 张继君,陈红,李泽碧,等. 灰色关联分析在春大豆育种中的应用[J]. 西南农业学报, 2009, 22(3): 575-578.
- [15] 王士强,胡银岗,余奎军,等. 小麦抗旱相关农艺性状和生理生化性状的灰色关联度分析[J]. 中国农业科学, 2007, 40(11): 2452-2459.
- [16] 叶宗裕. 关于多指标综合评价中指标正向化和无量纲化方法的选择[J]. 浙江统计, 2003(4): 24-25.
- [17] 曹倩,贺明荣,代兴龙,等. 密度、氮肥互作对小麦产量及氮素利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(4): 815-822.
- [18] 石祖梁. 土壤—小麦植株系统氮素运移及高效利用的生态基础[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [19] 雷钧杰,宋敏. 播期与播种密度对小麦产量和品质影响的研究进展[J]. 新疆农业科学, 2007, 44(B11): 138-141.
- [20] 海江波,由海霞,张保军. 不同播量对面条专用小麦品种小偃 503 生长发育、产量及品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(3): 92-94.
- [21] 赵永萍,张保军,张正茂,等. 种植密度对冬小麦产量及其构成因素的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(6): 107-111.
- [22] 蒋会利. 播期密度对不同小麦品种群体茎数及产量的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(6): 67-73.
- [23] 吴东兵,曹广才,李荣旗,等. 小量播种条件下冬小麦的产量效应[J]. 应用生态学报, 2004, 15(12): 2282-2286.
- [24] 王树丽. 播期和种植密度对小麦群体结构与氮素利用效率的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012.
- [25] 施伟,吕小平,景蕊莲. 不同水分条件下小麦生理性状与产量的灰色关联度分析[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(5): 667-673.

# 11 个冬小麦品种在定西旱地的引种表现

李 晶, 南 铭, 贺永斌, 黄 凯, 周 谦

(定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

**摘要:** 在定西旱地对 11 个冬小麦品种进行试验, 结果表明, 陇中 5 号和陇育 10 号综合性状优良, 成穗率高, 抗旱性强, 条锈病免疫, 产量构成要素优。折合产量分别为 3 241.67 kg/hm<sup>2</sup> 和 3 183.33 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种长 6878 分别增产 15.43%、13.35%。综合分析, 陇中 5 号和陇育 10 号适宜在甘肃中部干旱半干旱地区种植。

**关键词:** 旱地; 冬小麦; 引种

**中图分类号:** S512.1 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2018)08-0078-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.08.023

小麦(*Triticum aestivum* L)是世界性的重要粮食作物, 在我国农业产业及国民经济发展中有着举足轻重的地位<sup>[1-2]</sup>。水资源短缺是目前小麦生产面临的重大环境问题之一<sup>[3]</sup>。同时, 小麦也是我国的主要旱粮作物之一, 面对日益严重的干旱问题, 遗传育种工作者迫切需要解决的重要课题是如何尽快准确鉴定小麦的抗旱能力以及培育抗旱丰产的小麦品种<sup>[4-5]</sup>。小麦品种比较试验是品种审定和推广的重要依据, 通过比较试验可以筛选出优良品种, 促进品种更新换代, 明确其适宜种植区域及推动优势区域布局<sup>[6-7]</sup>。为进一步优化品种布局, 筛选出适宜甘肃干旱半干旱区冬小麦种植的品种, 我们于 2015—2016 年度对 11 个冬小麦品种进行了比较试验, 以期在当地冬小麦品种的种植提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

参试冬小麦品种(系)共 11 个, 品种(系)及来源见表 1, 以长 6878 为对照(CK)。

表 1 参试冬小麦品种(系)及来源

序号	品种(系)	来源
1	太1305	山西省农业科学院生物技术研究中心
2	科遗12-6105	中国科学院遗传与发育生物学研究所
3	早优5号	中国科学院遗传与发育生物学研究所
4	长麦3909	山西省农业科学院谷子研究所
5	长5553	山西省农业科学院谷子研究所
6	陇中5号	定西市农业科学研究院
7	太1508	山西省农业科学院生物技术研究中心
8	轮选149	中国农科院作物科学研究所
9	陇鉴113	甘肃省农科院旱地农业研究所
10	陇育10号	陇东学院
11	中信麦88	河北众信种业科技有限公司
12	长6878(CK)	山西省农业科学院谷子研究所

### 1.2 试验区概况

试验设在定西市通渭县平襄镇吴家川试验地。平均海拔 1 760 m, 北纬 34° 55', 东径 104° 48'。属中温带半干旱区, 地势平坦, 光照充足, 昼夜

收稿日期: 2017-11-17; 修订日期: 2018-06-21

基金项目: 国家科技部国家科技合作专项(2015DFR31120)。

作者简介: 李 晶(1988—), 女, 甘肃金昌人, 助理研究员, 主要从事作物遗传育种和种质创新研究。Email: lijing\_101@126.com。联系电话: (0)18119325995。

通信作者: 周 谦(1957—), 男, 甘肃定西人, 推广研究员, 主要从事冬小麦新品种选育工作。联系电话: (0)13830297272。

2012, 32(4): 653-659.

[26] 周晓果, 张正斌, 徐 萍. 小麦主要育种目标的灰色系统方法探讨[J]. 农业系统科学与综合研究, 2005, 21(2): 81-84.

[27] 赵 竹, 曹承富, 乔玉强, 等. 机播条件下行距与密度对小麦产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2011, 31(4): 714-719.

[28] 乔玉强, 曹承富, 杜世州, 等. 氮肥运筹和播种密度对晚播小麦群体总茎数及产量的影响[J]. 华北农学报, 2014, 29(2): 204-207.

[29] 杨 健. 不同播期与密度对小麦生育特性及产量的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.

(本文责编: 陈 珩)