

11个谷子新品种渗水地膜穴播种植主要农艺性状的主成分分析

戴丽君¹, 周花¹, 李永平^{2*}, 虎德钰¹

(1. 固原市彭阳县科学技术局, 宁夏彭阳 756500; 2. 宁夏农林科学院固原分院, 宁夏固原 756000)

摘要 采用随机区组设计, 对11个谷子品种进行渗水地膜穴播种植比较试验, 并进行主要性状指标相关分析和主成分分析。结果表明, 品种间产量差异显著; 主要性状以穗长、穗重和穗粒重变异系数较大; 相关系数由大到小依次为穗重、生育期、穗粗、穗粒重及穗长; 以主成分的方差贡献率作为权重, 其中第一主成分占36.988%, 第二主成分占25.544%, 第三主成分占14.760%, 合计贡献率达77.29%; 主成分标准化特征值说明, 第一主成分解释了品种的丰产性和稳定性等性状指标信息, 第二主成分反映品种的增产性因子信息, 第三主成分反映了品种生态适应性对株高、成熟度等因子信息。筛选出适宜在当地气候和不同生产条件下种植的4个品种可大面积种植。

关键词 谷子品种; 地膜穴播; 农艺性状; 主成分分析

中图分类号 S515 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)14-0043-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.14.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Principal Component Analysis of Main Agronomic Characters of 11 Millet Varieties Planted in Hole with Water Permeable Plastic Film

DAI Li-jun¹, ZHOU Hua¹, LI Yong-ping² et al (1. Science and Technology Bureau of Pengyang County, Guyuan City, Pengyang, Ningxia 756500; 2. Guyuan Branch, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Guyuan, Ningxia 756000)

Abstract A randomized block design was used to conduct a comparative experiment on 11 foxtail millet varieties by hole planting with water seepage and plastic film, and the correlation analysis and principal component analysis of main characters were conducted. The results showed that there were significant differences in yield among varieties; the variation coefficients of spike length, spike weight and grain weight per spike were larger; the correlation coefficients from large to small were spike weight, growth period, ear diameter, grain weight per spike and ear length; the variance contribution rate of principal components was taken as weight, in which the first principal component accounted for 36.988%, the second principal component accounted for 25.544%, the third principal component accounted for 14.760%, and the total contribution rate was 77.29%; the standardized eigenvalues of principal components showed that the first principal component explained the information of yield and stability, the second principal component reflected the information of yield increasing factor, and the third principal component reflected the information of ecological adaptability to plant height maturity. Four varieties suitable for planting in local climate and different production conditions were selected, which could be planted in large area.

Key words Varieties of millet; Hole sowing of plastic film; Agronomic characters; Principal component analysis

谷子是我国北方主要特色杂粮作物, 产量水平受制于遗传特性对环境因素的适应性和选择性。不同谷子品种生长发育对当地气候资源和生产条件选择性较强。因此, 研究谷子品种对水、肥和气候资源合理利用是不断提升作物生产力水平的重要措施, 品种主要农艺性状指标与产量、生育期、抗旱性和抗病性密切相关。笔者研究引进品种在典型半干旱区干旱气候条件下, 采用渗水地膜精量穴播种植技术, 对品种生态适应性多项生理生态指标进行测定, 对主要农艺性状进行相关分析、主成分分析和综合评价, 筛选出适合当地种植的优良品种, 对促进谷子特色杂粮产业发展具有重要的科技支撑作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料 2019年引进11个谷子品种, 其品种为冀杂金谷、黄金苗、陇谷13、小红谷、晋谷40、白良谷、九枝谷、糯谷子、金苗K1、陇2129、张杂谷13。

1.2 试验地概况 试验在宁南山区的彭阳县城阳乡涝池村

进行, 该地点为我国北方半干旱区长期建立的国家旱农试验区。前茬作物为旱地玉米, 地力中等。海拔1 670 m, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2 500~2 800 $^{\circ}\text{C}$, 无霜期150 d左右, 年均降水量450 mm, 属典型半干旱地区。

1.3 试验设计 采取随机区组设计, 每个品种设大区种植和小区控制相结合方法, 大区面积为480 m^2 , 小区面积160 m^2 , 重复3次, 每重复取样测定控制面积为3.75 m^2 , 田间调查和室内考种按统一方案进行, 各性状均为均值。

参试品种全部采用渗水地膜穴播种植技术, 渗水地膜规格为1 300 mm $\times$ 0.008 mm, 田间覆膜后宽幅为110 cm, 人工覆膜方式。采用专用穴播机进行播种, 每个覆膜带种植3行。平均行距为40 cm, 株距为10 cm, 20.05万穴/ hm^2 , 各品种田间实际植株生长密度以定苗后调查数据为准。试验于4月27日, 播前整地时结合田间机耕或旋耕作业一次性基施磷酸二铵225 kg/hm^2 和尿素150 kg/hm^2 , 抽穗期遇降水追施尿素150 kg/hm^2 。苗期及时放苗、补苗和除草等。9月27日成熟, 对收获小区植株进行风干脱粒折算产量, 并取中间行15株进行主要性状考种。

1.4 调查项目与方法 田间记载品种生育期、分蘖成穗率、苗期叶片(茎)颜色和田间长势等, 同时观察后期抗旱性、抗倒伏、抗病性和成熟性等。成熟随机取中间行2 m长样段全部植株, 其中15株主茎(穗)进行农艺性状考种, 然后将剩余样段内的穗数进行脱粒, 求得单穗考种平均值。表1为每个

基金项目 “科技支宁”东西部合作产业扶贫“六盘山特困区小杂粮精准扶贫技术集成示范”(2018BFF020); 宁夏科技成果推广项目“宁夏贫困区小杂粮高效种植技术示范与推广”。

作者简介 戴丽君(1983—), 女, 宁夏西吉人, 农艺师, 硕士, 从事农业科技研究与示范工作。*通信作者, 研究员, 从事旱区节水农业、旱区耕作制度与种植业结构优化及水资源高效利用研究与示范工作。

收稿日期 2020-09-09

品种 15 株单株主茎数据。主要指标包括生育期、株高、穗长、穗重、穗粒重、有效穗数、出谷率、千粒重和产量等。

1.5 数据分析 试验数据采用 SPSS 25 软件和 Excel 2010 统计完成品种的主要性状变异系数和主成分分析^[1-2]。

2 结果与分析

2.1 主要性状变异系数 由表 1 可知,11 个谷子品种主要

经济性状由于受遗传基因的控制,表现在相同的气候资源和生产条件下,其主要经济性状差异显著,变异系数为 8.0%~20.8%,变异系数较高的依次为穗长(21.9%)、产量(20.8%)、穗粒重(14.3%)、穗重(13.7%)和株高(12.4%),变异系数较小的为千粒重、穗粗、出谷率和生育期。

表 1 不同谷子品种主要农艺性状指标及变异系数

Table 1 Main agronomic character index and variation coefficient of different millet varieties

序号 No.	品种 Variety	生育期 (X ₁) Growth period d	株高 (X ₂) Plant height cm	穗长 (X ₃) Spike length cm	穗粗 (X ₄) Ear diameter cm	穗重 (X ₅) Ear weight g	穗粒重 (X ₆) Grain weight per panicle g	穗数 (X ₇) Spike number 万穗/hm ²	出谷率 (X ₈) Grain yield %	千粒 重(X ₉) 1 000-grain weight g	产量 (X ₁₀) Yield kg/hm ²
1	冀杂金谷	145	117.7	22.1	2.0	17.6	13.5	58.8	77.4	2.6	5 404.5
2	黄金苗	129	158.2	23.0	2.1	15.5	12.1	57.6	77.6	3.1	5 392.5
3	陇谷 13	127	176.0	21.0	2.0	19.3	15.2	55.2	79.2	2.8	5 286.0
4	小红谷	122	138.8	18.6	1.8	14.6	11.2	54.0	77.2	3.2	4 125.0
5	晋谷 40	142	155.7	20.1	2.2	15.8	12.0	60.0	77.5	3.4	7 954.5
6	白良谷	130	150.5	23.5	1.8	19.4	15.5	57.6	80.2	3.2	5 376.0
7	九枝谷	126	153.9	22.6	1.8	18.0	14.3	56.4	76.5	3.0	4 690.5
8	糯谷子	140	145.7	20.6	2.0	13.0	10.1	58.8	77.2	2.9	6 114.0
9	金苗 K1	131	127.9	23.1	1.9	15.5	12.2	54.0	78.4	2.3	5 103.0
10	陇 2129	128	168.9	38.9	1.6	15.9	11.9	52.8	75.5	3.0	3 634.5
11	张杂 13	128	129.7	24.3	2.0	20.1	15.8	56.7	78.8	3.1	6 679.5
平均值 Average		131.6	146.6	23.4	1.9	17.0	13.2	56.5	77.8	3.0	5 432.7
标准差 Standard deviation		7.0	18.2	5.4	0.2	2.3	1.9	2.2	0.01	0.3	1 128.5
变异系数 Coefficient of variation//%		5.3	12.4	21.9	8.0	13.7	14.3	4.0	1.63	9.8	20.8

注:数据均为 15 株主茎(穗)的平均值,产量为小区实际测产数据
Note:The data in the table were the average values of the main stems (panicles) of 15 plants,and the yield was the actual yield measurement data of the plot

2.2 主要性状相关性 由表 2 可知,生育期、有效穗数、穗粗与产量呈极显著正相关($P<0.01$), $R^2=0.842\sim0.591$;穗重与穗粒重,穗重与出谷率,穗粒重与出谷率达极相关显著($P<0.01$), $R^2=0.566\sim0.993$,而穗长与穗粗、出谷率及产量呈负相关显著($P<0.05$), $R^2=-0.438\sim-0.634$ 。说明谷子品种在

适宜生育期范围内,不同品种在地力水平和生产条件基本一致的情况下其生产能力相差悬殊,决定品种产量水平的主要性状取决于穗重、穗粒重、穗粗和穗数指标的变化。同时产量水平亦与品种后期抗旱性、抗病性和抗倒伏密切相关。

表 2 不同谷子品种主要性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficients of main characters of different millet varieties

性状 Character	生育期 Growth period	株高 Plant height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	穗重 Panicle weight	穗粒重 Spike grain weight	穗数 Panicle number	出谷率 Grain yield	千粒重 1 000-grain weight	产量 Yield
生育期 Growth period	1									
株高 Plant height	-0.342	1								
穗长 Ear length	-0.181	0.315	1							
穗粗 Ear diameter	0.545**	-0.134	-0.634**	1						
穗重 Panicle weight	-0.227	0.036	0.055	-0.044	1					
穗粒重 Spike grain weight	-0.255	0.026	-0.006	-0.035	0.993**	1				
穗数 Panicle number	0.748**	-0.191	-0.503	0.741**	0.008	0.019	1			
出谷率 Grain yield	-0.062	-0.113	-0.438	0.300	0.566**	0.619**	0.202	1		
千粒重 1 000-grain weight	-0.141	0.352	-0.051	0.106	0.044	0.015	0.290	-0.066	1	
产量 Yield	0.591**	-0.152	-0.464	0.842**	0.096	0.097	0.787**	0.352	0.286	1

注: ** 为 0.01 水平上极显著相关, * 为 0.05 水平上显著相关
Note: ** was extremely significant at the level of 0.01, * was significant at the level of 0.05

2.3 主成分分析 主成分分析(principal components analysis,PCA)是利用因子降维的思维,以 SPSS 软件对因子分析组件进行主成分分析,在损失较少信息的前提下将多个指标集中转化为综合指标的多元方法^[3-5],其核心是通过主成分分析,提取若干个主分量,并基于主分量的方差贡献率构建权重,从而建立综合评价函数模型^[1-2]。计算得到某个主成

分的得分和综合得分,按照得分高低进行排序以评价各品种的综合性状指标。

2.3.1 原始数据标准化。原始数据标准化:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_{ij}}{\sigma_{ij}}$$

(1)

其中, $\bar{x}_{ij}$ 表示 x_{ij} 的平均值, σ_{ij} 表示 x_{ij} 的标准偏差,则可得指标数据标准化矩阵(表 3)。(或将表 1 性状原始数据输入到 SPSS 编辑窗口,步骤:“分析→描述统计→描述”命令实现^[1,6])。

表 3 不同谷子品种主要性状指标原始数据标准化
Table 3 Standardization of the original data of main traits of different millet varieties

序号 No.	品种 Variety	Zx1	Zx2	Zx3	Zx4	Zx5	Zx6	Zx7	Zx8	Zx9	Zx10
1	冀杂金谷	1.821	-1.676	-0.248	0.433	0.360	0.225	0.982	-0.285	-1.018	-0.024
2	黄金苗	-0.359	0.598	-0.081	1.029	-0.575	-0.512	0.461	-0.132	0.394	-0.034
3	陇谷 13	-0.632	1.598	-0.452	0.433	1.117	1.119	-0.580	1.093	-0.558	-0.124
4	小红谷	-1.313	-0.491	-0.896	-0.758	-0.975	-0.985	-1.100	-0.438	0.920	-1.105
5	晋谷 40	1.412	0.458	-0.618	1.625	-0.441	-0.564	1.502	-0.209	1.478	2.131
6	白良谷	-0.223	0.166	0.012	-0.758	1.162	1.277	0.461	1.858	0.657	-0.048
7	九枝谷	-0.768	0.357	-0.155	-0.758	0.538	0.646	-0.059	-0.974	0.033	-0.627
8	糯谷	1.140	-0.104	-0.526	0.433	-1.688	-1.564	0.982	-0.438	-0.328	0.576
9	金苗 K1	-0.087	-1.103	-0.062	-0.162	-0.575	-0.459	-1.100	0.480	-2.167	-0.279
10	陇 2129	-0.496	1.199	2.866	-1.950	-0.397	-0.617	-1.620	-1.740	0.131	-1.519
11	张杂 13	-0.496	-1.002	0.160	0.433	1.473	1.435	0.070	0.786	0.460	1.053

2.3.2 提取主成分特征值。主成分提取特征值和贡献率^[1,5,7]。

$$W_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

(2)

其中, W_i 表示贡献率, λ_i 表示非负特征向量, $i=(1,2,\cdots,p)$, p 表示非负特征根数。由此提取出性状各成分的特征值和因子载荷贡献率和总贡献率。

从主成分分析的特征值(表 4)可以看出,根据提取主成分特征值大于 1 的原则,以主成分的方差贡献率 a_k 作为权重,其中第一主成分占 36.988%,第二主成分占 25.544%,第三主成分占 14.760%,累计贡献率为 77.293%,其特征值具有较高的载荷量。因此,提取的 3 个主成分可以概括谷子品种主要经济性状的绝大部分信息。

表 4 方差分解主成分提取因子分析
Table 4 Principal component extraction factor analysis of variance decomposition

成分 Composition	相关矩阵的特征值 Eigenvalues of the correlation matrix			提取因子载荷平方和 Square sum of extract factor load		
	特征值 Eigenvalue	总方差比例 Total variance ratio // %	累计百分比 Cumulative percentage // %	特征值 Eigenvalue	总方差比例 Total variance ratio // %	累计百分比 Cumulative percentage // %
1	3.699	36.988	36.988	3.699	36.988	36.988
2	2.554	25.544	62.532	2.554	25.544	62.532
3	1.476	14.760	77.293	1.476	14.760	77.293
4	0.932	9.316	86.608			
5	0.615	6.150	92.758			
6	0.297	2.966	95.724			
7	0.285	2.852	98.577			
8	0.083	0.833	99.410			
9	0.059	0.589	100.000			
10	0.003	0	100.000			

2.3.3 初始因子荷载矩阵。主成分初始因子荷载成分矩阵^[1],其中载荷系数认为是原始指标与各主成分之间的相关系数。由主成分的碎石图,结合特征根曲线的拐点及特征值,前 3 个主成分的折线坡度趋势由陡度逐渐趋于平缓变化过程,说明提取 3 个主成分为宜,即得初始因子载荷成分矩阵(表 5)。

2.3.4 确定主成分各性状标准化特征向量。表 5 为旋转前初始因子载荷成分矩阵,并不是主成分标准系数向量,需进一步对旋转前初始因子载荷矩阵转换为主成分标准化特征向量矩阵。方法以因子载荷矩阵中各分量的系数为单位特征向量乘以相应特征值平方根的结果^[1]。主成分标准化特

征系数向量^[1]公式:

$$t_{ij} = a_{ij} / \sqrt{\lambda_i}$$

(3)

其中, a_{ij} 表示单位向量分量(表 3)。 λ_i 为各成分提取因子特征值, $\lambda_1=3.699,\lambda_2=2.554,\lambda_3=1.476$,利用因子分析的结果进行主成分分析。

对表 5 用公式(3)分别计算主成分性状特征值对应的系数矩阵 t_1,t_2,t_3 (表 6)。其转换方法:将 Z_1,Z_2 和 Z_3 值输入 SPSS 数据编辑窗口中,步骤:打开“转换→计算变量”,3 个变量依次命名为 t_1,t_2 和 t_3 ,并分别输入提取 3 个主成分因子载荷特征值 3.699、2.554 和 1.476,得主成分各性状特征值对应的系数矩阵(表 6)。

表 5 初始因子荷载主成分矩阵

Table 5 Load principal component matrix of initial factor

变量 Variable	Z_1	Z_2	Z_3
X_1 (生育期)	0.685	-0.423	-0.187
X_2 (株高)	-0.322	0.100	0.751
X_3 (穗长)	-0.688	-0.039	0.146
X_4 (穗粗)	0.897	-0.089	0.088
X_5 (穗重)	0.067	0.945	-0.005
X_6 (穗粒重)	0.084	0.964	-0.033
X_7 (穗数)	0.901	-0.115	0.171
X_8 (出谷率)	0.425	0.720	-0.179
X_9 (千粒重)	0.154	0.045	0.863
X_{10} (产量)	0.906	0.025	0.203

表 6 主成分特征值对应的系数矩阵

Table 6 Coefficient matrix corresponding to eigenvalues of principal components

变量 Variable	t_1	t_2	t_3
X_1 (生育期)	0.356	-0.265	-0.154
X_2 (株高)	-0.167	0.063	0.618
X_3 (穗长)	-0.358	-0.024	0.120
X_4 (穗粗)	0.466	-0.056	0.072
X_5 (穗重)	0.035	0.591	-0.004
X_6 (穗粒重)	0.044	0.603	-0.027
X_7 (穗数)	0.468	-0.072	0.141
X_8 (出谷率)	0.221	0.451	-0.147
X_9 (千粒重)	0.080	0.028	0.710
X_{10} (产量)	0.471	0.016	0.167

由表 6 可知,第一主成分标准化特征主要反映品种的丰产性和稳定性。其有效穗数、穗粗和产量的因子信息,其中产量、穗数和穗粗特征值向量分别为 0.471、0.468、0.466,说明有效穗数和穗粗与产量呈正显著相关;第二主成分主要反映品种的增产性对穗重、穗粒重和出谷率等因子信息。其中穗粒重、穗重和出谷率特征向量值分别为 0.603、0.591 和 0.451,

反映穗重、穗粒重和出谷率与产量呈正相关;第三主成分反映谷子品种适应性对株高和成熟性影响因子信息。其中千粒重和株高特征向量值分别为 0.710 和 0.618。说明作物品种生态适应性是决定能否在该地区推广应用至关重要,作物株高在一定程度上可反映品种的抗旱性和抗逆性,进而灌浆速度和成熟度决定千粒重对产量的贡献程度。

2.3.5 主成分分析及综合评价。将主成分性状标准化特征向量(表 6) t_1 、 t_2 和 t_3 值分别与主要性状原始数据标准化矩阵 Zx 值的乘积^[1,8-10],即可得到 3 个主成分的得分。

$$Y_i = Zx \times t \tag{4}$$

式中, Zx 为各性状原始数据标准化后矩阵(表 3), t 为主成分特征值对应的系数矩阵(表 6)。利用 Excel 统计完成 3 个主成分的得分线性组合:

$$y_1 = 0.356X_1 - 0.167X_2 - 0.358X_3 + 0.466X_4 + 0.035X_5 + 0.044X_6 + 0.468X_7 + 0.221X_8 + 0.080X_9 + 0.471X_{10}$$

$$y_2 = -0.265X_1 + 0.063X_2 - 0.024X_3 - 0.056X_4 + 0.591X_5 + 0.603X_6 - 0.072X_7 + 0.451X_8 + 0.028X_9 + 0.016X_{10}$$

$$y_3 = -0.154X_1 + 0.618X_2 + 0.120X_3 + 0.072X_4 - 0.004X_5 - 0.027X_6 + 0.141X_7 - 0.147X_8 + 0.710X_9 + 0.167X_{10}$$

由线性组合得第一主成分(y_1)、第二主成分(y_2)和第三主成分(y_3)。同时以每个主成分的方差贡献率 a_k 作为权重,完成主成分得分和综合因子得分及排序(表 7),综合因子得分: $Y=0.369\ y_1+0.255\ 4y_2+0.147\ 6y_3$ 。

根据函数值大小进行依次排序的原则,对 11 个谷子品种主成分得分 y_1 、 y_2 、 y_3 和 y 综合得分及排序。表 7 表明,经过对 11 个谷子品种农艺性状进行主成分分析和综合得分及综合评价,筛选出适宜在半干旱区可进行大面积示范和推广的 4 个品种,依次为晋谷 40(1.131)、张杂谷 13(0.896)、白良谷(0.761)和陇谷 13(0.528),排列最后一位为陇 2129(-1.688),其余品种均不适应在该地区推广应用。

表 7 主成分得分和综合得分及名次

Table 7 Principal component score,comprehensive score and ranking

序号 No.	品种 Variety	y_1	y_2	y_3	综合得分(Y) Composite score	排序 Ranking
1	冀杂金谷	1.545	-0.486	-1.869	0.172	5
2	黄金苗	0.440	-0.653	0.864	0.124	6
3	陇谷 13	-0.173	2.107	0.368	0.528	4
4	小红谷	-1.554	-0.900	0.145	-0.783	10
5	晋谷 40	3.143	-1.149	1.773	1.131	1
6	白良谷	0.289	2.391	0.295	0.761	3
7	九枝谷	-1.119	0.535	0.300	-0.233	8
8	糯谷子	1.293	-2.529	-0.157	-0.191	7
9	金苗 K1	-0.654	-0.422	-2.484	-0.716	9
10	陇 2129	-4.200	-1.048	0.906	-1.688	11
11	张杂 13	0.990	2.155	-0.141	0.896	2

3 结论与讨论

3.1 渗水膜穴播种植模式增产潜力显著 该试验结果表明,晋谷 40 产量为 7 954.5 kg/hm²,张杂谷 13 对照(CK)产量为 6 679.5 kg/hm²,白良谷为 5 376.0 kg/hm² 和 陇谷 13 为

5 286.0 kg/hm²,晋谷 40 较对照品种增产 19.1%,白良谷和陇谷 13 较对照品种减产 20.6%,品种间产量差异显著。主要性状变异系数分析表明,谷子品种穗长、穗重和穗粒重变异系数较大。除品种遗传特性对性状参数影响外,谷子品种可通

过采用现代节水高效种植技术,改善栽培措施等方法使性状值得到较大幅度的提高,从而提升作物生产能力和收益率。

3.2 主成分分析及综合评价方法科学 第一主成分标准化特征主要反映品种的丰产性和稳定性。其有效穗数、穗粗和产量的因子信息,其中产量、穗数和穗粗特征值向量分别为0.471、0.468、0.466,说明有效穗数和穗粗与产量呈显著正相关;第二主成分主要反映品种的增产性对穗重、穗粒重和出谷率等因子信息,其中穗粒重、穗重和出谷率特征向量值分别为0.603、0.591和0.451,说明穗重、穗粒重和出谷率与产量呈正相关;第三主成分反映谷子品种适应性对株高和成熟性影响因子信息,其中千粒重和株高特征向量值分别为0.710和0.618。说明作物品种生态适应性决定能否在该地区推广应用,作物株高在一定程度上可反映品种的抗旱性和抗逆性,进而灌浆速度和成熟度决定千粒重对产量的贡献程度。

对11个谷子品种农艺性状进行主成分分析和综合得分及综合评价,筛选出适宜在半干旱区可进行大面积示范和推广的4个品种,依次为张杂谷13、白良谷、陇谷13和晋谷40(适合在中部干旱带有补充灌溉区种植)。主成分分析方法能较全面地评价谷子品种的优劣,对在生产中综合判断和选择优良品种具有重要科技支撑作用。

3.3 建议 评价一个品种不仅要看产量水平,更要全面考察品种的丰产性、增产性、稳定性、抗逆性和生态适应性等多项

(上接第42页)

结果表明,根系各项指标随小麦生育进程发展呈先升高后下降的变化趋势,并且除根干质量密度是在拔节期达到最大值外,其余指标均是拔节到抽穗期生长最快,各处理根系整体生长状态为M2处理>M3处理>M1处理>M4处理>M5处理,说明过密或者过稀的匀播密度都不利于新冬22号根系生长发育,该试验中最适宜的匀播密度为M2密度处理。

参考文献

[1] 邱新强,高阳,黄玲,等.冬小麦根系形态性状及分布[J].中国农学科学,2013,46(11):2211-2219.

[2] 陈智勇,谢迎新,张阳阳,等.小麦根长密度和根干重密度对氮肥的响应及其与产量的关系[J].麦类作物学报,2020,40(10):1223-1231.

[3] 梅四卫,朱涵珍,王术,等.小麦根系研究现状及展望[J].基因组学与应用生物学,2018,37(12):5448-5454.

[4] 方燕,闵东红,高欣,等.不同抗旱性冬小麦根系时空分布与产量的关系[J].生态学报,2019,39(8):2922-2934.

[5] HAMMER G L, DONG Z S, MCLEAN G, et al. Can changes in canopy and/or root system architecture explain historical maize yield trends in the U.S. corn belt? [J]. Crop science, 2009, 49(1): 299-312.

[6] 吕国红,谢艳兵,温日红,等.东北玉米根系生物量模型的构建[J].中国生态农业学报,2019,27(4):572-580.

[7] 陈猛,梁雪齐,李玲,等.种植密度对匀播小麦干物质积累、运转及产量的影响[J].麦类作物学报,2021,41(2):238-244.

[8] 张永强,方辉,范贵强,等.一体化匀播技术对冬小麦生长发育及产量的影响[J].新疆农业科学,2020,57(3):427-433.

[9] ANSARI M A, MEMON H R, TUNIO S D, et al. Effect of planting pattern on growth and yield of wheat[J]. Pakistan journal of agriculture, agricultural engineering and veterinary sciences, 2006, 22(2): 6-11.

[10] 苗青霞,方燕,陈应龙.小麦根系特征对干旱胁迫的响应[J].植物学

报,2019,54(5):652-661.

指标,要经受多种干旱气候年份的考验才能科学评价品种的优劣。由于2019年为丰水年份早霜来临较迟,冀杂金谷、晋谷40和金苗K1等晚熟品种基本正常成熟,但在生产中仍有一定的风险性。如晋谷40属晚熟品种,生育期达142d左右,在半干旱区旱地种植风险性较大,建议在宁夏中部干旱半干旱区的引黄灌溉区推广种植。张杂谷13、白良谷和陇谷13属中早熟品种,在半干旱区可进行大面积种植推广。

参考文献

[1] 邓维斌,周玉敏,刘进,等.SPSS 23 统计分析实用教程[M].2版.北京:电子工业出版社,2018.

[2] 赵朋飞,刘俊,胡少敏.基于SPSS软件的主成分分析法在水质评价中的应用[J].科技创业,2016,29(10):119-121,125.

[3] 李健,张媛媛,张敏,等.基于主成分分析方法的蓝莓矿质营养吸收综合评价[J].江苏农业科学,2020,48(1):139-142.

[4] 刘敏,史战红.基于主成分分析法的甘南经济发展水平评价[J].甘肃科技,2018,34(23):61-63.

[5] 张子龙,王文全,缪作清,等.主成分分析在三七连作土壤质量综合评价中的应用[J].生态学杂志,2013,32(6):1636-1644.

[6] 苗泽志,韩浩坤,杜伟建,等.杂交谷子产量及品质相关性状的主成分分析[J].山西农业科学,2013,41(8):785-788,812.

[7] 方路斌,罗河月,陈洁,等.谷子主要农艺性状的相关和主成分分析[J].天津农业科学,2018,24(11):62-65.

[8] 鲍学英,李海连,王起才.基于灰色关联分析和主成分分析组合权重的确定方法研究[J].数学的实践与认识,2016,46(9):129-134.

[9] 张玉.SPSS软件和主成分分析法在牧草营养价值评价中的应用[J].安徽农业科学,2012,40(12):7186-7188.

[10] 陈龙,陈婷,袁莹静,等.基于SPSS的我国各省市自治区经济发展状况分析[J].软件,2019,40(2):121-128.

[11] 段国辉,田文仲,温红霞,等.不同基因型冬小麦根系生长及产量的差异[J].大麦与谷类科学,2018,35(2):25-28.

[12] 方燕,徐炳成,谷艳杰,等.密度和修剪对冬小麦根系时空分布和产量的影响[J].生态学报,2015,35(6):1820-1828.

[13] 王永华,王玉杰,冯伟,等.两种气候年型下不同栽培模式对冬小麦根系时空分布及产量的影响[J].中国农业科学,2012,45(14):2826-2837.

[14] 严银花,祁静玉,罗雪梅,等.不同供氮水平下滴灌春小麦根系生理特性的变化[J].江苏农业科学,2020,48(1):89-96.

[15] 沈玉芳,李世清.施肥深度对不同水分条件下冬小麦根系特征及提水作用的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2019,47(4):65-73.

[16] 薛丽华,赵连佳,陈兴武,等.不同水氮运筹对滴灌冬小麦根系生长、水分利用及产量的影响[J].中国农业大学学报,2017,22(9):21-31.

[17] 张向前,曹承富,乔玉强.不同灌水方式对小麦根系、光合及品质的影响[J].华北农学报,2016,31(1):212-217.

[18] 侯慧芝,黄高宝,郭清毅,等.干旱灌区冬小麦根系的生长冗余[J].生态学杂志,2007,26(9):1407-1411.

[19] WADDINGTON J. Observation of plant roots in situ [J]. Canadian journal of botany, 1971, 49(10): 1850-1852.

[20] 阎素红,杨兆生,王俊娟,等.不同类型小麦品种根系生长特性研究[J].中国农学科学,2002,35(8):906-910.

[21] 田中伟,樊永惠,殷美,等.长江中下游小麦品种根系改良特征及其与产量的关系[J].作物学报,2015,41(4):613-622.

[22] 高砚亮,孙占祥,白伟,等.玉米||花生间作系统作物产量及根系空间分布特征的影响[J].玉米科学,2016,24(6):79-87.

[23] 卢振民,熊勤学.冬小麦根系各种参数垂直分布实验研究[J].应用生态学报,1991,2(2):127-133.

[24] 刘殿英.种植密度对冬小麦根系的影响[J].山东农业大学学报,1987,18(3):29-35.

[25] 王永华.不同栽培管理模式下冬小麦根群构建与水氮利用及产量的关系研究[D].郑州:河南农业大学,2014.