

黄淮麦区小麦新品种(系)灰色关联度分析

付亮, 范永胜, 李洋, 夏彦丽, 蒋志凯*, 周德慧, 路永才 (河南省新乡市农业科学院, 河南新乡 453000)

摘要 [目的]科学合理地评价小麦新品种(系)。[方法]利用2016—2017年度国家区域试验数据,应用灰色关联度分析法对17个小麦新品种(系)(含对照)的17个主要性状进行分析。[结果]周麦36号、禾丰3号、新麦35、中育1220的加权关联度居前4位,综合性状较好,这与品种实际表现基本一致;而安科1502、圣麦101、皖宿321、创新118、天民346共5个品种的关联系数排名较低,建议淘汰。[结论]该研究为小麦品种选育和审定提供参考。

关键词 小麦品种;灰色关联度;综合评估

中图分类号 S512.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)02-0023-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.02.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Gray Correlation Analysis of New Wheat Varieties (lines) in Huang-Huai Wheat Area

FU Liang, FAN Yong-sheng, LI Yang et al (Xinxiang Institute of Agricultural Sciences, Xinxiang, Henan 453000)

Abstract [Objective] To scientifically and reasonably research the new wheat variety (line). [Method] Regional test data in 2016-2017 were used. 17 main characters of 17 new wheat varieties were analyzed by gray relational analysis grade method. [Result] Gray weighted relation degrees of Zhoumai 36, Hefeng 3, Xinmai 35 and Zhongyu 1220 were the top with relatively good comprehensive characters, which was basically the same with their actual situation. However, gray weighted relation degrees of Anke 1502, Shengmai 101, Wansu 321, Chuangxin 118 and Tianmin 346 were relatively low, which was suggested to be eliminated. [Conclusion] This research provided references for the breeding and accreditation of wheat varieties.

Key words Wheat varieties; Gray correlation degree; Comprehensive evaluation

小麦产量高低是多种因素共同作用的结果,而各因素对产量影响的主次关系对品种丰产性鉴定尤为重要^[1]。目前,区域试验结果的分析除了采用产量进行方差分析和丰产稳产性分析外,也对生育期、株高、熟相及抗逆性等非产量性状进行了分析,但如何将这些性状综合起来评价小麦品种(系)一直是个很难量化的难题^[2-5]。鉴于此,笔者应用灰色关联度分析法对小麦的产量和非产量性状进行了多性状的综合分析,以期小麦品种审定提供参考。

1 材料与方

1.1 试验材料 采用2016—2017年度国家区试早播3组区域试验1个参考品种(X_0)和17个小麦新品种(系)作为参试品种(系),分别为对照周麦18(X_1)、安科1502(X_2)、安科157(X_3)、创新118(X_4)、泛育麦17(X_5)、禾丰3号(X_6)、徽研66(X_7)、泉麦31(X_8)、圣麦101(X_9)、天民346(X_{10})、皖宿321(X_{11})、新麦35(X_{12})、郑麦103(X_{13})、郑麦16(X_{14})、郑麦22号(X_{15})、中育1220(X_{16})、周麦36号(X_{17})。

1.2 试验方法 该试验安排在黄淮南片22个试点,田间试验采用随机区组设计,重复3次,小区面积13.33 m²^[6]。田间调查和室内考种按区试统一方案进行,各性状均为各区试点的平均值^[7-9]。

应用灰色关联度分析法,将所有参试品种(系)作为1个灰色系统,每个参试品种(系)作为系统中的1个因素^[10-12]。构建1个理想的“参考品种”,以参考品种的各项性状指标构

成1个参考数列^[13-15],以17个参试品种(系)的各项性状指标构成比较数列 $X_i(k)$ ($i=1,2,3,\dots,n$),其中 n 为参试品种(系)数, k 为评估性状数。计算17个参试品种(系)之间的关联度,以确定各参试品种(系)的优劣次序。选择的17个测量性状分别为产量(kg/hm²) (K_1)、穗粒数(粒) (K_2)、千粒重(g) (K_3)、容重(g) (K_4)、穗数(万/hm²) (K_5)、成穗率(%) (K_6)、株高(cm) (K_7)、最高分蘖(K_8)、抽穗期(K_9)、生育期(K_{10})、熟相(K_{11})、籽粒品质(K_{12})和叶锈病(K_{13})。

2 结果与分析

2.1 参考品种的构建 参考品种是指根据育种目标所制定的各性状理想值的集合,是多年育种目标与育种实践的结合作^[14-17]。产量、穗粒数、千粒重、容重、适用度、成穗率等性状越大越好,采用上限值;株高、生育期等在育种中要求适中,采用适中性测度;熟相等要求越小越好,熟相根据其评价价值采用下限值。产量、穗粒数、千粒重、容重、成穗率均以略大于参试品种中最大值为宜;将成熟期最晚品种记为0,比其早熟1 d记为1,依次类推;株高以80 cm为宜;穗数以600万/hm²为宜;熟相分为1、3、5级,以1为宜。结果见表1。

2.2 无量纲化处理 由于同一品种的不同性状差异很大,为方便进行灰色关联度分析,对原始数据进行无量纲化处理,即用 X_0 分别去除 $X_i(k)$,从而得到1个数值全在[0,1]区间内的新数列(表2)。

2.3 求差序列、两级最大差和两级最小差 首先根据曹廷杰等^[18]的计算方法,进行计算,所得结果列于表3;再根据表3求得两级最大差、两级最小差。

2.4 关联系数的求取 根据关联系数公式^[17,19],得到 X_0 对 X_i 各性状的关联系数(表4)。K为加权关联系数,根据小麦各性状重要程度不同及育种目标与实践,按各性状的相对重要程度分别赋予不同权重系数。最后,求得各比较数列(参

基金项目 国家重点研发计划项目“黄淮冬麦区南片高产优质节水小麦新品种培育”(2017YFD0100704);河南省重大科技专项“优质专用小麦新品种选育与示范”(181100110200)。

作者简介 付亮(1984—),男,河南辉县人,助理研究员,从事小麦遗传育种研究和区试工作。*通信作者,研究员,从事小麦遗传育种和栽培研究。

收稿日期 2018-08-02; **修回日期** 2018-09-21

试品种)对参考数列(参考品种)的加权关联度(表5)。

表1 不同小麦品种(系)主要农艺性状的比较

Table 1 Comparison of the main agronomic characters of different wheat varieties (lines)

品种编号 Variety code	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
X_0	8 904.0	37.7	48.1	795	45.1	47	80.0	98.5	1	1	1	1	1
X_1	8 365.5	36.0	45.5	780	37.5	42	81.0	92.0	1	1	1	3	4
X_2	8 311.5	34.2	43.3	785	39.8	43	82.4	95.0	3	2	3	3	5
X_3	8 247.0	33.8	36.4	786	45.1	44	83.2	107.0	3	2	5	3	2
X_4	8 485.5	37.7	44.0	777	37.4	45	84.3	85.0	0	1	3	3	5
X_5	8 679.0	34.1	43.6	785	40.8	44	83.6	95.0	2	1	3	3	2
X_6	8 769.0	35.1	45.4	778	38.7	40	81.7	99.0	1	1	1	3	4
X_7	8 632.5	32.6	46.2	777	40.9	42	86.5	100.0	1	2	3	3	4
X_8	8 712.0	36.0	45.7	769	39.2	43	81.0	92.0	2	2	3	3	4
X_9	7 969.5	33.9	38.3	788	41.5	35	84.2	123.0	2	1	3	3	5
X_{10}	8 557.5	33.8	47.1	779	39.8	44	83.0	92.0	0	2	3	3	4
X_{11}	8 529.0	33.4	40.4	795	44.3	38	85.0	124.0	0	2	5	3	2
X_{12}	8 904.0	36.4	48.1	782	37.2	40	82.0	96.0	1	1	3	3	2
X_{13}	8 883.0	33.3	46.4	777	41.1	43	80.5	97.0	2	1	3	3	2
X_{14}	8 812.5	33.2	46.5	778	40.1	41	82.0	101.0	2	2	3	3	2
X_{15}	8 758.5	34.7	44.7	784	40.4	44	75.5	95.0	0	2	3	3	5
X_{16}	8 646.0	33.3	45.1	765	40.5	47	81.1	88.0	1	1	1	3	4
X_{17}	8 844.0	37.7	44.8	791	37.2	41	80.4	92.0	1	1	1	3	3

表2 不同小麦品种(系)主要农艺性状的无量纲化值

Table 2 Dimensionless values of the main agronomic characters of different wheat varieties (lines)

品种编号 Variety code	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
X_0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
X_1	0.940	0.955	0.946	0.981	0.831	0.894	0.988	0.934	1.000	1.000	1.000	0.333	0.250
X_2	0.933	0.907	0.900	0.987	0.882	0.915	0.970	0.964	0.333	0.500	0.333	0.333	0.200
X_3	0.926	0.897	0.757	0.989	1.000	0.936	0.960	0.904	0.333	0.500	0.200	0.333	0.500
X_4	0.953	1.000	0.915	0.977	0.829	0.957	0.946	0.863	0.500	1.000	0.333	0.333	0.200
X_5	0.975	0.905	0.906	0.987	0.905	0.936	0.955	0.964	0.667	1.000	0.333	0.333	0.500
X_6	0.985	0.931	0.944	0.979	0.858	0.851	0.979	0.995	1.000	1.000	1.000	0.333	0.250
X_7	0.970	0.865	0.960	0.977	0.907	0.894	0.919	0.985	1.000	0.500	0.333	0.333	0.250
X_8	0.978	0.955	0.950	0.967	0.869	0.915	0.988	0.934	0.667	0.500	0.333	0.333	0.250
X_9	0.895	0.899	0.796	0.991	0.920	0.745	0.948	0.751	0.667	1.000	0.333	0.333	0.200
X_{10}	0.961	0.897	0.979	0.980	0.882	0.936	0.963	0.934	0.500	0.500	0.333	0.333	0.250
X_{11}	0.958	0.886	0.840	1.000	0.982	0.809	0.938	0.741	0.500	0.500	0.200	0.333	0.500
X_{12}	1.000	0.966	1.000	0.984	0.825	0.851	0.975	0.975	1.000	1.000	0.333	0.333	0.500
X_{13}	0.998	0.883	0.965	0.977	0.911	0.915	0.994	0.985	0.667	1.000	0.333	0.333	0.500
X_{14}	0.990	0.881	0.967	0.979	0.889	0.872	0.975	0.975	0.667	0.500	0.333	0.333	0.500
X_{15}	0.984	0.920	0.929	0.986	0.896	0.936	0.944	0.964	0.500	0.500	0.333	0.333	0.200
X_{16}	0.971	0.883	0.938	0.962	0.898	1.000	0.986	0.893	1.000	1.000	1.000	0.333	0.250
X_{17}	0.993	1.000	0.931	0.995	0.825	0.872	0.995	0.934	1.000	1.000	1.000	0.333	0.333

表3 不同小麦品种(系)的绝对差值比较

Table 3 Comparison of the absolute difference of different wheat varieties (lines)

品种编号 Variety code	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
X_1	0.060	0.045	0.054	0.019	0.169	0.106	0.013	0.066	0.000	0.000	0.000	0.667	0.750
X_2	0.067	0.093	0.100	0.013	0.118	0.085	0.030	0.036	0.667	0.500	0.667	0.667	0.800
X_3	0.074	0.103	0.243	0.011	0.000	0.064	0.040	0.096	0.667	0.500	0.800	0.667	0.500
X_4	0.047	0.000	0.085	0.023	0.171	0.043	0.054	0.137	0.500	0.000	0.667	0.667	0.800
X_5	0.025	0.095	0.094	0.013	0.095	0.064	0.045	0.036	0.333	0.000	0.667	0.667	0.500
X_6	0.015	0.069	0.056	0.021	0.142	0.149	0.021	0.005	0.000	0.000	0.000	0.667	0.750
X_7	0.030	0.135	0.040	0.023	0.093	0.106	0.081	0.015	0.000	0.500	0.667	0.667	0.750
X_8	0.022	0.045	0.050	0.033	0.131	0.085	0.012	0.066	0.333	0.500	0.667	0.667	0.750
X_9	0.105	0.101	0.204	0.009	0.080	0.255	0.053	0.249	0.333	0.000	0.667	0.667	0.800
X_{10}	0.039	0.103	0.021	0.020	0.118	0.064	0.038	0.066	0.500	0.500	0.667	0.667	0.750
X_{11}	0.042	0.114	0.160	0.000	0.018	0.191	0.063	0.259	0.500	0.500	0.800	0.667	0.500
X_{12}	0.000	0.034	0.000	0.016	0.175	0.149	0.025	0.025	0.000	0.000	0.667	0.667	0.500
X_{13}	0.002	0.117	0.035	0.023	0.089	0.085	0.006	0.015	0.333	0.000	0.667	0.667	0.500
X_{14}	0.010	0.119	0.033	0.021	0.111	0.128	0.025	0.025	0.333	0.500	0.667	0.667	0.500
X_{15}	0.016	0.080	0.071	0.014	0.104	0.064	0.056	0.036	0.500	0.500	0.667	0.667	0.800
X_{16}	0.029	0.117	0.062	0.038	0.102	0.000	0.014	0.107	0.000	0.000	0.000	0.667	0.750
X_{17}	0.007	0.000	0.069	0.005	0.175	0.128	0.005	0.066	0.000	0.000	0.000	0.667	0.667

表 4 不同小麦品种(系)的关联系数及各性状的权重系数比较

Table 4 Comparison of the weighting coefficients of characters and correlation coefficients of different wheat varieties (lines)

品种编号 Variety code	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
X_1	0.892	0.917	0.902	0.964	0.748	0.825	0.976	0.883	1.000	1.000	1.000	0.428	0.400
X_2	0.883	0.843	0.834	0.975	0.810	0.855	0.943	0.934	0.428	0.500	0.428	0.428	0.385
X_3	0.871	0.829	0.673	0.978	1.000	0.887	0.926	0.838	0.428	0.500	0.385	0.428	0.500
X_4	0.914	1.000	0.854	0.957	0.745	0.922	0.903	0.785	0.500	1.000	0.428	0.428	0.385
X_5	0.952	0.840	0.842	0.975	0.840	0.887	0.917	0.934	0.600	1.000	0.428	0.428	0.500
X_6	0.971	0.879	0.899	0.959	0.779	0.770	0.959	0.990	1.000	1.000	1.000	0.428	0.400
X_7	0.943	0.787	0.927	0.957	0.843	0.825	0.860	0.970	1.000	0.500	0.428	0.428	0.400
X_8	0.959	0.917	0.909	0.939	0.793	0.855	0.976	0.883	0.600	0.500	0.428	0.428	0.400
X_9	0.827	0.832	0.710	0.983	0.862	0.662	0.905	0.668	0.600	1.000	0.428	0.428	0.385
X_{10}	0.928	0.829	0.960	0.961	0.810	0.887	0.930	0.883	0.500	0.500	0.428	0.428	0.400
X_{11}	0.922	0.814	0.757	1.000	0.966	0.723	0.889	0.659	0.500	0.500	0.385	0.428	0.500
X_{12}	1.000	0.935	1.000	0.968	0.741	0.770	0.952	0.952	1.000	1.000	0.428	0.428	0.500
X_{13}	0.995	0.811	0.934	0.957	0.849	0.855	0.988	0.970	0.600	1.000	0.428	0.428	0.500
X_{14}	0.980	0.807	0.938	0.959	0.819	0.797	0.952	0.952	0.600	0.500	0.428	0.428	0.500
X_{15}	0.968	0.863	0.876	0.973	0.828	0.887	0.899	0.934	0.500	0.500	0.428	0.428	0.385
X_{16}	0.945	0.811	0.889	0.930	0.831	1.000	0.973	0.824	1.000	1.000	1.000	0.428	0.400
X_{17}	0.987	1.000	0.879	0.990	0.741	0.797	0.990	0.883	1.000	1.000	1.000	0.428	0.428
权重系数 Weighting coefficient	0.250	0.100	0.100	0.050	0.100	0.040	0.050	0.040	0.040	0.030	0.050	0.100	0.050

表 5 不同小麦品种实际产量与加权关联度比较

Table 5 Comparison of the actual yields and weighted relation degrees of different wheat varieties

序号 Code	品种名称 Variety code	产量 Yield kg/hm ²	产量排名 Yield rank	加权关联度 Weighted relation degree	排名 Rank
1	周麦 36 号	8 844.0	3	0.859	1
2	禾丰 3 号	8 769.0	5	0.847	2
3	新麦 35	8 904.0	1	0.842	3
4	中育 1220	8 646.0	9	0.840	4
5	周麦 18CK	8 365.5	14	0.828	5
6	郑麦 103	8 883.0	2	0.822	6
7	泛育麦 17	8 679.0	8	0.801	7
8	郑麦 16	8 812.5	4	0.795	8
9	泉麦 31	8 712.0	7	0.790	9
10	郑品麦 22	8 758.5	6	0.786	10
11	徽研 66	8 632.5	10	0.785	11
12	创新 118	8 485.5	13	0.783	12
13	天民 346	8 557.5	11	0.776	13
14	皖宿 321	8 529.0	12	0.756	14
15	安科 1502	8 311.5	15	0.752	15
16	安科 157	8 247.0	16	0.751	16
17	圣麦 101	7 969.5	17	0.732	17

由表 5 可知,17 个品种产量表现中,有 13 个品种产量超过对照,前 5 名分别为新麦 35,郑麦 103,周麦 36 号,郑麦 16 和禾丰 3 号。品种(系)的综合评价还要看加权关联度。灰色系统理论认为,品种(系)的关联度越大说明该品种(系)与对照品种越接近、综合表现越好。从表 5 可以看出,周麦 36 号、禾丰 3 号、新麦 35、中育 1220 的加权关联度位居前四,说明这 4 个品种(系)与对照品种最接近,性状的综合性状最好。这与品种的实际表现基本一致,周麦 18 作为国家冬水组区试对照品种,是综合性状很好的品种;而郑麦 103、泛育麦 17、郑麦 16、泉麦 31、郑品麦 22 共 5 个品种(系)实际产量

也达标,甚至较高,但抗逆性、综合性状等的综合表现中等;徽研 66、创新 118、天民 346、皖宿 321 共 4 个品种实际表现一般,实际增产率不达标;安科 157 虽然减产,但是因优质强筋品种保留下来继续下一年度试验,而品种安科 1502、圣麦 101 实际产量减产,关联度也最小,说明该品种(系)与对照品种较远,综合表现较差。因此,安科 1502、圣麦 101、皖宿 321、创新 118、天民 346 共 5 个品种建议淘汰。

3 结论与讨论

周麦 36 号、禾丰 3 号、新麦 35、中育 1220 的加权关联度居前 4 位,综合性状较好,这与品种实际表现基本一致;而安科 1502、圣麦 101、皖宿 321、创新 118、天民 346 共 5 个品种的关联系数排名靠后,建议淘汰。

该试验方法对小麦新品种(系)进行综合评估既简便又有效,是一种较好的统计分析方法^[20]。以往评价小麦品种时,除产量性状外也综合考虑了抗逆性和品质性状,但如何将这此性状综合到一起一直是个难题。灰色关联度分析可克服这一弊端,将各个性状对作物重要程度赋予权重系数,最后将各性状关联度相加得出加权关联度作为 1 个量化指标,关联度越接近越理想^[18,21]。

灰色关联度分析小麦新品种(系)具有一定的科学性和实际意义。就灰色系统与农业生产上的应用而言,由于农业生产受自然环境、气候因素、土壤类型及土壤肥力等因素的影响,因此要十分科学、合理、正确地评价小麦新品系并非易事^[18,21]。运用灰色系统评价小麦新品系除产量因素外,要尽量多的包括抗病、抗寒性、抗倒、熟期等非产量因素。

参考文献

- [1] 王映红,董均,程兰兰,等.新麦系列新品种(系)灰色关联度分析[J].山东农业科学,2014,46(2):32-35.
- [2] 李平路,孙合军,张志军,等.应用灰色关联度分析综合评价优质小麦新品种[J].种子科技,2001(2):98-99.
- [3] 张薇,曹连甫,吕新,等.用灰色关联度分析评价大麦区试品种[J].种子,2000,19(1):21-25.

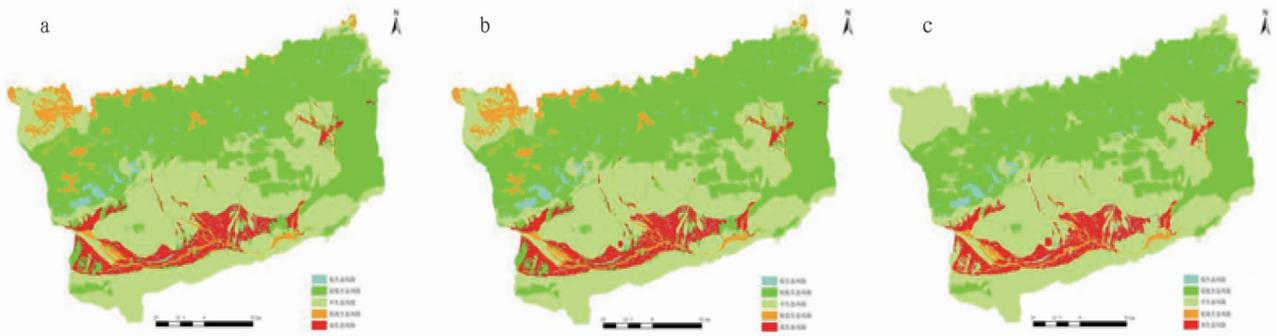


图4 2009年(a)、2016年(b)和2020年(c)拜城县生态风险空间分布

Fig.4 Spatial distribution of ecological risks in Baicheng County in 2009,2016 and 2020

以为区域的生态环境管理提供科学化的理论支持和决策依据,从而有利于维护生态完整性、降低生态脆弱性。根据土地利用生态风险逐年升高的趋势,应在高生态风险区进行环境保护和生态建设,从而提高该区基本的土地生产功能和环境功能,但是也不能忽视低生态风险区的生态文明建设,加强拜城县对生态环境的保护,促进城市可持续发展。尤其拜城县位于新疆干旱区绿洲更应加强建设生态缓冲区,修建防风阻沙隔离带,封锁培育天然植被,阻止风沙向绿洲推进;保障生态用水需求,禁止人类活动和牲畜破坏,促进易损区天然植物的更新生长;在接近绿洲的边缘区域,通过林带的防护,种植优质的牧草,改良沙地,促进其成土过程和绿洲化过程,增强绿洲边缘区的抗干扰能力和经济功能。

参考文献

- [1] 李鑫.基于3S的土地利用生态风险评价研究[D].合肥:安徽农业大学,2014.
- [2] 李虹颖.新一轮土地利用总体规划中土地生态规划研究[D].重庆:西南大学,2011.
- [3] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等.干旱区绿洲土地利用/覆被及景观格局变化特征:以新疆精河县为例[J].生态学报,2009,29(3):1251-1263.
- [4] 蒙永胜,李琳,夏修国.新疆新型工业化、农牧业现代化与新型城镇化协调发展研究[J].新疆社会科学,2013(6):45-51.
- [5] 亚库普·约麦尔.新疆地区农田土地整理的实践与思考[J].科技资讯,2017,15(4):112-114.
- [6] 段少远.拜城县水能资源开发面临的问题及对策[J].新疆农垦科技,2013,36(8):42-44.

- [7] 唐利华,张永福,刘小辉.干旱区河谷城市土地利用生态风险动态预测:以新疆伊宁市为例[J].水土保持研究,2016,23(3):240-245.
- [8] 吴楠,张永福,李瑞.基于景观指数的干旱区河谷县域土地利用生态风险分析及预测[J].水土保持研究,2018,25(2):207-212.
- [9] 吴文婕,石培基,胡巍.基于土地利用/覆被变化的绿洲城市土地生态风险综合评价:以甘州区为例[J].干旱区研究,2012,29(1):122-128.
- [10] 程珍珍,张永福,范小晶,等.基于GIS干旱区绿洲县域土地利用生态风险分析及动态预测[J].安徽农业科学,2018,46(3):44-48,52.
- [11] 王文杰,张永福,王慧杰.基于GIS干旱区绿洲县域土地利用变化生态风险分析:以新疆泽普县为例[J].水土保持研究,2016,23(6):216-220.
- [12] 李钊,张永福,张景路.干旱区绿洲县域土地利用规划中土地生态安全预测:以新疆阿瓦提县为例[J].水土保持研究,2014,21(6):148-151,157.
- [13] 李谢辉,谭灵芝.基于景观结构的渭河下游河流沿线区域生态风险分析[J].地域研究与开发,2009,28(6):100-105.
- [14] 郭燕燕.快速城市化地区景观生态安全分析:以深圳市为例[J].测绘与空间地理信息,2016,39(12):127-131.
- [15] 王俊智,张永福.干旱绿洲区土地利用生态风险分析及预测:以沙雅县为例[J].广东农业科学,2015,42(22):125-130.
- [16] 康璇,王雪梅.基于景观格局的新疆渭干河-库车河三角洲绿洲的生态风险评价[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45(8):139-146,156.
- [17] 石浩朋.基于景观结构的城乡结合部区域生态风险分析:以泰安市岱岳区为例[D].泰安:山东农业大学,2013.
- [18] 胡金龙.漓江流域土地利用变化及生态效应研究[D].武汉:华中农业大学,2016.
- [19] 居玲华,石培基.基于Markov和GM(1,1)模型的土地利用结构预测[J].农业系统科学与综合研究,2009,25(2):138-141,146.
- [20] 贺胜柏.马尔柯夫预测模型及其实证分析[J].中南财经政法大学学报,2002(2):132-135.

(上接第25页)

- [4] 赵倩,刘兆晔,刘春蕾,等.小麦新品种(系)的灰色关联度分析[J].中国农业通报,2007,23(9):259-262.
- [5] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [6] 赵虹,胡卫国.2016-2017年度国家黄淮冬小麦品种试验总结[M].北京:中国广播电视出版社,2017:2-136.
- [7] 刘录祥,孙其信,王士芸.灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J].中国农业科学,1989,22(3):22-27.
- [8] 吴建明,谢正荣,沈小妹.灰色关联度分析法应用于水稻品种综合评判的探索[J].种子,1990(3):33-35.
- [9] 孙海潮,万金红,郭安斌,等.灰色关联度分析在玉米组合鉴定试验中的应用[J].玉米科学,2006,14(2):47-49.
- [10] 汪宝卿,张礼凤,慈敦伟,等.黄淮海地区夏大豆农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析[J].山东农业科学,2010(3):20-25.
- [11] 赵世春,姚曲响,李先兵,等.应用灰色关联度综合评价杂交棉新组合[J].中国棉花,2004,31(1):12-14.
- [12] 杜淑辉,臧德奎,孙居文.木瓜属观赏品种的灰色关联度综合评价[J].山东农业科学,2011(1):12-15.

- [13] 王英杰,庄艳,刘树才.辽春系列小麦主要产量相关性状的灰色关联分析[J].辽宁农业科学,2013(1):13-16.
- [14] 胡凤灵.灰色关联度分析法在小麦产量相关因素分析中的应用[J].安徽农学通报,2008,14(11):116.
- [15] 许海霞,周扬,詹克慧,等.应用灰色关联度分析法对小麦新品种的综合评价[J].安阳工学院学报,2008(6):94-96.
- [16] 王永士,郭瑞林,贺德先,等.灰色关联度分析法在安阳市强筋小麦适宜品种筛选中的应用[J].麦类作物学报,2009,29(2):271-274.
- [17] 曲祥春,何中国,郝文媛,等.灰色关联度分析在小麦品种综合评价上的应用[J].辽宁农业科学,2004(6):6-9.
- [18] 曹廷杰,李伟,闫素红,等.河南小麦新品种(系)灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2010,38(25):13640-13642,13647.
- [19] 苏天增,裴冬丽,侯乐新.小麦新品种的灰色关联度分析[J].河南师范大学学报(自然科学版),2000,28(4):76-80.
- [20] 赵元增,牟琪,裴玉荣,等.甜玉米主要农艺性状的灰色关联度分析[J].吉林农业大学学报,1999,21(4):12-15,25.
- [21] 陈国秋.灰色关联度分析法在谷子综合评判上的应用[J].杂粮作物,2001,21(2):16-17.