

小麦高代新品系农艺性状相关性及聚类分析

燕 鹏, 陈三乐, 孙军仓, 王敬昌
(宝鸡市农业科学研究院, 陕西 宝鸡 721000)

摘要: 小麦高代品系的农艺性状分析有利于育种材料的综合评价。为明确试验材料遗传差异和特点, 辅助小麦品种的选育和改良, 以自育的 20 个小麦高代新品系为研究对象, 在大田条件下测定各品系的返青期分蘖数、抽穗期、成穗数等 10 个主要农艺性状, 分析了各农艺性状的变异程度、相关性, 并进行聚类分析。结果表明, 成穗数(CV 为 15.3%)、不孕小穗数(CV 为 13.0%)变异范围较大, 具有较大的改良潜力。同时可看出, 各农艺性状相关性的较为复杂, 越冬期分蘖数与返青期分蘖数、株高、成穗数呈极显著正相关。返青期分蘖数与成穗数呈极显著正相关。将 20 份参试材料采用离差平方和法在欧式距离水平上聚类划分为四大类, 其中第Ⅲ类材料株高较高, 综合性状好, 产量三要素协调, 分别为 BH171870-2-1、B151124-1-2、秦农 168(CK)、B110719-1-1-2、B150317-2-1、B150336-1-2, 其中以 B110719-1-1-2 与对照材料秦农 168 最为接近, 综合表现较优, 可作为下年陕西省冬小麦区域试验或国家冬小麦区域试验参试材料。

关键词: 小麦; 高代品系; 农艺性状; 相关性; 聚类分析

中图分类号: S512.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2022)01-0040-05

[doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2022.01.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.2097-2172.2022.01.008)

Correlation and Cluster Analysis of Agronomic Traits of 20 Advanced New Wheat Lines

YANG Peng, CHEN Sanle, SUN Juncang, WANG Jingchang
(Baoji Academy of Agricultural Sciences, Baoji, 721000, China)

Abstract: The analysis of agronomic characters of advanced wheat lines is beneficial to the comprehensive evaluation of breeding materials, the identification of genetic differences and characteristics of experimental materials, and the auxiliary breeding and improvement of wheat varieties. Ten main agronomic characters, such as spring stem, heading date and ear number per mu, were tested in field with 20 advanced wheat lines selected by our research group in recent years, the variation degree and correlation of agronomic traits were analyzed and cluster analysis was carried out. The results showed that the variation range of panicle number per mu (coefficient of variation 15.3%) and sterile spikelets per mu (13.0%) was large, and the correlation of each character was complex, and the correlation between spring stem and panicle number per mu was significantly positive. The 20 materials were divided into four groups by cluster analysis. The third material, with high plant height, good comprehensive characters and coordinated yield, was the most close to the control, and strain 13 could be used as the test material for the next year. Increasing grain number per ear and reducing plant height are effective ways to increase yield in wheat breeding.

Key words: Wheat; Advanced lines; Agronomic traits; Cluster analysis

新品系的鉴定和筛选是小麦育种环节中一个重要部分。然而, 长期以来对新品系的鉴定和筛选大多集中在产量三要素、抗病性、抗倒性等单一性状对其进行评判, 育种者再结合自己的田间调查结果来判定材料的好坏, 这样往往主观意识过强, 对育种者的经验性要求很高^[1]。在缺乏定量、综合分析的前提下, 经验不足的育种者往往很容易判断失误, 使一些综合性状好的品系被淘

汰。聚类分析在多种作物种质资源分类方面的应用广泛, 在科学评价种质资源方面具有较好的效果^[2-5]。我们运用聚类分析方法, 对近年育成的小麦高代品系进行了农艺性状分析, 以期对新品系的选择和育种目标的调整提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试小麦材料为宝鸡市农业科学研究院近年来

收稿日期: 2022-09-19

基金项目: 陕西省重点研发计划(2017ZDXM-N-21-1)。

作者简介: 燕 鹏(1990—), 男, 甘肃金昌人, 农艺师, 硕士, 主要从事小麦种质资源研究工作。Email: 1248517282@qq.com。

新选育的 20 个小麦高代新品系, 分别为 B151112-1-3-1、B151721-3-7、BH171870-2-1、B150933-1-4、B150323-1-3、B150236-1-2、秦农 29-5、B160768-1-2、B150317-2-1、B161068-1-2、秦农 168、B160882-1-1、B110719-1-1-2、B150322-1-1、B150335-1-1、B160891-1-2、B150336-1-2、秦农 32-2、B151124-1-2、秦农 36, 以秦农 168 为统一对照(CK)。

1.2 试验地基本情况

试验于 2020 年在宝鸡市农业科学研究院 2 号试验基地 (34.7° N、107.33° E) 进行。试验地地势平坦, 地力均匀, 土壤类型为棕壤土。试验地前茬休闲, 土壤为壤土, 0~20 cm 土层含有机质 18.8 g/kg、速效氮 34.25 mg/kg、速效磷 13.77 mg/kg、速效钾 145.00 mg/kg, pH 8.0。试区小麦生长季降水量为 372.1 mm, 年平均气温 9.8 ℃。

1.3 试验设计

试验采取随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 16.675 m², 行长 6.67 m, 行距 0.25 m, 每小区播种 10 行, 播种量 240 万粒 /hm², 重复间走道宽 0.8 m。试验期间田间不进行防病, 其他管理同大田。

1.4 观测指标

田间记载调查各品系的基本苗、抽穗期、成穗数。于小麦越冬期、返青期选取 1 m 行长势均匀的样段, 调查群体总茎分蘖数。收获前每小区田间随机取样 30 株进行室内考种, 调查各品系的株高、穗长、穗粒数和千粒重、不孕小穗数, 取其平均值。成熟时分小区收获, 按小区计产面积 13.34 m² 测定实际产量, 计算折合产量并进行分析。

1.5 统计分析

采用 Excel 2003 软件进行数据处理分析, 用 SPSS 22.0 进行变异性分析和相关性分析。将原始数据进行标准正态转换, 在欧式距离水平上用离差平方和法进行系统聚类^[6-8]。

2 结果与分析

2.1 不同小麦高代品系主要农艺性状表现

由表 1 可以看出, 供试各小麦高代品系基本苗、抽穗期、株高、穗粒数、千粒重、产量的变化范围均较小。其中基本苗以 B150323-1-3 最多, 为 285.0 万株 /hm², 较对照增加 52.5 万株 /hm²; 秦农 36 最少, 为 214.5 万株 /hm², 较对照减少 18.0 万株 /hm²。抽穗期以 B160882-1-1、B160891-

表 1 参试小麦高代品系的主要农艺性状

编号	品系	基本苗 (/万株/hm ²)	分蘖数/(万茎/hm ²)		抽穗期 (/月/日)	株高 (/cm)	成穗数 (/万穗/hm ²)	穗粒数 (/粒)	千粒重 (/g)	折合产量 (/kg/hm ²)	不孕小穗数 (/个/穗)
			越冬期	返青期							
1	B151112-1-3-1	250.5	490.5	1 260.0	4/23	74.3	574.5	40.3	52.9	8 625.7	3.0
2	B151721-3-7	252.0	448.5	1 366.5	4/22	77.2	558.0	41.4	49.6	9 115.5	2.8
3	BH171870-2-1	222.0	598.5	1 329.0	4/19	90.7	631.5	42.3	50.1	9 595.3	3.6
4	B150933-1-4	238.5	445.5	979.5	4/20	76.7	430.5	43.8	45.9	8 453.3	3.0
5	B150323-1-3	285.0	594.0	1 744.5	4/22	79.7	666.0	33.6	47.9	9 053.0	3.7
6	B150236-1-2	223.5	468.0	1 147.5	4/18	74.7	496.5	45.4	49.3	9 195.4	2.7
7	秦农29-5	255.0	535.5	1 264.5	4/21	73.7	655.5	43.3	49.8	8 193.4	2.9
8	B160768-1-2	226.5	474.0	1 197.0	4/20	75.0	448.5	38.5	56.3	8 593.2	2.9
9	B150317-2-1	250.5	616.5	1 330.5	4/22	77.0	711.0	39.3	46.0	10 209.9	3.4
10	B161068-1-2	217.5	427.5	1 135.5	4/22	76.7	589.5	41.9	48.0	9 320.4	3.4
11	秦农168(CK)	232.5	475.5	1 399.5	4/21	73.7	598.5	40.6	48.2	10 364.9	4.0
12	B160882-1-1	222.0	475.5	1 080.0	4/17	75.0	594.0	40.5	49.9	10 067.5	2.9
13	B110719-1-1-2	235.5	582.0	1 617.0	4/23	75.0	604.5	37.7	46.5	10 254.9	4.2
14	B150322-1-1	283.5	472.5	1 150.5	4/23	73.0	490.5	41.3	47.6	8 965.6	3.3
15	B150335-1-1	256.5	460.5	1 173.0	4/24	73.7	531.0	42.3	47.1	9 295.4	3.1
16	B160891-1-2	247.5	481.5	1 584.0	4/17	73.3	562.5	42.8	46.7	9 005.5	3.2
17	B150336-1-2	220.5	537.0	1 431.0	4/21	76.3	730.5	39.0	49.9	9 275.4	3.6
18	秦农32-2	267.0	514.5	1 287.0	4/20	78.0	523.5	36.9	51.7	8 083.5	3.6
19	B151124-1-2	250.5	631.5	1 707.0	4/20	82.0	636.0	44.1	52.5	9 612.7	3.8
20	秦农36	214.5	435.0	1 153.5	4/19	72.0	420.0	40.2	52.3	9 905.1	3.9

1-2 最早, 抽穗时间均为 4 月 17 日, 均较对照提前 4 d; B150335-1-1 最晚, 抽穗时间为 4 月 24 日, 较对照推迟 3 d。株高以 BH171870-2-1 最高, 达 90.7 cm, 较对照高 17.0 cm; 秦农 36 最矮, 为 72.0 cm, 较对照矮 1.7 cm。穗粒数以 B150236-1-2 最多, 为 45.4 粒, 较对照增加 4.8 粒; B150323-1-3 最少, 为 33.6 粒, 较对照减少 7.0 粒。千粒重以 B106768-1-2 最高, 为 56.3 g, 较对照增加 4.7 g; B150933-1-4 最低, 为 45.9 g, 较对照降低 2.3 g。折合产量以秦农 168 (CK) 最高, 为 10 364.9 kg/hm²; 其余参试品系均较对照减产, 减幅为 1.06%~22.01%。越冬期分蘖数、返青期分蘖数、成穗数、不孕小穗的变化范围均较大。越冬期分蘖数以 B151124-1-2 最多, 达 631.5 万茎/hm², 较对照增加 156.0 万茎/hm²; B161068-1-2 最少, 为 427.5 万茎/hm², 较对照减少 48.0 万茎/hm²。返青期分蘖数以 B150323-1-3 最高, 达 1 744.5 万茎/hm², 较对照增加 345.0 万茎/hm²; B150933-1-4 最少, 为 979.5 万茎/hm², 较对照减少 420.0 万茎/hm²。成穗数以 B150336-1-2 最多, 为 730.5 万穗/hm², 较对照增加 132.0 万穗/hm²; 秦农 36 最少, 为 420.0 万穗/hm², 较对照减少 178.5 万穗/hm²。不孕小穗数以 B110719-1-1-2 最多, 达 4.2 个/穗, 较对照增加 0.2 个/穗; B150236-1-2 最

少, 为 2.7 个/穗, 较对照减少 1.3 个/穗。

2.2 农艺性状的变异性分析

对各供试小麦高代品系主要农艺性状遗传多样性的分析发现, 各性状的平均值、标准差、变异系数均有较大差异(表2)。由表 2 可以看出, 变异系数以返青期分蘖数最大, 为 16.0%; 成穗数次之, 为 15.3%; 不孕小穗数居第 3 位, 为 13.0%。株高、千粒重变异范围较小, 变异系数分别为 5.4%、5.5%。

2.3 农艺性状的相关性分析

由表 3 可知, 参试各小麦高代品系的各农艺性状相关性较为复杂。越冬期分蘖数与返青期分蘖数、株高、成穗数呈极显著正相关, 与不孕小穗数呈显著正相关; 返青期分蘖数与成穗数呈极显著正相关, 与不孕小穗数呈显著正相关。折合产量与不孕小穗数呈显著正相关。

2.4 农艺性状的聚类分析

由图 1 可以看出, 20 份小麦高代品系在遗传距离为 20 的水平上可以分为四大类: 第 I 类有 12 个品系, 分别为 B150322-1-1、B150335-1-1、B160891-1-2、B151112-1-3-1、B151721-3-7、秦农 29-5、B161068-1-2、B160882-1-1、B150933-1-4、B150236-1-2、B160768-1-2、秦农 32-2。这类材料基本苗较多, 为 244.5 万株/hm²; 越冬期、返青期分蘖数较低, 分别为 474.0 万、1 219.5

表 2 参试小麦高代品系主要农艺性状遗传多样性分析

指标	基本苗 (万株/hm ²)	分蘖数/(万茎/hm ²)		株高 /cm	成穗数 (万穗/hm ²)	穗粒数 /粒	千粒重 /g	折合产量 (kg/hm ²)	不孕小穗数 (个/穗)
		越冬期	返青期						
最大值	285.0	631.5	1 744.5	90.7	730.5	45.4	56.3	10 364.9	4.2
最小值	214.5	427.5	979.5	72.0	420.0	33.6	45.9	8 083.5	2.7
平均值	243.0	508.5	1 317.0	76.4	573.0	40.8	49.4	9 259.3	3.4
标准差	1.4	4.3	14.1	4.1	5.8	2.8	2.7	675.2	0.4
变异系数/%	8.6	12.6	16.0	5.4	15.3	6.8	5.5	7.3	13.0

表 3 参试小麦高代品系农艺性状相关性分析^①

性状	基本苗	越冬期分蘖数	返青期分蘖数	株高	成穗数	穗粒数	千粒重	折合产量	不孕小穗数
基本苗	1.000								
越冬期分蘖数	0.261	1.000							
返青期分蘖数	0.326	0.693**	1.000						
株高	-0.038	0.596**	0.292	1.000					
成穗数	0.102	0.707**	0.578**	0.359	1.000				
穗粒数	-0.307	-0.286	-0.379	-0.016	-0.237	1.000			
千粒重	-0.223	-0.043	-0.067	0.091	-0.23	-0.099	1.000		
产量	-0.396	0.234	0.225	0.057	0.298	-0.051	-0.278	1.000	
不孕小穗	-0.026	0.454*	0.553*	0.215	0.279	-0.437	-0.117	0.524*	1.000

① * 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著相关。

万茎/hm²; 成穗数少, 为 538.5 万穗/hm²; 株高中等, 为 75.1 cm; 穗粒数多, 为 41.5 粒; 千粒重较高, 为 49.6 g; 不孕小穗数少, 为 3.1 个/穗; 折合产量较低, 为 8 909.5 kg/hm²。第 II 类仅有 1 个品系, 为秦农 36。该材料基本苗少, 为 214.5 万株/hm²; 越冬期、返青期分蘖数最低, 分别为 435.0 万、1153.5 万茎/hm²; 成穗数最少, 为 420.0 万穗/hm²; 株高较矮, 为 72.0 cm; 穗粒数中等, 为 40.2 粒; 千粒重高, 为 52.3 g; 不孕小穗数多, 为 3.9 个/穗; 折合产量反而较高, 为 9 905.1 kg/hm²。第 III 类有 6 个品系, 分别为 BH171870-2-1、B151124-1-2、秦农 168(CK)、B110719-1-1-2、B150317-2-1、B150336-1-2, 该类材料基本苗较少, 为 235.5 万株/hm²; 越冬期、返青期分蘖数中等, 分别为 573.0 万、1 468.5 万茎/hm²; 成穗数较多, 为 652.5 万穗/hm²; 穗粒数中等, 为 40.5 粒; 株高较高, 为 79.1 cm; 千粒重较高, 为

48.9 g; 不孕小穗数较多, 为 3.8 个/穗; 折合产量较高, 为 9 885.5 kg/hm²。第 IV 类有 1 个品系, 为 B150323-1-3。该材料基本苗多, 为 285.0 万株/hm²; 越冬期、返青期分蘖数多, 分别为 594.0 万、1 744.5 万茎/hm²; 成穗数多, 为 666.0 万穗/hm²; 株高较高, 为 79.7 cm; 穗粒数较少, 为 33.6 粒; 千粒重较高, 为 47.9 g; 不孕小穗数较多, 为 3.7 个/穗; 折合产量较低, 为 9 053.0 kg/hm²(表 4)。

3 讨论与结论

小麦高代品系数量多且类型复杂, 目标性状较多, 如果育种过程中缺乏综合、定量的统计分析, 育种者往往基于自己的田间调查结果进行决选, 难免因主观性过强造成决选失误, 从而导致一些目标性状优良和综合性状好的品系被淘汰^[9]。目前, 聚类分析在评价小麦种质资源优劣的真实性方面受到了众多学者的认可^[10-14]。

本研究对 20 份参试小麦高代材料进行聚类分

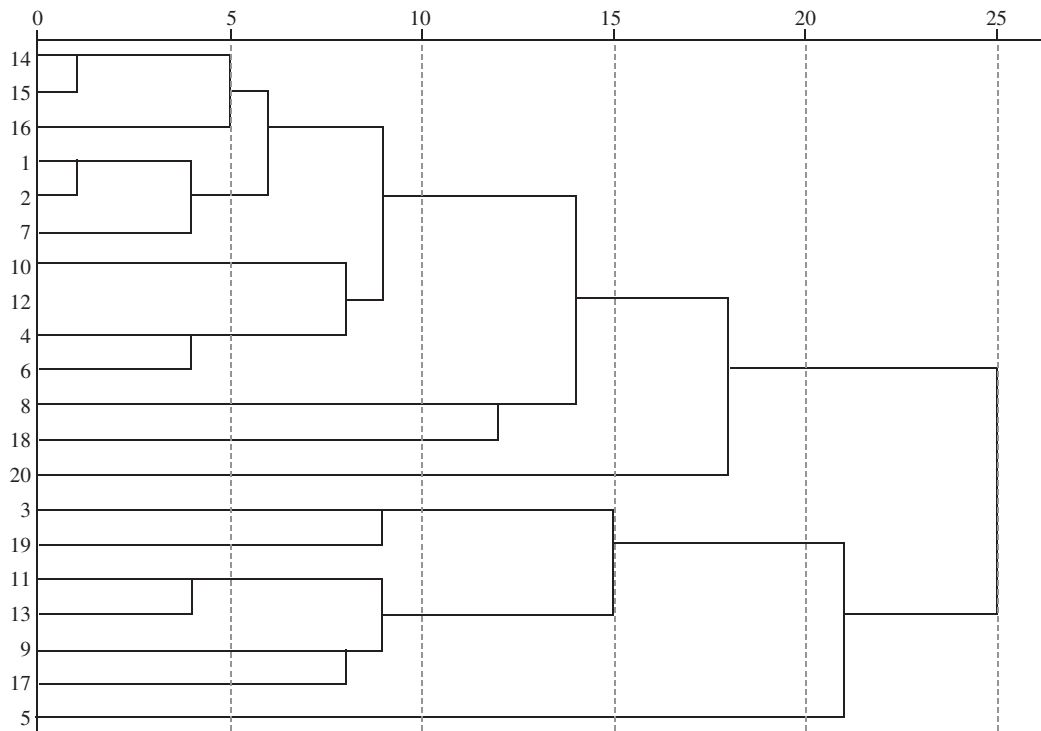


图 1 参试小麦高代品系农艺性状聚类分析

表 4 参试小麦高代品系各类群农艺性状的分类特点

类群	品系数 /个	基本苗 /(万株/hm ²)	越冬期分蘖数 /(万茎/hm ²)	返青期分蘖数 /(万茎/hm ²)	株高 /cm	成穗数 /(万穗/hm ²)	穗粒数 /粒	千粒重 /g	折合产量 /(kg/hm ²)	不孕小穗数 /(个/穗)
I	12	244.5	474.0	1 219.5	75.1	538.5	41.5	49.6	8 909.5	3.1
II	1	214.5	435.0	1 153.5	72.0	420.0	40.2	52.3	9 905.1	3.9
III	6	235.5	573.0	1 468.5	79.1	652.5	40.5	48.9	9 885.5	3.8
IV	1	285.0	594.0	1 744.5	79.7	666.0	33.6	47.9	9 053.0	3.7

析,结果表明,20份供试小麦高代品系的越冬期分蘖数、返青期分蘖数、成穗数、不孕小穗数的变异范围较大,株高、穗粒数、千粒重、产量的变异范围较小,说明这些小麦高代品系的株高、穗粒数、千粒重、产量相对稳定,目前的育种手段使这些目标性状趋于稳定,今后的育种工作中应加强在成穗数、不孕小穗数方面的突破。聚类分析将20份小麦高代材料分为四大类,第Ⅰ类材料株高中等、穗粒数多、千粒重较大,但成穗数少,限制了产量的提高。第Ⅱ类材料成穗数少、不孕小穗数多,但产量较高,可能是千粒重较高或收获人为误差导致。第Ⅲ类材料株高较高,农艺性状好,产量三要素协调,该类品系均可推荐进入陕西省冬小麦区域试验或国家冬小麦区域试验。其中品系B110719-1-1-2与对照材料秦农168农艺性状及折合产量最为接近,其仅较对照材料秦农168减产1.06%,可作为下年陕西省冬小麦区域试验或国家冬小麦区域试验参试材料。第Ⅳ类材料成穗数表现突出,但穗粒数少、不孕小穗数较多,应继续进行试验观察,根据自身性状特点加以改造。

研究结果表明,不孕小穗数与产量呈现正相关,越冬期分蘖数、返青期分蘖数与成穗数呈现极显著正相关。不孕小穗数影响品种的结实率,受多因素影响,除了自身遗传因素还受气候因素影响较大^[15-16]。本试验中,不孕小穗数与其他性状的相关性是品种本身遗传影响还是气候因素影响有待进一步探讨。小麦越冬期、返青期分蘖数研究大多与冬春性鉴定有关^[17-19],在育种中可以选择越冬期分蘖数低、返青期分蘖数高的品系,这样的小麦材料有利于减轻冻害,而群体形成又快。由此可见,适当提高穗粒数和降低株高,是今后小麦育种中进一步提高产量的有效途径。至于聚类分析时性状选择是否越多越好抑或是如何选择最佳性状进行分析还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 张彩英,常文锁,谢令琴,等.小麦高代新品系鉴定的聚类分析[J].植物遗传资源科学,2001(4):29-33.
- [2] 孟丽梅,杨子光,孙军伟,等.53份小麦品种农艺性状的聚类分析[J].山西农业科学,2018,46(7):1085-1088.
- [3] 张婷,逯腊虎,袁凯,等.黄淮麦区263份小麦种质材料的聚类分析[J].陕西农业科学,2019,65(6):1-4;13.
- [4] 祝旋,钱登坤,汤婷,等.35个小麦品种农艺性状的相关及聚类分析[J].中国农学通报,2019,35(29):8-13.
- [5] 陈次娥,张安存,王先如,等.江苏淮南麦区近17年小麦品种产量性状及聚类分析[J].耕作与栽培,2020,40(5):31-33;36.
- [6] 张喜平,宋建荣,王伟,等.23个天选系冬小麦品种品质性状的多样性分析[J].甘肃农业科技,2020(8):14-18.
- [7] 续创业.14个冬小麦品种(系)的营养品质聚类分析[J].甘肃农业科技,2014(2):13-15.
- [8] 郭莹,王勇,杨芳萍,等.49个春小麦品种在甘肃河西灌区的表现分析[J].甘肃农业科技,2019(11):32-39.
- [9] 吴秀宁,张军,于浩世.旱地小麦高代新品系的农艺性状[J].商洛学院学报,2019,33(2):24-28.
- [10] 张子豪,李想成,吴昊天,等.基于灰色关联度分析和聚类分析的丰产高效小麦品种综合评价与筛选[J].江苏农业科学,2022,50(10):194-200.
- [11] 史晓芳,逯腊虎,张伟,等.K型小麦恢复系主要农艺性状的相关性及聚类分析[J].陕西农业科学,2022,68(2):6-11.
- [12] 孙彩玲,曲辉英,吕建华,等.基于主成分和聚类分析的山东省区试小麦品种(系)品质的综合评价[J].山东农业大学学报(自然科学版),2014,45(4):545-551;558.
- [13] 蔡金华,杨阳,单延博,等.35份小麦种质资源品质性状的主成分和聚类分析[J].浙江农业科学,2017,58(5):758-760;763.
- [14] 张桂英,张国权,罗勤贵,等.陕西关中小麦品质性状的因子及聚类分析[J].麦类作物学报,2010,30(3):548-554.
- [15] 张新建,张红亚,魏军营.麦小穗缺位及不孕的成因与对策[J].种业导刊,2009(1):27-28.
- [16] 杜军.气候生态因子对春小麦不孕小穗率影响规律的探讨[J].干旱地区农业研究,2002(2):10-12.
- [17] 孙军伟,杨子光,孟丽梅,等.小麦冬春性鉴定方法及评价指标研究[J].农学学报,2021,11(2):12-22.
- [18] 孟丽梅,杨子光,张珂,等.小麦冬春性鉴定在区试中的应用[J].湖北农业科学,2020,59(15):25-27;65.
- [19] 陈龙.黄淮南片冬麦区小麦品种冬春性与生育期的关系[D].郑州:河南农业大学,2017.