

· 试验研究 ·

六棱大麦品种(系)主要农艺性状分析

郜战宁, 王树杰, 冯 辉, 薛正刚, 杨永乾

(驻马店市农业科学院, 河南 驻马店 463000)

摘要:为筛选创制优异种质,对 27 份六棱大麦品种(系)的株高、穗长、千粒重、穗粒数、有效穗、产量、不孕粒等主要农艺性状进行分析。结果表明,六棱大麦品种(系)不孕粒(变异系数 52.04%)、籽粒产量(变异系数 22.44%)、穗长(变异系数 21.51%)及有效穗(变异系数 14.76%)的变异范围较大,而株高(变异系数 8.15%)、千粒重(变异系数 8.98%)和穗粒数(变异系数 12.74%)变异范围相对较小,六棱大麦品种选育的增产结果主要表现在有效穗数的适当提高;相关分析可知,六棱大麦品种(系)主要农艺性状之间的相关性比较复杂,有效穗与产量呈极显著正相关;主成分分析把 27 份供试材料的主要性状进行降维因子分析,使其累计贡献率达 85.5807%;六棱大麦品种(系)在遗传距离 10 水平上可聚为三大类:矮秆多穗型,高秆大穗型,中秆中穗型。

关键词:六棱大麦;农艺性状;遗传多样性;分析

中图分类号:S512.3 **文献标识码:**A **文章编号:**0488-5368(2022)05-0001-06

Analysis of Main Agronomic Traits of Six-row Barley Varieties (Lines)

GAO Zhanning, WANG Shujie, FENG Hui, XUE Zhenggang, YANG Yongqian

(Zhumadian Academy of Agricultural Sciences, Zhumadian, Henan 463000, China)

Abstract: In order to select and create excellent six-row barley germplasm, the main agronomic traits of 27 six-row barley varieties (lines), such as plant height, panicle length, 1000-grain weight, grains number per panicle, effective panicle and yield and infertility, were analyzed and comprehensively evaluated. The results showed that the variation of these traits, infertile grains (CV52.04%), yield (CV22.44%), panicle length (CV21.51%) and effective panicle (CV14.76%) of the six-row barley varieties were relatively rich, while the variation of plant height (CV8.15%), thousand seeds weight (CV8.98%) and number of grains per panicle (CV12.74%) were relatively small. And the yield-increasing effect of six-row barley breeding was showed with increase of effective panicle number. The correlation analysis indicated that there were complex correlations among the characters of six-row barley, and the yield was affected by several characters, there was a significant positive correlation between effective panicle and yield. Through principal component analysis, the main agronomic traits of 38 two-row barley were divided into four principal components, and their cumulative contribution rate was 87.3413%. At the level of genetic distance of 12.5, the six-row barley varieties could be divided into three types: short stalk and multi-spike type, high stalk and large-spike type, medium stalk and medium-stalk type.

Key words: Six-row barley; Agronomic traits; Genetic diversity; Analysis

收稿日期:2021-06-11 修回日期:2021-08-16

基金项目:国家大麦青稞产业技术体系驻马店综合试验站(CRAS-05);河南省甘薯杂粮产业技术体系驻马店综合试验站(Z2020-14-02)。

第一作者简介:郜战宁(1979-),女,河南浥池人。在职研究生,河南省甘薯杂粮体系驻马店综合试验站站长,副研究员,主要从事大麦育种和配套栽培技术研究。

通信作者:王树杰。

大麦(青稞)是世界上分布范围广、种植面积较大的禾谷类作物,可作为食用、饲用及酿造原料^[1]。大麦分为六棱大麦和二棱大麦,六棱大麦与二棱大麦籽粒性状具有较大差异^[2]。与二棱大麦比较,六棱大麦宜用作畜牧养殖业的优质饲料^[3]。合理分析六棱大麦材料的相关性状,利于发现六棱大麦中的特异种质,充分利用优良基因,加快育种进程^[4]。

关于大麦主要性状与产量的关系,已有相关研究^[5,6,7],但目前河南省相关研究较少。因此,笔者

研究对 27 份参试材料的相关性状进行分析,以探讨六棱大麦品种(系)间的遗传多样性,为下一步大麦育种工作提供借鉴^[4]。

1 试验材料和方法

1.1 供试材料

研究选用安徽省、云南省、甘肃省、河南省等的 27 份六棱大麦材料作为参试品种(系)(表 1)。

表 1 参试材料名称及来源

编号	品种	来源	编号	品种	来源
1	驻大麦 4 号	河南	15	驻 10-30	河南
2	南 4-238	河南	16	驻 10-50	河南
3	驻大麦 10 号	河南	17	驻 6-172	河南
4	驻大麦 11 号	河南	18	驻 5-75	河南
5	皖饲麦 2 号	安徽	19	驻 4-350	河南
6	保大麦 17-J1	云南	20	驻 5-133	河南
7	驻 3-765	河南	21	皖饲麦 10041	安徽
8	驻 4-205	河南	22	保大麦 15BJ-30	云南
9	驻 5-48	河南	23	MF18-34	云南
10	驻 5-167	河南	24	黄青 1 号	甘肃
11	驻 5-190	河南	25	西引 2 号	日本
12	驻 4-177	河南	26	西南 Y121	四川
13	驻 4-361	河南	27	驻引六棱	江苏
14	2015 南 5-20	河南			

1.2 试验设计

试验于 2018-2019 年度,2019-2020 年度在河南省驿城区驻马店市农业科学试验站进行,随机区组排列,重复 3 次,每小区种植 6 行,9 m 行长,0.25 m 行距,每小区面积 13.5 m²,区间距 30 cm,试验两边各留 1 个小区作为保护行。试验重复间间距 1.5 m。试验地前茬作物为大豆。

1.3 性状调查

参试品种(系)相关性状参照《大麦种质资源精准鉴定调查记载项目及标准》调查登记。大麦腊熟期分别调查株高、穗长、穗粒数及不孕粒,株高、穗长、穗粒数及不孕粒均调查 10 个数据;随机选 1 m 统计每小区有效穗数;腊熟末期统一收获,测千粒重和产量^[4]。

1.4 数据分析

试验数据以所调查统计数据平均数为指标,用 Excel 2007 换算基础数据,表格制作及数据绘图;

用 DPS7.05 进行主成分分析及相关分析,用 SPSS18.0 进行聚类分析。

通过换算参试品种(系)的平均数(μ)、标准差(σ),将目标性状均划分为 10 级,从第 1 级 $[x_i < (\mu - 2\sigma)]$ 至第 10 级 $[x_i > (\mu + 2\sigma)]$,每间隔 0.5σ 为一级,换算出各级相对频率 P_i ,从而算出遗传多样性指数^[3](H')。 $H' = -\sum P_i \ln P_i$,公式中 P_i 是其 主要农艺性状第 i 级别内品种个数占总品种各数的百分数, \ln 为自然对数。

2 试验结果与分析

2.1 六棱大麦品种(系)主要性状表现及遗传多样性

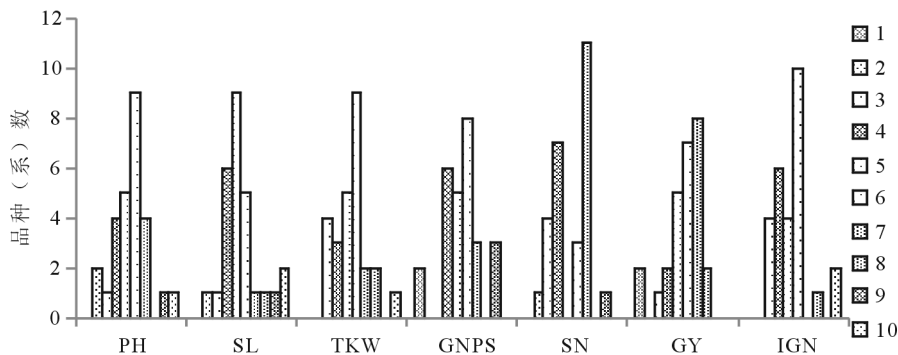
通过对参试品种(系)的各性状的平均数、变异范围、标准差及遗传多样性指数(详见表 2)分析,结果显示,各主要农艺性状的遗传多样性指数和变异范围均有较大差异。

表 2 六棱大麦品种(系)主要农艺性状表现及多样性指数

性状	均值	最大值	最小值	标准差	变异系数 CV/%	多样性指数 H
株高 PH/cm	87.63	109.33	74.60	7.14	8.15	1.803 3
穗长 SL/cm	5.78	9.35	3.74	1.24	21.51	1.815 9
千粒重 TSW/g	28.14	34.34	23.45	2.53	8.98	1.713 2
穗粒数 GNPS	53.02	64.93	35.75	6.75	12.74	1.688 0
有效穗 SN(万/hm ²)	700.78	882.50	524.76	103.43	14.76	1.242 8
籽粒产量 GY(kg/hm ²)	7 396.97	9 084.40	1 808.25	1 659.84	22.44	1.723 1
不孕粒 IGN	7.73	19.10	2.03	4.02	52.04	1.582 8

参试材料不孕粒的变异系数最大,为 52.07%;籽粒产量、穗长及有效穗的变异系数均较大,分别为 22.44%,21.51%,14.76;而株高、千粒重、穗粒数在参试材料中变异范围较小,变异系数为 8.15%~12.74%,株高的变异系数最小为 8.15。方差分析(表 3)表明,27 份六棱大麦品种(系)在株高、穗长、千粒重、穗粒数、有效穗、产量及

不孕粒等 7 个主要农艺性状之间存在明显差异,且达显著水平。在六棱大麦不同性状中,多样性指数介于 1.2428~1.8159 之间,穗长的遗传多样性指数最高,为 1.8159;有效穗的遗传多样性指数最低,为 1.2428,说明六棱大麦品种(系)主要性状存在一定的遗传变异。



PH:株高;SL:穗长;TKW:千粒重;GNPs:穗粒数;SN:有效穗;GY:籽粒产量;IGN:不孕粒。1~10 不同图例表示 10 个分组级别。

图 1 六棱大麦品种(系)主要农艺性状分布

表 3 六棱大麦品种(系)主要农艺性状方差分析

变异来源	因变量	类平方和	均方	F 值
品种间	株高 PH	3 830.708	147.335	8.646 *
	穗长 SL	120.502	4.635	21.344 *
	千粒重 TSW	498.422	19.17	2.719 *
	穗粒数 GNPS	3 523.298	135.511	5.724 *
	有效穗 SN	991 723.464	38 143.21	3.629 *
	籽粒产量 GY	217 942 138	8 382 389.925	11.436 *
	不孕粒 IGN	1 190.774	45.799	17.952 *

注:*表示在 0.05 水平上显著。

根据遗传多样性,将六棱大麦品种(系)的主要农艺性状分为 10 级(见图 1)。其中,株高、穗长、穗粒数集中分布在第 4~7 级:株高集中分布范围为 84.07~94.77 cm,穗长集中分布范围为 5.16~7.02 cm,穗粒数集中分布范围为 49.64~59.77 粒,三个性状集中分布范围的材料份数分别占总份数的 81.48%、77.78%、81.48%;千粒重、有效穗、产量及不孕粒集中分布在第 3~8 级:千粒重集中

分布范围为 25.61~31.93 g,有效穗集中分布范围为 597.36 万~855.92 万/hm²,籽粒产量集中分布范围为 5 737.13~9 886.73 kg/hm²,不孕粒集中分布范围为 3.71~13.77 粒,四个性状主要集中在分布范围的材料份数均占总份数的 92.59%。六棱大麦品种(系)主要性状 10 个级别均有分布,这说明参试六棱大麦品种(系)性状分布较为合理,布局较为均匀。

2.2 六棱大麦品种(系)主要性状的相关分析

表 4 六棱大麦品种(系)主要农艺性状的相关系数

性状	株高 PH/cm	穗长 SL/cm	千粒重 TSW/g	穗粒数 GNPS	有效穗 SN (万/667m ²)	籽粒产量 GY (kg/hm ²)	不孕粒 IGN
株高 PH/cm	1	0.719 1**	-0.487**	0.230 9	-0.622 4**	0.542 5**	0.399*
穗长 SL/cm	0.601**	1	0.365 1	-0.238 2	0.666 6**	-0.776 9**	-0.571 8**
千粒重 TSW/g	-0.424 2*	-0.433 5*	1	0.049 4	-0.494 4**	0.590 3**	0.327 6
穗粒数 GNPS	0.1	0.032 7	-0.078 7	1	0.134 1	-0.042 4	-0.672 6**
有效穗 SN(万/667m ²)	-0.295 7	-0.017 4	0.001 3	0.160 4	1	0.757 9**	0.370 9
籽粒产量 GY(kg/hm ²)	-0.330 7	-0.583 9**	0.459 3*	0.307 8	0.496**	1	-0.472 4*
不孕粒 IGN	-0.123 3	-0.273 4	0.177 1	-0.717 9**	-0.146 1	-0.202 4	1

注:*和**分别表示相关达0.05和0.01显著水平。

由表4可知:有效穗与籽粒产量呈极显著正相关,其偏相关系数也达极显著水平;籽粒产量与千粒重显著正相关,偏相关系数极显著,穗长和籽粒产量呈极显著负相关。这表明有效穗对六棱大麦品种(系)籽粒产量的影响较大;其次是千粒重。在产量三因素协调的情况下,籽粒产量随着有效穗及千粒重的增加而增加;随着穗长的增加而降低。所以,六棱大麦育种时,适当增加有效穗及千粒重,兼顾穗粒数及其他性状,从而获得更高的产量^[4]。

其他性状之间的相关关系表现为株高与穗长呈极显著正相关,其偏相关系数也呈极显著正相关,说明随着株高的增加有利于穗长的增加;千粒重和株高显著负相关;不孕粒和穗粒数达极显著负

相关,其偏相关系数呈极显著负相关,说明在六棱大麦品种(系)中随着穗粒数的增加,会导致不孕粒的增多。所以,六棱大麦品种(系)主要性状间相互影响,相互制约,单纯考虑某一因素的提高,会导致其他性状的降低^[4],从而影响产量的提高,这与前人^[5,6,7]的研究结果一致。

2.3 六棱大麦品种(系)主要性状的主成分分析

主成分分析(PCA)是通过降低数据维数,把多个指标转化为少数几个指标的一种多元分析方法^[8~11]。笔者研究将供试六棱大麦品种(系)的株主要性状进行降维因子分析,使其累计贡献率 $\geq 85\%$ ^[3,10](表5)。

表 5 六棱大麦品种(系)各农艺性状的主成分分析

性状	第一主成分	第二主成分	第三主成分	第四主成分
株高 PH/cm	-0.478 1	-0.512 3	0.431 7	0.027 3
穗长 SL/cm	0.106 4	0.147 8	-0.140 1	0.618 3
千粒重 TSW/g	-0.142 8	0.249 2	-0.361 7	-0.313 6
穗粒数 GNPS	0.582 1	0.366 6	0.6003	-0.148 0
有效穗 SN(万/667m ²)	0.532 6	-0.475 9	-0.481 1	0.053 1
籽粒产量 GY(kg/hm ²)	0.001 3	0.023 2	0.147 7	0.692 7
不孕粒 IGN	-0.342 3	0.540 6	-0.222 8	0.118 7
特征值 E	2.545	1.991 4	0.953 9	0.623 7
贡献率 CR/%	36.356 4	28.448 1	13.627 3	8.909 4
累计贡献率 CCR/%	36.356 4	64.804 6	78.431 8	87.341 3

从表5可看出,前4个主成分反映了总信息量的87.3413%,概况了大部分主要信息。第一主成分主要贡献率为36.3564%,综合了穗粒数和有效穗的信息;穗粒数和有效穗均是产量构成重要因素,对产量有很大的贡献,因此第一主成分以大为好。第二主成分主要贡献率为28.4481%,代表了不孕粒、株高的信息,不孕粒为正值,株高为负值,因此第二主成分适宜为好;第三主成分主要贡献率为13.6273%,综合了穗粒数、株高等信息。第四

主成分主要贡献率为8.9094,代表了籽粒产量、千粒重和穗长的信息。

2.4 六棱大麦品种(系)主要性状的聚类分析

采用系统聚类法对27份六棱大麦品种(系)进行聚类分析,以欧式距离作为品种间距离,以离差平方和法进行聚类分析^[11,12](图2)。从图2可知,品种间距离最短的是驻3-765(7)和驻5-75(18),差异也最少。27份六棱大麦品种(系)间距离的长短不同,表明其遗传上的差异大小。

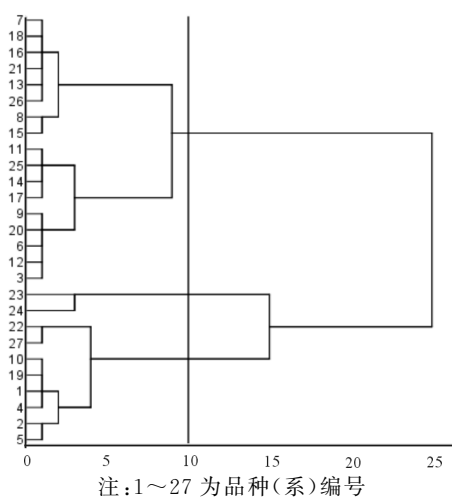


图2 六棱大麦品种(系)农艺性状聚类

由图2可知,27份六棱大麦的品种(系)在遗传距离10水平上可聚为三大类:第一类包括17份材料;第二类包括2份材料;第三类包括8份材料。

由表5可知,三大类品种(系)中第一类材料表现为矮秆,多穗,穗粒数多,产量高,为矮秆多穗型;第二类材料表现为高秆,大穗,千粒重低,穗粒数、有效穗居中,产量低,为高秆大穗型;第三类材料表现为中秆,中穗,千粒重中等,穗粒数和有效穗少,产量居中,为中秆中穗型。这与相关分析结果一致。所以,在今后的新品种选育工作中,可依据目标性状,从不同类群的种质资源进行选择^[4,10,11,13]。

表6 六棱大麦品种(系)各类农艺性状平均值

性状	株高 /cm PH	穗长 /cm SL	千粒重 /g TKW	穗粒数 GNPS	有效穗 (万/667m ²) SN	产量 (kg/hm ²) QY	不孕粒 IGN
第一类	85.49	5.40	28.84	54.35	744.10	8 316.40	7.26
第二类	98.00	8.59	24.17	51.60	630.00	2 771.70	8.30
第三类	89.61	5.87	27.62	50.54	626.43	6 599.49	8.60
平均值	91.03	6.62	25.60	41.09	666.84	5 895.86	8.05

3 讨论

种质资源是育种的基础^[3,12,13],评价种质资源的一种很重要的方法是进行种质资源遗传多样性分析,可为创制优异种质及选择亲本提供参考,使组合配制富有较强的针对性,可进一步缩短育种年限^[14]。周启龙等^[13]认为遗传多样性越大,提高产量潜力越大。高艳等^[15]认为对作物品种资源进行研究,对育种中父母本选择具有重要意义。吕国锋等^[16]认为研究种质资源的遗传多样性是遗传改良的重要方法。刘亚楠等^[10]认为种质资源蕴藏的产量基因、品质基因、抗性基因等多样性,是作物育种的基础。周伟等^[17]认为进行大麦种质资源的合理分析评价是进行高效利用的基础。

笔者研究对27份六棱大麦的主要农艺性状分析表明,27份参试材料中,不孕粒、籽粒产量、穗长及有效穗的变异范围较大,而千粒重、株高和穗粒数变异范围相对较小,说明六棱大麦品种(系)的株高、穗粒数和千粒重较为稳定,是品种选育的基础,

育种的关键突破在有效穗数和穗长适度增加,这与刘亚楠^[3]的研究一致,与刘朝辉^[18],高翔^[19]等对小麦的研究结果相一致。

遗传多样性研究是遗传改良和育种创新的主要手段之一^[8],目前已被广泛应用于燕麦^[20],小麦^[21],豇豆^[22]等作物。研究27份六棱大麦品种(系)各性状的遗传多样性指数排序为穗长>株高>籽粒产量>千粒重>穗粒数>不孕粒>有效穗,其多样性指数略低于刘亚楠^[3]的研究结果,与李守明^[23]的研究结果较一致。

相关分析揭示了有效穗是影响六棱大麦籽粒产量的主要性状,这与危文波等^[6],张亚静等^[5]的研究结果一致。危文波等^[6]认为三因素中穗数是主导因素,粒重在很大程度上决定着作物的产量。张亚静等^[5]的研究指出穗数与产量呈极显著正相关,保证单位面积足够的穗数是青稞获得高产的基础;与田纪春等^[24]对小麦的研究结果一致。

通过对27份参试材料的相关性状进行聚类分析,将六棱大麦品种(系)聚为三大类,类群的划分

与千粒重、穗粒数、有效穗等主要产量性状联系紧密,这与刘亚楠等^[3,4,10]的研究相一致。张亚静等^[5]认为,产量的提高是大麦青稞新品种选育的主要目标。聚类分析可知高产育种可从第一类群入手,选择父母本亲缘关系较远的矮秆多穗的六棱大麦(青稞)材料^[4]。

主成分分析目前广泛应用于小麦、大豆、燕麦等作物^[20]。研究将 27 份供试材料进行主成分分析,前 4 个主成分累计贡献率为 87.3413%,代表了全部信息的绝大部分信息,揭示了各主成分包含的性状是相互联系的,因此在育种工作中应充分考虑各农艺性状之间的相互关系。这与刘亚楠^[3,10]等的分析相一致,与贾志峰等^[20]对燕麦的研究结果一致。

综上所述,根据育种方向,结合六棱大麦品种(系)的主要农艺性状分析进行综合评价,合理选配杂交组合,可有效地加快育种进程,及早选育出适合河南省及周边区域种植的高产大麦(青稞)新品种。

参 考 文 献:

- [1] 杨东群,李先德. 中国大麦生产格局变化及其决定因素[J]. 中国农学通报,2013,29(32):105-111.
- [2] 张新忠,李英哲,郭宝健,等. 二棱大麦与六棱大麦籽粒性状的差异性及相关性[J]. 麦类作物学报,2016,36(11):1 474-1 481.
- [3] 刘亚楠,朱娟,吕超,等. 二棱大麦种质的综合评价[J]. 麦类作物学报,2018,38(04):430-439.
- [4] 郝战宁,冯辉,薛正刚,等. 28 个大麦品种(系)主要农艺性状分析[J]. 作物杂志,2018(01):77-82.
- [5] 张亚静,蒋礼玲,吴昆仑,等. 不同类型青稞产量构成因素及其对产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(05):119-121.
- [6] 危文波. 作物高产机理研究进展[J]. 西藏农业科技,2017,39(01):1-5.
- [7] 赵倩,李美玲,李林志,等. 2006—2012 年山东省审定高产小麦品种产量构成因素相关和通径分析[J]. 山东农业科学,2013,45(11):21-24.
- [8] 雷梦林,刘霞,冯瑞云,等. 山西省冬小麦地方种主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 分子植物育种,网络首发,2019(03). 28.
- [9] 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(08):14-17.
- [10] 刘亚楠,潘雨涵,郭晖,等. 六棱大麦种质表型遗传多样性评价[J]. 植物遗传资源学报,2018,19(05):846-856.
- [11] 李洁,李作安,许文芝,等. 大麦性状特异性聚类分析[J]. 中国农学通报,2007,23(07):217-221.
- [12] 张蓝天,楚单单,方云霞,等. 世界大麦种质资源遗传多样性分析[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版),2020,19(03):297-301.
- [13] 周启龙,多吉顿珠,土登群培,等. 拉萨 18 个引进燕麦品种主要农艺性状和营养成分的遗传多样性分析[J]. 草业学报,2020,37(03):550-558.
- [14] 李红琴,刘宝龙,张波,等. 青海省审定小麦品种 SSR 遗传多样性分析及分子身份证的建立[J]. 作物杂志,2020(03):60-65.
- [15] 高艳,唐建卫,邹少奎,等. 小麦周麦 22 及其衍生品种的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,网络首发,2020,9. 3.
- [16] 吕国锋,范金平,高德荣,等. 1996—2015 年江苏淮南麦区育成品种的遗传多样性分析[J]. 江苏农业学报,2018,34(06):1 225-1 231.
- [17] 周伟. 二棱大麦种质资源引进与评价研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2006.
- [18] 刘朝辉,李红伟,乔庆州,等. 黄淮南片小麦产量构成因素的相关分析[J]. 作物杂志,2013(05):58-61.
- [19] 高翔,宁锐,杜联盟,等. 小麦产量结构性状研究[J]. 国外农学-麦类作物,1994(02):40-41.
- [20] 贾志峰,马祥,雷春生,等. 燕麦种质资源在青海省生态区的形态多样性评价[J]. 种子,2019,38(12):58-63.
- [21] 丁明亮,林丽萍,李明菊,等. 云南育成小麦品种(系)品质性状多样性分析及综合评价[J]. 南方农业学报,2020,51(02):255-266.
- [22] 汪宝根,吴新义,李素娟,等. 浙江省地方豇豆种质资源的鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,网络首发,2020,9. 2.
- [23] 李守明. 大麦种质资源的遗传多样性研究[D]. 石河子:石河子大学,2010.
- [24] 田纪春,邓志英,胡瑞波,等. 不同类型超级小麦产量构成因素及籽粒产量的通径分析[J]. 作物学报,2006,32(11):1 699-1 705.