

引黄灌区春甘蓝新品种引进筛选 及其农艺性状综合评价

冯会文¹, 冯玉磊²

(1. 白银市农业科学研究所, 甘肃 白银 730900;

2. 白银市农业信息中心, 甘肃 白银 730900)

摘要: 为筛选出适宜引黄灌区种植且综合性状优良的春甘蓝品种, 提高引黄灌区蔬菜产业整体效益, 引黄灌区甘蓝产业发展和育种工作的开展打下了良好的基础。以引进的 10 个春甘蓝品种为材料, 对其株高、开展度、外叶长、外叶宽、外叶数、外叶层数、外叶重、叶球横径、叶球纵径、中心柱长、中心柱宽、单球重及生育期等 13 个农艺性状进行变异分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析, 对产量进行差异性分析。结果表明, 各农艺性状中以外叶重变异系数最大, 为 18.38%; 中心柱宽变异系数最小, 为 4.09%。株高与中心柱长、外叶宽与外叶重、叶球纵径与外叶重呈显著正相关, 叶球横径与外叶宽、外叶重、叶球纵径呈极显著正相关。主成分分析将 13 个农艺性状归为 4 个主成分, 即球形因子、单株产量因子、株高因子、中心柱因子, 它们对综合表现的方差累计贡献率达到 85.44%。聚类分析将 10 个品种分为 3 组, 即生育期较长的高产群体、中心柱较长的中产群体和性状整体适中的中产群体。通过综合评分和产量差异分析, 筛选出天甘佳美、银甘 1 号、捷甘 188 的综合性状表现突出, 折合产量分别为 132 681.22、125 667.30、115 454.28 kg/hm², 较对照品种中甘 21 分别增产 8.80%、3.04%、-5.33%, 可作为适宜引黄灌区栽培的春甘蓝品种进行推广。

关键词: 春甘蓝; 农艺性状; 相关性; 主成分; 聚类分析

中图分类号: S635

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)11-1031-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2025.11.009

Introduction and Screening of New Spring Cabbage Varieties and Comprehensive Evaluation of Their Agronomic Traits in the Yellow River-irrigated Areas

FENG Huiwen¹, FENG Yulei²

(1. Baiyin Institute of Agricultural Sciences, Baiyin Gansu 730900, China; 2. Baiyin Agricultural Information Centre, Baiyin Gansu 730900, China)

Abstract: To select spring cabbage varieties suitable for cultivation in the Yellow River-irrigated areas with superior overall agronomic performance, thereby improving the overall efficiency of the local vegetable industry and establishing a solid foundation for the development and breeding of cabbage in this region, 10 introduced spring cabbage varieties were used as experimental materials. 13 agronomic traits, including plant height, plant spread, outer leaf length, outer leaf width, number of outer leaves, number of outer leaf layers, outer leaf weight, leaf ball transverse diameter, leaf ball longitudinal diameter, central column length, central column width, single leaf ball weight, and growth period, were subjected to variation analysis, correlation analysis, principal component analysis, and cluster analysis, and yield differences were evaluated. Results showed that the coefficient of variation for outer leaf weight was the highest, at 18.38%, while the coefficient of variation for central column width was the lowest, at 4.09%. Significant positive correlation was detected between plant height and central column length, outer leaf width and outer leaf weight, and leaf ball longitudinal diameter and outer leaf weight, and a highly significant positive correlation between leaf ball transverse diameter and outer leaf width, outer leaf weight, and leaf ball longitudinal diameter, respectively. Principal component analysis classified 13 agronomic traits into 4 principal components, namely spherical factor, single plant yield factor, plant height factor, and central column factor, which contributed 85.44% to the cumulative variance of the comprehensive performance. Phenotypic clustering analysis divided 10 varieties into 3 groups: high-yield population with longer growth period, medium-yield population with longer central column, and medium-yield population with moderate overall traits. Through comprehensive scoring and yield variance analysis, Tianganjiamei, Yingan 1, and Jiegan 188 were selected as spring cabbage varieties with outstanding comprehensive traits, with yields of 132 681.22 kg/ha, 125 667.30 kg/ha, and 115 454.28 kg/ha, respectively, representing yield increases of 8.80%, 3.04%, and -5.33% over the control variety Zhonggan 21, respectively. These varieties can be recommended for cultivation as suitable spring cabbage varieties for the Yellow River-irrigated areas.

收稿日期: 2025-03-12; 修订日期: 2025-04-02

基金项目: 白银市科技计划项目(2024-2-1N)。

作者简介: 冯会文(1976—), 女, 甘肃白银人, 农艺师, 硕士, 主要从事作物选育及示范推广工作。Email: 598849813@qq.com。

Key words: Spring cabbage; Agronomic trait; Correlation; Principal component; Cluster analysis

结球甘蓝 (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) 简称甘蓝, 又称莲花白、洋白菜、包心菜等, 是十字花科芸薹属二年生蔬菜作物^[1-2]。其叶球富含多种矿物质、维生素、膳食纤维以及具有抗癌作用的活性物质, 是一种价值很高的蔬菜^[3]。由于甘蓝具有较强的适应性和抗逆性, 已在世界各地广泛栽培^[4]。自 17 世纪末传入我国以来, 甘蓝逐渐成为东北、西北、华北等地区春、夏、秋季的主要栽培蔬菜之一^[5]。甘蓝是引黄灌区重要的蔬菜作物, 尤其是春甘蓝, 在缓解引黄灌区春季蔬菜供应淡季、保障市场供应方面发挥着十分重要的作用。然而, 近年来当地春甘蓝品种较为单一, 难以适应市场的需求, 严重制约了当地甘蓝产业的发展。因此, 迫切需要选育和推广适宜本地生态条件、品质优良的春甘蓝品种。

主成分分析法和聚类分析法是作物种质资源评价研究中常用的方法^[6]。主成分分析法是一种降维的统计方法, 将多个指标综合成几个主成分, 根据主成分得分对作物进行综合评价, 有利于更全面地评价作物^[7]。聚类分析法对品种资源进行分析, 可以真实反映品种的综合性状, 结果稳定, 可为选育品种提供客观依据^[8]。目前, 相关性、主成分和聚类分析已广泛应用于番茄、辣椒、油菜、胡麻等多种作物的种质研究中^[9-12]。本研究以引进的 10 个春甘蓝品种作为研究对象, 通过对其株高、开展度、外叶数、外叶长、外叶宽、单球重、生育期等 13 个主要农艺性状进行相关性分析和主成分分析, 结合聚类分析和综合评价, 以期客观评价各品种, 筛选出适宜引黄灌区种植的优质、高产甘蓝品种, 以满足市场需求, 并为今后春甘蓝选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在白银市靖远县乌兰镇河靖村进行。试验地周围地势平坦, 平均海拔 1 570 m, 属温带干旱半干旱大陆性气候, 无霜期 170 d, 年降水量 224 mm, 年平均气温 8.5 ℃, 年积温 3 100 ℃, 耕地为砂壤土。

1.2 试验材料

供试 10 个春甘蓝品种均由白银市农业科学研

究所甘蓝课题组提供, 各参试品种名称及来源见表 1。

表 1 参试春甘蓝品种名称及来源

品种	来源
天甘佳美	北京天地园种苗有限公司
春格尔	北京天地园种苗有限公司
绿皇108	北京天地园种苗有限公司
捷甘188	北京捷利亚种业有限公司
捷甘250	北京捷利亚种业有限公司
捷甘254	北京捷利亚种业有限公司
KC-17	广东鹤山沙坪鸿图种子店
RC-18	广东鹤山沙坪鸿图种子店
银甘1号	白银市农业科学研究所
中甘21(CK)	邢台市蔬菜种子子公司

1.3 试验设计

试验于 2024 年 1 月 29 日穴盘育苗, 3 月 24 日移栽定植。试验采用随机区组设计, 每个品种为 1 个处理, 重复 3 次, 小区面积 7.2 m² (9.0 m × 0.8 m), 小区四周设保护行。定植前, 人工撒入磷酸二铵 315 kg/hm²、复合肥(N-P₂O₅-K₂O 为 15-15-15)315 kg/hm²、农家肥 2 500 kg/hm²。施肥后机械旋耕、耙地、起垄。采用露地覆膜垄播, 株行距均为 25 cm。田间管理与当地生产一致。

1.4 测定指标与方法

待春甘蓝进入采收期后, 依据李锡香等^[13]的《结球甘蓝种质资源描述规范和数据标准》, 结合生产实际经验, 对植株的农艺性状进行观察和数据采集。从各小区随机选取 5 株样本, 测定统计株高、开展度、外叶长、外叶宽、外叶数、外叶层数、外叶重、叶球横径、叶球纵径、中心柱长、中心柱宽、单球重及生育期共 13 个农艺性状。同时, 对各小区全部植株称重测产。

1.5 数据处理与分析

用 Excel 2017 软件记录和整理试验数据, 用 SPSS 22 软件进行标准化处理、变异分析、相关性分析、主成分分析、聚类分析和方差分析, 用 Origin 2022 制图。

2 结果与分析

2.1 农艺性状

由表 2 可以看出, 不同春甘蓝品种农艺性状间存在一定差异, 其中外叶重的变异系数最大, 为 18.38%, 变幅为 0.53 ~ 0.97 kg; 其次为株高,

表 2 参试春甘蓝品种的农艺性状

品种	株高 /cm	开展度 /cm	外叶长 /cm	外叶宽 /cm	外叶数 /片	外叶 层数 /层	外叶重 /kg	叶球 横径 /cm	叶球 纵径 /cm	中心 柱长 /cm	中心 柱宽 /cm	单球重 /kg	生育期 /d
天甘佳美	26.70	66.20	37.90	32.20	12	7	0.63	14.10	13.20	4.80	3.30	1.34	51
春格尔	23.50	52.20	31.50	24.10	14	6	0.61	13.20	13.50	4.80	2.90	1.08	46
绿皇108	31.60	56.50	32.30	29.20	15	6	0.69	14.10	14.70	5.30	3.20	1.15	52
捷甘188	21.10	58.10	34.50	34.50	15	6	0.75	14.20	13.60	4.10	3.20	1.10	52
捷甘250	21.20	38.30	32.00	29.10	13	6	0.53	13.10	13.10	4.40	3.30	1.01	46
捷甘454	25.00	49.50	35.90	38.20	14	6	0.97	15.40	15.40	5.20	3.20	0.98	52
KC-17	30.30	54.20	31.90	31.10	12	6	0.57	14.10	13.20	5.60	3.20	0.94	53
RC-18	30.12	48.50	33.70	31.00	11	6	0.63	14.10	14.00	4.90	3.30	1.22	41
银甘1号	26.80	59.10	37.20	31.20	13	7	0.69	13.30	12.80	3.90	3.20	1.15	52
中甘21(CK)	31.50	55.60	38.30	31.90	13	6	0.62	14.10	14.50	6.10	3.40	1.25	52
均值	26.78	53.82	34.52	31.25	13.20	6.20	0.67	13.97	13.80	4.91	3.22	1.12	49.70
标准差	4.03	7.46	2.64	3.66	1.32	0.42	0.12	0.67	0.83	0.67	0.13	0.13	3.97
变异系数/%	15.06	13.86	7.65	11.70	9.98	6.81	18.38	4.76	6.03	13.73	4.09	11.24	8.00

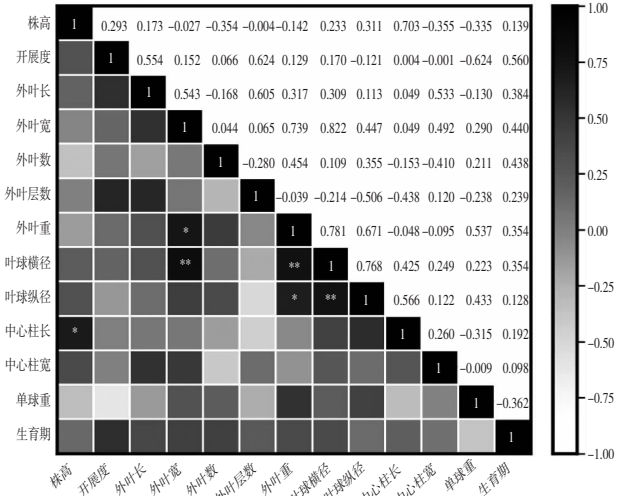
变异系数为 15.06%，变幅为 21.10 ~ 31.60 cm；开展度变异系数为 13.86%，变幅为 38.30 ~ 66.20 cm；中心柱长变异系数为 13.73%，变幅为 3.90 ~ 6.10 cm；外叶宽变异系数为 11.70%，变幅为 24.10 ~ 38.20 cm；单球重变异系数为 11.24%、变幅为 0.94 ~ 1.34 kg；外叶数变异系数为 9.98%，变幅为 11 ~ 15 片；生育期变异系数为 8.00%，变幅为 41 ~ 53 d；外叶长变异系数为 7.65%，变幅为 31.50 ~ 38.30 cm；外叶层数变异系数为 6.81%，变幅为 6 ~ 7 层；叶球纵径变异系数为 6.03%，变幅为 2.80 ~ 15.40 cm；叶球横径的变异系数分别为 4.76，变幅为 13.10 ~ 15.40 cm；中心柱宽的变异系数最小，为 4.09%，变幅为 2.90 ~ 3.40 cm(表 3)。从 13 个农艺性状来看，外叶重、株高、开展度、中心柱长、外叶宽、单球重的变异系数较高，均大于 10%，说明这些农艺性状变异丰富，在育种工作中有较好的应用价值。

2.2 相关性分析

由图 1 可知，参试各春甘蓝品种的株高与中心柱长呈显著正相关($P<0.05$)；外叶重与外叶宽、叶球纵径呈显著正相关($P<0.05$)；叶球横径与外叶宽、外叶重、叶球纵径呈极显著正相关($P<0.01$)。

2.3 主成分分析

由表 3 可知，参试各春甘蓝品种的前 4 个主成分的特征值均大于 1，累计贡献率达到 85.45%，说明前 4 个主成分可以反映春甘蓝大部分的性状指标。其中，第 1 主成分的特征值为 3.97，贡献率为 30.56%，外叶重、外叶宽、叶球横径、叶球纵径的特征向量值较高，它们的向量均为正，说



*、** 分别表示在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 水平显著相关。

图 1 参试春甘蓝品种的 13 个农艺性状的相关性分析

表 3 参试春甘蓝品种的 13 个农艺性状的主成分分析

性状	主成分			
	F_1	F_2	F_3	F_4
株高	-0.041	0.203	0.793	0.320
开展度	0.020	0.935	0.056	0.013
外叶长	0.393	0.594	-0.094	0.552
外叶宽	0.868	0.181	-0.069	0.313
外叶数	0.356	0.113	-0.129	-0.819
外叶层数	-0.150	0.671	-0.479	0.404
外叶重	0.928	0.087	-0.153	-0.208
叶球横径	0.871	0.083	0.336	0.066
叶球纵径	0.769	-0.226	0.492	-0.159
中心柱长	0.126	-0.008	0.955	0.071
中心柱宽	0.238	0.043	0.209	0.798
单球重	0.542	-0.659	-0.393	-0.009
生育期	0.358	0.748	0.155	-0.237
特征值	3.97	3.06	2.35	1.73
贡献率/%	30.56	23.52	18.04	13.33
累积贡献率/%	30.56	54.08	72.12	85.45

明外叶越宽大且重量越大，叶球的横径和纵径就越大，此类性状对叶球形状有影响，可认为是球

形因子。第 2 主成分的特征值为 3.06，贡献率为 23.52%，主要包括开展度、生育期、外叶层数、单球重，向量为正的有开展度、生育期和外叶层数，向量为负的有单球重，说明生育期越长，开展度越大，外叶层数越多，单球重越小，产量越低，此类性状直接与产量有关，可认为是产量因子。第 3 主成分的特征值为 2.35，贡献率为 18.04%，主要包括中心柱长、株高、叶球纵径、外叶层数，向量为正的有中心柱长、株高和叶球纵径，向量为负的有外叶层数，说明植株越高，中心柱越长，叶球纵径越大，外叶层数越少，此类性状与株高有关，可认为是株高因子。第 4 主成分的特征值为 1.73，贡献率为 13.33%，主要包括中心柱宽、外叶长、外叶数，向量为正的有中心柱宽和外叶长，向量为负的有外叶数，说明中心柱越宽，外叶越长，外叶数越少，此类性状与中心柱有关，可认为是中心柱因子。

2.4 综合得分及排名

以每个主成分的特征值占主成分特征值之和的比例为权重，计算得到春甘蓝性状综合评价数学线性模型。 $F_{总}=0.306 F_1+0.235 F_2+0.180 F_3+0.133 F_4$ 。综合得分的高低反映了春甘蓝品种的综合性状的优劣。从表 4 可知，10 个春甘蓝品种中，天甘佳美的综合得分最高，综合性状最优；银甘 1 号、捷甘 188 的综合得分较高，农艺性状综合表现优异；绿皇 108 的综合得分最低，表现最差。

表 4 参试春甘蓝品种的综合评价						
品种	主成分得分				综合得分	
	F_1	F_2	F_3	F_4	/分	
天甘佳美	8.934 0	-0.985 3	-2.244 8	-0.870 7	1.977 5	
春格尔	-1.477 6	3.014 2	-1.075 7	1.179 8	0.220 6	
绿皇108	-4.674 7	-2.288 2	-3.200 9	-3.843 1	-3.056 5	
捷甘188	-0.072 9	3.991 4	1.216 7	2.843 7	1.515 1	
捷甘250	2.048 9	0.934 6	-1.971 5	-1.898 8	0.237 2	
捷甘454	-4.453 7	-3.332 0	-1.137 3	-0.305 9	-2.390 7	
KC-17	0.402 3	0.576 1	2.020 7	-1.906 1	0.368 9	
RC-18	-2.236 7	0.873 1	1.984 5	0.336 6	-0.075 3	
银甘1号	2.443 0	0.608 2	3.710 6	2.188 4	1.850 7	
中甘21(CK)	-0.912 7	-3.392 2	0.697 7	2.276 1	-0.647 5	

表 5 各类群春甘蓝的 13 个农艺性状平均值													
类群	株高	开展度	外叶长	外叶宽	外叶数	外叶层数	外叶重	叶球横径	叶球纵径	中心柱长	中心柱宽	单球重	生育期
	/cm	/cm	/cm	/cm	/片	/层	/kg	/cm	/cm	/cm	/cm	/kg	/d
I	26.70	66.20	37.90	32.20	12.00	7.00	0.63	14.10	13.20	4.80	3.30	1.34	51.00
II	27.50	53.90	34.90	28.00	13.50	6.00	0.62	13.65	14.00	5.45	3.15	1.05	49.00
III	26.59	52.03	33.93	32.04	13.29	6.14	0.69	14.04	13.83	4.77	3.23	1.11	49.71

2.5 聚类分析

对 10 个春甘蓝品种的 13 个性状数据进行标准化处理后，采用平方 Euclidean(欧式)距离、离差平方和法进行系统聚类，并计算各类群的主要性状平均值(表 5)。由图 2 可以看出，在遗传距离 5.30 处将 10 个春甘蓝品种分为 3 个类群。第 I 类群只有天甘佳美，开展度较大，外叶长较大，单球重较高，生育期较长，其余性状适中，可知该类群长势优良、高产、稍晚熟；第 II 类群包括春格尔、捷甘 250，中心柱长较大，外叶宽较小，其余性状适中，可知该类群属中产群体；第 III 类群包括绿皇 108、银甘 1 号、捷甘 188、捷甘 454、KC-17、中甘 21 (CK)、RC-18，外叶长较小，其余性状适中，可知该类群也属中产群体。

2.6 产量

由表 6 可以看出，10 个参试春甘蓝品种间

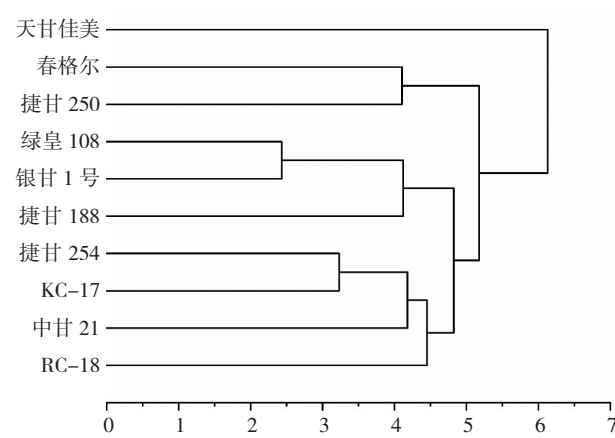


图 2 参试春甘蓝品种农艺性状聚类分析

表 6 参试春甘蓝品种的产量表现和排名			
品种	折合产量 /(kg/hm ²)	增产率 /%	产量 排名
天甘佳美	132 681.22 a	8.80	1
春格尔	113 445.01 cd	-6.98	5
绿皇108	109 662.59 d	-10.08	7
捷甘188	115 454.28 c	-5.33	4
捷甘250	111 926.49 cd	-8.22	6
捷甘454	103 185.70 e	-15.39	8
KC-17	99 356.98 e	-18.53	9
RC-18	94 088.43 f	-22.85	10
银甘1号	125 667.30 b	3.04	2
中甘21(CK)	121 954.31 b		3

折合产量差异明显, 其中以天甘佳美折合产量最高, 为 132 681.22 kg/hm², 较中甘 21(CK)显著增产 8.80%; 银甘 1 号次之, 折合产量为 125 667.30 kg/hm², 较中甘 21 (CK)增产 3.04%; 捷甘 188 折合产量为 115 454.28 kg/hm², 较中甘 21 (CK)减产 5.33%; RC-18 折合产量最低, 为 94 088.43 kg/hm², 较中甘 21(CK)显著减产 22.85%。

3 讨论与结论

农艺性状鉴定是评价甘蓝品种最基础、最直观的方法^[14]。本研究对 10 个春甘蓝品种的 13 个主要农艺性状进行了变异分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析。变异分析结果表明, 春甘蓝的 13 个农艺性状间存在明显差异, 外叶重、株高、开展度、中心柱长、外叶宽、单球重的变异系数大于 10%, 说明这几个性状的遗传改良可能性较大, 尤其是外叶重的变异系数最大, 为 18.38%, 这与申领艳等^[15]、任喜波等^[16]的研究结果一致。相关性分析结果表明, 春甘蓝的株高与中心柱长、外叶宽与外叶重、外叶重与叶球纵径均呈显著正相关, 叶球横径与外叶宽、外叶重、叶球纵径均呈极显著正相关, 所以在选育中应综合考虑这几个性状。主成分分析结果表明, 13 个农艺性状可以归纳为 4 个主成分, 即球形因子、产量因子、株高因子、中心柱因子, 累计贡献率达到 85.45%, 所以春甘蓝农艺性状的遗传改良应重点放在贡献率大的主成分因子上。同时, 通过各品种农艺性状的综合得分排名可知, 综合表现较好的是天甘佳美、银甘 1 号、捷甘 188, 折合产量分别为 132 681.22、125 667.30、115 454.28 kg/hm², 较对照品种中甘 21 分别增产 8.80%、3.04%、-5.33%, 与产量排名一致。聚类分析结果表明, 在遗传距离为 5.30 时可将材料分为 3 个类群, 第 I 类群属于生育期较长的高产群体, 第 II 类群属于中心柱较长的中产群体, 第 III 类群属于性状整体适中的中产群体。

本研究基于主成分综合评价和产量差异性分析对春甘蓝品种进行排名, 结果表明, 天甘佳美、银甘 1 号、捷甘 188 这 3 个品种的综合性状表现突出, 可作为引黄灌区优良春甘蓝的推广品种。但是本试验只进行了一年, 另外选择的试验材料和调查的农艺性状的数量偏少, 研究结果具有一

定的局限性, 有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 杨丽梅, 方智远, 张扬勇, 等. 中国结球甘蓝抗病抗逆遗传育种近年研究进展[J]. 园艺学报, 2020, 47(9): 1678-1688.
- [2] 何树文, 魏兴颖, 许永锋, 等. 甘肃省甘蓝黑腐病的病原分离及鉴定[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(8): 779-784.
- [3] 王万兴, 刘玉梅, 袁素霞, 等. 结球甘蓝植株相关主要农艺性状的遗传及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 48-55.
- [4] 杨丽梅, 方智远, 张扬勇, 等. “十三五”我国甘蓝遗传育种研究进展[J]. 中国蔬菜, 2021(1): 15-21.
- [5] 倪文海, 郁寿根, 胡惠根, 等. 结球甘蓝栽培技术[J]. 现代农业科技, 2012(8): 142, 146.
- [6] 裴鑫德. 多元统计分析及其应用[M]. 北京: 农业大学出版社, 1990.
- [7] 和风美, 朱永平, 朱 芮, 等. 超甜玉米自交系主要农艺性状及鲜穗产量的主成分分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(18): 79-83.
- [8] 陈华萍, 王照丽, 魏育明, 等. 四川小麦地方品种农艺性状与品质性状的聚类分析[J]. 麦类作物学报, 2006(6): 29-34.
- [9] 张紫薇, 李景富, 姜景彬, 等. 番茄果实性状的主成分聚类分析及综合评价[J]. 北方园艺, 2018(11): 27-37.
- [10] 崔桂娟, 亢灵涛, 侯宇豪, 等. 基于主成分与聚类分析的辣椒品质综合评价[J]. 食品工业科技, 2019, 40(14): 49-55.
- [11] 朱宗河, 郑文寅, 张学昆. 甘蓝型油菜耐旱相关性状的主成分分析及综合评价[J]. 中国农业科学, 2011, 44(9): 1775-1787.
- [12] 李雨阳, 赵宝颀, 杜世坤, 等. 2021 年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点参试材料综合评价[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(7): 623-627.
- [13] 李锡香, 方智远. 结球甘蓝种质资源描述规范与数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 13-22.
- [14] 陈 林, 曹振强, 梁肇均, 等. 黄瓜种质资源农艺性状多样性分析[J]. 广东农业科学, 2021, 48(6): 15-22.
- [15] 申领艳, 栗淑芳, 康少辉, 等. 冀西北高寒环境下结球甘蓝品种农艺性状综合评价及优异品种筛选[J]. 中国农学通报, 2021, 37(2): 34-42.
- [16] 任喜波, 高金远, 戴希尧, 等. 早熟甘蓝主要农艺性状的综合评价[J]. 北方园艺, 2012(17): 44-46.