

基于主成分分析和隶属函数法对马铃薯新品种(系)的综合评价

张宇, 崔凯东, 第红君, 刘悦善, 胡丹, 师祎

(甘肃省种子总站 兰州 730030)

摘要:为筛选出适宜甘肃省中部半干旱区种植的优质马铃薯新品种,利用主成分分析和隶属函数法对甘肃省选育和引进的 30 个新品种(系)进行综合评价。结果表明,马铃薯各品种(系)具有较丰富的遗传多样性,性状变异系数存在较大差异,还原糖含量变异系数最高,为 33.12%,形态性状和农艺性状遗传多样性指数平均值分别为 0.90 和 1.72;相关性分析表明,产量与株高、商品薯率、单株薯质量均呈极显著正相关,干物质含量与蛋白质含量呈极显著正相关,淀粉含量与干物质含量、蛋白质含量呈显著正相关;主成分分析表明,前 5 个主成分累计贡献率为 86.846%,主成分因子分别为单株薯质量、干物质含量、淀粉含量、维生素 C 含量、还原糖含量;基于综合评价,筛选出优于对照的品种(系)11 个,其中,高产优质品种(系)6 个、适宜淀粉加工型品系 1 个,适宜薯条、薯片及全粉加工型品系 2 个。综上,L13105-10、Ly1631-1、中薯 28、中薯 49、临薯 18、L14140-5 等 6 个品种(系)综合评价优异,可作为甘肃省中部半干旱地区加工专用型和优质高产马铃薯品种(系)类型推广种植。

关键词:马铃薯;主成分分析;隶属函数法;综合评价

中图分类号:S532

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)08-122-08

Comprehensive evaluation of new potato varieties (lines) based on principal component analysis and membership function method

Zhang Yu, Cui Kaidong, Di Hongjun, Liu Yueshan, Hu Dan, Shi Yi

(Gansu Provincial Seed Station, Lanzhou 730030, Gansu, China)

Abstract: To screen out high-quality new varieties of potato suitable for cultivation in the semi-arid central region of Gansu province. Principal component analysis and membership function method were used to analyze a comprehensive evaluation of 30 new varieties (lines). The results indicated that the potato cultivars (lines) exhibited abundant genetic diversity, with significant variation in trait coefficients of variation among them, the reducing sugar content has the highest coefficient of variation, with the value of 33.12%. The average genetic diversity index between morphological trait and agronomic trait were 0.90 and 1.72, respectively. Correlation analysis revealed that yield was highly significantly positively correlated with the plant height, commodity potato rate and tuber mass per plant, dry matter content was highly significant positive correlation with protein content, and starch content was significantly positively correlated with dry matter content and protein content. Principal component analysis indicated that the cumulative contribution rate of five principal components was 86.846%, with the primary contributing factors being tuber weight per plant, dry matter content, starch content, vitamin C content, and reducing sugar content. Based on the comprehensive evaluation, a total of 11 high-quality varieties (lines) were superior to the control variety, including six varieties (lines) with high-yield and high-quality, one line for starch processing, and two lines suitable for processing potato chips, potato flakes and powder products. In conclusion, the varieties with excellent comprehensive evaluation are L13105-10, Ly1631-1, Zhongshu 28, Zhongshu 49, Linshu 18 and L14140-5, which can be used for planting as processing-specialized and high-quality potato varieties for the semi-arid central area of Gansu province.

Key words: Potato; Principal component analysis; Membership function method; Comprehensive evaluation

收稿日期:2026-01-16;修回日期:2026-04-30

基金项目:甘肃省陇原青年英才项目;甘肃省农业农村厅科技项目(GNKJ-2025-17,GNKJ-2025-14,GNKJ-2026-31);甘肃省科技重大专项(21ZD11NA002,21ZD11NA003,21ZD11NA004)

作者简介:张宇,女,高级农艺师,主要从事农作物良种繁育与示范推广工作。E-mail:zy994039788@163.com

共同第一作者:崔凯东,男,助理农艺师,主要从事农作物良种繁育与示范推广工作。E-mail:1532964540@qq.com

通信作者:师祎,男,推广研究员,主要从事农作物良种繁育与示范推广工作。E-mail:shiyi20008@163.com

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)隶属茄科茄属一年生草本植物,其块茎富含优质淀粉、维生素、膳食纤维等营养物质,同时兼具广适性、丰产性、营养价值高、经济效益好等特点,现已成为世界第四大粮食作物^[1-2]。甘肃省马铃薯种植历史悠久,气候条件适宜,区位优势明显,已发展成为全国马铃薯主产区之一,是国内最大的脱毒种薯繁育基地,马铃薯种植面积和产量均居全国第三^[3],该产业也已成为农业增效、农民增收的重要支柱^[4]。随着马铃薯产业的快速发展,种质资源鉴定不足、适应性强的加工专用型品种缺乏等问题突出,已成为甘肃省中部马铃薯产业发展的卡脖子问题,亟待得到解决。

表型性状与营养品质性状可作为评价农作物生长发育的重要指标^[5-6],在玉米^[7]、小麦^[8]、大豆^[9]等作物中广泛应用。研究表明,马铃薯的茎粗、叶面积、生育期、单株结薯数、干物质含量等指标对种质资源综合评价有显著影响,可用于旱作条件下种质资源综合评价的关键指标^[10]。李守强等^[11]对15个马铃薯品种(系)的主要品质性状进行隶属函数分析,发现不同马铃薯块茎营养品质存在较大差异,同时从参试品种中优选出综合性状优良的马铃薯品种,为育种工作提供了参考依据。

笔者以甘肃省选育或引进的30个马铃薯品种(系)为材料,以陇薯6号为对照,通过相关性分析、主成分分析、隶属函数评价等方法对马铃薯品种(系)进行综合评价,旨在筛选出适宜甘肃省中部半干旱区种植的加工专用型马铃薯品种(系),以期为解决品种匮乏问题提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试马铃薯品种(系)共30个,其编号、品种(系)名称及供种单位见表1,以该区域主栽品种陇薯6号为对照。

1.2 试验设计

试验于2023—2024年在甘肃省中部半干旱区域定西市安定区及白银市会宁县同步开展,2023年会宁、安定基地分别于4月26日、4月27日播种,10月22日、10月8日收获,2024年会宁、安定基地分别于4月24日、4月17日播种,10月22日、10月8日收获,土壤类型均为黄绵土,平均海拔为1 989.5 m。试验采用随机区组排列,3次重复,采用单垄双行种植,覆黑色地膜,切块播种,试验点小区面积均为20 m²,播种密度100株·20 m²,播种量约

5 kg·20 m²,试验田间管理与大田管理相同。

1.3 指标测定

参照《马铃薯种质资源描述规范和数据标准》^[12],现蕾后15 d测定株高,收获期调查商品薯率、产量等农艺性状,其中株高为从土壤表面到主茎顶端的高度,每个品种(系)选取10株,3次重复;收获后对小区马铃薯进行全部收获称质量,其中商品薯率是指大于等于50 g薯块质量占全部薯块质量的比例,小区产量为小区收获后的全部产量,按小区产量折合单位面积产量;取一部分商品薯测定品质性状,其中蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定,淀粉含量采用蒽酮比色法测定,维生素C含量采用钼蓝比色法测定^[13],还原糖含量采用3,5-二硝基水杨酸比色法测定^[14],干物质含量采用直接干燥法测定;收获后,对薯型、皮色、肉色、薯皮类型、芽眼深浅等形态性状(表2)进行调查记录^[15]。

1.4 数据分析

使用SPSS 25.0软件进行统计分析,主成分分析,采用Origin 2021软件进行相关性分析和作图。根据2年试验结果的平均值进行分析。

Shannon-Weaver's多样性指数计算方法^[16]:

$H' = -\sum P_i \times \ln P_i$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$), 其中 P_i 表示某性状第*i*级别内材料份数占总份数的百分比。

隶属函数综合评价值的计算方法^[17]:

隶属函数值计算公式: $U(X_{ij}) = \frac{(X_{ij} - X_{j\min})}{(X_{j\max} - X_{j\min})}$;

式中: $U(X_{ij})$ 表示*i*编号马铃薯品种(系)*j*性状指标隶属函数值, X_{ij} 表示*i*编号马铃薯品种(系)*j*性状指标值, $X_{j\min}$ 表示马铃薯品种(系)*j*性状指标最小值; $X_{j\max}$ 表示马铃薯品种(系)*j*性状指标最大值。

综合隶属函数值(*D*值)计算公式:

$D = 1/n[U(X_{ij}) + \dots + U(X_{in})]$ 。

2 结果与分析

2.1 马铃薯品种(系)性状遗传多样性分析

2.1.1 马铃薯各品种(系)形态性状遗传多样性分析 从表3可以看出,马铃薯品种(系)各形态性状的特征存在差异,变幅为3.22%~80.65%。形态性状的遗传多样性指数平均为0.90,其中,薯形、皮色、肉色的遗传多样性指数均大于1,表明各品种(系)薯形、皮色、肉色的遗传多样性较为丰富。遗传多样性数值越大,表明群体多样性越高,对环境

表1 供试马铃薯品种(系)名称及供种单位
Table 1 Name of potato variety(line)and seed supply unit for testing

编号 Number	品种(系)名称 Variety (line) name	类型 Type	供种单位 Seed supply unit	编号 Number	品种(系)名称 Variety (line) name	类型 Type	供种单位 Seed supply unit
A-1	庄 16-1-19 Zhuang 16-1-19	品系 Line	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Center	A-17	华颂香早 Huasongxiangzao	品种 Variety	内蒙古华颂农业科技有限公司 Inner Mongolia Huasong Agricultur- al Science and Technology Co., Ltd.
A-2	庄 16-10-2 Zhuang 16-10-2	品系 Line	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Center	A-18	Ly1631-1	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences
A-3	GK-5	品系 Line	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Center	A-19	莱柯 2 号 Laike No. 2	品种 Variety	定西马铃薯研究所 Dingxi Potato Research Institute
A-4	临薯 18 号 Linshu No. 18	品种 Variety	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Centerr	A-20	莱柯 3 号 Laike No. 3	品种 Variety	定西马铃薯研究所 Dingxi Potato Research Institute
A-5	L0109-4	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences	A-21	中薯 49 Zhongshu 49	品种 Variety	中国农业科学院蔬菜花卉研究所 Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Science
A-6	L13105-10	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences	A-22	川凉薯 10 号 Chuanliangshu No. 10	品种 Variety	凉山州农业科学研究院 Liangshan Prefecture Research Insti- tute of Agricultural Science
A-7	L14140-5	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences	A-23	华颂 19 Huasong 19	品种 Variety	内蒙古华颂农业科技有限公司 Inner Mongolia Huasong Agricultur- al Science and Technology Co., Ltd.
A-8	D1281-22	品系 Line	定西市农业科学研究院 Dingxi Research Institute of Agricultural Science	A-24	L1330-33	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences
A-9	DT13-16-8	品系 Line	定西市农业科学研究院 Dingxi Research Institute of Agricultural Science	A-25	Ly1503-10	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences
A-10	定薯 6 号 Dingshu No. 6	品种 Variety	定西市农业科学研究院 Dingxi Research Institute of Agricultural Science	A-26	天 15-12-62 Tian 15-12-62	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences
A-11	中薯 24 Zhongshu 24	品种 Variety	中国农业科学院蔬菜花卉研究所 Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences	A-27	天 16-29-4 Tian 16-29-4	品系 Line	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences
A-12	中薯 27 Zhongshu 27	品种 Variety	中国农业科学院蔬菜花卉研究所 Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences	A-28	庄 15-1-16 Zhuang 15-1-16	品系 Line	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Center
A-13	中薯 28 Zhongshu 28	品种 Variety	中国农业科学院蔬菜花卉研究所 Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences	A-29	庄 15-5-15 Zhuang 15-5-15	品系 Line	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Center
A-14	中薯早 35 Zhongshuzao 35	品种 Variety	中国农业科学院蔬菜花卉研究所 Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences	A-30	GN-01	品系 Line	庄浪县农业技术推广中心 Zhuanglang County Agricultural Technology Extension Center
A-15	川凉芋 1 号 Chuanliangyu No. 1	品种 Variety	凉山州农业科学研究院 Liangshan Prefecture Research Institute of Agricultural Science	A-31 (CK)	陇薯 6 号 Longshu No. 6	品种 Variety	甘肃省农业科学院马铃薯研究所 Potato Research Institute of Gansu Academy of Agricultural Sciences
A-16	华颂 7 号 Huasong No. 7	品种 Variety	内蒙古华颂农业科技有限公司 Inner Mongolia Huasong Agricultural Science and Technology Co., Ltd.				

表 2 马铃薯品种(系)形态性状描述及赋值
Table 2 Description and assignment of morphology traits of potato variety(line)

形态性状 Morphological trait	描述及赋值 Description and assignment
薯形 Pom shape	1-圆形 1- Round;2-扁圆形 2- Oblateness;3-卵圆形 3- Egg-shaped;4-长卵圆形 4-Oblong-shaped;5-椭圆形 5- Oval
皮色 Skin color	1-白色 1-White;2-浅黄色 2-Yellowish;3-黄色 3-Yellow;4-红色 4-Red
肉色 Flesh color	1-白色 1-White;2-浅黄色 2-Yellowish;3-黄色 3-Yellow
薯皮类型 Potato peel type	1-光滑 1-Slippy;2-粗糙 2-Rough
芽眼深浅 Depth of bud eyes	1-浅 1-Shallow;2-中等 2-Moderate;3-深 3-Deep

表 3 马铃薯各品种(系)形态性状的遗传多样性分析
Table 3 Analysis of genetic diversity of various potato varieties(lines)

形态性状 Morphological trait	遗传多样性指数 Genetic diversity index	各级品种(系)数量占比 The percentage of variety (line) at all levels/%				
		1	2	3	4	5
薯形 Pom shape	1.22	12.90	3.23	54.84	22.58	6.45
皮色 Skin color	1.11	6.45	32.26	51.61	9.68	
肉色 Flesh color	1.08	41.94	29.03	29.03		
薯皮类型 Potato peel type	0.49	19.35	80.65			
芽眼深浅 Depth of bud eyes	0.58	80.65	16.13	3.22		

的适应能力也越强。

2.1.2 马铃薯各品种(系)农艺性状遗传多样性分析 如表 4 所示,对马铃薯品种(系)的 9 个指标进行系统的变异分析和多样性分析,发现变异系数存在较大差异,范围在 7.74%~33.12%之间,平均为 17.97%,其中,还原糖含量的变异系数最高,变幅为 0.11~0.31 g·100 g⁻¹,干物质含量的变异系数最低,变幅为 17.40~23.50 g·100 g⁻¹。本研究中产量、株高、单株薯质量、淀粉含量、还原糖含量和维生素 C 含量等指标的变异系数均大于 10%,说明马铃薯品种(系)之间存在较大差异,变异度丰富。马铃薯品种(系)农艺性状的遗传多样性指数平均为 1.72,具有较丰富的遗传多样性。整体来看,在丰富的遗传多样性基础上开展马铃薯各品种(系)评价有利于筛选适宜甘肃省中部半干旱区域种植的优质材料。

表 4 马铃薯各品种(系)农艺性状变异系数及遗传多样性指数分析
Table 4 Analysis of the coefficient of variation and genetic diversity index of agronomic trait of potato variety(line)

性状 Trait	最小值 Minimum value	最大值 Maximum value	平均值 Average	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation/%	遗传多样性指数 Genetic diversity index
产量 Yield/(kg·667 m ²)	703.00	2 632.72	1 555.69	456.35	29.33	1.69
株高 Plant height/cm	26.00	67.50	47.66	9.42	19.76	1.76
商品薯率 Commodity potato rate/%	58.31	92.25	83.77	8.29	9.89	1.53
单株薯质量 Tuber mass per plant/kg	0.24	0.87	0.53	0.14	26.22	1.69
w(干物质)Dry matter content/(g·100 g ⁻¹)	17.40	23.50	20.47	1.58	7.74	1.75
w(淀粉)Starch content/(g·100 g ⁻¹)	11.75	16.55	14.32	1.55	10.82	1.74
w(还原糖)Reduced sugar content/(g·100 g ⁻¹)	0.11	0.31	0.18	0.06	33.12	1.77
w(维生素 C)Vitamin C content/(g·kg ⁻¹)	0.14	0.27	0.18	0.03	15.82	1.75
w(蛋白质)Protein content/(g·100 g ⁻¹)	2.07	2.90	2.43	0.22	9.03	1.78

2.2 马铃薯各品种(系)间产量分析

如图 1 所示,马铃薯各品种(系)总产量在 703.00~2 632.72 kg·667 m²之间,有 9 个马铃薯品种(系)产量高于对照,其中临薯 18(A4)、L0109-4(A5)、L14140-5(A7)、中薯 28(A13)的产量极显著高于对照,有 8 个马铃薯品种(系)的产量显著或极

显著低于对照。

2.3 马铃薯品种(系)各指标的相关性分析

如图 2 所示,对马铃薯品种(系)的 9 项指标进行相关性分析,有 6 项指标间相关性达到极显著水平,有 4 项指标间相关性达到显著水平。其中,产量与株高、商品薯率、单株薯质量呈极显著正相关,

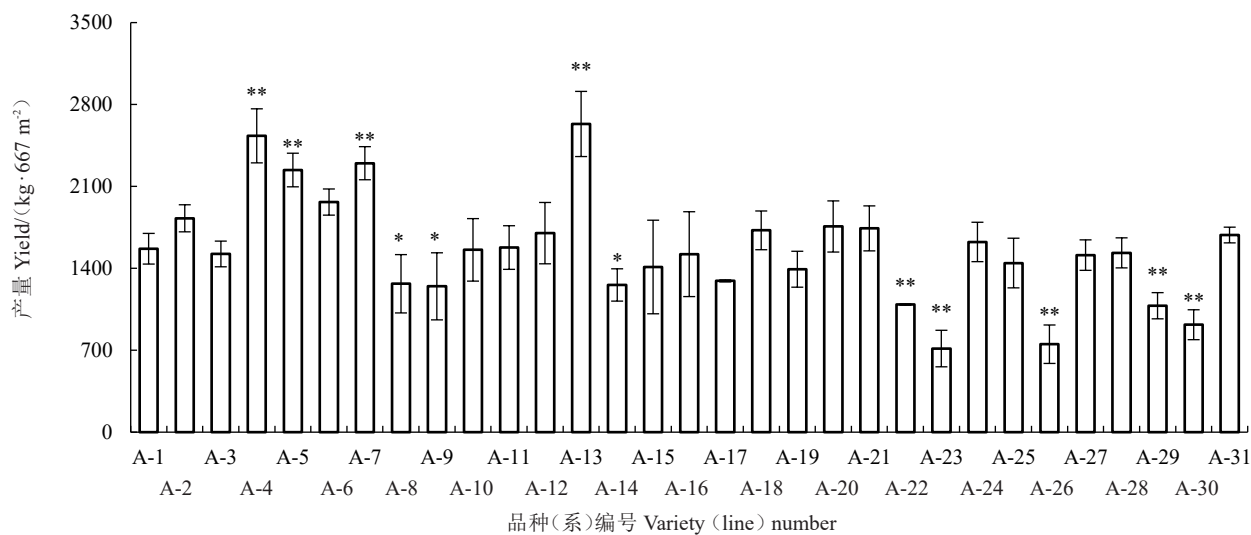


图 1 供试马铃薯各品种(系)产量对比
Fig. 1 Comparison of the yield among various potato varieties(lines)

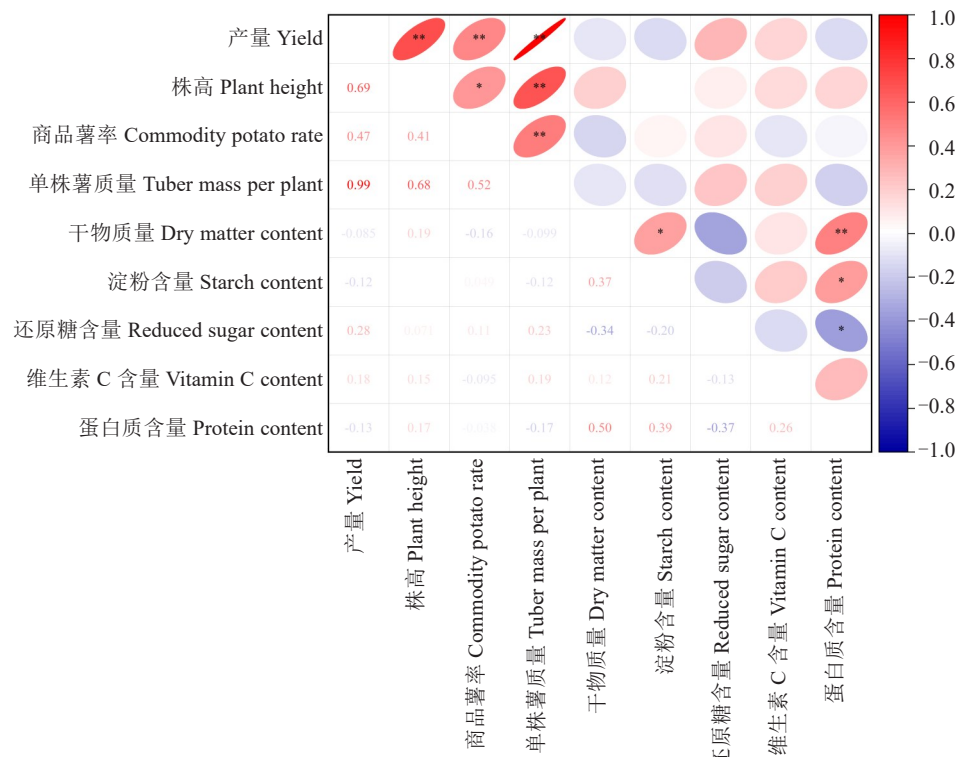


图 2 马铃薯品种(系)农艺性状的相关性分析
Fig. 2 Correlation analysis of agronomic traits of potato variety(line)

单株薯质量与株高、商品薯率呈极显著正相关,干物质含量与蛋白质含量呈极显著正相关,株高与商品薯率呈显著正相关,淀粉含量与干物质含量、蛋白质含量呈显著正相关,还原糖含量与蛋白质含量

呈显著负相关。此外,维生素 C 含量与其他指标的相关系数均未达到显著水平。

2.4 马铃薯品种(系)各指标的主成分分析
利用 SPSS 25.0 进行主成分分析,将马铃薯各

品种(系)的9个农艺性状指标进行降维,以累计方差贡献率 $\geq 80\%$ 且特征值 ≥ 1 作为判别依据,可提取5个主成分,前5个主成分的特征值分别为2.950、1.561、1.116、1.103和1.087,贡献率分别为32.779%、17.339%、12.397%、12.255%和12.076%,累计贡献率达86.846%(表5),即前5个主成分可以解释86.846%的变异,这包括了淀粉加工型和全粉加工型品种的大部分性状指标,符合提取原则。主成分1中特征向量最大的是单株薯质量,其次是

产量、株高和商品薯率,说明单株薯质量对第1主成分影响最大,因此第1主成分因子为单株薯质量;主成分2中特征向量最大的是干物质含量,其次是蛋白质含量,因此干物质含量为第2主成分因子;主成分3中特征向量最大的为淀粉含量,其次为商品薯率,因此淀粉含量为第3主成分因子;主成分4中特征向量最大的是维生素C含量;主成分5中特征向量最大的是还原糖含量。综上所述,马铃薯品种(系)评价分析的性状依次为单株薯质量、干物质含

表5 马铃薯品种(系)各指标的主成分特征向量及贡献率					
Table 5 Principal component characteristic vector and contribution rate of various indicators of potato variety(line)					
指标 Index	主成分1 PC1	主成分2 PC2	主成分3 PC3	主成分4 PC4	主成分5 PC5
产量 Yield	0.933	-0.069	-0.087	0.134	0.181
株高 Plant height	0.845	0.303	-0.014	0.004	-0.002
商品薯率 Commodity potato rate	0.655	-0.360	0.416	-0.335	-0.185
单株薯质量 Potato mass per plant	0.938	-0.122	-0.070	0.131	0.122
干物质含量 Dry matter content	0.014	0.898	0.136	-0.009	-0.132
淀粉含量 Starch content	-0.095	0.289	0.878	0.151	-0.004
还原糖含量 Reduced sugar content	0.159	-0.225	-0.010	-0.085	0.914
维生素C含量 Vitamin C content	0.139	0.050	0.135	0.947	-0.103
蛋白质含量 Protein content	-0.010	0.613	0.349	0.168	-0.375
特征值 Eigenvalue	2.950	1.561	1.116	1.103	1.087
贡献率 Contribution rate/%	32.779	17.339	12.397	12.255	12.076
累计贡献率 Cumulative contribution rate/%	32.779	50.118	62.515	74.770	86.846

量、淀粉含量、维生素C含量、还原糖含量。

2.5 马铃薯各品种(系)隶属函数综合评价

采用隶属函数法对马铃薯品种(系)进行综合评价,结果(表6)表明,优于对照的品种(系)有11个,包括L13105-10(A-6)、Ly1631-1(A-18)、中薯28(A-13)、庄16-1-19(A-1)、定薯6号(A-10)、川凉芋1号(A-15)、中薯49(A-21)、GK-5(A-3)、临薯18号(A-4)、D1281-22(A-8)、L14140-5(A-7),其中,高产优质品种(系)6个,分别为L13105-10、Ly1631-1、中薯28、中薯49、临薯18号、L14140-5;适宜淀粉加工型品系1个,为Ly1631-1;适宜薯条、薯片及全粉加工型品系2个,分别为L13105-10、Ly1631-1。

3 讨论与结论

种质资源鉴定可以将具有生产利用价值但尚未挖掘或未充分利用的特异性种质从丰富多样的马铃薯群体中发掘出来。对马铃薯种质资源表型性状与品质性状进行遗传多样性分析和综合评价,可以充分挖掘专用型种质资源,对新品种选育具有重要价值^[17-18]。了解种质资源的遗传多样性可以进

一步明确种质的生产潜力、品种适应性和育种价值^[19]。一般情况下,变异系数大于10%表明种质间差异较大^[20]。本研究中,马铃薯各品种(系)性状的变异系数存在较大差异,产量、株高、单株薯质量、淀粉含量、还原糖含量和维生素C含量等性状的变异系数均大于10%,其中本研究中淀粉、还原糖和维生素C含量的变异系数与陈明俊等^[21]的研究结果一致,而与何文等^[22]的研究结果不一致。何文等^[22]研究表明,淀粉含量的变异系数最小,低于干物质含量和蛋白质含量,而本研究中干物质含量的变异系数最小,以上结果可能与马铃薯遗传背景复杂、基因互作丰富有关^[23],还可能与环境、种植密度、施肥、病虫害等条件不同有关^[24]。通过对马铃薯各品种(系)不同农艺性状进行遗传多样性分析,各指标遗传多样性指数平均值为1.72,与孙邦升等^[25]的研究结果相似,表明马铃薯品种(系)之间变异度较高,具有较丰富的遗传多样性和适应性。

相关性分析揭示性状间的复杂关联^[26],对马铃薯品种(系)9个性状间进行相关性分析,产量与商品薯率、单株薯质量呈极显著正相关,说明商品薯

表 6 马铃薯品种(系)各指标的隶属函数值
Table 6 Membership function value of various indicators for potato variety(line)

编号 Number	产量 Yield	株高 Plant height	商品薯率 Commodity potato rate	单株薯质量 Potato mass per plant	干物质含量 Dry matter content	淀粉含量 Starch content	维生素 C 含量 Vitamin C content	还原糖含量 Reduced sugar content	蛋白质含量 Protein content	D 值 D value	排名 Rank
A-1	0.45	0.71	0.78	0.42	0.45	0.30	0.66	1.00	0.96	0.64	4
A-2	0.58	0.42	0.35	0.56	0.29	0.54	0.32	0.79	0.28	0.46	23
A-3	0.42	0.51	0.71	0.40	0.49	0.82	0.71	0.41	1.00	0.61	7
A-4	0.95	1.00	1.00	0.88	0.41	0.00	0.18	0.29	0.64	0.59	9
A-5	0.80	0.90	0.94	0.74	0.27	0.01	0.21	0.00	0.00	0.43	25
A-6	0.65	0.63	0.86	0.68	0.95	0.47	0.53	0.88	0.73	0.71	1
A-7	0.83	0.65	0.96	0.78	0.21	0.62	0.09	0.67	0.26	0.56	11
A-8	0.29	0.57	0.81	0.34	0.42	1.00	0.48	0.91	0.46	0.59	9
A-9	0.28	0.46	0.94	0.33	0.22	0.76	0.44	0.69	0.16	0.48	21
A-10	0.44	0.59	0.95	0.41	0.87	0.87	0.38	0.61	0.58	0.63	5
A-11	0.45	0.64	0.99	0.57	0.52	0.33	0.00	1.00	0.15	0.52	15
A-12	0.52	0.40	0.97	0.59	0.28	0.42	0.36	0.47	0.40	0.49	20
A-13	1.00	0.67	0.91	1.00	0.31	0.33	1.00	0.51	0.09	0.65	3
A-14	0.29	0.13	0.97	0.29	0.48	0.63	0.00	0.51	0.28	0.40	26
A-15	0.37	0.95	0.78	0.41	0.65	0.74	0.36	0.74	0.67	0.63	5
A-16	0.42	0.72	0.90	0.44	0.42	0.46	0.21	0.67	0.64	0.54	13
A-17	0.31	0.16	0.75	0.35	0.05	0.20	0.08	0.00	0.15	0.23	30
A-18	0.53	0.57	0.76	0.53	1.00	0.93	0.34	0.92	0.80	0.71	1
A-19	0.36	0.43	0.98	0.41	0.50	0.28	0.28	0.93	0.54	0.52	15
A-20	0.55	0.40	0.78	0.59	0.19	0.34	0.59	0.70	0.05	0.47	22
A-21	0.54	0.61	0.94	0.56	0.98	0.45	0.19	0.75	0.51	0.61	7
A-22	0.20	0.39	0.69	0.24	0.55	0.71	0.41	0.72	0.65	0.51	17
A-23	0.01	0.20	0.00	0.00	0.78	0.15	0.38	0.96	0.44	0.32	29
A-24	0.48	0.70	0.75	0.47	0.42	0.04	0.16	0.55	0.01	0.40	26
A-25	0.33	0.48	0.48	0.36	0.71	0.59	0.23	1.00	0.67	0.54	13
A-26	0.00	0.00	0.48	0.04	0.00	0.09	0.04	0.66	0.34	0.18	31
A-27	0.42	0.54	0.30	0.41	0.76	0.85	0.46	0.07	0.37	0.46	23
A-28	0.43	0.47	0.37	0.48	0.61	0.28	0.48	0.94	0.43	0.50	19
A-29	0.20	0.34	0.57	0.21	0.70	0.34	0.25	0.44	0.21	0.36	28
A-30	0.11	0.36	0.80	0.16	0.59	0.44	0.55	1.00	0.56	0.51	17
A-31 (CK)	0.51	0.60	0.79	0.49	0.52	0.67	0.12	0.88	0.42	0.55	12

率及单株薯质量直接制约马铃薯产量,应进一步完善配套的栽培技术体系,提高商品薯率和单株薯质量,从而增加产量;淀粉含量与蛋白质含量、干物质含量呈显著正相关,与颀瑞霞等^[27]、王鹏等^[28]的研究结果类似,表明马铃薯不同性状之间相关性的稳定性较好。

主成分分析可以简化数据结构,从而准确反映各性状的综合表现^[29],利用降维的思维,可将多个指标性状转化为几个主要成分^[30-31]。本研究中主成分分析得到 5 个主成分,依次为单株薯质量、干物质含量、淀粉含量、维生素 C 含量、还原糖含量,累计贡献率达 86.846%,筛选出的主成分指标如干物质

含量、淀粉含量与王鹏等^[28]的研究结果一致,然而王鹏等^[28]在主成分分析中还筛选到单株产量与商品薯率等指标,而本研究中未检测到,这可能与供试材料不同有关。

采用隶属函数法进行综合评价可以对马铃薯种质资源进行精准评判,有利于筛选优质新品种(系)^[21,32-33]。结合隶属函数综合评价,筛选出综合评分高于对照陇薯 6 号马铃薯品种(系)11 个。其中,高产品种(系)6 个、适宜淀粉加工型品系 1 个、适宜薯条、薯片及全粉加工型品系 2 个。

综上所述,采用主成分分析法结合隶属函数法对 30 个马铃薯品种(系)进行综合评价,筛选出高

产优质马铃薯新品种(系)6个,分别为 L13105-10、Ly1631-1、中薯 28、中薯 49、临薯 18 号、L14140-5。筛选结果进一步丰富了甘肃省中部半干旱地区加工专用型和优质高产马铃薯品种(系)的类型,但后期仍需增加供试品种数量并结合其他品质指标进行更精准的鉴定与评价,以期筛选出更理想的马铃薯品种,在提高种植户马铃薯产量和品质的同时,较好地适应市场需求,助推马铃薯产业高质量发展。

参考文献

- [1] Bethke P C, Halterman D A, Francis D M, et al. Diploid potatoes as a catalyst for change in the potato industry[J]. American Journal of Potato Research, 2022, 99(5/6): 337-357.
- [2] Li Y, Wang J, Chen R W, et al. Climate-smart planting for potato to balance economic return and environmental impact across China[J]. Science of the Total Environment, 2022, 850: 158013.
- [3] 达存莹, 岳云, 贾秀苹. 甘肃省马铃薯产业发展现状与主粮化发展分析[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(3): 38-42.
- [4] 马力, 刘庆龙, 张峰, 等. 马铃薯产业化龙头企业创新发展模式与路径探索: 以北大荒薯业集团有限公司为例[J]. 中国马铃薯, 2024, 38(2): 186-192.
- [5] 赵甜甜, 袁剑龙, 卓峰琦, 等. 马铃薯全粉品质综合评价及品种筛选[J]. 中国农业科学, 2025, 58(13): 2522-2537.
- [6] 李景伟, 姜超, 王小光, 等. 基于主成分分析和隶属函数法对不同马铃薯种质资源农艺性状的综合评价[J]. 中国瓜菜, 2025, 38(9): 84-91.
- [7] 马学军, 左愈臻, 刘瑞刚, 等. 20 个青贮玉米品种在陇东南地区的生产性能和营养价值评价[J]. 草地学报, 2024, 32(8): 2620-2629.
- [8] 高燕, 彭涛, 成东梅, 等. 河南省小麦品种主要性状分析及综合评价指标构建[J]. 种子, 2025, 44(6): 158-164.
- [9] 李倩, 陈博, 贾秉鑫, 等. 基于主成分分析和隶属函数法筛选耐盐碱大豆品种[J]. 种子, 2025, 44(5): 196-205.
- [10] 余斌, 杨宏羽, 王丽, 等. 引进马铃薯种质资源在干旱半干旱区的表型性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 作物学报, 2018, 44(1): 63-74.
- [11] 李守强, 田世龙, 李梅, 等. 主成分分析和隶属函数法综合评价 15 种(系)马铃薯的营养品质[J]. 食品工业科技, 2020, 41(6): 272-276.
- [12] 刘喜才, 张丽娟. 马铃薯种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [13] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [14] 崔辉梅, 石国亮, 安君和. 马铃薯还原糖含量测定方法的比较研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19): 4821-4823.
- [15] 李爽, 王雅平, 牟彬, 等. 马铃薯种质资源表型性状遗传多样性分析[J]. 吉林农业大学学报, 2020, 42(3): 269-279.
- [16] 高志昌, 杨梦平, 张金鹏, 等. 马铃薯种质资源表型性状鉴定与综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2025, 26(11): 2131-2144.
- [17] 冯士令, 程浩然, 李倩倩, 等. 3 个油茶品种幼苗对干旱胁迫的生理响应[J]. 西北植物学报, 2013, 33(8): 1651-1657.
- [18] 李利霞, 陈碧云, 闫贵欣, 等. 中国油菜种质资源研究利用策略与进展[J]. 植物遗传资源学报, 2020, 21(1): 1-19.
- [19] 王海艳, 田国奎, 王立春, 等. 马铃薯褐化种质资源表型性状综合评价[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(9): 66-73.
- [20] 赵蕊蕊, 陈啸天, 薛薇, 等. 基于表型性状分析构建冀北地区马铃薯核心种质[J]. 核农学报, 2024, 38(5): 805-818.
- [21] 陈明俊, 罗小波, 曹贞菊, 等. 基于主成分分析和隶属函数法对不同马铃薯酶促褐变评价[J]. 中国蔬菜, 2024(4): 85-92.
- [22] 何文, 张秀芬, 郭素云, 等. 基于主成分分析和聚类分析对 22 份马铃薯种质的综合评价[J]. 种子, 2021, 40(3): 80-86.
- [23] Muthoni J, Kabira J, Shimelis H, et al. Tetrasomic inheritance in cultivated potato and implications in conventional breeding[J]. Australian Journal of Crop Science, 2015, 9(3): 185-190.
- [24] Hamouz K, Lachman J, Dvorák P, et al. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality[J]. Plant Soil Environment, 2005, 51(9): 397-402.
- [25] 孙邦升, 宋继玲, 杨梦平, 等. 117 份高抗晚疫病马铃薯种质资源遗传多样性分析[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(9): 37-46.
- [26] 徐晓, 杨梦颖, 满全财, 等. 195 份马铃薯种质资源表型性状综合评价[J]. 核农学报, 2023, 37(9): 1710-1722.
- [27] 颜瑞霞, 张小川, 吴林科, 等. 马铃薯种质资源主要品质性状分析与评价[J]. 分子植物育种, 2020, 18(20): 6828-6836.
- [28] 王鹏, 李芳弟, 郭天顺, 等. 基于主成分分析、相关性分析和隶属函数法对 22 个马铃薯品种的综合评价[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(7): 78-87.
- [29] Gewers F L, Ferreira G R, Arruda H F D, et al. Principal component analysis: A natural approach to data exploration[J]. ACM Computing Surveys(CSUR), 2021, 54(4): 1-34.
- [30] 吕勋, 刘国祥, 李云霞, 等. 植物核心种质研究现状与展望[J]. 植物遗传资源学报, 2025, 26(9): 1693-1707.
- [31] 常龙波, 于立芝. 基于 DUS 测试的不同品种黄瓜性状研究[J]. 农学报, 2023, 13(10): 23-30.
- [32] 于国红, 刘朋程, 李明哲, 等. 不同马铃薯品种(品系)耐盐性鉴定与综合评价[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(18): 188-194.
- [33] 符东顺. 镉胁迫下马铃薯相关表达基因的转录组测序与候选基因挖掘[D]. 贵阳: 贵州大学, 2019.