

平凉地区引种彩色马铃薯性状比较及品质分析

杨 华¹, 雷红笑²

(1. 平凉市农业科学院 甘肃平凉 744000; 2. 静宁县余湾乡农业综合服务中心 甘肃静宁 743400)

摘 要: 为了筛选出适宜于平凉地区种植的彩色马铃薯品种, 促进平凉地区马铃薯特色产业发展, 以平凉地区引种的红美、黑玫瑰等 10 个彩色马铃薯品种为试验材料, 通过测定生育期性状、结薯性、外观、产量、品质等指标, 开展彩色马铃薯品种筛选试验, 并进行关联分析和聚类分析。结果表明, 彩色马铃薯红美产量为 $1\,956.39\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$, 黑玫瑰产量为 $1\,953.34\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$, 二者比对照黑金刚 ($1\,773.97\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$) 分别显著提高 10.28% 和 10.11%。红美和黑玫瑰商品薯率较高, 分别为 95.70% 和 93.20%。参试品种对早疫病、晚疫病、黑胫病均表现出不同程度的抗性, 红美、红宝石、黑玫瑰 3 个品种综合抗病性优良。相关性分析结果表明, 出苗率与单株块茎质量呈显著正相关, 与各重复小区产量呈极显著正相关; 单株块茎质量与各重复小区产量、商品薯率呈显著正相关; 各重复小区产量与商品薯率呈极显著正相关; 干物质含量与淀粉含量呈极显著正相关; 还原糖含量与单株块茎质量呈显著负相关, 与出苗率、各重复小区产量呈极显著负相关; 生育期与蛋白质含量呈极显著负相关。聚类分析显示, 在欧式距离为 15 时, 可以将 10 个彩色马铃薯品种分成 3 个类群。综上, 红美和黑玫瑰适宜在平凉地区推广种植。

关键词: 彩色马铃薯; 平凉地区; 性状比较; 品质分析

中图分类号: S532

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2026)09-088-09

Trait comparison and quality analysis of introduced colored potato in Pingliang area

Yang Hua¹, Lei Hongxiao²

(1. Pingliang Academy of Agricultural Sciences, Pingliang 744000, Gansu, China; 2. Agricultural Comprehensive Service Center of Yubai Township, Jingning 743400, Gansu, China)

Abstract: This study aimed to screen colored potato varieties suitable for planting in Pingliang area and promote the development of characteristic potato industry in Pingliang. Ten introduced colored potato varieties including Hongmei and Heimeigui were used as test materials. Variety screening experiments were carried out by determining growth period traits, tuber setting performance, tuber appearance, yield and quality indicators, followed by correlation analysis and cluster analysis. The results showed that the yield of Hongmei was $1\,956.39\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$ and that of Heimeigui was $1\,953.34\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$, which were significantly increased by 10.28% and 10.11%, respectively, compared with the control Heijingang ($1\,773.97\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$). Hongmei and Heimeigui had high marketable tuber rates of 95.70% and 93.20%, respectively. The tested varieties exhibited different levels of resistance to early blight, late blight and blackleg disease, among which Hongmei, Hongbaoshi and Heimeigui showed excellent comprehensive resistance. Correlation analysis indicated that emergence rate was significantly positively correlated with single-plant tuber mass and extremely significantly positively correlated with plot yield. Single-plant tuber mass was significantly positively correlated with plot yield and marketable tuber rate. Plot yield was extremely significantly positively correlated with marketable tuber rate. Dry matter content was extremely significantly positively correlated with starch content. Reducing sugar content was significantly negatively correlated with single-plant tuber mass, and extremely significantly negatively correlated with emergence rate and plot yield. Growth period was extremely significantly negatively correlated with protein content. Cluster analysis revealed that the ten colored potato varieties could be divided into three groups at the euclidean distance of 15. In conclusion, Hongmei and Heimeigui are suitable for popularization and planting in Pingliang area.

Key words: Colored potato; Pingliang area; Trait comparison; Quality analysis

收稿日期: 2026-03-02; 修回日期: 2026-07-08

基金项目: 平凉市科技计划专项 (PLKJJHZ2021017)

作者简介: 杨 华, 男, 副研究员, 主要从事马铃薯遗传育种及栽培技术研究。E-mail: yanghua2018@163.com

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是我国重要的粮菜兼用作物,适应性广、产量稳定,在保障粮食安全、优化种植结构中具有重要地位。近年来,马铃薯区域品种筛选、农艺性状评价及功能型彩色马铃薯新品种开发等已成为马铃薯产业高质量发展的研究热点。品种筛选与农艺性状评价是良种推广的核心^[1]。国内多地结合区域生态特点开展引种与品比试验,为各地品种布局提供支撑。林子君等^[2]在陇东旱塬筛选出陇薯7号等适宜复种的优良品种;周帅等^[3]对贵州12个主栽品种进行综合评价,筛选出云薯108等综合表现突出的品种,明确威芋7号可用于加工与种质创新;温海霞等^[4]在襄阳试验表明,希森3号、闽薯2号产量高、抗性强,适宜推广;席楠等^[5]在陇南筛选出7个优质早熟品系;王强等^[6]在吉林不同生态区鉴定出高产、抗病且适宜淀粉加工的专用品种。农艺性状与产量的关联分析是高产育种的关键。张洋等^[7]通过多种方法分析发现,大中薯率、株高和生育期是影响产量的核心因子,其中大中薯率与产量呈极显著正相关,株高与产量呈显著正相关,建立的产量回归模型为高产育种提供了量化依据。

彩色马铃薯是指块茎薯肉为紫、红、黑等颜色的马铃薯,简称彩薯^[1]。彩色马铃薯不仅含有普通马铃薯品种的营养成分,还富含花青素,具有抗氧化、抗病毒、护肝、抗癌等多种保健功能^[8],契合当下消费者对健康饮食、功能性食材需求旺的消费趋势,市场认可度持续攀升。目前,彩色马铃薯的抗氧化性与功能成分的相关性^[9]、功能成分在块茎成熟过程中的积累模式^[10]、食品加工过程中的营养素保持技术^[11-12]等方面是国际研究的热点。彩色马铃薯的栽培在世界范围越来越广泛,彩色马铃薯的种植和开发越来越受到人们的关注^[13]。此外,薯肉色彩丰富、品相独特,除鲜食外,还可加工成全粉、彩色薯片及其他休闲食品等多元化产品,产业链延伸空间大、产品附加值高,可打破普通马铃薯同质化低价竞争的局限。

近年来,甘肃省平凉市农业科学院作物研究所与甘肃农垦集团公司平凉分公司合作,从全国各地引种彩色马铃薯进行栽培试验,以筛选出适合平凉地区种植的彩色马铃薯品种。当地虽然也零星种植黑金刚、黑美人等彩色马铃薯品种,但品种良莠不齐,部分品种存在产量偏低、口感不佳等问题。鉴于此,笔者从不同单位引进9个彩色马铃薯品种开展相关试验,通过系统观测品种的生长发育相关

农艺特征及薯块的品质指标,分析品种的营养成分和地区适应性等,旨在筛选出适宜平凉地区种植的彩色马铃薯品种,为产业发展及农业结构调整提供科技支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2023年4—9月在甘肃农垦平凉农业总场有限责任公司泾川县张老寺农场进行。该试验地平均海拔1460 m,属温带大陆性气候,年均气温10℃,无霜期180 d,年日照时数2 316.82 h,年降水量549.90 mm。试验地为山塬地,地势平坦,土壤肥力充足,前茬作物为玉米,采用滴灌灌溉模式,灌溉条件便利,适宜马铃薯生长。

1.2 材料

引种试验品种9个,包括H-3、红玫瑰、桂彩薯1号、红宝石、陇薯红1号、A2、紫云1号、红美、黑玫瑰,对照(CK)品种为黑金刚。品种信息及来源详见表1。

1.3 试验设计

田间试验采用随机区组设计,采用旱地马铃薯双垄黑膜全覆盖技术种植^[14],单个品种为1个处理,共10个处理,3次重复。采用双行品字形播种,东西走向,单行设计,行距70 cm,株距30 cm,播种深度8 cm,每个小区长12 m,宽4 m,小区面积48 m²,小区之间留1.0 m宽区道,露地种植。

1.4 种植管理

试验于2023年4月10日播种,9月20日统一收获。播种前采用2.5%咯菌腈拌种处理,基肥施用磷酸二铵28 kg·667 m²、尿素21 kg·667 m²、硫酸钾钙镁22 kg·667 m²、农家肥180 kg·667 m²;现蕾期追施磷酸二铵3.6 kg·667 m²、尿素3.5 kg·667 m²。采用埋管滴水灌溉,自5月中旬开始滴灌4次,每次灌溉量为22 m³·667 m²。生育期内适时喷施代森锰锌、氯氰菊酯、矮丰灵等药剂,防治病虫害,其余田间管理措施(整地、耕作等)均与当地常规生产一致。

1.5 调查指标与方法

1.5.1 农艺性状观测 每品种随机观测10株,3次重复。播种30 d后统计出苗率。参照国际马铃薯研究中心(CIP)标准^[15],调查记录各品种生育期、物候期以及病虫害情况。从马铃薯苗期开始到初花期,每隔15 d调查1次,初花期后每7 d调查1次至收获。采取普查和定点观测结合的方法。本试

表 1 彩色马铃薯品种信息及来源特征
Table 1 Variety information and source characteristics of colored potato

编号 Number	品种名称 Variety name	来源 Source	级别 Level	特征 Feature
1	H-3	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences	原种 Foundation seed	高花青素 High anthocyanin content
2	红玫瑰 Hongmeigui	希森集团有限公司 Xisen Group Company Limited	原种 Foundation seed	高花青素 High anthocyanin content
3	桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	广西农业科学院 Guangxi Academy of Agricultural Sciences	原种 Foundation seed	耐寒耐旱 Cold and drought tolerant
4	红宝石 Hongbaoshi	内蒙古农牧科学院 Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences	原种 Foundation seed	高花青素 High anthocyanin content
5	陇薯红 1 号 Longshuhong 1	甘肃省农业科学院 Gansu Academy of Agricultural Sciences	原种 Foundation seed	耐旱 Drought tolerant
6	A2	青海农林科学院 Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Sciences	原种 Foundation seed	耐寒 Cold tolerant
7	紫云 1 号 Ziyun 1	云南省农业科学院 Yunnan Academy of Agricultural Sciences	原种 Foundation seed	高花青素 High anthocyanin content
8	红美 Hongmei	内蒙古铃田生物技术有限公司 Inner Mongolia Lingtian Biotechnology Company Limited	原种 Foundation seed	高花青素 High anthocyanin content
9	黑玫瑰 Heimeigui	希森集团有限公司 Xisen Group Company Limited	原种 Foundation seed	高花青素 High anthocyanin content
10	黑金刚 Heijingang(CK)	甘肃大青马铃薯有限公司 Gansu Daqing Potato Company Limited	原种 Foundation seed	耐寒耐旱 Cold and drought tolerant

验以各彩色马铃薯参试品种小区为调查单元,病虫害种类识别、田间取样、数据统计参照 NY/T 3116—2017^[16]、NY/T 2186—2012^[17]及 GB/T 17980—2000^[18]系列标准执行。采用小区五点取样法,分期调查植株与块茎感病、受害情况,计算病株率、受害株率。病害抗性分级标准:病株率 0~3%为高抗,>3%~5% 为中抗,>5%~8%为抗病,>8%~15%为轻感,>15%~30%为易感,30% 以上为重感;虫害发生程度分级标准:植株受害株率 0~10% 为轻度发生。同步测定株型、株高、主茎茎粗等地上部农艺指标,观察记录薯形、薯皮色、薯肉色、芽眼深浅等块茎形态特征。

1.5.2 产量测定 马铃薯收获时,以小区为单位,记录薯块分布、结薯集中性,统计单株结薯数,测定单株块茎质量,实测小区产量,折合 667 m²产量,所有测定均重复 3 次。收获期采用五点取样法,每小区随机连续挖取完整薯块≥100 个,剔除破损无病薯块,逐块甄别腐烂薯,记录腐烂薯数量与总调查薯块数。参考 NY/T 3116—2017^[16],计算腐烂薯率。腐烂薯率/%=调查腐烂薯块数量/调查总薯块数量×100。薯块质量≥55 g 为商品薯,商品薯率/%=商品薯质量/总薯质量×100。

1.5.3 块茎营养品质测定 收获后测定彩色马铃薯块茎品质指标,均采用国标法,以鲜质量计,采用

烘干法(GB/T 8858—1988)测定烘干率^[19];采用凯氏定氮法(GB/T 5009.5—2010)测定蛋白质含量^[20],采用直接滴定法(GB/T 5009.7—2016)测定还原糖含量^[21],采用酸水解法(GB/T 5009.9—2016)测定块茎淀粉含量^[22]。

1.5.4 花色苷含量测定 采用 pH 示差法测定花色苷含量^[23],设置 3 次重复。

1.6 数据分析

采用模糊数学隶属函数法进行营养品质评价^[24]。采用 Excel 2021 软件对基础数据进行记录和处理,采用 IBM SPSS Statistics 26.0 进行差异显著性分析、相关性分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 参试品种不同物候期比较

由表 2 可知,除 H-3 外,供试各马铃薯品种的出苗时间基本一致,无明显差异。生育期内,各品种现蕾、开花时间均存在一定差异,H-3 和 A2 现蕾最早,A2 开花时间最早,陇薯红 1 号、红美、黑玫瑰开花时间较早,红玫瑰、桂彩薯 1 号、红宝石现蕾、开花时间均相对较晚。在生育期方面,红宝石、A2、陇薯红 1 号、紫云 1 号的生育期较长;红美、黑玫瑰、红玫瑰、H-3 的生育期较短,与对照品种黑金刚的生育期差异均不显著,桂彩薯 1 号生育期最短。

表 2 参试彩色马铃薯不同品种物候期

Table 2 Phenological period of different varieties of test colored potato

品种 Variety	播种期 Sowing date (Month-Day)	出苗期 Emergence date (Month-Day)	出苗率 Emergence rate/%	现蕾期 Budding date (Month-Day)	开花期 Flowering date (Month-Day)	成熟期 Maturation date (Month-Day)	生育期 Growth period/d
H-3	04-10	05-01	98.70 a	05-20	06-10	08-13	104 de
红玫瑰 Hongmeigui	04-10	04-29	93.00 bc	06-03	06-13	08-13	106 cd
桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	04-10	04-28	96.00 ab	06-05	06-12	08-02	96 e
红宝石 Hongbaoshi	04-10	04-28	79.00 cd	06-02	06-13	08-17	111 ab
陇薯红 1 号 Longshuhong 1	04-10	04-27	96.00 ab	06-04	06-07	08-17	112 a
A2	04-10	04-28	95.80 ab	05-20	06-03	08-16	110 abc
紫云 1 号 Ziyun 1	04-10	04-29	74.00 d	05-22	06-08	08-17	110 abc
红美 Hongmei	04-10	04-27	98.70 a	05-25	06-05	08-12	107 bcd
黑玫瑰 Heimeigui	04-10	04-28	98.60 a	05-25	06-06	08-12	106 cd
黑金刚 Heijingang(CK)	04-10	04-29	93.00 bc	05-25	06-10	08-14	107 bcd

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

在出苗率方面,紫云 1 号显著低于除红宝石外的其他品种,红宝石的出苗率低于对照黑金刚,但差异不显著,其他供试品种的出苗率基本整齐,均在 93.00%及以上。根据生育期长短可对供试品种进行熟性划分:桂彩薯 1 号为中晚熟品种;其他供试品种均为晚熟品种。

2.2 参试品种外观主要性状比较

参试品种外观主要性状的比较分析结果如表 3

表 3 参试彩色马铃薯品种外观主要性状比较

Table 3 Comparison of main appearance characters of colored potato varieties

品种 Variety	薯皮光滑度 Smoothness of potato skin	皮色 Skin color	肉色 Flesh color	薯形 Potato shape	芽眼深浅 Bud eye depth	薯块大小整齐度 Potato size uniformity
H-3	光滑 Smooth	紫色 Purple	紫色 Purple	长椭圆 Long oval	浅 Shallow	整齐 Uniform
红玫瑰 Hongmeigui	光滑 Smooth	深红色 Deep red	红色 Red	椭圆 Oval	浅 Shallow	整齐 Uniform
桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	光滑 Smooth	深紫色 Dark purple	紫色 Purple	椭圆 Oval	浅 Shallow	中等 Medium
红宝石 Hongbaoshi	粗糙 Rough	红色 Red	红色 Red	圆 Round	中等 Medium	整齐 Uniform
陇薯红 1 号 Longshuhong 1	中等 Medium	紫色 Purple	紫色 Purple	椭圆 Oval	深 Deep	不整齐 Non-uniform
A2	光滑 Smooth	红色 Red	深黄色 Deep yellow	圆 Round	中等 Medium	整齐 Uniform
紫云 1 号 Ziyun 1	粗糙 Rough	深紫色 Dark purple	紫色 Purple	圆 Round	浅 Shallow	不整齐 Non-uniform
红美 Hongmei	光滑 Smooth	红色 Red	红色 Red	长椭圆 Long oval	浅 Shallow	整齐 Uniform
黑玫瑰 Heimeigui	光滑 Smooth	深紫色 Dark purple	紫色 Purple	长椭圆 Long oval	中等 Medium	整齐 Uniform
黑金刚 Heijingang(CK)	粗糙 Rough	深紫色 Dark purple	紫色 Purple	长椭圆 Long oval	中等 Medium	不整齐 Non-uniform

所示,供试 10 个品种薯皮光滑度存在一定差异,其中 6 个品种薯皮光滑,1 个品种(陇薯红 1 号)表现中等,薯皮粗糙的品种有 3 个,包括对照黑金刚。薯皮主色分为 4 种类型,其中 3 个品种为红色,2 个品种为紫色,1 个品种为深红色,4 个品种为深紫色。所有供试品种薯块皮色均为单一颜色,无次色分布。薯肉主色分为 3 种类型,其中 3 个品种(红玫瑰、红宝石、红美)为红色,6 个品种为紫色,1 个品种(A2)为深黄色。在薯形方面,红宝石、A2、紫云 1 号 3 个品种为圆形,H-3、红美、黑玫瑰 3 个品种为长椭圆形,红玫瑰、桂彩薯 1 号、陇薯红 1 号 3 个品种为椭圆形;对照品种黑金刚为长椭圆形。在芽眼深浅方面,5 个品种芽眼浅,4 个品种芽眼中等,1 个品种芽眼深。在薯块大小整齐度方面,除紫云 1 号、陇薯红 1 号和黑金刚薯块大小整齐度为不整

齐、桂彩薯 1 号薯块大小整齐度为中等外,其他供试品种薯块均为整齐。综合分析表明,供试彩色马铃薯品种薯形类型丰富,涵盖圆形、椭圆形、长椭圆形 3 种形态,大部分品种芽眼偏浅,块茎色彩丰富,综合性状表现优良,适宜在平凉地区推广种植。

2.3 参试品种结薯性状及产量分析

由表 4 可知,供试各品种的匍匐茎性状、单株结薯数存在明显差异。马铃薯匍匐茎过长会直接导致单株结薯数减少且结薯分散,属于不良农艺性状。红玫瑰、黑玫瑰、陇薯红 1 号、红美表现出良好的匍匐茎性状,单株结薯数较多;桂彩薯 1 号、红宝石、紫云 1 号的匍匐茎较长,结薯分散,单株结薯数较少。在商品薯率方面,红美、黑玫瑰均高于对照品种黑金刚,其余供试品种均低于对照。各参试品种的腐烂薯率均小于 2%,其中红玫瑰、陇薯红 1

表 4 参试彩色马铃薯品种薯块性状及产量比较
Table 4 Comparison of tuber traits and yield of colored potato varieties

品种 Variety	薯块 分布 Distribution of tuber	结薯集 中性 Concentration of tuber	株型 Plant shape	匍匐茎 Stolons	茎粗 Stem diameter/ mm	株高 Plant height/ cm	单株结 薯数 Number of tuber per plant	单株块 茎质量 Mass of tuber per plant/g	小区产量 Plot yield/ (kg·48 m ²)	产量 Yield/ (kg·667 m ²)	腐烂 薯率 Rotten potato rate/%	商品 薯率 Commodity potato rate/%
H-3	浅 Light	集中 Concentrated	直立 Erect	中 Medium stolons	11.60	35.40	7~11	544.00	115.26	1 601.63 b	1.52	85.70
红玫瑰 Hongmeigui	较深 Moderately deep	集中 Concentrated	直立 Erect	短 Short stolons	12.20	36.30	10~13	562.63	130.43	1 812.43 a	0.00	83.60
桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	浅 Light	分散 Scattered	直立 Erect	长 Long stolons	10.50	32.70	8~9	522.22	104.05	1 445.86 b	0.15	74.40
红宝石 Hongbaoshi	浅 Light	分散 Scattered	直立 Erect	长 Long stolons	11.30	31.30	5~7	210.12	79.51	1 104.86 c	0.28	63.80
陇薯红 1 号 Long-shuhong 1	浅 Light	集中 Concentrated	直立 Erect	中 Medium stolons	10.70	33.30	7~11	582.38	104.51	1 452.25 b	0.00	84.50
A2	较浅 Moderately light	集中 Concentrated	直立 Erect	长 Long stolons	9.60	37.50	5~10	344.22	101.79	1 414.46 b	1.10	55.10
紫云 1 号 Ziyun 1	较深 Moderately deep	分散 Scattered	直立 Erect	长 Long stolons	11.40	31.10	6~9	360.60	77.45	1 076.23 c	0.56	70.10
红美 Hongmei	浅 Light	集中 Concentrated	直立 Erect	短 Short stolons	12.40	45.30	8~12	653.20	140.79	1 956.39 a	0.00	95.70
黑玫瑰 Heimeigui	深 Deep	集中 Concentrated	直立 Erect	短 Short stolons	12.80	46.30	9~13	480.30	140.57	1 953.34 a	0.00	93.20
黑金刚 Heijingang (CK)	浅 Light	集中 Concentrated	直立 Erect	中 Medium stolons	10.20	43.20	8~11	366.33	127.66	1 773.94 b	0.13	91.30

号、红美和黑玫瑰为0。在植株生长性状上,红美、黑玫瑰的株高、茎粗均较高,生长较为健壮。单株结薯数表现为红玫瑰最多,黑玫瑰、红美次之,其中黑玫瑰的单株结薯数为9~13个;红美单株块茎质量最大。红美产量最高,较对照增产 182.45 kg·667 m²,显著提高 10.28%;黑玫瑰产量次之,较对照显著提高 10.11%;红玫瑰较对照显著提高 2.17%;其他参试品种的产量均低于对照,其中紫云 1 号减产最为明显,较对照显著减产 697.71 kg·667 m²;红宝石

次之。

2.4 参试品种块茎主要营养成分与花色苷含量分析

参试品种块茎主要营养成分含量分析结果如表 5 所示,10 个参试彩色马铃薯品种的干物质含量范围为 17.10%~23.48%,对照品种黑金刚为 18.21%,7 个参试品种的干物质含量高于对照,以 A2 品种最高;H-3、红宝石 2 个品种低于对照,其中 H-3 最低。参试品种蛋白质含量范围为 9.84~

表 5 参试彩色马铃薯品种主要营养成分含量
Table 5 Main nutritional components content of colored potato varieties

品种 Variety	w(干物质) Dry matter content/%	w(蛋白质) Protein content/ (g·100 g ⁻¹)	w(淀粉) Starch content/ (g·100 g ⁻¹)	w(还原糖) Reducing sugar content/(g·100 g ⁻¹)	平均隶属函数值 Average membership function value	排名 Rank
H-3	17.10 e	12.98 bc	10.10 f	0.07 bc	0.29	10
红玫瑰 Hongmeigui	21.53 bc	10.45 de	15.30 ab	0.04 de	0.59	2
桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	22.91 ab	20.52 a	15.80 a	0.08 b	0.33	8
红宝石 Hongbaoshi	18.16 de	12.54 bc	12.60 de	0.13 a	0.30	9
陇薯红 1 号 Longshuhong 1	22.19 abc	12.54 bc	15.70 a	0.08 b	0.38	7
A2	23.48 a	13.06 b	15.50 ab	0.06 cd	0.49	5
紫云 1 号 Ziyun 1	21.58 bc	9.84 e	13.30 cd	0.14 a	0.42	6
红美 Hongmei	19.84 cd	11.15 cd	11.60 ef	0.03 e	0.78	1
黑玫瑰 Heimeigui	20.54 c	12.38 bc	13.30 cd	0.03 e	0.54	3
黑金刚 Heijingang(CK)	18.21 de	11.06 cd	11.70 ef	0.12 a	0.51	4

20.52 g·100 g⁻¹,其中 7 个品种的蛋白质含量高于对照,桂彩薯 1 号蛋白质含量最高,达 20.52 g·100 g⁻¹;2 个品种的蛋白质含量低于对照,以紫云 1 号最低。10 个参试品种的淀粉含量范围为 10.10~15.80 g·100 g⁻¹,其中桂彩薯 1 号最高,H-3 最低,H-3、红美 2 个品种均低于对照。不同参试品种的还原糖含量范围为 0.03~0.14 g·100 g⁻¹,其中紫云 1 号最高,7 个参试品种低于对照,红美、黑玫瑰最低。通过计算各品种营养品质隶属函数值可知,红美、红玫瑰、黑玫瑰的平均隶属函数值分别较对照高 0.27、0.08、0.03,表明其营养品质均优于对照,且还原糖含量较低,适合作为加工型亲本种质资源。

对 10 个彩色马铃薯品种的块茎进行花色苷含量测定,结果(表 6)表明,彩色马铃薯花色苷含量为 3.34~42.07 mg·g⁻¹,其中黑玫瑰花色苷含量最高,红美次之,为 24.06 mg·g⁻¹,桂彩薯 1 号最低,为 3.34 mg·g⁻¹,对照品种黑金刚的花色苷含量为 11.77 mg·g⁻¹。综合来看,黑玫瑰、红美、陇薯红 1 号彩色马铃薯品种的花色苷含量显著高于对照,具备开展色素产业化开发的潜力。

表 6 参试彩色马铃薯品种的花色苷含量
Table 6 Anthocyanin content of colored potato varieties

品种 Variety	w(花色苷) Anthocyanin content/(mg·g ⁻¹)	肉色 Flesh color	皮色 Skin color
H-3	4.10 fg	紫色 Purple	紫色 Purple
红玫瑰 Hongmeigui	6.68 ef	红色 Red	深红色 Deep red
桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	3.34 g	紫色 Purple	深紫色 Dark purple
红宝石 Hongbaoshi	17.30 cd	红色 Red	红色 Red
陇薯红 1 号 Longshuhong 1	21.91 bc	紫色 Purple	紫色 Purple
A2	19.84 bed	深黄色 Deep yellow	红色 Red
紫云 1 号 Ziyun 1	17.10 cd	紫色 Purple	深紫色 Dark purple
红美 Hongmei	24.06 b	红色 Red	红色 Red
黑玫瑰 Heimeigui	42.07 a	紫色 Purple	深紫色 Dark purple
黑金刚 Heijingang(CK)	11.77 de	紫色 Purple	深紫色 Dark purple

2.5 参试品种病虫害调查分析

2023 年整个生育期内,播种后 35 d 气温波动较大,伴随降温及降雨天气,各参试彩色马铃薯品种病虫害发生情况存在差异(表 7)。在疫病发生方面,A2 品种早疫病发生较重,H-3、陇薯红 1 号轻度感病;红玫瑰、桂彩薯 1 号、紫云 1 号、黑玫瑰 4 个品种表现出较强的抗早疫病、晚疫病能力,红宝石、红美 2 个品种高抗早疫病、晚疫病。在黑胫病发生方面,陇薯红 1 号、A2 品种易感黑胫病,其余 8 个

参试品种均表现出抗黑胫病特性。黑玫瑰高抗黄萎病,陇薯红 1 号、桂彩薯 1 号、紫云 1 号、H-3 易感黄萎病;红玫瑰、红宝石、A2、红美、黑金刚等 5 个品种对黄萎病抗性较强。虫害以蚜虫、瓢虫为主,仅少量植株受到蛴螬危害,整体虫害发生程度均较轻。

2.6 参试品种性状的相关性分析和聚类分析

由图 1 可知,各农艺及品质性状间存在不同程度的相关性。出苗率与单株块茎质量呈显著正相关,与各重复小区产量呈极显著正相关;单株块茎

表 7 参试彩色马铃薯品种病虫害情况调查
Table 7 Survey of pests and diseases of the test colored potato varieties

品种 Variety	早疫病 Early blight	晚疫病 Late blight	黄萎病 Verticillium wilt	黑胫病 Blackleg disease	蚜虫和瓢虫 Aphids and ladybugs
H-3	轻感 Slightly susceptible	轻感 Slightly susceptible	易感 Susceptible	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
红玫瑰 Hongmeigui	抗 Resistant	抗 Resistant	抗 Resistant	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
桂彩薯 1 号 Guicaishu 1	抗 Resistant	抗 Resistant	易感 Susceptible	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
红宝石 Hongbaoshi	高抗 Highly resistant	高抗 Highly resistant	抗 Resistant	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
陇薯红 1 号 Longshuhong 1	轻感 Slightly susceptible	轻感 Slightly susceptible	易感 Susceptible	重感 Highly susceptible	轻度 Slight incidence
A2	易感 Susceptible	易感 Susceptible	抗 Resistant	轻感 Slightly susceptible	轻度 Slight incidence
紫云 1 号 Ziyun 1	抗 Resistant	抗 Resistant	易感 Susceptible	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
红美 Hongmei	高抗 Highly resistant	高抗 Highly resistant	抗 Resistant	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
黑玫瑰 Heimeigui	抗 Resistant	抗 Resistant	高抗 Highly resistant	抗 Resistant	轻度 Slight incidence
黑金刚 Heijingang(CK)	抗 Resistant	抗 Resistant	抗 Resistant	抗 Resistant	轻度 Slight incidence

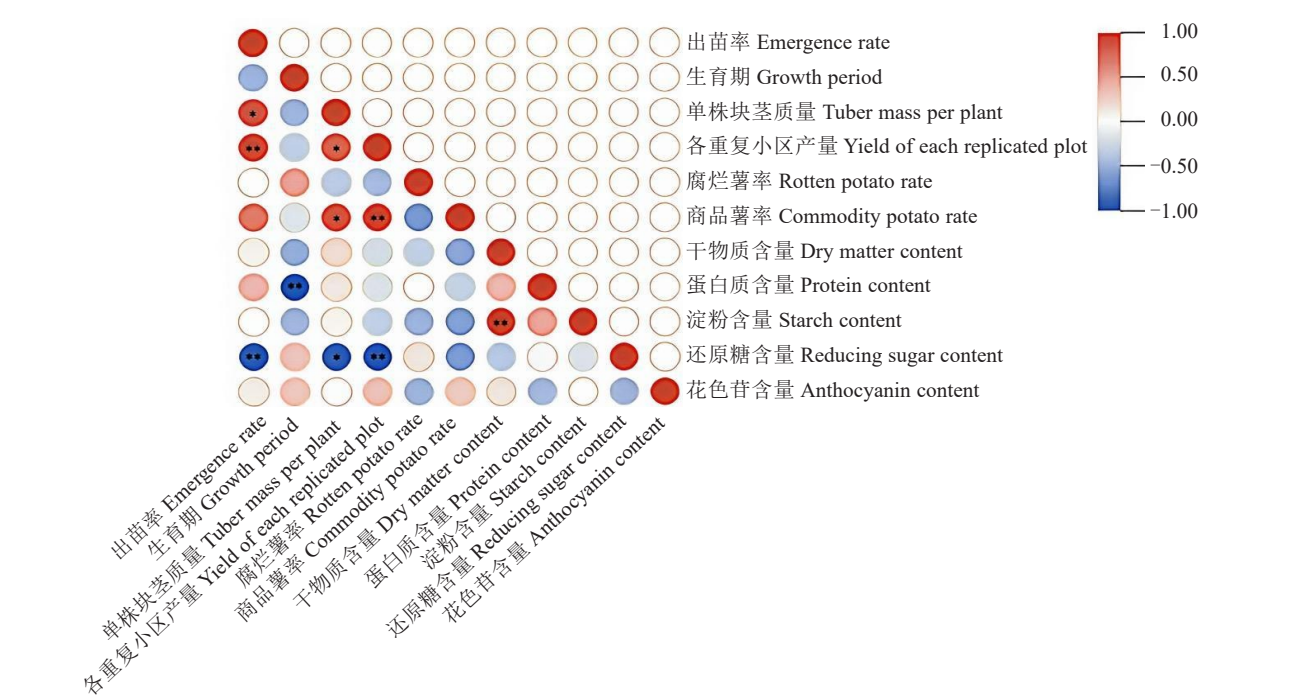
质量与各重复小区产量、商品薯率均呈显著正相关;各重复小区产量与商品薯率呈极显著正相关;干物质含量与淀粉含量呈极显著正相关;还原糖含量与单株块茎质量呈显著负相关,与出苗率、各重复小区产量均呈极显著负相关;生育期与蛋白质含量呈极显著负相关。

根据不同参试品种的性状数据进行聚类分析,结果(图 2)显示,在欧式距离为 15 时,可以将 10 个马铃薯品种(系)分成 3 个类群。第 I 类群包含 6 个品种,分别为红美、黑玫瑰、红玫瑰、陇薯红 1 号、H-3 和黑金刚,该类群植株较高、茎较粗,茎叶发达,有良好的匍匐茎性状,块茎主要营养成分含量较高。第 II 类群包含 3 个品种,分别为红宝石、紫云 1 号和 A2,该类群生育期较长,花色苷含量和块

茎主要营养成分含量中等。第 III 类仅包含 1 个品种,为桂彩薯 1 号,该品种结薯分散,匍匐茎长,单株结薯数少,花色苷含量最低,生育期最短。

3 讨论与结论

笔者对参试彩色马铃薯品种相关农艺性状进行相关性分析和聚类分析,发现不同品种在出苗期、生育期及成熟期等关键生育阶段存在差异,各农艺性状及品质性状间存在不同程度的相关性。出苗率与单株块茎质量呈显著正相关,与各重复小区产量呈极显著正相关;单株块茎质量与各重复小区产量、商品薯率均呈显著正相关。各重复小区产量与商品薯率呈极显著正相关;表明通过提高单株块茎质量、商品薯率等产量构成指标,可提升产量,



注:*表示在 0.05 水平显著相关;**表示在 0.01 水平极显著相关。
Note: * represents significant correlation at 0.05 level; ** represents extremely significant correlation at 0.01 level.

图 1 参试彩色马铃薯品种主要性状的相关性分析
Fig. 1 Correlation analysis of main traits of tested colored potato varieties

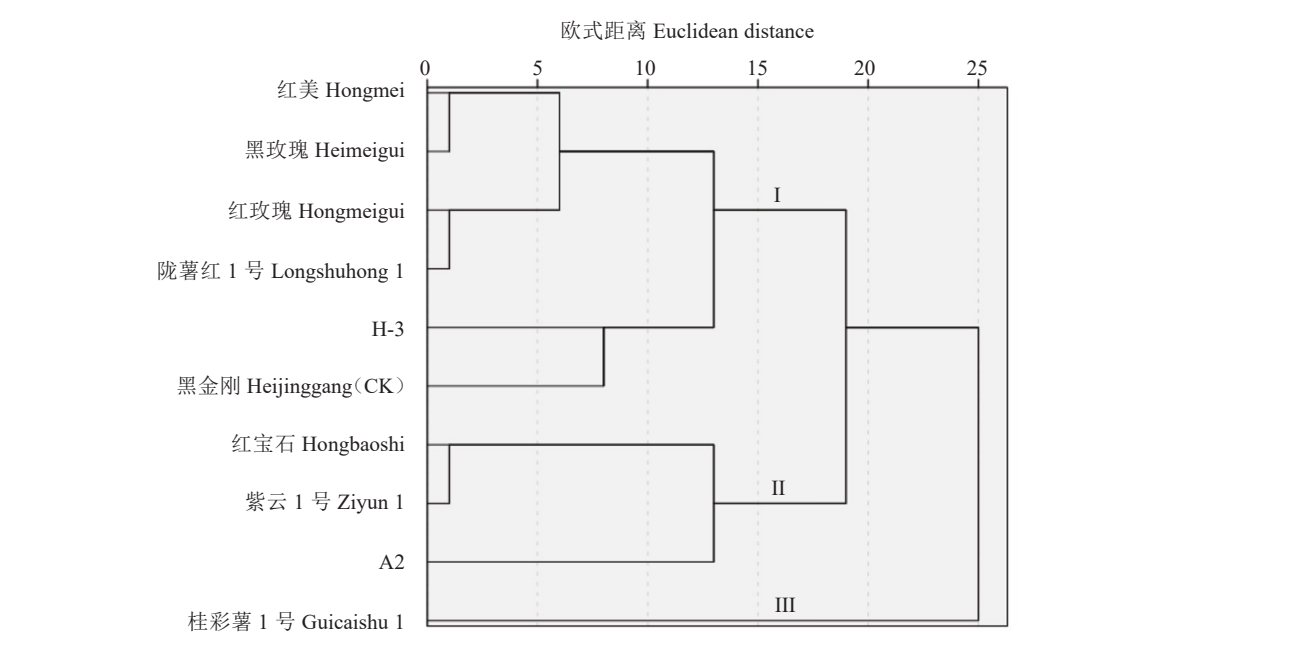


图 2 基于农艺性状的参试马铃薯品种聚类分析
Fig. 2 Cluster analysis of different potato varieties based on agronomic characters

这也与现实生产中的情况相一致;商品薯率与单株块茎质量呈显著正相关,与何虎翼等^[25]的研究结果一致,其研究也表明,通过提高单株块茎质量的方式,可提高商品薯率。淀粉含量与干物质含量呈极显著正相关,这与淀粉是干物质的主要组成成分相

一致,也与前人的研究结果一致^[26]。
马铃薯晚疫病是甘肃危害最大和重点防控的病害;产量的差异变化则受环境和地域的极大影响,这在黄越等^[27]的研究中也有类似结论,晚疫病田间发病越轻,植株长势越好,收获的薯块数量越

多。抗病性鉴定表明,除 H-3、陇薯红 1 号、A2 外,其他参试品种对早疫病、晚疫病、黑胫病均表现出不同程度的抗性。这些品种极大丰富了平凉地区彩色马铃薯种质资源。马铃薯产量性状受多种因素影响,与品种遗传特性^[28]、种植模式^[29]、栽培技术^[30]、种植地气候条件^[31]等密切相关,抗逆性状与产量间的相关关系,需增加供试材料并测定更多性状指标,开展多点多年试验进行验证。

综上所述,综合参试品种的农艺性状、品质指标与抗病性,红美综合表现最优,黑玫瑰次之,二者均为晚熟品种,适宜在平凉地区推广种植,但仍然需开展配套的高效栽培技术研究。本研究结果为进一步选育出优质、高产及抗病的彩色马铃薯品种奠定了一定的理论基础,对增加种植户经济效益及促进平凉地区彩色马铃薯产业发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 张晓萌,于肖夏,于卓,等.彩色马铃薯杂种 F₁ 无性株系花粉育性及染色体配对构型分析[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2013,34(5):31-34.
- [2] 林子君,张文伟.适宜复种的马铃薯品种筛选及农艺性状评价[J].种子科技,2026,44(2):5-7.
- [3] 周帅,黄永,刘辉,等.贵州 12 个主栽马铃薯品种产量与品质综合评价[J].农技服务,2026,43(1):9-14.
- [4] 温海霞,朱杰,方治国,等.10 个马铃薯新品种在襄阳市的综合评价与分析[J].中南农业科技,2025,46(11):12-16.
- [5] 席楠,杜桂霞,李光菊,等.陇南市 32 个早熟马铃薯新品种(系)引种试验[J].南方农业,2025,19(19):44-49.
- [6] 王强,张永臣,于春城,等.吉林地区马铃薯品种筛选及评价[J].吉林蔬菜,2025(3):65-67.
- [7] 张洋,辛佳佳,涂玉琴,等.马铃薯产量与主要农艺性状的通径分析[J].江西农业学报,2025,37(12):33-38.
- [8] 石少川,高亦珂,张秀海,等.植物花青素生物合成相关基因的研究及应用[J].植物研究,2011,31(5):633-640.
- [9] Rodriguez-Saona L E, Giusti M M, Wrolstad R E. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes[J]. Journal of Food Science, 1998, 63(3):458-465.
- [10] Rown C R, Wrolstad R, Durst R, et al. Breeding studies in potatoes containing high concentrations of anthocyanins[J]. American Journal of potato research, 2003, 80(4):241-249.
- [11] BROWN C R, Research G. Nutrient status of potato: Assessment of future trends[C]//Proceedings of the Washington State Potato Conference, 2004.
- [12] Lachman J, Hamouz K, Musilová J, et al. Effect of peeling and three cooking methods on the content of selected phytochemicals in potato tubers with various colour of flesh[J]. Food Chemistry, 2013, 138(2/3):1189-1197.
- [13] 石景,宋波涛,金开建,等.SSR 标记的彩色马铃薯遗传多样性分析及指纹图谱构建[J].农业生物技术学报,2012,20(4):362-371.
- [14] 原霁虹,韩黎明,尹彩云,等.马铃薯生产技术[M].武汉:武汉大学出版社,2015.
- [15] Burgos G, Munoa L P, Sosa P, et al. Procedures for chemical analysis of potato and sweetpotato samples at CIP's Quality and Nutrition Laboratory[R]. Lima: International Potato Center (CIP), 2014.
- [16] NY/T 3116—2017 富硒马铃薯[S].
- [17] NY/T 2186—2012 微生物农药毒理学试验准则[S].
- [18] GB/T 17980—2000 农药田间药效试验准则[S].
- [19] GB/T 8858—1988 水果、蔬菜产品中干物质和水分含量的测定方法[S].
- [20] GB/T 5009.5—2010 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
- [21] GB/T 5009.7—2016 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定[S].
- [22] GB/T 5009.9—2016 食品安全国家标准 食品中淀粉的测定[S].
- [23] Lee J M, Durst R W, Wrolstad R E, et al. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study[J]. Journal of AOAC International, 2005, 88(5):1269-1278.
- [24] 徐舒,李玲,张思梦,等.基于隶属函数分析的甘薯薯苗耐冷性基因型差异研究[J].中国农业科学,2019,52(17):2929-2938.
- [25] 何虎翼,谭冠宁,何新民,等.63 份马铃薯品种(系)资源农艺性状的主成分与聚类分析[J].江苏农业学报,2017,33(1):27-33.
- [26] 张忆洁,祁岩龙,宋鱼,等.不同马铃薯品种用于加工面条的适宜性[J].现代食品科技,2020,36(2):85-93.
- [27] 黄越,李帅兵,石瑛.马铃薯不同品种块茎矿质营养品质的差异[J].作物杂志,2017(4):33-37.
- [28] 邢丽斌.晋北地区抗旱、优质马铃薯品种筛选及适应性评价[D].山西晋中:山西农业大学,2022.
- [29] 万猛虎,满本菊,刘威帆,等.与豆类间作对马铃薯叶片碳氮代谢关键酶活性及作物产量的影响[J].中国生态农业学报(中英文),2024,32(12):2070-2080.
- [30] 蒋顺顺,温海霞,朱杰,等.腐植酸肥对化肥减施条件下马铃薯生长、产量及品质的影响[J].中国马铃薯,2024,38(4):331-338.
- [31] 汪扬媚,刘言,冯奎,等.川西高原不同马铃薯品种农艺性状与产量的关系研究[J].中国农学通报,2025,41(6):29-37.