

干旱半干旱区马铃薯品种综合评价

王雯, 焦智辉, 郭纪元
(通渭县种子服务站, 甘肃 通渭 743300)

摘要: 以新引进的 10 个马铃薯品种为试验材料, 采用高稳系数法、灰色关联系数法, 通过综合评价指数对产量、产量性状及生态适应性等指标进行综合评价, 以期为黄土高原丘陵沟壑区马铃薯的筛选推广提供理论依据。结果表明, 2021—2022 年, 青薯 9 号、陇薯 15 号、甘农薯 9 号和陇薯 10 号具有丰产稳产性, V7、丽薯 6 号、大西洋和陇薯 7 号产量较低。通过灰色关联系数法分析发现, 青薯 9 号、甘农薯 9 号 2 个品种生态适应性最强, 表现稳定。综合评价表明, 甘农薯 9 号、青薯 9 号、陇薯 15 号和陇薯 10 号产量及产量构成合理、生态适应性强、品质高, 是适宜当地推广的优质马铃薯品种。

关键词: 马铃薯; 高稳系数法; 灰色关联系数法; 综合评价指数

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2024)03-0231-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.03.008

Comprehensive Evaluation of Potato Varieties in Arid and Semi-arid Areas

WANG Wen, JIAO Zhihui, GUO Jiyuan
(Seed Management Station of Tongwei County, Tongwei Gansu 743300, China)

Abstract: In order to provide a theoretical basis for variety selection and new variety promotion of potatoes in the hilly and gully areas of the Loess Plateau, using 10 newly introduced potato varieties as experimental materials, a comprehensive evaluation index was used to analyze and evaluate yield, yield traits, and ecological adaptability indicators based on the high stability coefficient method and grey correlation coefficient method. Results showed that from 2021 to 2022, Qingshu 9, Longshu 15, Gannongshu 9, and Longshu 10 showed high and stable yield, while V7, Lishu 6, Atlantic, and Longshu 7 varieties had poor yield. Through the grey correlation coefficient method, it was found that Qingshu 9 and Gannongshu 9 had the strongest ecological adaptability and stable performance. Through comprehensive analysis of 10 newly introduced potato varieties, it was found that Gannongshu 9, Qingshu 9, Longshu 15 and Longshu 10 were potato varieties suitable for local promotion with reasonable yield and yield composition, strong ecological adaptability, and high quality.

Key words: Potato; High stability coefficient method; Grey correlation coefficient method; Comprehensive evaluation index

马铃薯(*Solanum tuberosum*)因其耐逆性强、适应性广、生长周期短、营养价值高和产业链长等优势广泛种植于全球温带地区, 是仅次于玉米、小麦和水稻的世界第四大作物。我国马铃薯栽培已有近 700 年历史, 已形成北方一作区、中原二作区、西南混作区和南方冬作区的特殊种植体系和区域布局。马铃薯是甘肃省主要经济作物之一, 甘肃省也是重要的马铃薯生产基地^[1-2], 产量与种植面积约占全国的 11%左右。甘肃省马铃薯类型日渐丰富, 品种已达 90 多个, 是甘肃马铃薯高质量发展有效前提^[3]。但有些地区存在马铃薯品种更新缓慢、产量低、品质差的问题^[4-5]。从长远来

看, 引进、筛选、种植、推广适宜当地生态类型以及气候条件的优良品种对提升马铃薯产量和经济效益具有深远意义^[6]。

甘肃省定西市位于黄土高原丘陵沟壑区, 被誉为“马铃薯之乡”, 马铃薯新品种更新换代是马铃薯产业高质量发展的有效途径^[7]。应用统计学分析, 采用科学、准确、有效、合理的评价方法是新品种筛选的关键, 而高稳系数法(HSC)采用单一指标就能准确反映出农作物品种丰产稳产性, 被广泛应用于小麦、荞麦、水稻、玉米等作物^[2-3]。随着数学方法的广泛应用, 更多的分析和评价方法应用于农业新品种筛选中。本研究在高稳系数

收稿日期: 2023-08-18; 修订日期: 2024-01-11

作者简介: 王雯(1977—), 女, 甘肃通渭人, 农艺师, 主要从事农技推广、新品种引进试验示范等工作。Email: 1084653259@qq.com。

分析法的基础上,结合灰色关联分析法,对引进的 10 个马铃薯品种产量及产量构成、表观性状、品质和生态适应性等进行综合评价,以期为黄土高原丘陵沟壑区马铃薯种植提质增效和品种筛选提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2021—2022 年在甘肃省通渭县吴家川试验基地(“35° 11' N, 105° 19' E”,海拔 1 750 m,属中温带半干旱气候)进行。作物一年一熟,为典型旱地雨养农业区,多年平均降水量为 390.7 mm,且主要集中于 7—9 月(占年降水量的 60%~65%)。

1.2 试验材料

供试马铃薯品种为陇薯 7 号、陇薯 10 号、华颂 7 号、青薯 9 号、大西洋、V7、冀张薯 12 号、丽薯 6 号、甘农薯 9 号和陇薯 15 号,均由定西市种子管理站提供。以陇薯 7 号为对照(CK)。

1.3 试验设计

试验随机区组排列,3 次重复,小区面积 48 m²(12 m×4 m)。每小区种植 4 行,行垄距 60 cm、株距 32 cm,试验周围 1 m 外种植保护带。采用黑色地膜覆盖高垄栽培。土壤解冻后深施腐熟农家肥 70 t/hm²、尿素 360 kg/hm²,播种前整地起垄。成株期每小区按对角线法 5 点取样,分别调查供试马铃薯品种晚疫病的发病情况。其他生产管理方式与当地农民生产习惯一致。

1.4 测定及计算方法

1.4.1 产量 收获时按小区实际产量测定。

1.4.2 淀粉含量 采用水比重法测定马铃薯淀粉的含量^[8]。将马铃薯块茎冲洗擦干后称重(A),浸入 17.5℃的水中再称重(B),计算薯块比重(保留 4 位小数),查美尔凯(Меркеп)表,得出淀粉含量。3 次重复,取平均值。

$$\text{薯块比重 } D = \frac{A}{A-B}$$

1.4.3 高稳系数法 马铃薯品种的丰产性、稳产性以变异系数(CV)、高稳系数(HCS)来度量。

$$CV_i = S_i / X_i \times 100\%$$

式中,*i*为第*i*个参试品种,*S*为参试品种的标准差,*X*为参试品种的平均产量。变异系数值越小,表明该品种在不同环境中变化小,静态稳定性好;

反之越大,其静态稳定性越差^[9]。

高稳系数(HSC)值采用周桂梅等^[10]提出的高稳系数法。

$$HSC_i = (X_i - S_i) / (1.10 \times X_{CK}) \times 100\%$$

式中,*i*为第*i*个参试品种,*X_i*为第*i*个参试品种的平均产量,*S_i*为第*i*个参试品种标准差,*X_{CK}*为对照品种的产量。高稳系数越大表示品种的高产稳产性越高,反之越低。

1.4.4 灰色关联系数法 生态适应性分析利用灰色关联度分析法进行。将 10 个参试马铃薯品种看作一个灰色系统,每个品种看作系统的一个因素。对照选用株高最低值、单株块茎数最高值、大中薯率最高值、单株块茎重最高值、产量最高值、变异系数最低值、高稳系数(HSC)最大值组成的理想品种^[11]。

1.4.5 综合评价方法 基于品种株高、单株块茎数、大中薯率、单株块茎重、变异系数、高稳系数和产量等相关指标建立的综合评价指数^[12],该指数的计算公式为:

$$Index = \sum_{i=1}^m \left(A_{ij} \times \frac{B_{ij}}{\sum_{i=1}^m B_{ij}} \right) \left(\begin{matrix} i=1, 2, 3 \\ j=1, 2, 3 \end{matrix} \right)$$

$$A_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_{max}} \left(\begin{matrix} i=1, 2, 3 \\ j=1, 2, 3 \end{matrix} \right) \text{ 或 } = \frac{A_{min}}{A_{ij}} \left(\begin{matrix} i=1, 2, 3 \\ j=1, 2, 3 \end{matrix} \right)$$

$$B_{ij} = \frac{1}{A_{ij}} \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (A_{ij} - A_{ij})^2} \left(\begin{matrix} i=1, 2, 3 \\ j=1, 2, 3 \end{matrix} \right)$$

式中,*Index*为不同品种的综合评价指数,该指数的数值越大说明该品种综合表现最好。*A_{ij}*表示第*i*行×第*j*列的数据标准化值(0<*A_{ij}*≤1),为品种类型*i*与评价指标*j*的实际值,*A_{max}*与*A_{min}*为每个评价指标的最大值与最小值。*B_{ij}*为标准化系数,*m*为品种类型*i*或评价指标*j*的最大数。

1.5 统计分析

数据采用 Microsoft Excel 2019 整理、汇总计算及图表绘制。

2 结果与分析

2.1 产量

产量是农作物品种的重要经济指标。利用高稳系数法对 10 个马铃薯品种产量进行分析(表 1)发现,2021—2022 年,平均折合产量排名前 4 位的马铃薯品种分别是青薯 9 号、陇薯 15 号、甘农薯 9

号、陇薯 10 号, 平均折合产量分别为 43 526、43 278、40 555、38 128 kg/hm²; 平均折合产量排后 4 位的分别是 V7、丽薯 6 号、大西洋、陇薯 7 号, 分别为 19 225、21 519、22 278、23 551 kg/hm²。变异系数排在前 4 位的分别是 V7、陇薯 7 号、大西洋、丽薯 6 号, 与产量成反比例关系; 高稳系数与产量成正比例关系, 说明青薯 9 号、

陇薯 15 号、甘农薯 9 号和陇薯 10 号 4 个品种在不同环境中变化小, 静态稳定性强。

2.2 生态适应性

采用灰色关联系数法对试验数据进行处理, 关联系数越大, 与理想品种关联度越大, 该品种的生态适应性较强。通过对 10 个马铃薯品种生态适应性关系系数分析(表2)发现, 2021—2022 年参

表 1 2021—2022 年参试马铃薯品种的产量

年份/年	品种	折合产量/(kg/hm ²)	位次	标准差	变异系数/%	位次	高稳系数/%	位次
2021	陇薯7号	24 113 g	7	477.0	1.98	4	89.1	7
	华颂7号	27 571 f	6	521.2	1.89	5	102.0	6
	大西洋	22 123 h	8	452.1	2.04	3	81.7	9
	青薯9号	44 955 a	1	462.0	1.03	10	167.7	1
	V7	18 906 j	10	567.0	3.00	1	69.1	10
	冀张薯12号	36 126 e	5	470.0	1.30	8	134.4	5
	丽薯6号	20 120 i	9	427.8	2.13	2	74.2	8
	甘农薯9号	40 053 c	3	486.9	1.22	9	156.5	3
	陇薯10号	37 390 d	4	599.0	1.60	6	138.7	4
	陇薯15号	43 943 b	2	603.0	1.37	7	163.4	2
2022	陇薯7号	22 988 f	7	631.8	2.75	2	88.4	8
	华颂7号	25 540 e	6	499.5	1.96	5	99.0	6
	大西洋	22 433 f	9	588.2	2.62	3	86.4	9
	青薯9号	42 097 a	2	529.3	1.26	9	164.4	2
	V7	19 543 g	10	773.1	3.96	1	74.2	10
	冀张薯12号	34 659 d	5	509.6	1.47	7	135.0	5
	丽薯6号	22 917 f	8	494.7	2.16	4	88.7	7
	甘农薯9号	41 056 b	3	583.8	1.42	8	160.1	3
	陇薯10号	38 865 c	4	595.9	1.53	6	151.3	4
	陇薯15号	42 612 a	1	488.4	1.15	10	166.6	1
平均	陇薯7号	23 551 f	7	554.4	2.36	2	88.8	7
	华颂7号	26 556 e	6	510.4	1.92	5	100.5	6
	大西洋	22 278 g	8	520.1	2.33	3	84.0	8
	青薯9号	43 526 a	1	495.6	1.14	10	166.1	1
	V7	19 225 h	10	670.1	3.48	1	71.7	10
	冀张薯12号	35 393 d	5	489.8	1.39	7	134.7	5
	丽薯6号	21 519 g	9	461.3	2.14	4	81.5	9
	甘农薯9号	40 555 b	3	535.3	1.32	9	158.3	3
	陇薯10号	38 128 c	4	597.5	1.57	6	145.0	4
	陇薯15号	43 278 a	2	545.7	1.26	8	165.0	2

表 2 2021—2022 年参试马铃薯品种与理想品种的关联度分析

品种	2021 年		2022 年		平均	
	关联系数	位次	关联系数	位次	关联系数	位次
陇薯7号	0.733 533	3	0.729 344	4	0.731 439	3
华颂7号	0.720 225	7	0.704 258	8	0.712 242	9
大西洋	0.678 151	10	0.679 941	10	0.679 046	10
青薯9号	0.794 650	2	0.844 879	1	0.819 764	1
V7	0.720 904	6	0.717 735	6	0.719 319	6
冀张薯12	0.733 053	4	0.722 961	5	0.728 007	5
丽薯6号	0.708 772	9	0.755 850	3	0.732 311	4
甘农薯9号	0.796 106	1	0.828 217	2	0.812 161	2
陇薯10号	0.717 037	8	0.716 616	7	0.716 827	7
陇薯15号	0.721 699	5	0.710 440	9	0.716 069	8

试品种关联系数存在变化,从2a平均来看,青薯9号、甘农薯9号2个品种生态适应性突出,位居第1、2位;陇薯7号、丽薯6号、冀张薯12号、V7、陇薯10号、陇薯15号和华颂7号在2a的种植中生态适应性存在变化,但关联系数在0.71~0.73范围内;大西洋的关联系数最小,生态适应性表现最弱,2a平均关联系数均低于0.7。

2.3 综合评价

对10个马铃薯品种的折合产量、单株结薯数、单薯重、商品薯率、单株薯重、抗晚疫病、淀粉含量、变异系数、高稳系数以及生态适应性关联系数等10个性状(表1、2、3)2021—2022年的表现进行综合评价结果见表4。结果表明,不同品种间综合评价结果具有较大差异,以甘农薯9

号、青薯9号、陇薯15号和陇薯10号较优,评价指数为118.88~129.53;V7、大西洋、丽薯6号为103.57~107.95,综合评价指数较低,其中以丽薯6号马铃薯品种最低。

表4 参试马铃薯品种的综合评价指数

品种	综合评价指数	位次
陇薯7号	110.54	6
华颂7号	110.17	7
大西洋	104.01	9
青薯9号	129.18	2
V7	107.95	8
冀张薯12	110.72	5
丽薯6号	103.57	10
甘农薯9号	129.53	1
陇薯10号	118.88	4
陇薯15号	122.82	3

表3 2021—2022年参试马铃薯品种的性状表现及抗病性

年份/年	品种	单株结薯数/个	单薯重/g	单株薯重/g	商品薯率/%	淀粉含量/%	抗晚疫病 ^①
2021	陇薯7号	6.1	67.1	443.4	76.8	12.4	3
	华颂7号	6.2	69.1	458.7	79.3	13.2	3
	大西洋	5.1	48.8	311.9	80.3	15.8	7
	青薯9号	9.1	102.36	922.7	82.4	17.9	3
	V7	4.3	54.1	295.3	48.1	14.5	3
	冀张薯12	6.6	78.8	560.1	75.1	12.3	3
	丽薯6号	5.1	62.2	360.8	70.1	11.2	5
	甘农薯9号	9.1	117.8	1 072.9	74.9	17.1	3
	陇薯10号	6.5	75.1	527.9	78.4	17.2	1
	陇薯15号	6.2	85.6	644.1	86.5	18.1	1
2022	陇薯7号	5.8	62.9	423.2	74.9	12.1	3
	华颂7号	6.1	74.7	422.1	75.8	14.1	3
	大西洋	4.9	54.8	291.3	79.6	14.3	7
	青薯9号	8.8	97.8	938.8	83.1	16.9	3
	V7	4.5	54.7	288.4	48.9	14.1	3
	冀张薯12	6.8	78.1	551.5	76.5	11.7	3
	丽薯6号	5.5	66.4	460.8	72.6	12.5	5
	甘农薯9号	9.4	116.9	1 060.3	76.5	16.7	3
	陇薯10号	6.6	76.2	584.3	72.5	17.3	1
	陇薯15号	6.7	82.4	624.4	84.1	18.6	1
平均	陇薯7号	6.0	65.0	433.3	75.9	12.3	3
	华颂7号	6.2	71.9	440.4	77.6	13.7	3
	大西洋	5.0	51.8	301.6	80.0	15.1	7
	青薯9号	9.0	100.1	930.8	82.8	17.4	3
	V7	4.4	54.4	291.9	48.5	14.3	3
	冀张薯12	6.7	78.5	555.8	75.8	12.0	3
	丽薯6号	5.3	64.3	410.8	71.4	11.9	5
	甘农薯9号	9.3	117.4	1 066.6	75.7	16.9	3
	陇薯10号	6.6	75.7	556.1	75.5	17.3	1
	陇薯15号	6.5	84.0	634.3	85.3	18.4	1

①晚疫病抗性等级分为5级,1级为高抗,3级为中抗,5级为抗病,7级为感病,9级为高感。

综合分析高稳系数、灰色关联系数法和综合评价指数,甘农薯9号、青薯9号、陇薯15号和陇薯10号产量及产量构成合理、生态适应性强、品质高,是适宜当地大面积推广的优质马铃薯品种。

3 讨论与结论

作物产量受种植模式、栽培措施、品种类型等因素的影响,优质的品种搭配高效的农艺措施才能发挥其品种特性^[13],提质增效,这就说明筛选适宜当地的优质品种具有现实意义。传统的马铃薯品种评价多采用单个性状逐一进行对比,并不能将多个性状综合起来作出评价^[14],采用数学方法能进一步校正结果存在偏差的问题,避免了传统品种筛选的人为误差,进而达到品种筛选合理化、准确化^[15]。本研究在高稳系数法的基础上进行综合评价,能准确综合反映出品种的适应性,直观的综合的了解品种产量和生物学特征,也给新品种选育和评价提供较为科学、合理的参考。本研究发现,产量与高稳系数成正比,这与前人研究一致^[10]。

黄土高原丘陵沟壑区是典型的雨养农业区,由于土壤肥力差及降水量低等多种原因,对马铃薯生产造成一定影响^[16]。针对年降水量与土壤肥力等多种不可控因素,通过统计分析,引进、筛选及评价适宜该区种植的品种显得尤为重要^[17],本研究表明,甘农薯9号、青薯9号、陇薯15号和陇薯10号在综合评价的10项指标中均位于前列,具有高的综合评价指数;V7和丽薯6号折合产量位于第9、10位,而综合评价位于第8、10位;V7综合评价高于大西洋(产量位于第9位),主要是因为V7较大西洋具有较高的生态适应性关联系数。

基于10个品种2a试验数据分析,甘农薯9号、青薯9号、陇薯15号和陇薯10号等4个品种产量高、静态稳定性强、品质以及生态适应性优异,综合评价与田间实际表现基本一致,是适宜于黄土高原丘陵沟壑区大面积推广种植的马铃薯新品种。冀张薯12号、陇薯7号和华颂7号综合评价居中,建议继续观察。V7、大西洋、丽薯6号丰产稳产性弱、品质低、生态适应性及综合评价较差,不建议在本地区推广种植。

参考文献:

[1] 孙莉莉,陈海生. 甘肃省马铃薯产业高质量发展研究

- [J]. 中国马铃薯, 2022, 36(6): 565-572.
- [2] 高莹莹,李建武. 靖远县马铃薯产业现状与高质量发展对策[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 589-593.
- [3] 李掌,张开乾,马忠明,等. 甘肃打造马铃薯种业强省对策与建议[J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(6): 5-13.
- [4] 赵记军,吴正强,董博. 甘肃马铃薯产业现状与发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(4): 77-82.
- [5] 徐澜,秦秀娟,安伟,等. 基于主成分分析的南引小麦品种综合评价[J]. 甘肃农业大学学报, 2022, 57(3): 32-41.
- [6] 赵婧,柴守玺,李星. 甘肃马铃薯专家系统及其推广应用探讨[J]. 甘肃农业科技, 2019(6): 77-81.
- [7] 魏进堂,李旭华,邹金秋. 甘肃定西马铃薯及其脱毒种薯产业发展现状、存在问题与思路建议[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(6): 16-21.
- [8] 田丰,李渝珍,马占兰. 马铃薯淀粉含量测定方法的比较研究[J]. 青海农林科技, 1997(1): 52-54.
- [9] 张海燕,夏国军,杨春慧,等. 利用高稳系数法分析六个小麦新品系的高产稳产性[J]. 农业科技通讯, 2019(10): 81-84.
- [10] 周桂梅,刘振兴,陈健,等. 利用高稳系数法分析国家区域试验小豆品种的高产稳产性[J]. 河北农业科学, 2012, 16(2): 20-21.
- [11] 丁明亮,赵红,浦秋红,等. 应用灰色关联度分析法对远缘杂交选育的小麦新品系评价[J]. 西南农业学报, 2018, 31(2): 217-222.
- [12] 苟志文,殷文,柴强,等. 干旱灌区小麦间作玉米麦后复种绿肥的可持续性分析[J]. 中国农业科学, 2022, 55(7): 1319-1331.
- [13] 李丽,周晓洁,袁剑龙,等. 马铃薯植株株型构成要素解析[J]. 核农学报, 2023, 37(9): 1764-1775.
- [14] 齐海英,白小东,杨春,等. 马铃薯品种(系)经济性状与营养品质综合评价[J]. 山西农业科学, 2021, 49(7): 855-859.
- [15] 杨华,姜海燕,赵空暖,等. 似然函数形式对水稻物候期模型品种参数校正的影响[J]. 农业工程学报, 2023, 39(16): 111-120.
- [16] 张蓉,晓文,路平,等. 不同覆盖模式对旱地马铃薯土壤水热变化和产量的影响[J]. 作物杂志, 2023(5): 145-150.
- [17] 谢奎忠,陆立银,胡新元,等. 黑膜全膜双垄栽培陇薯10号原种产量与氮磷施用量及密度的关系研究[J]. 甘肃农业科技, 2015(7): 44-47.