

12 种马铃薯营养品质测定及综合评价

Determination and comprehensive evaluation of nutritional quality of 12 kinds of potatoes

邵国莉^{1,2}谭占明^{1,2}程云霞^{1,2}李文博^{1,2}孙婉婷^{1,2}SHAO Guoli^{1,2}TAN Zhanming^{1,2}CHENG Yunxia^{1,2}LI Wenbo^{1,2}SUN Wanting^{1,2}

(1. 塔里木大学园艺与林学院, 新疆 阿拉尔 843300;

2. 塔里木大学南疆设施农业兵团重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

(1. College of Horticulture and Forestry Sciences, Arar, Xinjiang 843300, China; 2. Tarim University Xinjiang Production & Construction Corps Key Laboratory of Facility Agriculture, Arar, Xinjiang 843300, China)

摘要:目的: 筛选适宜南疆地区栽培的马铃薯品种。方法: 以引进的 12 种马铃薯为供试材料, 结合因子分析和聚类分析对 12 种马铃薯的营养品质进行综合评价。结果: S1 蛋白质含量最高, S5 可溶性糖含量和维生素 C 含量均最高, S12 硝酸盐含量最低, S10 还原糖含量与淀粉含量均最高。不同马铃薯品种营养品质指标存在很大差异, 可溶性糖含量、维生素 C 含量、硝酸盐含量变异系数分别为 47.13%, 37.03%, 33.38%。通过因子分析提取蛋白质含量因子、维生素 C 含量因子为 2 个主要因子, 进一步采用系统聚类分析对马铃薯品质进行分类, 分为 3 个类群。结论: S1、S5、S7、S10 和 S11 5 个品种适宜在南疆地区推广。

关键词: 南疆地区; 马铃薯; 营养品质; 综合评价

Abstract: Objective: This study aimed to screen potato varieties suitable for cultivation in southern Xinjiang. **Methods:** By combining factor analysis and cluster analysis, a comprehensive evaluation of the nutritional quality of 12 kinds of introduced potato species was conducted using them as test materials. **Results:** S1 contained the most protein, and S5 included the most soluble sugar content and vitamin C; S12 contained the least nitrate, and S10 contained the most reduced sugar and starch. Nutritional quality indicators differ significantly among potato varieties. The coefficients of variation of soluble sugar content, vitamin C content, and nitrate content were 47.13%, 37.03% and 33.38%, respectively. The two primary components

identified by factor analysis were the protein content and vitamin C content, and the potato quality was further divided into 3 clusters using systematic cluster analysis. **Conclusion:** The five varieties S1, S5, S7, S10 and S11 are suitable for promotion in the southern Xinjiang region.

Keywords: Southern Xinjiang region; potato; nutritional quality; comprehensive evaluation

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)又称土豆、洋芋等, 是中国四大主粮之一^[1], 富含淀粉、还原糖、蛋白质、维生素等营养物质^[2]。

新疆具有特殊的地理环境条件, 年日照时间长, 昼夜温差大, 降水量小, 南北疆种植环境差异大^[3]。此外, 新疆马铃薯品种存在退化严重, 易感病、抗病性差、品质不佳以及品种类型单一等问题^[4], 不能满足新疆马铃薯产业发展的需要。需引进一些优质马铃薯资源, 通过评价、鉴定、驯化等手段提高马铃薯产量, 改善其品质。

马铃薯种质资源的引进和品种选育及评价是一项基础性工作, 通过单一指标分析无法准确对马铃薯综合性状进行合理评价, 而综合评价能对品种进行全面客观的评价^[5]。岳新丽等^[6]通过引进 6 个新品种, 筛选出适宜新疆奇台县栽培的优良马铃薯新品种。何文等^[7]通过进行系统比较分析、应用主成分和系统聚类综合评价方法对马铃薯种质进行综合评价, 系统聚类将 22 份马铃薯种质分为三类。邹淑萍等^[8]通过对新疆主栽 7 个马铃薯品种进行品质测定与聚类分析, 筛选出适宜鲜食、加工及鲜食加工兼用的马铃薯品种。

由于受气候、土壤及光照等条件的影响, 种植在不同地区的同一品种马铃薯品质存在较大差异, 目前已有关于不同品种马铃薯营养品质分析与评价的相关报道, 但

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 42061046); 新疆生产建设兵团科技创新人才计划资助项目(编号: 2020CB040)

作者简介: 邵国莉, 女, 塔里木大学在读硕士研究生。

通信作者: 谭占明(1991—), 男, 塔里木大学副教授, 硕士。

E-mail: tmdxtzm@taru.edu.cn

收稿日期: 2023-02-14 **改回日期:** 2023-07-03

针对南疆地区生产的马铃薯品种进行品质评价的文章甚少。研究拟通过引进优质高产的 12 种马铃薯进行栽培,结合变异系数、因子分析和聚类分析探究性状间的变异程度以及营养品质差异,旨在筛选适宜南疆地区种植的马铃薯品种,从而丰富南疆地区马铃薯种质资源。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:12 种马铃薯(S1~S12),华中农业大学。

1.2 试验地点

试验于 2022 年 3—9 月在塔里木大学园艺与林学院园艺试验站进行。试验地土壤为沙壤土,肥力中等、土层结构疏松、土地平坦、地块向阳。

1.3 试验设计

采用随机区组设计,每个品种 3 次重复,每个重复代表一个小区。行株距为 60 cm×15 cm,每个小区种植 10 株。定期进行田间管理及病虫害的防治。采收后,每个马铃薯品种随机选取 15 株,进行品质指标测定。

1.4 测定指标与方法

(1) 蛋白质含量:采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^{[9]142-143}。

(2) 淀粉含量和可溶性糖含量:采用蒽酮比色法^{[9]146-147}。

(3) 维生素 C 含量:采用钼蓝比色法^{[9]203-204}。

(4) 还原糖含量:采用 3,5-二硝基水杨酸法^[10]。

(5) 硝酸盐含量:采用紫外分光光度法^[11]。

1.5 数据处理

利用 Microsoft Excle 2010 对数据进行初步整理,用

GraphPad Prism 8.0.2 进行绘图,采用 SPSS 26.0 统计学软件对数据进行变异系数以及因子分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 营养品质评价

由表 1 可知,不同马铃薯品种的营养品质存在显著差异。其中,S1 蛋白质含量较高,为 404.57 μg/g,与 S5、S7 无显著差异,与其余品种差异显著;S1、S5 可溶性糖含量较高,分别为 60.68,66.81 mg/g,与其余品种间存在显著差异;S5、S12 的维生素 C 含量较高,分别为 23.44,22.87 mg/g,与其余品种间存在显著差异;S7 硝酸盐含量较高,与 S2、S3、S4、S5、S8、S12 存在显著差异,其余品种间差异不显著;除 S9 与 S12 外,各品种的还原糖含量差异不显著,S10 还原糖含量较高,为 0.28%;各品种之间淀粉含量无显著差异。

2.2 营养品质性状变异系数分析

由表 2 可知,12 种马铃薯营养品质性状变异系数由大到小依次为可溶性糖含量>维生素 C 含量>硝酸盐含量>蛋白质含量>淀粉含量>还原糖含量。其中,可溶性糖含量、维生素 C 含量与硝酸盐含量变异幅度较大,但硝酸盐含量未超出国家质量总局规定根茎类≤1 200 mg/kg^[12],变异系数分别为 47.13%,37.03%,33.38%,而蛋白质含量、还原糖含量与淀粉含量变异系数较小,均小于 25%。说明各性状的变异系数之间差异较大,可能与参试马铃薯品种自身的遗传特性或外界环境条件有关。可利用可溶性糖、维生素 C、硝酸盐含量在品种间的较大差异,通过驯化等相关技术措施提高马铃薯的综合营养品质,从而筛选表现较优的种质。

表 1 12 种马铃薯营养品质[†]
Table 1 Nutritional qualities of the 12 potato varieties

处理	蛋白质含量/ (μg·g ⁻¹)	可溶性糖含量/ (mg·g ⁻¹)	维生素 C 含量/ (mg·g ⁻¹)	硝酸盐含量/ (mg·kg ⁻¹)	还原糖含量/ %	淀粉含量/ %
S1	404.57±16.67 ^a	60.68±0.77 ^a	17.13±1.08 ^{bc}	0.97±0.20 ^{ab}	0.21±0.04 ^{ab}	4.85±0.11
S2	366.93±20.07 ^b	23.59±3.43 ^{cde}	8.54±1.09 ^{efg}	0.58±0.13 ^{cd}	0.19±0.04 ^{ab}	4.86±1.55
S3	267.98±12.08 ^d	28.16±6.41 ^{bcd}	8.34±2.19 ^{fg}	0.44±0.05 ^d	0.20±0.04 ^{ab}	3.58±0.49
S4	266.84±9.49 ^d	29.04±1.47 ^{bc}	7.69±1.01 ^g	0.41±0.13 ^d	0.22±0.04 ^{ab}	3.43±1.42
S5	402.85±2.71 ^a	66.81±0.73 ^a	23.44±2.49 ^a	0.73±0.21 ^{bc}	0.20±0.04 ^{ab}	3.68±0.67
S6	299.12±26.71 ^c	20.43±1.29 ^{de}	14.90±1.02 ^{cdef}	0.76±0.13 ^{abc}	0.21±0.04 ^{ab}	3.50±0.89
S7	397.88±20.28 ^a	24.75±4.86 ^{cde}	15.25±3.36 ^{cde}	1.01±0.10 ^a	0.24±0.05 ^{ab}	4.82±1.31
S8	312.49±25.89 ^c	28.36±4.96 ^{bcd}	12.86±2.56 ^{cdefg}	0.45±0.10 ^d	0.20±0.06 ^{ab}	4.72±0.76
S9	351.84±2.94 ^b	25.27±0.74 ^{cde}	14.46±1.13 ^{cdef}	0.76±0.02 ^{abc}	0.19±0.05 ^b	4.19±0.16
S10	350.89±3.49 ^b	27.58±4.58 ^{bcd}	15.76±2.61 ^{cd}	0.77±0.23 ^{abc}	0.28±0.06 ^a	5.16±1.56
S11	348.41±7.26 ^b	33.83±8.30 ^b	9.54±1.03 ^{defg}	0.97±0.09 ^{ab}	0.22±0.05 ^{ab}	4.48±0.26
S12	215.64±10.19 ^e	19.42±3.77 ^e	22.87±10.44 ^{ab}	0.38±0.09 ^d	0.18±0.04 ^b	4.06±0.36

[†] 同列字母不同表示差异显著(P<0.05)。

表 2 12 种马铃薯营养品质的描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of the nutritional quality of the 12 potato varieties

品质指标	单位	平均值	最小值	最大值	标准差	变异系数/%
蛋白质含量	μg/g	332.12	215.64	404.57	60.46	18.20
可溶性糖含量	mg/g	32.33	19.42	66.81	15.24	47.13
维生素 C 含量	mg/g	14.23	7.69	23.44	5.27	37.03
硝酸盐含量	mg/kg	0.69	0.38	1.01	0.23	33.38
还原糖含量	%	0.17	0.14	0.21	0.02	11.42
淀粉含量	%	4.28	3.43	5.16	0.62	14.45

2.3 营养品质的综合评价

2.3.1 因子分析 单一指标无法判定果实品质的优劣，需进一步对蔬菜营养品质进行客观合理的综合分析评价^[13]。试验所选取马铃薯品种的蛋白质含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量、硝酸盐含量、还原糖含量、淀粉含量进行因子分析。

由图 1 可知，前 2 个因子趋势较陡，而第 3 个因子开始变平缓，因此前 2 个因子可作为主要因子。由表 3 可知，前 2 个因子特征值大于 1，且方差贡献率分别为 41.644%，28.191%，累计方差贡献率达到 69.855%，因此，可选取前 2 个因子作为马铃薯品种营养品质的综合评价指标。

根据马铃薯营养品质的因子分析结果(表 4)，建立 2 个主成分因子的构成得分模型表达式：

$$F_1 = 0.581X_1 + 0.351X_2 + 0.157X_3 + 0.554X_4 + 0.398X_5,$$
 (1)

$$F_2 = 0.058X_1 + 0.524X_2 + 0.564X_3 - 0.058X_4 - 0.352X_5.$$
 (2)

由表 4 可知，第一因子为蛋白质含量(0.919)，第二因子为维生素 C 含量(0.733)。根据上述 2 个主因子进行综合分析，建立马铃薯品种综合评价数学模型： $D = (41.664 \times F_1 + 28.191 \times F_2) / 69.855$ ，计算各品种的综合得分及排名(见表 5)。结果表明，12 个马铃薯品种中因

表 3 主因子的特征值、贡献率和累积贡献率

Table 3 Eigenvalues, contribution and cumulative contribution of the main factors

主因子	提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	2.777	46.279	46.279	2.500	41.664	41.664
2	1.415	23.576	69.855	1.691	28.191	69.855

表 4 因子载荷矩阵

Table 4 Factor load matrix

相关指标	F_1	F_2
蛋白质含量(X_1)	0.919	0.076
可溶性糖含量(X_2)	0.555	0.682
维生素 C 含量(X_3)	0.249	0.733
硝酸盐含量(X_4)	0.876	-0.075
还原糖含量(X_5)	0.629	-0.458

表 5 12 种马铃薯因子分析的综合得分与排名

Table 5 Comprehensive scores and rankings of the 12 potato varieties

编号	F_1	F_2	D 值	排名
S1	1.489	1.802	1.616	1
S2	0.406	-1.026	-0.172	7
S3	-1.437	-1.003	-1.262	11
S4	-1.328	-1.137	-1.251	10
S5	-0.634	3.278	0.945	4
S6	-0.882	-0.199	-0.607	9
S7	2.324	-0.269	1.278	2
S8	-0.595	-0.528	-0.568	8
S9	-0.188	0.059	-0.089	6
S10	2.318	-0.783	1.067	3
S11	1.246	-0.430	0.569	5
S12	-2.718	0.237	-1.526	12

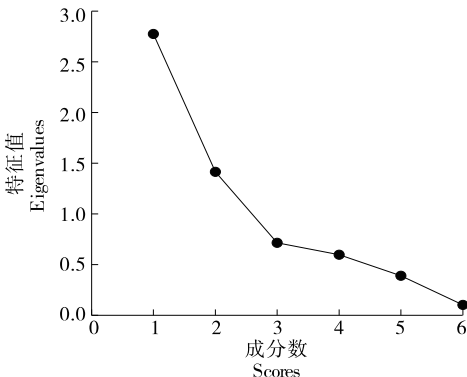


图 1 马铃薯品种营养品质因子分析碎石图

Figure 1 Nutrition quality factor analysis of potato varieties

子 1 得分最高的是 S7,说明其可溶性蛋白质含量较高;因子 2 得分最高为 S5,说明其维生素 C 含量较高。12 个马铃薯品种的综合排名依次为 S1>S7>S10>S5>S11>S9>S2>S8>S6>S4>S3>S12。可见,在相同种植管理水平下,不同马铃薯品种其品质指标具有明显差异,其中 S1 各项营养品质综合评价较好,为 1.616。

2.3.2 系统聚类分析 选用因子分析中筛选出对马铃薯营养品质影响较大的 2 个指标,采用欧氏距离类平均法对 12 种马铃薯进行系统聚类分析。聚类分析结果(图 2、表 6)表明,当欧氏距离为 11 时,可将 12 种马铃薯分为 3 个类群。第 I 类群为综合品质较优的品种,包括 S11、S1、S10、S7、S5 5 个品种,主要表现为蛋白质含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量、硝酸盐含量、还原糖含量以及淀粉含量最高的特点;第 II 类群为综合品质居中的品种,包括 S9、S2、S8 和 S6 4 个品种,主要表现为蛋白质含量、硝酸盐含量以及淀粉含量适中,而可溶性糖含量、维生素 C

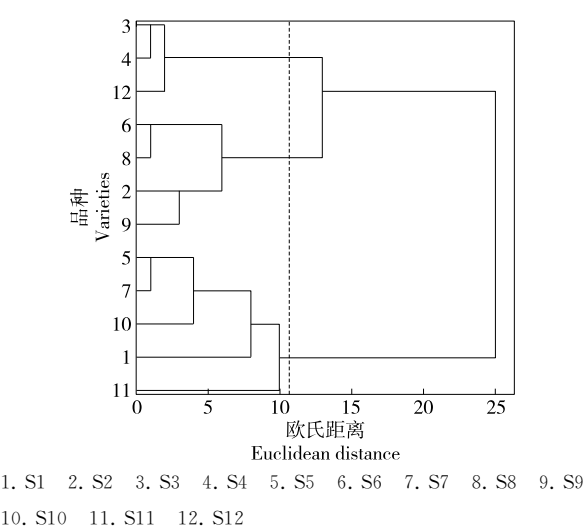


图 2 聚类分析图

Figure 2 The cluster analysis diagram

表 6 各类群的性状平均值

Table 6 Mean values of traits for each taxon

编号	蛋白质含量/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	可溶性糖含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	维生素 C 含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	硝酸盐含量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	还原糖含量/ %	淀粉含量/ %
第 I 类群	380.92	42.73	16.22	0.89	0.18	4.60
第 II 类群	332.60	24.41	12.69	0.64	0.15	4.32
第 III 类群	250.16	25.54	12.97	0.41	0.16	3.69

含量与还原糖含量最低的特点;第 III 类为综合品质较差的品种,包括 S12、S4 和 S3 3 个品种,主要表现为可溶性糖含量、维生素 C 含量与还原糖含量较高,而蛋白质含量、硝酸盐含量以及淀粉含量较低的特点。

3 结论

研究通过引进 12 种马铃薯进行因子分析和聚类分析,6 个营养品质指标的变异系数为 11.42%~47.13%,其中可溶性糖含量变异系数最大,还原糖含量变异系数最小;通过因子分析将 6 个营养指标浓缩为蛋白质含量因子、维生素 C 含量因子,且累计贡献率达 69.86%;结合聚类分析将 12 种马铃薯归为 3 个类群,第 I 类相比其他品种品质较优,分别为 S1、S5、S7、S10 和 S11,适宜南疆地区的优良马铃薯品种并推广应用。但试验未能将不同马铃薯品种的感官品质和炸片品质相结合,后续将进一步系统深入研究。

参考文献

[1] 张帆,李源,陈梦茹,等. 20 个马铃薯品种品质比较与综合评价[J]. 河南农业科学, 2022, 51(8): 28-36.
ZHANG F, LI Y, CHEN M R, et al. Comparison and comprehensive evaluation of quality of 20 potato varieties[J]. Journal of Henan

Agricultural Sciences, 2022, 51(8): 28-36.
[2] 张心如,王志贤,贺志强. 马铃薯品种比较试验[J]. 新疆农垦科技, 2022, 45(2): 6-9.
ZHANG X R, WANG Z X, HE Z Q. Comparative trials of potato varieties[J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 2022, 45(2): 6-9.
[3] 刘春红,苏伟健,佟淑灵. 新疆马铃薯种植生产情况简要分析[J]. 种子科技, 2018, 36(6): 20.
LIU C H, SU W J, TONG S L. A brief analysis of potato planting and production in Xinjiang[J]. Seed Science & Technology, 2018, 36(6): 20.
[4] 张旭. 新疆马铃薯产业化现状和发展前景[J]. 新疆农机化, 2007(4): 45-46.
ZHANG X. Current situation and development prospect of potato industrialization in Xinjiang [J]. Xinjiang Agricultural Mechanization, 2007(4): 45-46.
[5] 王美珍,季蒙,张文军,等. DTOPSIS 法在柠条品系综合评价中的应用[J]. 内蒙古林业科技, 2012, 38(4): 19-22.
WANG M Z, JI M, ZHANG W J, et al. Application of DTOPSIS method in comprehensive evaluation of lemon strains[J]. Journal of Inner Mongolia Forestry Science and Technology, 2012, 38(4): 19-22.

(下转第 174)

- SOD, and ORAC assays [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(5): 1 768-1 774.
- [19] GUO C Y, ZHANG N, LIU C Q, et al. Qualities and antioxidant activities of lotus leaf affected by different drying methods[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2020, 42(2): 1-8.
- [20] SIDDHURAJU P, MOBAN P S, BECKER K. Studies on the antioxidant activity of Indian Laburnum (*Cassia fistula* L.): A preliminary assessment of crude extracts from stem bark, leaves, flowers and fruit pulp[J]. Food Chemistry, 2002, 79(1): 61-67.
- [21] 张铭铭, 江用文, 滑金杰, 等. 干燥方式对绿茶栗香的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(15): 115-123.
- ZHANG M M, WANG G H, SUN F X, et al. Effect of drying methods on chestnut-like aroma of green tea [J]. Food Science, 2020, 41(15): 115-123.
- [22] 彭钰航, 王广红, 孙飞雪, 等. 胡萝卜热泵干燥工艺优化[J]. 食品与机械, 2022, 38(1): 211-216.
- PENG Y H, WANG G H, SUN F X, et al. Optimization of carrot heat pump drying process by response surface methodology [J]. Food & Machinery, 2022, 38(1): 211-216.
- [23] NAHIMANA H, ZHANG M. Shrinkage and color change during microwave vacuum drying of carrot[J]. Drying Technology, 2011, 29(7): 836-847.
- [24] CHOONG C O, CHUA B L, FIGIEL A, et al. Hybrid drying of *Murraya koenigii* leaves: Energy consumption, antioxidant capacity, profiling of volatile compounds and quality studies [J]. Processes, 2020, 8(2): 240.
- [25] 李来好. 海藻膳食纤维的提取、毒理和功能特性的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2005: 151.
- LI L H. Study on extraction, toxicology and functional properties of dietary fibers from seaweeds[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2005: 151.
- [26] 闫巧珍. 马铃薯全粉理化性质和消化特性的研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2017, 73.
- YAN Q Z. Study on physicochemical properties and digestibility of potato granules [D]. Xianyang: Northwest A & F University, 2017, 73.
- [27] 忻晓庭, 刘大群, 郑美瑜, 等. 热风干燥温度对冰菜干燥动力学、多酚含量及抗氧化活性的影响[J]. 中国食品学报, 2020, 20(11): 148-156.
- XIN X T, LIU D Q, ZHENG M Y, et al. Effect of hot air drying temperature on drying kinetics, polyphenol content and antioxidant activity of ice plant [J]. Journal of Chinese institute of Food Science and Technology, 2020, 20(11): 148-156.
- [28] 尚红梅, 郭玮, 潘丹, 等. 干燥方式对菊苣根多酚含量和抗氧化活性的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 84-88.
- SHANG H M, GUO W, PAN D, et al. Effect of drying method on polyphenol content and antioxidant activity of chicory root [J]. Food Science, 2015, 36(1): 84-88.
- [29] ANTONIO V G, KONG A H, MARCELO C, et al. Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. *Granny Smith*) slices[J]. Food Chemistry, 2011, 132(1): 51-59.
- [30] IASNAIA M C T, MAURÍCIO B M C, MARIA M, et al. BRS Violeta (BRS Rúbea × IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity [J]. Food Chemistry, 2019, 298: 124971.
-
- (上接第 149 页)
- [6] 岳新丽, 王春珍, 梁秀芝, 等. 新疆奇台县马铃薯新品种引进及筛选[J]. 山西农业科学, 2019, 47(1): 53-55, 60.
- YUE X L, WANG C Z, LIANG X Z, et al. Introduction and screening of new potato varieties in Qitai County of Xinjiang [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2019, 47(1): 53-55, 60.
- [7] 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.
- HE W, ZHANG X F, GUO S Y, et al. Comprehensive evaluation of 22 potato germplasms based on principal component analysis and cluster analysis[J]. Seed, 2021, 40(3): 80-86.
- [8] 邹淑萍, 赵婷, 邵晓亮, 等. 新疆主栽品种马铃薯品质及其聚类分析[J]. 食品工业科技, 2017, 38(11): 295-298.
- ZOU S P, ZHAO T, TAI X L, et al. Quality and cluster analysis of potato varieties mainly grown in Xinjiang [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(11): 295-298.
- [9] 高俊凤. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- GAO J F. Plant physiology laboratory instruction [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [10] 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(19): 4 821-4 823.
- CUI H M, SHI G L, AN J H. Comparison study on the testing method of the content of reduced sugar in potato [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006(19): 4 821-4 823.
- [11] 张治安, 陈展宇. 植物生理学 [M]. 长春: 吉林大学出版社, 2009: 51-54.
- ZHANG Z A, CHEN Z Y. Plant physiology [M]. Changchun: Jilin University Press, 2009: 51-54.
- [12] 魏珂萍, 刘宗云, 刘敏, 等. 用 2 种紫外分光光度法测定新鲜蔬菜硝酸盐的比较[J]. 安徽农业科学, 2006(4): 619, 638.
- WEI K P, LIU Z Y, LIU M, et al. Comparison of two UV spectrophotometric methods for the determination of nitrate in fresh vegetables [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006(4): 619, 638.
- [13] 桂敏, 龙洪进, 钟秋月, 等. 引进辣椒种质资源果实性状的多元统计分析[J]. 西南农业学报, 2014, 27(2): 772-776.
- GUI M, LONG H J, ZHONG Q Y, et al. Multivariate statistical analysis of fruit characters of hot pepper germplasm resources [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2014, 27(2): 772-776.