

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)01-0001-11

遗传育种

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.01.001

浅埋滴灌模式下马铃薯品种比较试验

薛鑫海¹, 陈煜林¹, 李慧成², 冯紫荟¹, 林团荣³, 丘智晃¹, 邓兰生^{1*}

(1. 华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642; 2. 内蒙古乌兰察布市农业技术推广站, 内蒙古 乌兰察布 012000;

3. 内蒙古乌兰察布市农林科学研究所, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘要: 绝大部分马铃薯品种比较试验以黄皮马铃薯品种为主, 缺少与彩色马铃薯品种的对比研究, 而且在重底肥轻追肥的条件下进行, 并不能很好地表现出不同马铃薯品种的生长特性和产量上限。为了解决这些问题, 试验在浅埋滴灌模式下, 根据马铃薯薯皮的颜色, 将6个参试马铃薯品种分为2组, 分别以乌兰察布市重点推广黄皮品种‘希森6号’(CK_Y)和红皮品种‘后旗红’(CK_R)作为对照, 调查不同品种的物候期、块茎性状、农艺性状、产量性状及养分积累与运移。在黄皮品种中, ‘希森6号’(CK_Y)的产量最高, ‘M13’次之, 但‘M13’的商品薯率最高且块茎性状的综合表现良好。因此, 建议‘M13’在四子王旗继续试验示范。而对于红皮品种来说, ‘雪川红’和‘川引2号’产量均显著高于‘后旗红’(CK_R), ‘雪川红’的商品薯率最高, ‘川引2号’次之, 分别为88.17%和85.74%, 其中‘雪川红’的块茎性状综合表现良好。因此, 建议‘雪川红’在四子王旗继续试验示范。

关键词: 马铃薯; 品种; 产量; 养分积累; 比较试验

Comparative Test of Potato Varieties Under the Mode of Shallow Burial Drip Irrigation

XUE Xinhai¹, CHEN Yulin¹, LI Huicheng², FENG Zihui¹, LIN Tuanrong³, QIU Zhihuang¹, DENG Lansheng^{1*}

(1. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;

2. Ulanqab Agricultural Technology Extension Station, Ulanqab, Inner Mongolia 012000, China;

3. Ulanqab Academy of Agriculture and Animal Husbandry, Ulanqab, Inner Mongolia 012000, China)

Abstract: Most of variety comparison tests are focused on yellow-skinned potato varieties and lack color potato varieties. Moreover, the growth characteristics and yield potential are limited under the conditions of heavy base fertilizer and light additional fertilizer applications. In order to solve above problems, the present study divided six tested potato varieties into two groups based on the color of potato skins and used key popular varieties in Ulanqab City, yellow-skinned variety 'Xisen 6' (CK_Y) and red-skinned variety 'Houqihong' (CK_R) as controls to investigate the phenophase, tuber traits, agronomic traits, yield traits, and nutrient accumulation and transport of different potato varieties under the

收稿日期: 2022-01-31

基金项目: 中央引导地方科技发展资金项目(1282240216232361984); 东莞市引进创新创业领军人才计划项目(东人函[2018]736号); 国家重点研发计划项目(2016YFD0200404)。

作者简介: 薛鑫海(1994-), 男, 硕士研究生, 主要从事水肥一体化技术和新型肥料研究与推广应用工作。

***通信作者(Corresponding author):** 邓兰生, 副教授, 从事作物营养与灌溉施肥教学、研究和推广应用工作, E-mail: lshdeng@scau.cn.

shallow burial drip irrigation mode. The highest yield was recorded in 'Xisen 6' (CK_V), followed by 'M13', but 'M13' exhibited the best tuber traits and the highest marketable tuber percentage in yellow-skinned varieties. Therefore, it is suggested that 'M13' continue to be tested and demonstrated in Siziwang Banner. For the red-skinned varieties, the yield of both 'Xuechuanhong' and 'Chuanyin 2' was significantly higher than that of 'Houqihong' (CK_R). The highest marketable tuber percentage was recorded in 'Xuechuanhong', followed by 'Chuanyin 2', which were 88.17% and 85.74%, respectively. The good tuber traits were observed in 'Xuechuanhong' and thus, it is suggested that 'Xuechuanhong' continue to be tested and demonstrated in Siziwang Banner.

Key Words: potato; variety; yield; nutrient accumulation; comparative test

马铃薯是中国第四大粮食作物, 其生长周期短, 产量和经济效益高, 对中国粮食安全有着重要的意义^[1]。内蒙古自治区乌兰察布市气候冷凉, 光照时间长, 雨热同期, 昼夜温差大, 土壤多为疏松的栗钙土, 这些独特的自然条件都非常适合马铃薯的生长^[2]。乌兰察布市是内蒙古自治区最大的马铃薯产区^[3], 大量新品种筛选试验和优质品种大面积推广工作都在当地进行^[4]。乌兰察布市在2019年6月4日发布了《乌兰察布市2019年马铃薯产业发展实施方案》^[5], 提出通过种薯补贴政策, 加大冀张薯系列、希森系列、华颂系列、‘后旗红’、中加系列等优质专用薯推广应用力度, 以实现调优品种结构。马铃薯有不同的薯皮和薯肉颜色^[6]。目前, 中国的马铃薯薯肉颜色主要分为黄色、淡黄色和白色3种, 薯皮颜色大致分为黄色、白色和红色3种, 并以黄皮为主^[7]。因此, 在中国马铃薯种植结构较为单一的南方地区, 红皮马铃薯较为罕见^[8]。乌兰察布市作为“中国薯都”, 其在筛选新品种及推广优质品种的同时, 不仅推动了马铃薯产业的发展, 亦为优良品种在其他地区进行品种筛选、推广及品种结构优化做出了重要贡献^[9]。另外, 内蒙古自治区马铃薯的基肥与追肥的投入十分不平衡, 农户多采用重基肥轻追肥的施肥方式^[10]。大量马铃薯品种比较试验也是重基肥轻追肥的施肥方式, 不能很好表现出马铃薯品种的产量上限^[11-13]。今芝等^[14]研究表明, 浅埋滴灌是一种可以获得更高经济效益且高效节水节膜的灌溉模式。因此, 本试验以不同薯皮颜色的马铃薯品种为试验材料, 研究在浅埋滴灌模式下, 不同马铃薯品种的物候期、块茎

性状、农艺性状、养分积累与运移和产量指标, 为乌兰察布市马铃薯品种的选择、改良和应用推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2020年5~9月在内蒙古自治区乌兰察布市四子王旗乌兰花镇(N 41°31', E 111°40')进行。该地区属于温带大陆性干旱气候, 平均海拔1 400 m, 年平均气温在1~6℃, 年平均降水量150~300 mm, 年平均无霜期110 d。试验地为砂壤土, 地势平整, 肥力中等, 地力均匀, 土壤有机质34.20 g/kg, 碱解氮136.58 mg/kg, 有效磷23.09 mg/kg, 速效钾146.55 mg/kg, pH 7.2, EC值0.26 dS/m(土水比为1:5), 前茬作物为玉米。

1.2 试验材料

供试马铃薯品种共6个, 分别为‘M13’‘V7’‘希森6号’‘川引2号’‘雪川红’和‘后旗红’, 其中‘M13’‘V7’和‘希森6号’的薯皮为黄色, ‘川引2号’‘雪川红’和‘后旗红’的薯皮为红色, 均为鲜食类型品种。‘M13’从张北鼎立薯业有限公司引进, ‘V7’和‘雪川红’从雪川农业集团股份有限公司引进, ‘希森6号’从乐陵希森马铃薯产业集团有限公司引进, ‘川引2号’(由四川农业大学)从荷兰引进, ‘后旗红’从察右后旗农牧业局引进。以乌兰察布市重点推广品种‘希森6号’(CK_V)和‘后旗红’(CK_R)作为对照, 参试品种种薯级别均为原种。

1.3 试验设计

根据马铃薯品种不同共设置6个处理, 3次重

复, 随机区组设计, 共18个小区。小区均采用单垄单行种植, 垄距0.9 m, 垄长13.33 m, 株距0.2 m, 3行区, 每个小区36 m², 种植密度为55 500株/hm², 试验地周边设保护行。将每个小区平均分为2部分, 一半用于破坏性田间取样, 一半用于小区测产。试验播种前将李比希双络合活化腐植酸生态肥(N:P₂O₅:K₂O = 12:17:16)600 kg/hm²作为基肥施入, 并对试验地块进行翻耕平整, 5月19日播种, 6月18日中耕培土时将李比希双络合活化腐植酸生态肥(N:P₂O₅:K₂O = 12:17:16)600 kg/hm²和硫酸钾(N:P₂O₅:K₂O = 0:0:57)300 kg/hm²带入。追肥采用浅埋滴灌, 根据6个马铃薯品种的整体生长状况对追施肥料的投入分配进行调整, 整个生育时期共追肥8次, 共追施尿素(N:P₂O₅:K₂O = 47:0:0)120 kg/hm², 硝酸钙镁(N:P₂O₅:K₂O = 13:0:0)150 kg/hm², 硝酸钾(N:P₂O₅:K₂O = 13:0:46)150 kg/hm², 前期液体配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 5:5:5)150 kg/hm², 中期液体配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 6:3:6)300 kg/hm², 后期液体配方肥(N:P₂O₅:K₂O = 4:3:7)150 kg/hm²。7~8月对马铃薯早疫病和晚疫病进行防治, 喷施75%百菌清可湿性粉剂600倍液, 每隔7~10 d防治1次, 连用3次。其他栽培管理措施每个小区均保持一致。

1.4 测定项目及方法

于2020年5月19日播种, 分别在马铃薯播种后55, 70, 85和100 d进行农艺性状调查和取样。在不同破坏性田间取样小区内随机抽取3株具有代表性的马铃薯植株测量并记录株高、茎粗、茎节数、冠幅和块茎数, 而后将其分部位(茎、叶、块茎)用清水洗净并吸干水分后称量鲜重, 随后分装进牛皮纸袋, 放入烘箱105℃杀青, 75℃烘干至恒重, 自然冷却后称量干重。将干样粉碎后, 称取0.300 0 g用H₂SO₄-H₂O₂消煮, 采用凯式定氮法测定全氮, 钼锑抗比色法测定全磷, 原子吸收分光光度计测定全钾^[15]。此外, 参照行业标准《NY/T 1489-2007 农作物品种试验技术规程 马铃薯》^[16]对马铃薯物候期和块茎性状进行调查, 并于9月10日进行小区测产, 测产小区面积

为18 m², 并对马铃薯进行分级(≥150 g为商品薯, <150 g为非商品薯), 计算商品薯重量、商品薯个数、非商品薯重量、非商品薯个数、产量和商品薯率。

1.5 数据分析

试验采用Excel 2016软件进行数据整理, 采用IBM SPSS 21.0统计分析软件进行差异性检验(DMRT法, α=0.05)及对马铃薯农艺性状与单株产量进行SPSS皮尔逊(Pearson)相关性分析, 采用Sigmaplot 14.0进行图表绘制。

2 结果与分析

2.1 不同马铃薯品种物候期

不同马铃薯品种物候期存在一定的差异(表1)。6个马铃薯品种的生育期变化在91~99 d。在黄皮马铃薯中, ‘M13’的生育期最长, 为99 d。‘M13’成熟期较‘V7’和‘希森6号’(CK_V)晚8 d, 主要是因为其现蕾期较‘V7’和‘希森6号’(CK_V)晚3~4 d且其现蕾期到开花期和开花期到成熟期的持续时间较‘V7’和‘希森6号’(CK_V)长。‘V7’和‘希森6号’(CK_V)的生育期均为91 d, 且2个品种的物候期大致相同。在红皮马铃薯中, ‘雪川红’的生育期最短, 为91 d, 主要是因为其现蕾期较‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)提前5 d且其现蕾期到开花期和开花期到成熟期的持续时间较‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)短。‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)的生育期均为99 d, 且2个品种的物候期大致相同。

2.2 不同马铃薯品种块茎性状

不同马铃薯品种的块茎性状存在一定的差异(表2)。参试的马铃薯品种中, ‘M13’‘川引2号’和‘雪川红’块茎大; ‘V7’和‘希森6号’(CK_V)块茎中等; ‘后旗红’(CK_R)块茎小。块茎整齐度上, ‘M13’‘V7’和‘雪川红’为中等, 另外3个品种均为整齐。从薯形上看, ‘M13’为长圆形, ‘V7’‘希森6号’(CK_V)和‘后旗红’(CK_R)为椭圆形, ‘川引2号’和‘雪川红’为长椭圆形。6个马铃薯品种的薯皮类型均为光滑。‘M13’‘V7’和‘希森6号’(CK_V)的皮色均为黄色, 肉色均为浅

黄色;红皮马铃薯除了‘雪川红’的肉色为黄色,其余都为浅黄色。‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)的芽眼数量和深浅均为中等,其余品种的芽眼少且浅。

表1 不同品种物候期
Table 1 Phenophase of different varieties

品种 Variety	播种期(D/M) Sowing	出苗期(D/M) Emergence	现蕾期(D/M) Bud flower	开花期(D/M) Flowering	成熟期(D/M) Maturity	生育期(d) Growth duration
M13	19/05	18/06	10/07	23/07	25/09	99
V7	19/05	18/06	07/07	18/07	17/09	91
希森6号(CK _Y) Xisen 6	19/05	18/06	06/07	18/07	17/09	91
川引2号 Chuanyin 2	19/05	18/06	10/07	24/07	25/09	99
雪川红 Xuechuanhong	19/05	18/06	05/07	15/07	17/09	91
后旗红(CK _R) Houqihong	19/05	18/06	10/07	23/07	25/09	99

表2 不同品种块茎性状
Table 2 Tuber traits of different varieties

品种 Variety	块茎大小 Tuber size	整齐度 Tuber uniformity	薯形 Tuber shape	薯皮类型 Skin type	皮色 Skin color	肉色 Flesh color	芽眼数量 Eye quantity	芽眼深浅 Eye depth
M13	大	中等	长圆	光滑	黄	浅黄	少	浅
V7	中	中等	椭圆	光滑	黄	浅黄	少	浅
希森6号(CK _Y) Xisen 6	中	整齐	椭圆	光滑	黄	浅黄	少	浅
川引2号 Chuanyin 2	大	整齐	长椭圆	光滑	红	浅黄	中	中
雪川红 Xuechuanhong	大	中等	长椭圆	光滑	红	黄	少	浅
后旗红(CK _R) Houqihong	小	整齐	椭圆	光滑	红	浅黄	中	中

2.3 不同马铃薯品种农艺性状

不同马铃薯品种的农艺性状指标均存在显著性差异(表3)。播种后55 d, ‘V7’的株高最高,并显著高于‘希森6号’(CK_Y)、‘川引2号’和‘雪川红’;播种后70~85 d, ‘希森6号’(CK_Y)的株高最低,并显著低于其他马铃薯品种;播种后100 d, ‘后旗红’(CK_R)的株高最高,并显著高于其他马铃薯品种。从整体上看,在播种后55~85 d,所有马铃薯品种的株高都明显提高,并在播种后85~100 d株高趋于稳定或下降,但‘后旗红’(CK_R)在该时间段株高仍表现出明显的增高趋势。在茎粗方面,除了‘雪川红’在播种后70~100 d时提前表

现出下降的趋势,其他所有马铃薯品种均在播种后85~100 d时才表现出茎粗下降的趋势,在该时间段,均以‘后旗红’(CK_R)的茎粗最高,显著高于其他马铃薯品种。从茎节数看,播种后55 d, ‘M13’的茎节数最大,显著高于‘希森6号’(CK_Y)、‘川引2号’和‘雪川红’;‘后旗红’(CK_R)的茎节数在播种后70和100 d时最大,显著高于其他马铃薯品种,而‘希森6号’(CK_Y)的茎节数在播种后70和85 d时最小,显著低于其他马铃薯品种。冠幅是马铃薯植株东西方向和南北方向宽度的平均值,其大小是反映马铃薯植株生长发育情况的重要指标。所有马铃薯品种的冠幅在播种

后 55~70 d 都有明显的提高, 除了‘后旗红’(CK_R)的冠幅在播种后 70~85 d 仍存在明显的增高趋势, 其他马铃薯品种的冠幅在播种后 70~100 d 基本趋于稳定。‘后旗红’(CK_R)的冠幅在所有时期均最

高, 并在播种后 85~100 d 时显著高于其他马铃薯品种。在单株块茎数方面, ‘希森 6 号’(CK_Y) 在 4 个时期均明显高于 3 个红皮马铃薯, 并在播种后 55 和 85 d 时显著高于所有马铃薯品种。

表 3 不同品种农艺性状比较
Table 3 Comparison of agronomic characters of different varieties

播种后天数(d) Days after sowing	品种 Variety	株高(cm) Plant height	茎粗(mm) Stem diameter	茎节数(No.) Node number	冠幅(cm) Crown width	单株块茎数(No.) Number of tubers per plant
55	M13	49.93 ± 1.86 ab	11.92 ± 0.47 a	12.67 ± 0.33 a	60.17 ± 2.56 a	5.78 ± 0.97 b
	V7	53.70 ± 1.61 a	11.80 ± 0.50 a	11.67 ± 0.33 ab	53.80 ± 2.60 b	2.19 ± 0.41 d
	希森 6 号(CK _Y) Xisen 6	44.97 ± 1.78 bc	11.56 ± 0.27 a	11.00 ± 0.58 bc	60.23 ± 1.82 a	9.33 ± 0.88 a
	川引 2 号 Chuanyin 2	38.77 ± 3.67 cd	12.64 ± 0.57 a	10.33 ± 0.33 c	50.60 ± 1.78 b	2.44 ± 0.29 d
	雪川红 Xuechuanhong	34.03 ± 2.26 d	9.64 ± 0.68 b	11.33 ± 0.33 bc	47.75 ± 1.81 b	4.57 ± 0.45 bc
	后旗红(CK _R) Houqihong	51.40 ± 2.19 ab	12.59 ± 0.05 a	11.67 ± 0.33 ab	60.50 ± 1.51 a	3.33 ± 0.33 cd
70	M13	74.43 ± 2.22 a	12.24 ± 0.34 bc	17.67 ± 0.33 b	72.54 ± 1.52 bc	7.26 ± 0.71 a
	V7	75.20 ± 1.68 a	13.92 ± 0.60 a	18.33 ± 0.33 b	74.63 ± 2.95 ab	3.00 ± 0.58 cd
	希森 6 号(CK _Y) Xisen 6	55.30 ± 3.01 c	11.95 ± 0.28 c	15.33 ± 0.33 c	68.02 ± 0.21 cd	7.98 ± 0.51 a
	川引 2 号 Chuanyin 2	66.13 ± 1.33 b	14.17 ± 0.61 a	18.33 ± 0.33 b	66.97 ± 0.88 d	2.67 ± 0.33 d
	雪川红 Xuechuanhong	65.23 ± 1.52 b	12.78 ± 0.09 abc	17.67 ± 0.33 b	71.62 ± 1.70 bcd	5.56 ± 0.29 b
	后旗红(CK _R) Houqihong	80.50 ± 2.01 a	13.58 ± 0.66 ab	19.67 ± 0.33 a	78.03 ± 0.25 a	4.33 ± 0.33 bc
85	M13	115.21 ± 3.05 a	16.07 ± 0.27 b	25.00 ± 0.58 a	73.43 ± 4.77 bc	5.30 ± 0.67 b
	V7	89.24 ± 3.48 bc	14.32 ± 0.37 c	23.33 ± 0.33 a	79.12 ± 1.75 b	5.67 ± 0.67 b
	希森 6 号(CK _Y) Xisen 6	66.10 ± 0.40 d	14.32 ± 0.54 c	18.33 ± 0.33 b	75.97 ± 1.28 b	8.37 ± 0.82 a
	川引 2 号 Chuanyin 2	83.37 ± 2.19 c	14.60 ± 0.36 bc	23.33 ± 0.67 a	66.67 ± 1.28 c	4.67 ± 0.33 bc
	雪川红 Xuechuanhong	85.73 ± 1.53 bc	12.16 ± 0.70 d	23.33 ± 0.67 a	76.04 ± 1.84 b	5.33 ± 0.67 b
	后旗红(CK _R) Houqihong	94.03 ± 5.84 b	18.64 ± 0.64 a	24.67 ± 1.20 a	91.50 ± 2.96 a	2.89 ± 0.59 c
100	M13	90.57 ± 1.45 b	14.34 ± 0.61 b	24.33 ± 1.20 b	75.26 ± 1.38 bc	5.00 ± 0.58 cd
	V7	91.70 ± 1.76 b	13.75 ± 0.41 b	23.00 ± 0.58 b	80.95 ± 2.58 b	8.33 ± 0.88 ab
	希森 6 号(CK _Y) Xisen 6	66.37 ± 1.39 c	13.22 ± 0.66 bc	21.33 ± 0.88 b	78.82 ± 2.51 b	9.00 ± 0.58 a
	川引 2 号 Chuanyin 2	85.47 ± 2.68 b	14.04 ± 0.43 b	23.00 ± 0.58 b	75.26 ± 1.70 bc	4.30 ± 0.67 d
	雪川红 Xuechuanhong	70.57 ± 1.83 c	11.98 ± 0.70 c	23.33 ± 0.67 b	69.85 ± 2.42 c	6.63 ± 0.35 bc
	后旗红(CK _R) Houqihong	107.73 ± 6.19 a	17.83 ± 0.46 a	28.33 ± 2.03 a	94.94 ± 1.96 a	4.00 ± 0.58 d

注: 数值表示为品种平均值 ± 标准误。同一时期同一列品种平均值后不同小写字母表示指标在 $P < 0.05$ 水平存在显著差异, DMRT 法。下同。

Note: Data are presented as variety mean ± standard error. Variety means followed by different lowercase letters in the same column at the same growth period indicate that there is a significant difference at $P < 0.05$ level as tested using Duncan's multiple range test (DMRT) method. The same below.

2.4 不同马铃薯品种产量组成与比较

不同马铃薯品种产量组成存在一定的差异(表4)。从小区商品薯的产量构成上看,‘希森6号’(CK_V)的小区商品薯重量最大,其商品薯个数同样也是最多的。红皮马铃薯‘川引2号’的商品薯单薯重最高,达378 g,其次为黄皮马铃薯‘M13’,单薯重为366 g;黄皮马铃薯商品薯单薯重最低的为‘希森6号’(CK_V)的271 g,红皮马铃薯‘后旗红’(CK_R)的商品薯单薯重在所有参试马铃薯品种中最低,仅为213 g。从小区非商品薯的产量构成上看,同样是‘希森6号’(CK_V)的重量和数量最高,但所有品种的非商品薯平均单薯重差别不大,为92~

106 g。参试马铃薯品种的产量存在显著的差异,其中以‘希森6号’(CK_V)的产量最高,为65 073 kg/hm²,其次分别为‘M13’‘雪川红’‘V7’和‘川引2号’,这4个品种产量均低于‘希森6号’(CK_V),但高于‘后旗红’(CK_R)。‘M13’‘雪川红’‘V7’和‘川引2号’较‘希森6号’(CK_V)产量分别下降23.64%、28.77%、31.41%和34.09%,但与‘后旗红’(CK_R)相比,产量分别增加42.06%、32.50%、27.60%和22.61%。

2.5 不同马铃薯品种养分积累比较

2.5.1 不同马铃薯品种干物质积累量比较

不同马铃薯品种在不同生育时期的干物质积

表4 不同品种产量比较
Table 4 Yield comparison of different varieties

处理 Treatment	小区商品薯 Plot marketable tuber		小区非商品薯 Plot non-marketable tuber		小区产量 (kg/18m ²) Plot yield	折合产量 (kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	商品薯 率(%) Marketable tuber percentage	增产率(%) Increased	
	重量 (kg/18m ²) Weight	个数 (No./18m ²) Number	重量 (kg/18m ²) Weight	个数 (No./18m ²) Number				较CK _V Compared with CK _V	较CK _R Compared with CK _R
M13	70.2	192	19.2	198	89.4	49 692 b	78.52	-23.64	42.06
V7	56.4	201	24.0	261	80.3	44 637 cd	70.17	-31.41	27.60
希森6号(CK _V) Xisen 6	86.3	319	30.7	324	117.1	65 073 a	73.75	-	-
川引2号 Chuanyin 2	66.2	175	11.0	115	77.2	42 888 d	85.74	-34.09	22.61
雪川红 Xuechuanhong	73.5	237	9.9	96	83.4	46 349 c	88.17	-28.77	32.50
后旗红(CK _R) Houqihong	39.7	187	23.2	219	62.9	34 980 e	63.14	-	-

累量存在显著差异(图1)。3个黄皮马铃薯品种的地上部干物质积累量在4个取样时期均为‘M13’最高,且在播种后100 d显著高于另外2个品种。3个黄皮马铃薯品种的地上部干物质积累量在4个取样时期均没有明显的变化。除了在播种后70 d时,‘M13’和‘希森6号’(CK_V)的块茎干物质积累量不存在显著性差异,在其他3个取样时期3个黄皮马铃薯品种的块茎干物质积累量均表现为‘希森6号’(CK_V) > ‘M13’ > ‘V7’。而3个红皮马铃薯品种的地上部干物质积累量在播种后55, 85和100 d时,均表现为‘后旗红’(CK_R) > ‘川引2号’ = ‘雪川红’。从整体上看,3个红皮马铃薯品种的地上部干物质积累量在播种后55~

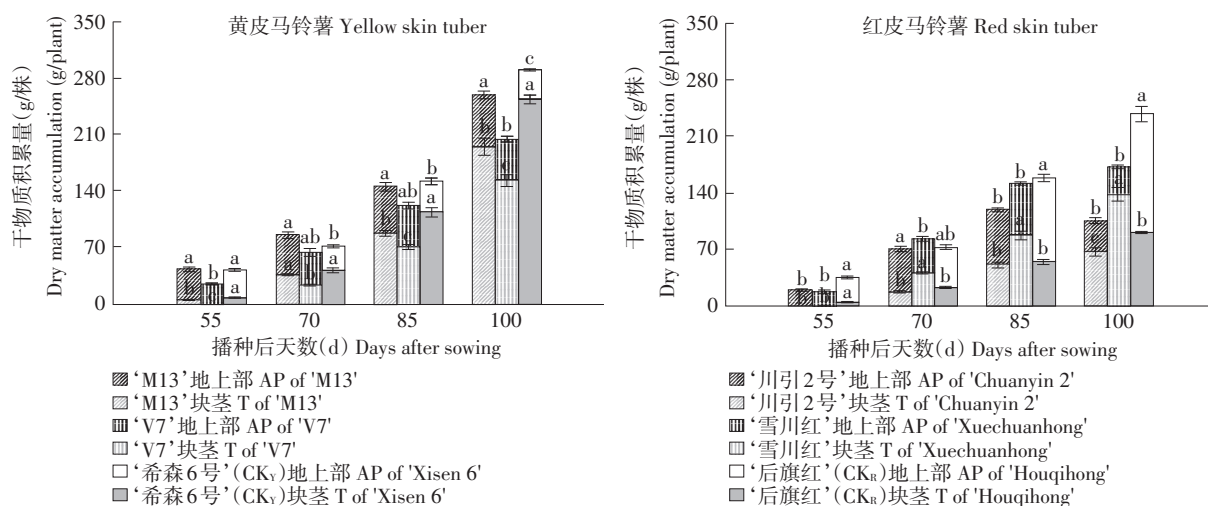
85 d均存在明显的增长趋势,而后在播种后85~100 d时,‘川引2号’和‘雪川红’都有明显的下降趋势,但‘后旗红’(CK_R)仍继续保持明显的增长趋势。在块茎干物质积累量上,‘后旗红’(CK_R)仅在播种后55 d显著高于另外2个品种,但在播种后70~100 d均为‘雪川红’显著高于‘后旗红’(CK_R)和‘川引2号’。

2.5.2 不同马铃薯品种氮积累量比较

不同马铃薯品种在不同生育时期的氮积累量存在显著差异(图2)。3个黄皮马铃薯品种的地上部氮积累量在播种后55 d时,‘V7’显著低于‘M13’和‘希森6号’(CK_V),但在播种后70和100 d时,‘希森6号’(CK_V)显著低于‘M13’和

‘V7’。除了在播种后 85 d 时, ‘V7’的块茎氮积累量与‘希森 6 号’(CK_V)不存在显著性差异, 在其他 3 个时期, ‘V7’的块茎氮积累量均显著低于‘M13’和‘希森 6 号’(CK_V)。在播种后 55 d, ‘后旗红’(CK_R)的地上部氮积累量和块茎氮积累量均显著高于‘川引 2 号’和‘雪川红’; 在播种后 85 和 100 d, ‘后旗红’(CK_R)的地上部氮积累量显著高

于‘川引 2 号’和‘雪川红’, 但在播种后 70~100 d, ‘川引 2 号’和‘后旗红’(CK_R)的块茎氮积累量始终显著低于‘雪川红’。从整体上看, 3 个红皮马铃薯品种的地上部氮积累在播种后 55~85 d 均明显上升, 但在播种后 85~100 d, ‘川引 2 号’和‘雪川红’的地上部氮积累量明显下降, 而‘后旗红’(CK_R)的地上部氮积累量仍有明显上涨。



注: ‘AP’指 ‘Aboveground part’, ‘T’指 ‘Tuber’。误差线为标准误。同一时期相同部位标注不同小写字母表示指标在 $P < 0.05$ 水平存在显著差异, DMRT 法。下同。

Note: ‘AP’ means ‘Aboveground part’, ‘T’ means ‘Tuber’. Error bar is standard error. Different lowercase letters in the same part at the same growth period indicate significant differences at $P < 0.05$ level as tested using Duncan’s multiple range test (DMRT) method. The same below.

图 1 参试品种干物质积累量比较

Figure 1 Comparison of biomass of tested varieties

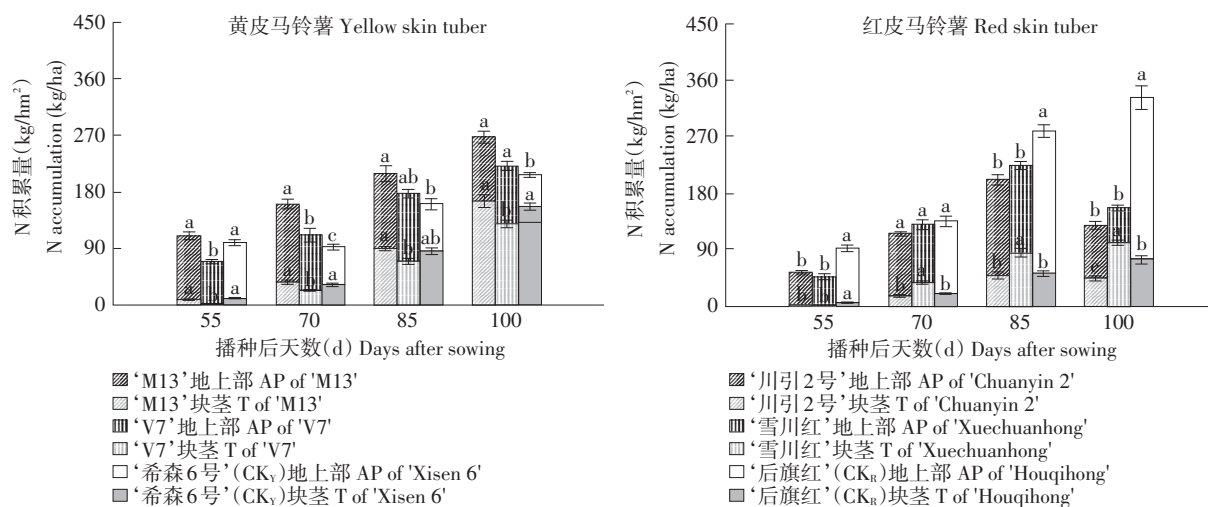


图 2 参试品种氮积累量比较

Figure 2 Comparison of nitrogen accumulation of tested varieties

2.5.3 不同马铃薯品种磷积累量比较

不同马铃薯品种在不同生育时期的磷积累量存在显著差异(图3)。在黄皮马铃薯品种中,除了在播种后70 d,‘希森6号’(CK_V)和‘M13’的块茎磷积累量不存在显著差异,在其他3个时期,‘希森6号’(CK_V)的块茎磷积累量均显著高于‘M13’和‘V7’。在播种后55 d,‘V7’的地上部磷积累量显著低于另外2个黄皮马铃薯品种,在播种后85 d,‘希森6号’(CK_V)的地上部磷积累量显

著低于另外2个黄皮马铃薯品种,但在播种后70和100 d,‘M13’的地上部磷积累量最高,显著高于‘V7’和‘希森6号’(CK_V)。在红皮马铃薯品种中,‘后旗红’(CK_R)的地上部磷积累量和块茎磷积累量仅在播种后55 d均显著高于‘雪川红’和‘川引2号’。在播种后70~100 d,‘雪川红’的地上部磷积累量显著低于‘后旗红’(CK_R),但‘雪川红’的块茎磷积累量始终显著高于‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)。

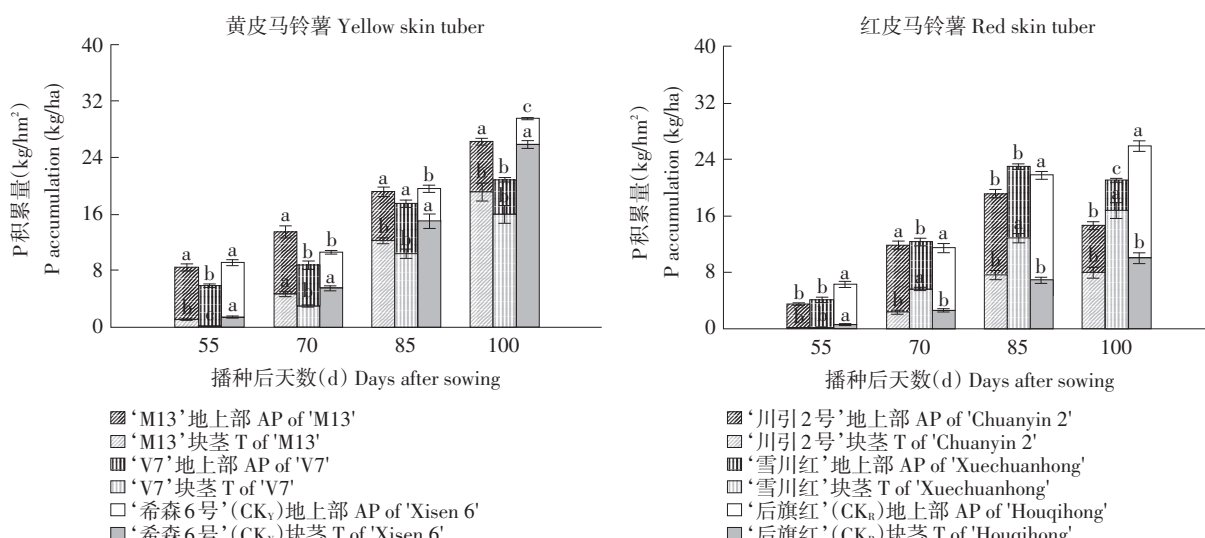


图3 参试品种磷积累量比较

Figure 3 Comparison of phosphorus accumulation of tested varieties

2.5.4 不同马铃薯品种钾积累量比较

不同马铃薯品种在不同生育时期的钾积累量存在显著差异(图4)。在黄皮马铃薯品种中,‘希森6号’(CK_V)的地上部钾积累量在4个时期均最低,在播种后55 d显著低于‘M13’,在播种后70~100 d显著低于‘M13’和‘V7’;‘V7’的块茎钾积累量在4个时期均最低,在播种后55~85 d显著低于‘M13’和‘希森6号’(CK_V),在播种后100 d仅显著低于‘希森6号’(CK_V)。在红皮马铃薯品种中,仅在播种后85和100 d时,‘后旗红’(CK_R)的地上部钾积累量显著高于‘川引2号’和‘雪川红’。在块茎钾积累量上,‘后旗红’(CK_R)

仅在播种后55 d显著高于另外2个红皮马铃薯品种,在播种后70~100 d,均为‘雪川红’显著高于‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)。

2.6 马铃薯农艺性状与单株产量间的相关性分析

通过对72个样本进行皮尔逊相关性分析,发现马铃薯农艺性状与单株产量之间存在一定的相关性(表5)。在6个参试马铃薯品种中,马铃薯的株高、茎粗、冠幅和茎节数是从不同维度直观表现马铃薯生长情况的重要指标,分析结果表明马铃薯的所有农艺性状与单株产量之间均呈现显著的正相关关系。因此,从一定程度上说,地上部的长势与地下部的块茎产量有显著的相关性。

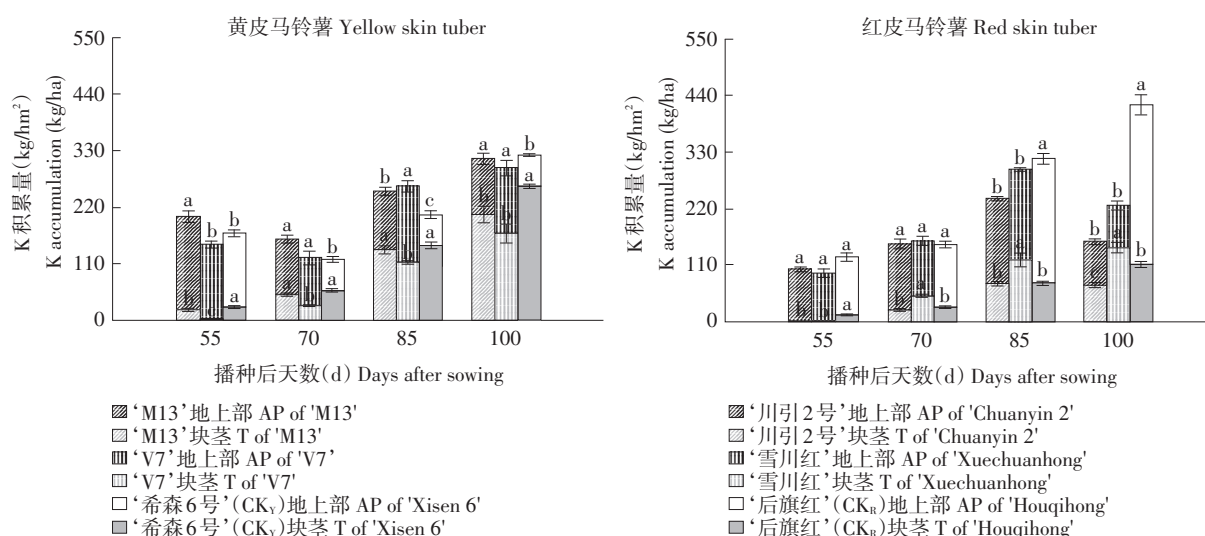


图4 参试品种钾积累量比较

Figure 4 Comparison of potassium accumulation of tested varieties

表5 马铃薯农艺性状与单株产量间的相关性

Table 5 Correlation between potato agronomic traits and yield per plant

性状 Trait	样本数 Number of samples	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	茎节数 Node number	冠幅 Crown width	块茎数 Number of tubers
茎粗 Stem diameter	72	0.745**				
茎节数 Node number	72	0.918**	0.696**			
冠幅 Crown width	72	0.809**	0.733**	0.822**		
块茎数 Number of tubers	72	-0.030	-0.254*	0.045	0.133	
单株产量 Yield per plant	72	0.545**	0.264*	0.694**	0.536**	0.469**

注: *表示在 $P < 0.05$ 水平下相关性显著; **表示在 $P < 0.01$ 水平下相关性显著。

Note: * indicates that the correlation is significant at the level of $P < 0.05$; ** indicates that the correlation is significant at the level of $P < 0.01$.

3 讨 论

四子王旗的气候适宜马铃薯的生长发育,同时也是“中国薯都”乌兰察布市马铃薯种植面积最大的旗县市^[17]。马铃薯品种选育工作在四子王旗进行并结合浅埋滴灌进行少量多次的追肥,可以使不同马铃薯品种更加充分地展示其特性和产量上限,对中国马铃薯产业的发展具有重要意义。马铃薯干物质积累量一定程度上反映了马铃薯不同生长期养分吸收利用的情况。不同马铃薯品

种在相同施肥水平下,干物质增加程度变化明显不同^[18]。本试验通过对不同时期马铃薯干物质积累量的研究表明,除‘川引2号’外,其他马铃薯品种的干物质积累量积累模式相似,均呈现不断增长模式,而各个时间段增长幅度不一致,这与 Soltanpour^[19]的研究结果相符。在生长发育后期,‘川引2号’马铃薯叶片凋落,块茎营养积累少,全株马铃薯的营养物质积累明显减少,所以在100 d时‘川引2号’的干物质积累量较低。在氮磷钾积累方面,本试验研究表明,在播种后70~

100 d 参试马铃薯品种块茎氮、磷、钾积累量快速上升, 是块茎养分积累最为重要的时期, 在这个时间段马铃薯植株需要从外界大量吸收营养物质并将各类营养物质积累运移储存至块茎。因此, 在这个时期应该适当增加肥料投入量, 促进块茎的膨大。相同供肥水平下, 不同马铃薯品种对养分的吸收利用存在明显差异^[20,21]。在本试验中, 播种后 100 d 时, ‘M13’和‘希森6号’(CK_V)的块茎氮积累量显著高于‘V7’, 但‘希森6号’(CK_V)的整株氮积累量却是最低的, ‘希森6号’(CK_V)的块茎磷积累量和钾积累量均显著高于‘M13’和‘V7’, 而且‘希森6号’(CK_V)的全株磷积累量和钾积累量也是最高的, 说明相比另外2个品种, ‘希森6号’(CK_V)更容易吸收养分并将氮磷钾养分运移到块茎中, 而且对氮磷钾的喜好程度表现为磷 > 钾 > 氮。在红皮马铃薯品种中, 播种后 100 d 时, ‘后旗红’(CK_R)的整株氮、磷、钾积累量都远高于另外2个品种, 但块茎氮、磷、钾积累量最高的均为‘雪川红’, 说明‘后旗红’(CK_R)相比另外2个品种更容易吸收利用氮磷钾养分, 但该品种将养分大部分都储存在地上部, 而不往块茎运移, 从而表现出植株茂盛而产量低的现状。

本试验6个马铃薯品种的生育期均在91~99 d, 均为中晚熟品种^[22], 但由于9~10月温度会下降较快, 在收获期需留意气象信息, 避免遭遇冻害而造成损失, 也可在4月下旬至5月上旬, 当土层10 cm 温度稳定高于8℃时尽早播种^[23]。从块茎性状上看, 红皮马铃薯‘川引2号’和‘后旗红’(CK_R)的芽眼数量和芽眼深度均为中等, 外观商品性较其他4个马铃薯品种差。目前, 中国马铃薯在市面上以黄皮黄肉为主, 红皮马铃薯仅在内蒙古和四川等少数省(自治区)有较大的种植面积^[24]。黄肉和白肉马铃薯是消费者更容易接受的马铃薯肉色^[25]。本试验中红皮马铃薯均为黄肉, 符合消费者的习惯, 同时其皮色与主流黄色不同且营养价值更高以及含有大量的抗氧化成分, 对年轻消费者有较强的吸引力^[26-28]。‘雪川红’外观商品性在3个红皮马铃薯品种中最佳, 可能会有更高的市场接受度。但是, 本试验研究发现, 本试验中

的红皮马铃薯品种的产量整体上较黄皮马铃薯品种低。产量是马铃薯品种推广的重要条件, 综合块茎性状和产量构成, ‘希森6号’(CK_V)的产量表现最高, 薯块大小中等, 块茎性状良好, 但商品薯率不高, 仅为73.75%; ‘M13’产量水平排第二, 薯块大, 薯皮光滑, 芽眼少且浅, 但整齐度中等, 商品薯率为78.52%; ‘雪川红’产量水平位列第三, 薯块大, 薯皮光滑, 商品薯率最高, 达88.17%, 但整齐度中等; ‘V7’产量水平排第四, 薯块大小中等, 薯皮光滑, 芽眼少且浅, 但整齐度不高且商品薯率仅为70.17%; ‘川引2号’产量水平排第五, 薯块大, 整齐度高, 薯皮光滑, 商品薯率高达85.74%, 但芽眼数量和深度均为中等; ‘后旗红’(CK_R)产量水平最低, 薯块小, 商品薯率最低, 仅为63.14%, 芽眼数量和深度均为中等, 但薯块整齐度高, 表面光滑。综上, ‘希森6号’(CK_V)、‘M13’和‘雪川红’的综合表现优于其他品种。目前, 红皮马铃薯品种在外观商品性上较黄皮马铃薯品种差, 提高红皮马铃薯品种的外观商品性将是未来培育优良的红皮马铃薯品种的一个重点方向。

[参 考 文 献]

- [1] 吴晓红, 曾路生, 李俊良, 等. 膜下滴灌不同施肥处理对马铃薯产量和品质及肥料利用率的影响 [J]. 华北农学报, 2016, 31(5): 193-198.
- [2] 金林雪, 李云鹏, 李丹, 等. 气候变化背景下内蒙古马铃薯关键生长期气候适宜性分析 [J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(1): 38-48.
- [3] 杨丽桃, 王胜, 江像评. 内蒙古马铃薯生育期气候生产潜力时空模拟分析 [J]. 干旱气象, 2021, 39(5): 816-823.
- [4] 侯俐伶, 马日亮, 李志平. 发挥区域优势 推进内蒙古马铃薯生产发展 [J]. 内蒙古农业科技, 2005(s1): 15-16.
- [5] 乌兰察布市人民政府办公室. 乌兰察布市人民政府关于印发《乌兰察布市2019年马铃薯产业发展实施方案》的通知 [EB/OL]. (2019-06-04) [2021-12-12]. <http://www.wulanchabu.gov.cn/information/wlcbzfw11590/msg3134557951194.html>.
- [6] Pavlista A D. Potato types: their characteristics and uses [J]. The American Biology Teacher, 1997, 59(1): 26-29.
- [7] 智彬. 内蒙古自治区发展马铃薯产业的优势 [J]. 内蒙古农业科技, 2008(6): 87-88.

- [8] 罗焕明, 李成晨, 索海翠, 等. 广东红皮马铃薯引种及筛选试验[J]. 广东农业科学, 2020, 47(6): 8–14.
- [9] 武三娃. 乌兰察布市马铃薯产业发展的现状、思路、对策[J]. 内蒙古农业科技, 2005(s1): 17–22.
- [10] 今芝, 胡卫静, 辛敏, 等. 乌兰察布马铃薯减肥增效技术措施研究[C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与美丽乡村. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2020.
- [11] 罗宝杰, 金伟兴, 王旭伟, 等. 宁海县马铃薯品种比较试验[J]. 中国马铃薯, 2021, 35(4): 321–325.
- [12] 张玲, 张婷, 林柏松, 等. 冀北冷凉区春茬马铃薯品种引进及比较试验[J]. 中国马铃薯, 2021, 35(4): 315–320.
- [13] 王珍珍, 梁希森, 孙莎莎, 等. 马铃薯‘希森6号’一年多点示范试验结果分析[J]. 农学学报, 2021, 11(6): 13–18.
- [14] 今芝, 陈瑞英, 乌兰, 等. 不同节水模式对阴山北麓马铃薯干物质积累、产量及经济效益的影响[J]. 北方农业学报, 2020, 48(3): 60–66.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 308–316.
- [16] 中华人民共和国农业部. NY/T 1489–2007 农作物品种试验技术规程 马铃薯[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [17] 索慧, 寿绍文, 付志强, 等. 2013年四子王旗马铃薯生育期气象条件分析[J]. 内蒙古气象, 2014(2): 31–35.
- [18] 魏峭嵘, 曹敏建, 石瑛, 等. 施氮水平对不同马铃薯品种生长发育及品质性状的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2017, 48(2): 152–158.
- [19] Soltanpour P N. Accumulation of dry matter and N, P, K, by Russet Burbank, Oromonte and Red McClure potatoes [J]. American Potato Journal, 1969, 46(4): 111–119.
- [20] 史佳文, 潘峰, 陈若男, 等. 不同马铃薯品种块茎钾含量与相关生理特性的钾素响应度差异[J]. 华北农学报, 2019, 34(s1): 78–84.
- [21] 秦鱼生, 涂仕华, 冯文强, 等. 氮、钾营养对不同品种马铃薯产量和品质的影响[J]. 西南农业学报, 2012, 25(2): 571–576.
- [22] 高广金, 李求文. 马铃薯主粮化产业开发技术[M]. 长沙: 湖北科学技术出版社, 2016.
- [23] 刘智明. 四子王旗马铃薯种植的气候条件分析[J]. 科技风, 2019(20): 145.
- [24] 蒋伟, 罗晓庆, 尹磊, 等. 彩色马铃薯种质资源的蒸食品质分析[J]. 中国食物与营养, 2020, 26(2): 19–24.
- [25] Kerrie L K, Jean S P, Charles R B, *et al.* Sensory evaluation of pigmented flesh potatoes (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Food and Nutrition Sciences, 2013, 4(1): 77–81.
- [26] 郭赵娟, 吴焕章. 彩色马铃薯营养价值与主要品种[J]. 现代农业科技, 2008(17): 107–109.
- [27] Takanori T, Kaoru S, Katsumi O, *et al.* Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. [J]. Biochemical Pharmacology, 1996, 52(7): 1033–1039.
- [28] 姜彩芬. 当代消费者价值观探讨及其营销启示——基于施瓦茨价值观理论视角[J]. 广州大学学报: 社会科学版, 2018, 17(3): 78–85.