

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2023)05-0409-10

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2023.05.003

云薯系列马铃薯品种的冬作表现及种薯处理对产量的影响

李超^{1,2}, 白建明², 姚春光², 包丽仙², 梁淑敏², 杨妍², 隋启君^{2*}

(1. 云南大学资源植物研究院, 云南 昆明 650504; 2. 云南省农业科学院经济作物研究所马铃薯研究中心, 云南 昆明 650205)

摘要: 马铃薯作为云南省仅次于玉米和水稻的第三大粮食作物, 其产业是促进贫困地区农民增收和高原特色农业发展的重要支柱性产业。为进一步优化品种结构和产业布局, 采用云南省农业科学院自主选育的51个马铃薯品种作为试验材料, 在云南省马铃薯冬作代表区域德宏自治州进行品种比较试验, 分析种薯在不同处理方式下打破休眠对出苗及产量的影响, 并分析农艺性状之间的相关性。试验采用二因素条区试验设计。A因素为品种, 51个品种依据其相应特性分成5组, 即示范组、加工组、冬作组、大春组和特色组; B因素为种薯处理方式, 分为3种方法, 即种薯在室温下自然打破休眠、使用1%硫脲+20 mg/L GA₃浸泡30 min催芽打破休眠和收获后放入4~6℃冷库自然打破休眠。运用主成分分析和隶属函数分析进行农艺性状与产量综合评价。3种不同处理方式间马铃薯产量差异极显著($F=9.713, P<0.001$), 不同分组之间的产量差异也极显著($F=17.134, P<0.001$)。苗势与长势之间存在极显著正相关, 苗势与单株结薯数之间存在显著正相关, 单株产量、大薯率、块茎大小以及商品薯率4个性状之间存在极显著正相关, 而长势与收获成熟度之间存在极显著负相关。在综合评价中, ‘云薯902’(综合得分 $Y=0.850$)和‘云薯108’(综合得分 $Y=0.608$)获得较高得分, ‘云薯506’(综合得分 $Y=0.010$)和‘云薯401’(综合得分 $Y=-0.011$)获得中等得分, ‘云薯103’(综合得分 $Y=-0.905$)和‘云薯701’(综合得分 $Y=-0.964$)得分较低。试验分析了在特定条件下51个马铃薯品种的表现差异, 有助于优化品种选择和种植管理策略, 为进一步优化马铃薯区域品种布局结构, 加速新品种更新换代, 提升云南省马铃薯主产区市场竞争力提供了实际种植依据。

关键词: 马铃薯; 品种比较; 产量; 隶属函数; 综合评价

Performance of Yunshu Potato Variety Series and Effect of Seed Potato Treatment on Yield in Winter Cropping

LI Chao^{1,2}, BAI Jianming², YAO Chunguang², BAO Lixian², LIANG Shumin², YANG Yan², SUI Qijun^{2*}

(1. Resource Plant Research Institute, Yunnan University, Kunming, Yunnan 650504, China; 2. Potato Research Center, Economic Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China)

Abstract: Potato is the third largest food crop after maize and rice in Yunnan Province, and the potato industry is one of the important pillars in agriculture sector that highly supports farmers' income in underprivileged areas and developing plateau-like agriculture. A variety comparison test was conducted to optimize the variety structure and industrial layout of 51 potato varieties, developed by the Yunnan Academy of Agricultural Sciences, in Dehong Autonomous Prefecture, a

收稿日期: 2023-08-25

基金项目: 国家马铃薯产业技术体系(CARS-09-P03); 云南省重大科技专项计划(202102AE090019); 云南省种子种业联合实验室项目(202205AR070001-11); 国家自然科学基金(32260505); 云南省后备人才项目(202205AC160076); 云南省农业科学院“农科先锋红旗党支部”党建引领创新科研项目。

作者简介: 李超(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为马铃薯遗传育种。

*通信作者(Corresponding author): 隋启君, 研究员, 主要从事马铃薯育种研究, E-mail: suiqj@sina.com。

representative region for winter potato cultivation in Yunnan Province. The effects on seedling emergence and yield of various dormancy breaking methods for seed tubers and the correlations between different agronomic traits were analyzed. A two-factor strip experimental design with factors A and B was adopted, referring to the variety and to the treatment method for seed tubers. Fifty-one varieties were divided into five groups based on their characteristics, i.e. demonstration group (A1), processing group (A2), winter cropping group (A3), spring cropping group (A4), and specialty group (A5). Three types of seed tuber treatment methods were used for dormancy breaking, i.e. room temperature storage, chemical sprouting (soaked with 1% thiourea + 20 mg/L GA₃ for 30 min), and low temperature storage (4-6°C). Principal component analysis and membership function analysis were used for comprehensive evaluation of agronomic traits and yield. The results showed a highly significant difference in potato yield caused by three different potato treatments ($F = 9.713, P < 0.001$), and the yield difference between different variety groups was also highly significant ($F = 17.134, P < 0.001$). Further, correlation analysis revealed a highly significant positive correlation between seedling vigor and growth vigor, and a significant positive correlation between seedling vigor and tuber number per plant, as well as highly significant positive correlations among four traits, yield per plant, large tuber percentage, tuber size, and marketable tuber percentage. However, there was a highly significant negative correlation between growth vigor and harvest maturity. The comprehensive evaluation results showed that two potato varieties, 'Yunshu 902' and 'Yunshu 108', achieved high comprehensive scores, with scores of 0.850 and 0.608, respectively, while 'Yunshu 506' and 'Yunshu 401' achieved medium scores, with scores of 0.010 and -0.011, respectively. The lower scores belong to 'Yunshu 103' and 'Yunshu 701', which were -0.905 and -0.964, respectively. An analysis of the performance differences of 51 potato varieties under specific conditions were conducted, which helps to optimize variety selection and planting management strategies. The study provides a practical planting basis not only for further optimizing regional potato variety layout structure and accelerating the renewal of new varieties, but also for enhancing the market competitiveness in main potato production areas in Yunnan Province.

Key Words: potato; variety comparison; yield; membership function; comprehensive evaluation

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 粮、菜、饲兼用^[1], 在云南省是仅次于玉米和水稻的第三大粮食作物, 种植广泛并形成周年生产的特点^[2,3]。当前, 马铃薯产业已成为促进云南省部分贫困地区农民增收和高原特色农业发展的重要支柱性产业之一^[4,5]。但其品种更新换代慢、市场竞争力严重不足等问题也亟待解决^[6-9]。挑选优良品种进行品种比较试验和品种综合评价, 是解决这一系列问题最行之有效的措施。

品种比较和品种综合评价是结合田间调查和数学分析对品种的农艺性状、产量性状、适应能力等方面的综合表现进行系统评价, 能深入了解不同品种在特定条件下的表现差异, 并探索其对于特定因素或处理的响应, 对理解品种适应性、指导品种选择、发现优质品种等方面具有重要意义。目前, 许

多国家和地区通过品种比较试验选出一批既高产优质又适应当地气候的优良品种。在国外, Filippova等^[10]确定了最适合俄罗斯Volga-Vyatka地区土壤和气候的马铃薯品种; Islam等^[11]通过比较韩国选育的32个马铃薯品种, 选出其中的高产优质品种; 另外, Sood等^[12]、Tessema等^[13]、Ayimbire^[14]等也通过品种比较筛选出适应印度、埃塞俄比亚、加纳几内亚等地种植的优良品种。在国内, 品种比较试验应用更为广泛, 王鹏等^[15]对22个马铃薯品种进行综合评价, 选出‘宣薯5号’等优良品种; 王慧杰等^[16]、尼玛卓嘎等^[17]、王乾等^[18]、蒋彤晖等^[19]、相丛超等^[20]、闫雷等^[21]、周瑞和付梅^[22]、吴琪滢等^[23]在山西、西藏、甘肃、湖北、河北、山东等省(自治区)通过品种比较筛选出适应当地种植的马铃薯品种。在云南省, 虽然针对马铃薯品种的比较研究很多,

但系统评价及综合筛选的研究少见报道。因此,本研究以云南省自主选育的51个马铃薯新品种为试验材料,在以德宏自治州为典型代表的冬作区开展马铃薯品种比较试验,对这51个马铃薯种薯分别进行药剂催芽、室温贮藏以及低温冷藏处理,并进行综合评价,以期筛选出适宜在该区域推广种植的不同用途马铃薯优良品种,为进一步优化马铃薯区域品种布局结构、加快新品种更新换代和提高云南省马铃薯主产区市场竞争力提供种植依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地点及供试材料

试验于2022~2023年在德宏州农业科学研究所(芒市)试验基地进行,试验期间温湿度见图1。土壤类型为沙壤土,地力较为良好,底肥施用两种复合肥和有机肥。一种复合肥(N:P₂O₅:K₂O=15:10:22)施用120 kg/667m²,另一种复合肥(N:P₂O₅:K₂O=13:8:15)施用40 kg/667m²,有机肥施用200 kg/667m²。试验所用51份马铃薯材料为云南省农业科学院经济作物研究所马铃薯中心多年选育的云薯系列

品种(表1),大部分品种已通过国家或省级新品种审定或登记,其余品种已经通过区域试验或多点试验,进入新品种登记流程。种薯级别为原原种(按照NY/T 2716—2015标准^[24]去除不合格种薯后随机挑选种薯),高度保持了该品种的特征特性。

1.2 试验设计

试验均采用条区试验设计。A因素为不同品种;B因素为种薯的不同处理方式[在室温下正常通过休眠(B1)、使用1%硫脲+20 mg/L GA₃浸泡30 min催芽^[25]通过休眠(B2)、收获后放入4~6℃冷库,在播种前1个月取出(B3)],试验种薯均为2022年7月收获,按照不同试验处理方式分别存放,通过休眠后于11月15日播种。3次重复,每小区16株(大垄双行,1 m×2.5 m=2.5 m²)。51个品种依据其相应特性分成5组。示范组(A1):推广示范中表现极好的品种;加工组(A2):淀粉加工型和薯片加工型品种;冬作组(A3):冬作表现较好的品种;大春组(A4):更适应大春条件的品种;特色组(A5):彩色皮肉及较有特点的品种。每组8~12个品种(表2)。

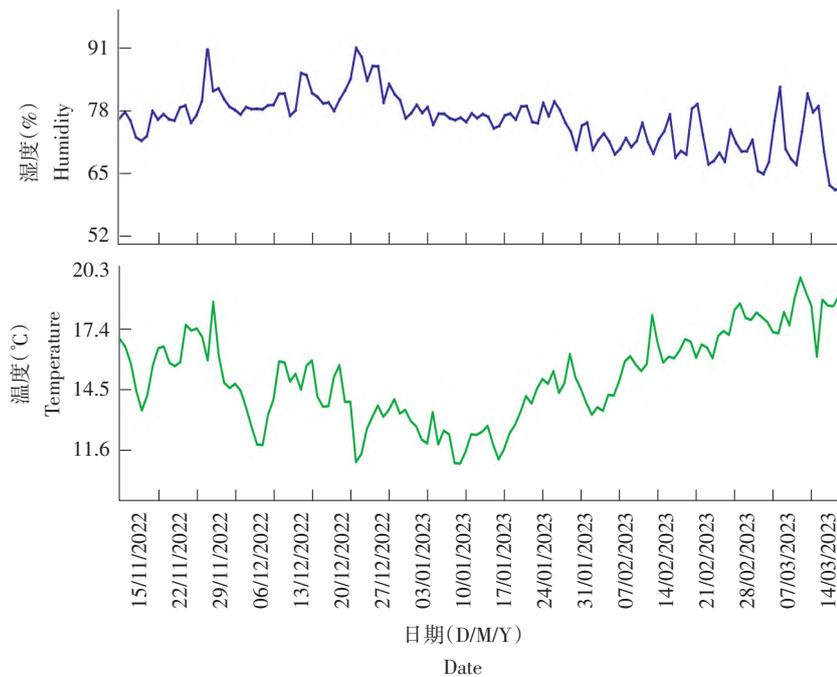


图1 试验所在地试验期间温度和湿度情况

Figure 1 Temperature and humidity at experimental site during experiment

表1 51个马铃薯品种名称及登记和审定信息

Table 1 Registration and approval information of 51 potato varieties tested

序号 No.	品种 Variety	审定信息 Registration and approval information	序号 No.	品种 Variety	审定信息 Registration and approval information
1	云薯 101	国审薯2008003	27	云薯 501	滇特(昆明)审马铃薯200501号
2	云薯 102	滇审马铃薯200701号	28	云薯 502	滇特(普洱)审马铃薯2011002号
3	云薯 103	国审薯2010006	29	云薯 503	滇特(文山)审马铃薯2008001号
4	云薯 104	滇审马铃薯2016007号	30	云薯 504	进入登记流程
5	云薯 105	国审薯2015006	31	云薯 505	滇特(德宏)审马铃薯2011004号
6	云薯 107	滇审马铃薯2016009号	32	云薯 506	滇特(德宏)审马铃薯2012005号
7	云薯 108	GPD马铃薯(2021)530114	33	云薯 507	进入登记流程
8	云薯 109	GPD马铃薯(2021)530115	34	云薯 508	进入登记流程
9	云薯 110	进入登记流程	35	云薯 601	滇审马铃薯2009001号
10	云薯 111	GPD马铃薯(2021)530019	36	云薯 602	CNA20100903.3
11	云薯 112	GPD马铃薯(2021)530020	37	云薯 603	滇审马铃薯2014002号
12	云薯 113	GPD马铃薯(2021)530021	38	云薯 604	CNA20110101.1
13	云薯 114	进入登记流程	39	云薯 605	进入登记流程
14	云薯 115	进入登记流程	40	云薯 606	进入登记流程
15	云薯 116	进入登记流程	41	云薯 607	进入登记流程
16	云薯 117	进入登记流程	42	云薯 608	CNA20141583.3
17	云薯 201	国审薯2008004	43	云薯 701	滇特(昭通)审马铃薯2012003号
18	云薯 202	滇审马铃薯2013001号	44	云薯 702	进入登记流程
19	云薯 203	滇特(昭通)审马铃薯2012001号	45	云薯 703	进入登记流程
20	云薯 205	滇审马铃薯2016011号	46	云薯 801	滇特(曲靖)审马铃薯2014001号
21	云薯 301	滇审马铃薯200702号	47	云薯 802	进入登记流程
22	云薯 303	滇审马铃薯2012004号	48	云薯 901	粤审薯2015001号
23	云薯 304	滇审马铃薯2016019号	49	云薯 902	滇审马铃薯2016018号
24	云薯 305	滇审马铃薯2016017号	50	云薯 903	进入登记流程
25	云薯 306	粤审薯20160007号	51	云薯 904	进入登记流程
26	云薯 401	滇审马铃薯2014001号			

表2 51个马铃薯品种的分组情况

Table 2 Groups derived from 51 potato varieties

序号 No.	示范组(A1) Demonstration group	加工组(A2) Processing group	冬作组(A3) Winter cropping group	大春组(A4) Spring cropping group	特色组(A5) Specialty group
1	云薯 801	云薯 201	云薯 501	云薯 102	云薯 601
2	云薯 608	云薯 202	云薯 502	云薯 103	云薯 602
3	云薯 606	云薯 203	云薯 503	云薯 104	云薯 603
4	云薯 108	云薯 205	云薯 504	云薯 105	云薯 604
5	云薯 401	云薯 301	云薯 506	云薯 109	云薯 605
6	云薯 107	云薯 303	云薯 507	云薯 110	云薯 607
7	云薯 116	云薯 304	云薯 508	云薯 111	云薯 701
8	云薯 702	云薯 306	云薯 901	云薯 112	云薯 703
9	云薯 305		云薯 903	云薯 113	云薯 101
10	云薯 505		云薯 904	云薯 114	云薯 802
11	云薯 902			云薯 115	
12				云薯 117	

1.3 测定内容与方法

播种后, 调查并记录马铃薯生育期间温湿度及性状指标。

(1)播种期: 播种的日期;

(2)出苗期: 隔1 d调查1次, 出苗达到75%的日期, 作为出苗期;

(3)出苗株数: 播种20 d后, 每隔1 d调查1次, 直至全部出苗;

(4)苗势: 9级制, 级数越大苗势越强;

(5)长势: 9级制, 级数越大长势越强;

(6)收获成熟度: 9级制, 级数越大越早熟。

除此以外, 有75%品种进入成熟期时进行收获, 参照品种比较试验要求调查块茎指标。(1)测定大中小薯数量、质量及缺陷品质鉴定(空心 and 褐斑率); (2)块茎大小得分以及块茎形状整齐度得分

(9级制), 并计算商品薯率^[26]。商品薯率(%)= $\frac{m_{大薯} + m_{中薯}}{m_{总}} \times 100$, 式中, m 代表质量。

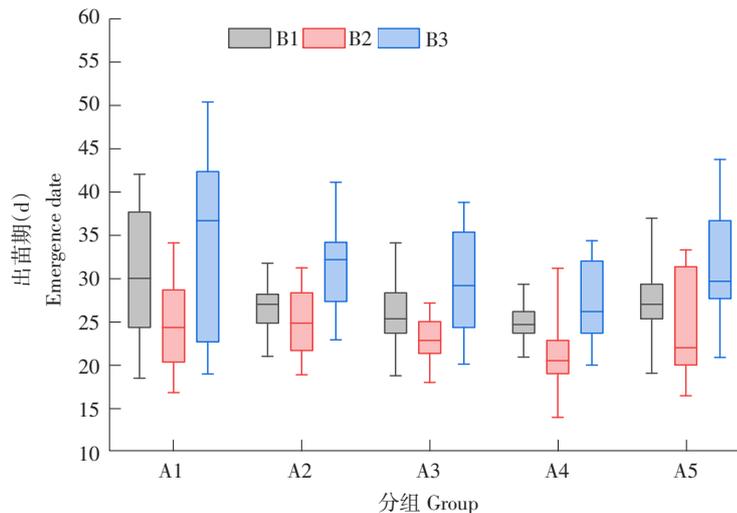
1.4 数据处理与分析

用Microsoft Excel 2016软件对51份材料调查数据进行整理计算, 利用Origin Pro 2021软件进行图表绘制, 用SPSS 23软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同组别及不同处理种薯出苗差异

从出苗的整体情况来看(图2), 示范组、加工组、冬作组、大春组和特色组5个组的51个马铃薯品种中, 出苗期呈现的趋势一致, 为B2 > B1 > B3, 说明药剂催芽后对出苗都有促进作用, 而低温贮藏能延迟其出苗期。



注: A1、A2、A3、A4及A5分别表示示范组、加工组、冬作组、大春组和特色组, B1、B2和B3表示室温贮藏、药剂催芽和低温冷藏3种处理。误差线为标准差(SD)。下同。

Note: A1, A2, A3, A4 and A5 represent the demonstration group, processing group, winter cropping group, spring cropping group and specialty group, and B1, B2 and B3 represent room temperature storage, chemical sprouting and low temperature storage. The error bar is the standard deviation (SD). The same below.

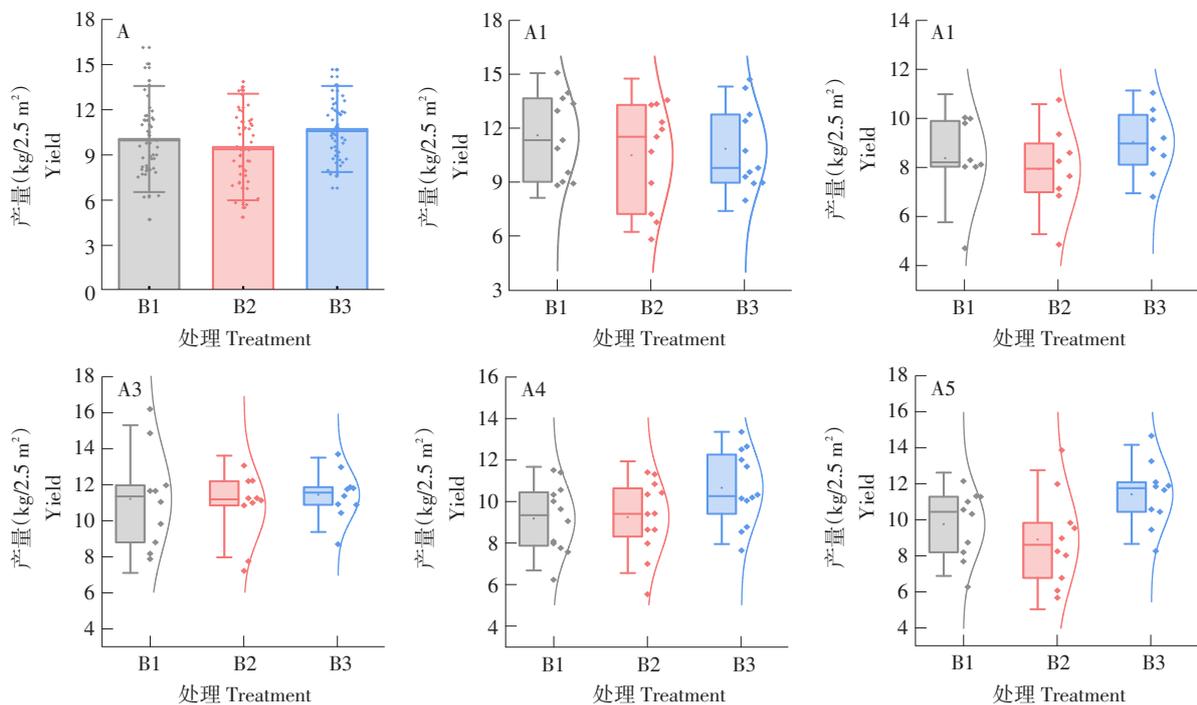
图2 51个马铃薯品种在3种处理下的出苗期变化箱式图

Figure 2 Box-plot of changes in emergence date of 51 potato varieties under three treatments

2.2 不同组别及不同种薯处理间产量差异分析

不同组别及不同处理间的产量方差分析结果表明, 3种处理间产量差异极显著($F = 9.713$, $P < 0.001$), 说明催芽或低温贮藏缩短或延长休眠会对产量产生极显著影响。药剂催芽在一定程度上降

低了产量, 而低温贮藏能提高产量(图3)。5个组之间的产量也存在极显著差异($F = 17.134$, $P < 0.001$); 组别和处理交互作用不显著($F = 1.754$, $P = 0.084$), 表明不同组别与不同处理方式的交互作用对马铃薯产量的影响不显著(表3)。



注: 图中A为不同种薯处理方式对马铃薯块茎产量影响的柱形图。A1~A5为在不同组别下种薯处理方式对马铃薯块茎产量影响的箱式图。

Note: A is a histogram showing the effects of different seed potato treatment methods on potato tuber yield. A1–A5 are box-plots showing the effects of seed potato treatment methods on potato tuber yield in different groups.

图3 51个马铃薯品种在3种种薯处理下的产量变化
Figure 3 Yield changes of 51 potato varieties under three treatments

表3 不同种薯处理产量方差分析
Table 3 Analysis of variance in seed potato yield under different treatments

变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F	P
组别 Group	387.583	4	96.896	17.134	<0.001
处理 Treatment	109.854	2	54.927	9.713	<0.001
组别 × 处理 Group × Treatment	79.345	8	9.918	1.754	0.084
误差 Error	2 510.860	444	5.655		

2.3 农艺性状相关性

对调查的部分农艺性状进行相关性分析(表4)。苗势与长势之间呈极显著正相关, 说明苗势好的品种, 其长势更好; 长势与收获成熟度之间极显著负相关, 说明长势好的品种, 收获时块茎越不成熟; 苗势与单株结薯数之间显著正相关, 表明幼苗生长情况会影响结薯数; 单株产量、大薯率、块茎大小和商品薯率4个性状之间极显著正相关, 说明单

株产量高的品种, 其大薯率、商品薯率等也越高。

2.4 51个马铃薯品种农艺性状因子分析及隶属函数综合评价

2.4.1 因子分析适应性检验

由表5可知, KMO(Kaiser–Meyer–Olkin)值为0.661, 大于临界值0.6, 可以进行因子分析; Bartlett的球形度检验结果显示, $P < 0.001$, 小于0.05, 也说明选取的指标适合进行因子分析。

表4 51个马铃薯品种农艺性状相关性

Table 4 Correlation of agronomic traits among 51 potato varieties

性状 Trait	出苗期 Emergence date	出苗率 Emergence percentage	苗势 Seedling vigor	长势 Growth vigor	收获成熟度 Harvest maturity	单株结薯数 Tuber number per plant	单株产量 Yield per plant	大薯率 Large tuber percentage	商品薯率 Marketable tuber percentage	块茎大小 Tuber size
出苗率 Emergence percentage	0.273									
苗势 Seedling vigor	0.165	0.166								
长势 Growth vigor	0.119	0.091	0.778**							
收获成熟度 Harvest maturity	-0.100	-0.030	-0.240	-0.413**						
单株结薯数 Tuber number per plant	-0.060	-0.250	0.321*	0.169	-0.160					
单株产量 Yield per plant	-0.010	-0.260	-0.050	-0.140	0.151	0.426**				
大薯率 Large tuber percentage	0.247	0.113	-0.010	-0.060	0.145	-0.100	0.631**			
商品薯率 Marketable tuber percentage	0.262	0.207	0.099	0.172	-0.120	-0.030	0.453**	0.653**		
块茎大小 Tuber size	0.186	0.145	-0.190	-0.200	0.184	-0.060	0.681**	0.767**	0.467**	
块茎形状整齐度 Tuber shape uniformity	-0.030	0.167	-0.100	-0.110	0.217	-0.050	-0.003	0.119	0.154	0.083

注: *和**分别表示在0.05和0.01水平显著。

Note: * and ** indicate significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

表5 51个马铃薯品种的农艺性状因子分析适应性检验

Table 5 Adaptability test of agronomic trait factor analysis for 51 potato varieties

KMO 取样适切性量数 KMO sampling suitability quantity		0.661
Bartlett 的球形度检验 Bartlett's sphericity test	近似卡方 自由度	788.896 91
	显著性	<0.001

2.4.2 公因子提取

由表6可知,前5个公因子解释了全部方差的88.043%,说明提取的5个公因子能够代表原来14个衡量马铃薯性状和产量指标的88.043%。表明数据信息损失少,可以较好的解释初始数据,故提

取5个公因子: Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 。

2.4.3 综合评价

根据因子得分模型按照方差贡献率提取出5个公因子: Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 ,将各个因子与SPSS软件输出的成分得分系数与方差贡献率进行加权、求和,得到51个马铃薯品种产量及相关性状综合得分(表7),表中5个因子只列出贡献率最大的 Y_1 、 Y_2 ,但综合得分 Y 为5个因子共同计算的结果。得分排名结果显示,‘云薯902’(综合得分 $Y=0.850$)、‘云薯108’(综合得分 $Y=0.608$)得分较高;‘云薯506’(综合得分 $Y=0.010$)、‘云薯401’(综合得分 $Y=-0.011$)得分中等;‘云薯103’(综合得分 $Y=-0.905$)、‘云薯701’(综合得分 $Y=-0.964$)得分较低;其他品种得分在他们之间。

表6 农艺性状的总方差解释
Table 6 Total variance explanation of agronomic traits

成分 Component	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	Initial eigenvalue			Extract sum of squares of load			Sum of squares of rotational load		
	总计 Total	方差百分比 Variance percentage	累积(%) Cumulative	总计 Total	方差百分比 Variance percentage	累积(%) Cumulative	总计 Total	方差百分比 Variance percentage	累积(%) Cumulative
1	5.710	40.785	40.785	5.710	40.785	40.785	4.104	29.317	29.317
2	2.161	15.436	56.221	2.161	15.436	56.221	2.478	17.700	47.017
3	1.790	12.788	69.009	1.790	12.788	69.009	2.327	16.620	63.637
4	1.505	10.753	79.761	1.505	10.753	79.761	1.825	13.038	76.676
5	1.159	8.281	88.043	1.159	8.281	88.043	1.591	11.367	88.043
6	0.499	3.567	91.610						
7	0.447	3.195	94.805						
8	0.279	1.989	96.795						
9	0.180	1.287	98.081						
10	0.138	0.985	99.067						
11	0.072	0.511	99.578						
12	0.035	0.253	99.831						
13	0.015	0.105	99.936						
14	0.009	0.064	100						

表7 产量及相关性状综合得分
Table 7 Comprehensive score of production and related traits

序号 No.	品种 Variety	Y ₁	Y ₂	Y	序号 No.	品种 Variety	Y ₁	Y ₂	Y
1	云薯902	1.030	0.941	0.850	27	云薯401	-0.465	0.629	-0.011
2	云薯108	2.126	-0.879	0.608	28	云薯305	0.299	0.696	-0.075
3	云薯605	0.331	0.757	0.539	29	云薯304	-1.137	0.660	-0.083
4	云薯703	1.006	-1.343	0.509	30	云薯114	0.836	0.250	-0.111
5	云薯901	1.575	1.064	0.500	31	云薯105	-0.429	0.085	-0.135
6	云薯607	-0.932	2.211	0.489	32	云薯115	0.560	-0.742	-0.140
7	云薯116	1.276	0.760	0.475	33	云薯109	-1.103	0.147	-0.185
8	云薯606	1.689	-0.024	0.462	34	云薯104	0.251	0.022	-0.221
9	云薯602	0.237	1.391	0.450	35	云薯102	-1.051	-0.279	-0.227
10	云薯802	0.273	1.833	0.439	36	云薯201	-0.369	-1.582	-0.239
11	云薯608	1.447	0.251	0.385	37	云薯107	-0.423	-0.750	-0.241
12	云薯507	0.243	1.078	0.351	38	云薯603	-0.975	0.110	-0.274
13	云薯117	-0.045	0.596	0.330	39	云薯205	-1.158	-0.107	-0.330
14	云薯508	2.239	-0.943	0.329	40	云薯503	-1.114	-0.424	-0.361
15	云薯904	0.055	0.271	0.315	41	云薯303	-2.270	1.289	-0.381
16	云薯203	-0.525	-0.337	0.276	42	云薯306	0.520	-1.125	-0.429
17	云薯601	0.558	-0.235	0.264	43	云薯111	-0.224	-0.653	-0.433
18	云薯801	0.255	-0.481	0.248	44	云薯112	-1.036	0.596	-0.464
19	云薯505	0.625	-0.883	0.244	45	云薯101	-0.437	-1.594	-0.495
20	云薯903	0.688	1.491	0.221	46	云薯702	-0.445	-0.491	-0.520
21	云薯604	0.661	0.421	0.215	47	云薯202	-0.973	-0.922	-0.522
22	云薯504	0.845	-0.891	0.209	48	云薯113	-0.904	0.196	-0.537
23	云薯301	-1.477	1.350	0.176	49	云薯501	-0.606	-1.923	-0.668
24	云薯502	0.701	0.599	0.048	50	云薯103	-1.734	-0.798	-0.905
25	云薯110	0.292	0.932	0.012	51	云薯701	-1.209	-2.583	-0.964
26	云薯506	0.423	-0.636	0.010					

3 讨 论

自主选育的51个马铃薯品种是在不同年份和不同季节选育出来的,在冬作条件下表现如何尚不清楚。本试验在冬作条件下,对这51个品种进行综合评价,能客观、准确地评价出品种间的差异,筛选出适合冬作条件、综合表现优良的品种进行推广,为进一步优化马铃薯区域品种布局结构,加速品种更新换代,提升云南省马铃薯主产区市场竞争力提供了可靠的种植依据。另外,本研究系统地比较了3种不同种薯的处理方式对马铃薯产量的影响。结果表明,3种处理方式间产量有极显著的差异。本试验品种的种薯贮藏期比较长,播种时均通过了休眠,休眠期短的品种种薯已接近衰老期,故表现出药剂催芽在一定程度上降低产量,而低温贮藏在一定程度上提高产量。但是示范组并不服从这种规律,可能是因为示范组的各个品种休眠差异大造成的,关于这些品种的休眠情况以及休眠期长短是否会对种薯处理造成影响,需要进一步研究才能得出结论。值得注意的是,低温贮藏可以延长种薯贮藏时间^[27],而药剂催芽能提前破除休眠^[28,29],这给种植者提供了更多的种薯处理策略。本研究综合评价的结果显示,在这51个品种中,‘云薯902’‘云薯108’综合表现较好,这与王荣芳等^[30]、隋启君等^[31]、姜波等^[32]的试验结果基本一致,这表明‘云薯902’‘云薯108’是较为优良的品种,可以进一步推广使用。该研究结果为马铃薯种植和育种提供了重要的科学依据,有助于优化品种选择和种植管理策略,提高农作物产量和质量,促进特色农业可持续发展。

本试验虽然在前人研究的基础上,对51个马铃薯品种进行了全面的评估,补足了前人研究使用品种较少的短板。但是,本试验也存在一定的不足之处。首先,本试验目前只进行了一年,受环境因素影响,可能导致产量等结果不稳定。其次,研究范围仅限于特定的气候和土壤条件,因此对于其他地区的适用性需要进一步研究。未来可进一步探究不同品种休眠差异的原因以及休眠的调控机制,为马铃薯产业的可持续发展提供更

多选择。同时,可以扩大试验研究范围,涵盖更多不同类型的马铃薯品种,更好地了解不同品种的特性,以增加研究结果的普适性和可靠性。

[参 考 文 献]

- [1] 刘悦善,第红君,王华,等. 甘肃中部旱作区专用型马铃薯品种筛选与评价[J]. 种子, 2023, 42(2): 133-140.
- [2] 卢丽丽,包丽仙,刘凌云,等. 云南省马铃薯产业及贸易分析[J]. 作物研究, 2018, 32(3): 227-233.
- [3] 桑月秋,杨琼芬,刘彦和,等. 云南省马铃薯种植区域分布和周年生产[J]. 西南农业学报, 2014, 27(3): 1003-1008.
- [4] 吴郁青,包丽仙,田志梅,等. 马铃薯产业在加快云南省扶贫攻坚中的重要作用探讨[J]. 云南农业科技, 2019(4): 20-22.
- [5] 金璟,张涛. 云南马铃薯产业区域竞争力比较分析[J]. 云南农业大学学报: 社会科学版, 2022, 16(1): 98-107.
- [6] 平秀敏,李永贤,张林. 云南省马铃薯产业发展现状及对策建议[J]. 中国农技推广, 2022, 38(11): 10-11, 31.
- [7] 杨琼芬,徐发海,刘绍文,等. 乌蒙山区马铃薯产业调研与分析[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(5): 312-316.
- [8] 庞泽,田国奎,王海艳,等. 我国马铃薯产业发展现状及展望[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(7): 148-154.
- [9] 郝若诗. 云南省马铃薯绿色生产技术采用行为与效果研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [10] Filippova S, Eliseeva L, Selivanov A, et al. Comparative evaluation of potato varieties bred in Russia and Belarus [J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 604(1): 12037.
- [11] Islam J, Choi S P, Azad O K, et al. Evaluation of tuber yield and marketable quality of newly developed thirty-two potato varieties grown in three different ecological zones in South Korea [J]. Agriculture-Basel, 2020, 10(8): 1-15.
- [12] Sood S, Bhardwaj V, Kumar V, et al. BLUP and stability analysis of multi-environment trials of potato varieties in sub-tropical Indian conditions [J]. Heliyon, 2020, 6(11): e05525.
- [13] Tessema L, Mohammed W, Abebe T. Evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties for yield and some agronomic traits [J]. Open Agriculture, 2020, 5(1): 63-74.
- [14] Ayimbire A, Laary J K, Akoljo J A, et al. Comparing the growth and yield performance of six different varieties of frafra potato

- (*Solenostemon rotundifolius* Poir) grown under rain-fed conditions in the Guinea Savanna ecological zone of Ghana [J]. *PLoS One*, 2022, 17(11): e0276566.
- [15] 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.
- [16] 王慧杰, 霍利光, 南洋, 等. 山西省旱作区马铃薯新品种(系)引进适应性鉴定及评价 [J]. *中国马铃薯*, 2023, 37(1): 10-17.
- [17] 尼玛卓嘎, 祁驰恒, 曾钰婷, 等. 西藏自治区不同鲜食马铃薯品种适应性评价 [C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与种业创新. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2023.
- [18] 王乾, 崔长磊, 孙莎莎, 等. 南方马铃薯品种引种适应性评价 [J]. *中国马铃薯*, 2021, 35(2): 106-117.
- [19] 蒋彤晖, 叶夕苗, 余斌, 等. 甘肃省马铃薯区试品种产量性状和环境鉴别力评价分析 [J]. *核农学报*, 2022, 36(6): 1262-1272.
- [20] 相丛超, 樊建英, 李东玉, 等. 6个马铃薯品种(系)在河北二季作区春秋两季的适应性评价 [J]. *中国马铃薯*, 2022, 36(5): 405-412.
- [21] 闫雷, 邹莹, 沈艳芬, 等. 利用不同分析模型评价湖北省马铃薯品种比较试验 [J]. *江苏农业科学*, 2022, 50(23): 96-101.
- [22] 周瑞, 付梅. 高产优质马铃薯新品种筛选试验 [J]. *耕作与栽培*, 2022, 42(4): 74-76.
- [23] 吴琪滢, 李德明, 郭志乾, 等. 西北地区不同马铃薯种质资源产量和营养品质综合分析与评价 [J]. *中国马铃薯*, 2021, 35(6): 489-499.
- [24] 中华人民共和国农业部. NY/T 2716—2015 马铃薯原原种等级规格 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2015.
- [25] 张国. 脱毒马铃薯不同级别种薯的萌芽特性及休眠破除技术研究 [D]. 成都: 四川农业大学, 2011.
- [26] 魏福龙, 曾路生, 李俊良, 等. 膜下滴灌不同追肥处理对马铃薯商品薯率及微量元素吸收效率的影响 [J]. *中国农学通报*, 2018, 34(10): 28-34.
- [27] 朱嘉心. 凉山州高寒山区马铃薯耐贮性品种及贮藏保鲜控芽剂筛选 [D]. 成都: 四川农业大学, 2022.
- [28] 钟蕾. 生长调节剂对马铃薯贮藏期休眠及萌发的影响 [D]. 成都: 四川农业大学, 2017.
- [29] 张雄强, 唐炳方, 吴常习. 赤霉素催芽在马铃薯生产中的运用 [J]. *现代农业*, 2012(10): 21.
- [30] 王荣芳, 马智黠, 唐莉, 等. 国家马铃薯西南区中晚熟组品比试验 [J]. *耕作与栽培*, 2022, 42(4): 79-82.
- [31] 隋启君, 徐宁生, 包丽仙, 等. 广适应性马铃薯鲜食品种‘云薯902’ [J]. *中国马铃薯*, 2021, 35(5): 421-423.
- [32] 姜波, 于晓刚, 李辉, 等. 呼伦贝尔市岭南地区马铃薯新品种引种试验 [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.