

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2023)01-0001-09

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2023.01.001

遗传育种

早熟马铃薯品种淀粉含量和淀粉产量的表现及其稳定性

马力¹, 张峰¹, 马达², 孙海洋¹, 李慧丽¹, 吕文河^{3*}

(1. 北大荒黑土薯业有限公司种薯研发中心, 黑龙江 克山农场 161621;

2. 北大荒集团克山农场有限公司, 黑龙江 克山农场 161621; 3. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 马铃薯淀粉具有其他淀粉所没有的一些优良特性, 在食品、饲料、化工、胶粘剂、造纸、纺织、可生物降解材料等领域应用广泛。高产高淀粉马铃薯品种可使农民增收, 企业增效。然而, 目前生产上尚缺乏高产高淀粉品种, 特别是早熟品种。为鉴定筛选适合淀粉加工的早熟马铃薯品种。2021和2022年, 采用随机区组设计, 4次重复, 在黑龙江省克山农场以‘尤佳70’为对照, 评价7个早熟马铃薯品种(‘东农312’‘龙薯3号’‘中薯早35’‘中薯早39’‘中薯早43’‘中薯早44’和‘中薯早45’)的块茎产量、淀粉含量和淀粉产量表现及其稳定性。‘中薯早39’块茎产量、淀粉含量和淀粉产量稳定性表现中等, 块茎产量46 643 kg/hm², 略高于供试8个品种的平均值43 676 kg/hm², 但显著高于对照品种‘尤佳70’块茎产量; 淀粉含量18.68%, 在供试的8个品种中最高, 使得其淀粉产量在供试的8个品种中最高, 达8 699 kg/hm², 与其他品种(包括对照‘尤佳70’)相比差异均显著。‘中薯早39’总体表现优良, 可以作为早熟淀粉加工型品种大面积试种。

关键词: 马铃薯; 块茎产量; 淀粉含量; 淀粉产量; 稳定性

Performance and Stability of Starch Content and Starch Yield of Early-maturing Potato Varieties

MA Li¹, ZHANG Feng¹, MA Da², SUN Haiyang¹, LI Huihui¹, LU Wenhe^{3*}

(1. Seed Potato Research and Development Center, Beidahuang Black Soil Potato Industry Co., Ltd., Keshan Farm, Heilongjiang 161621, China; 2. Keshan Farm Co., Ltd., Beidahuang Group, Keshan Farm, Heilongjiang 161621, China; 3. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: Potato starch has some excellent characteristics that other starches do not have, and it is widely used in food, feed, chemicals, adhesives, paper, textiles, biodegradable materials, and other fields. Potato varieties with high yield and starch content can increase farmers' income and enterprises' efficiency. However, there is still a lack of high-yield and high-starch varieties, especially early-maturing varieties. In order to identify and screen early-maturing potato varieties suitable for starch processing, the performance and stability of seven early-maturing potato varieties ('Dongnong 312', 'Longshu 3', 'Zhongshuzao 35', 'Zhongshuzao 39', 'Zhongshuzao 43', 'Zhongshuzao 44' and 'Zhongshuzao 45') were evaluated in 2021 and 2022 for tuber yield, starch content and starch yield, using 'Youjia 70' as a control, in Keshan Farm, Heilongjiang Province, in a randomized complete block design with four replications. The tuber yield, starch content and starch yield stability of 'Zhongshuzao 39' were medium, with 46 643 kg/ha tuber yield,

收稿日期: 2023-01-25

作者简介: 马力(1977-), 男, 硕士, 高级农艺师, 主要从事马铃薯新品种筛选、推广和脱毒种薯栽培技术等研究。

*通信作者(Corresponding author): 吕文河, 博士, 研究方向为马铃薯遗传育种, E-mail: luwenhe60@163.com。

slightly higher than the average value of 43 676 kg/ha of the eight varieties tested, but significantly higher than the control variety 'Youjia 70'. The starch content of 'Zhongshuzao 39' was 18.68%, the highest among the eight varieties tested, making its starch yield the highest, reaching 8 699 kg/ha, significantly different from other varieties (including control 'Youjia 70'). 'Zhongshuzao 39' performed well as a whole and could be used as an early maturing starch processing variety for large-scale trial.

Key Words: potato; tuber yield; starch content; starch yield; stability

马铃薯是世界第三大粮食作物和最重要的非谷类作物, 中国是世界上马铃薯第一生产大国, 种植面积和总产量约占世界总产量的1/4^[1]。与禾谷类作物相比, 马铃薯单位面积淀粉产量高、品质好, 被广泛应用于食品、饲料、化工、胶粘剂、造纸、纺织、可生物降解材料等领域。随着马铃薯生产规模的扩大, 马铃薯加工, 特别是淀粉加工, 也随之迅速发展^[2]。北大荒薯业集团有限公司是目前国内最大的马铃薯淀粉加工企业之一, 年生产的淀粉占国内生产总量的20%左右。为了加工效益最大化, 就要尽可能的延长工厂的加工期, 在原料品种的选择上就必须早、中、晚合理搭配, 但是符合加工要求的高品质马铃薯品种的种植量却很少^[3]。目前, 北大荒薯业集团有限公司使用的早熟淀粉加工品种以‘尤佳70’为主, 该品种生育期80 d左右, 淀粉含量14%左右, 基本满足加工需求, 但该品种产量低, 而且不同年份间产量差异较大, 所以迫切需要筛选出熟期短、高产、高淀粉并且稳定性好的品种。

本试验通过2年时间对8个马铃薯早熟品种进行品种适应性鉴定和产量品质比较试验, 旨在筛

选适合在黑龙江省克山农场基地使用的丰产性、稳定性和块茎品质优良的早熟淀粉加工型专用品种, 为原料基地品种使用和推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试的8个马铃薯品种分别为‘东农312’‘龙薯3号’‘中薯早35’‘中薯早39’‘中薯早43’‘中薯早44’‘中薯早45’和‘尤佳70’(CK)。其中‘东农312’由东北农业大学提供, ‘龙薯3号’由黑龙江省农业科学院经济作物研究所提供, 中薯早系列5个品种由中国农业科学院蔬菜花卉研究所提供, ‘尤佳70’由北大荒黑土薯业有限公司种薯研发中心提供。

1.2 试验地概况

试验于2021~2022年在北大荒集团黑龙江克山农场有限公司科技园区内进行。试验地位于E 125°22', N 48°18', 海拔315 m, 2021和2022年试验地块前茬作物均为大豆。土壤类型为淋溶黑钙土, 土壤肥力中等, 碱解氮和速效钾含量偏高, 有效磷含量偏低(表1)。

表1 试验地基础肥力

Table 1 Basic fertility of the test site

有机质(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	pH
Organic matter	Alkali-hydrolyzed nitrogen	Available phosphorus	Available potassium	
40.8	301	26.5	211	6.5

2021年马铃薯生长期降雨量多于2022年, 降雨量集中在7月和8月。2022年的降雨量与常年基本持平, 2021年的旬平均气温略高于2022年(图1、图2)。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计

试验采用随机区组设计^[4,5], 共设8个处理(品种), 4次重复。小区行距90 cm, 株距20 cm, 4

行区, 面积 21.6 m² (长 6 m, 宽 3.6 m)。每个重复之间留 1.5 m 走道, 周围设立保护行。

1.3.2 试验方法

试验采用人工播种, 2021 年 5 月 3 日播种, 2022 年 5 月 11 日播种, 基施马铃薯专用肥 (N:P₂O₅:K₂O = 10:15:20) 900 kg/hm², 所有种薯先进行催芽至 0.5~1.0 cm, 然后进行切块种植, 大小 50~60 g。无灌溉条件, 苗高 20 cm 左右中耕

培土一次, 在整个生育期用小型喷药机车喷施马铃薯晚疫病防治杀菌剂 8 次, 分别为 72% 霜脲锰锌、25% 吡唑嘧菌酯、72% 霜霉威盐酸盐 + 40% 苯醚甲环唑、80% 三乙磷酸铝、氟吡菌胺霜霉威盐酸盐、氟噻唑吡乙酮、烯酰吗啉 + 20% 噻唑锌和氟啶胺。防虫药剂 4 次, 分别为 2.5% 高效氯氟氰菊酯、20% 啉虫脒、噻虫嗪和 20% 啉虫脒。人工除草 2 次。

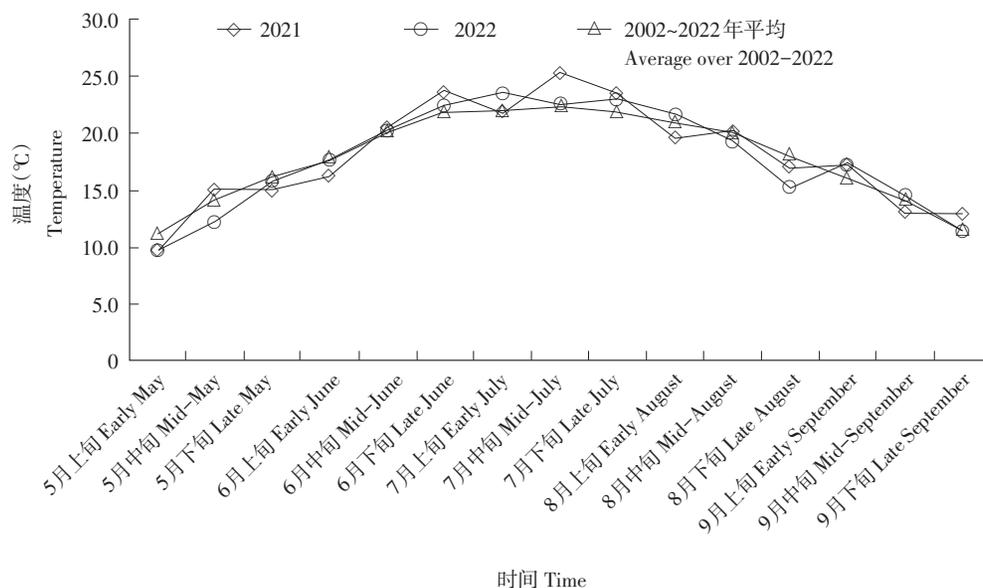


图1 2021和2022年马铃薯生长期气温及2002~2022年马铃薯生长期平均气温

Figure 1 Temperature during potato growth period in 2021 and 2022, and average temperature during potato growth period in 2002-2022

2021 和 2022 年收获期分别为 8 月 23 日和 8 月 15 日。在小区内把中间 2 行全部起收测产, 即收获小区面积为 6 m × 0.9 m × 2 = 10.8 m², 称量块茎 (直径 ≥ 3 cm) 重量, 然后折合成公顷产量。

1.4 块茎淀粉含量测定方法

马铃薯块茎淀粉含量测定采用水比重法^[6], 收获后 2 周内测定。淀粉产量根据块茎产量和淀粉含量计算: 淀粉产量 (kg/hm²) = 块茎产量 (kg/hm²) × 块茎淀粉含量 (%)。

1.5 数据处理

采用 DPS v18.10 数据处理系统对两年试验数据作联合方差分析 (品种、年份固定, 随机区组

模型) 和处理 (品种) 平均值比较 (Least significant difference, LSD), 采用品种 × 年份互作效应的方差估值及其变异系数进行品种相关性状的稳定性分析。

2 结果与分析

2.1 参试品种块茎产量及其稳定性分析

参试品种块茎产量在年份 (环境) 间、品种间差异极显著, 年份 × 品种互作效应也极显著 (表 2)。

2021 年总产平均值 48 598 kg/hm², 2022 年总产平均值 38 754 kg/hm², 两年总产平均值差异极显著 (表 2、表 3)。

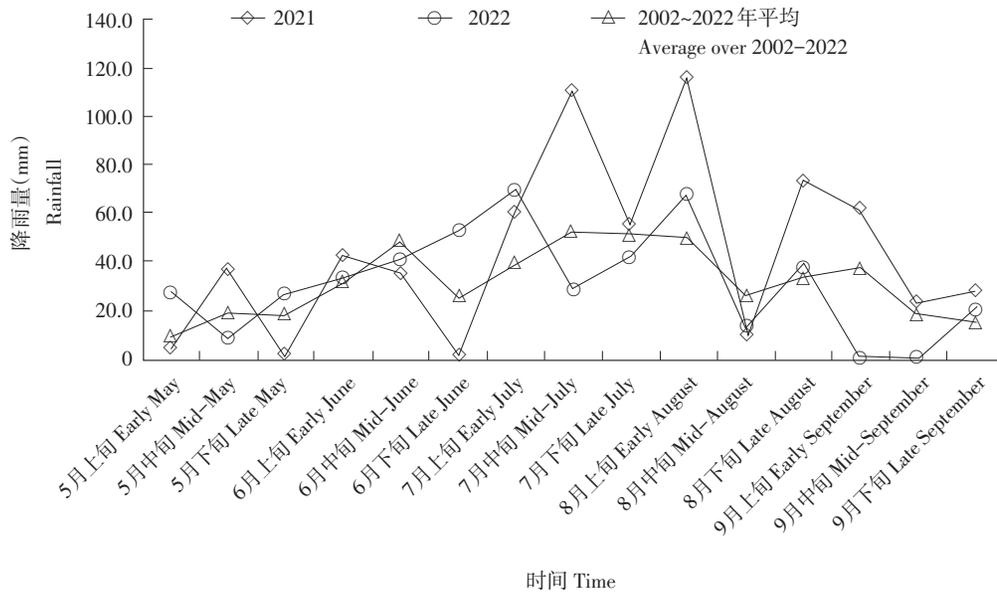


图2 2021和2022年马铃薯生长期降雨量及2002~2022年马铃薯生长期平均降雨量

Figure 2 Rainfall during potato growth period in 2021 and 2022, and average rainfall during potato growth period in 2002–2022

表2 参试品种块茎产量联合方差分析

Table 2 Combined analysis of variance for tuber yield of tested varieties

变异来源 Source of variation	DF	SS	MS	F	Prob.
年份内区组 Block within year	6	222 576 259.37	37 096 043.23	1.14	0.355 0
年份 Year	1	1 550 379 796.89	1 550 379 796.89	47.75	<0.000 1
品种 Variety	7	3 767 222 012.26	538 174 573.18	16.58	<0.000 1
品种 × 年份 Variety × Year	7	1 798 202 599.19	256 886 085.60	7.91	<0.000 1
试验误差 Error	42	1 363 572 026.00	32 466 000.62		
总变异 Total variation	63	8 701 952 693.71			

2021年块茎产量变化39 822~57 618 kg/hm², ‘中薯早44’产量最高, ‘尤佳70’产量最低; 2022年块茎产量变化20 165~49 414 kg/hm², ‘中薯早35’产量最高, ‘尤佳70’产量最低。两年品种块茎产量平均值变化29 994~52 585 kg/hm², ‘东农312’产量最高, ‘尤佳70’产量最低。两年块茎产量平均值43 676 kg/hm², 5个品种(‘东农312’‘中薯早44’‘中薯早35’‘中薯早45’和‘中薯早39’)块茎产量高于43 676 kg/hm²。所有被测品种块茎产量均高于对照‘尤佳70’, 其中6个品种(‘东农

312’‘中薯早44’‘中薯早35’‘中薯早45’‘中薯早39’和‘中薯早43’)块茎产量和对照差异显著。品种 × 年份互作方差的相对变异度变异系数变化为1.43~31.69, 平均值16.60。2个品种(‘东农312’和‘中薯早44’)的变异系数低于平均值, 稳定性好, ‘中薯早45’和‘中薯早39’的变异系数接近平均值, 稳定性中等。‘龙薯3号’变异系数最大, 稳定性最差。综合考虑品种块茎产量表现及其稳定性参数, 认为‘东农312’和‘中薯早44’块茎产量高且稳定性好, 总体表现很好; ‘中薯早35’

‘中薯早45’和‘中薯早39’块茎产量超过两年块茎产量平均值, 变异系数除‘中薯早35’外变异系数中等大小, 总体表现较好; ‘尤佳70’(CK)块茎产量表现最差, 产量低且不稳定(表3)。

表3 参试品种块茎产量表现和稳定性

Table 3 Tuber yield performance and stability of tested varieties

品种 Variety	块茎产量(kg/hm ²) Tuber yield (kg/ha)			品种×年份互作 Variety×year interaction	
	2021	2022	平均 Average	方差 Variance	变异系数 Coefficient of variation
东农312 Dongnong 312	56 977	48 193	52 585 a	561 919.92	1.43
中薯早44 Zhongshuzao 44	57 618	45 893	51 756 ab	1 769 248.62	2.57
中薯早35 Zhongshuzao 35	45 248	49 414	47 331 ab	98 133 439.14	20.93
中薯早45 Zhongshuzao 45	46 310	47 482	46 896 ab	60 673 711.39	16.61
中薯早39 Zhongshuzao 39	45 782	47 503	46 643 b	66 866 611.21	17.53
中薯早43 Zhongshuzao 43	50 569	29 978	40 274 c	57 756 843.36	18.87
龙薯3号 Longshu 3	46 458	21 407	33 932 d	115 643 409.44	31.69
尤佳70(CK) Youjia 70	39 822	20 165	29 994 d	48 145 466.72	23.13
平均 Average	48 598	38 754	43 676	56 193 831.23	16.60

注: 平均值后跟不同小写字母表示品种间差异显著。最小显著差数法。下同。

Note: Treatment means followed by different lowercase letter(s) indicate significant difference as tested using least significant difference (LSD) method. The same below.

2.2 参试品种淀粉含量及其稳定性分析

参试品种淀粉含量在年份(环境)间和品种间

差异极显著, 但是品种×年份间互作效应不显著(表4)。

表4 参试品种淀粉含量联合方差分析

Table 4 Combined analysis of variance for starch content of tested varieties

变异来源 Source of variation	DF	SS	MS	F	Prob.
年份内区组 Block within year	6	8.41	1.40	1.12	0.366 4
年份 Year	1	20.34	20.34	16.27	0.000 2
品种 Variety	7	368.06	52.58	42.05	<0.000 1
品种×年份 Variety×Year	7	17.71	2.53	2.02	0.074 5
试验误差 Error	42	52.51	1.25		
总变异 Total variation	63	467.04			

2021年淀粉含量平均值14.46%, 2022年淀粉含量平均值13.33%, 差异极显著(表4、表5)。

2021年淀粉含量变化11.02%~18.49%, ‘中薯早39’淀粉含量最高, ‘中薯早44’的最低; 2022年

淀粉含量变化9.51%~18.86%, ‘中薯早39’最高, ‘中薯早44’的最低。两年品种淀粉含量平均值变化10.26%~18.68%, ‘中薯早39’最高, ‘中薯早44’最低。两年淀粉含量平均值13.89%, 有5个品

种[‘中薯早39’‘中薯早45’‘中薯早35’‘尤佳70’(CK)和‘龙薯3号’]淀粉含量高于13.89%。与对照‘尤佳70’相比,有3个品种(‘中薯早39’‘中薯早45’和‘中薯早35’)淀粉含量高于对照,其中2个品种(‘中薯早39’和‘中薯早45’)淀粉含量与对照差异显著。值得注意的是,‘东农312’虽然块茎产量高,但淀粉含量较低,只有12.09%。品种×年份互作变异系数变化1.04~10.08,平均值4.54,总体来看,除‘中薯早43’外其余品种变异系数均较小。与平均值相比,有4个品种[‘中薯早35’‘尤佳70’(CK)、‘中薯早44’和‘东农312’]的

变异系数低于4.54,稳定性好,‘龙薯3号’‘中薯早39’和‘中薯早45’变异系数和平均值相差不大,稳定性中等。‘中薯早43’变异系数最大,表现不稳定。综合考虑品种淀粉含量表现及其稳定性,认为‘中薯早39’淀粉含量表现最好,虽然稳定性表现中等,但淀粉含量最高;‘中薯早35’淀粉表现次之,淀粉含量虽然显著低于‘中薯早39’,但与对照品种‘尤佳70’(CK)相当,且稳定性表现好;‘中薯早43’淀粉含量低且稳定性差,‘中薯早44’虽然稳定性好,但淀粉含量最低,只有10.26%,是表现较差的两个品种(表5)。

表5 参试品种淀粉含量表现和稳定性

Table 5 Starch content performance and stability of tested varieties

品种 Variety	淀粉含量(%) Starch content			品种×年份互作 Variety×year interaction	
	2021	2022	平均 Average	方差 Variance	变异系数 Coefficient of variation
中薯早39 Zhongshuzao 39	18.49	18.86	18.68 a	1.12	5.67
中薯早45 Zhongshuzao 45	15.53	15.77	15.65 b	0.94	6.20
中薯早35 Zhongshuzao 35	14.58	14.04	14.31 c	0.17	2.92
尤佳70(CK) Youjia 70	14.92	13.21	14.06 c	0.17	2.90
龙薯3号 Longshu 3	15.06	12.97	14.02 c	0.46	4.84
东农312 Dongnong 312	12.57	11.62	12.09 d	0.02	1.04
中薯早43 Zhongshuzao 43	13.47	10.63	12.05 d	1.48	10.08
中薯早44 Zhongshuzao 44	11.02	9.51	10.26 e	0.07	2.64
平均 Average	14.46	13.33	13.89	0.55	4.54

2.3 参试品种淀粉产量及其稳定性分析

参试品种淀粉产量在年份(环境)间、品种间差异极显著,年份×品种互作效应也极显著(表6)。

2021年淀粉产量平均值6 927 kg/hm²,2022年淀粉产量平均值5 281 kg/hm²,两年淀粉产量平均值差异极显著(表6、表7)。

2021年淀粉产量变化5 907~8 454 kg/hm²,‘中薯早39’淀粉产量最高,‘中薯早45’次之,‘东农312’再次之,‘尤佳70’(CK)淀粉产量最低;2022年淀粉产量变化2 662~8 945 kg/hm²,‘中薯早39’淀粉产量最高,其次是‘中薯早45’,

而2021年排名第6的‘中薯早35’跃居第3位,‘尤佳70’(CK)淀粉产量最低。两年淀粉产量平均值变化4 285~8 699 kg/hm²,‘中薯早39’最高,‘尤佳70’(CK)最低。两年淀粉产量平均值6 104 kg/hm²,有4个品种(‘中薯早39’‘中薯早45’‘中薯早35’和‘东农312’)淀粉产量高于平均值6 104 kg/hm²,这4个品种的淀粉产量和对照品种‘尤佳70’(CK)相比差异均显著。品种×年份互作变异系数变化1.40~36.43,平均值18.77。有4个品种(‘东农312’‘中薯早44’‘中薯早39’和‘中薯早45’)的变异系数低于平均值,稳定性相对较好,‘龙薯3号’

变异系数最大, 稳定性最差。综合考虑品种淀粉产量表现及其稳定性参数, 认为‘中薯早 39’淀粉产量高且稳产, 总体表现好, ‘中薯早 45’和‘东

农 312’表现较好, ‘中薯早 44’表现一般, 而‘尤佳 70’(CK)淀粉产量最低, 且稳定性差, 总体表现最差(表 7)。

表 6 参试品种淀粉产量联合方差分析

Table 6 Combined analysis of variance for starch yield of tested varieties

变异来源 Source of variation	DF	SS	MS	F	Prob.
年份内区组 Block within year	6	7 999 693.41	1 333 282.24	1.75	0.132 4
年份 Year	1	43 383 283.09	43 383 283.09	57.05	<0.000 1
品种 Variety	7	121 321 604.73	17 331 657.82	22.79	<0.000 1
品种×年份 Variety×Year	7	49 081 876.96	7 011 696.71	9.22	<0.000 1
试验误差 Error	42	31 936 269.09	760 387.36		
总变异 Total variation	63	253 722 727.29			

表 7 参试品种淀粉产量表现和稳定性

Table 7 Starch yield performance and stability of tested varieties

品种 Variety	淀粉产量(kg/hm ²) Starch yield (kg/ha)			品种×年份交互 Variety×year interaction	
	2021	2022	平均 Average	方差 Variance	变异系数 Coefficient of variation
中薯早 39 Zhongshuzao 39	8 454	8 945	8 699 a	2 285 799.28	17.38
中薯早 45 Zhongshuzao 45	7 187	7 479	7 333 b	1 878 352.62	18.69
中薯早 35 Zhongshuzao 35	6 598	6 957	6 778 bc	2 009 886.56	20.92
东农 312 Dongnong 312	7 156	5 636	6 396 c	7 996.66	1.40
中薯早 44 Zhongshuzao 44	6 360	4 410	5 385 d	46 177.70	3.99
中薯早 43 Zhongshuzao 43	6 797	3 358	5 077 de	1 605 395.13	24.96
龙薯 3 号 Longshu 3	6 960	2 800	4 880 de	3 160 054.79	36.43
尤佳 70(CK) Youjia 70	5 907	2 662	4 285 e	1 276 806.49	26.37
平均 Average	6 927	5 281	6 104	1 533 808.65	18.77

3 讨 论

近年来, 随着马铃薯产业的发展, 种植的品种也在不断的更新, 品种选择是马铃薯产量和淀粉含量提升的重要因素, 品种优劣在生产上起着关键的作用, 选择适合本生态区域且综合性状好的优质品种对马铃薯产业提质增效意义重大^[7]。中国的马铃薯育种以高产、抗病为主要目标, 几乎全部品种以高产、鲜食为主, 加工专用品种严重

缺乏^[8]。因此, 筛选高产、稳产和优质的淀粉加工专用型马铃薯品种, 对满足加工企业需求, 提高马铃薯生产技术水平, 促进马铃薯产业持续、健康发展意义重大^[9]。

试验地点的土壤和气象条件会影响马铃薯的表现, 特别是块茎产量。2021年被测的 8 个品种块茎平均产量 48 598 kg/hm², 极显著高于 2022 年的 38 754 kg/hm²。2002~2022 年 5~9 月累计降雨量平均为 470.9 mm, 旬平均温度为 17.8℃。2021 年 5~

9月累计降雨量652.1 mm, 高于常年181.2 mm, 主要是7月中旬和8月上旬降雨量高于常年一倍以上, 有利于马铃薯生长, 但9月上旬降雨量多于常年, 影响马铃薯收获, 旬平均温度为18℃, 比常年高0.2℃; 2022年5~9月累计降雨量466.9 mm, 与常年基本持平, 旬平均温度为17.7℃, 低于常年0.1℃。

品种对环境条件变化的反应可能不同, 即存在品种和环境互作。不同性状对环境条件变化的反应不同, 本试验中淀粉含量(间接由比重测得)和环境(年份)的互作不显著, 这与Killick和Simmonds^[10]的观点一致; 然而, 块茎产量和环境互作效应极显著。许多研究亦发现块茎产量和环境存在显著的互作效应^[11-16], 表明块茎产量在多个环境中评价的重要性。淀粉产量是由块茎产量×块茎淀粉含量计算后获得的, 淀粉产量和环境互作效应亦极显著。若方差分析发现品种×环境互作显著, 表明各品种在不同环境中表现出的优劣程度不一致, 需要对各品种进一步做稳定性分析, 以说明品种在不同环境条件下表现出的变异特性。评价品种稳产性的方法有很多, 常用的有Eberhart和Russell模型^[17]、Tai模型^[18]和Shukla模型^[19]。另外, 还有AMMI模型^[20,21]和GGE模型^[22]。本研究采用品种×年份互作效应的方差估值及其变异系数^[23]分析供试马铃薯品种块茎产量、淀粉含量以及淀粉产量的稳定性。在生产实际中, 最受关注的是单位面积淀粉产量, 也就是说期望块茎产量和淀粉含量相对都高。高产高淀粉品种可使农民增收, 企业增效。

从连续2年的试验数据来看, ‘东农312’块茎产量52 585 kg/hm², 在被测的8个品种中排第一位, 变异系数1.43, 稳定性也好, 但其淀粉含量偏低, 只有12.09%, 导致淀粉产量并不高。‘中薯早39’块茎产量46 643 kg/hm², 略高于供试8个品种的平均值(43 676 kg/hm²), 稳定性中等, 但其淀粉含量18.68%, 在供试的8个品种中最高, 使得其淀粉产量在供试的8个品种中最高, 达8 699 kg/hm², 与其他品种(包括对照‘尤佳70’)相比差异均显著。‘中薯早43’和‘龙薯3号’产量

低, 淀粉含量也不高, 因此淀粉产量偏低, 整体表现不好, 建议明年退出试验。在淀粉基地大面积推广的‘尤佳70’, 产量低, 稳定性差, 淀粉含量中等偏上, 淀粉产量低, 且不稳定, 因此准备淘汰, 用新品种替代, 而‘中薯早39’正好填补早熟高淀粉品种的空白, 是值得进一步展示和推广的品种。

[参 考 文 献]

- [1] 徐建飞, 金黎平. 马铃薯遗传育种研究: 现状与展望 [J]. 中国农业科学, 2017, 50(6): 990-1015.
- [2] 张红, 郑世英, 梁淑霞, 等. 高淀粉加工专用型马铃薯育种研究进展 [J]. 作物杂志, 2019(1): 9-14.
- [3] 徐宁, 张荣华, 张洪亮. 2016年黑龙江省马铃薯产业发展现状、存在问题及建议 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与精准扶贫. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2017: 47-53.
- [4] 朱孝达. 田间试验与统计方法 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2002.
- [5] 张永成, 田丰. 马铃薯试验研究方法 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [6] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [7] 陈云, 岳新丽, 王春珍, 等. 十四个马铃薯新品系在晋北地区的产量表现 [J]. 中国马铃薯, 2019, 33(5): 267-272.
- [8] 杨祁峰, 岳云, 熊春荣, 等. 中国马铃薯种植技术发展的方向—标准化栽培 [J]. 中国马铃薯, 2012, 26(2): 122-125.
- [9] 李明安, 马力, 吕文河, 等. 马铃薯品种淀粉含量和淀粉产量的表现及其稳定性分析 [J]. 中国马铃薯, 2020, 34(1): 16-21.
- [10] Killick R J, Simmonds N W. Specific gravity of potato tubers as a character showing small genotype-environment interactions [J]. Heredity, 1974, 32(1): 109-112.
- [11] Tai G C C, Young D A. Genotypic stability analysis of eight potato varieties tested in a series of ten trials [J]. American Potato Journal, 1972, 49(4): 138-150.
- [12] Flis B, Domański L, Zimnoch-Guzowska E, et al. Stability analysis of agronomic traits in potato cultivars of different origin [J]. American Journal of Potato Research, 2014, 91(4): 404-413.
- [13] Affleck I, Sullivan J A, Tarn R, et al. Genotype by environment

- interaction effect on yield and quality of potatoes [J]. Canadian Journal of Plant Science, 2008, 88(6): 1099–1107.
- [14] Yildirim M B, Caliskan C F. Genotype \times environment interactions in potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. American Potato Journal, 1985, 62(7): 371–375.
- [15] Gedif M, Yigzaw D. Genotype by environment interaction analysis for tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) using a GGE biplot method in Amhara Region, Ethiopia [J]. International Journal of Applied Science and Engineering Research, 2013, 2(5): 579–558.
- [16] De Jong H, Tai G C C, Russell W A. Yield potential and genotype–environment interactions of tetraploid–diploid (4x–2x) potato hybrids [J]. American Potato Journal, 2008, 58(4): 191–199.
- [17] Eberhart S A, Russell W A. Stability parameters for comparing varieties [J]. Crop Science, 1966, 6(1): 36–40.
- [18] Tai G C C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials [J]. Crop Science, 1971, 11(2): 184–190.
- [19] Shukla G K. Some statistical aspects of partitioning genotype–environmental components of variability [J]. Heredity, 1972, 29(2): 237–245.
- [20] Crossa J, Gauch H G, Zobel R W. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials [J]. Crop Science, 1990, 30(3): 493–500.
- [21] Zobel R W, Wright M J, Gauch H G. Statistical analysis of a yield trial [J]. Agronomy Journal, 1988, 80(3): 388–393.
- [22] Yan W K, Fetch J M, Fregeau–Reid J. Genotype \times location interaction patterns and testing strategies for oat in the Canadian Prairies [J]. Crop Science, 2011, 51(5): 1903–1914.
- [23] 莫惠栋. 农业试验统计 [M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 1992.