

马铃薯品种（系）淀粉与产量表现稳定性分析

李鑫 金光辉 王鹏程 王紫雯

(黑龙江八一农垦大学农学院, 163319, 黑龙江大庆)

摘要 为选育高淀粉加工型马铃薯品种(系), 以21份马铃薯品系和黑龙江垦区2个主栽品种垦薯1号、大西洋为试验材料, 测定马铃薯块茎产量、淀粉含量、淀粉产量及直链淀粉含量。结果表明, 马铃薯的块茎产量、淀粉含量、淀粉产量及直链淀粉含量存在着环境与基因型极显著的互作关系 ($P < 0.01$), 但基因型影响效应大于环境因素 ($P > 0.05$); 参试品种(系)的产量为 17 552~49 639 kg/hm², 淀粉含量 13.17%~19.66%, 淀粉产量 2428.17~8792.31 kg/hm², 直链淀粉含量 13.21%~21.30%; 通过与对照品种比较, 从21份马铃薯品系中筛选出高产、稳产、高淀粉含量和高淀粉产量的品系4份。结果为选育高淀粉含量、稳定性强的马铃薯品种提供科学依据。

关键词 马铃薯; 产量; 淀粉含量; 淀粉产量; 稳定性

马铃薯是世界四大粮食作物之一, 其块茎淀粉含量丰富, 含有人体所必需的七类营养物质^[1]。随着马铃薯的主粮化, 马铃薯逐渐由鲜食型向淀粉加工型转变^[2-3]。国内选育的淀粉加工品种中大多数淀粉含量低于15%, 严重制约了马铃薯淀粉产业的发展^[4]。当前我国的马铃薯淀粉需求量在100万t以上, 根据2019年中国马铃薯淀粉含量数据统计, 我国马铃薯淀粉年产量约45万t, 仍有一大部分需要进口。而且我国目前马铃薯淀粉品种淀粉含量较低, 不能达到工业发展的标准^[5]。

马铃薯淀粉是一类天然高分子化合物, 储存着大量能量, 形态通常为椭圆形或者卵形^[6-7]; 与玉米、小麦等其他作物相比, 其淀粉性质具有淀粉颗粒大、支链淀粉含量较高、口味温和和无刺激的优点。直链淀粉作为马铃薯淀粉的组成结构之一, 其聚合度很高, 在很大程度上决定马铃薯淀粉的黏度高^[8-9]。已有研究^[10]表明, 直链淀粉含量直接影响淀粉的糊化特性及加工品质。此外, 马铃薯淀粉分子中含有天然磷酸基团, 不含有脂肪酸, 可使其形成高透明度的淀粉糊^[11-12]。因此, 马铃薯淀粉被广泛应用于食品加工、化工、医药、纺织、造纸、饲料等领域^[13]。

本试验选用黑龙江垦区2个主栽淀粉加工品种垦薯1号和大西洋, 以及21份高淀粉马铃薯品系, 通过对不同品种(系)的产量、淀粉含量、淀粉产

量及直链淀粉含量进行稳定性分析, 筛选高产、稳产、淀粉含量稳定的马铃薯品系, 为提高马铃薯生产水平提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

21份马铃薯高世代品系(表1)均来源于黑龙江八一农垦大学马铃薯研究所, 以垦薯1号和大西洋为对照, 品系鉴定参考《农作物种质资源鉴定技术规程 马铃薯》(NY/T 1303-2007)^[14]。马铃薯材料连续2年(2019-2020年降雨量分别为675和730mm)种植在黑龙江农垦克山农场, 5月初采用人工播种, 在播种后出苗前喷施除草剂, 苗高约15cm时, 采用动力中耕进行追肥覆土, 整个生育期喷5~6遍农药预防病虫害, 9月20日左右收获。收获后14d内测定淀粉含量及提取淀粉。

表1 马铃薯品种(系)父本、母本及其编码
Table 1 Male and female parents and codes of potato varieties (strains)

序号 Number	品种(系) Variety (strain)	父本 Male parent	母本 Female parent
1	ND17-147-6	实 11-1-2	11-1-28
2	ND17-147-26	实 11-1-2	11-1-28
3	ND17-32-21	大西洋	早大白
4	ND17-143-13	实 11-7-41	11-1-35
5	ND17-147-66	实 11-1-2	11-1-28
6	ND17-147-73	实 11-1-2	11-1-28

作者简介: 李鑫, 主要从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: 1355267134@qq.com

金光辉为通信作者, 主要马铃薯栽培与遗传育种研究, E-mail: ghjin1122@163.com

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0200800)

收稿日期: 2020-12-22; 修回日期: 2021-07-07; 网络出版日期: 2021-11-26

续表1 Table 1 (continued)

序号 Number	品种(系) Variety (strain)	父本 Male parent	母本 Female parent
7	ND17-115-9	No-3	321-1-1
8	ND17-143-7	实 11-7-41	11-1-35
9	ND17-48-26	选 8	11-1-1
10	ND17-21-19	红皮坝	垦薯 1 号
11	ND17-44-21	321-1-1	11-4-1
12	ND17-147-54	实 11-1-2	11-1-28
13	ND17-6-25	2191	花心红
14	ND17-25-21	陇薯 L08104-12	0899-1
15	ND17-147-4	实 11-1-2	11-1-28
16	ND17-26-9	陇薯 L08104-12	早大白
17	ND17-26-1	陇薯 L08104-12	早大白
18	ND17-48-11	0899-1	11-1-1
19	ND17-58-11	选 8	俄红
20	ND17-12-2	垦薯 1 号	早大白
21	ND17-164-5	陇薯 L08104-12	垦薯 1 号
22	垦薯 1 号	брянскийнадежный	гибрид128-6
23	大西洋	旺西 Wauseon	B5141-6 Lenape

1.2 试验设计

采用随机区组排列, 共设 23 个处理, 3 次重复。小区行距 90cm, 株距 25cm, 3 行区。每个重

复间留 1m 宽区道, 周围设保护行。除气候、土壤等生态因子不同外, 其他管理根据常规田间措施进行。

1.3 试验方法

采用水比重法^[15]测定淀粉含量。并计算淀粉产量, 淀粉产量 (kg/hm²) = 块茎产量 (kg/hm²) × 块茎淀粉含量 (%) ^[16]。

淀粉的制备: 取新鲜的马铃薯 2kg, 清洗掉马铃薯表面的泥土, 削掉薯皮, 切块磨成匀浆, 用 80 目筛滤掉薯渣, 沉淀后真空抽滤, 自然晾干。

参照 GB/T 15683-2008^[17]测定马铃薯淀粉中直链淀粉含量。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2016 整理数据, 运用 SPSS 23.0 统计分析软件进行描述性分析和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同马铃薯品种(系)产量表现及稳定性分析

2.1.1 马铃薯产量 由表 2 可知, 2019 年各品种

表 2 马铃薯品种(系)产量
Table 2 Yield of potato varieties (strains)

序号 Number	品种(系) Variety (strain)	2019 年产量 Yield in 2019	2020 年产量 Yield in 2020	平均产量 Average yield	相对标准偏差 Relative standard deviation
1	ND17-147-6	30 955	27 112	29 033	0.09
2	ND17-147-26	19 506	21 041	20 274	0.05
3	ND17-32-21	40 180	32 643	36 411	0.15
4	ND17-143-13	36 790	34 986	35 888	0.04
5	ND17-147-66	17 172	21 687	19 430	0.16
6	ND17-147-73	16 950	18 155	17 552	0.05
7	ND17-115-9	43 237	45 050	44 144	0.03
8	ND17-143-7	41 959	42 714	42 336	0.01
9	ND17-48-26	47 238	45 898	46 568	0.02
10	ND17-21-19	24 341	27 362	25 852	0.08
11	ND17-44-21	26 787	25 801	26 294	0.03
12	ND17-147-54	22 063	23 728	22 895	0.05
13	ND17-6-25	29 899	28 316	29 108	0.04
14	ND17-25-21	33 400	34 425	33 912	0.02
15	ND17-147-4	40 903	39 348	40 125	0.03
16	ND17-26-9	41 681	40 339	41 010	0.02
17	ND17-26-1	38 624	40 160	39 392	0.03
18	ND17-48-11	27 342	28 106	27 724	0.02
19	ND17-58-11	28 343	28 138	28 240	0.01
20	ND17-12-2	23 897	25 474	24 686	0.05
21	ND17-164-5	49 295	49 983	49 639	0.01
22	垦薯 1 号	48 012	48 970	48 491	0.01
23	大西洋	39 950	41 500	40 725	0.03
平均产量 Average yield		33 414	33 519		

（系）平均产量为 33 414kg/hm²，范围在 16 950~49 295kg/hm²之间；2020 年平均产量为 33 519kg/hm²，范围在 18 155~49 983kg/hm²之间，2020 年马铃薯平均产量大于 2019 年。各品种（系）平均产量变化范围在 17 552~49 639kg/hm²之间；其中品系 ND17-164-5 产量大于对照品种垦薯 1 号，品系 ND17-48-26、ND17-115-9、ND17-143-7 和 ND17-26-9 产量小于垦薯 1 号，大于大西洋；ND17-147-4、ND17-26-1 和 ND17-32-21 等 16 份品系产量低

于大西洋；其中品系 ND17-147-66、ND17-32-21 和 ND17-147-6 相对标准偏差接近或大于 0.1，ND17-143-7、ND17-58-11 和 ND17-164-5 相对标准偏差 ≤0.01。

2.1.2 产量稳定性分析 由表 3 可知，马铃薯品种（系）产量环境（年份）区组内差异不显著，品种（系）间差异极显著，在不同环境（年份）与品种（系）间存在极显著的互作现象，结果表明不同品种（系）在不同年份表现不同。

表 3 马铃薯品种（系）产量稳定性分析

Table 3 Analysis of yield stability of potato varieties (strains)

变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F 值 F-value	P
区组 Block	4.00	31242.35	7810.59	0.00	0.9999
环境 Environment	1.00	20016219.20	20016219.20	1.90	0.1820
品种（系）Variety (strain)	22.00	6663453482.22	302884249.19	28.74	0.0001**
品种（系）×环境 Variety (strain) × environment	22.00	231854398.30	10538836.29	1465.77	0.0001**
误差 Error	88.00	632715.65	7189.95		
总误差 Total error	137.00	6915988057.72			

“**”表示在 P<0.01 水平下极显著差异，下同

“***” indicates extremely significant difference at P < 0.01 level, the same below

2.2 不同马铃薯品种（系）淀粉含量及稳定性分析

淀粉含量在 16.02%~20.77%之间，平均 17.67%，品系 ND17-164-5 淀粉含量最低，品系 ND17-147-6 淀

2.2.1 各年份淀粉含量 由图 1 可知，2019 年的

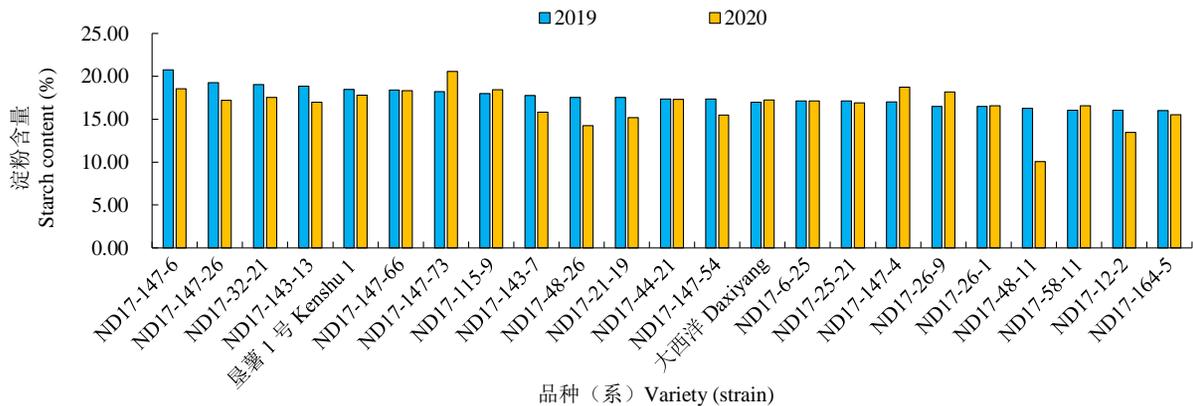


图 1 马铃薯品种（系）各年份淀粉含量

Fig.1 The starch contents of potato varieties (strains) in each year

粉含量最高；2020 年的淀粉含量在 13.38%~18.56%之间，平均 16.47%，品系 ND17-48-11 淀粉含量最低，品系 ND17-147-73 淀粉含量最高，2019 年平均淀粉含量高于 2020 年。

表 4 马铃薯品种（系）平均淀粉含量分析

Table 4 Analysis of average starch contents of potato varieties (strains)

序号 Number	品种（系）Variety (strain)	平均淀粉含量 Average starch content (%)	相对标准偏差 Relative standard deviation
1	ND17-147-6	19.66	0.08
2	ND17-147-26	18.24	0.08
3	ND17-32-21	18.31	0.06
4	ND17-143-13	17.92	0.07
5	ND17-147-66	18.37	0.00
6	ND17-147-73	19.39	0.09
7	ND17-115-9	18.22	0.02
8	ND17-143-7	16.81	0.08

2.2.2 平均淀粉含量分析 由表 4 得知，马铃薯品种（系）2 年平均淀粉含量变化范围在 13.17%~19.66%之间；ND17-147-6 和 ND17-147-73 等 6 个品系淀粉含量高于垦薯 1 号，ND17-143-13 和 ND17-147-4 等 5 个品系淀粉含量低于垦薯 1 号，高于大西洋；ND17-25-21、ND17-143-7 等 10 个品

续表4 Table 4 (continued)

序号 Number	品种(系) Variety (strain)	平均淀粉含量 Average starch content (%)	相对标准偏差 Relative standard deviation
9	ND17-48-26	15.90	0.15
10	ND17-21-19	16.38	0.10
11	ND17-44-21	17.33	0.00
12	ND17-147-54	16.41	0.08
13	ND17-6-25	17.13	0.00
14	ND17-25-21	17.02	0.01
15	ND17-147-4	17.89	0.07
16	ND17-26-9	17.33	0.07
17	ND17-26-1	16.53	0.00
18	ND17-48-11	13.17	0.33
19	ND17-58-11	16.31	0.02
20	ND17-12-2	14.77	0.12
21	ND17-164-5	15.77	0.02
22	垦薯1号	18.14	0.03
23	大西洋	17.12	0.01

系淀粉含量低于大西洋；其中品系 ND17-48-26、ND17-48-11、ND17-12-2 相对标准偏差大于 0.10，ND17-147-66、ND17-26-1、ND17-44-21、大西洋、ND17-6-25、ND17-25-21 相对标准偏差 \leq 0.01，品种(系)淀粉含量稳定性强。

2.2.3 淀粉含量稳定性分析 由表 5 可知，马铃薯品种(系)淀粉含量在环境(年份)区组内差异不显著，品种(系)间差异极显著，且与不同环境(年份)存在极显著的互作现象。

2.3 不同马铃薯品种(系)淀粉产量表现及稳定性分析

2.3.1 淀粉产量表现 根据表 6 可知，马铃薯品种(系)2019 年淀粉产量变化范围在 3084.97~8872.73kg/hm²之间，平均淀粉产量为 5834.77kg/hm²，垦薯 1 号的淀粉产量最高，ND17-147-73 淀粉产

表 5 马铃薯品种(系)淀粉含量稳定性分析

Table 5 Stability analysis of starch contents in potato varieties (strains)

变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F 值 F-value	P
区组 Block	4.00	0.15	0.04	0.15	0.9608
环境 Environment	1.00	0.53	0.53	2.09	0.1624
品种(系) Variety (strain)	22.00	3948.25	179.47	703.04	0.0001**
品种(系)×环境 Variety (strain) × environment	22.00	5.62	0.26	5.45	0.0001**
误差 Error	88.00	4.12	0.05		
总误差 Total error	137.00	3958.68			

表 6 马铃薯品种(系)淀粉产量表现

Table 6 Starch yield performance of potato varieties (strains)

序号 Number	品种(系) Variety (strain)	2019 年淀粉产量 Starch yield in 2019	2020 年淀粉产量 Starch yield in 2020	平均淀粉产量 Average starch yield	相对标准偏差 Relative standard deviation
1	ND17-147-6	6429.10	5032.04	5730.57	0.17
2	ND17-147-26	3758.97	3619.11	3689.04	0.03
3	ND17-32-21	7656.84	5732.15	6694.49	0.20
4	ND17-143-13	6932.09	5944.15	6438.12	0.11
5	ND17-147-66	3162.18	3973.18	3567.68	0.16
6	ND17-147-73	3084.97	3736.40	3410.68	0.14
7	ND17-115-9	7776.24	8316.39	8046.31	0.05
8	ND17-143-7	7462.43	6765.93	7114.18	0.07
9	ND17-48-26	8293.71	6540.56	7417.13	0.17
10	ND17-21-19	4273.70	4159.15	4216.43	0.02
11	ND17-44-21	4645.70	4468.85	4557.27	0.03
12	ND17-147-54	3826.43	3673.14	3749.79	0.03
13	ND17-6-25	5121.46	4850.68	4986.07	0.04
14	ND17-25-21	5721.18	5824.72	5772.95	0.01
15	ND17-147-4	6965.81	7373.84	7169.83	0.04
16	ND17-26-9	6871.99	7333.71	7102.85	0.05
17	ND17-26-1	6368.04	6654.62	6511.33	0.03
18	ND17-48-11	4449.51	2827.49	3638.50	0.32
19	ND17-58-11	4551.64	4662.47	4607.06	0.02
20	ND17-12-2	3434.00	1717.02	2428.17	0.17
21	ND17-164-5	7757.37	3878.69	5485.28	0.03
22	垦薯1号	8872.73	8711.90	8792.31	0.01
23	大西洋	6783.62	7158.89	6971.26	0.04
平均淀粉产量 Average starch yield		5834.77	5345.87		

量最低；2020 年淀粉产量变化范围在 1717.02~8711.90kg/hm² 之间，平均淀粉产量为 5345.87kg/hm²；垦薯 1 号淀粉产量最高，ND17-12-2 淀粉产量最低；ND17-115-9、ND17-48-26 等 5 个品系的淀粉产量小于垦薯 1 号，大于大西洋；ND17-32-21、D17-26-1、D17-143-13 等 16 个品系的淀粉产量小于大西洋；其中品系 ND17-147-6、ND17-32-21、ND17-143-

13、ND17-147-66、ND17-147-73、ND17-48-26、ND17-12-2 相对标准偏差>0.10；品系 ND17-25-21 相对标准偏差最小。

2.3.2 淀粉产量稳定性分析 由表 7 可知，马铃薯品种（系）淀粉产量在环境（年份）区组内差异不显著，品种（系）间差异极显著，且与不同环境（年份）存在极显著的互作现象。

表 7 马铃薯品种（系）淀粉产量稳定性分析
Table 7 Analysis of starch yield stability of potato varieties (strains)

变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F 值 F-value	P
区组 Block	4.00	3626.57	906.64	0.00	0.9999
环境 Environment	1.00	1087263.85	1087263.85	1.90	0.1821
品种（系） Variety (strain)	22.00	244812040.61	11127820.03	19.43	0.0001**
品种（系）×环境 Variety (strain) × environment	22.00	12601684.26	572803.83	788.59	0.0001**
误差 Error	88.00	63920.49	726.37		
总误差 Total error	137.00	258568535.77			

2.4 不同马铃薯品种（系）直链淀粉含量及稳定性分析

2.4.1 各年份直链淀粉含量 通过图 2 可知，2019 年的直链淀粉含量在 15.19%~21.28%之间，平均为

18.80%，ND17-164-5 含量最低，ND17-6-25 最高；2020 年的直链淀粉含量在 11.23%~20.58%之间，平均含量为 18.52%，ND17-164-5 含量最低，ND17-147-54 含量最高，2019 年的平均直链淀粉含量高

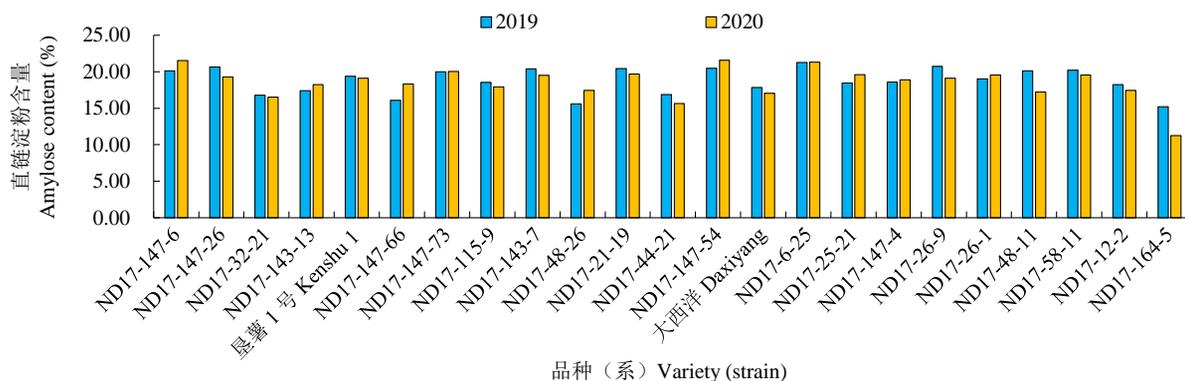


图 2 马铃薯品种（系）各年份直链淀粉含量
Fig.2 The amylose contents of potato varieties (strains) in each year

于 2020 年。

2.4.2 平均直链淀粉含量分析 由表 8 得知，马铃薯品种（系）平均直链淀粉含量变化范围在 13.21%~21.30%之间，ND17-6-25、ND17-147-54、ND17-147-6 等 7 个品系平均淀粉含量高于垦薯 1 号；ND17-25-21 和 ND17-147-4 等 6 个马铃薯品系平均直链淀粉含量低于垦薯 1 号，高于大西洋；ND17-147-66、ND17-32-21 等 5 个品系平均直链淀粉含量低于大西洋。品系 ND17-48-11、ND17-164-5 相对标准偏差系数大于 0.10；ND17-32-21、垦薯 1 号、ND17-6-25、ND17-147-4 相对标准偏差≤0.01，品种（系）自身直链淀粉含量稳定性强。

表 8 马铃薯品种（系）平均直链淀粉含量分析
Table 8 Analysis of average amylose contents of potato varieties (strains)

序号 Number	品种（系） Variety (strain)	平均直链淀粉含量 Average amylose content (%)	相对标准偏差 Relative standard deviation
1	ND17-147-6	20.84	0.05
2	ND17-147-26	19.99	0.05
3	ND17-32-21	16.66	0.01
4	ND17-143-13	17.82	0.03
5	ND17-147-66	17.20	0.09
6	ND17-147-73	20.03	0.00
7	ND17-115-9	18.22	0.02
8	ND17-143-7	19.95	0.03
9	ND17-48-26	16.52	0.08
10	ND17-21-19	20.07	0.03

续表8 Table 8 (continued)

序号 Number	品种(系) Variety (strain)	平均直链淀粉含量 Average amylose content (%)	相对标准偏差 Relative standard deviation
11	ND17-44-21	16.26	0.05
12	ND17-147-54	21.04	0.04
13	ND17-6-25	21.30	0.00
14	ND17-25-21	19.03	0.04
15	ND17-147-4	18.74	0.01
16	ND17-26-9	19.94	0.06
17	ND17-26-1	19.30	0.02
18	ND17-48-11	18.68	0.11
19	ND17-58-11	19.89	0.02
20	ND17-12-2	17.84	0.03
21	ND17-164-5	13.21	0.21
22	垦薯1号	19.25	0.01
23	大西洋	17.45	0.03

表9 马铃薯品种(系)直链淀粉含量稳定性分析

Table 9 Stability analysis of amylose content in potato strains

变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F 值 F-value	P
区组 Block	4.00	0.46	0.12	0.33	0.8517
环境 Environment	1.00	0.19	0.19	0.54	0.4682
品种(系) Variety (strain)	22.00	4564.14	207.46	599.78	0.0001**
品种(系)×环境 Variety (strain) × environment	22.00	7.61	0.35	4.98	0.0001**
误差 Error	88.00	6.11	0.07		
总误差 Total error	137.00	4578.51			

量决定于马铃薯块茎产量与淀粉含量的乘积,所以马铃薯的淀粉产量也受环境与基因的影响^[21];本研究中马铃薯块茎产量年际表现有差异,表明块茎产量易受环境因素影响,这与王榛^[19]研究结果一致;本研究中马铃薯品种(系)2019年平均淀粉含量高于2020年,但各品种(系)年间变异系数大多较小,表明马铃薯淀粉含量的高低主要决定于品种(系)本身的特性,其次是环境因素,这与梁晶^[22]研究结果一致。马铃薯在块茎形成、淀粉积累期间,气候因素对淀粉品质有较大影响^[23]。本研究中2020年平均淀粉含量低于2019年,2019年黑龙江农垦克山农场的降雨量较2020年少55mm,2年间降雨量的差异对马铃薯淀粉含量的积累有直接影响,这与姚玉璧等^[24]研究结果一致;我国淀粉加工型马铃薯品种淀粉含量一般要求16%以上^[25],本研究中21份马铃薯品种(系)中有19份均符合淀粉加工要求。有研究^[26-27]表明,马铃薯淀粉由直链淀粉和支链淀粉组成,直链与支链淀粉含量比例的高低在一定范围内决定淀粉的食用品质与加工品质,直链淀粉含量与淀粉的黏性、凝胶能力、回生老化程度等存在密切的关系;本研究中,各马铃薯品系直链淀粉含量均比较低,加工性能好。

2.4.3 直链淀粉含量稳定性分析 由表9可知,马铃薯品种(系)直链淀粉含量在环境(年份)区组内差异不显著,品种(系)间差异极显著,且与不同环境(年份)存在极显著的互作现象。

3 讨论

马铃薯淀粉在马铃薯加工产业中一直占比很大,因此选育高产、稳产、优质的马铃薯品种一直是马铃薯育种目标。马铃薯块茎产量受环境与基因型互作的影响较大^[18];马铃薯淀粉含量除了受遗传因素影响,还受自然界环境因素(光照、水分、温度、土壤状况等)以及栽培因素(肥力状况、杂草影响、病虫害等)的影响^[19-20];马铃薯的淀粉产

4 结论

参试材料的块茎产量、淀粉含量、淀粉产量及直链淀粉含量在不同环境(年份)与品种(系)间存在极显著的互作现象($P < 0.01$)、环境(年份)区组内差异不显著($P > 0.05$)、品种(系)间差异极显著($P < 0.01$),块茎产量、淀粉含量、淀粉产量及直链淀粉含量间存在着环境(年份)与基因型互作的关系,但基因型影响效应大于环境因素;通过与垦薯1号和大西洋对比,筛选出产量高于垦薯1号的品系1份,低于垦薯1号大于大西洋的品系4份,产量稳定性好的品系3份;淀粉含量 $\geq 16\%$ 的品系19份,淀粉含量稳定性强的品系5份;淀粉产量小于垦薯1号大于大西洋的品系5份,淀粉产量稳定性强的品系1份;供试品系的直链淀粉含量均较低,有良好的淀粉加工性能。综上所述,筛选出高产、稳产、高淀粉含量和高淀粉产量的无性系材料4份,分别为ND17-115-9、ND17-48-26、ND17-147-4和ND17-26-9。

参考文献

- [1] 曾凡奎,许丹,刘刚. 马铃薯营养综述. 中国马铃薯,2015,29(4): 233-243.

- [2] 张艳萍, 王舰. 国际马铃薯中心马铃薯资源引进、评价及利用. 中国种业, 2008(7): 45-46.
- [3] 金黎平, 屈冬玉. 我国马铃薯种质资源利用及育种技术//全国蔬菜遗传育种学术讨论会. 中国园艺学会, 2002: 7.
- [4] 王秀丽, 马云倩, 孙君茂. 中国马铃薯消费与未来展望. 农业展望, 2016, 12(12): 87-92.
- [5] 徐建飞, 金黎平. 马铃薯遗传育种研究: 现状与展望. 中国农业科学, 2017, 50(6): 990-1015.
- [6] 仇菊, 朱宏, 朱大洲, 等. 不同加工用途马铃薯品质特性分析. 中国马铃薯, 2019, 33(6): 372-378.
- [7] 王子逸, 张宾佳, 赵思明, 等. 不同品种马铃薯淀粉的多层次结构和理化特性研究. 中国粮油学报, 2019, 34(3): 24-30.
- [8] Han H J, Hou J W, Yang N, et al. Insight on the changes of cassava and potato starch granules during gelatinization. International Journal of Biological Macromolecules, 2019, 126(1): 37-43.
- [9] Fredr I H, Silverio J, Andersson R, et al. The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. Carbohydrate Polymers, 1998, 35(3): 119-134.
- [10] 陈博. 谷氨酰胺酶修饰的麦谷蛋白和麦醇溶蛋白对马铃薯淀粉糊化回生特性的影响及相互作用研究. 合肥: 合肥工业大学, 2018.
- [11] Jaspreet S, Narpinder S. Studies on the morphological, thermal and rheological properties of starch separated from some Indian potato cultivars. Food Chemistry, 2001, 75(1): 67-77.
- [12] 张攀峰. 不同品种马铃薯淀粉结构与性质的研究. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [13] 刘小晶. 三种马铃薯淀粉颗粒结晶结构的定性定量研究. 西安: 陕西科技大学, 2012.
- [14] 国家标准化管理委员会. 农作物种质资源鉴定技术规程 马铃薯: NY/T 1303-2007. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [15] 王颖, 潘哲超, 梁淑敏, 等. 4 个马铃薯品种淀粉的理化特性. 贵州农业科学, 2016, 44(11): 24-28.
- [16] 李明安, 马力, 吕文河. 马铃薯品种淀粉含量和淀粉产量的表现及其稳定性分析. 中国马铃薯, 2020, 34(1): 16-21.
- [17] 国家标准化管理委员会. 大米 直链淀粉含量的测定: GB/T 15683-2008. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [18] 亚杰, 李德明, 范士杰, 等. GE 双标图在马铃薯品种适应性及产量稳定性分析中的应用评价. 兰州大学学报(自然科学版), 2016, 52(5): 617-622.
- [19] 王榛. 浙江省不同生态环境马铃薯品质评价. 西宁: 青海师范大学, 2017.
- [20] 张小静, 李雄, 陈富, 等. 影响马铃薯块茎品质性状的环境因子分析. 中国马铃薯, 2010, 24(6): 366-369.
- [21] 李建武, 文国宏, 李高峰, 等. 陇薯系列高淀粉马铃薯品种的淀粉产量及品质性状综合评价. 核农学报, 2020, 34(2): 329-338.
- [22] 梁晶. 八个马铃薯品种淀粉的生态差异及稳定性分析. 哈尔滨: 东北农业大学, 2007.
- [23] Li J W, Wang Y H, Wen S H. Mapping QTL underlying tuber starch content and plant maturity in tetraploid potato. The Crop Journal, 2019, 7(2): 261-272.
- [24] 姚玉璧, 张秀云, 卢汉威, 等. 气象条件对西北温凉半湿润区马铃薯块茎形成及产量的影响. 中国农业气象, 2009, 30(2): 208-211.
- [25] 盛万民. 中国马铃薯品质现状及改良对策. 中国农学通报, 2006(3): 166-170.
- [26] Varavinit S, Shobsngob S, Varayanond W. Effect of amylose content on gelatinization, retrogradation and pasting properties of flours from different cultivars of thai rice. Starch-Stärke, 2003, 55(9): 410-415.
- [27] Yeonyongbuddhagal S, Noomhorm A. Effect of physiochemical properties of high-amylose Thai rice flours on vermicelli quality. Cereal Chemistry, 2002, 79(4): 481-485.

Analysis of Stability of Potato Varieties (Strains) Starch and Yield Performance

Li Xin, Jin Guanghui, Wang Pengcheng, Wang Ziwen

(Agricultural College, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, Heilongjiang, China)

Abstract In order to breed high-starch potatoes, twenty-one potato strains and two varieties (Kenshu No.1 and Daxiyang), mainly planted in Heilongjiang Reclamation Area, were used as experimental materials for screening varieties (strains) with excellent characteristics by measuring tuber yield, starch content, starch yield, and amylose content. The results showed that the tuber yield, starch content, starch yield and amylose content of potato had an extreme interaction between environments (years) and genotypes ($P < 0.01$), but the effect of genotypes were greater than environmental factors ($P > 0.05$). The yield of the tested genotypes were 17 552-49 639kg/ha, starch contents were 13.17%-19.66%, starch yield were 2428.17-8792.31kg/ha, and amylose contents were 13.21%-21.30%. Compared with the control varieties, four strains with high yield, stable yield, high starch contents and high starch yield were screened out from 21 potato strains. This study provided scientific basis for the selection of potato varieties with high starch and strong stability.

Key words Potato; Yield; Starch content; Starch yield; Stability