

马铃薯植株性状遗传相关及 遗传通径系数分析

金黎平 朱明凯 程天庆

(中国农科院蔬菜花卉研究所)

摘 要

本文对马铃薯的重要性状作了遗传参数估算和遗传相关分析, 并对单株生产力、生育期进行了通径分析。结果表明: 平均块茎重、单株薯块数、单株茎数、茎粗和商品薯率是重要的产量因子, 在马铃薯育种中进行综合选择能取得较好的效果。

前 言

为了确定马铃薯重要的产量因子, 提高选择效率, 国外许多研究者应用遗传相关和遗传通径系数, 分析研究了马铃薯植株性状间的相关和对单株产量的重要性, 但研究结果各有异同。目前国内在这方面的报道很少。本文对马铃薯的重要性状做了遗传参数估算和遗传相关分析, 并对单株生产力、生育期进行遗传通径系数分析, 旨在特定环境下, 各种不同材料的植株性状对产量的相对重要性及其选择效果, 确定重要的产量因子, 试图为改善育种方法、进行相关性状选择、提高育种效率提供理论依据。

材 料 和 方 法

一、试验材料

实验于1985年10月开始至1987年7月结束。分别在中国农科院蔬菜所农场大温室和通县薯类试验站进行并完成的。实验采用

了3套材料:

1. 1986年3月播种四川作物所、张家口坝上农科所、呼盟所及本所提供的20个杂交组合(见表1)的种子, 同年8月收获实生薯。

2. 1985年10月播种本所提供的3个杂交组合种子, 于1986年4月单株收获实生薯。同年8月秋播种繁殖后收获的无性一代中, 随机选取29个无性系。具体材料见表1。

以上两套材料, 完全随机区组设计, 重复3次, 每处理一行, 于1987年3月播于通县。

3. 1987年3月将张家口坝上农科所提供的和本所提供的8个早、中熟品种种薯, 按完全随机区组设计, 重复3次播种, 每小区2行, 其中一行供调查薯块形成期等用。

以上3套材料均按行距60厘米, 株距27厘米播于通县的沙土地上。生长期正常栽培管理, 于1987年7月上旬收获。

表 1. 试 验 材 料 表

种 类	具 体 材 料					
杂 交 组 合	白头翁×NS84-29	白头翁×卡它丁	白头翁×292-20	白头翁×疫不加		
	白头翁×呼单81-213	卡它丁×疫不加	京丰一号×772-196	京丰一号×NS80-31		
	阿奎拉×A20	米拉×A20	米拉×燕子	坝薯9号×燕子		
	疫不加×燕子	丰收白×燕子	丰收白×坝薯7号	丰收白×大西洋		
	东农303×NS83-1	呼薯一号×NS84-29	尖苗23×丰收白	Omega×NS80-31		
	841-8-1	841-10-32	841-11-8	841-12-4	841-14-2	841-14-6
	841-14-23	841-19-5	841-19-10	841-20-11	841-20-18	841-21-12
无 性 系	841-21-17	841-21-31	841-20-33	841-21-8	842-2-7	842-3-10
	842-3-25	842-3-27	842-4-20	842-11-8	842-12-7	842-12-7
	843-3-7	843-7-8	843-9-11	843-10-11	843-11-3	
品 种	丰收白	坝薯7号	82-7-21	Premiere	京丰一号	
	东农303	坝薯9号	801-5			

备注: 表中841为京丰一号×NS80-31 842为京丰一号×772-196 843为Omega×NS80-31组合。

二、性状的观测记载

株高、茎粗、叶指数、单株茎数、商品薯率、单株薯块数、平均薯块重、单株生产力等8个性状, 每小区均调查10个单株求平均数。品种试验材料还调查了以下性状: 薯块形成期、薯块膨大期、单株茎叶重、薯块膨大速率、茎叶生长盛期、平均块重增长速率和生育期等7个性状。

三、计算和分析方法

1. 按表2进行各性状的方差和协方差分析。表型、遗传型的相关和各遗传参数估算公式如下:

$$r_p = \frac{COV_p(X_i Y_i)}{\sqrt{\hat{\delta}_p^2(X_i) \hat{\delta}_p^2(Y_i)}}$$

$$r_g = \frac{COV_g(X_i Y_i)}{\sqrt{\hat{\delta}_g^2(X_i) \hat{\delta}_g^2(Y_i)}}$$

广义遗传力 $h^2\% = \frac{\hat{\delta}_g^2(X_i)}{\hat{\delta}_p^2(X_i)} \times 100\%$, 遗

传进度 $GS = K\sqrt{\hat{\delta}_g^2 \cdot h^2}$ (λ 选率为5%

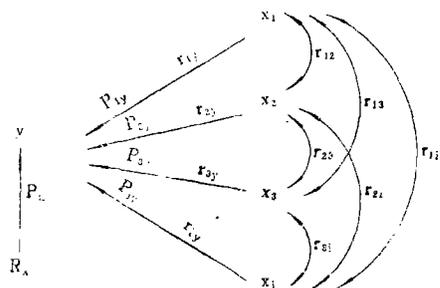
时, $K=2.06$), 相对遗传进度 = $\frac{GS}{\bar{x}} \times$

100%, 遗传变异系数 $GCV\% = \sqrt{\frac{\hat{\delta}_g^2}{\bar{x}^2}} \times$

100%, 相关遗传进度 $CGS_y = K_{x_i} h_{x_i} h_y r_g \delta_{p_y}$ ($K=2.06$)。

2. 遗传通径系数分析

依变量Y与自变量 x_i 的通径图如下:



根据通径图写出联立方程, 求出各个通径系数 P_{1y} 、 P_{2y} 、 P_{3y} …… P_{iy} 。剩余因子

$$R_x \text{ 的剩余通径系数为 } PE = \sqrt{1 - \sum_1^i P_{1y} r_{iy}}$$

各个通径系数即为各性状对单株生产力(y)的直接效应, 间接效应的计算如下: x_1 通过 x_i 的间接效应为 $P_{iy} r_{it}$ 。其余各性状的计算依此类推。

本试验的3套材料的各种计算均在中国农科院蔬菜所的 *Sakata SC-200* 计算机上进行。

结果分析和讨论

各套材料的植株性状与单株生产力的表型相关和遗传型相关分别列入表2和表3。从表2、表3中可知, 平均薯块重、茎粗、

叶指数、商品薯率、株高与单株生产力有较高的正表现型相关和遗传型相关系数, 其中平均薯块重、商品薯率、株高等3个性状与单株生产力的表现型、遗传型相关系数在3套材料中都是一致的, 而叶指数和茎粗却不然。由于无性系材料中茎粗和杂交组合材料中的叶指数受环境影响大, 群体内变异系数小, 不表现与单株生产力的正相关。单株薯块数与单株生产力呈微弱的表现型正相关和遗传型负相关, 说明单株薯块数与单株生产力几乎无相关。单株茎数除了无性系材料中因平均薯块重太低而达不到茎数所能限制的水平, 单株茎数通过平均薯块重的正间接效应使单株茎数与单株生产力的相关系数提高外, 其余两套材料中, 均与单株生产力无相关。

表 2. 各套材料的植株性状与单株生产力的表型相关系数

材 料	性				状			
	株 高	茎 粗	单株茎数	叶 指 数	商品薯率	单株薯块数	平均薯块重	
杂交组合	0.0330	0.5965*	-0.0940	-0.0605	0.2038	0.1793	0.3141	
无 性 系	0.2702	-0.0438	0.5599**	0.5193	0.3277	0.1058	0.6297**	
品 种	0.3844	0.5916	-0.1430	0.4352	0.3936	0.1036	0.5651	

注: * $\alpha=0.05$ 水平上显著, 杂交组合 $r=0.4330$, 无性系 $r=0.3610$, 品种 $r=0.6660$

** $\alpha=0.01$ 水平上显著, 杂交组合 $r=0.5490$, 无性系 $r=0.4630$, 品种 $r=0.7980$

表 3. 各套材料的性状与单株生产力的遗传型相关系数

材 料	性				状			
	株 高	茎 粗	单株茎数	叶 指 数	商品薯率	单株薯块数	平均薯块重	
杂交组合	0.2251	0.4546	-0.0915	-0.1409	0.2322	-0.0068	0.3240	
无 性 系	0.3116	-0.1189	0.6559	0.6507	0.4163	-0.0055	0.6677	
品 种	0.4726	0.6887	-0.0846	0.5451	0.3684	0.0813	0.5492	

由于杂交组合内变异大, 性状有分离, 而通径系数对其它因素的影响很敏感, 因此不进行通径系数分析, 而仅将无性系和品种

材料的各性状对单株生产力做通径系数分析。各直接通径系数列入表4。

表4. 两套材料中各性状对单株生产力的直接效应

材 料	性 状							
	株 高	茎 粗	单株茎数	叶 指 数	商品薯率	单株薯块数	平均薯块重	
无 性 系	-0.0569	0.0477	0.1984	-0.0433	0.6860	1.2182	0.9243	
品 种	-0.3496	0.7530	0.3897	-0.1185	0.1815	0.13277	1.3383	

遗传通径系数分析结果表明, 平均薯块重、单株薯块数、单株茎数、茎粗和商品薯率对单株生产力有较大的正直接效应, 株高有较大的负直接效应, 而叶指数的直接效应值很不重要。对单株生产力最重要的性状是单株薯块数和平均薯块重, 且其它性状通过这两个性状对单株生产力的间接效应均很重要也说明了这一点。但另一方面, 平均薯块重和单株薯块数间呈高度的、极稳定的遗传型负相关, 这是由马铃薯无性繁殖作物特性所决定的, 基因连锁和多效基因、微效基因的控制均可能成为引起这种相关的原因。因此建议: 在杂交育种中, 通过大量的组合内杂交, 提高打破基因连锁的频率, 直接选择两者都理想的单株, 或者通过第3个性状的相关选择, 使两个性状间同步提高, 使一个性状相关选择, 使两个性状同步提高, 也可以采取折衷的办法, 协调二者的关系, 使

一个性状引起的增产能补偿因另一性状引起的减产, 从而获得最高产量。

过去的许多研究者都忽略了对茎粗的研究, 而本文结果发现茎粗与平均薯块重、商品薯率、单株生产力、叶指数均有较强的正表现型相关和遗传型相关, 与茎数、单株薯块数有较强的负相关(见表5、表6)。由于无性系材料茎粗受环境影响大, 在此不列。茎粗对单株生产力有重要的正直接效应。研究地上部性状和地下部性状的遗传相关, 为选择马铃薯的丰产株型提供了依据。研究表明, 株高而不徒长, 茎秆粗壮, 叶指数较大和单株茎数适当的植株, 有利于光合作用和养分运输积累, 并可实现单株薯块数和平均薯块重的协调, 使单株生产力高。因此, 在杂交后代中通过地上部性状早期选择高产单株, 可节省时间, 提高育种效率。

表5. 茎粗与其它性状的表现型相关系数

材 料	性 状							
	株 高	单株茎数	叶 指 数	商品薯率	单株薯块数	平均薯块重	单株生产力	
杂交组合	0.2072	-0.5096*	0.2266	0.6116**	-0.4483*	0.7142	0.5065*	
品 种	0.0200	-0.6208	0.7093*	0.6313	-0.5127	0.8333	0.5915	

表 6. 茎粗与其它性状的遗传型相关系数

材 料	性 状						
	株 高	单株茎数	叶 指 数	商品薯率	单株薯块数	平均薯块重	单株生产力
杂交组合	0.1512	-0.6736	0.5102	0.8099	-0.7478	0.8639	0.4546
品 种	-0.1685	-0.6614	0.8223	0.7528	-0.6309	0.9597	0.6887

$\alpha=0.05$ 时, 杂交组合 $r=0.4330$, 品种 $r=0.6660$
 $\alpha=0.01$ 时, 杂交组合 $r=0.5490$, 品种 $r=0.7980$

表 7. 各性状的遗传参数值

材 料	遗传参数	性 状							
		株 高	茎 粗	单株茎数	叶 指 数	商品薯率	单株薯块数	平均薯块重	单株生产力
杂交组合	广义遗传力	39.28	47.54	45.30	56.28	82.73	82.17	88.87	44.12
无性系		64.38	39.29	75.49	91.32	91.02	75.62	86.65	70.91
杂交组合	遗传变异系数	6.156	7.865	16.97	3.531	9.469	26.49	30.85	11.06
无性系		9.440	7.528	30.15	9.055	18.29	24.19	31.81	20.11
杂交组合	相对遗传进度	7.949	11.17	23.52	5.457	17.24	49.46	59.92	15.14
无性系		15.60	9.72	53.97	17.82	35.94	43.34	60.99	34.88

遗传参数分析结果分列于表 7、表 8。通过估算相关遗传进度, 表明在 3 套材料中通过单一性状与单株生产力的相关选择效果, 不如直接选择单株生产力。最接近单株生产力直接选择效果的相关性状是平均薯块重、商品薯率和茎粗, 结果列于表 9。从另一角度说明了 3 个性状与单株生产力的密切关系。遗传参数分析结果表明, 重要产量性状: 单株薯块数、平均薯块重、商品薯率和单株茎数的遗传参数值比单株生产力高, 其中单株薯块数和单株茎数的遗传力不稳定, 单株生产力的遗传力最低, 但变异系数和相对遗传进度都较高, 因此可以认为平均薯块重和商品薯率基本上是加性作用, 而单株薯块数、单株茎数和单株生产力的加性和非加性作用同时存在。马铃薯是无性繁殖作物, 可以同时利用加性和非加性方差, 因地制宜

地对单株生产力、平均薯块重、单株薯块数、商品薯率、单株茎数和茎粗进行综合选择, 将取得更大效果。

品种材料各性状对生育期的相关研究结果表明, 对指数、单株生产力、茎粗与生育期呈高度负相关(见表 8), 株高、商品薯率、平均薯块重与生育期呈较高的负遗传相关。而薯块膨大期、薯块形成期、茎叶生长盛期与生育期呈较高的正相关, 且通径系数分析有正直接效应(见表 8)。薯块膨大期的作用最大, 遗传参数值高, 稳定性好, 选择效果好。因此可以根据叶指数大, 茎秆粗壮, 株高适中等性状进行早期早熟性状的选择, 也可以根据地下部薯块膨大期在早期进行早熟性状的选择。

通过马铃薯植株性状间的遗传相关及对单株生产力, 生育期的通径系数分析, 确定

表 8. 品种材料生育期与其它性状的相关系数及遗传参数值

性 状	项			目		
	表现型相关	遗传型相关	对生育期的直接效应	遗传力 (%)	遗传变异系数 (%)	相对遗传进度 (%)
株 高	-0.0466	-0.1006	—	67.13	18.60	31.40
茎 粗	-0.1529	-0.3025	—	79.30	16.79	30.80
单 株 茎 数	0.0234	0.0782	—	90.33	46.97	91.95
叶 指 数	-0.4741	-0.5946	—	87.85	5.872	11.34
商 品 薯 率	-0.1031	-0.1841	—	81.31	17.02	31.62
平均薯块重	-0.0739	-0.1333	—	89.99	45.33	88.59
单株薯块数	0.0004	-0.0097	—	95.42	53.78	108.2
茎叶生长盛期	0.0947	0.1964	-0.0755	64.58	12.48	20.66
薯块形成期	0.2344	0.3398	0.1789	63.25	8.731	14.80
薯块膨大期	0.4463	0.5056	0.4591	80.34	9.307	17.18
平均块重 增长速率	0.0169	-0.0852	0.0692	76.70	41.87	80.94
单株生产力	-0.0839	-0.2870	—	73.36	2.913	5.140
生育期	—	—	—	62.84	26.21	42.85

表 9. 三个群体单一性状相关选择单株生产力的遗传进度与直接选择单株生产力所得的遗传进度比较

材 料	性 状							
	株 高	茎 粗	单株茎数	叶 指 数	商 品 薯 率	单 株 薯 块 数	平 均 薯 块 重	
杂交组合	18.18	47.18	9.271	15.91	31.79	0.9279	45.98	
无 性 系	29.69	33.42	67.68	73.85	72.46	0.5680	73.81	
品 种	48.84	77.37	10.14	64.45	43.07	10.02	65.72	

了主要的产量因子性状, 为选择高产、早熟品种提供了依据, 遗传参数估算为预期重要性状的选择效果提供了依据, 对马铃薯的选育种具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 汪呈因, 马铃薯性状遗传与相关, 《作物育种学》, PP502, 1975, 台湾省编译馆出版
- [2] Moll, R. H. 数量遗传学——同植物育种有关的实验结果, 《作物杂种优势与数量遗传》, PP75—91, 科学技术文献出版社重庆分社
- [3] 张全德, 通径系数及其在农业研究中的应用, 1981, 《浙江农业大学学报》, 7(3): 17—25
- [4] 马育华, 《植物育种的数量遗传学基础》, PP 299—350, 江苏科学技术出版社。
- [5] 刘梦芸等, 马铃薯每穴茎数与产量的相关性, 《马铃薯》, 1983, (3)
- [6] 晏儒来、张育鹏, 马铃薯产量与其有关性状的相关性研究, 《马铃薯》1983(2): 11—18
- [7] 张永成等, 马铃薯主要数量性状遗传参数及通径分析, 《马铃薯杂志》, 1987, (1): 20—24。
- [8] Birhman, R. K., Verma, S. M. & Anand, S. K. Phenotypic and genotypic variation for some important quantitative characters in potato, Indian Journal of Agricultural Research, 1984 18(3): 137—142
- [9] Bleasdale, J. K. A: Relationships between set characters and yield in maincrop potatoes. Journal of Agricultural Science, Cambridge

- 1965, 64 : 361—366.
- [10] Dayal, T. R., Upadhyya, M. D.: Heritability and correlation in yield and other quantitative characters in potato. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 1972, 42 : 464—466.
- [11] Guar, P. C. & Kishore, H. 1978. Studies on character association in potatoes. *Journal of Agricultural Science UK*, 1978, 90(1):215—219.
- [12] Hammes, P. S. The effect of stem population on tuber yield in a trial with single-stem seed pieces. *Potato Research*. 1985, 28 : 119—121.
- [13] Johansen, R. H. & Miller, J. C. The influence of environment on the specific gravity plant maturity and vigor of potato progenies. *American Potato Journal*. 1967, 44 : 107—102.
- [14] Kaminski, R. Phenotypic and genotypic correlations of morphological and physiological characters of potato. *Genetica PloInica*, 1977, 18(2) : 125—133.
- [15] Maity, S. & Das, P. K., Path coefficient analysis and discriminant functions for yield in potato. *Indian Agriculturist*, 1976, 20(4) : 259—263.
- [16] Maris, B. Studies on maturity yield under water weight and some other characters of potato progenies. *Euphytica*, 1969, 18 : 297—319.
- [17] Pandita, M. L. & Sidhu, A. S. Variability and inter-relationships between yield and yield components in potato. *Haryana Agricultural University Journal of Research*, 1980 10(3) : 424—426.
- [18] Sidhu, A. S. & Pandita, V. L.: Pathcoefficient analysis in potato, *Journal of the Indian Potato Association*, 1980, 7(3) : 159—161.

GENETIC CORRELATION AND PATH COEFFICIENT ANALYSIS OF SOME IMPORTANT QUANTITATIVE CHARACTERS IN POTATOES

Jin Liping, Zhu Mingkai and Cheng Tianqing

(Vegetable Research Institute, Chinese Academy
of Agricultural Sciences, Beijing)

ABSTRACT

In this paper, genetic parameters were evaluated and genotypic correlations were analysed for some important quantitative characters. In addition, path coefficient analysis was also made. The results indicated that average tuber weight, tuber and stem number per hill, stem diameter and commercial tuber rate were important yield components. It was suggested that union-selection would be more profitable to be adopted.