

马铃薯无性一代植株性状相关及通径分析

张兴端 涂文志

(四川万县地区农科所 634606)

摘 要

本文对马铃薯 30 个杂交组合无性一代的 14 个性状与单株产量的相关关系作了估算, 其中无效生育期、播后 74 天和 92 天冠层覆盖度、平均冠层覆盖度、最高冠层覆盖度、有效生育期、单株块茎数、单块重 8 个性状与单株产量的相关性达显著或极显著水平。进而对影响单株产量(y)的平均冠层覆盖度(x_1)、有效生育期(x_2)、单株块茎数(x_3)、单个块茎重(x_4)进行通径分析。结果表明, 该 4 个性状决定单株产量变异的 94.61%, 说明这 4 个性状是影响单株产量的决定因素。

1 前 言

马铃薯的产量受多个地上部和地下部性状综合作用的影响。因此, 在早世代选择中, 找出影响马铃薯单株产量的主要因子, 对提高选择效率、加快育种进程具有重要作用。本文对马铃薯无性一代主要性状进行相关及通径分析, 旨在特定的地域环境条件下, 利用丰富的遗传资源估算出各主要性状对单株产量的相对重要性, 确定出影响单株产量的决定因素, 为马铃薯育种早世代进行相关性状选择提供基础依据。

2 材料和方法

2.1 供试材料

供试材料为 1990 年 11 月从四川农科院作物所引进的来自国际马铃薯中心的 30 个组合的实生薯(表 1)。试验于 1991 年 2 月至 7 月在本所梁平工作站(梁平城南, 海拔 750 米)进行。试验地平坦, 土质为石灰岩豆粉泥, 肥力中等。采用随机区组排列, 重复两次, 小区长 5 米, 宽 1 米, 行距 0.5 米, 窝距 0.33 米。

2.2 性状记载

苗势: 出苗后 15 天记载, 按弱到强分为 1~9 级。

无效生育期(天): 播种至出苗的天数。

冠层覆盖度(%): 绿叶面积占播种面积的百分率。

有效生育期(天): 出苗至收获的天数。

matter content to the crude protein (% dry matter) was negative, significant at 0.01 level, but the correlation with the crude protein(% fresh tuber) was positive although it was not significant at 0.05 level; the correlation of dry matter content to the vitamin C was positive, significant at 0.01 level while the correlation with the reducing sugar was negative, but not significant at 0.05 level.

表1 供试材料

代号	组合	代号	组合
1	BWH-87.247R × 382195.21	16	CTL-69.1 × BWL-88.9R
2	BWH-87.269R × BK(BWL-87R)	17	ARX-69.1 × BK(BWH-87R)
3	BWH-87.271R × BWL-87.11R	18	CFQ-69.1 × BWL-88.11R
4	BWH-87.271R × B-71240.2	19	CFQ-69.1 × BK(BWL-87R)
5	BWH-87.230R × BWL-88.7R	20	CFQ-69.1 × BK(BWL-88R)
6	BWH-87.230R × BK(BWL-88R)	21	CFS-69.1 × BK(BWH-87R)
7	BWH-87.286R × BWL-88.7R	22	CFS-69.1 × BWL-87.18R
8	BWH-87.286R × BWL-88.26R	23	I-822 × BK(BWL-88R)
9	BWH-87.278R × BWL-88.7R	24	MS-35.22 × BK(BWL-88R)
10	BWH-87.288R × BWL-88.26R	25	B-71240.2 × BK(BWL-87R)
11	BWH-88.334R × BK(BWL-88R)	26	B-71240.2 × BK(BWH-87R)
12	CEX-69.1 × BWL-87R	27	ARDC-1287.19R × BK(BWH-87R)
13	CEX-69.1 × BWH-87.269R	28	AVRDC-1287.19 × BWL-88.7R
14	CEX-69.1 × BWH-87.433R	29	KUFRI-JYOTI × BK(BWL-88RB)
15	CEX-69.1 × BK(BWH-87R)	30	HUDSON × BWL-87.11R

株高(厘米): 每小区取样 10 株的平均值。

熟性: 收获时田间目测, 按极早熟至极晚熟分为 1 ~ 9 级。

单株块茎数(个)、单个块茎重(克)、单株产量(克): 收获时每小区取 10 株的平均值。

2.3 计算方法

$$\text{相关系数 } r = \frac{SP}{\sqrt{SS_x \cdot SS_y}} \quad (1)$$

通径系数: 算出相关系数后, 由以下联立方程组求出直接通径系数 P_{iy} 。

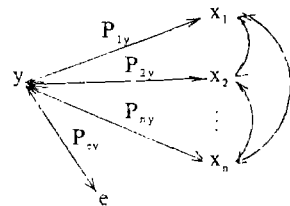
$$\begin{aligned} P_{1y} + r_{12}P_{2y} + \dots + r_{1n}P_{ny} &= r_{1y} \\ \vdots & \\ r_{n1}P_{1y} + r_{n2}P_{2y} + \dots + P_{ny} &= r_{ny} \end{aligned}$$

剩余效应: $P_{ey}^2 = 1 - \sum r_{iy}P_{iy}$

决定系数: $R^2 = 1 - P_{ey}^2$

间接通径系数: $P_{i+j-y} = r_{ij}P_j$

通径图:



3 结果与分析

3.1 马铃薯无性一代植株性状变异分析

根据试验调查资料, 得出无性一代 15 个性状的平均数、标准差及变异系数见表 2。

结果表明, 无效生育期、有效生育期两性状的变异系数极小, 这主要是由于所有参试材料经过了 6 个多月(8月至次年 1月)的贮藏, 种薯已通过休眠, 种薯出苗受环境影响较小, 因此出苗期基本一致, 有效生育期相差不大, 其变异幅度小。播后 74 天冠层覆盖度、单株块茎数、单个块茎重、单株产量等性状的

变异系数较高, 因为各杂交组合遗传背景不同, 被调查的单株的基因型各异, 因而由遗传

和环境共同作用使这些性状表现出较大的变异幅度。

表2 马铃薯无性一代植株性状参数

性状	平均值	标准差	变异系数	位次	与产量相关及显著性 r_{xy}
	\bar{x}	s_{x-1}	$C.V(\%)$		
无效生育期(天)	46.9	± 2.4927	5.31	14	0.5027
出苗率(%)	89.5	± 0.4093	0.46	13	0.0775
苗势(1~9)	6.1	± 1.2083	19.81	8	0.2741
播后74天冠覆度(%)	23.9	± 5.3825	22.52	6	0.4961**
播后92天冠覆度(%)	69.5	± 12.9046	18.57	10	0.4120*
播后106天冠覆度(%)	57.4	± 13.9973	24.39	4	0.1978
播后130天冠覆度(%)	18.4	± 11.8993	64.67	1	0.3346
平均冠覆度(%)	42.5	± 9.1651	21.67	7	0.4022*
最高冠覆度(%)	71.7	± 11.6053	16.19	12	0.3764*
株高(厘米)	35.7	± 5.9466	16.66	11	0.1662
熟性(1~9)	6.7	± 1.2095	19.26	9	0.1681
有效生育期(天)	93.1	± 2.6325	2.83	15	0.4914**
单株块茎数(个)	4.7	± 1.1128	23.68	5	0.6522**
单个块茎重(克)	21.2	± 5.3220	25.10	3	0.5756**
单株产量(克)	98.4	± 32.0793	32.60	2	

注: $P_{0.05(28, 1)} = 0.361$ $P_{0.01(28, 1)} = 0.463$

3.2 主要性状与单株产量的相关分析

在马铃薯无性一代, 除单株产量性状外, 所调查的其余14个性状只有无效生育期与单株产量呈极显著负相关($r = -0.5027^{**}$), 即出苗越迟, 有效生育期就越短, 植株营养生长不充分, 没有足够的光合产物向地下部运转, 加上生长后期逐渐高温, 影响块茎膨大, 因而产量较低。其余性状与单株产量的相关都为正值, 其中相关性达极显著或显著水平的性状依次有: 单株块茎数(0.6522**), 单个块茎重(0.5756**), 播后74天冠层覆盖度(0.4961**), 有效生育期(0.4914**), 播后92天冠层覆盖度(0.4120*), 平均冠层覆盖度(0.4022*), 最高冠层覆盖度(0.3764*)。详见表2。

3.3 主要性状之间的相关分析

根据表2结果, 结合地上部与地下部综合考虑, 初选出有效生育期、株高、苗势、平均冠层覆盖度、单株块茎数、单个块茎重6个性状, 求出它们之间的相关系数, 结果见表3。

从表3上看, 上述6个性状对单株产量都起正向作用, 且平均冠层覆盖度、有效生育期、单株块茎数、单个块茎重与单株产量达显著或极显著水平。株高与苗势、平均冠层覆盖度、苗势与平均冠层覆盖度、有效生育期与单株块茎数也呈显著或极显著正相关。单株产量的高低最终由单株茎数和单个块茎重决定, 而影响这两个决定性状的其它植株性状较多。从本试验中的6个主要性状看, 株高

对单株块茎数有较小的负效应, 苗势对单株块茎数有较小的正效应, 平均冠层覆盖度和有效生育期对单株块茎数有较高的正效应。因为苗势越强, 平均冠层覆盖度越高, 有效生育期越长, 就能使植株有较多的生物量和充足的光合产物, 有利于地下匍匐茎的形成, 使

单株块茎数增多; 而这4个性状对单个块茎重都有正效应, 原因也在于它们都有利于养分的积累和运转, 因此使块茎膨大快, 单个块茎重; 单株块茎数和单个块茎重是一对相互制约的性状, 彼此间成负相关关系。

表3 主要性状之间的相关性

性状	单株产量	株高	苗势	平均冠覆度	有效生育期	单株块数
株高	0.1662					
苗势	0.2741	0.4331*				
平均冠覆度	0.4022*	0.4019*	0.4900**			
有效生育期	0.4914**	0.0448	0.0949	0.2946		
单株块茎数	0.6522**	-0.0585	0.0428	0.3046	0.3773*	
单个块茎重	0.5756**	0.2375	0.3505	0.1482	0.1112	-0.1861

3.4 单株产量主要性状的通径分析

将地上部和地下部性状相结合, 优选出平均冠层覆盖度(x₁)、有效生育期(x₂)、单株块茎数(x₃)、单个块茎重(x₄)4个性状, 在相关分析的基础上进行通径分析, 以明确它们之间的相互影响以及各自对单株产量(y)的影响程度。

根据表3中的相关系数, 建立下列方程组:

$$\begin{aligned}
 P_{1y} + 0.2946P_{2y} + 0.3046P_{3y} + 0.1482P_{4y} &= 0.4022 \\
 0.2946P_{1y} + P_{2y} + 0.3773P_{3y} + 0.112P_{4y} &= 0.4914 \\
 0.3046P_{1y} + 0.3773P_{2y} + P_{3y} - 0.1861P_{4y} &= 0.6522 \\
 0.1482P_{1y} + 0.112P_{2y} - 0.1861P_{3y} + P_{4y} &= 0.5756
 \end{aligned}$$

解方程组得各性状的通径系数见表4。

表4 主要性状之间的通径系数

性状	通向单株产量的直接作用	间接作用			
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
平均冠覆度 x ₁	0.0429	-	0.0126	0.0131	0.0064
有效生育期 x ₂	0.1315	0.0387	-	0.0496	0.0146
单株块茎数 x ₃	0.7176	0.2186	0.2708	-	-0.1335
单个块茎重 x ₄	0.6882	0.1020	0.0765	-0.1281	-

$$\text{剩余效应 } P_{ey}^2 = 1 - \sum r_{iy} P_{iy} = 0.0539$$

$$P_{ey} = 0.2321$$

$$\text{决定系数 } R^2 = 1 - P_{ey}^2 = 0.9461$$

利用通径分析来研究主要性状对单株产量的影响程度, 将会更加明确该性状对单株产量的直接作用以及某性状通过另一性状对单株产量的间接作用。表4结果表明: ①从直接通径系数看, 平均冠层覆盖度对单株产量只有很小的正作用, 即平均冠层覆盖度对单株产量的直接作用小; 有效生育期对单株产量有中等正向作用, 即必须要有一定的生长时间, 且随着生长时间的延长, 产量越高; 单株块茎数和单个块茎重有很高的直接正向作用, 说明它们是单株产量的决定因素, 块数越多, 块茎越大, 产量就越高。②从间接通径系数看, 平均冠层覆盖度通过有效生育期、单株块茎数、单块茎重对单株产量的间接作用小; 有效生育期通过平均冠层覆盖度、单株块茎数、单个块茎重对单株产量的间接作用也很小; 但块数通过平均冠层覆盖度和有效生育期对单株产量有较大的间接作用, 说明植株必须有一定的冠层覆盖度和较长的生育

期,才有利于地下匍匐茎的形成,使单株有较多的块茎数;单个块茎重通过平均冠层覆盖度和有效生育期也有一定的正向间接作用,说明营养物质的积累与转化是以一定的冠层覆盖度和生育期为基础的;单株块茎数通过单个块茎重、单个块茎重通过单株块茎数对单株产量的间接作用为负值,说明单株块数过多会影响块茎膨大,它们是相互影响、相互制约的。③上述4个性状对单株产量的决定系数已接近于1(0.9461),说明这4个性状已决定产量变异的94.61%,没有其它重要性状遗漏。

4 结 论

根据前述分析,结合育种实践,我们初步认为,尽管马铃薯无性一代影响单株产量的因素较多,但主要还是冠层覆盖度、有效生育

期、单株块茎数、单个块茎重这4个性状对单株产量影响大。因此,在马铃薯无性一代进行家系选择时,入选块茎数多、块茎大的单株,兼顾有效生育期和冠层覆盖度,对育种早世代选择和提高产量具有一定的意义。

本文蒙中国南方马铃薯研究中心刘介民研究员、谢从华博士审阅指正,谨致谢意。

主要参考文献

- 1 范濂. 农业试验统计方法. 河南科技出版社, 1983
- 2 黄文涛等. 蚕豆的性状相关及通径分析. 遗传, 1983, 5
- 3 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, 5: 20 ~ 24
- 4 晏儒米等. 马铃薯产量与其有关性状的相关性研究. 马铃薯, 1983, 2: 11 ~ 18
- 5 金黎平等. 马铃薯植株性状遗传相关及遗传通径系数分析. 马铃薯杂志, 1988, 4(2): 201 ~ 206

CORRELATION AND PATH ANALYSIS OF MAIN CHARACTERS IN FIRST VEGETATIVE GENERATION OF POTATO

Zhang Xingduan and Tu Wenzhi

(Wanxian Institute of Agricultural Sciences, Sichuan 634006)

ABSTRACT

The correlation coefficients between 14 characters and yield per plant in the first vegetative generation of 30 cross combinations of potatoes were calculated. These were 8 of them that were significantly or very significantly related to yield. They are growth durations from planting and emergence to maturity, canopy covers of 74 and 92 days after emergence, average canopy cover, maximum canopy cover, number of tubers per plant, and mean tuber weight. In addition, path analysis was made including the characters that influence tuber yield per plant (y), canopy cover (x_1), growth duration from emergence to maturity (x_2), number of tubers per plant (x_3), and mean tuber weight (x_4). The results showed that the variation in yield per plant was mainly determined by these characters (94.61%), indicating that they are the main factors controlling tuber yield per plant.