

马铃薯主要数量性状遗传参数及通径分析

张永成 谢莲美 刘满仓

(青海省农科院作物所)

摘 要

本试验对14个品种(系)的23个数量性状的遗传力、遗传变异系数以及诸性状与单株产量的相关系数进行了估算,对产量、株高(x_1)、块茎数(x_2)和单块茎重(x_3)做了通径分析。结果表明,该3个性状决定了产量变异的98.67%,而剩余通径系数仅为0.1153,说明该3个性状是影响产量的主要因素。

前 言

关于马铃薯数量性状遗传参数的研究,虽前人已有过报道,但详细研究多个性状遗传关系则较少,特别是通径分析未见报道。本文试图从遗传参数入手,逐步深入,找出影响产量的主要因素,为品种选育奠定基础。

本试验对马铃薯地上、地下以及生育期诸多性状(共23个数量性状)初步进行了遗传参数分析,在此基础上做了主要性状的相关和通径分析。

材 料 与 方 法

一、供试品种

选有代表性、且性状间差异较大的14个品种和品系进行试验。有国外引进的品种: Desirce、Magura、Cardinac; 有国内引

进的品种3017; 有农家品种深眼窝; 有省内育成品种高原4、5、7、8号, 辐射深眼窝; 有新选育的优良品系81—15—7, 81—15—23, 81—3—3, 81—5—12。

二、试验方法

试验设3次重复, 随机区组排列, 每品种种4行, 行长6米, 行距0.80米, 株距0.33米, 除生育期平时记载外, 对其余诸性状在收获时取中间20株依次进行考种, 考种标准参照《青海省马铃薯品种观察记载标准》进行(其中大、中、小薯的分级为: 大薯150克以上, 中薯50~149克, 小薯50克以下)。凡考种性状均属20株的平均值, 共测定840株。

三、计算方法

根据表1模式, 对小区调查株数的平均数进行方差和协方差分析, 进而求出各性状间的相关系数、遗传力、遗传变异系数及通径系数。

表1. 方差和协方差分析模式

变异来源	DF	MS	EMS	SP	ESP
重复间	$r-1$				
品种间	$n-1$	M_1	$62e + r6g$	N_1	$6e1.2 + r6g1.2$
机 误	$(r-1)(n-1)$	M_2	$62e$	N_2	$6e1.2$
总 和	$rn-1$				
遗 传		$\frac{M_1 - M_2}{r}$	$2g$		$6g1.2$

1. 表型 P 相关系数:

$$r_{pij} = \frac{Cov_{pij}}{\sqrt{\sigma^2_{pi} \cdot \sigma^2_{pj}}}$$

2. 遗传 (g) 相关系数:

$$r_{gij} = \frac{Cov_{gij}}{\sqrt{\sigma^2_{gi} \cdot \sigma^2_{gj}}}$$

3. 环境 (e) 相关系数:

$$r_{eij} = \frac{Cov_{eij}}{\sqrt{\sigma^2_{ei} \cdot \sigma^2_{ej}}}$$

4. 遗传力:

$$h^2(\%) = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_g + \sigma^2_e}$$

5. 遗传变异系数:

$$G.C.V(\%) = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{x}}$$

6. 通径系数的估算:

算出相关系数后, 由以下联立方程组得出直接通径系数 p_{iy} 。

$$p_{1y} + r_{12}p_{2y} + r_{13}p_{3y} + \cdots + r_{1n}p_{ny} = r_{1y}$$

$$r_{21}p_{1y} + p_{2y} + r_{23}p_{3y} + \cdots + r_{2n}p_{ny} = r_{2y}$$

$$\begin{matrix} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{matrix}$$

$$r_{n1}p_{1y} + r_{n2}p_{2y} + r_{n3}p_{3y} + \cdots + p_{ny} = r_{ny}$$

上述线性模式的误差 e 对 y 的影响力为 p_{ey} , 其公式为:

$$p_{ey}^2 = 1 - \sum r_{iy}p_{iy}$$

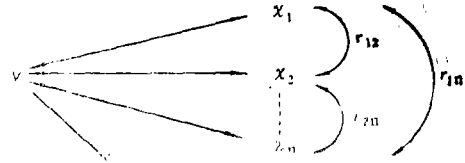
决定系数:

$$R^2 = 1 - P_{e^2y}$$

间接通径系数:

$$P_{i \rightarrow j \rightarrow y} = r_{ij}p_{jy}$$

7. 通径图:



结果与分析

一、马铃薯诸性状遗传参数及分析

在方差、协方差的基础上, 运用1~5公式分别计算各遗传参数, 列于表2。

1. 遗传力

遗传力是指遗传方差在总的表型方差中所占的比例。遗传力大, 表示该性状不易受环境条件的影响, 选择效果较好。马铃薯数量性状的遗传力高于80%的性状依次有: 生育期、小薯重、开花~成熟的天数、株高、主茎数、茎叶重、叶重; 介于60~80%之间的依次有: 茎粗、小薯数、大薯重、中薯重、出苗~现蕾的天数、现蕾~开花的天数、大薯重、单块重、茎重、块数、播种~出苗的天数、中薯数、单株产量、大中薯数、分枝数; 低于60%的性状仅有大薯数。看来, 马铃薯数量性状的遗传力均较高。特别是生育期、株高、主茎数在早代选择效果较好。

2. 遗传变异系数

马铃薯数量性状的遗传变异系数, 最高的是小薯数, 为57.02%, 其次是小薯重, 41.67%。这两个性状的遗传变异系数较大, 说明其选择潜力大。最低的性状是播种~出苗的天数, 为5.25%。这说明了马铃薯经过一个漫长冬季的贮存, 即使是休眠过长的品种, 也能通过休眠阶段, 一旦条件适宜, 便很快发芽。因此, 将所有不同休眠期、不同生育期、不同生长势的品种同时播种, 出苗趋于一致, 差异较小。故这一性状选择潜力小, 在今后选种中不必要严格考察。其次是

生育期11.6%，茎粗18.4%，株高19.87%。 这三个性状的遗传变异系数均较小，但它们的遗传力都较高，二者综合在一起考察，凡 遗传力大、遗传变异系数小的性状，均在早代选择有效。其余诸性状的遗传变异系数均高于20%，低于40%。

表 2. 马铃薯诸性状的遗传参数表

数量性状	平均数 $\bar{x}$	标准差 $\sqrt{\sigma^2_{n-1}}$	σ^2_g	σ^2_d	h^2	位次	G.C.V. (%)	位次	r_{iv}
株高(厘米)	72.2250	±14.7874	205.9833	243.6633	84.54	4	19.87	19	0.5938**
茎粗(毫米)	1.2533	±0.2400	0.05169	0.0692	74.78	8	18.14	20	0.1231
主茎数(个)	2.9821	±0.8044	0.6150	0.7386	83.27	5	26.30	12	0.6633**
分枝数(个)	3.0864	±1.0153	0.8514	1.3872	61.38	22	29.90	9	-0.4784**
茎叶重(克)	84.7983	±35.1157	838.7850	1014.7217	82.66	6	34.15	7	0.3242
茎干重(克)	37.1486	±14.9860	196.4093	280.8998	69.92	16	37.73	5	0.3400
叶干重(克)	40.5786	±19.4269	350.4957	430.6251	81.39	7	46.14	3	0.2460
块数(个)	10.8145	±2.7269	6.3898	9.5329	67.03	17	23.37	14	0.4236*
大中薯重(斤)	2.1921	±0.5611	0.2759	0.3902	70.71	14	23.96	13	0.9847**
大中薯数(个)	7.5736	±1.6800	2.3425	3.7871	61.85	20	20.21	18	0.8919**
大薯重(斤)	1.8485	±0.5499	0.2708	0.3681	73.62	10	28.15	11	0.9104**
大薯数(个)	5.1221	±1.2510	1.3011	2.1799	59.69	23	22.27	15	0.9730**
中薯重(斤)	0.3571	±0.1555	0.0216	0.0294	73.47	11	41.67	4	0.2578
中薯数(个)	2.4200	±0.9337	0.7395	1.1348	65.17	19	35.53	6	0.2463
小薯重(斤)	0.1800	±0.0935	0.0080	0.0090	89.12	2	49.73	2	0.0295
小薯数(个)	3.2286	±1.9446	3.3896	4.5762	74.07	9	57.02	1	-0.1343
单块重(斤)	0.2250	±0.0517	0.0023	0.0033	70.55	15	21.45	16	0.4465*
生育期(天)	127.14	±14.92	217.6575	232.9267	93.44	1	11.6	22	0.3355
播种~出苗(天)	36.02	±2.05	3.5807	5.4781	65.36	18	5.25	23	-0.8451**
出苗~现蕾(天)	26.64	±4.51	18.1062	24.7857	73.05	12	15.97	21	0.7581**
现蕾~开花(天)	17.91	±5.54	27.4597	37.1538	72.10	13	29.26	10	0.1833
开花~成熟(天)	46.57	±14.65	203.2125	237.1868	85.68	3	30.61	8	0.1657
单株产量(斤)	2.3519	±0.5248	0.2293	0.3678	62.34	21	20.36	17	

$P_{0.05}(26, 2) = 0.374, P_{0.01}(26, 2) = 0.478$

3. 遗传相关系数

遗传相关系数表明：诸性状的相关系数各不相同，既有着正、负关系，又有着显著与否的差异，特别是与产量的关系，则是本文讨论的重点。

本文论及所有性状与产量的相关关系，除分枝数(-0.4784**)、小薯数(-0.1343)、播种~出苗的天数(-0.8451**)与产量呈负相关外，其余诸性状与产量的关系均为正相关。而与产量相关达极显著的性状依次有：大中薯重(0.9847**)、大薯数(0.9730**)、大薯重(0.9104**)、大中

薯数(0.8919**)、出苗~现蕾的天数(0.7581**)、主茎数(0.6633**)、株高(0.5938**)。

从负相关看：分枝数与产量为显著负相关，说明分枝过多，对产量形成有很大影响。由于地上部分枝过多，植株消耗的能量就大，向下运输的量相对减少，造成了物质运输失调，所以产量低。小薯数与产量呈负相关，是由于小薯不断地增生，造成了养分供不应求，故影响了产量形成。播种~出苗的天数与产量呈负相关，说明播种~出苗的天数越长，对产量形成会影响很大。

其余诸性状与产量呈正相关关系, 说明它们各自对产量有着大小不同的正向贡献。

从以上分析可知, 马铃薯数量性状的遗传力, 遗传变异系数, 以及诸性状与产量的相关程度, 对选种均有参考价值。

二、主要数量性状相关性的通径分析

本试验将地上部性状和地下部性状结合在一起, 在23个性状中, 初步优选了地上部株高、地下部块数和单块重这3个性状, 在相关分析的基础上进行了通径分析, 以了解地上部性状与地下部性状的相互影响, 以及它们各自对产量的影响程度。

首先列出主要性状的遗传相关表, 然后再作通径分析, 并建立通径图。

表 3. 马铃薯主要性状的遗传相关

性 状	单株产量(y)	株高(x ₁)	块数(x ₂)
株高(x ₁)	0.5938**		
块数(x ₂)	0.4236*	-0.2241	
单块重(x ₃)	0.4465*	0.7734**	-0.6148**

根据表 3 的遗传相关系数, 建立下列方程组:

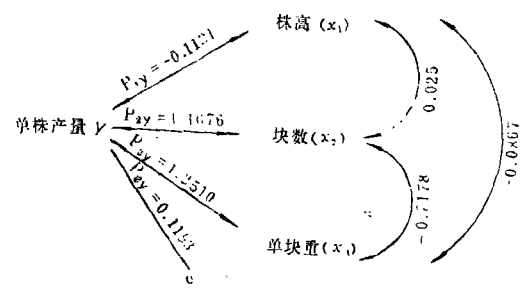
$$\begin{aligned} p_{x_1y} - 0.2241 p_{x_2y} + 0.7734 p_{x_3y} &= 0.5938 \\ -0.2241 p_{x_1y} + p_{x_2y} - 0.6148 p_{x_3y} &= 0.4236 \\ 0.7734 p_{x_1y} - 0.6148 p_{x_2y} + p_{x_3y} &= 0.4465 \end{aligned}$$

由上面方程组解得的遗传通径系数为: 株高(x₁)通向单株产量(y)的直接通径系数为 $p_{x_1y} = -0.1121$; 块数(x₂)通向单株产量(y)的直接通径系数为 $p_{x_2y} = 1.1676$; 单块重(x₃)通向单株产量(y)的直接通径系数 $p_{x_3y} = 1.2510$ 。进而建立通径图, 并计算间接通径系数, 其全部结果列于表 4。

表 4. 马铃薯主要性状的通径系数

项 目	直接作用	间 接 作 用		
		株高(x ₁)	块数(x ₂)	单块重(x ₃)
株高(x ₁)	-0.1121	—	0.0251	-0.0867
块数(x ₂)	1.1676	-0.2617	—	-0.7178
单块重(x ₃)	1.2510	0.9675	-0.7691	—

利用通径分析来研究主要性状与产量的密切程度, 将会更明了该性状对产量的直接作用, 以及某一性状通过另一性状对产量的间接作用。表 4 说明:



马铃薯单株产量影响因素的通径图

* $R^2 = 0.9867$, 剩余效应 $p_{ey} = 0.1153$

1. 从直接通径系数看, 株高(-0.1121)对产量有直接负作用, 也就是说, 植株越高, 对产量的负向影响就会更大, 所以在后代选择时, 对株高要求应适中, 不应过高, 过高会直接影响地下部物质积累。块数(1.1676)和单块重(1.2510)对产量有高而直接的正作用, 说明块数越多、越大、产量就高。

2. 从间接通径系数看, 株高通过块数(0.0251)对产量的间接作用为正值, 而通过单块重(-0.0867)对产量的间接作用为负值。块数对产量的直接作用虽是正值, 但通过株高(-0.2617)和单块重(-0.7178)对产量的间接作用为负值, 故对产量的正向影响有所削弱。单块重通过株高(0.9675)对产量有高而间接的正作用, 说明地上部株高必须有一定的高度, 才能保证地下部物质积累增强。而单块重通过块数(-0.7691)对产量的间接作用是负值, 正说明, 单块数过多, 会直接影响块重的形成, 这是互相影响、互相制约的一对性状。因此, 在选种时, 块数和单块重应同时考虑。

3. 上述 3 个性状对产量的高低决定系数 $R^2 = 0.9867$, 以接近于 1, 而剩余通径

系数小到 $p_{ey}=0.1153$ 。所以, 株高(x_1)、块数(x_2)、单块重(x_3)这三个性状已决定产量变异的98.67%, 不可能有其它重要的性状遗漏。

根据以上分析, 结合马铃薯育种实践, 我们认为, 尽管影响马铃薯单株产量的因素较多, 但主要还是株高、块数、单块重这三个性状对产量影响大, 因此, 在选种时, 选择块数多、且较大的优良单株, 兼顾一下株高, 对准确选种和提高产量有一定意义。

参 考 文 献

- [1] 黄文涛等: 蚕豆的性状相关及通径分析,《遗传》, 1983(5): 21—23。
- [2] 袁志发等: 通径分析一例,《国外农学—麦类作物》, 1983(3): 12—17。
- [3] 王素等: 豇豆产量组成性状的遗传和通径分析,《中国蔬菜》, 1983(3): 15—17。
- [4] 刘敏哲等: 夏谷数量性状遗传参数及通径分析,《陕西渭南农业科技》, 1984(2): 19—14。

PATH ANALYSIS AND GENETIC PARAMETERS OF MAIN NUMERAL CHARACTERS OF POTATO

Zhang Yongcheng Xie Liangmei and Lu Mancang

ABSTRACT

Hereditary ability, genetic variation coefficients and correlation coefficient between characters and yield/plant were evaluated from 23 characters of 14 potato cultivars (or breeding lines). The result of path analysis from yield (Y) to plant height(x_1), number of tube(x_2) and single tuber weight(x_3) suggested that 98.67% of yield variation was determined by the three characters, and surplus path coefficient was only 0.1153, which meant that the three characters were main affecting elements affecting potato yield.

《马铃薯杂志》是由中国作物学会马铃薯专业委员会和东北农学院、黑龙江农科院、内蒙古农科院联合主办的专业性学术刊物。季刊, 国内公开发行人。为便于广大作者积极为本刊撰稿, 现将有关事项通知如下:

《马铃薯杂志》征稿启事

突出, 开门见山, 无技术性差错。文字要力求精

炼, 一般全文不超过5000字, 不用方言地语, 图表要少而精, 并且绘制美观、准确。

2. 度量衡、时间、倍数、百分数以及其它用以表示数量的数字, 一般用阿拉伯数字。文及表图中的单位, 一律采用法定计量单位, 如重量为吨、公斤、克; 长度为米、厘米; 面积为公顷(目前仍可用亩)、平方米。

3. 文稿请用蓝色钢笔书写, 切勿用圆珠笔或其它颜色书写。

(下转35页)

一、报道内容

本刊报道马铃薯方面的科研论文、研究简报、综述、调查考察报告、技术讲座、译文、简讯和“七·五”攻关消息。

二、撰稿要求

1. 稿件要立论明确, 数据准确, 重点