

马铃薯高产群体产量构成因素的数学模型

王林萍 门福义 刘梦芸

(内蒙农牧学院)

摘 要

本试验以乌盟地区主栽品种紫花白为材料, 设置5个密度处理, 采用通径分析及数学模拟等手段进行数据处理分析, 得到的结果是: 决定产量的主要因素是密度 X_1 与中薯重率 X_7 , 其次是每株块茎重 X_3 和大薯重率 X_4 , 无论是相关系数或通径系数或决定系数均达显著或极显著水平。进行逐步回归分析, 计算结果的最优回归方程为:

$$\hat{y} = 516.4685 + 803.9325x_1 + 3.5125x_3 + 6.26x_4 + 13.775x_7$$

前 言

有关马铃薯群体结构方面已有许多研究, 但多属单项或定性研究, 对高产马铃薯群体产量构成因素及相互联系的内在规律, 尚缺乏相对重要性的综合评定和数学定量评定, 因而不能上升为理论高度, 对指导实践也显得乏力。为此, 在我院马铃薯栽培生理研究室研究工作的基础上, 于1986年在内蒙古农牧学院农场布置了高产群体结构的栽培试验, 在当时当地具体条件下, 以高产最大总体功能为目标函数进行了研究, 建立了高产马铃薯群体产量构成因素的数学模型, 为提高马铃薯产量, 制定栽培规范化及管理指标化方案, 提供科学依据。

材 料 与 方 法

一、供试材料和试验设计

本试验1986年在本院农场进行。土壤条件: 有机质含量为2.87%, 速效氮149ppm, 速效磷64.31ppm, 速效钾305ppm。供试品种: 紫花白。处理: 以地上茎数为密度单位, 播前在室内花盆内测定种薯出土茎数, 种薯大小50克左右。设5个密度, 即0.9万茎/亩、1.2万茎/亩、1.5万茎/亩、1.8万茎/亩、2.1万茎/亩。4次重复, 小区长度5.5米, 以宽窄行方式播种, 每小区播8行, 宽行距66厘米, 窄行距33厘米, 占地面积1亩; 播种时亩施有机肥1500公斤, 复合化肥5公斤。

二、试验方法

表 1. 试 验 结 果 (1986)

小区号	重复区	密度 x_1 (万茎/亩)	每株块茎数 x_2 (个)	每株块茎重 x_3 (克)	大薯率 x_4 (%)	大薯效率 x_5 (%)	中薯效率 x_6 (%)	中薯重率 x_7 (%)	产量 y (公斤/亩)
1		0.9	2.17	226.6	75.6	49.2	44.3	15.7	2760.8
2		1.2	2.13	220.0	69.6	41.4	27.9	21.7	2860.8
3	I	1.5	2.98	182.6	59.5	37.0	26.0	28.6	2866.8
4		1.8	1.92	169.5	55.1	35.3	25.6	32.6	3039.6
5		2.1	1.43	149.7	49.1	24.5	23.6	29.6	3166.9
6		0.9	2.68	302.0	79.3	48.1	19.2	12.4	3130.5
7		1.2	2.43	272.9	69.6	30.4	28.9	18.1	3188.05
8	II	1.5	2.25	184.5	55.1	27.8	31.5	30.6	3203.2
9		1.8	2.00	172.5	47.6	21.2	30.6	33.9	3291.1
10		2.1	1.95	169.2	28.1	13.6	29.7	42.3	3415.3
11		0.9	3.33	386.8	75.5	48.6	25.2	21.4	3230.45
12		1.2	2.64	256.0	74.5	42.9	36.5	22.4	3375.0
13	III	1.5	2.44	212.9	70.9	40.9	33.4	24.8	3527.5
14		1.8	1.70	191.6	61.5	38.2	30.9	30.0	3600.3
15		2.1	1.60	185.1	52.7	22.7	31.8	33.3	3724.4
16		0.9	2.34	416.7	85.3	55.8	35.3	13.0	3282
17		1.2	2.26	309.2	73.8	51.7	34.5	23.5	3394.1
18	IV	1.5	2.21	237.5	64.7	37.3	43.9	32.4	3560.8
19		1.8	2.14	212.9	55.6	27.7	50.3	37.7	3848.7
20		2.1	1.95	202.2	46.7	24.4	47.9	45.5	3863.9

表 2. 7 个性状与产量及各性状间相关系数

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	备 注
x_1	-0.8634**	-0.7828**	-0.9918**	-0.8680**	0.2597	0.8948**	0.5232*	5%水平
x_2		0.8155**	0.6742**	0.6212*	0.0603	-0.5806*	-0.1727	显著
x_3			0.7669**	0.7410**	0.1056	-0.6682**	-0.0624	$r_{0.05, 18}$ = 2.11
x_4				0.9356**	0.1333	-0.8949**	-0.3217	1%水平
x_5					-0.1611	-0.8112**	-0.3807	显著
x_6						0.4896*	0.7632**	
x_7							0.5807*	$r_{0.01, 18}$ = 2.878

2. 通径系数的计算结果

(1) 相关指数 $R = \sum P_{iy} \cdot r_{iy} = 0.9328$

(2) 剩余效应 $P_e = 0.2592$

(3) 决定系数

单个性状对 y 的决定系数 $d_i = P_{iy}$, 两个性状对 y 的共同决定系数 $d_{ij} = 2r_{ij} P_{ij}$ 。按此计算决定系数如下:

$d_{11} = 1.007058$ $d_{12} = -0.0706648$

$d_{13} = -0.907744$ $d_{14} = -2.7353$

$d_{15} = 1.195267$ $d_{16} = 0.064456$

$d_{17} = 1.490059$ $d_{22} = 0.00192$

$d_{23} = 0.041308$ $d_{24} = 0.089309$

$d_{25} = -0.037357$ $d_{26} = 6.54 \times 10^{-4}$

$d_{27} = -0.042225$ $d_{33} = 0.33397$

$d_{34} = 1.33965$ $d_{35} = -0.5876$

$d_{36} = 0.01509$ $d_{37} = -0.64074$

$d_{44} = 2.28407$ $d_{45} = -1.9402$

$d_{46} = -0.04984$ $d_{47} = -2.24421$

$d_{55} = 0.4707293$ $d_{56} = 0.027346$

$d_{57} = 0.9235487$ $d_{66} = 0.015294$

$d_{67} = 0.10048$ $d_{77} = 0.68834$

(4) 回归方程和通径系数显著性检验方差分析如表3。

(5) 7个因素对产量 y 的直接和间接影响如表4。

表3. 方差分析表

变 因	df	SS	F	变 因	df	SS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
回 归	7	0.93263367	8.53**					2.92	4.65
P_{x_1y}	1	0.051275547	4.937*	P_{x_7y}	1	0.04516	4.787*	4.75	9.33
P_{x_2y}	1	0.00026267	<1	剩余回归	12	0.167336		4.75	9.33
P_{x_3y}	1	0.0479659	4.839*	总变异	19			4.75	9.33
P_{x_4y}	1	0.0473846	4.897*					4.75	9.33
P_{x_5y}	1	0.0264797	1.899					4.75	9.33
P_{x_6y}	1	2.01847×10^{-3}	0.145					4.75	9.33

表4. 7个因素对产量的直接和间接影响

性 状	相关系数 r_{iy}	直接影响		间 接 影 响						
		P_{x_1y}	总的	其 中 通 过						
				x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	0.5232*	1.0035*	-0.4804		-0.0352	-0.4523	-1.3629	0.5955	0.0321	0.7424
x_2	-0.1727	0.0438	-0.2164	-0.8062		0.4713	0.0189	-0.4262	0.0075	-0.4817
x_3	-0.0624	0.5779*	-0.6403	-0.7853	0.357		1.1590	-0.5084	0.0131	-0.5544
x_4	-0.3217	1.5113*	-1.8332	-0.9050	0.0295	0.4432		-0.6419	-0.0165	-0.7425
x_5	-0.3807	-0.6861*	0.0331	-0.8710	0.0272	0.4282	1.1417		-0.0199	-0.6731
x_6	0.7632**	0.1237	0.6394	0.2606	0.00264	0.0610	-0.2015	0.1105		0.4062
x_7	0.5807*	0.8297*	-0.249	0.8979	-0.0254	-0.3862	-1.3525	0.5566	0.0616	

四、结果分析

从表4可以看出, 决定产量的主要性状有: 密度 x_1 , 中薯重率 x_7 , 其次是每株块茎重 x_3 、大薯重率 x_4 , 而中薯数率 x_6 、每株块茎数 x_2 、大薯数率 x_5 影响较小。具体分析如下:

1. 决定产量的诸因素中, 密度对产量的影响最大, 无论是相关系数、通径系数以及决定系数都较大。相关系数 $r_{1y} = 0.5232$, 达显著水平, 通径系数 $P_{x_1y} = 1.0035$, 也达显著水平, 决定系数 $d_1 = 1.007$, r_{1y} 与 P_{x_1y} 之所以有差异, 是由于密度通过对其他性状的间接作用总和为 -0.4804 , 使密度对产量的正影响有所削弱(即 $0.5232 \approx 1.0035 - 0.4804$), 其中密度 x_1 通过大薯数率 x_5 对产量的影响为 0.5955 , 通过大薯重率 x_4 对产量的影响为 -1.3609 , 通过中薯重率 x_7 的影响为 0.7424 , 这也说明在栽培实践中要注意协调密度与大、中薯率的关系。其他因素的间接影响都呈很小的正值或负值, 可不必考虑。另外, P_{x_1y} 与 r_{1y} 虽然有差异, 但相关系数仍达显著水平, 基本上反映了密度与产量的真实关系。即密度是决定产量的主要因素, 密度对产量影响的相对重要程度为 1.007 。

2. 中薯重率与产量的相关系数 $r_{7y} = 0.5807$, 达显著水平, 通径系数 $P_{x_7y} = 0.8297$, 也达显著水平, 但由于中薯重与其他因素的间接影响是 -0.249 , 故使中薯重对产量的影响有所削弱, 使 P_{x_7y} 与 r_{7y} 产生差异, 其中通过密度 x_1 对中薯重率的影响为 $P_{x_7-x_1-y} = 0.8979$, 通过大薯数率的影响为 $P_{x_7-x_5-y} = 0.5566$, 通过大薯重率的影响为 -1.3525 。再一次说明: 在产量构成因素中要协调密度与大、中薯之间的关系。同理, 虽然 P_{x_1y} 与 r_{7y} 有差异, 但相关系数仍达显著水平, 基本上反应了中薯重率与产量的关系。即中薯重率是决定产量的重要因素

之一。

3. 中薯数率与产量的相关系数 $r_{6y} = 0.7632$ 。达极显著水平, 而通径系数 $P_{x_6y} = 0.1237$, 为很小的正值。因此, 从相关系数来判断, 中薯数率与产量关系密切, 但通径分析表明: 中薯数率对产量的直接影响并不大, 主要是通过中薯重率影响产量($P_{x_6-x_7-y} = 0.4062$)。所以, 中薯数率在产量构成因素中可不必考虑。

4. 大薯重率与产量的相关系数 $r_{4y} = -0.3217$, 相关性很小, 但通径系数 $P_{x_4y} = 1.5113$, 达显著水平, 说明在产量组成中所占的比重是相当大的。从决定系数也可看出, 大薯重率对产量的相对影响达 $d_4 = 2.284$, 所以, 它是产量组成中不可缺少的因素。

5. 每株块茎重与产量的相关系数 $r_{3y} = -0.0624$, 直接通径系数 $P_{x_3y} = 0.5779$, 达显著水平, 由于受间接影响较大, 主要是通过大薯重率对产量的影响是 $P_{x_3-x_4-y} = 1.1590$, 通过密度的影响是 -0.5544 。这说明: 在产量构成因素中虽然是比较重要的因素, 但要注意协调它与密度、大中薯重的关系。

6. 每株块茎数与大薯数率不论是相关系数还是通径系数都很小, 可见在产量构成因素中可不必考虑。

从上述情况看, 或者相关系数大, 或者通径系数大, 或者决定系数大, 从而可知, 在一个多变数的系统中, 只有各自变量都独立时, 相关系数的绝对值大小才能真实反映 x_i 对 y 的重要(或密切)程度, 否则是不足为依据的。但在相关系数为正值, 直接效应为负值或很小时, 则其间接效应可以认为是相关引起的。在这种情况下, 可以认为间接原因因子是同时存在的。

7. 从决定系数来看, 按绝对值由大到小排列有: $d_{14} = -2.735$ 、 $d_{44} = 2.284$ 、

$d_{47} = -2.244$ 、 $d_{17} = 1.49$ 、 $d_{34} = 1.34$ 、 $d_{15} = 1.195$ 、 $d_{11} = 1.007$ 。很明显, 密度 x_1 、中薯重率 x_7 、大薯重率 x_4 、每株块茎重 x_3 , 无论是单独作用, 还是互作都是很大的。因此, 在制订提高产量的措施时, 要特别注意发挥这几个因素的作用。

8. 通过表3可见, 回归极显著, 即表明7个因素与产量之间的线性回归方程是极显著的; 密度 x_1 、每株块茎重 x_3 、大薯重率 x_4 、中薯重率 x_7 均达显著或极显著水平, 说明产量构成因素中可不必考虑每株块茎数 x_2 和大中薯效率, 在回归方程中可以将其剔除, 所以得优化方程为:

$$\hat{y} = 516.4685 + 803.9325x_1 + 3.5125x_3 + 6.26x_4 + 13.775x_7$$

方程表明: 密度每增减1万茎/亩, 产量增减803.9325公斤/亩; 每株块茎重每增减1克, 产量增减3.5125公斤/亩; 大薯重率每增减1单位, 产量增减6.26公斤/亩; 中薯重率每增减1单位, 产量增减13.775公斤/亩。

9. 在产量因素分析中, 相关指数 $R = 0.9328$, 表明: 在进行产量构成因素对产量影响的分析中, 已经考虑了产量变异的93.38%、剩余通径系数 $P_e = 0.2592$, 这就说明对产量影响较大的因素, 本试验已基本包括在内。

五、产量结构模式

为了进一步探求密度 x_1 、每株块茎重 x_3 、大薯重率 x_4 、中薯重率 x_7 四大产量因素之间相互消长的变化规律, 采用 $x_i = a_i + b_y y + b_p x_p + \dots + b_k x_k$ 回归模型进行产量结构的数学模拟, 其结果如下:

$$\hat{x}_1 = 1.3659 + 4.3508 \times 10^{-4} y - 2.3639 \times 10^{-3} x_3 - 1.3504 \times 10^{-2} x_4 + 2.4183 \times 10^{-3} x_7$$

$$\hat{x}_3 = 43.1326 - 139.266x_1 - 11.225 \times 10^{-2} y + 0.7325x_4 - 0.81914x_7$$

$$\hat{x}_4 = 82.3098 - 22.4369x_1 - 2.06595 \times 10^{-2} x_3 + 5.6419 \times 10^{-3} y - 0.37186x_7$$

$$\hat{x}_7 = 15.6503 + 2.75907x_1 - 0.163907x_3 - 0.2515x_4 + 8.4974 \times 10^{-3} y$$

方程表明: 紫花白品种, 亩产2500公斤以上的高产田, 在产量保持固定时, 4个产量因素中的一个因素对另一个因素(在其他两个因素保持平均水平时)影响的变化规律是: 当密度每增减1万茎/亩时, 将株块茎重增减139.266克, 大薯重率增减22.4369%, 中薯重率增减2.75%; 当每株块茎重增减1克时, 大薯重率增减2.07%, 中薯重率增减16.4%; 当大薯重率每增减1%时, 中薯重率增减0.4%。

结 论

本文利用相关分析、回归分析和通径分析这一统计分析方法, 对马铃薯高产群体产量构成因素作了分析。结果表明, 产量构成因素中最主要的是密度 x_1 , 中薯重率 x_7 , 其次就是每株块茎重 x_3 和大薯重率 x_4 。各产量因子作用的大小方式是不同的。其中, 密度与中薯重率的相关系数较高, 对产量的直接作用大(通径系数), 决定系数也较大。每株块茎重与大薯重率对产量的相关系数较小, 但直接通径系数较大。而每株块茎数与大薯效率无论是相关系数还是通径系数都很小, 可见在产量因素中不必考虑。通过逐步回归分析得优化回归模型为:

$$\hat{y} = 516.4685 + 803.9325x_1 + 3.5125x_3 + 6.26x_4 + 13.775x_7$$

参 考 文 献

[1] 朱明哲、陈付贵: 棉花高产优质数学模型的研究初报, 《西泉农专学报》, 1986, 14 (2) 1—9。
 [2] 莫惠栋: 《农业试验统计》, 上海科技出版社,

1984.

[3] 徐中儒、张瑞忠、侯中田、葛家麒、陈仁忠: 大豆高产栽培综合农艺措施数学模型的研究, 《东北农学院学报》, 1985, 1: 25—35。
 [4] 王玉怀: 黄瓜主要农艺性状与产量的通径分析, 《东北农学院学报》, 1985, 2: 54—58。

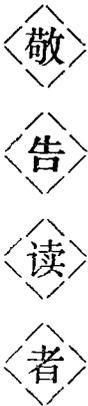
MATHEMATICAL MODEL OF YIELD COMPONENTS FOR HIGH YIELD POTATO POPULATION

Wang Linping, Men Fuyi and Liu Mengyun

(Inner Mongolia Institute of Agriculture and Animal Husbandry, Huhehot China)

ABSTRACT

The cultivar Zihua Bai was used as the experimental material, and five treatments of density were carried out. The data obtained were analysed by the methods of path coefficient analysis and mathematical model. The results indicated that the density x_1 and percentage of intermediate tuber weight per hill x_7 were first important, and the tuber weight per hill x_3 and percentage of large tuber weight per hill x_4 second for yield determination in potato populations. The optimal regression equation, $\hat{y} = 516.4685 + 803.9325x_1 + 3.5125x_3 + 6.26x_4 + 13.775x_7$, was established by means of stepwise regression.



本刊是由中国作物学会马铃薯专业委员会、东北农学院、黑龙江农学院和内蒙古农科院联合主办的国内独家马铃薯专业科学技术刊物。现为限国内发行, 拟于一九八八年下半年开始向国内、外公开发行。

本刊主要开设如下栏目:

《学术园地》、《研究简报》、《文献综述》、《经验交流》、《工作研究》、《纵观世界》、《调查、考察报告》、《讲座》、《科技信息》、《译文》、《品种介绍》。请作者按如上栏目内容, 踊跃为本刊撰稿。来稿一经刊用, 本刊即按国家有关规定付酬。

一切来稿, 均应书写工整, 字迹易于辨认, 图表要设计合理, 绘画规范。文稿中如有照片要用黑白片, 千万不要复印件。来稿要写清作者所在单位, 包括详细地址。

来稿请寄: 哈尔滨市香坊区东北农学院马铃薯杂志编辑部。

本刊编辑部