

猪肉生产系统主要因子 对其生物经济学效率的影响

杜立新

(宁夏农学院兽医系)

摘 要

本文对猪肉生产系统12个主要因子: 肥育天数(FD)、活重(LBW)、平均日增重(ADG)、料肉比(FU)、胴体重(CW)、屠宰率(DP)、胴体瘦肉率(L%)、瘦肉量(LW)、背膘厚(BFT)、脂肪率(F%)、总成本(SC)和饲料成本(FC)对该系统生物经济学效率: 人民币(元)/千克瘦肉(¥/kgL)、人民币(元)/千克活重(¥/kgLW)和消化能兆卡/千克增重(Mcal/kgGW)的影响程度作了定量分析。结果表明: 提高胴体瘦肉率, 将减少生产瘦肉的成本, 但对生产活重的成本没有显著的影响, 而降低饲养总成本将显著地影响每生产1千克瘦肉或活重的成本; 猪的生长速度和饲料利用率及其成本是提高猪肉生产系统生物学效率的主要限制性因素。

同时, 对上述3个生物经济学效率与12个因子分别作了多元回归分析, 给出了三个用于估测猪肉生产系统生物经济学效率的回归方程。其剩余误差分别为0.0355、0.0115和0.0153, 说明所得方程在评价和预测猪肉生产系统生物经济学效率方面, 具有一定的实用价值。

前 言

猪肉生产是一个复杂的物质和信息复合动态开放系统, 系统中猪的生长, 能量、现金和信息的流通, 以及它们的相互作用要受到许多因素的影响。但以往对猪肉生产体系的评价, 基本上都是以某一个性状作为评价指标, 对该指标的特征, 也多是与若干性状的相关角度来研究。由此可见, 要对生产体系作出综合评价, 并改进对于评价指标的控制, 在思路必须突破以往研究工作的框子。自70年代以来, 国外许多学者先后提出以投入/产出效率作为一个生产系统的生物学和经济学的最佳度量指标^[1-3]。近年来, 国际上在肉牛、猪等畜种上就此方面开展了大量的研究^[4-8], 且日益引起众多学者的关注。但国内至今尚未见到这方面的研究报道。

在研究方法上, 如果将影响生物经济学效率的各个因素, 看作是含有多个水平可变因子的一个整体系统, 而生物经济学效率则是这个系统的输出, 然后对该系统进行多元分析, 就有可能对生产体系作出全面的评价, 并正确地把握住主要因子, 改进对于系统的生物经济学效率的控制。

本文的目的是从生物学、经济学和系统理论的观点出发, 应用线性模型定量分析猪肉生产的主要组成成分对于其生物经济学效率的影响, 为肉猪的系列化生产提供科学的定量信息。

*本文承蒙路兴中教授指导, 西北农业大学畜牧系养猪教研组支持, 特此致谢。

**本文于1987年8月20日收稿。

材 料 与 方 法

一、实验材料

试验以纯种八眉、关中黑和巴克夏猪及八眉、关中黑与杜洛克、长白、约克夏和巴克夏猪的二、三杂种猪作为研究对象，共分19组，每组8头合计152头猪，在同一条件下饲养。试验期以组平均体重达20千克开始，90千克结束。然后，经24小时饥饿，空腹称重，并按常规方法进行屠宰测定。

试验猪日粮粗蛋白水平为17.92~14.42%，消化能为3214~3066Kcal/kg。

二、模型中输入与输出变量

(一)输入变量： X_1 肥育天数(FD)、 X_2 活重(LBW)、 X_3 平均日增重(ADG)、 X_4 料肉比(FU)、 X_5 胴体重(CW)、 X_6 屠宰率(DP)、 X_7 瘦肉率(L%)、 X_8 背膘厚(BFT)、 X_9 脂肪率(F%)、 X_{10} 总成本(SC)、 X_{11} 饲料成本(FC)和 X_{12} 瘦肉量(LW)。

其中，总成本的计算公式如下所示：

$SC = \text{屠宰成本} + \text{育肥用仔猪重量} \times \text{价格} + \text{每单位时间的劳力和设备成本} \times \text{达屠宰时间} + 1 - 3 \text{号饲料量(分别)} \times 1 - 3 \text{号饲料单价} + \text{每头猪的医、药及其它杂费。}$

(二)输出变量： Y_1 ：生产1千克瘦肉所需人民币(元，¥/kgL)、 Y_2 ：生产1千克活重所需人民币(元，¥/kgLW)、 Y_3 ：增重1千克活重所消耗的消化能(兆卡，Mcal/kgGW)。

三、多元分析模型及其求解

用向量和矩阵形式表示的线性模型如下所示：

$$R^{(0)}P^{(0)} = R^{(0)}_{(Y)} \quad (1)$$

其中： $R^{(0)}$ 为m个x性状的相关矩阵；

$P^{(0)}$ 为m维标准化偏回归系数的列向量；

$R^{(0)}_{(Y)}$ 为m维x变量与Y变量的相关列向量。

依矩阵代数由 $R^{(0)}$ 得其逆阵 $C^{(0)}$

$$C^{(0)} = (R^{(0)})^{-1} = (C^{(0)}_{ij})_{m \times m} \quad (2)$$

于是可得各x性状对Y的通径系数 $P^{(0)}_j$

$$P^{(0)} = (P^{(0)}_j)_{m \times 1} = C^{(0)} \cdot R^{(0)}_{(Y)} \quad (3)$$

上述计算及统计检验，采用作者自编BASIC语言通用程序，在Apple—II微机上实现。

结 果 与 分 析

一、变量表型相关与通径分析

(一)模型中输出变量(Y_i)与输入变量(X_j)的相关系数和统计检验结果列于表1。

(二)模型中各 X_j 对 Y_i 的通径系数见表1(相关系数的剖分结果略)。

(三)各 X_j 对 Y_i 的决定系数及两两输入变量对输出变量互作效应的决定系数列于表2、3。

表1 输入变量与输出变量的表型相关与通径系数

变量	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
Y_1	0.7491** -0.1029	0.1080 0.1562	-0.0508 -0.3711	-0.0284 0.0013	-0.8517** -0.7160	-0.7087** -0.1197	0.7095** 0.1617	0.2644** -0.0190	0.5366** -0.1113	0.7061** 0.3950	0.8103** -0.0144	
Y_2	0.7550** -0.2931	-0.3175** -0.4155	-0.2599* 0.0434	0.1611 0.0239	-0.3198** -0.0245	-0.9259** -0.4480	0.9183** 0.2355	0.0229 -0.0005	0.1386, -0.0760	0.6635** 0.6783	0.7039** 0.0064	-0.4485** -0.0023
Y_3	0.6376** -0.7598	-0.4234** -0.2112	-0.3409** 0.0851	0.1209 0.0145	-0.4260** -0.2905	-0.8810** -0.6286	0.9909** 0.5403	0.0916 -0.0100	0.2486* -0.1424	0.5006** 0.1415	0.6934** 0.3646	-0.5861** 0.1046

注: 表中上行为相关系数, 下行为通径数; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。表2 输入变量对输出变量 Y_i 的决定系数

	$dY_1X_1X_1$	$dY_1X_1X_2$	$dY_1X_1X_3$	$dY_1X_1X_4$	$dY_1X_1X_5$	$dY_1X_1X_6$	$dY_1X_1X_7$	$dY_1X_1X_8$	$dY_1X_1X_9$	$dY_1X_1X_{10}$	$dY_1X_1X_{11}$
Y_1	0.0106 0.0244 0.1377 1.7E-06 0.5127 0.0143 0.0261 0.0004 0.0124 0.1560 0.0002	-0.0084	0.0155 -0.0975	-6.2E-05 7.4E-05 -0.0004	-0.0758 0.0657 -0.1132 -8.9E-06	-0.0210 -0.0082 0.0168 4.8E-05 0.0664	-0.0223 -0.0209 0.0415 4.3E-05 0.0943 0.0349	0.0006 -0.0015 0.0051 -1.2E-06 -0.0136 -0.0003 -0.0003	0.0061 -0.0082 0.0225 -3.4E-05 -0.1284 -0.0060 -0.0078 0.0024	-0.0928 0.0598 -0.1261 0.0003 0.2920 0.0650 0.0662 -0.0030 -0.0259	0.0027 -0.0013 0.0025 -8.8E-08 -0.0135 -0.0026 -0.0033 0.0002 0.0013 -0.0097

注: 凡小于 10^{-5} 的数值, 均采用科学计数法。

表3 输入变量对输出变量Y₂与Y₃的决定系数

	dY ₂ X ₁	dY ₂ X ₂	dY ₂ X ₃	dY ₂ X ₄	dY ₂ X ₅	dY ₂ X ₆	dY ₂ X ₇	dY ₂ X ₈	dY ₂ X ₉	dY ₂ X ₁₀	dY ₂ X ₁₁	dY ₂ X ₁₂	Y ₃
Y ₂	0.0859	0.0639	-0.0052	-0.0032	-0.0074	-0.2218	-0.0923	4.3E-05	0.0119	-0.3563	-0.0035	-0.0005	
	0.1726		-0.0303	-0.0036	-0.0080	0.0807	0.0810	9.4E-05	0.0148	-0.2730	-0.0015	0.0004	
	0.0019		0.0009	0.0009	0.0005	-0.0073	-0.0071	-1.4E-05	-0.0018	0.0253	0.0001	-8.2E-05	0.0109
	0.0006	-0.0340			-5.6E-06	0.0033	0.0011	-5.4E-06	-0.0004	0.0085	7.2E-05	-3.2E-05	0.1329
	0.0006	-0.0069	0.0880			0.0084	0.0047	-1.1E-05	-0.0030	0.0172	0.0002	9.1E-05	0.0200
	0.1978	0.0167	-0.0413	-0.0119			0.1891	-2.3E-05	-0.0153	0.4149	0.0043	0.0010	0.0203
	0.0554	0.0005	-0.0020	-0.0005	0.0016			-1.1E-05	-0.0077	0.1656	0.0021	0.0006	9.9E-05
	2.0E-07	-0.0648	0.2756	0.0782	-0.0332	-0.0006	0.8131		3.9E-05	-0.0001	-1.6E-06	-4.7E-07	0.2920
	0.0058	-0.0612	0.3506	0.1223	-0.0405	-0.0007	0.1278	0.1414		-0.0304	-0.0004	-0.0002	0.3951
	0.4601	-0.0484	0.1386	0.0424	-0.0567	-0.0029	0.1278	0.0028		0.0074	0.0007	0.0007	0.0844
	4.1E-05	0.0009	0.0025	0.0011	-0.0005	-7.2E-05	0.0016	-0.0202	-3.9E-05			1.4E-05	0.0002
	5.5E-06	0.0072	0.0143	0.0104	-0.0066	-0.0006	-0.0318	-0.0202	0.0105	0.0011			0.0072
		-0.0098	-0.0438	-0.0289	0.0141	0.0011	0.0945	0.0580	-0.0360	-0.0011	-0.0302		0.0446
		0.0553	-0.5102	-0.1927	0.0580	0.0025	-0.5496	-0.8127	-0.2271	-0.0050	-0.0263	0.0842	0.5773
	dY ₃ X ₁₃	dY ₃ X ₁₄	dY ₃ X ₁₅	dY ₃ X ₁₆	dY ₃ X ₁₇	dY ₃ X ₁₈	dY ₃ X ₁₉	dY ₃ X ₂₀	dY ₃ X ₂₁	dY ₃ X ₂₂	dY ₃ X ₂₃	dY ₃ X ₂₄	dY ₃ X ₂₅

注: X_j的脚码j左边从上到下依次排列, 右边从下到上排列。

表4 决定程度的统计检验

Σd _j = R ^{2m}	d _{ie}	d _{fi}	d _{fi} e	F _i	P
0.9645	0.0355	11	140	207.47	<0.01
0.9885	0.0115	12	139	601.69	<0.01
0.9847	0.0153	12	139	450.51	<0.01

综观表1、2的结果可知,影响 Y_1 的主要因素为 X_5 ,其相关系数和通径系数分别为-0.8517和-0.7160,且通过 X_{10} 、 X_1 、 X_7 和 X_9 等变量对前者均有一个较大的影响,其决定系数分别为0.2920、-0.0758、0.0943和-0.1284。其次为 X_{10} 、 X_3 和 X_7 ,决定程度最小的为 X_4 。

由表1、3可知,对 Y_2 影响最大的因素依次为 X_{10} 、 X_6 和 X_2 。此外, X_{10} 与 X_6 、 X_1 、 X_2 和 X_7 的互作效应亦有较大的影响,其决定系数分别为0.4149、-0.3563、-0.2730和0.1656。而影响程度最小的为 X_8 和 X_{12} 。

在12个输入变量中,影响 Y_3 的主要因素是 X_1 、 X_6 和 X_7 及三者间的两两互作关系,其决定系数分别为0.5773、0.3951、0.2920及-0.8127、-0.5496和0.6131。其次是 X_{11} 及其与上述三者间的互作关系。

二、通径系数与决定程度的统计检验

经对通径系数逐一进行显著性检验发现,在 Y_1 方面除 X_5 和 X_{11} ,在 Y_2 方面除 X_9 、 X_{11} 和 X_{12} ,在 Y_3 方面除 X_8 和 X_4 外,其余所有通径系数均达极显著($P < 0.01$)水准。

决定程度的统计检验结果如表4。

上述统计检验结果说明,本研究所考虑的输入变量,已基本上包括了影响猪肉生产系统生物经济学效率的主要因素,且它们在决定模型的输出变量上已接近封闭系统^[9]。

三、多元回归方程

由系统的输入变量估计系统的三个输出变量的回归方程如下所示:

$$Y_1 = 9.3149 - 0.0029X_1 + 0.0195X_2 - 0.0659X_3 + 0.0004X_4 - 0.1023X_5 - 0.0014X_6 + 0.2787X_7 - 0.0287X_8 - 0.0189X_9 + 0.0246X_{10} - 0.0018X_{11} \quad (4)$$

$$Y_2 = 1.6277 - 0.0014X_1 - 0.0088X_2 + 0.0013X_3 + 0.0013X_4 - 0.0006X_5 - 0.0009X_6 + 0.0693X_7 - 0.0001X_8 - 0.0022X_9 + 0.0072X_{10} + 0.0001X_{11} - 0.00009X_{12} \quad (5)$$

$$Y_3 = 16.5855 - 0.0387X_1 - 0.0469X_2 + 0.0270X_3 + 0.0082X_4 - 0.0740X_5 - 0.0128X_6 + 1.6596X_7 - 0.0268X_8 - 0.0432X_9 + 0.0157X_{10} + 0.0794X_{11} + 0.0400X_{12} \quad (6)$$

上述回归方程经统计检验变量间多元回归关系均达极显著($P < 0.01$)水准。

讨 论 与 结 论

一、本研究提出以瘦肉和活重生产的经济效率作为猪肉生产系统的经济学投入/产出效率,以体组织的能量转化率作为系统的生物学投入/产出效率,不仅反映了我国养猪生产的近期和长期经济目标,而且以此作为畜牧生产系统及家畜育种目标,在对某个生产或育种体系及技术措施作出评估时,综合考虑了家畜所处的自然、经济环境以及投入成本与产出经济效益之间的关系。此外,它也有利于发挥地区的优势,有助于养猪生产创造出高产、优质、低成本的经济效益。

二、标志能量的输入量、转化效率和收获潜力的体组织能量转化率,不仅代表着养猪生产系统生物总能量的转化效率,而且也是对其是否合理利用资源及其生态效率的检验。因而以此作为生产目标不仅有助于猪群本身生物学效率的改进,而且对于保证自然资源生态系统的良性循环也有一定的作用。另外,生物经济学效率把猪作为一种产肉动物用经济学、生物学概念来解释为改进其总价值所需要的变化的性质,它同上述学科中广

泛应用的概念密切相关。因此,以它们作为家畜生产系统的目标,将有助于多学科合作。

三、肉猪生产系统定量分析表明,提高胴体瘦肉率,将减少生产瘦肉的成本,但对生产活重的成本没有显著的影响,而降低饲养总成本将显著影响每生产1千克瘦肉或活重的成本;猪的生长速度和饲料利用效率及其成本是提高猪肉生产系统生物学效率的主要限制因子。

四、多元回归分析的结果表明,在其它变量保持不变的情况下,瘦肉率和料肉比每变化一个单位,¥/kgL分别相应变化0.1023和0.2787元。事实上,瘦肉率的提高要比料肉比的下降来得容易,且会产生较大的社会经济效益。可见,提高瘦肉生产的经济学效益,关键在于提高胴体瘦肉率。同样前提下,料肉比和总成本的单位变化;料肉比和饲料成本的单位变化将分别对活重生产的经济学和生物学效益产生较大的影响。

五、本研究所得三个回归方程式可以对猪肉生产系统的生物经济学效率作出评估和预测,对于提高养猪生产的生物经济学效率具有一定的价值。但由于受试验条件的限制没有将繁殖性状直接作为输入变量考虑进去,使该模型的应用范围受到一定的限制。

参 考 文 献

- (1) Dickerson, G.E., 1970. Efficiency of animal production molding the biological components. *J. Anim. Sci.* 30:849.
- (2) Dickerson, G.E., 1976. The choice of selection objectives in meat-producing animals. *Life Sci.* 6:449.
- (3) Harris, D.L., 1970. Breeding for efficiency in livestock production: Defining the economic objectives. *J. Anim. Sci.* 30:860.
- (4) Bennett, G.L. Tess. M.W. Dickerson, G.E. and Johnson, R.K., 1983b. Simulation of breed and crossbreeding effects on costs of pork production. *J. Anim. Sci.* 56:4.
- (5) Cartwright, T.C., 1970. Selection criteria for beef cattle for the future. *J. Anim. Sci.* 30:706.
- (6) David, R.N. et al., 1979. Simulated efficiency of beef production a midwestern cow-calf-feedlot management systems I Crossbreeding systems. *J. Anim. Sci.* 49:93.
- (7) Moav, R. J. Maav., 1966. Profit in a broiler enterprise as a function of egg production of parent stocks and growth rate of their progeny. *Brit. Poul. Sci.* 7:5.
- (8) Tess. M.W. et al., 1983a. Simulation of genetic changes in life cycle efficiency of pork production IA bioeconomic model. *J. Anim. Sci.* 56:336.
- (9) 莫惠栋等, 1986, 玉米数量性状的遗传分析 I 杂种群中高产基因的特征. *江苏农学院学报*, 7(1):1.

EFFECTS OF THE MAIN FACTORS IN SYSTEM OF PORK PRODUCTION ON ITS BIOECONOMIC EFFICIENCY

Du Lixin
(Ningxia Agricultural College)

Abstract

In this study, effects of 12 main factors in system of pork production on its bioeconomic efficiency were analysed quantitatively. The results showed that increase the carcass lean would reduce the cost of lean meat produced significantly, but not the cost of live weight produced. While cost/kg lean and live weight were influenced significantly by reducing total cost of feeding. Growth rate of pig and feed conversion efficiency and cost of feed were main restrictive factors in improving biological efficiency of pork production.

Multiple regression analysis of the above three bioeconomic efficiency with twelve factors was made. Three regression equations were presented for evaluating bioeconomic efficiency of pork production. Three linear model can be used to evaluate changes in bioeconomic efficiency associated with varying one of the 12 input variables.