

用生物经济学方法研究猪生产性状的经济权重

王楚端^{1*} 王立贤² 张庆才¹

(1 中国农业大学 动物科技学院, 北京 100094; 2 中国农科院 畜牧所, 北京 100094)

摘要 建立了生物经济学模型模拟商品猪群生产过程, 用差额法结合系统分析原理计算养猪生产中 8 个主要生产性状的边际效益。结果表明, 在设定的市场生产条件下, 母猪繁殖寿命(胎)、窝活仔数(只)、仔猪出生体重(kg)、日增重(g)、饲料转化效率(kg/kg)、屠宰率(%)、瘦肉率(%)及肉质指数(%)的边际效益分别为 1.64, 7.65, 4.23, 0.11, -99.00, 8.08, 10.69 及 7.13 元。市场生产条件及性状水平的变化对边际效益的影响为饲料成本提高 30%, 使饲料转化效率的边际效益也提高 30%; 非饲料成本提高 30%, 母猪繁殖寿命的边际效益提高 61%; 出栏猪体重由 95 kg 提高到 110 kg, 生长肥育及胴体品质性状的边际效益提高 16%~21%; 窝活仔数提高 2 头, 繁殖性状边际效益下降 3%~30%; 日增重水平提高 50 g/日, 边际效益下降 11%。本文介绍的模型也可用于估计传统模型难以估计的性状的边际效益, 如成活率、产仔间隔、受胎率等, 而这些性状可能成为外来猪育种的目标。

关键词 猪; 生产性状; 生物经济学模型; 经济权重; 边际效益

中图分类号 S813.22

Economic Weight of Production Traits for Swine with Bio-Economic Model

Wang Chudian¹ Wang Lixian² Zhang Qingcai¹

(1 College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2 Institute of Animal Science, CAAS, Beijing 100094, China)

Abstract The economic weights of production traits are foundation information in swine breeding. In the study, a bio-economic model was integrated to estimate the marginal profits of the goal traits which includes reproduction longevity (litter), litter size born alive (pig/litter), body weight at birth (kg), daily gain (g/day), feed conversion efficiency (kg/kg), dressing rate (%), lean meat percentage (%) and meat quality index (%). The results showed that in the default market and production condition, the marginal profits for the above goal traits were 1.64, 7.65, 4.23, 0.11, -99.00, 8.08, 10.69 and 7.13 RMB, respectively. The effects of market-production conditions and genetic improvement on the marginal profits of these traits were also analyzed. The model can also be used to estimate the economic weights of the traits such as survivability, reproduction gap, conception rate, where it is difficult under traditional models.

Key words swine; production trait; bio-economic model; economic weight; marginal profit

畜禽生产性状的经济权重是指在预期生产市场形势下当各性状保持不变时, 其中某一性状发生单位变化所产生的边际效益。合理确定性状的经济权重是制定猪育种目标的重要基础,

收稿日期: 2002-03-26

国家“十五”科技攻关资助项目(2002BA514A-7-1), “863”资助项目(2001AA245021)

* 王楚端, 副教授, 研究方向为猪育种与规模化生产。北京圆明园西路 2 号



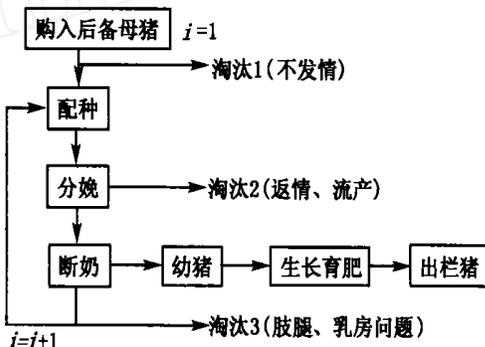
也是制定综合选择指数的必要前提。畜禽性状经济权重的计算主要有主观评定法、生产函数法、差额法、回归法、单个牧场条件的优化法及区域市场生产条件优化平衡法等^[1]。在猪育种中,国外曾经用差额法^[2]、系统分析法^[3-5]、生产函数法^[6-7]来计算主要生产性状的经济权重。

国内种猪的选择通常借用国外的选择指数,这显然是不合适的,因为我国的养猪生产市场条件与国外存在有很大差别。本研究以生产群的利润为目标,应用差额法,结合系统分析原理,通过模型描述商品猪场的生产过程,分析目标性状的变化对经济效益的影响,计算性状的经济权重,为确定我国种猪的综合选择指数提供参考。

1 材料与方法

1.1 模型描述

集约化商品猪群的生产过程可用右侧流程图来描述。



描述这个生产过程的生物经济学模型涉及 3 类参数体系:生产性能参数体系、管理技术参数体系及成本价格参数体系。参数取值来自于河南、天津、北京的代表性猪场,能反映我国当前规模化商品猪场生产条件(表 1)。各胎次母猪的日增重及相对于第 3 胎次的窝活仔数系数见表 2^[4]。

表 1 模型所用各参数体系的当前设定值

生产性能参数体系		管理技术参数体系		成本价格参数体系	
项目	设定值	项目	设定值	项目	设定值
母猪繁殖寿命/胎	6.0	母猪第 1 次淘汰天数(因不发情)	4.0	每胎固定的分娩费用/元	120
断奶发情间隔/d	9.0	及淘汰比率/%	45.0	每(首)次受胎的输精费用/元	50.0
死胎率/%	7.0	母猪第 2 次淘汰天数(因流产)	40.0	后备母猪的购买费用/元	100.0
初生仔猪体重/kg	1.45	及淘汰比率/%	8.0	母猪饲料价格,元/kg	1.20
窝活仔数/只	10.0	母猪第 3 次淘汰天数(肢腿、乳房问题)	70.0	母猪每天的基本非饲料费用/元	0.87
哺乳期仔猪死亡率/%	10.0	及淘汰比率/%	47.0	每只断奶仔猪固定的非饲料费用/元	14.5
幼猪死亡率/%	2.0	哺乳母猪哺乳日需饲料,kg/只	0.4	哺乳仔猪的饲料价格,元/kg	2.20
生长肥育猪死亡率/%	2.0	妊娠期胚胎发育所需饲料,kg/只	1.8	幼猪的饲料价格,元/kg	1.80
哺乳仔猪日增重/g	215.0	母猪基本饲料需要,kg/只	2.25	生长肥育猪的饲料价格,元/kg	1.40
幼猪日增重/g	386.0	妊娠期/d	114.0	幼猪每天的非饲料费用,元/只	0.92
生长肥育猪日增重/g	745.0	淘汰母猪死亡率/%	2.0	生长肥育猪的日非饲料费用,元/只	0.87
哺乳仔猪日采食量/g	30.0	断奶仔猪重量/kg	7.26	1% 瘦肉率胴体差价,元/kg	0.15
幼猪日采食量/g	676.0	幼猪转群体重/kg	25.00	1% 肉质指数胴体差价,元/kg	0.1
生长育肥猪饲料转化率/%	2.78	出栏猪重量/kg	95.0	出栏猪标准胴体的价格,元/kg	8.50
出栏猪屠宰率/%	75.0	后备母猪购入时体重/kg	100.00	淘汰母猪胴体价格,元/kg	8.00
淘汰母猪屠宰率/%	70.0				
胴体瘦肉率/%	60.0				
胴体肉质指数/%	70.0				

模型目标(每头出栏猪的经济效益)由商品猪成本、商品猪收入、母猪成本及母猪收入等因素构成。商品猪的生长分为哺乳阶段、幼猪阶段及生长育肥阶段,其成本可以剖分为:1)3个阶段的饲料费用;2)3个阶段的非饲料费用(包括劳务、管理、畜舍、投资利息、水电、共同管理费等一般性费用);3)哺乳阶段的额外非饲料费用(补铁、去势、去尾等)。

母猪成本由以下几等组成: 1) 后备母猪购买费用; 2) 基本非饲料费用(劳务、管理、畜舍、贷款利息、水电及一般性共同费用); 3) 基本饲料费用(维持及自身的增重需要); 4) 分娩所需额外费用(劳务、管理、兽药、保温及产房费用); 5) 配种费用; 6) 胚胎发育所需的饲料费用; 7) 哺乳期泌乳所需的饲料费用。商品猪的收入主要有商品猪的胴体价值, 母猪的收入来自淘汰母猪的胴体价值。

表 2 各胎次母猪日增重及产仔数系数

项 目	胎 次							
	1	2	3	4	5	6	7	8
母猪日增重/g	125	100	75	50	25	0 0	0 0	0 0
窝活仔数系数	0 770	0 840	1 000	1 070	1 140	1 160	1 100	1 040

1.2 模型计算

系统目标用公式表述为: 经济效益= 出栏猪收入+ 淘汰母猪收入- 哺乳期仔猪成本- 幼猪成本- 生长育肥猪成本- 母猪成本。其中:

1) 哺乳期仔猪成本= 断奶仔猪总头数 × (每只断奶仔猪的非饲料费用+ 哺乳仔猪日采食量 × 哺乳仔猪的饲料价格 × 哺乳期天数)

$$\text{断奶仔猪总头数} = \sum_{i=1}^{\text{母猪使用胎次}} (\text{第 } i \text{ 胎母猪头数} \times \text{第 } i \text{ 胎母猪产活仔数} \times \text{哺乳仔猪成活率})$$

$$\text{第 } i \text{ 胎母猪头数} = \text{第 } (i-1) \text{ 胎母猪头数} \times (1- \text{第 } i \text{ 胎母猪淘汰率})$$

$$\text{哺乳期天数} = (\text{断奶仔猪重量} - \text{初生仔猪体重}) \div \text{哺乳仔猪日增重}$$

2) 幼猪成本= 断奶仔猪总数 × (1- 0.5 × 幼猪阶段死亡率) × (幼猪每天的非饲料费用+ 幼猪日采食量 × 幼猪饲料价格) × 幼猪阶段天数

$$\text{幼猪阶段天数} = (\text{幼猪重量} - \text{断奶仔猪重量}) \times \text{幼猪日增重}$$

3) 生长肥育猪成本= 生长肥育猪总数 × (1- 0.5 × 生长肥育猪死亡率) × (生长肥育猪每天的非饲料费用+ 生长育肥猪饲料转化效率 × 生长肥育猪日增重 × 生长育肥猪饲料价格) × 生长肥育期天数

$$\text{生长肥育猪总数} = \text{断奶仔猪总数} \times (1- \text{幼猪阶段死亡率})$$

$$\text{生长肥育期天数} = (\text{出栏猪体重} - \text{生长猪体重}) \div \text{生长肥育猪日增重}$$

4) 出栏猪收入= 出栏猪总头数 × 出栏猪体重 × 出栏猪屠宰率 × (出栏猪标准胴体的价格 + 胴体价格调整系数)

$$\text{出栏猪总头数} = \text{生长肥育猪总头数} \times (1- \text{生长肥育猪死亡率})$$

$$\text{胴体价格调整系数} = (\text{出栏猪胴体估计瘦肉率} - 60) \times \text{胴体瘦肉率与标准相差 1 个百分点时的价格差} + \text{胴体肉质指数} - 70) \times \text{胴体肉质指数与标准相差 1 个百分点时的胴体差价}$$

5) 母猪成本= 由后备母猪购买费用+ 母猪基本的饲养费用+ 配种费用+ 分娩费用+ 胎儿发育及分娩费用、胎儿发育及仔猪哺乳所需饲料费用

$$\text{后备母猪购买费用} = \text{购入后备母猪数} \times \text{后备母猪的单只费用}$$

$$\text{母猪基本饲养费用} = (\text{母猪每天的基本非饲料费用} + \text{母猪基本的饲料需要} \times \text{母猪饲料价格}) \times \text{母猪总饲养天数}$$

$$\text{母猪总饲养天数} = \sum_{i=1}^{\text{母猪使用胎数}} \text{第 } i \text{ 胎母猪头数} \times \{ \text{第 } i \text{ 胎由于乳房及肢腿问题而淘汰的母猪比例} \times \text{此类淘汰发生的天数} + \text{第 } i \text{ 胎由于发情问题而淘汰的母猪比例} \times \text{此类淘汰发生的天数} + \text{第 } i \text{ 胎由于流产而淘汰的母猪比例} \times \text{此类淘汰发生的天数} + (1 - \text{第 } i \text{ 胎母猪的总淘汰率}) \times (\text{断奶发情间隔} + \text{妊娠天数} + \text{哺乳期天数}) \}$$

$$\text{配种费用} = \text{母猪配种次数} \times \text{每次受胎的配种费用}$$

$$\text{母猪配种次数} = \sum_{i=1}^{\text{母猪使用胎数}} \text{第 } i \text{ 胎母猪头数} \times (1 - \text{第 } i \text{ 胎由于乳房肢腿问题而淘汰的母猪比例} - \text{第 } i \text{ 胎由于发情问题而淘汰的母猪比例})$$

$$\text{分娩费用} = \text{母猪总分娩次数} \times \text{每胎固定的分娩费用}$$

$$\text{母猪总分娩次数} = \sum_{i=1}^{\text{母猪使用胎数}} \text{第 } i \text{ 胎母猪头数}$$

$$\text{胎儿发育的饲料费用} = \text{总产活仔数} \div (1 - \text{死胎率}) \times \text{妊娠期胚胎发育所需饲料} \times \text{妊娠母猪饲料价格}$$

$$\text{仔猪哺乳所需的饲料费用} = \text{总断奶仔猪头数} \times \text{哺乳期由于仔猪哺乳所需饲料} \times \text{哺乳期天数} \times \text{哺乳母猪饲料价格}$$

$$6) \text{ 母猪收入} = \text{淘汰母猪重量} \times (1 - \text{淘汰母猪死亡率}) \times \text{淘汰母猪胴体价格} \times \text{淘汰母猪屠宰率}$$

$$\text{淘汰母猪重量} = \text{后备母猪体重} + \sum_{i=1}^{\text{母猪使用胎数}} \text{第 } i \text{ 胎母猪头数} \times \{ \text{第 } i \text{ 胎由于乳房及肢腿问题而淘汰的母猪比例} \times \text{此类淘汰发生的天数} + \text{第 } i \text{ 胎由于发情问题而淘汰的母猪比例} \times \text{此类淘汰发生的天数} + \text{第 } i \text{ 胎由于流产而淘汰的母猪比例} \times \text{此类淘汰发生的天数} + (1 - \text{第 } i \text{ 胎母猪的总淘汰率}) \times (\text{断奶发情间隔} + \text{妊娠天数} + \text{哺乳期天数}) \} \times \text{第 } i \text{ 胎母猪日增重}$$

根据定义边际效益用公式表示为: $P = R - C = (R_1 - R_0) - (C_1 - C_0) = P_1 - P_0$ (其中 P ——边际效益, R ——边际收入($R_1 - R_0$), C ——边际成本($C_1 - C_0$), P_1 ——某一性状发生改变后的经济效益, P_0 ——在基本生产市场形势下的经济效益)。

本文先计算在基本生产形势下商品猪生产的经济效益(P_0), 然后分别计算各性状发生一个单位改变后的经济效益(P_1), 得出性状的边际效益。

2 结果与讨论

在设定值的情况下, 商品猪场每头出栏肥猪的饲养成本为 476.0 元, 其中哺乳期饲养成本 17.0 元, 幼猪期饲养成本 101.2 元, 生长肥育期饲养成本 357.8 元, 出栏猪收入为 605.6 元; 而每头出栏猪所分摊的母猪成本及淘汰母猪收入分别为 120.6 及 20.3 元, 平均每生产一头出栏猪的经济效益为 29.3 元。

2.1 生产性状的边际效益

不同类型的生产性状对商品猪生产的收入及成本的作用方式有差别(表 3)。改善繁殖性状可使出栏数量增加, 使每头出栏猪分摊的母猪成本下降, 而产生边际效益; 生长肥育性状的改善直接反映在猪只存栏时间的缩短而降低饲养成本; 胴体性状的改善则直接提高出栏猪的

收入。母猪繁殖寿命提高一个胎次,使每头母猪终身提供的出栏猪数由 39.3 头提高到 44.4 头,使出栏猪平均收入下降 2.31 元,同时使出栏猪平均成本下降 3.95 元,因而产生的边际效益为 1.64 元;母猪窝活仔数提高 1 头,其终身提供的出栏猪头数增加 3.9 头,使每头猪分摊的母猪成本下降 9.49 元,分摊的淘汰母猪收入减少 1.85 元,仍使出栏猪利润提高 7.65 元;生长肥育期日增重提高 1 g,使生长肥育期缩短 0.13 d,饲养成本下降 0.11 元;生长肥育期饲料转化效率提高 1 个单位,使每头出栏猪的生长肥育期饲料成本上升 99.0 元,所以其边际效益为 -99.0 元;瘦肉率每提高 1%,使每千克胴体的价格提高 0.15 元,出栏猪的收入增加 10.69 元。肉质指数提高 1%,每公斤胴体价格提高 0.10 元,出栏猪收入增加 7.13 元。

表 3 主要生产性状的边际收入、边际成本及边际效益 元

性 状	边际收入(R)	边际成本(C)	边际效益(P= R- C)
母猪繁殖寿命(胎)	- 2.31	- 3.95	1.64
窝活仔数(只)	- 1.85	- 9.49	7.65
初生仔猪体重(kg)	- 0.19	- 4.43	4.23
生长肥育猪日增重(g)	0	- 0.11	0.11
生长肥育猪饲料转化率(kg/kg)	0	99.00	- 99.00
出栏猪屠宰率(%)	8.08	0	8.08
胴体瘦肉率(%)	10.69	0	10.69
胴体肉质指数(%)	7.13	0	7.13

2.2 市场变化对边际效益的影响

假设母猪及商品猪饲料成本提高 30%,使母猪饲养成本显著提高,因而与母猪饲养成本有关的繁殖性状的边际效益都有显著提高,同时使生长肥育期饲料转化效率的边际效益也相应地提高 30%,饲料效率的边际效益与饲料成本呈线性关系;非饲料成本提高 30%,也显著提高母猪饲养成本,因而提高繁殖性状的边际效益,特别是母猪繁殖寿命的边际效益提高幅度达 61%,日增重的边际效益也相应提高。出栏猪体重由 95 kg 提高到 110 kg,显著增加生长肥育性状及胴体品质性状的边际效益。胴体价格提高 30%,则使母猪繁殖性能及商品猪生活力性状的边际效益分别下降为原来的 57%~99%,但同时出栏猪屠宰率的边际效益相应提高 30%。胴体价格差提高 30% 说明市场提高对胴体质量的要求,相应地提高胴体品质性状的边际效益(表 4)。

表 4 市场生产条件的变化对生产性状边际效益的影响(括号内为相对值) 元

性 状	边际效益	饲料价格提高 30%	非饲料成本提高 30%	出栏猪体重提高到 110 kg	胴体价格提高 30%	胴体价格差提高 30%
母猪繁殖寿命	1.64(100)	<u>1.82(111)</u>	<u>2.64(161)</u>	1.64(100)	<u>0.94(57)</u>	1.64(100)
窝活仔数	7.65(100)	<u>8.86(116)</u>	<u>9.28(121)</u>	7.65(100)	<u>7.09(93)</u>	7.65(100)
初生仔猪体重	4.23(100)	<u>5.43(128)</u>	<u>4.36(103)</u>	4.23(100)	<u>4.18(99)</u>	4.23(100)
生长肥育猪日增重	0.11(100)	0.11(100)	<u>0.14(127)</u>	<u>0.13(118)</u>	0.11(100)	0.11(100)
生长肥育猪饲料转化率	- 99.00(100)	<u>- 128.70(130)</u>	- 99.14(100)	<u>- 120.21(121)</u>	- 99.00(100)	- 99.00(100)
出栏猪屠宰率	8.08(100)	8.08(100)	8.08(100)	<u>9.35(117)</u>	<u>10.50(130)</u>	8.08(100)
胴体瘦肉率	10.69(100)	10.69(100)	10.69(100)	<u>12.38(116)</u>	10.69(100)	<u>13.89(130)</u>
胴体肉质指数	7.13(100)	7.13(100)	7.13(100)	<u>8.25(116)</u>	7.13(100)	<u>9.26(130)</u>

2.3 性状水平的提高对边际效益的影响(表5)

窝活仔数在当前设定值的基础上提高2头使繁殖性状边际效益下降到原来的70%~97%,对其他性状的边际效益没有影响。日增重水平提高 $50\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ 使其边际效益下降11%,对其他性状没有影响。饲料转化效率、胴体瘦肉率及肉质性状的边际效益与本身的水平无关,而直接受市场价格因素的影响。

表5 生产性状的提高对各性状边际效益的影响(括号内为相对值)

元

性状	边际效益	窝活仔数 提高2头	日增重 提高50g	饲料效率 提高0.20	瘦肉率提高 3个百分点	肉质指数提 高5个百分点
母猪繁殖寿命	1.64(100)	<u>1.37(84)</u>	1.64(100)	1.64(100)	1.64(100)	1.64(100)
初生仔猪体重	4.23(100)	<u>3.97(94)</u>	4.23(100)	4.23(100)	4.23(100)	4.23(100)
窝活仔数	7.65(100)	<u>5.39(70)</u>	7.65(100)	7.65(100)	7.65(100)	7.65(100)
生长肥育猪日增重	0.11(100)	0.11(100)	<u>0.098(89)</u>	0.11(100)	0.11(100)	0.11(100)
生长肥育猪饲料转化率	-99.00(100)	-99.00(100)	-99.00(100)	-99.00(100)	-99.00(100)	-99.00(100)
出栏猪屠宰率	8.08(100)	8.08(100)	8.08(100)	8.08(100)	8.08(100)	8.08(100)
胴体瘦肉率	10.69(100)	10.69(100)	10.69(100)	10.69(100)	10.69(100)	10.69(100)
胴体肉质指数	7.13(100)	7.13(100)	7.13(100)	7.13(100)	7.13(100)	7.13(100)

我国地域辽阔,各地社会经济发展有明显差别,肉猪消费市场也不同,且随着时间推移而不断变化,这给猪育种目标的确定带来一定的困难,所以在确定育种目标时,需要育种学家和经济学家密切协作,对肉猪市场的发展进行有效的预测,规划产品的市场地位。利用本模型计算经济权重更符合实际需要,制定出更好的育种目标和选择指数。

参 考 文 献

- 1 张沅 现代动物育种原理与方法 北京:北京农业大学出版社,1989 82~86,194~256
- 2 Fewson D. Calculation of economic weights In: Proceedings of "Design of Livestock Breeding Programs" University of New England, Australia, 1993, 59~68
- 3 Wilton J W. The use of production system analysis in developing mating plans and selection goals J Anim Sci, 1979, 49(3): 809~825
- 4 DeVries, A G A model to estimate economic values of traits in pig breeding Live Prod Sci, 1989, 21(1): 49~66
- 5 Tess M W, Bennett G L, Dickerson G E. Simulation of genetic changes in life cycle efficiency of pork production: I. A bio-economic model J Anim Sci, 1983, 56(2): 337~353
- 6 Harris D L. Breeding for efficiency in livestock production: defining the economic objectives J Anim Sci, 1970, 30(3): 860~865
- 7 Newman S, Harris D L, Doolittle D P. Economic efficiency of lean tissue produce cross-breeding systems modeling with mice of the bio-economic objective J Anim Sci, 1985, 60(2): 385~394