

# 种猪性能测定的关键技术与应用

刘望宏 倪德斌 胡军勇

华中农业大学动物科学技术学院, 武汉 430070

**摘要** 本文就种猪性能测定的概念、关键技术及其在育种生产中的应用作了简要阐述, 分析了国内外种猪测定体系建立和遗传评估的研究进展。种猪性能测定是育种的技术基础, 是遗传评估和目标管理的根本途径, 随着分子生物学技术以及早期测定技术的不断发展和成熟, 种猪性能测定技术和评估方法将逐步发生改变, 以获得更为准确的遗传进展来满足养猪业的生产。

**关键词** 种猪; 性能测定; 育种生产; 遗传评估

种猪性能测定是提高种猪质量, 为遗传评估和育种提供科学数据的一项重要技术手段, 是育种的基础。没有种猪性能测定就没有准确的遗传评估, 也没有猪的真实遗传进展, 世界养猪发达国家的成功经验业已证明此点。1907 年, 丹麦建立了世界第一个后裔测定站, 开创了种猪规范测定与选育的历史, 加拿大、瑞典、美国、日本等国相继效仿。20 世纪 40 年代, 由于遗传力学说的发展以及活体测定技术的出现(超声波技术), 从个体性能发展到群体的评价, 测定指标逐步从生长性能发展到肉质、繁殖性状等。20 世纪 80 年代末 90 年代初, 利用计算机技术对种猪进行育种值的估计(BLUP 法), 这在一定程度上提高了种猪选择准确性。同时因为经济性状和影响因素多而导致在遗传评估准确性上存在一定问题, 因而对遗传评估方法的研究是猪育种中最热门的研究领域<sup>[1]</sup>。我国测定工作起步较晚, 50 年代初开始进行后裔测定, 80 年代初少数大专院校和科研单位开始进行综合测定和新品种(系)的选育, 直至 1985 年, 我国建立了第一个种猪测定机构——中国武汉种猪测定中心, 并建立了一套较为完善的测定制度和方案, 标志着我国的种猪测定开始向制度化和标准化的方向发展<sup>[2]</sup>。本文拟从测定关键技术和应用方面进行简要阐述, 供同行商榷。

## 1 种猪测定的基本概念与分类

种猪测定(Breeding Swine Test), 就是按照既

定的测定方案, 将测定猪置于相对一致的环境和饲养管理条件下, 采用标准方法对目标性状进行度量的全过程<sup>[2]</sup>。尽管 BLUP 法能在一定程度上对环境等因素进行校正, 但仍然受到多个因素的制约, 特别是数据质量、疾病、营养水平等, 因此, 种猪测定的条件尽量保持相对一致是必要的。按照测定指标的分类大致可分为生长性能测定、繁殖性能测定、胴体性状测定、肌肉品质测定及精液品质测定, 目前还包括采用分子生物技术进行的抗病性状测定、基因型测定、基因组测定等, 而后者必然要与各类性状相关联。从测定场所的角度则可分为中心测定(Test on station)和场内测定(Test on farm), 在我国具有资质的测定中心(站)进行饲养管理, 测定某一生长阶段的性能指标称为中心测定。反之, 则称为场内测定或农场测定。

## 2 国内外种猪测定体系

### 2.1 丹麦种猪测定

丹麦养猪业地位很高, 其生产总值约占该国总值的 60%~70%, 是世界养猪先进国家, 种猪测定及体系的建设较为完善。因国家较小(约 43 000 km<sup>2</sup>), 便于开展中心测定。公猪约 4 周龄早期断奶后送早期断奶隔离舍进行饲喂, 约 30 kg 进入测定舍(ACEMA 自动测定系统), 约 100 kg 结束测定, 85%的公猪送屠宰场进行胴体和肉质评定, 数据登录到计算机并通过网络提交国家猪育种与生产委

收稿日期: 2014-08-21

刘望宏, 男, 1974 年生, 副教授, 动物遗传育种与繁殖, 农业部种猪质量监督检验测试中心(武汉)副主任, 中国畜牧业协会猪业分会理事。

员会(NCPBP),农场测定数据处理方式与集中测定相同,测定指标略有差异,见表 1。采用 BLUP 法估计育种值,计算综合选择指数,以指导种猪选育和生产。

表 1 丹麦中心测定与农场测定的方式及性状

中心测定	农场测定
测定方式	
每年测定 5 200 头公猪	每年母猪 9 万头
12 头公猪一栏	一栏 5~8 头公或母猪
自由采食	自由采食
测定性状	
30~100 kg 日增重	1.5~30 kg 日增重
瘦肉率	日增重
饲料转化率	瘦肉率
体形外貌	体形外貌
屠宰损失(父系)	产仔数(母系)
pH 值(父系)	

注:资料来源于丹育国际 <http://www.danbredint.dk/home>。

## 2.2 加拿大种猪测定

养猪业在加拿大农业中同样占据重要地位,是最早开始 BLUP 遗传评估的国家。加拿大猪改良计划(SIP)是对猪的一个综合测定和遗传评定程序。加拿大的种猪测定数据主要依靠农场测定,取得 CCSI (Canada Center for Swine Improvement) 认证资格的技术员负责对测定数据的收集和育种计划的传达。为便于管理,全国建立了种猪识别的统一标准。场内测定主要根据品种分父系(Sire Line)和母系(Dam Line)来进行,测定性状(校正值)包括达 100 kg 日龄、背膘厚及母猪生产能力,2004 年开始将肉质和胴体品质纳入育种计划。

## 2.3 美国种猪测定

美国以农场测定为主,中心测定几乎处于停用状态。1995 年,由杜洛克猪、长白猪、约克夏猪和汉普夏猪四个品种协会联合成立了全国猪种登记协会(NSR),NSR 负责此四个品种的系谱登记,研究制定有关标准和种猪遗传评定公式,每个协会可单独发挥作用,负责对农场技术人员进行培训,由技术员负责农场的测定工作,有的州由协会(如 SPF 协会)的技术员到农场进行测定,主要是称重和测膘,其它数据由农场通过网络传输给协会。所有测定数据进入美国的种猪测定与遗传评估系统(STAGES),采用 BLUP 法计算,计算育种值综合指数和后代期望值予以定期向社会公布。STAGES 目

前应用的评定指数主要有 5 种,即父系指数、母系指数、父系断奶后指数、母系断奶后指数和母猪生产力指数,测定的性状主要有:达 250 lbs 日龄、背膘厚、眼肌面积、瘦肉率、产活仔数、育成数、21 日龄窝重等。

## 2.4 中国种猪测定

我国的中心测定始于 1985 年,当时的功能是为外贸出口核心猪场开展性能测定,为推动商品猪的质量迅速提高起到了积极作用。90 年代后期,逐步开始了拍卖展销会,现场测定也广泛地开展起来。随着 2010 年国家生猪改良计划的推进,我国目前基本形成以核心场为主的农场测定体系,主要测定性能指标为达 100 kg 体重日龄、活体背膘和总产仔数。部分省市开展了中心测定,如武汉中心、广州中心、重庆中心、山东站、河北站、河南站、安徽站等,主要测定指标为日增重、饲料转化率和活体膘厚。不断提升农场测定的准确性和合理应用已成为当前最主要的任务。

## 3 种猪测定关键技术

### 3.1 称量体重

很多人认为称量体重是最简单的一项工作了,然而全世界的育种和生产者都在为不断提升日增重努力,称量准确性的重要性不言而喻。目前因为设备的精度不足、使用不当、记录不规范等各种因素导致称量误差在 1 kg 以上是普遍现象,平均可导致日增重误差就在 14 g 以上,可影响 2~3 分的变化,这样就直接导致了选种准确性的大幅下降,从而影响了遗传进展,特别是对公猪的选择影响更大。笔者从以下几个方面阐述称量体重的关键技术。

首先,筛选科学准确的猪个体专用笼秤是关键。专用笼秤是种猪称量的必需设备,不可简单采用磅秤等代替,最好使用带有保定功能的笼秤,可以在完成称量的同时一次性完成测膘等工作,有效节约时间。当然这是次要的,关键在于笼秤的精度和具备动物称重模式,能最大限度地减少传统电子笼秤的人为误差。目前主要使用的有电子笼秤和机械电子笼秤 2 种。推荐使用的笼秤精度为 0.1 kg,静态模式允许偏差 0.05 kg,动物模式允许偏差 0.1 kg。

其次科学使用笼秤,尤其是电子笼秤。并非有

了一台好的笼秤就可以随意使用,它也会因为使用不当而造成错误和损坏,总结起来的操作程序有八项,见下图:

检查→自校(标定)→自检→称量→记录→清理→记录→存放

其中,第一次记录为称量体重的记录,第二次记录为笼秤的使用记录。清洗和使用中避免对电子部分的污染碰撞等,如传感器、转换器和仪表。同时还要注意设备的预热、放置平稳和保护等使用要点。从流程上讲,还得注意空腹 12 h 的规定,否则因采食差异容易造成 1~2 kg 的体重误差。

### 3.2 活体膘厚的测量

20 世纪 50 年代开始,人们就开始使用超声波进行猪活体膘厚的度量<sup>[9]</sup>,而我国是 80 年代初才开始引进,以前主要使用的是刺尺,对猪体表有损伤,操作起来也不便利。超声波实质还是声波,只是频率很高,当声波的振动频率大于 20 000 Hz 时,人的耳朵便听不见了。因此,我们把频率高于 20 000 Hz 的声波称为“超声波”。通常用于猪的超声波频率为 2~5MHz。超声波在不同组织(皮肤、脂肪、肌肉、结缔组织)的传播速度和反射值不同,折射值也不同,根据反射信号的情况可以估测出不同组织的大致厚度。我们常用的是 A 超和 B 超,医学、桥梁等领域还使用 C、D、E、F、M 等超声波仪。因背膘厚与瘦肉率高度相关( $r=-0.696$ )<sup>[4]</sup>,人们不再屠宰种猪而是通过活体测量技术选择背膘更薄的个体,以达到不断提高瘦肉率的目标。而测量背膘影响最大的不是仪器设备而是人员因素<sup>[5-6]</sup>。笔者总结测膘的关键技术如下。

第一点,必须保持猪的背腰平直和安静。比较温顺的猪在自然站立状态下,背部是相对平直的,肌肉和背膘不易变形,测量的准确性自然较高,对于运动剧烈的猪则应使用保定器使之安静。

第二点则是找准测定部位,获取清晰影像。按照我国标准和遗传评估方案的要求,测定部位为猪左侧倒数第 3~4 肋骨之间距背中线 5 cm 处,最好的方法是使用超声波仪的探头由背腰结合处向头部缓慢推进找出倒数第 3~4 肋骨(图 1,2),图 2 所示的从右向左的方向依次为倒数第 1、2、3、4 肋骨。其操作要点为参数设置合适、探头耦合密实(涂抹超声胶或植物油),按压力度适中,探头方向垂直于皮肤,平行于背中线,保持 5 cm 的距离,对 B 超参数的设置也十分重要,同时做到以上几点才能有效

获取较为清晰的超声影像。

第三点,找准测量起止点。由于设备差异、指导差异、人员水平差异等各因素,常常导致测量背膘的起止点千差万别,这也是导致测量不准确的主因。起点为影像的最上端,止点为眼肌筋膜与结缔组织层的中间部,起止点之间的垂直距离即为背膘厚(图 3)。一般需要经过 3 层膘的影像。如果使用探头保护套,请一定注意起点在保护套与皮肤接触的亮白线的上缘。



图 1 测定部位示意图

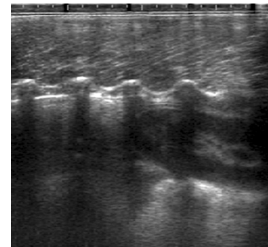


图 2 实测超声影像

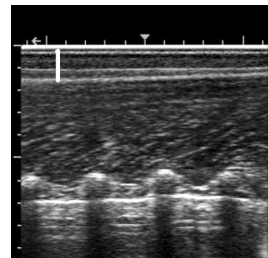


图 3 测膘起止点

### 3.3 饲料转化率的测定

近年来饲料转化率主要在中心测定站进行,而农场测定较少,只有部分大型育种公司需要研究和选择饲料转化率等指标才采用。饲料转化的测定已经由单栏饲养过渡为群体饲养个体计料的水平,目前我国存在的主要自动饲喂测定系统有法国 ACE-MO 公司生产的 Acema64、128 系统,美国 OS-BORNE 公司生产的 FIRE 系统,荷兰 NEDAP 公司生产的 Velos pts 系统,国产的自动饲喂系统也开始上市了,这类设备的主要原理是采用称量系统差减法来记录每次采食的重量,同时采用 RFID(Radio Frequency Identification)技术对个体进行近距离身

份识别而一一对应,从而准确记录每个个体的采食量,最高每次采食的精度可以达到 1 g。

自动饲喂系统的关键技术在于设备的校正和正常维护,观察数据和可能产生的错误,以便及时发现和排除问题,特别注意电子耳标的有效性,避免漏记和错记的事件,每一定周期必须备份所有数据,防止因操作失误造成的数据损失。在使用后的清理维护和电子部分的保护都是十分必要的,这也是保障数据准确和设备完好的根本措施。

### 3.4 其他指标的测定

以上 3 个指标是当前最重要的经济性状,由于产仔数是采用记录的方式进行而不需要设备,在此不必赘述,但作为母系性状的选择这是最重要的指标之一,部分欧美发达国家考虑使用第 5 天的活仔数来代替总产仔数的选择,完全靠母猪的母性来保障其存活,似乎有其道理,但其遗传力如何还有待研究。还有体尺指标、泌乳力指标、肉质指标、胴体指标等主要依靠记录的准确性和先进的设备。

## 4 种猪测定数据的应用

测定数据在真实可靠的前提下,必须加以科学利用以发挥选育的效果。在我国主要存在两种方法,一是表型值多性状综合指数选择法,二是育种值多性状综合指数选择法。在环境条件统一规模较小的情况下,场内采用第一种方法仍然是有效的,一旦存在场间联系,跨世代,跨季节的情况下,第一种方法就显然不足了,目前大多数育种场都采用的是第二种方法,也称为遗传评估。

遗传评估,即育种值估计。是采用某种统计学方法将环境差异校正掉,以估计出每个性状的遗传水平,然后对多个性状根据其重要性和遗传力的大

小制定一个选择指数,来综合评价种猪的价值。20 世纪 70 年代中期,美国首先利用这个方法进行公牛的遗传评估,到 80 年代中期,由于计算机技术进步和一些特殊计算方法的提出,使动物模型 BLUP 法大规模运算成为可能,首先被加拿大用于猪的个体遗传评定<sup>[5]</sup>。其动物模型基本通式为:

$$y = x\beta + z_1\alpha + z_2u + e$$

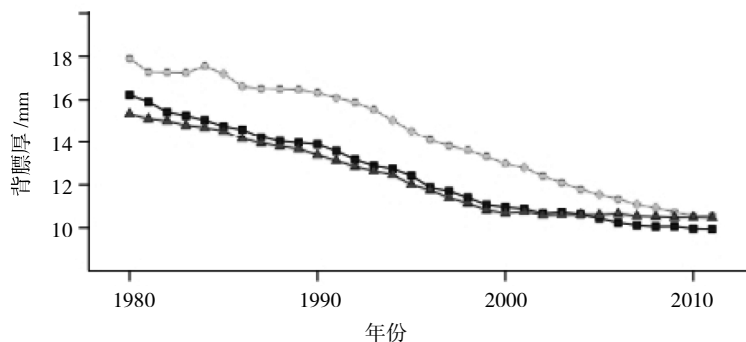
其中  $y$  是性状观察值的向量,  $\beta$  是固定效应的向量,  $\alpha$  是动物个体的育种值(随机效应)向量,  $u$  是其他随机效应的向量,  $x$ 、 $z_1$  和  $z_2$  分别是联系  $y$  与  $\beta$ 、 $\alpha$  和  $u$  的关联矩阵,  $e$  是随机残差效应向量。

目前在遗传进展方面取得具有显著成绩的国家主要是丹麦、加拿大、法国和美国等,如图 4 为加拿大 3 个品种达 100 kg 体重活体膘厚的遗传趋势,20 年来取得了 8 mm 左右的进展。

## 5 遗传评估的发展趋势

动物模型 BLUP 是目前遗传评估较理想的方法,在实际育种中也发挥了很好的作用,但这个方法并非完美无缺,对于一些低遗传力性状、限性性状、难以度量的性状、阈性状(抗病性状)等,包括某场的饲料条件和疫病发生不稳定的情况下,该方法仍然不能获得理想的结果。

近几年来,各国遗传育种工作者在猪的 QTL 检测定位方面做了大量工作,取得了很多有意义的研究成果。根据 Rothschild 的总结,利用标记-QTL 连锁分析的方法,已发现的 QTL 有:在染色体 4、7 和 13 上有与生长速度和背膘厚效应关联的 QTL 存在,对于肉质性状,PSE 肉受位于第 6 染色体上的氟烷基因(兰尼定受体基因)的控制,染色体 4 和 7 上也有影响肉质性状的 QTL 存在,对于繁殖性状,多项研究证实在第 8 染色体上有影响排卵率和产仔



(引自 Canadian Centre for Swine Improvement, Annual Report, 2013)

图 4 加拿大种猪达 100 kg 体重活体背膘厚遗传趋势

数的 QTL 存在等。利用候选基因法证明雌激素受体基因(ESR)对产仔数有显著影响,催乳素受体基因(PRLR)对产仔数也有显著影响<sup>[7]</sup>。因此利用 QTL 进行标记辅助选择逐步可行,对提高个体遗传评估的准确性、提高育种效率具有理想的应用前景。相对于动物模型 BLUP, 标记辅助选择的优越性主要体现在两个方面,一是提高遗传评估的准确性,尤其对于低遗传力性状、限性性状、抗病性状等,二是可以进行早期选择。在纯种群体中,利用标记辅助选择的方式主要有两种,一种是同时利用标记信息、表型信息和系谱信息对个体进行遗传评估,其分析方法可看成是对现在的动物模型 BLUP 的扩展<sup>[8-9]</sup>,其目的是提高评估的精确性。在这里一个很关键的问题是如何对标记信息和表型信息进行适当的加权,以期获得最佳的短期和长期遗传进展<sup>[10]</sup>。另一种方式是进行两阶段选择,也就是充分利用分子遗传标记的测定不受年龄限制的优点,可以利用标记信息进行早期选择<sup>[11]</sup>。

另外,也有部分大型育种公司使用基因组选择的方法来选种,如 HYBOR 公司,保育猪进入测定舍时戴上专用耳标,采集其耳组织,然后提取 DNA,每头测定几万个 SNP,由电脑进行系统分析,然后采用基因组育种值 BLUP 综合指数(GBLUP)作为辅助选择的依据,这是目前认为最先进的育种技术手段。随着分子生物学技术以及早期测定技术的不断发展和成熟,种猪性能测定技术和评估方法将逐步发生改变,以获得更为准确的遗传进展满足养猪业的生产。

## 参 考 文 献

- [1] 熊远著.种猪测定原理及方法[M].1 版.北京:中国农业出版社,1999.
- [2] D S FALCONER,T F C MACKAY.储明星 译.数量遗传学[M].4 版.北京:中国农业出版社,2000.
- [3] WILD J. J.The use of ultrasonic pulses for the measurement of biological tissues and the detection of tissue density changes[J].Surgery,1950(27):183.
- [4] TYRA M,ORZECOWSKA B,ZAK G. Relationships between ultrasonic and dissection measurements of backfat thickness and M. longissimus dorsi of pigs using PIGLOG105 and ALOKA SSD 500 Devices[J].Ann. Anim.Sci.,2005,5(2):279-286.
- [5] SEE,M.T.Evaluating machine and technician effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle depth in swine[J]. Swine Health and Production.1998,6(2):61-66.
- [6] 刘望宏,胡军勇,倪德斌,等.人员因素对猪活体测定结果的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2012,(5):10-12.
- [7] M F ROTHSCCHILD. Identification of quantitative trait loci and interesting candidate genes in the pig:Progress and prospects. Proc. 6th WCGALP,1998(26):403.
- [8] R L FEMANDDO,M GROSSMAN.Marker assisted selection using best linear unbiased prediction[J].Gen.Sel.Evol,1989(21):467.
- [9] J A M VAN ARENDONK,B TIER,B P KINGHOM. Use of multiple genetic markers in prediction of breeding values [J].Genetics,1994(137):319.
- [10] J C M DEKKERS, J A M AREDONK. Optimization selection for quantitative traits with information on an identified locus in outbred populations[J].Genet.Res.Camb,1998(71):257.
- [11] J C M DEKKERS.Commercial application of marker and gene-assisted selection in Liverstock:Strategies and lessons [J].J Anim Sci,2004,(82):E313-328.