

enced by breed and fatness[J]. J Food Sci 1965 30: 550 – 555

[11] DeVOL D L, McKEITH F K, BECHTEL P J et al Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses[J]. J Anim Sci 1988 66: 385 – 395

[12] HODGSON R R, DAVIS G W, SMITH G C et al Relationships between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops[J]. J Anim Sci 1991 69: 4 858 – 4 865

[13] GOODWIN R, BURROUGHS S Genetic Evaluation Terminal Line Program Results[M]. IA: Natl Pork Prod Council Des Moines 1995

[14] HUFF-LONERGAN E, BAAS T J, MALEK M, et al Correlations among selected pork quality traits[J]. J Anim Sci 2002 80: 617 – 627.

[15] BLIGH E G, DYER W J A rapid method for total lipid extraction and purification[J]. Can J Biochem Physiol 1959 3: 911 – 917

(Edited by ZHOU Zhihong)

译文

猪遗传改良计划中肉质测定和超声波技术的应用

Tom J BAAS

(Department of Animal Science Iowa State University USA)

摘要: 实时超声波已经,而且将继续是加快美国猪遗传改良最重要的工具。最新的技术进展使我们能够对肌内脂肪含量进行活体评估。配合其他遗传改良手段,超声波技术可以使种猪生产者有机会对 MF 进行选择,从而加快该性状的改良速度。爱荷华州立大学利用实时超声波已经对 MF 进行了 3 个世代的选择,选择系该性状的 EBV 比对照系高 0.83%。不过,对 MF 的选择使背膘厚略有上升,眼肌面积略有下降,达 114 kg 日龄比对照系也有推迟的趋势。从选择系每窝猪抽取的一组个体进行胴体评估,发现与对照组相比,选择系的 MF 略有上升,背膘厚增加,眼肌面积下降。肉的 Hunter L* 颜色值、Minolta 反射值和最终 pH 值则没有变化。

关键词: 猪; 肉质; 肌内脂肪含量; 超声波技术

任何猪遗传改良计划都是为了使经济上重要的性状获得迅速的遗传改良。要获得较高的遗传进展有 2 个关键因素,即确定哪些是最重要的性状和对这些性状进行准确度量。在过去的几十年时间里,养猪业在降低背膘厚和提高瘦肉率方面取得了巨大进展。近年来,肉质性状受到更多关注,在育种计划中变得更加重要。

本文将介绍实时超声波技术及其如何在猪遗传改良计划中运用。此外,还将介绍猪肉品质的重要性及其与养猪业的关系。最后将阐述怎样利用实时超声波对猪活体进行猪肉品质的测定,以及该技术如何在养猪业中应用。

1 超声波及其原理

养猪业中超声波已被广泛地用于活体和屠体组成性状评估,最近还用于猪眼肌的肌内脂肪含量估计。此项技术可应用于遗传选择、瘦肉生长拟合、体

型评分和销售体系中胴体品质评价。超声波测定技术能够准确测定胴体组成性状的能力,为养猪业在种猪和商品猪的胴体组成方面创造了获取更大的遗传进展的条件。在胴体组成上获得的可观进展得益于高质量的超声波仪器和通过美国国家猪改良联合会(NSIF)认证的熟练技术员。

超声波技术应用于生物领域始于 20 世纪 50 年代。早期的超声波仪是利用一种单相的超声传感器(A 超),可以向动物组织发射和接受单向声波,可对指定解剖部位的脂肪和肌肉厚度进行单点估计。技术的进步扩大了超声波仪的用途,把多重传感器组成一个阵列,就可获得猪体解剖部位的二维扫描图像。通过荧屏中显示的二维图像,可以准确和重复地测量出膘厚、肌肉厚度、肌肉面积和肌肉的周长。这种改进的超声波仪称做 B 超或实时超声波,能非常准确地得到动物组织图像。实时超声波从 20 世纪 80 年代商业应用以来,提高了背膘和眼肌面积活

体估计的准确性,同时也提高了这些性状的遗传进展。

超声波仪发射的是人听觉范围以外的高频声波 (16 000 H z)。用于生物组织成像的超声波标准范围是从 2 ~20MHz。与高频率的超声波相比,较低兆赫时的分辨力较低,但是穿透的深度增加。在较高兆赫时,组织吸收的程度增加,分辨力更精确,但是对生物组织的穿透有限。通常用于动物活体估测的超声波频率在 1 ~5 MHz之间, 3 0 ~3 5 MHz之间使用最普遍^[1]。

压电石英晶体振动传感器可产生超声脉冲。这些脉冲穿透某一组织到达另一组织的分界面时 (比如脂肪与肌肉组织之间), 因为不同的组织有不同的声学特性,一部分声波就会继续穿过这个组织,而另一些声波被反射回传感器。这样,传感器作为一种接收器,当反射回来的声波撞击压电晶体,使其变形时,就产生机械能。把这种能量转换成电能,经加工后以不同的形式展示出来^[1]。

市场上有许多不同类型的超声波设备,但都是运用声波遇到一个高密度的表面会产生回声这个原理。在家畜中,这些高密度的表面包括皮肤、脂肪层间的隔膜、脂肪和肌肉间的隔膜,以及肌肉和骨骼间的隔膜等^[2]。

实时超声波 (B超) 仪是由数个传感器组成一个阵列,这些传感器再一个接一个地向组织发射声波。这些声波之间相互加强和相互削弱,形成了组织内的能量形式。通过改变传感器晶体的振动相,把它们的能量转变成一种可以描述的形式。用这种技术来聚焦阵列的传感器,可以优化接收超声信号强度的分辨率。如果仪器设计有效的话,可以用 B超系统来准确成像物体的横切面图。B超的显示形式是二维的点阵 (像素)。屏幕上每个像素的位置是由超声波返回到传感器所需的时间决定的。每个点的亮度与回声的振幅 (强度) 成比例^[1]。

实时超声波是一种 B型超声波。因为实时,屏幕上所显示的图像能即时更新,所以能够产生测定组织的图像 (图 1)。屏幕上显示的图像是超声波遇到不同声学特性的组织后反射回传感器,并以二维图的形式显示的信号。因此,技术员的解剖学知识、恰当的探头位置、对动物的扫描和对图像所代表内容的深入理解都影响着技术员解析超声波图像的准确性。

如果介质中的声速是已知的,声波的线性距离就可以通过下列公式来确定 (距离 =时间 ×速度 ÷

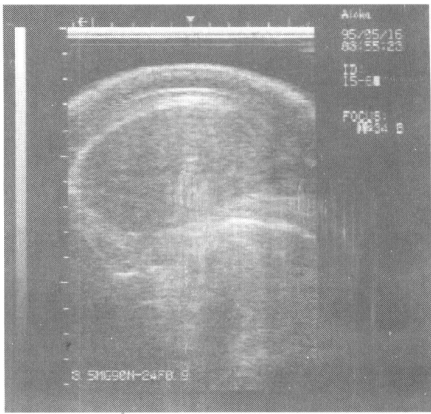


图 1 猪活体第 10 ~ 11 肋之间的实时超声图像

2)。声音的速度随组织的类型和温度变化而变化。多数实时超声波扫描仪根据水在体温下的速度来校准,表 1 列出各种组织中的平均值^[1]。

表 1 超声波穿透生物组织的速度

组织	速度 (m·s ⁻¹)
水	1 500
皮肤	1 700
脂肪	1 430
肌肉	1 620

2 膘厚和眼肌面积测定

通常情况下,猪胴体和活体背膘厚和眼肌面积用超声波测量的部位是第 10 和 11 肋骨之间。需要估计猪胴体或活体的瘦肉量或瘦肉率时,2 种测定方式都能获得准确的估计值。然而,采集探测信息的效率对瘦肉量估计的准确性有很大的影响,尤其是用超声波测定。要成为一个合格的超声波技术员,必须对猪整体解剖结构有很好地了解,准确把握超声波探头位置,并且能正确解读超声波图像。为了验证测定的准确性,可以与胴体测定来比较所测定的活体膘厚和眼肌面积。

美国国家猪改良联盟联合会 (NSIF, 1997)对超声波测定技术人员的认证,是测定第 10 和 11 肋骨间的背膘厚。NSIF 指南中规定:实时超声波仪测量的皮下脂肪,包括皮肤,在最贴近皮肤的 1.27 mm 处进行测定,超声波探头定位在背最长肌中部,与皮肤表面垂直 (图 2)。超声波技术员要注意:典型的胴体背膘厚测定是在第 10 肋离眼肌中线 3.4 的位置测定 (图 3)。NSIF 推荐测定的位置则是在中点,基于以下 2 个原因: 1)确定眼肌中点更加容易操作且超声波图像更趋稳定; 2)眼肌中点大约相当于离背脊中线 5 cm 的位置,这是使用 A 超测定背膘厚的位

置。在背膘厚测定时, 在眼肌中点测定与在 3/4 处测定结果会稍有不同, 但只要所有猪在一个相同的位置进行测定, 是不影响个体评估后的排序结果。利用胴体超声波测定的比较, 应该测定相同的解剖位置(图 3)。

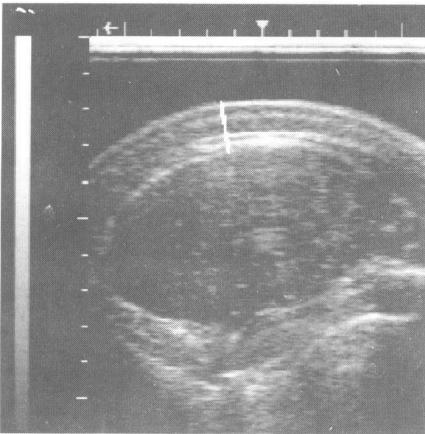


图 2 第 10~11 肋之间活体膘厚测定的图像, 在眼肌长轴中间位置进行膘厚测定(包括皮厚)

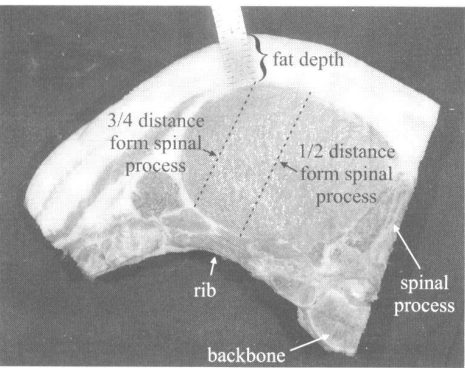


图 3 猪第 10~11 肋之间的眼肌横截面和眼肌距背脊中线 1/2 和 3/4 位置测定膘厚的图解(俄亥俄州立大学, 2003)

眼肌面积超声波测定的准确性把握比膘厚测定更加困难, 取决于测定员的水平。为克服这种挑战, 必须对测定员进行眼肌面积超声波测定的培训和实践。

眼肌(背最长肌)横截面的面积以第 10~11 肋之间的眼肌表面为准, 并以平方英寸或平方厘米(in^2 或 cm^2)为单位。超声波圈定的眼肌面积图像见图 4(未圈定的见图 2)。横截面面积可由内置软件或用具有求积功能的外部计算机进行自动计算。图 5 显示的是胴体眼肌横截面的轮廓。胴体的眼肌面积要么用塑料方格纸直接计算, 要么把眼肌的轮廓印在醋酸纸上再用求积仪或塑料方格纸确定面积大小。

3 肉质

3.1 肉质的重要性

理想的鲜猪肉应该集良好的外观和风味、健康卫生、且营养价值高于于一体。因为猪肉链中存在各种各样的市场差异, 对猪肉工业的不同环节来说, “理想”的猪肉产品质量含义也就不同。养猪生产者力求高瘦肉率和屠宰率以获得经济效益, 屠宰场和零售商则追求加工过程的高产量、肉冷藏过程的稳定性并保持吸引人的外观。猪眼肌肉的嫩度对消费者来说是首选指标, 而对火腿生产商来说系水力却是至关重要的指标。产品一致性和质量稳定对猪肉工业链的所有环节来说都是最重要的衡量指标。“质量”这一术语可以意味着许多方面, 但最重要的还是消费者对猪肉产品的满意程度。

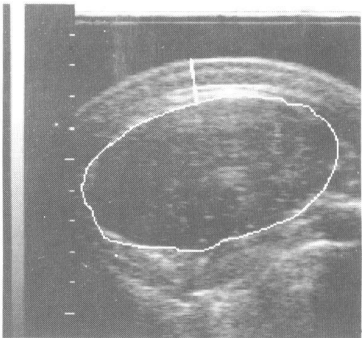


图 4 实时超声波对第 10~11 肋之间眼肌和膘厚的扫描图像(俄亥俄州立大学, 1999)

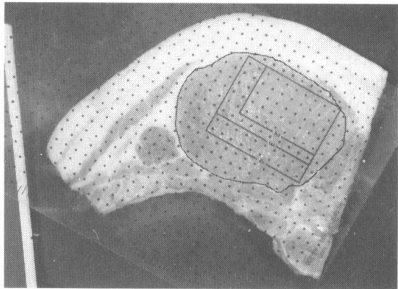


图 5 对第 10~11 肋之间胴体眼肌的方格纸印迹图(俄亥俄州立大学, 2003)

肌肉的劣质化一直是猪肉工业所面临的严重问题。养猪生产者越来越多地参与猪肉的按质定价系统, 使种猪业制定的选育计划过分强调瘦肉和肌肉比例的提高。不幸的是, 对瘦肉的强调导致了猪肉质量及食用品质的下降。丹麦在提高胴体瘦肉方面取得了很大成就, 但现在却面临着猪肉食用品质下降的问题。在过去的 15 年时间里, 英国育种者提高了猪的瘦肉率, 但同时也降低了肌肉脂肪含量这一衡量猪肉品质的重要参数, 且已经低于人们可接受

的水平。

猪肉质量受到诸如遗传、营养、宰前处理、屠宰技术、肉的加工和烹饪方法等多方面的因素影响,可能还不仅是这些因素。研究表明,10%~70%的肉质变异可归因于遗传因素。

目前正在研究用于屠宰加工生产线上快速、客观地评定肉质的测定技术,一旦可行,将引导猪肉价格在胴体瘦肉组成基础上由肉质来决定。因为交易时有可能获得加价或打折扣,所以屠宰商、加工商和养猪生产者都在努力寻求既可靠、又廉价的鉴定肉质差异的方法。

3 2 肉质的选择

长期的猪肉品质改良与遗传进展最终是种猪供应商的责任。如果要获得选择进展且所强调的选择性状有经济回报,则必须遵循以下标准:

- 性状是可度量的(准确地)。
- 性状是受遗传控制的(遗传力)。
- 性状必须与其他重要的生产和质量性状不存在显著的负相关。
- 性状必须对生产者来说是经济上重要的。

以下为重要的肉质性状

3 2 1 肉色 鲜猪肉理想的肉色是粉红色,消费者拒绝颜色太苍白或太深红的猪肉。不正常的苍白肌肉在零售柜台上迅速变成灰色,通常还会有强烈收缩,从而导致加工时受到经济损失,烹煮后干涩乏味。极度深红的猪肉往往货架期更短,原因是酸度不够,导致细菌更易生长。

肉色可用美能达色度计客观测定眼肌切面的肉色,或其他经过熟化的胴体眼肌切面的肉色。色值可用 Minolta值(正常范围在 17~33之间)或 Hunter L*值(正常范围在 30~60之间)来表示,值越低、肉色越深;值越高、肉色越浅越白。消费者喜欢中等偏红的肉色。

肉色视觉评分采用国家猪肉养猪生产者联合会(NPPC)制定的 1~6级评分,NPPC 分值表示的意义如下:

- 1=苍白、浅灰红至白色
- 2=粉红灰
- 3=粉红
- 4=深粉红
- 5=紫红
- 6=深紫红

以上视觉分值与 Hunter L*值相对应为(1=61; 2=55; 3=49; 4=43; 5=37; 6=31)。

3 2 2 系水力或滴水损失 系水力是指肉在切片、

加热、碾碎和压榨过程中保持水分的能力。该性状受到整个猪肉工业的极大关注,原因是低系水力或高滴水损失的猪肉不宜深加工,可导致加工或烹饪后质量(即:重量)下降,此外,也由于在烹饪过程中过度失水导致猪肉极为干燥而使消费者十分反感。系水力是指把眼肌切开后表面渗出水分的多少,可由 Kaufmann 滤纸法来估测。其方法是把预先称质量的滤纸放置在眼肌上,让其吸收表面水分,然后再称滤纸的质量,前后之差即是滤纸吸去水分的质量。数值越低,表示滴水损失越小、更加符合业界所有环节的需求。

视觉评定猪肉硬度的有 3级评分(S-松软,F-坚硬,VF-非常坚硬),坚硬和非常坚硬的猪肉最受欢迎。

3 2 3 最终 pH 与系水力或滴水损失高度相关的一个指标是猪肉 pH(或酸度值)。最终 pH是在猪宰后冷却 24 h 把 pH 计电极插入猪肉中进行测定。较低 pH 意味着肉深加工时更大的滴水损失;较高的 pH 则意味着滴水损失较小、肉色较深、更坚实和更好的嫩度等所有肉质较好的表现。通常眼肌肉的 pH 范围在 5.80~5.85之间或稍高,这是优良肉质所期望的,而低于 5.60~5.65通常是不受欢迎的。在加工厂测定的 pH 会因为不同的日期而变异,所以测定值要基于加工厂或加工厂某天的均值而进行比较。

3 2 4 肌内脂肪含量(MF) 这个性状也称为大理石纹或脂肪含量,是对眼肌样本中总脂肪含量的实验室分析而估计的。为保持熟肉的多汁性和风味,需要一定丰度的大理石纹。没有大理石纹的熟肉通常干燥而缺乏风味。相反,大理石纹过于丰富的猪肉,能量太高,外观上消费者也不喜欢。研究表明,肉的 MF至少要在 2.5%~3.5%之间才有令人满意的食用品质。

新版 NPPC 大理石纹视觉评分标准现已开发出来。大理石纹分值 1~10与 MF含量的百分数相对应,大多数情况下,2~4分是令人满意的。

3 2 5 Instron 嫩度 是在实验室里利用通用测试仪器(Universal Testing Machine)配置星状探头进行测试的。用剪切熟肉样本所需的压力(kg)表示。压力越小,熟肉嫩度表现越好。消费者意向调查表明,消费者愿意为较低的 Instron 嫩度加价而买单。

3 2 6 品尝评分 通过经培训的品尝评定员对肉的适口性进行评定,反映了肉的嫩度、多汁性、咀嚼性和风味。虽然这些指标的遗传力通常较低,但对消费者却十分重要。品尝评分的嫩度和咀嚼性与

Inston嫩度值呈强相关,多汁性与肌肉脂肪含量呈强相关。

4 肌肉脂肪含量

4.1 肌肉脂肪含量的选择

如前所述,猪的选育重点在过去几十年里都放在瘦肉率和生长速度上,从而导致猪肉品质的整体下降。劣质肉问题使养猪业每年损失 9 千万美元^[3]。苍白、松软和渗水(PSE)猪肉的发生率已经从 1996 年的 10.0% 增加到 2003 年的 15.5%^[3,4]。新鲜猪肉的品质已经变得越来越重要,并受到那些试图生产满足消费者对高质量和营养丰富的猪肉产品需求的生产者和加工者的广泛关注。许多不同的性状可作为消费者接受新鲜猪肉的指标,主要包括肉色、硬度、pH、肌肉脂肪含量(大理石纹)、系水力、嫩度、多汁性和风味。这些性状都呈现低到中等的遗传力^[5,6],对消费者接受新鲜猪肉有重要的影响。然而,这些性状很难进行活体测量。

肌肉脂肪含量可能是能够进行活体测量的肉质性状之一^[7-9],它与许多其他肉质性状有高的遗传相关。MF 含量高的猪肉对品尝评定的性状如嫩度、多汁性和风味以及机械测定的嫩度有正面的影响^[10-14]。

4.2 MF 的估测

利用纯种杜洛克($n=207$)为实验材料,建立估测活体猪背最长肌的肌肉脂肪含量(PMF)的模型^[9]。这一研究选用纯种杜洛克是因为具有生长性能和 MF 两方面的优点,而且已有实验证明杜洛克品种内 MF 存在变异。使用 Aloka 500 V SSD 超声仪(Cometrics Medical Systems Inc., Wallingford CT),频率 3.5 MHz, 12.5 cm 长的阵列传感器,在第 10~13 肋骨距背中线 7 cm 处,至少收集 4 幅眼肌的纵向实时超声波图像。受过培训的技术员用结构分析软件解读图像并产生 10 个图像参数。背膘和眼肌面积从第 10 肋骨处横断面图像中测得。测定完成后,使用 Bligh 和 Dyer^[15]的方法,从第 10 肋骨和第 11 肋骨处切割眼肌界面,确定胴体眼肌的肌肉脂肪含量(CMF)。

利用线性回归分析,用 CMF 作依变量建立估测眼肌肌肉脂肪含量的模型。初始自变量有测定的结束体质量、活体超声波测定的第 10 肋背膘和眼肌面积及 10 个图像参数。采用逐步回归法,逐步剔除自变量,直到剩余的自变量回归系数均达显著($P<0.05$)。最终的估测模型只包括活体的超声波测定的背膘厚和 5 个图像参数。

估测模型的多重决定系数和误差均方平方根分别为 0.32 和 1.02%。本研究还利用了美国国家猪肉基金会“猪肉生产效率的遗传项目(Genetics of Lean Efficiency Project)”项目所提供的杜洛克($n=331$)和约克夏($n=288$)2 组数据对模型进行验证,结果表明杜洛克猪群内 PMF 和 CMF 之间的积矩相关和秩相关系数分别为 0.60 和 0.56。杜洛克猪数据为这个模型提供了很好的验证。这表明实时超声图像分析可用于活体估测肌肉脂肪含量。

4.3 MF 的选择提高

一项使用实时超声波以提高肌肉脂肪含量的选择计划,最初是 1998 年在美国爱荷华州立大学的贝尔斯兰蒂纪念种猪场实施,这项计划从美国中西部一些种猪场购买 40 头杜洛克青年母猪开始,应用本地种公猪站的杜洛克公猪进行 2 个世代的随机交配以扩大群体,并确保该群体可以代表目前在杜洛克品种内所拥有的遗传变异。2000 年从 56 窝中组建基础群,断奶时,每窝随机选留 2 头公猪,其余公猪去势,在平均体质量约为 114 kg 时,利用 Aloka 500 V SSD 超声仪测定第 10 肋骨离背中线(7 cm)处背膘厚和眼肌面积,在第 10~13 肋骨距背中线 7 cm 处至少收集 4 幅纵向实时超声波图像,按照 Newcom 等^[9]描述的方法估测 MF。

在每一窝内,满足最小体质量要求(>98 kg)的所有阉公猪均于扫描测定后 5 d 屠宰,如果没有满足条件的阉公猪,随机选择青年母猪屠宰。屠宰后,如前面所述,取第 10~11 肋骨处背最长肌切面来分析胴体 MF^[13]。这样在基础群总共扫描了 379 头猪和屠宰了 141 头猪。

从这些猪群中,每窝随机选择 2 头青年母猪生产下一代,其中 1 头青年母猪作为选择系,而另 1 头作为对照系。2 个品系的同窝青年母猪与同一头公猪交配(通过自然交配或人工授精),以保持品系间的遗传联系,繁殖下一代。共利用 14 个公猪家系中的 24 头公猪生产了 50 窝对照系和 45 窝选择系。断奶时,每窝随机选留 2 头公猪,其余的公猪全部去势。当第一代的猪平均体质量达到 114 kg 时,按照前面描述的操作步骤对猪进行扫描和屠宰,对照系和选择系分别扫描了 324 和 283 头猪,屠宰了 148 头猪(对照系 87 头和选择系 61 头)。

采用两性状动物模型和完全亲缘相关系数矩阵,用 MATVEC^[16]程序对估测的和胴体测定的 MF 育种值进行预测。使用 289 头屠宰猪的数据计算估测的和胴体测定的 MF 的遗传和环境变异,计算模型为: $y = Xb + Za + Hd + \beta + e$ 这里 y 表示观

察值向量。*b*表示固定效应向量(同期扫描组、同期屠宰组和性别)。*a*表示随机加性遗传效应向量,包括个体间的分子亲缘相关系数矩阵。*d*表示共同的窝效应向量,通常假定与个体随机效应无关。 β 表示测定结束体质量协变量。*e*表示残差向量。*X*、*Z*和*H*分别对应于固定效应、个体随机效应和共同窝效应的系数矩阵。

根据胴体 MF 的 EBV 值进行选择,在选择系中,选留具有最高 EBV 的 10 头公猪和 75 头青年母猪。为控制近交,在每个公猪家系中选择的公猪不超过 2 头,不允许选择全同胞公猪,每窝选择的青年母猪不超过 4 头。在对照系中,14 个公猪家系中每个家系随机选留 1 头公猪,从 14 个公猪家系随机选择 50 头青年母猪。每个品系内的个体随机交配产生第 2 代,但交配时要控制近交和确保每头选留的公猪都能配种生产几窝。

在第 2 代,选择系和对照系分别生产了 56 窝和 36 窝。断奶时,选择系和对照系每窝分别随机选择 3 和 2 头公猪,其余所有公猪均去势,平均体质量达 114 kg 时,按照前面描述的方法扫描测定猪 MF 和屠宰。第 2 代共扫描了 614 头猪和屠宰了 103 头猪,按照上面描述的方法进行遗传评估并进行选择。

在第 3 代,选择系和对照系分别生产了 54 窝和 38 窝。断奶时,选择系每窝随机选留 3 头公猪,对照系则每一公猪组至少随机选留 6 头公猪,其余公猪全部去势。按照前面描述的操作步骤再次对猪进行扫描和屠宰测定。第 3 代共扫描 626 头猪,屠宰 145 头猪用于胴体评定。

经过 3 个世代选择后,共屠宰 217 头对照系和 182 头选择系。利用 SAS 软件 PROC MIXED 过程估计胴体和肌肉品质性状的最小二乘均值,估计模型包括品系、世代、世代内屠宰组、性别和胴体重的线性协变量等固定效应,品系内的公猪和母猪作为随机效应。分析结果见表 2 选择系猪比对照系猪的

表 2 杜洛克猪 (*n* = 399) 肌内脂肪含量选择 3 个世代后屠宰的胴体和肌肉品质

性状	对照	选择	显著性 <i>P</i> > <i>F</i>
第 10 肋骨处背膘 /mm	20.1	22.1	< 0.001
最后肋骨处背膘 /mm	23.6	24.9	N. S
眼肌面积 /cm ²	43.3	41.2	< 0.001
肌内脂肪含量 %	3.40	3.94	< 0.01
Hunter L* 肉色值	48.7	49.4	N. S
M inolta 反射值	23.9	24.5	N. S
最终 pH	5.82	5.82	N. S

MF 要高,分别为 3.94% 和 3.40% (*P* < 0.01)。2 个品系的 Hunter L* 肉色值、M inolta 反射值和最终 pH 均无显著差异,对照系猪与选择相比,第 10 肋背膘更薄,分别为 20.1 和 22.1 mm,眼肌面积更大,分别为 43.3 和 41.2 cm²,均达到差异显著。对照系猪最后肋的背膘也有变薄的趋势,但差异不显著。

表 3 给出了第 3 世代 626 头猪扫描测定的结果。选择系在选择 3 代以后 MF 的平均育种值是 0.81%,与此对应的对照系为 -0.02%。STAGES 的品系比较结果表明 (STAGES 2004),在背膘、眼肌面积和终端父系指数方面对照系与选择系相比有显著的优势。与选择系相比,对照系猪达 114 kg 的体质量天数也有一定优势,分别为 176.5 和 180.9 d 但差异不显著。

表 3 杜洛克猪 (*n* = 399) 肌内脂肪含量选择的第 3 世代肌内脂肪含量 EBV 与 STAGES 公布的数据比较

性状	对照	选择	显著性 <i>P</i> > <i>F</i>
肌内脂肪含量 EBV %	-0.02	0.81	< 0.0001
STAGES 资料 ¹⁾			
达 114 kg 体质量日龄	176.5	180.9	N. S
背膘 /mm	18.3	20.6	< 0.001
眼肌面积 /cm ²	43.0	40.9	< 0.05
终端父系指数	111.3	101.2	< 0.0001

1) <http://www.ansc.purdue.edu/stages/>

5 结论

在爱荷华州立大学,利用实时超声波对肌内脂肪含量进行了 3 个世代的选择,选择系的平均 EBV 值比对照系高 0.83%。然而,与对照系相比,选择系肌内脂肪含量导致膘厚略有提高、眼肌面积稍有下降,达 114 kg 体质量日龄有增加的趋势。每窝随机抽样的胴体测定结果也表明,选择系的猪 MF 提高、膘厚增加、眼肌面积减小,但 Hunter L* 色值、M inolta 反射值和最终 pH 没有差异。

实时超声波已经,而且将继续是加快美国猪遗传改良最重要的工具。最新的技术进展使我们能够对肌内脂肪含量进行活体评估。配合其他遗传改良手段,超声波技术可以使种猪生产者有机会对 MF 进行选择,从而加快该性状的改良速度。

参考文献 (见原文)

【译者 刘尊顺; 责任编辑 周志红】