

# 瘦肉猪育种的发展及展望

熊远著

(华中农业大学, 武汉 430070)

**[摘要]** 文章对世界的猪育种过程特别是中国的瘦肉猪育种, 从猪种资源调查到优良猪种引进与新品种选育, 专门化品系选育与配套利用, 种猪测定等方面进行了回顾, 就分子生物技术在猪遗传育种中的应用及取得的成果作了简要概述。展望了21世纪瘦肉猪育种的目标, 并就新品种培育、猪种资源保存、完善种猪测定体系和加速分子生物技术在猪育种中的应用提出了建议。

**[关键词]** 猪; 瘦肉型; 育种

我国是一个养猪大国, 在世界养猪生产中占有重要地位<sup>[1]</sup>。据FAO(世界粮农组织)统计, 1998年我国牲猪存栏数为 $4.857 \times 10^8$ 头, 占世界存栏总数的50.93%; 出栏数为 $4.722 \times 10^8$ 头, 占世界出栏总数的43.46%; 猪肉产量 $3693 \times 10^4$ t, 占世界猪肉总产量的43.87%; 人均消耗猪肉29.41kg。牲猪存栏数和出栏数分别比1975年增加了 $2.04 \times 10^8$ 头和 $3.1 \times 10^8$ 头; 猪肉产量和人均消费分别比1952年增加了 $3392 \times 10^4$ t和23.46kg(图1)。由此可见, 我国养猪生产和猪育种工作均取得了长足的发展。

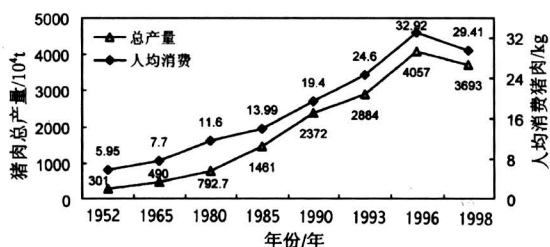


图1 中国猪肉产量和人均消费水平 (据FAO资料整理)

Fig.1 The change of total pork production and pork consumption percapita in China (from statistical data of FAO)

猪育种就是从遗传上来改良种猪和商品猪, 形成新的品种(系), 主要包括纯种(系)的选育提高, 新品种(系)的育成, 杂种优势的利用等, 从

而提高养猪业的产量和质量。

## 1 瘦肉猪育种的发展

纵观世界猪的育种过程, 随着经济的发展和生活水平的提高, 猪的育种目标和经济类型历经了由脂肪型向瘦肉型的转变; 随着计算机和超声技术的发展, 猪的育种方法与技术经历了表型选择到育种值选择的转变; 随着商品猪市场多元化的发展, 猪的育种趋势开始由品种选育向专门化品系选育转变; 商品猪的纯繁生产已完全为品种、品系间的杂交生产所代替。现在动物遗传育种已由群体水平进入到分子水平。我国猪育种的发展也大体如此。

### 1.1 猪种资源调查

我国的猪种资源十分丰富, 堪称是一个珍贵的基因库<sup>[1]</sup>。其中太湖猪以产仔多著称于世, 平均窝产仔数达15.2头; 金华猪火腿皮薄肉嫩, 风味鲜美而享誉中外; 海南临高猪作为烤乳猪原料猪行销东南亚; 滇南版纳微型猪和海南五指山猪是理想的实验动物等猪种资源是稀世珍宝。从20世纪50年代开始, 各地畜牧兽医机构、科研院所共同协作, 相继在全国范围内开展了地方猪种资源调查。到70年代末80年代初基本摸清了我国地方猪种的种质特性, 猪种分类及分布, 基本解决了6个大区跨省界的“同种异名”和“同名异种”的问题, 命名了48个地方猪种<sup>[2]</sup>。这为合理保存和利用猪种资源提供了科学依据。

### 1.2 优良种猪引进与新品种选育

为提高我国养猪业生产水平和加速我国猪遗传改良效果,1978年以前,多次引进国外优良猪种,如英国中白猪、巴克夏猪和苏联大白猪,开展以地方猪为母本、引进猪为父本的二元、三元杂交生产,形成了大量的杂种猪群。为合理利用这些杂种猪,全国各地开展了新品种选育工作,先后培育出北京黑猪、上海白猪和哈白猪等25个兼用型猪种。1978年以后,特别是1980年直接从丹麦引进Landrace猪,1981、1982年英国大白猪、美国杜洛克和汉普夏猪等优良瘦肉型猪种的引进,大大加速了我国瘦肉猪育种的开展,如民猪为母本,与长白猪杂交育成三江白猪;用长白、大白和通城猪三元杂交育成湖北白猪,并以品种品系同步选育为技术路线<sup>[3]</sup>。强调在选择生长速度、胴体瘦肉率的同时,重视肌肉品质。“六五”期间均列入了国家攻关项目“商品瘦肉猪生产配套技术和繁育体系研究”的万头示范生产,其中筛选的“杜湖”杂优猪瘦肉率高,肉质优良<sup>[4]</sup>,批量生产试销港澳,成为畅销港澳的名优商品瘦肉猪。

### 1.3 专门化品系选育与配套利用

随着市场多元化的发展和加速品种更新换代的要求,1964年英国Smith提出了在猪的杂交繁育体系中培育专门化品系。世界养猪发达国家的一些育种公司,如英国的PIC公司、美国的Dekalb公司等培育出十几个甚至数十个专门化父本和母本品系,按一定模式配套杂交生产适合特定市场需要的杂优猪(Hybrids),表现出强大的市场竞争力。这些公司实际上是在一个严密的育种计划下,培育多样化的专门化品系,然后经过严格的配合力测定,筛选确定特定商品猪的生产模式,按这种杂交模式建立杂交繁育体系,组织有特色的商品猪生产。专门化品系选择进展快,易选纯,可以充分利用杂种优势和性状的互补效应,能取得最佳育种效果和综合效益。我国在“七五”、“八五”期间也开始了专门化品系选育工作,培育出了5个专门化母系和4个专门化父系,形成了我国自己的多元配套系,取得了良好的杂交效果。如杜洛克猪×中国瘦肉猪新品系DIV系生产的杂优猪,日增重788g,达90kg体重日龄155d,饲料利用率3.0,胴体瘦肉率64.1%,母猪窝产瘦肉量达497kg,充分表现出瘦肉猪专门化品系间杂交的明显优势。

### 1.4 测定体系与遗传评估

种猪测定最初始于丹麦,早在1907年创建了

世界上第一个后裔测定站,并通过系统的后裔测定,成功地培育出世界著名的瘦肉型品种丹麦长白猪<sup>[5]</sup>。随后加拿大、瑞典、荷兰和芬兰等国相继建立测定站,均采用后裔测定的方案。至20世纪40年代,由于遗传学的发展和超声活体测定技术的出现,愈来愈多的国家开始改用性能测定,如美国、加拿大等。后又由于人们食物结构发生变化,国际市场猪肉产品的竞争日趋激烈,胴体品质成为首要的改良目标。然而却出现了肉质变劣问题。因此,到70年代世界各国趋向于实施综合测定,即个体性能测定加同胞测定的方案。至90年代,由于电子技术和计算机技术的发展和在猪育种中的应用,世界各国逐步采用ACEMA系统,实施群养自动计料和活体检测的种猪性能测定方案。总之,按现代育种学观点,可以说没有种猪的性能测定便没有猪的遗传改良。现在世界大多数养猪发达国家都有相当容量的测定站,美国自1965年在依阿华州建立第一个种猪测定站以来,到1971年,在26个州共建立了36个测定站。1935年加拿大建立第一个种猪性能测定站,目前全国有7个公猪性能测定站(施启顺,1990)。只有43000km<sup>2</sup>国土的丹麦,目前拥有7个性能测定站,年测定容量1350头;90年代中期,丹麦又新建立了一个国家级年测定量达5000头的性能测定站。日本以丹羽太左卫门博士为首,从1954年开始,进行了猪产肉能力实施方案的研究,并制定出日本种猪测定实施方案,于1960年建立了日本国立种猪测定站,最后在各地都道府建立了25个测定站。我国于20世纪50年代初开始试验性的后裔测定,80年代初少数大专院校和科研单位在进行新品种品系选育时开展了综合测定。1985年我国第一个种猪测定机构——中国武汉种猪测定中心的建立,加快了我国种猪测定工作向制度化、标准化、科学化方向发展。随着种猪测定工作的不断深入,一个以现场测定(testing on farm)为主,集中测定(testing on station)为辅的测定方案逐步形成,与之相适应的一系列测定标准逐步建立。据《中国农业标准汇编—畜牧兽医卷》记载,到1996年底以前发布的家畜家禽标准有41个,其中有关猪的标准18个,如《湖北白猪》、《浙江中白猪》、《瘦肉型猪活体分级》、《瘦肉型猪技术选育技术规程》等。这些工作促进了我国猪育种工作的发展,对规范种猪测定、提高种猪测定的科学水平都起到了重要的作用。

20 世纪 50 年代初, 美国数量遗传学家 Charles R. Henderson 博士提出了最佳线性无偏预测 (Best Linear Unbiased Prediction, BLUP) 方法, 这种育种值预估方法克服了选择指数法的缺点, 能提高选种准确性, 其主要优点是: 能充分利用所有亲属的信息; 能消除环境的偏差; 能矫正选配造成的偏差; 能考虑不同群体、不同世代的遗传差异, 能依靠遗传联系, 比较群体内或群体间的种猪优劣; 能利用个体多次记录, 降低淘汰造成的偏差。但当时由于计算工具的限制, 该方法在育种工作中的应用推迟了近 20 年。80 年代中期随着计算机技术的普及和发展, 又再次提出。如加拿大把 BLUP 法应用于猪的遗传评估, 大大提高了遗传改良的速度。我国在 80 年代末, 开始对 BLUP 法进行研究, 1998 年结合“中加”合作, 在引进品种中, 开始研究应用 BLUP 法于猪的遗传评估, 中国农大已初步编制出 GBS 遗传评估软件, 进行推广应用。

### 1.5 分子生物学技术在猪遗传育种中应用

1.5.1 猪基因组计划 国际上动物生物技术发展迅猛, 畜禽的基因组计划始于 20 世纪 90 年代初, 其主要目标是寻找重要经济性状 (如瘦肉率、产奶量、产蛋量、抗病性等) 位点 (economical trait locus, ETL) 或与之连锁的 DNA 标记, 并将其用于分子标记辅助选择 (molecular-assisted selection) 来改良畜禽品种, 提高选择的有效性及年遗传改进量, 从而提高动物生产效率和经济效益。其主要内容是构建高分辨率的遗传连锁图谱和物理图谱, 近年来取得了很大进展, 猪 19 条染色体中已发现了丰富的 DNA 多态性。据报道, 美国猪基因组研究计划已在猪的连锁图谱上构建了近 3 000 个标记, 大多是微卫星标记。

1.5.2 数量性状主效基因的检测与利用 目前, 定位 QTL (quantitative trait locus) 最常用的方法是分离分析法、候选基因鉴定法和基因组扫描法 (gene scanning)。分离分析法被认为是根据表型资料检测主效基因的有效方法, 同时也可减少 QTL 定位的盲目性。仅根据表型资料来检测巨效基因, 例如 LeRoy 等 (1990) 发现了影响猪肉品质的主效基因 (major gene); Janss 等 (1994) 利用 Gibbs 抽样方法发现了猪肌内脂肪的主效基因。候选基因鉴定法和基因组扫描法检测主效基因比分离分析法更为有效, 也是 QTL 定位在染色体上的第一步, 如猪应激综合征候选基因 RYR1 基因 (Otsu 等

1992; 蒋思文, 熊远著等 1995, 1997)、猪大肠杆菌 K88 受体基因 (Edofor-Lilja 等 1995)、窝产仔数候选基因雌激素受体基因 (Rothschild 等 1994)、背膘厚和瘦肉率的候选基因 HSL 和 LPL 基因 (吴楨方等 1999; Harbitz 等 1999)、肌内脂肪的候选基因心脏脂肪酸结合蛋白 (H-FABP) 基因和脂肪组织脂肪酸结合蛋白 (A-FABP) 基因等。Andersson 等 (1994) 用欧洲野公猪与大白猪杂交建立资源家系, 根据 F<sub>2</sub> 代群体中分离情况鉴定 QTLs。研究发现猪 4 号染色体上存在影响平均背膘厚、腹脂率的主效基因和影响初生至 70 kg 日增重、小肠长度的 QTL。对肉的嫩度、肌纤维数、易切值等 QTLs 的鉴别也取得初步结果。初步认为 15 号染色体存在肉嫩度的假定 QTL。肌纤维数 QTL 位于 3 号染色体。Sw310 至 Sw967 区间 (5 号染色体上) 存在易切值 QTL。另外, 候选基因法初步揭示 9 号染色体上的肌细胞生成素 (MYOG) 位点可能与肌纤维数的遗传变异相关, 钙蛋白酶抑制蛋白可能与肉质性状有联系。

1.5.3 数量性状的标记辅助选择 在猪育种选择中, 对遗传力较低 (如繁殖性状)、度量费用昂贵 (如抗病性)、表型值在发育早期难以测定 (如瘦肉率) 或限性表现 (如产奶量) 的性状, 如采用标记辅助选择 (marker-assisted selection, MAS), 则常可提高选择的准确性和年遗传改进量, 提高育种效率。例如法国用了 30 多年来改良猪产仔数这一性状, 但进展甚微; 丹麦用了 50 多年才将每胎产仔数提高了 1.0 头。Rothschild 等 (1994) 发现雌激素受体 (estrogen receptor, ESR) 基因是猪产仔数的主效基因之一, 该座位在中国梅山猪合成系中可以控制 1.5 头总产仔数和 1 头活产仔数。在中国二花脸杂交群中, 李宁等 (1994) 不但证实了 Rothschild 等人的研究结果, 同时还发现促卵泡素 (follicle-stimulating hormone, FSH)  $\beta$  亚基基因是控制猪产仔数的另一主效基因, 这个基因座位可以控制 2.0 头总产仔数和 1.5 头活产仔数。农业部猪遗传育种重点开放实验室采用 PCR-RFLP 等分析技术, 建立了快速准确鉴别猪 RYR1 基因型 (氟烷基因型) 的分子生物学技术, 并将分子生物学技术与常规育种相结合, 培育出我国的瘦肉猪抗应激品系 (蒋思文, 熊远著等 1997; 邓昌彦等 1999); 采用 PCR-RFLP 和 PCR-SSCP 技术, 通过对猪 HSL 和 LPL 基因的多态性与背膘厚和瘦肉率关系

的研究,认为猪 HSL 和 LPL 基因可以作为猪背膘厚选择的分子标记(吴桢方等 1999)。

**1.5.4 转基因技术** 利用转基因技术改善动物生产性能。澳大利亚科学家利用转基因技术成功地在小鼠和绵羊中表达了细菌半胱氨酸生物合成基因,实验表明,羊毛产量可提高 5%。中国农业大学等单位,从 1989 年将猪生长激素基因转入湖北白猪受精卵中获得中国首批转基因猪,经过几个世代的观察,其生长速度和饲料利用率分别比同窝非转基因猪提高 13.4% 和 10%。

将转基因技术应用于增强动物抗病性。目前主要局限于特定抗病性基因、特异性抗体基因、核酶基因等的转移。例如:把编码维斯那病毒的被膜蛋白基因导入绵羊,从而产生被膜蛋白,阻断病毒巨噬细胞受体。还可以给猪、羊等导入产生特定抗体所必需的基因。

利用转基因技术开发特定动物产品。研究最多的还是对乳腺的遗传控制,从而控制奶的成分,用转基因动物制作程序,从转基因动物乳汁中获得具有生物活性的药用蛋白质等。

## 2 21 世纪猪育种的展望

### 2.1 瘦肉猪育种目标

育种目标是由市场和消费需求而决定的。Olivier, Haley 以及许多专家都在讨论猪育种目标的过去和未来可能的发展。20 世纪以来,人们主要的目标性状是生长速度、饲料转化率和屠宰后的胴体瘦肉率。30 年前由于超声波扫描仪能准确方便地进行活体测膘,加速了提高瘦肉率的选择进展<sup>[6]</sup>。据报道背膘厚、眼肌面积和胴体瘦肉率的年遗传进展分别为:  $-0.1 \sim -0.5$  mm、 $0.2 \sim 0.5$  cm<sup>2</sup>、 $0.3\% \sim 0.6\%$  (Sellier and Rothschild, 1991)。欧洲一些国家的育种者主张不再把胴体瘦肉率纳入育种目标,因为降低膘厚的目的已达到需要的程度。但也有学者认为,在发展中国家还应将胴体瘦肉率、饲料转化率列入育种目标。

猪肉主要是提供鲜肉和加工制品,这都要求有优良的肉质。有代表性的肉质指标是肌内脂肪(% , IMF),一般认为 2% ~ 3% 是鲜肉的理想水平。英国 20 年来膘厚下降了 33%,胴体中肥肉比率降低了 35%,但肌内脂肪也下降了 27%;丹麦 1978~1992 年四个品种肌内脂肪下降了约 50%,长白、大白猪仅为 1% 左右,杜洛克也由 4.15% 下

降到 2.05%。如果肉质指标不纳入育种目标,肉质变劣将发展到使消费者难以接受的程度。此外人们考虑到 Hal<sup>n</sup> 和 RN<sup>+</sup> 基因的清除也应纳入育种目标,因为它们对肉质变劣的影响是严重的。

近年来人们从猪个体本身选择增产已达到相当高的水平,提高母猪的年供肥猪数自然受到育种者的重视<sup>[7]</sup>,一般将繁殖力列入主要的育种目标。

总之,21 世纪的育种目标是在保持和适度提高瘦肉率的前提下,继续提高瘦肉组织的生长速度和饲料利用率,重点加强繁殖性状、肉质的选择。同时应该看到,随着市场和消费需求的变化,育种目标也会发生变化。

### 2.2 培育高产优质的新品种

可以预见,新世纪随着我国经济发展,动物食品的需要将会大幅度增长,人们对猪育种的要求更高,应用分子数量遗传学理论,采用分子技术、计算机技术和系统工程技术,挖掘和利用中国猪种繁殖力高、肉质好的优良基因,用标记辅助选择和辅助渗入等方法与常规育种相结合,培育出新型高产优质新品种(系)。

### 2.3 加强猪种资源的保存与利用

动物遗传资源是大自然赋予人类的财富。保存物种和品种的多样性既是对满足当前食品和农业生产的需要,也是满足未来食品和可持续发展的需要。因此,采用先进的保种理论,制定国家级总体保种策略,在分子水平上开展猪种遗传差异调查、猪种资源的评估与分类,在原地保种和迁地保种的基础上,研究长期保存冻精、卵细胞与冻胚的新技术,建立我国遗传资源信息库和基因库。

### 2.4 完善种猪测定体系和遗传评估

我国已引进大量瘦肉猪种,并建立大型纯种场,这些品种也是我国重要的遗传资源,也存在一个遗传改良问题,这就需要完善“以现场测定为主,集中测定为辅”的测定制度,健全种猪监测管理体系和信息系统,开展遗传评估和联合育种。

### 2.5 加速分子生物技术在猪育种中的应用

分子生物技术直接应用于育种虽然还有一些不确定因素,但其进展已展示了很广阔的前景。

猪像所有哺乳动物一样,其基因组的很大一部分是没有功能的。据估计,基因组的 2% ~ 3% 是编码序列,10% 可能是有功能的。其中,已鉴定的猪基因数目是以百计,还有至少 10 万个基因有待识别和鉴定,所以鉴定和开发有用基因的任务越来

越重，对猪全基因组的鉴定工作才刚刚开始。

新世纪分子生物技术在猪育种中应用的主要趋势是：

(1) 加速功能性基因和重要经济性状基因的定位、分离、克隆和表达调控研究，以及我国猪种特有优良基因的鉴定和利用途径研究。

(2) 建立高效的基因表达系统和有效的基因转移和鉴定技术。

(3) 研究猪杂种优势的分子遗传机理，研究猪的高效、高产、优质、抗逆育种理论，建立标记辅助选择与常规育种相结合的技术体系和方法。

(4) 研究高效率细胞克隆的分子生物学基础与技术，建立克隆复制的技术体系。

相信，随着科学技术的不断发展，瘦肉猪育种将进入一个新的历史时期，并将取得更大的进展和更多的成果。

#### 参考文献

- [ 1 ] Xiong Yuanzhu. Swine Production in China [C]. Proc. of International Conference on Pig Production, Beijing, International Academic Publishers, 1998, 27~30
- [ 2 ] 《中国猪品种志》编写组. 中国猪品种志[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986
- [ 3 ] 熊远著. 商品瘦肉猪杂交组合试验综合报告 [J]. 中国农业科学, 1986, (4): 1~8
- [ 4 ] 熊远著. 湖北白猪选育研究[J]. 养猪, 1987, (2): 10~15
- [ 5 ] 熊远著. 种猪测定原理及方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.3
- [ 6 ] Rothschild M F, Ruvinsky A. The Genetics of the Pig, CAB International, 1998
- [ 7 ] Webb A. Future Challenges in Pig Genetics [J]. Pig News and Information, 1996, 17 (1): 11N~16N

## Development and Prospects of Lean-type Swine Breeding

Xiong Yuanzhu

(Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

[Abstract] In this paper, swine breeding process in the world, especially in China was summarized, including the investigation of native breed resources, importing excellent foreign breeds, selection of new breeds and special lines, cross utilization of special lines, breeding swine testing, etc. The application and achievements of molecular genetics and biotechnology in swine breeding were briefly introduced. The goals of swine breeding in 21st century were discussed, and some suggestion on selection and breeding of new breeds, preservation of swine genetic resources, breeding swine testing system and application of molecular genetics and biotechnology in swine breeding were presented.

[Key words] swine; lean-type; breeding

(Cont. from p.4)

## The Application of Innovatory Thought in Engineering

Zhou Shining

(China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

[Abstract] Innovation is most important for developing economy in China. In this paper, the author discussed the excellent character for a talented person in innovation, the basic principle of innovatory thought and the executive method and steps. He explained that the scientific thought was the most important means for innovation by his experiences. He emphasized that firm confidence, strong wish in innovation and deep and wide knowledge were the foundation of innovation.

[Key words] innovatory thought; wish of innovation; engineering