

## 第四章

# 支持可持续利用的 遗传改良方法

## 1 引言

本部分对动物遗传资源可持续利用的遗传改良方法进行了概述。第一节讲述了遗传改良的背景。由于本文其他部分已经对社会和经济背景进行了较为相信的讨论,这里仅作简要介绍。而对科学技术背景进行了较详细的介绍。第二节讨论了遗传改良的育种策略以及直接育种计划的要素。这些要素包括计划、执行和评估,以及设立一个连续的和交互式的计划。接下来综述了高投入系统中主要畜禽的育种计划,不仅包括育种目标和标准选择补充特性的描述,还包括育种部门的组织与进化。紧接着描述了低投入系统的育种策略,以及描述了品种保存的背景。这种区别在一定程度上人为造成的,因为育种条件和策略有时候有交叉。最后,得出了一些一般性结论。

## 2 遗传改良内容

遗传改良就意味着改变。因为改变就

是一种改良,改变带来的整体影响对于动物拥有或者是拥有者来说必须是正面的。而且作为一种改良,改变带来的正面效应包括长期和短期的,至少短期的利益不会导致长期的危害。因此,遗传改良的计划要认真考虑其对社会、经济和环境方面的影响是至关重要的,最好是通过将这些计划作为可以为每种生产环境建立广泛发展目标的国家畜禽发展规划的一个完整部分来实现。

### 2.1 需求变化

传统意义上说,只有少数专业人员对畜禽育种感兴趣:育种公司,农场主和一些动物科学家。然而,食品正在从生产者导向向消费者导向转变。消费者对畜牧行业的信心已经在很多国家衰退(Lamb, 2001)。近几年,经历了各种危机,例如牛海绵状脑病(疯牛病)、二恶英以及最近的高致病禽流感,动物生产者对产品质量和安全性的担心已明显提高。在消费者看来,福利对于产品的质量也是一个非常重要的因素,尤其是在

## 第四部分

欧洲。与此同时，大部分的消费者与农村的联系已经很少，对农场知之甚少。目前，人们对“天然”产品的需求日益增加，但是这些“天然”具体包含什么还不是很清楚。

### 2.2 不同的生产环境

可持续生产系统需要考虑到自然、社会和市场条件。对于育种机构，这里提出一个问题，就是他们是否需要将他们的育种目标多元化，或者说他们是否需要培育一种动物能够很好的适应各种环境(自然环境，管理系统，市场调查)。然而，对表型环境适应性的优先遗传的洞察还十分有限。

### 2.3 增强对遗传多样性重要性的认识

如果要对感兴趣的性状进行改良，畜禽育种需要种群间和种群内的变异。遗传多样性对满足当前的需要具有非常重要的作用，对满足未来需要的作用更大。例如，当生产系统强调由高投入向低投入转变时，将需要不同的品种和品种内的不同特性。说的更通俗些，动物福利、环境保护、突出的产品质量、人类健康和气候变化的重要性逐渐增加，因此在育种计划中应该包含广泛的标准。本地品种往往能满足这些指标。因此，管理这些品种最合适的策略可能只包含优先的遗传改变。例如，维持适应本地环境和疾病的性状是非常明智的，如果现在的水平已是最佳水平或接近最佳水平，甚至可以维持目前的生产性状水平，例如

体型大小或产奶量。

## 2.4 科学技术进展

### 遗传改良方法的进展

#### 数量遗传学

育种计划的目的是为了获得遗传改良的品种。可以通过筛选生产出的下一代来完成育种的目的。育种的目标可以反应育种者通过筛选进行改良的性状。相对于育种的目标，遗传改良的比率( $\Delta G$ )由很多因素决定，包括种群内的遗传多样性，筛选指标的准确性，选择强度和世代间隔。

保持遗传变异是持续遗传改良的条件。基因飘移可以减少遗传变异，而突变增加变异。因此，保持遗传变异的种群大小的最小值是突变率的函数(Hill, 2000)。实验动物的筛选试验表明实质性进展可以维持很多代，甚至在有效种群大小低于100，且有增长趋势的种群中。

品种内遗传变异的丢失与近亲繁殖率( $\Delta F$ )有关。在没有选择的情况下， $\Delta F$ 直接与雌性和雄性动物的数量有关。在筛选的种群中，由于父母对下一代的贡献不是均等的，因此这种假设不再是有效的。关于预测经过筛选种群的近亲繁殖率的普遍理论最近已经发展起来(Woolliams等, 1999; Woolliams和Bijma, 2000)。这种理论使得反应育种规划的长期和短期的确定性优化变得方便起来。

育种计划的最优化研究最初集中在遗传获得，然而对近亲繁殖的关注却很少。现在人们已经接受在育种计划中抑制近亲

繁殖是一个很重要的因素。Meuwissen (1997) 开发了一种动态筛选工具, 能够使遗传获得最大化并且限制近亲繁殖率。对给定的一系列候选动物中, 这种方法允许对一组能使遗传优势最大化的父母本进行筛选, 然而平均同血统系数受到限制。通过执行这种方法产生了一个动力学育种计划, 在这个计划中父母本的数量和每个亲本的后代都可以改变, 这种改变取决于候选亲本在特定后代中的有用性。

筛选的准确度很大程度上取决于可用的效能记录的数量和质量。遗传改良只有在效能和血统都被记录的情况下才能进行。基于这些观察, 动物个体的遗传优势才能够被预测, 具有最高预测优势的动物才能够被选择作为亲本。

这种用来进行遗传评估的线性性状选择方法已经被很好地建立 (例如: 牛奶和鸡蛋的产量, 体型大小和饲料利用), 它是基于动物模型的最佳线性无偏预测 (BLUP-AM) (Simianer, 1994)。目前, 这种运算方法和软件已经被大多数国家采用, 可以应用于多数畜禽品种。BLUP-AM 已经直接应用于育种公司和国家水平的育种计划。它运用过于简单的单个性状模型的缺陷已经促使基于尖端模型的多性状 BLUP-AM 评估系统的开发 (例如, 包括抚育效应, 种群与父本的交互效应或者优势遗传效应) 的多性状的 BLUP-AM 评估系统。

由于计算机力量的加入以及计算方法的快速进展, 使得这种方法变得更加方

便。目前的趋势是利用所有可能的信息, 包括每天记录的单个测试, 杂交动物的记录和广泛的地理范围 (跨国界)。利用日益复杂模型的显著缺点就是缺乏稳健性和计算方面的问题 (尤其当种群的规模有限时)。目前的挑战是开发使用模型的系统验证工具。只有当真正的遗传参数已知时, BLUP 才是最合适的选择。

具有大数据集的变异组成的无偏估计方法已经发展起来。用于动物模型研究的约束最大似然法 (REML) 是优先考虑的方法。线性模型大多数重要性状进行正确描述 (例如: 基于分类和存活的性状)。

因此, 大量形式多样的非线性混合模型已被提议, 包括阈值模型、存活模型、基于分类的模型以及泊松模型等。但是, 利用这些非线性模型的益处还有待考究。

选择的强度反映了需要成为下一代亲本的动物的比例。繁殖能力和繁殖技术对需要产生下一代的亲本的数量具有非常重要的影响, 因此, 也影响遗传改良的比率。在家禽中, 高繁殖能力意味着分别需要2%的雄性和10%的雌性作为亲本。在家畜中, AI的导入使得父本可以很大程度上的减少。对于奶牛和肉牛, 用于人工授精的公牛和具有很高遗传优势的母牛是核心动物, 占整个种群的1%以下。

世代间隔是指两代之间间隔的平均时间。在大多数种群中, 大量的年龄阶层可以区分开。一般来说, 与年龄大的阶层相比, 年轻阶层的种群含有的信息量少。因此, 年轻种群育种评估的准确性较低。但

## 第四部分

是由于种群的持续遗传改良,使得年轻种群的平均评估育种值要高于年龄大的种群。现在推荐使用跨年龄的种群用来进行筛选以便获得最高的选择差 (James, 1972)。每个年龄阶层所选择出来的动物所占的百分数需要根据每个年龄阶层育种评估值的不同准确度来进行分配。

利用生殖技术可以增长可获得信息的数量,因此可以增加年轻种群育种评估值的准确性 (van Arendonk和Bijma, 2003)。这种方法可以改变从年轻阶层种群中选择亲本的比例,也可以影响平均世代间隔。世代间隔主要是在可利用年龄阶层选择的一个结果。

### 分子遗传学

在过去的二十年中,分子遗传学在家畜中得到了广泛的研究。这些研究与孟德尔遗传特性(主要指疾病和遗传缺陷)基因选择、分子辅助选择和基因渗入有关。另外,分子信息也被逐渐用来辅助品种保存计划,改善对家畜起源和驯化的理解。

**基因辅助选择:**对动物基因组知识的增长,增加了这项技术的应用前景,并为选择健康动物提供了新工具。最初的应用与孟德尔性状有关。例如,在家养的牛中已经应用了DNA诊断技术来减少遗传紊乱,如牛白细胞粘附缺陷病 (BLAD),尿苷酸合成酶缺乏症 (DUMPS),脊椎畸形综合症 (CVM),在Kappa-酪蛋白和双肌选择中也有应用。

在猪中,最知名的基因“氟烷基因”,目前已经被用于商业育种。众所周知,很多猪不能应对胁迫环境(例如:向屠宰厂的运输)。目前,人们发现氟烷基因——一个自然变异的隐性基因与这个缺陷有关系。利用DNA检测的方法能够探测一只猪是否含有这个基因的缺陷型,因此在一些品种中,可以完全排除这种基因 (Fuji等, 1991)。

痒病是羊的主要疾病,它是传染性海绵状脑病 (TSE) 的普遍表现形式。这组疾病也包括人类的克雅病和牛类的疯牛病。痒病的遗传敏感性受到山羊PrP基因中三个不同密码子等位变异的强烈调控 (Hunter, 1997)。因此,为了控制这种疾病,优先考虑了具有吸引力的痒病抗性育种。可以通过筛选与痒病抗性具有很大相关性的等位基因 (the ARR allele) 来实现。

**标记辅助选择:**大多数有经济效益的性状都是数量性状,由大量基因控制,但只有少数的主效基因对其有重要的影响,而大多数的基因对其影响很小 (Le Roy等, 1990; Andersson等, 1994)。如果能够检测到主效基因并且能够设计基因检测的方法,那么在特定位点的基因则可以用来进行筛选。另外,与感兴趣基因相邻的染色体区域可以被鉴定并且用于分子标记。

这种假设一个或多个已鉴定的分离位点和附加的多元组分的混合遗传模型发展起来了。当每个检测位点的基因型已知

时, 这些基因型可以被看成是标准混合模型技术的混合效应 (Kennedy 等, 1992)。只有当连锁标记的基因型已知时, 这些由单倍型和重组事件未知而导致的不确定性才必须要考虑 (Fernando和 Grossman, 1989)。

如果包含在遗传评估过程中基因的信息是中等到大的效应, 我们经常会期望有额外的遗传获得。近几年, 大量的研究已经反映出这个问题。由于每个研究所利用的指标不同, 结果往往不能进行比较 (例如: 基于动物模型中个体的指标)。但是, 这些都显示出对数量性状位点基因型的认识能够改良短期筛选 (Larzul 等, 1997)。相反, 在长期筛选中已经获得了一些差异 (Larzul 等, 1997)。

在条件不那么有利的情况下, 也就是只有连锁标记的基因型已知, 那么结果在很大程度上要取决于特定的环境。当在种群水平上存在连锁不平衡和当与检测标准的性状不同时 (例如: 疾病抗性), 性别限制 (例如: 与产蛋、产奶相关的性状), 动物寿命的晚期表达 (例如: 个子小的长寿), 或者是屠宰后的小部分标准的测量不同时, 可以取得大量的收获。另外, 分子标记辅助选择的优点是值得怀疑的。

位于相同或不同位点的基因对产生的表型影响上可能会相互作用。但是对它们相互作用的机理还知之甚少。得出一个基因对表型的平均影响值并不能说明基因之间没有相互作用。这样就可以解释, 至少是部分地解释将鉴定出主效基因 (或者是

他们的标记) 结合在筛选计划中还没有达到期望结果的原因。因为这些相互作用, 使得利用遗传标记进行不同研究时经常缺少明显的一致性 (Rocha 等, 1998)。为了准确评估基因对性状产生的影响, 需要考虑可能在种群中应用的基因型的平均效应。

基因渗入主要用来改良给定种群的抗病性。如果可以获得抗性标记 (或者是抗性基因的探针), 标记辅助选择可以用来简化基因渗入的过程。Dekkers和Hospital (2002) 讨论了利用反复回交的方法将一个基因导入一个种群。如果认为不具有抗性的品种容易接受外源基因, 携带有抗性基因的品种则被认为是供体品种。期望的目的基因可以通过供体品种与受体品种多次的回交而将目的基因由供体品种渐渗入到受体品种中去, 这种回交需要通过一代或者多代完成。回交的目的是产生携带有一个供体基因的个体, 而染色体的其余部分与受体相同。杂交的目的是固定供体基因。标记信息可以通过鉴定目标基因的载体以及提高受体遗传背景 (背景选择) 的回收率来提高杂交过程中基因渐渗策略的效率。一般说来, 在连续世代中, 利用纯种的雌性受体与携带目的基因的雄性杂交品种交配, 要比相反的过程更经济更可行。

如果抗性基因是显性的, 即使没有分子标记的基因, 它向种群的基因渗入可能也是有效的。如果抗性基因是隐性的 (或者是共显性的), 分子标记就显得十分重

## 第四部分

要。如果抗性是由多个基因控制,若没有分子标记,基因渗入是不可能有效的,因为随着时间的流逝,供体品种可能会产生高水平的抗性,而受体品种中的优势性状将会丢失。实际上,即使是遗传标记可用,复合品种的开发也可能比利用回交把大量基因通过基因渐渗导入受体品种更容易。Hanotte (2003) 等绘制了影响抗锥虫病品种 N'Dama 和非抗性品种 Boran 的杂交品种锥虫病抗性的 QTL 图谱。

结果表明,锥虫病的抗性与一些可能的 QTL 位点有关系,与抗性有关的基因是从非抗性品种奶牛中得到的。因此可以得出结论,从 N'Dama 和 Boran 杂交的 F<sub>2</sub> 代种群中筛选出的具有锥虫抗性和一些综合性状品种要比现存亲本的抗锥虫性更强。从概念上讲,通过标记辅助选择的基因渗入可以在没有病源的情况下完成。但是,利用预期基因型来检测动物的抗性是明智的。

遗传多样性的分子特性鉴定有助于动物遗传资源保存计划,并且能够提高对动物起源和驯化的理解。更好的理解遗传变异和发展新的数量遗传方法,可以提供分子信息和功能变异的关联方法。例如:利用分子方法与血统分析的结合已被用于纯种马的奠基种群的遗传多样性程度 (Cunningham 等, 2001)。

#### 繁殖技术的发展

繁殖技术对遗传改良的效率有直接的影响。对于一个给定规模的种群,高繁殖

效率意味着需要相对少量的育种动物,因此,需要高密度的筛选。提高繁殖率的另一个优点是更快地推广优势遗传种群。

鉴于本文的其他部分已对育种技术进行了广泛讨论,这里主要讨论在育种计划中利用人工授精、超排和胚胎移植技术,对其他技术只作概述。

**人工授精:**人工授精的使用可以使选择强度增加,使基于后代测试的雄性筛选准确率提高,能够更加准确地对育种杂交群进行评估。后者会导致不同细胞核种群的精液改变,这样可以方便建立两者之间的遗传连锁。人工授精已经被越来越多品种的育种组织所应用。牛的繁殖率很低,因此为了能够准确的评估像功能性状这样的低遗传率性状的育种价值,利用人工授精是先决条件。人工授精能够加快商业种群遗传优越性的推广。人工授精在牛中的实施率为 6%~8%。一个公牛良种可以在世界范围内产出数个后代。

人工授精无论人工授精中心、农场,还是在两者之间进行交流的有效品系,都需要良好的技能。但是,在很多国家,多数生产者是小户农场主,以他们现有的技术和基础条件不足以成功地进行人工授精服务。农场主不得不监测热度,还要想办法与精子分配中心联系,然后几个小时供应一次。对于很多繁殖系统来说,这是一个高强度的劳动过程。人工授精似乎不能应用于广泛的放牧系统中的牛繁殖。同样,人工授精也很难在羊的育种中应用,利用有优势的雄性品种进行自然交配仍然

是遗传改良传播的主要方法。

人工授精的利用会影响育种部门的所有权结构。利用人工授精的地方，育种动物的所有权经常被转移到大的育种组织中，例如合作的或者私人的育种公司。过去二十年中，在发达国家，人工授精中心负责对进行后代检测的小公牛的鉴定工作，以及被鉴定公畜精子的销售工作。

**超排和胚胎移植：**为了增加雌性动物的繁殖率，超排和胚胎移植主要应用在像家养牛这样繁殖率低的物种中。这种方法的好处就是可以从雌性方面提高筛选强度，能够更加准确地评估育种价值。因为家系成员的数量越大，从子代中可能获得的信息就越多。这就使得从年龄相对较小的种群中获得的育种价值更加可靠，尤其是当这种性状只在一种性别中记录时（例如只在雌性中）。实际上，这就意味着，我们不需要等待选择雄性的测试结果，可以利用与他们具有相同亲本的那部分雌性种群的信息，在年龄较小的时候就可以被选择。这种方法在世代间隔方面的收获是相当大的，可以补偿由近亲测试代替后代测试导致的选择精确度的损失。能够在年轻个体甚至是在胚胎中筛选，是超排和胚胎移植能够运用到猪上的主要原因。胚胎移植也被用于推广优势雌性动物（带有很小的疾病危险性，不需要被转移）的优良基因。

利用超排和胚胎移植技术不仅昂贵而且需要很高的技术。这种挑战主要存在于胚胎移植时期，一组受体母牛需要处于同

步可接受的状态。因此只有在大型的集中核心畜群中才能够进行。在很多情况下，在越基础的先决条件下（性能和特点的记录，扩充和传播）投资这些资源越好。与人工授精相比，超排和胚胎移植更加真实，但是在加快遗传进程方面，它没有人工授精效率高。在任何情况下，人工授精和超排与胚胎移植的进入必须投资收益划算才能够被地方的农场主接受。

将精子和胚胎冷冻可以给育种组织在育种计划中支持保存遗传多样性而创建基因库的机会。而且，精子和胚胎的低温保藏可为反刍动物遗传材料的国际交换和运输提供方便。

目前，体细胞克隆是还没有被商业化的新技术。没有商业化一方面是因为技术和经济的原因，一方面是因为目前公众没有发展这项技术的愿望。由于其他组织比胚胎容易保存，所以克隆在保存领域具有潜在的应用价值。

受精卵或精子的性别选择能够生产出大量具有特定性别的动物。例如，对于牛来说，雄性或雌性的参数选择非常明显，雌性是为了产奶，雄性是为了产肉。为了开发一种可靠的技术，人们已进行了大量的尝试。目前，已经可以通过各种方法来鉴定受精卵的性别。但是，由于存在少数意外情况，这种方法还没有被饲养者和农场主广泛接受。在利用性别决定特性来分离精子方面，人们已经做了很多尝试。但是，在克隆技术可以大范围应用之前，还需要发展。

## 第四部分

从上述繁殖和保存技术的应用情况可以看出，它们对育种动物的运输需求不高。而且，即使当受精卵来自乡村，而且具有根本不同的健康状态，这些方法也有机会保护种群和畜群的健康状态。

### 2.5 经济因素

任何的经济评估都要考虑到成本和利润。由于育种是一个长期过程，因此育种结果带来的利润要在很多年以后才能够看到。以奶牛为例，在不同的时间和不同的情况下，成本和利润不同。很多的考虑在相对短的时间内并不重要而在长期时才会发挥作用。

直到生殖生物技术的到来，育种计划的主要成本因素才能够进行性状测量和记录，后代测试和育种种群维护。尽管大多数记录的主要目的是育种，但是应该注意到，一旦可以利用，这些信息对农场管理的决策也同样有用，例如选择和预测未来的产品。

动物育种在发达国家已经变得越来越尖端、专业和昂贵。因此，经济方面的考虑已经驱动了即使不是全部也是大多数与育种相关的行为，经济理论已经融入到育种领域。经济评估的基础是利益、经济效益或者是投资利润。当育种的目标被生产者揭露出来时，他们强调的是利益最大化。在发展中国家，市场往往更加本地化，但也可以运用相同的机制。因此，选择利益最大化是明智的，除非有与这种测率相悖的明确原因。

一个重要的经济考虑就是，谁来为遗

传改良付钱？当核心种群、繁殖种群和商业种群被完全整合时，这个问题就不是特别重要了。但是，在所有的其他情况下，这种整合是不存在的。而且那些投资育种的人往往得不到充分的投资回报。这也正是公共部门参与遗传改良的一个或多个方面的原因。

在一个自由市场体系中，育种组织需要满足客户（商业生产者）需求，客户只会为能够增加他们利益的改良的育种动物或者精子付钱。然而，有趣的是，即使一种育种趋势看起来不能从经济角度被证实，但它仍然能够持续较长的一段时间。在政府资助的系统下，部分或者全部的费用都由纳税人支付。在这种情况下，育种计划要受到仔细的审查以保证它确实能够为社会带来利益。这种利益应该包括为消费者带来安全的、更加营养、实惠的产品，或者是可以减轻畜牧生长对环境带来的负面影响。

## 3 育种计划的元素

一个育种计划所需的元素取决于总体育种策略的选择。这样，首要的决策就是选用三种主要遗传改良策略的哪一种。三种主要遗传改良策略分别为：品种间选育，品种或品系内选育，及杂交育种（Simm, 1998）。品种间选育，作为最主要的选择，旨在用优良品种代替劣等品种。这种替代可以立即进行（比如耗资不是非



常巨大的家禽),也可以通过与优良品种的不断回交来逐步实现(比如大品种动物)。杂交育种,作为第二快速育种方法,主要是利用了杂种优势和品种特性之间的互补。常规的杂交育种系统(循环系统和终端父系系统)已被广泛讨论(例如, Gregory和Cundiff, 1980)。新发展起来的动物互交已被建议作为杂交育种的替代形式(Dickerson, 1969, 1972)。第三种方法,种内选择,提供的遗传改良速度最慢,尤其是对于世代间隔较长的动物。然而,与杂交育种计划不同,这种改良是持久和累积的。渐进遗传改良是最适合可持续发展的改良形式,它可以为利益相关者提供足够的时间来调整生产系统,以适应新品种的要求。如果兴趣特性非常多,并且它们之中有些是对立的,那么就需要建立不同的品系,并采用品系内选择。然后,将这些品系进行杂交来产生商品动物。这种策略已应用于猪和家禽的育种。

育种计划的建立包括育种目标的定义(Groen, 2000)和育种计划的设计,育种计划能够朝着预定目标的遗传进展。实际上,它包括人和资源的管理,以及遗传学和动物育种规则运用的管理(Falconer和Mackay, 1996)。育种计划的每个方面都包含很多过程、个体,有时候甚至是机构。育种的成功与否取决于可用资源的开发与管理实现利益相关者目标的程度。

育种计划的利益相关者均会以不同方式受育种成功的影响,其中包括育种计划

产品的终端用户(例如畜禽生产者),商业公司和其他直接或间接投资于计划的人,政府部门、育种团体以及执行育种计划的人。其他的利益相关者包括一些附属受益者,例如供应商,分销商和计划的副产品销售者等。

大多数育种计划都具有金字塔结构(Simm, 1998),根据育种计划的复杂程度拥有不同层数。在金字塔的顶点是优良血统动物被选育的核心。畜禽的繁育在中间层进行。当优良血统动物的数量不足以满足商业农产主需求的时候,需要进行动物繁育。金字塔的底层由商业机构组成,最终产品从这里传播出去。图48描述了家禽育种工业的金字塔结构。

建立一个育种计划的活动可以总结为以下8个主要步骤(Simm, 1998):

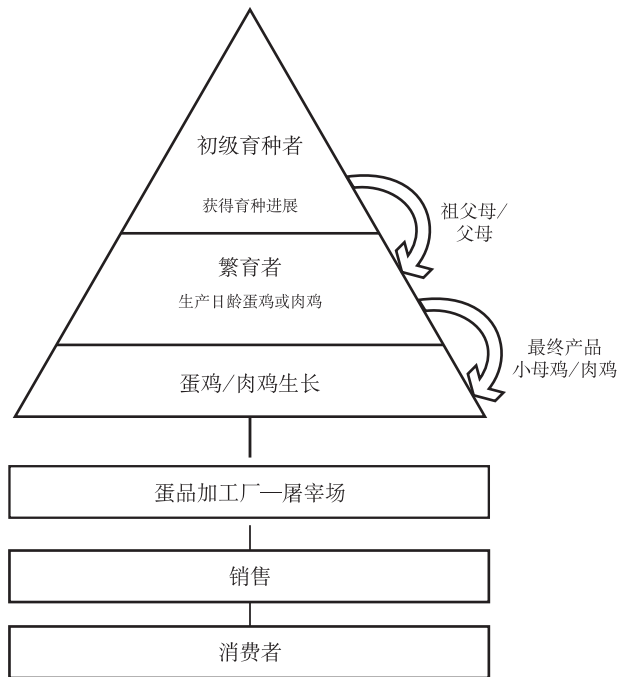
- 育种目标的选择
- 选育标准的选择
- 育种计划的设计
- 动物的记录
- 动物的遗传评价
- 选择和育种
- 进展监测
- 遗传改良的推广。

下面的各节对以上步骤做了详细介绍。然而,读者应该明白计划、执行和评价形成一个连续过程。各个要素应该交互式实现,而不是一步接一步。一个更重要的要素便是需要对育种计划及其执行情况随时间变化的所有方面进行详细记录。

## 第四部分

图 48

家禽育种工业结构



### 3.1 育种目标

育种目标就是需要进行遗传改良的性状名单。它应该与国家农业发展目标一致,并且适合所定义的生产系统以及适应生产系统的品种。一个国家的农业生产发展目标传统上包括经济变量,但应该被拓展到适应伦理以及人类福祉的其他社会方面。这些目标被用来阐明育种目标。达到此目标有几种不同方法。最通用的方法便是效益函数。理论上,建立一个效益函数并不难,尤其对于种内选择计划,因为它是改良性状关于相对经济量的线性函数。

然而,在实践中,得到这些经济量并不容易,部分因为它们可能随时间和空间不断变化,部分可能因为缺乏时间、专门知识、资源等。这样,育种者通过试验和基于已知市场需求和偏爱的误差不断调整方向。Amer (2006) 讨论了其他调整育种目标的工具,例如生物—经济模型或基因漂移模型。

畜禽改良可以通过一套给定的性状进行比较测量,通常被称做“经济重要性性状”。实际上,性状和它们的经济重要性的变化像育种计划一样普遍。对于许多畜

禽品种来说,经济重要性性状是指那些影响动物生产力,寿命,健康和繁殖能力的特性。

对于大多数性状来说,目标是能够持续改良;但对于某些性状来说,其目标是达到一个中间值。Pharo (2005) 将这些可供选择的目标叫做“方向”育种和“目的”育种。一个后者的例子便是蛋鸡的蛋重量。市场重视重量在一定范围内的蛋(例如,55~70克)。较小的蛋不适于市场销售,较大的也没有明显的价格优势。如果蛋的尺寸与蛋的数量、壳的强度和可孵化性呈负相关,因此选择大个的蛋不仅是选择强度的浪费,还影响了多产性能。另一个例子是畜体大小。对于肉食动物,屠宰时的畜体大小是一个重要的决定性评价值。畜体大小是营养需求的主要影响因素,它也可能影响繁殖力。后者(净生殖率)是生物效率和收益率的一个主要的决定性影响因素。既然畜体大小与投入和收益都相关,那么要找到一个最适值就比较困难,尤其在放牧系统,因为充分描述进草量非常困难。另外一个考虑是大多数屠宰市场歧视畜体重量不在期望范围内的动物。例如,欧洲市场要求最小畜体重量,有些品种可能不能达到这种要求(例如纳米比亚的桑格牛)。即使目前这些牛的体重满足生物有效性的优化,但是体重大的可能会更好。

育种目标的选择可能是一个一次性活动,或者是一个需要多次修改的活动。育种者将根据育种金字塔所有各层的反馈做

出决策。对于家禽和猪的育种,将由育种公司的最高管理者进行此项决策(技术和市场研发经理或销售经理)。对于牛的育种,由金字塔的定点层做出决策,但是通常需要以反映程序所有权模式的方法与其他各层人员进行磋商,包括商业层。

育种计划的结果,尤其对奶牛和肉牛,在选择决议做出之后的很多年仍被关注。甚至对于猪来说,世代周期较短,金字塔顶层人员执行遗传改良变化至少在三年之内不会在商业层次上引起注意。这强调了在定义育种目标时预见未来需求的需要。

在一个竞争性市场,例如家禽育种行业,兴趣特性的鉴定和选育努力的关注点不仅很大程度上依据市场信号(也就是商业生产者),而且还依赖于竞争产品的效能。

### 3.2 选育标准

育种目标不是选育过程中的最终工具。在决定哪些父本和母本将成为下一代的父母的工具或选择标准是“选择指数”。选择指数将综合所有候选动物及其亲属的观察。这些观察的权重由它们的指数系数来决定,通过计算指数系数的目的是使育种目标和选择指数之间相关性最大化。确实,选择指数应该尽可能地贴近预先确定的育种目标。由于获得动物之间的关系信息非常困难或非常昂贵,并且这些性状可以充分遗传,因此选择可以基于个体效能(群选)。选择系数的构建是一个技术问题,因此需要具有必需的专业知识的人。

## 第四部分

补充选育标准的特性（已记录的特性）和补充育种目标的性状之间的区别是非常重要的，应该进行强调。事实上，育种目标性状没有必要直接和例行公事地在选择候选动物中被观察到。例如，猪的选育是根据脂肪率。这就是育种的目标性状，但它不可能在候选动物的选择中被观察到，因为这将意味着它们必须被屠杀。一个预言性状，即超声测定的皮下组织脂肪厚度，被记录并且得到一个

EBV。

在大量环境中进行选育的时候，许多没有在育种目标性状名单中的性状和标准也被考虑在内。这可以大大减少实际选择强度，因此限制了遗传改良。有时候这可以接收（例如，一个选择过失是基于一个正确的选择原因）。在其他情况下，这种标准受到怀疑（例如，身体体积作为一个生产能力的指示因子）或不推荐使用（例如，抗架大小或乳用性）。

## 插文 80

## 美国肉牛的畜体尺寸变化

1900年，美国的绝大多数肉牛都是短角牛、赫勒福德牛或安格拉斯牛。那是的牛体重相当大。公牛1100kg，母牛730kg，在当时非常普遍。牛成肥主要通过吃草，然而有些人对年龄较小和体重较轻的牛感兴趣。选择具有较强育肥能力品种的牛犊已形成了一种发展趋势。很多选择实际上都基于能在环形展示中取得胜利的假设。选择是有效的，大部分改变都在牛种群中得以实现。经过几个世代之后（20世纪20年代末，30年代初），牛的体型大小就基本适应了饲养它们的生产条件。然而，选择仍然在朝着相同的方向进行，到20世纪50年代，大多数备受关注的畜群中牛的存栏量已经很少了，并且倾向于育肥在任何商业管理程序中都会有利可图。

随着一些大平原州的大型饲养场的发展，美国肉牛产业从20世纪50年代中期开始发生较大变化。为使这些新的养殖场有利可图，肉牛必须保持一个相当高的产率，经历一个较长的饲养周期（4~5个月），而且不能变得太肥。先前流行的小型肥牛不能为大型养殖场所接

受。夏洛来牛以及其他欧洲大陆的品种受到欢迎，英格兰的牛品种被用来选育大型牛品种。从20世纪50年代中期到60年代末，大型牛只要结构紧凑，就备受宠爱。然而，到60年代末，即使体型高大，并且与早期流行的紧凑结构不相同的大型牛也同样受到欢迎。几年内，牛的选择方向就转向了大型牛，甚至在欧洲大陆的品种。这种选择也非常有效，并且培育了特大型动物。

20世纪80年代中期到末期，几个主要的育种组织意识到这种趋势已经走出的太远了，并向生产更多中等体型动物的方向转变。在过去的10年里，越来越多的育种也认识到与两个极端方向相比，中间体型更可取。然而，它们毕竟是少数，并且大型牛在许多主要养殖场仍然受欢迎。

### 3.3 育种计划的设计

设计一个育种计划需要以一个逻辑次序做出一系列决定。计划的设计者应该意识到这样一个过程会随时间变化——从简单到随组织和容量的发展而产生渐增的复杂程度。这些决议主要包括对利用目前的种群结构来可靠地产生所需的改良和/或重组的最佳方式的决策。经济评估是这个过程的综合部分,应该在计划执行前和执行过程中发现的改变都进行评估。

育种计划的投资决策应该对有利于遗传改变率的三个元素进行评价:选择强度、选择精度和世代间隔。基于这些元素,可以对另一种情形进行评估。数量遗传的理论知识被用于预测不同情形的预期收益(Falconer和Mackay, 1996)。基于这种目的,种群遗传参数,例如性状的遗传力和表型变异,需要用于选择指数的建立(也可以进行合理假设)(Jiang等, 1999)。然后概述了一个适合的配种计划。为进行遗传评估,必须获得足量记录;为育种金字塔顶层和金字塔底层繁殖生产足够的动物良种。注意在执行这些活动中,育种计划的设计者已经处于优化阶段。

当设计育种计划是,不能忘记很多方面都直接受育种动物的繁殖率所影响。较高的再现率致使需要减少育种动物的数量。每个育种动物的后代越多,育种值的估计就越精确。

### 3.4 数据记录和管理

数据和血统记录是遗传改良的主要驱动力。充分而精确的测量带来了高效选

择。事实上,资源是有限的。因而问题是:应该哪些动物的哪些特性呢?包含在育种目标里的性状需要测量,但这还取决于测量的难易程度和化肥。至少应该测量那些核心动物的效能和家谱。

作为选择决策基础的效能数据收集在任何育种计划中都是重要部分,而不是最初设计的用于辅助短期管理的记录系统的副产品(Bichard, 2002)。遗传评估中数据收集、比较和使用需要良好的组织和可观的资源(Wickham, 2005; Olori等, 2005)。许多情况下,可能需要设立专门方案来产生和记录所需的数据。这些方案的耗费和复杂程度随育种组织类型、性状类型和测试方法的不同而不尽相同。

**育种组织的类型:**猪和家禽的育种公司拥有收集和存储所有需要数据的内部设备,然而其他育种组织可能依靠多个利益相关者的资源。例如,一个典型的奶牛育种计划的情形(见4.1节)

**性状类型:**如果活体动物的体重是兴趣性状,那么所有需要就是一个重量范围。然而,为测量个体动物的饲料利用率(饲料系数),可能需要更多的尖端设备来记录动物个体的进食量。

**后代或同系亲属的测试效能:**在一个效能测试方案里,每个动物个体的兴趣性状被直接记录。例如,在肉牛、猪、公鸡或火鸡的寿命范围内,体重和生长通过被定期记录。基本上,一群动物在相似的条件被共同管理一段时间,同时测量个体表现。这种管理可以在农场,或在

## 第四部分

一个专门的效能测试站,将来自不同的畜群或农场的牛或猪放在一起,在相同条件下进行直接比较。

有时候,感兴趣的信息可能在遴选候选者中不能被直接测量,可能是因为性状的表达受到性别限制,例如奶和蛋的生产;也可能因为性状只能在动物死后才能记录,例如畜体的成分。在这些环境中,需要通过后代和/或同系亲属的测试进行间接记录。这对遗传力较低的性状也非常有用,对于这些性状往往需要几个记录来准确评估一个动物个体。后代测试涉及一个方案,此方案基于从后代得到的效能记录对一个动物个体进行评估。这主要与雄性动物相关(Willis, 1991),因为从单个雄性动物产生大量后代要比单个雌性动物容易。而且,进行后代测试的仅仅是那些通过“精英交配”出生的雄性动物,而不是所有雄性动物。后代测试对提高繁殖率低的品种的选择精度以及测试基因型——环境之间的互作非常有用。

对于许多反刍动物,主要后代测试设备的花费可能会高得惊人。因此,通常的做法是吸收尽可能多的农场主或商业生产者参与进来。鼓励农场主从一群年轻公畜中接受精子,按照一定的雌性动物比例来使用。因为年轻公畜没有被证明具有遗传优越性,有关后代测试的农场主往往需要良好的激励才能参与(Olori等, 2005)。在这些环境中,所有花费往往由需要测试的年轻公畜的所有者来承担。

除了效能记录之外,育种计划的遗传

评估还需要家系信息。家系信息的质量取决于它的深度和完整度。无论育种目标包含遗传改良还是预防由于遗传变异引起的品种灭绝,所有育种动物的急袭都必须被记录和维持。

如果资源可用,一个可以共享访问的集中式数据库已经表明非常有用,并且具有良好的投资收益率(Wickham, 2005; Olori 等, 2005)。提供从此系统得到的全面的相关管理信息往往作为刺激数据记录程序深入参与的一种方式。小育种计划的要求可能仅仅是一个简单的、具有足够的电子数据表、数据管理和报告软件个人电脑(PC),然而国家级的计划可能需要一个运用现代信息技术的专门部门(Grogan, 2005; Olori 等, 2005)。

### 3.5 遗传评估

育种计划的进展要求鉴定和选择具有感兴趣性状的优良基因型的动物来培育下一代动物。鉴定这些动物要求根据表型观察来分辨环境贡献度,并且可以通过育种值预测或遗传评估来完成。这是每个育种计划的核心活动。

遗传评估应该可靠。BLUP方法依靠性状和可用数据已在很多模型中得以应用,现在几乎已变成所有物种的标准方法。这种评估也应该能够及时地分利用数据收集和数据库管理的投资。应用BLUP的遗传评估系统依赖于良好的数据测量和数据结构。如果这些先决条件都准备到位,投资BLUP一般非常划算。

跨畜群评估的优点是能够对种群之间

的预测育种值 (PBVs) 进行清楚的比较, 从而能在遗传优良的畜群中挑选出更过的动物。为达到上述目的, 遗传连锁 (跨畜群和跨年度动物的利用) 非常重要。为利用从不同畜群得到的信息, 需要一个适当的组织结构, 这种组织结构可以通过育种者、育种协会以及大学或研究中心之间的密切协作来实现。为育种方案提供数据的所有动物的独特性鉴定是一个基本的先决条件。数据分析专家, 在育种协会相关人员的指导和协助下, 将动物分成若干同代小组 (在同样的条件下饲养的, 具有相似年龄的动物小组)。这种分配可能对准确的遗传评估非常关键。育种者在对数据进行初步检查, 消除明显错误后向育种协会提交, 这些信息被传递到评估小组来进行分析。对于反刍动物, 每年要进行1~2次评估, 但对于猪和家禽的肉类程序来说, 每月、每周或每两周进行一次选择, 评估需要连续进行。

遗传预测的结果 (PBV 和总指标) 被有代表性地打印在动物登记证书上。通常将PBV印在销售目录和精子目录上。这意味着终端用户 (农场主) 必须理解和接受所产生的EBV, 并且指导如何使用它们。如果预测结果没有被终端用户所接触到, 那么遗传评估的运转就毫无意义。

一个典型的遗传评估单位需要有资格的职员和足够的材料资源来进行数据分析, 并产生适当的报告来推动选择决策。许多大范围育种计划倾向于拥有一个内部的专门遗传评估机构。然而, 与外部机构

签订这种评估协议也非常容易。许多大学和研究中心都能向国家级和非国家级育种计划提供这种遗传评估服务。由于对于不同案例来说, 遗传评估的原理及其相关软件基本相似, 因此这种服务可以涵盖几个不同的品种或物种。大概, 享誉全球的最知名的遗传评估单位就是国际公牛组织 (INTERBULL)。该组织的中心建于乌普萨拉的瑞典农业大学, 并且作为动物记录国际委员会的永久附属委员会, 同时在世界范围内提供国际遗传评估来推动奶公牛的比较与选择。另一个例子是 BREEDPLAN, 一个商业性肉牛遗传评估服务机构, 基地位于澳大利亚, 在许多国家都拥有客户。

### 3.6 选择与交配

选择主要还是应该基于选择标准。每个性别都因该尽可能少的选择育种动物来实现选择强度最大化, 唯一限制就是最小种群大小以及生殖目的所需的动物数量。由于雄性动物的生殖率通常远远高于雌性动物, 因此雄性育种动物的选择数量通常远远少于雌性动物。

遴选候选者可能具有不同的年龄, 因此关于它们的可用信息数量也不均衡。例如, 年长的雄性动物可能拥有后代测试, 然而对于年幼的动物来说, 它们自己的效能以及它们的母畜或公畜的效能将是唯一可用的信息。如果使用 BLUP, 这些候选者之间的比较就会比较容易且清楚。由于只有非常优良的动物才具有不太准确的 EBV, 因此选择更多具有精确 EBV 的动

## 第四部分

物大概是最好的方法。

家系信息的利用已被广泛接受，由于产生于BLUP，增加了近亲共选择的概率，从而依次提高了近交率。为维持遗传改进的高速率，许多方法被用来减少近亲交配。所有这些方法都基于相同的原理——减少选择个体之间的平均关系。人们已经开发出计算机程序用于优化某一特定候选者名单的选择决议，这些候选者的家禽信息和EBV均可用。用于控制近亲交配的Ad hoc方法包括选择足量的雄性动物，由于近交率依赖于有效种群大小；在育种初期，适度使用雄性动物；限制近亲选择的数量，尤其是每个家系选择的雄性动物数量；限制与每个雄性动物的雌雄动物数量；并且避免全同胞和半同胞之间的交配。这些简单的规则在维持商品畜禽和猪育种过程中的近交非常有效。

选择动物之间的交配可能是随机的，也可能不是。在后一种情况下，将最好的雄性和雌性选择动物进行杂交，这就是选择性交配。下一代的平均遗传值没有变化，但是它们在后代总的变异程度将会提高。当多重性状包含在育种目标的时候，选择性交配可能会很有用——满足不同性状的不同亲本之间的质量。

任何交配策略都需要足够的设备。对于自然交配来说，用于交配的动物必须一起放在相同的牧场，并且与其他育龄动物隔离开。人工授精(AI)可以使用，但是也需要一定范围的资源和专业知(精子收集、冷冻和/或储藏以及授精)。

### 3.7 进展监测

进展监测包括预期目标进展计划的定期评估。如果有必要，它可以对育种目标和/或育种策略进行再评估。监测对确保早期察觉选择计划的不良影响也非常重要，例如对疾病敏感度的增加，或遗传变异的减少。

为评估进展，表型和遗传趋势通常可以通过对出生年份的年平均表型值和育种值进行回归得到。除此信息之外，育种者定期进行内部和外部性能测试。一个外部测试方案需要涵盖大范围的生产环境以确保遴选动物能够在广泛的环境条件中表现良好。另一种信息资源，大概也是最重要的信息资源是田间试验结果和消费者的反馈。最终，消费是检验所有工作的最好裁判。

### 3.8 遗传进展的推广

如果优秀个体不能有效地为某个村庄或地区动物的整个种群的基因库改良做出贡献，它们的价值就会大打折扣。遗传改良的广泛影响依赖于遗传材料的推广。生殖技术，尤其是人工授精技术，在这方面非常重要。然而，它们的作用因物种不同而异。在绵羊和山羊育种中，遗传材料的交流在很大程度上依靠活体动物的贸易。但对牛的情况来说，人工授精允许在育种核心(金字塔顶端)选择的公牛在整个种群中利用。原则上，允许一个例外的公牛在整个种群中拥有很多后代是没有问题的。然而，集中使用来自同一个家系的人工授精的公牛最终将会导致近



亲繁殖。

即使在最基本的条件下，上述要素的运用应该也是可能的。育种结构没有必要要求尖端的数据记录和遗传评估系统，最初也不要求使用生殖技术。应根据什么是可能的，什么是最优的来决定育种结构。在计划育种计划的时候，必须考虑环境或基础设施的限制，传统和社会经济条件。

#### 4 高投入系统中的育种计划

在高投入系统中，持续遗传改良主要产生于品种或品系内部的直接育种。对于反刍动物来说，这很大程度上是育种协会强势地位和积极工作的结果，也是通过这种方法获得的令人瞩目的结果。杂交育种被用来实现杂种优势和互补。对家禽和猪来说，育种者的注意力集中在种内或品系选择，并且利用杂交育种来将适应性性状的杂交优势和其他性状的互补资本化。

世界畜禽育种公司的数量相对较少，但是它们却具有重要的经济意义。它们逐渐在全球范围内发挥作用。下面的章节将要阐述育种组织的结构(包括所有权)，但不同畜禽的育种组织差别很大。

##### 4.1 奶牛和肉牛育种

###### 选择标准

对于奶牛来说，在过去的十年里，通

过黑白花牛等品种的集约利用，以及种内选择，每头牛每年的牛奶、脂肪和蛋白质的平均产量得到了很大提升。这种提高也是数十年来产量一直作为一个重要选择目标的事实反应，并且选择主要基于生产和形态特性。

近些年部分消费者对动物福利问题，以及畜禽生长中的抗生素使用问题的关注越来越密切。育种组织也已经意识到仅为提高动物单产为目标的选择会导致动物健康和生殖能力的衰退，代谢应激的增加以及寿命的缩短等问题（Rauw 等，1998）。结果导致对功能性状的重视提高，而对产量的关注变得很少。功能性状的选择现在基于这些性状的直接记录而不是通过类型特征。广泛的功能特性的育种值在大多数国家已得到开发和应用。这使育种组织和农场主可以直接关注它们选择决议中的这些性状。

###### 插文 81

###### 比利时蓝白花牛的产犊问题

对于肉牛来说，高品质肉品的需求已经导致一些具有极端表型的品种の利用，例如比利时蓝白花牛。然而，该品种剖宫产术的机率极高（Lips 等，2001）。短期内，这种机率不可能有效降低。比利时蓝白花牛异常发达的肌肉主要由肌生成抑制素基因引起的，它是一个单独的常染色体隐形基因，位于2号染色体。因此，产犊难度的减小是否能在维持发达肌肉的时候被意识到仍然是个未知数。正因此，以及动物福利的明显关注，该品种的未来仍不明朗。

## 第四部分

插文 82

## 杂交育种——为解决黑白花牛的近亲繁殖的相关问题

黑白花牛品种，几乎完全由美国黑白花牛基因构成，已经在很大范围内代替了整个世界的其他奶牛品种。由于遗传力的高低适中，并且数据收集方便，生产和形态性状已经在黑白花牛的育种中受到重视。然而，雌性遗传力，产犊容易度，犊牛死亡率，健康和存活在以前一直被忽视，直到最近才受到关注。与

功能性状相关的问题，再加上世界范围内的近亲繁殖的增加，已经使商业奶牛生产者对杂交育种产生了巨大兴趣。纯种公畜将继续被寻找，用来培育几乎所有用于杂交育种的小母奶牛和母牛。大多数奶牛的杂交育种系统将利用三个品种，通过世代来优化优势的平均水平。

表 99

反刍动物的育种目标

目标 / 产品	标准	详细规格
产品特性		
牛奶	产量	牛奶输送量
	含量 / 品质	蛋白含量，蛋白含量，体细胞数，凝乳
牛肉	生长率	在不同时期
	畜体品质	脂肪含量，骨 / 肉比
	肉质	嫩度，多汁性
牛毛	数量	
	纤维质量	长度、直径
功能特性		
健康和福利	遗传缺陷	BLAD, MF 和 CVM
	乳房炎发病率	
	乳房形态	乳房附着，乳房深度和乳头性状
	脚和腿的问题	
	行走	蹄子障碍指示
繁殖效率	雌性育性	显示热，怀孕率
	雄性育性	受胎率
	产犊容易度	直接和母体效应，死产
	成活后代数量	
饲料系数	饲料转化率	
	牛奶生产均衡性	
可用性	产奶量	产奶速度
	行为	
寿命	功能畜群寿命	

育种者面临两方面的困难：育种（包括记录）和市场。关于育种，存在相关选择反应方面的问题。在大多数育种计划都建立一个聚集指数，包括性状，例如生长、牛奶产量、繁殖力、形态、牛奶中体细胞数量、产犊难易，以及生产寿命的持续时间（详细介绍见表99）。对于奶牛来说，尽管牛奶产量与繁殖和健康相关性状呈负相关，主要的关注焦点依然是牛奶产量。因此，不受欢迎的副作用已被观察到——包括较低的繁殖力和较高的乳房炎、腿病和酮病敏感性。

对于肉牛和绵羊来说，生长的选择已经导致了较高的出生体重和逐渐增加的出生风险。较高的出生率还被期望来提高雌性育种动物的成熟度。如果由于可用饲料的数量或质量限制，而不能满足较大动物的营养需求，那么可能会导致繁殖率较低的情况。通过提高选择指数中功能性状的分量，这些负面影响能够避免，至少可以减少。前提是假设这些性状能被直接测量。功能基因的记录往往残留一个重要的瓶颈，阻碍育种方案中对这些性状的包括。可以通过饲料转化率的例子来对此说明。记录大量动物的进食量目前来说是不可能的——阻碍这种性状的高效选择。

市场方面也存在一些问题。对于牛奶来说，良好管理规范已经在许多国家实施了很长一段时间，并且产品质量对付给生产者的价格有直接影响。然而，对于肉品来说，生产链的可溯源性和组织传统上还是比较薄弱，这就限制了提高产品质量的机

会。总之，农场主没有肉品质量被奖励，往往针对畜体质量的奖励也非常微薄。

### 育种部门的组织和进展

由于繁殖率低下，每种动物都需要很长的世代间隔和大量的饲养空间，牛的育种比家禽和猪的育种更加复杂，需要更加宽敞的组织空间。基因的飘移可以从饲养者到生产者也可以从生产者到饲养者。信息资源可以被不同水平的操作者之间共同分享。在一个非常典型的奶牛育种过程中，血统信息经常被品种社会所记录、拥有和管理，而牛奶的生产记录被农场主拥有，但是被牛奶记录的组织者所收集和管理。繁殖力和生殖性能的信息被提供人工授精服务的公司保存，而健康方面的信息则在兽医手中。经常存在的现象就是，组织者在分散的地区储藏不同系统的信息。

由于家养牛的养殖是传统的主要农业产业，因此育种对这个产业的影响很大，政府机构对牛的育种所做出的投入要远远多于对家禽和猪的投入，所以在农村开展此项产业具有特殊的前景。大多数的育种过程要么开始时就被政府支持和准予，要么就是持续的受到国家政府机构的支持（Wickham, 2005）。例如，美国农业部（USDA）的动物改良规划实验室，加拿大的牛奶网（CDN），荷兰的Cr-Delta，法国的l'Institut de l'Élevage（IE），在各自国家中牛的育种计划中，尤其是在数据管理和遗传评估方面，都扮演了非常重要的角色。在品种方面，它们在各自品种的保

## 第四部分

插文 83

## 挪威红牛功能性状的筛选

挪威红牛是一种产奶量高的家养牛品种,自从20世纪80年代开始,就以包括繁殖力和健康作为筛选指标(称为总体考核指标)对其进行了筛选。挪威红牛这个事件提供了一个真实的例子,就是生产和功能性状在可持续的育种计划中可以成功的被平衡。这种成就是建立在一个有效的记录系统和自发的对功能性状的重视之上的。目前,总体考核指标已经包含有10个性状,下表列决了每个性状的相对比重:

牛奶指标	0.24
乳腺炎抗性	0.22
繁殖力	0.15
乳房性状	0.15
牛肉的生长率	0.09
腿	0.06
性情	0.04
其他疾病	0.03
死胎	0.01
产犊容易度	0.01

这个育种计划的主要特点包括:超过95%的畜群参与了记录和计算机交配计划,90%的交配利用了人工授精的方法,其中40%利用的是供试公牛。所有的诊断和健康的登记都由兽医进行,这些数据为了家谱和与人工授精相关的信息而被维护。大约120个小公牛和后代的250~300个小母牛每年都被测试,因此包含低遗传率的性状(例如乳腺炎的遗传可能性为0.03,其他疾病的遗传可能性是0.01),仍然能够提供高准确度的筛选指数。

最好的牧群每个哺乳期内牛奶的产量超过1万千克,最高产的可以达到16000千克。相对于繁殖力来说(种群中60天的平均受胎率是73.4%),这种趋势是积极的。在1999—2005年之间,挪威红牛乳腺炎的发生率从28%降到21%,估计每年下降0.35个百分点是由遗传改良引起的。报道的产犊困难不超过2%,其中死胎率不超过3%。

大量因素推进了可持续育种计划:

生产和功能可以被很多性状所描述,它们在育种策略中的地位举足轻重。

很多不同的结合都能够导致很高的总体育种值。这就需要考虑到要从不同的育种系中筛选动物,这样可以自动的减少近亲繁殖带来的危险。

育种工作建立在那些从普通奶牛种群得到的数据之上,这样就可以保证由育种工程中所产生的动物能够很好的适应正常的生产条件。

由 Erling Fimland 提供,更多的信息可参考:

[http://www.geno.no/genonett/presentasjonsdel/engelsk/default.asp?menyvalg\\_id=418](http://www.geno.no/genonett/presentasjonsdel/engelsk/default.asp?menyvalg_id=418)。



存和提高完整性方面也扮演了主要的角色。迄今为止,在西方国家仍然在大多数奶牛畜群中占有主导地位的黑白花牛就是世界黑白花牛联邦的宣言。专有会员的畜禽血统书信息和显示环性能(它是一种严格的种内事务)已经对纯系育种的可持续发展 and 所有奶牛和肉牛主要品种的维持起到了很大的帮助作用。

人工授精中心在筛选进程中,已经将筛选计划由地方发展到国家,并且逐步实施国际化运作。优势动物遗传材料的推广现在已经全球化。预测在未来的10~15年中,人工授精中心合并成几个世界范围育种公司,就像目前猪和家禽育种公司。例如,在20世纪90年代初期,“Genus”育种计划是英国主要的育种计划。几年后Genus吞并了美国ABS基因公司合并后形成了跨国公司,可以向70多个国家提供各种产奶牛和产肉牛的遗传信息。最近,Genus又收购了Sygen(生物技术公司)公司。

牛的育种计划要依靠能够为遗传评估提供足够数据的商业生产者。因此,所记录的数据出现在育种金字塔的每个层次上。这种需求在牛奶计划中最大,需要大量的后代种群来对公牛进行准确评估(尤其是低遗传率的性状),或者为产肉牛中直接和母体遗传效应进行评估。利用人工授精的方法在很多畜群中进行精子的传播是非常普遍的,这便于对不同环境中生长的动物进行比较。人工授精技术也使高强度筛选雄性动物成为可能。

奶牛品种的成功选育是对生产测量、犊牛测试和遗传有效性评估进行良好组织的结果。在商业牛奶生产中的高水平饲养,能够高比例的表达奶牛的遗传潜能,反过来,也会使筛选变得非常有效。

奶牛杂交育种的研究已经陆续发现了奶牛在产奶量、繁殖力和存活性状上较高水平的杂交优势。然而,高产奶量在黑白花牛中的长期筛选的成功,已经使该品种的直接育种在世界范围内得到广泛传播。但是,由于承受着与产奶量相关的低繁殖力和短寿命,商业生产者的压力越来越大,适应性的需求可能在未来会导致杂交牛在育种计划水平上有更大的发展。

杂交育种在肉牛中的应用往往没有设计良好的育种计划。对于肉牛,杂交育种计划在少于4个公牛的畜群中很难实施。即使是对于大规模的育种计划,有组织的杂交育种计划所需的畜群单独管理也非常困难(Gregory等,1999)。

在牛的育种中,引入人工授精技术使得利用父本的数量大量减少,并且对地区间和国家间遗传材料的交换也具有贡献。通过人工授精技术,原本在核心种群中进行的公牛筛选现在在普通种群中也能够进行。由于公牛的高繁殖力,公牛筛选在奶牛和肉牛种群中总体遗传改变方面提供了70%的贡献率。

## 4.2 绵羊和山羊育种

### 选择标准

绵羊和山羊饲养的主要用途是获取

## 第四部分

肉、奶和毛或纤维(表99提供了相应的育种目标)。绵羊奶是地中海地区国家的重要产品。它主要被制成各种奶酪(例如羊乳干酪, Fiore Sardo干酪, 罗马诺羊乳酪和羊乳酪)。奶的生产和质量是重要的育种标准。奶山羊也可以被培育生长率, 生殖特性, 例如孪生率, 以及形态特性, 例如乳房性状(Mavrogenis, 2000)。相反, 在西北欧, 羊肉是最重要的产品。

特定的育种目标将取决于生产环境(例如山脉对洼地), 并且可能包括生长率、畜体质量、生殖效能和抚育能力。商业羊毛生产主要在澳大利亚和新西兰, 具有专门的畜群, 并且由美利奴羊良种直接培育而成细毛绵羊组成。关于羊毛生产, 选择标准一般包括干净羊毛的重量和纤维直径。然而, 动物适应特殊环境条件的需要也实现了育种发展。例如, 在澳大利亚, 已经培育出不同的美利奴羊品系来适应澳大利亚不同地区的环境条件。羊肉相对羊毛逐渐增加的经济重要性已使育种目标转向生殖率和出售体重。

在地中海地区, 南亚地区以及拉丁美洲和非洲的部分地区, 山羊是主要用来产奶。在地中海和拉丁美洲, 山羊奶常常被用于奶酪生产, 然而, 在非洲和南亚, 山羊奶被直接消费或酸化后再食用。在亚洲和非洲的其他地区, 山羊主要用于羊肉生产。在这些地区, 几乎很少提供补充饲料, 并且吃草提供了大量的营养需求。这些动物的体型属于中小型的, 肌肉强度属于中度到轻度。在南非发展起来的用于羊肉生

产的波尔山羊是一个例外。此品种已被非洲的其他国家和其他国家, 例如澳大利亚引进。

## 育种部门的组织

细毛绵羊的主要育种计划都在南半球(澳大利亚和新西兰)。这些计划基于直接育种。然而, 对于细毛绵羊的操作来说, 如果收入的主要部分来源于羔羊(为屠宰), 那么就应该采取自由式F1代生产。在此种类型的计划, 所有的母羊被直接饲养用于获得优质羊毛。遴选母羊的一个更大的部分被用于和细毛公羊进行交配来生产替代母羊。剩余的母羊与晚期的公羊交配, 并将交配产生的所有羔羊卖掉。

在肉羊的培育过程中, 畜群的平均大小通常非常小, 以至于不能进行种群内的强度选择。这个问题已经通过育种方案的协作得以解决。顶端的育种方案非常完善(如James, 1977), 但是种公畜参考计划(SRS)最近已经受到欢迎。在种公畜参考计划中, 通过特定公畜(参考种公畜)的交叉使用在羊群之间创建了遗传连锁。这些关联使遗传评估能够进行跨羊群比较, 为总体目标提供了一个较大的遴选候选者基因库。英国大约有2/3的经过效能记录的绵羊, 包括所有专门肉用的主要品种, 现在属于这种计划(Lewis和Simm, 2002)。

杂交育种是英国分层养羊业的基础(Simm, 1998)。基于一个松散结构的系统功能包括数个育种协会、政府机构和其

他公共机构。传统的山丘品种，例如苏格兰黑面羊就是在荒芜的山丘生产环境中直接培育成的。这些品种的纯种母羊在丘陵地区（只要气候恶劣，并且较适合放牧）被出售给农场主。在这里，它们与来自中间杂交品种（例如莱斯特黑面羊）的公羊进行杂交。接着F1代雌性动物被卖到低洼地的种群，在这里它们与终端父本（例如萨福克羊和特塞尔绵羊）进行交配。大多数数据记录和遗传评估的目标都是改良终端父本品种，来生产具有优良遗传特性的公羊。数据记录和遗传评估通过商业操作，例如盖章，或通过由公共基金支持的研究机构来承担。

大多数奶山羊在发展中国家。然而，育种计划却主要集中在欧洲和北美。基于利用冷冻精子和同期发情进行人工授精（6万头受精山羊/年）的法国选择计划，以及基于畜群间父系轮换的挪威计划就是有组织的后代测试程序的例子。它们包括一个选择目标和有组织的交配的正式定义，用来产生年轻父系以及它们的后代。肉羊结构化育种计划的一个最好的例子大概是由澳大利亚波尔山羊育种者协会运作的计划。山羊绒和安卡拉山羊毛的生产基于各自品种之间的直接杂交。安卡拉山羊中几乎没有杂交育种。

### 4.3 猪和家禽育种

#### 猪的选择标准

作为反刍动物的例子，猪的育种计划在完成重要经济性状的遗传改良方面已经

非常成功，尤其是日增重、背膘厚、饲料系数，以及在过去的十年里的小体型（详细情况见表100）。当前的目标是培育出更多的强壮且能干的品种来适应不同的环境条件。这就意味着要发掘一个适当策略来应对基因型与环境的互作以及越来越多强调二级性状的介入，这些二级性状的经济重要性至今仍被忽略。二级性状包括小猪的存活、断奶与第一次发情之间的时间间隔、母猪的寿命、形态（尤其是腿的）、屠宰之前的活力、肉色和滴水损失。猪的健康正变得越来越重要。这就意味着不仅改善养殖场的卫生状况，而且还要选择对一般疾病在商业条件下的抗性。

在反刍动物的情况下，实施“功能”特性的有效选择有一些困难。现在仍没有选择更抗病或减少代谢紊乱的适宜工具。缺乏足够的动物福利遗传方面的知识。需要改善强调记录的方法，例如，通过使用非干预式方法测量显示应激参数，确定儿茶酚胺水平和用皮下芯片记录心跳速率。有关猪的认知能力和应对策略知识的改进可以使个别特性成为适应各种猪舍条件和社会挑战能力的指示，可以包括在选择标准中。此外，需要进一步评估选择对特殊病抗性和福利目标的影响。

#### 家禽选择标准

产蛋鸡一直主要选择其生产力。在过去几十年里，不断精练的育种计划，将越来越多的性状包括在育种目标中。今天，主要的选择目标包括：每年每只入圈母鸡

## 第四部分

表 100

猪的育种目标

目标	标准	详细规格
生产性状	生长率 畜体重量 畜体品质 肉质	在不同时期  均匀性,畜体的瘦肉 持水能力,颜色,味道
功能性状 健康和福利	常规抗性 生命力强的仔猪 猪的存活 胁迫  先天效应	强壮 抚育能力,奶头数量  母畜品系内胁迫(氟烷)基因的消除, 在雄性品系也是可能的 例子:锁肛,隐睾,发散腿,雌雄同体和疝气
效率	腿病 小体型 饲料保存效率	腿弱和腿跛 每头母猪每年的屠宰猪的数量
寿命	功能畜群寿命	健康问题最少的生产生命

所产销售鸡蛋数量、饲料转换成鸡蛋的效率、外部和内部蛋品质以及对不同环境的适应性(预知更详细的信息,请参阅表 101)。

对于禽肉来说,通过简单的群体选择较年轻鸡的生长速度和“体型”,在比较年轻年龄的上市体重和相关的饲料转换率方面取得了很大的遗传改良。在 20 世纪 70 年代,引入了直接选择饲料转换效率。在过去的 20 年里,选择重点逐渐转向屠宰场的首要重要性状:胸肉产量、总体胴体价值、瘦肉生产力、产品一致性、低死亡率和不适宜率。特殊雄性和雌性品系的发展和亲本控制饲养的引进是克服年轻鸡生长速度和繁殖性状之间的

负面相关的有效工具。

对家禽业最显然的挑战与疾病相关。初级育种公司已经从它们的核心群消灭了鸡蛋传播的疾病,例如白血病病毒、支原体和沙门氏杆菌,继续的显示表明无这些问题发生。其他疾病,例如马立克氏病、大肠杆菌、结肠弯曲杆菌和高致病性禽流感控制起来十分困难。

在动物福利领域,对于育种者来说主要的挑战是让产蛋鸡适应各种管理系统,例如,减少非笼养系统的喙羽癖和同类残食(喙羽癖和同类残食也是火鸡和水禽的严重问题),减少心血管疾病的发生(突然死亡综合征和腹水症)以及减少肉鸡和火鸡的腿部疾患。但是,这些问题的发生



表 101

家禽育种目标

目标 / 产品	标准	详细规格
生产性状 鸡蛋	鸡蛋数量 鸡蛋外部质量 鸡蛋内部质量	每只母鸡可销售鸡蛋数量 平均蛋重,蛋壳强度和颜色 鸡蛋组成(卵黄/白蛋白比率),蛋白坚实度和无包含体(血液和肉斑)
鸡肉	生长速度 胴体品质	增重; 到达上市体重年龄 有价值部位的“单产”,特别是胸肉; 不选择水泡和其他缺陷以降低不适宜率
功能性状 健康和福利	抗病性 单因子遗传缺陷 肉鸡和火鸡的腿部疾患 产蛋鸡骨质疏松 心脏和肺部缺陷	在日常工作中不使用  突然死亡综合征(sudden death syndrome)的发生和肉鸡的腹水症(ascites)以及火鸡的圆心脏病(round heart)
饲料效率	同类残食,喙羽癖 饲料消耗 ● 产蛋鸡每千克鸡蛋, ● 肉鸡和火鸡每千克体重	
长寿	剩余饲料消耗 生产寿命长短	

原因恐怕是多因素造成的,需要进行进一步的研究。

### 猪和家禽育种界的组织和演变

现代家禽业有一个典型的分层结构,由几个明显的层次组成。育种公司拥有纯系,主要以欧洲和北美为基础,在主要生产地区设有子公司。它们牢记了整个生产链——孵化厂、蛋和肉家禽养殖者、加工厂、零售商和消费者。孵化厂(多个层次)位于世界人口中心附近的地区。它们接受要么来自育种者的亲本或来自育种者的祖代一日龄雏鸡,并生产鸡蛋生产者和肉鸡、火鸡和家鸭生产者所需的最终杂交家

禽。今天,蛋品加工厂、屠宰场和饲料供应商与鸡蛋生产者和家禽生产者发展了合同关系,向后者提供较好的财力安全,但是启动成本较低且自由。

养猪业有一个类似的分层结构,这个分层结构大多是杂交育种、人工授精和特殊育种农场引进的结果。但是,在养猪业和养禽业之间存在一些差异。例如,一个养猪生产者将典型地,通过将来自特殊母系的母猪与一个来自特殊父系的公猪进行配种,来获得“商品”猪——公猪和母猪都从育种公司购买(不像家禽那样来自各个层次)。

与家禽业不同的是,猪有自己的育种

## 第四部分

协会,且实施全国性遗传评估。一方面大型育种公司的遗传评估是在公司内进行的,而另一方面纯种水平的遗传评估是由政府研究所(例如美国的全国猪登记委员会)和品种协会实施的。

由于这些公司的合作所有权结构,猪和家禽育种计划有时系指“商业”育种计划。多年来,这些计划进行了合并成为了更大的公司。例如,在家禽方面,仅2~3个初级育种公司集团占全年产蛋鸡、肉用仔鸡和火鸡生产量的90%左右。进而,一些这样的公司由相同的初级育种公司集团所拥有。猪育种产业拥有较多的育种公司和较少的大型育种公司(例如PIC, Monsanto),但是,拥有相同的发展趋势。新近参与猪育种产业的巨大的Monsanto公司就清楚的说明了这种趋势。由于该行业的竞争性质和高投资水平,“商业”育种公司通常在技术的应用方面走在该产业的最前列。这些领先公司正在它们的育种计划中行将结合基因组信息,而许多育种者仍在讨论这种方法的可行性。

这些商业育种公司的活动有以下特点:

- 只在核心群进行系谱选育(Pedigree selection)。
- 特殊系谱(和品种)选育十分严格。这些系谱被指定为父系和母系,并以不同的选择强度进行选育。在禽肉和猪中,父系的选育侧重在生长速度和瘦肉率,而母系选择则侧重在繁殖性能选择。通

过现有品系杂交或通过同一目标的进一步选择可以不断培育出新的品系。

- 最终产品是两个或两个以上纯系之间的杂交种。

由于经济原因,每个育种公司将以各种商标售出其产品(通过获取和融合),但是,事实上只有有限数量的差异化产品。实际上,猪或家禽育种公司以开发自己的品系来满足少数(2~3)育种目标,这取决于它们的全球市场份额和顾客所操纵生产环境的差异程度而有所不同。例如,一个育种者可以培育一个用于高投入条件下的高产、生长速度快的动物,在这个高投入条件下优质饲料允许动物完全显示其遗传潜力,还可以培育一个在更具挑战性环境下更为“强壮”但是生产性状的生产性能相对较低的品系。

## 5 低投入系统的育种计划

### 5.1 低投入系统的描述

就全世界范围而言,许多畜禽将继续由小农和草原生产者饲养。这些生产者通常很少能获得外部投入,对商品市场的了解也很有限。即便是由外部投入进入到本地,他们也只能得到很少的现金。正如LPPS和Köhler-Rollefson(2005)所述:“现金产品常常是次重要的,特别在边缘和偏僻地区。传统品种的生产过程难以控制,而且很难达到肉品、奶品、蛋品或羊

## 插文 84

## 秘鲁安第斯山脉地区的基于社区的绵羊管理

秘鲁安第斯山脉中部地区的农业受到低温和干旱的严重限制，大多数农户依赖畜禽作为他们的收入来源。草原绵羊在经济上是最重要的物种，被用作食物的来源，作为通过交换获得货物的方式，作为通过出售活畜或羊毛可以获得现金的方式。在较小程度上，它们也用于文化、娱乐和旅游活动。Criollo绵羊占秘鲁绵羊总数的60%。它们主要由给予本地品种高度评价的家庭农场和个体农户饲养。也可以买到由Criollo绵羊和在1935—1954年期间从阿根廷、澳大利亚、智利、新西兰和乌拉圭进口的考力代（Corriedale）绵羊培育的杂交兼用型品种。农民既饲养Criollo绵羊又饲养杂交复合品种。

在秘鲁的这个地区，农民社区将自己组织了起来，改善绵羊的管理，并由政府给予少量的资助。跨公社和公社企业、合作社以及家庭和个体农场是常见的事情。农民们交换遗传材料、经验和技能。跨公社和公社企业的生产率远远高于个体农民。他们成功地组织了基于公开核心群方案的参与式品种改良计划，在技术上实力雄厚，使他们的草场保持在良好的状态，使用他们的一些利润改善其成员的社会福利，例如，通过购买学习用品，以低价销售牛奶和肉品，并为老年人提供帮助。

由 Kim-Ahn Tempelman 提供。  
欲知更详细信息，请参阅 FAO (2006)。

毛质量标准，但能够产生一系列益处。例如，传统产品对社会凝聚力和社会认同感的贡献，传统品种能满足宗教仪式的需求，传统品种对营养循环和能源的提供者作用，以及作为“储蓄银行”和抗拒干旱和其他自然灾害的保险能力。

小规模农户和牧区牧民畜主可能是本地居民或来自原籍为外来品种早期引入的地区。传统畜禽饲养者在遗传学方面没有经过技术培训，许多是文盲。但是，他们拥有有价值的本地品种及其管理的知识。尽管他们没有“正常化”或不能读写，他们却拥有育种目标和策略。例如，他们可以与邻里或整个社区分享育种公畜（在一个物种中，他们很少超过一头牲畜）。

总之，在这些条件下要使遗传改良定

型仍是一种挑战，但是，肯定不是一种不可能或不适宜的任务。

## 5.2 育种策略

选择育种策略一定要考虑当地实际情况。畜禽的所有者应该尽量参与计划，最好从一开始就参与。应该仔细地考虑该地区的社会结构和生产者的目标。需要考虑整个系统，而不是该系统的一部分。例如，当在一个边远地区考虑一个杂交育种计划时，需要保证杂交动物的后裔能够在这些条件下生存下来。

这个育种计划应该尽量地简洁明了。在一些情况下，育种计划对于从邻近地区的其他品种公牛与本地母牛杂交是可行的，但是，需要连续不断地使用外来品种公牛的计划，在低投入系统就不可行了。

## 第四部分

插图 85

## 一个本地畜禽品种的遗传改良——肯尼亚 Boran 牛

Boran 牛来自东非地区的一个中等体型牛品种,是肯尼亚半干旱地区分布最广、主要用途为牛肉生产的黄牛品种。商业牧民喜爱 Boran 牛而不喜爱瘤牛,因为它们对当地条件的相对适应性。这种适应性是通过对高环境温度、低饲料质量和高疾病和寄生虫挑战的当地条件进行世代自然和人工选择的结果。推荐 Boran 牛作为遗传材料在热带地区改善其他本地牛和外来牛品种肉牛生产的途径。在 20 世纪 70 年代~90 年代期间,遗传出口到赞比亚、坦桑尼亚、乌干达、澳大利亚和美国。在 1994—2000 年期间, Boran 牛胚胎出口到津巴布韦和南非。

市场潜力一直激励农民改善其品种。截至 20 世纪 70 年代, Boran 牛经历了与瘤牛的杂交育种,回交以及品种内选择(主要以经验指导的肉眼评估为基础)。在 20 世纪 70 年代,发起了登记计划。这个计划将动物生产性能记录送至畜禽记录中心(LRC)用于遗传评估。但是,由于评估结果的不一致性和发布的推延和与记录相关的昂贵费用,大多数生产者都退出了该计划。在 1998 年,国家肉牛研究中心实施了公牛生产性能测试项目,旨在评估各种牛群中的公牛。但是,由于缺乏资金,生产性能测试不能持续下去。

近年来,实施了 Boran 牛生产系统的育种目标。根据动物的上市销售年龄(24 或 36 月龄)、投入水平(低等、中等和高等)和最终目标(牛肉型或兼用型)对生产系统进行了分类。鉴别出了具有经济重要性的性状,并预测计了一些牛的遗传参数。这些性状包

括阉牛和处女牛的出售体重、屠宰率、可消费肉品比率、兼用型生产系统的牛奶产量、母牛体重、母牛断奶率、母牛成活率、断奶后成活率以及阉牛、处女牛和母牛的饲料采食量。

在肯尼亚, Boran 牛的遗传改良是由 Boran 牛品种协会(BCBS)实施。该协会的会员限制农民饲养 Boran 牛,还限制其他感兴趣的利益相关者饲养 Boran 牛。目前,该协会的活动主要集中在管理、维护品种标准和寻求肉牛和遗传材料的新市场。在选择和遗传改良方面,农民仍然可以自由选择。作为防止近亲繁殖的手段,畜群之间的偶然遗传材料交换恐怕是唯一的农场之间的互动。在大多数农场,选择在很大程度上集中到断奶体重和产犊间隔。为了评估他们的动物,一些农民购买了各种计算机程序,这样他们可以重新调整农场生产性能记录,以适应他们的管理目标。

Boran 牛品种协会(BCBS)是肯尼亚活动积极的大多数品种协会之一。目前没有接受财力支持,但是,参与了与 LRC 的战略合作,为仍然参与记录计划的生产者储存和评估生产性能记录。Boran 牛品种协会(BCBS)在信息交换上也与全国农业研究系统合作,特别在营养和育种方面。目前,仍在进行开发改良 Boran 牛的适宜遗传改良计划和更新目前的改良计划。

由 Alexander Kahi 提供。  
欲知 Boran 牛和 Boran 牛品种协会的更详细信息,请参阅 [www.borankenya.org](http://www.borankenya.org)。

## 插文 86

## 玻利维亚 Ayopaya 地区的驼羊育种计划

在玻利维亚高海拔安第斯山脉地区,驼羊是农户实施混合农作重要的和不可或缺的部分。驼羊可以向农户提供粪便、肉品和纤维;它们被用作驮畜,还起到重要的社会作用。作为一个固有的物种,驼羊在维护脆弱本地生态系统方面做出了贡献。有两个主要类型的驼羊——“Kh'ara”类型和羊毛类型,和众所周知的“Th'ampulli”类型。

在育种计划实施的 Ayopaya 地区 (department of Cochabamba) 位于安第斯山脉 Cordillera 地区东部海拔 4000~5000 米的高海拔地区。由于地理条件和非常基本的基础设施,该地区很难到达。

1988年,驼羊的育种计划由 120 个成员的本地生产者协会 ORPACA、非政府组织 ASAR) 和两所大学 (University Mayor de San Simon, Cochabamba and University of Hohenheim, Germany) 联合发起。启动资金由上述机构保证。该计划的继续仍然关键取决于外部资金的保证。

## Ayopaya 地区的驼羊



(照片由 Michaela Nürnberg 提供)

## 运输前将驼羊拴在一起



(照片由 Michaela Nürnberg 提供)

作为第一步,由参与性观察和使用问卷调查的方法对驼羊生产系统进行了研究,也对 Th'ampulli 类型的 2 183 只驼羊的表型特征进行了定性。整个过程显示,驼羊拥有特别高的质量——91.7% 细纤维和 21.08 $\mu\text{m}$  平均纤维直径。这种纤维质量是玻利维亚其他驼羊群体不能比拟的。因此,驼羊组成了唯一的遗传资源。对纺织业和贸易商代表的采访,提供了有关驼羊毛经济潜在价值的信息。对经过鉴别的驼羊生产性能进行了记录,并对育种参数进行了估计。在 1999 年,在 Calientes 地区建立了由 ASAR 经营一个配种中心,由农民将母驼羊牵来配种。在配种季节,经过选择的公驼羊在该中心饲养。公驼羊的表型评估目的是鉴别符合以下条件的驼羊:拥有一致的羊毛颜色,挺直背部、挺直腿部和挺直颈部、两个睾丸相同大小但又不是太小和无先天性缺陷。一个配种中心为方圆大约 15 千米范围内的 6 个社区的农民提供配种服务。从后裔那里获得的生产性能数据由经过培训的农民进行记录。

## 第四部分

插文 86 (续)

## 玻利维亚 Ayopaya 地区的驼羊育种计划

与驼羊饲养者一道,记录、排序和评估了驼羊的功能和育种目标。在一步一步的程序里,育种计划逐渐适应和满足了育种者的喜爱、市场条件和生物限制因素。由于驼羊有较长的世代间隔时间,目前尚未评估驼羊的遗传进展。

由下列人员提供: Angelika Stemmer, André Markemann, Marianna Siegmund-Schultze, Anne Valle Zárate。

从下列文献可获得更详细的信息: Alandia (2003); Delgado Santivañez (2003); Markeman (forthcoming); Nürnberg, M.(2005); Wurzinger (2005), or from: Prof. Dr Anne Valle Zárate, Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany. E-mail: inst480a@uni-hohenheim.de。

## 驼羊的线性测量



(照片由 Javier Delgado 提供)

## Ayopaya 地区的驼羊羊群 (Emeterio Campos)



(照片由 André Markemann 提供)

## Milluni 地区的公驼羊选种中的驱虫作业



(照片由 André Markemann 提供)

## 插文 87

## 牧民的育种标准——社区成员的洞察力

Karamoja cluster<sup>2</sup> 的东非牧民保留了一个畜禽牧场，包括瘤牛、小东非山羊、波斯黑头绵羊、灰色驴和淡棕色骆驼。有些牧民也饲养本地鸡。饲养畜禽的用途格式各异，包括用作食品；财富的储备和可以按价值与其他商品进行比较的货币；一种支付债务、罚款和补助的方式；一种运输和农业役用的方式；一种皮革和纤维的来源和一种作为燃料、肥料和建筑用的牛粪来源。家畜还起到许多文化作用，例如在新婚是用作给新娘家庭的礼物。它们还可以在与下列宗教仪式活动时进行屠宰：出生、葬礼、畜禽季节性迁移、求雨、避免不良预兆、疾病流行或敌人入侵、洗礼、或按照农村草药配方治疗疾病。

育种决策的标准多种多样，反映了社会、经济和生态因素的互作。它们不仅包括生产力，而且包括肉品、血和牛奶的味道；惬意的气质；被毛颜色；宗教要求；抗病、抗寄生虫；母爱天性；行走能力；抗旱；贫乏饲料的生存力；在极端温度和降水量条件下的生存力。

**育种决策的标准**（按重要性顺序排序）  
种公牛应该：

- 生性活跃和动作敏捷——这样可以在一个配种季节为整个群体内的所有母牛配种（它可以被认为是，这样的公牛能够抗病、抗寄生虫，而且如果有病也很容易监测到）；
- 生产出能够维持它们体重的后裔（在母牛的情况下是奶产量），甚至在饲料短缺期间也能够生产出能够维持它们体重的后裔；
- 有大的体型和体重——对于可销售性和状态十分重要，但是，不能太重，能够行使其配种的功能就行；
- 身型高大，拥有宽的胸部和笔直背部——同样要满足育种功能；
- 有符合畜主<sup>3</sup>或社区要求的被毛颜色或角的形状构造；
- 有适宜于销售或其他用途的被毛颜色和被毛质量；
- 性情温顺——对捕食天敌具有攻击性<sup>4</sup>，但是对人或其他畜禽没有这种攻击性；
- 用于育种的役用公牛应该拥有大的体重，体格强壮和驯服；
- 育种公牛应该保留在畜主的畜群中，放牧性能良好，不喜欢四处游走并与其他公牛打架斗殴。

<sup>2</sup> “Karamoja Cluster”：在乌干达、肯尼亚、埃塞俄比亚和苏丹的整个Ateker人总体上分享共同的生计。“Ateker”人：（又叫“Ngitunga/Itunga”=人）。这些人拥有居住在乌干达的共同祖籍（NgiKarimjong包括Pokot, Iteso），肯尼亚（NgiTurukana; Itesio, Pokot）；埃塞俄比亚（NgiNyangatom/NgiDongiro）和苏丹（NgiToposa）以及与他们一样将相同的语言喜欢他们的Ateker宗族（pl. Ngatekerin /Atekerin）的邻里。Ateker人的有些宗族遍及整个Karamoja cluster 团簇。

<sup>3</sup> 牧民也将他们自己的姓名与他们最喜欢的公牛的被毛颜色和角的构造联系起来。这在Karamoja Cluster部落尤其如此。这样的姓名拥有Apa-作为前缀，意思是“公牛的畜主拥有一个[...]被毛颜色/角构造”。例如，姓名“ApaLongor”意思是“这个人男人拥有一头棕色被毛颜色的公牛”。这头喜爱的育种公牛可以从它的畜主那里获得许多特权，例如戴上铃铛或在生病是可以接受及时的呵护。

<sup>4</sup> 不加选择的攻击性在畜禽中是不能接受的，甚至如果其他性状都好的情况下也如此。

## 第四部分

插文 87 (续)

## 牧民的育种标准——社区成员的洞察力

育种母畜应该：

- 拥有稳定的奶产量，不仅牛奶可口且乳脂率也高，而且也能维持健康体况且后裔的生长速度也快速；
- 能够定期产犊并生产出生长速度快的后裔；
- 抗病、耐热、耐寒、抗久旱；
- 在饲料短缺情况下仍能存活且维持高产奶量，特别在旱季当饲料数量和质量均低时；
- 乳房宽、乳头完整；
- 母牛对人或其他畜禽应该性情温顺，但是对捕食性天敌应该具有攻击性；
- 小家畜（山羊、绵羊）应该定期产出

双胞胎<sup>5</sup>。

世界应该感谢牧民们在持续利用他们的独特适应品种中起到了关键的作用。不仅这些动物为饲养者提供了食物和收入保证，而且，他们也为维护遗传多样性做出了贡献，因此，为将来的遗传改良计划提供了一种资源。从这方面看，需要国家政府、民间社会组织 and 国际社区在畜牧业服务方面向牧民们提供适宜支持。

由 Thomas Loquang (Karimojong 牧民社区成员) 提供。

欲知更详细的信息，请参阅：Loquang (2003)；Loquang (2006a)；Loquang (2006b)；Loquang and Kübler-Rollefson (2005)。

## 育种策略

确定育种目标在任何遗传改良计划中都是最重要的，也是最困难的任务，在低投入系统中，需要考虑的问题包括：(如果有的话)应该改变什么？什么能够实际上改善这些条件？

一个低投入系统也是一个低产出系统，但是，这并不意味着低生产力。对于低投入系统来说，还不足以认为遗传改良

只是增加产出性状，例如，体重、牛奶或鸡蛋生产、或羊毛重量。效率也是一个关键标准。遗憾的是，在内在效率的遗传改良方面的知识还知之甚少。提高效率通常是按所增加的总体效率进行测量的。在高生产力动物所观察到的总体效率的提高是动物营养采食量的较低部分用于维持量而获得的，而相应较高的部分用于生产。这并不意味着，动物只需要较少的饲料来实现一定水平的生产性能。

建议了以剩余饲料采食量为基础的选择方案 (RFI) 作为提高内在效率的方法。这对于所有的物种和所有的生产系统是一个重要的标准。减少 RFI 的遗传选择能够获得采食量少的动物，但是并不牺牲生长和生产性能 (Herd 等，1997；

<sup>5</sup> 请注意，要让小反刍动物的第一胎就产双胞胎是一种禁忌。只允许在其后的胎次产双胞胎。类似地，要让牛在无论在第一胎或其后的胎次产双胞胎是一种禁忌。任何这种情况 (产双胞胎) 将导致相关动物被石头或乱棍打死。在这种情况下动物已经变成女巫，因此，必须立即消灭。



## 插文 88

## 尼日利亚 WoDaaBe 地区的 Bororo 瘤牛——在极端环境下的可靠性选择

这个例子系指尼日利亚特殊草原系统的黄牛育种。WoDaaBe人是全职黄牛饲养者。贩卖家畜是他们生计策略的里程碑。他们的畜群在国家肉牛出口中占很大比例，特别在奖励Bororo瘤牛出售的尼日利亚大型市场尤其如此。

“极端环境”在这里系指带有随机性质特点的粗放生态系统和难以获得原始资源及外部投入物的结合。WoDaaBe牧民开发半干旱国土的特点是不稳定和不可预期的降水。在正常年份，无论任何地方，新鲜牧草只有2~3个月时间的供应期。要获得牧草、水和服务需要有一定水平的购买力，还需要与邻里的经济人为竞争这些资源而进行谈判。在这种交易过程中，WoDaaBe人通常都是弱者。

有人认为，“可靠性”概念是在这种条件下牧民懂得管理策略的关键(Roe等, 1998)。要使“较高可靠性”的草原系统转向有害物质的积极管理，而不是逃避这些有害物质，其目的是保证畜牧生产的稳定流动。在这些系统中，育种不得与环境和生产策略密切地结合起来。WoDaaBe牧民的主要目标是使全年畜群的健康和繁殖能力最大化。他们管理系统的目标是，保证动物全年都能够采食到最大的、尽量丰富的日粮(参阅Schareika, 2003)。这涉及到特殊化劳力，对放牧资源和家畜能力的多样性和变异性实施重点管理。



## 第四部分

插文 88 (续)

## 尼日利亚 WoDaaBe 地区的 Bororo 瘤牛——在极端环境下的可靠性选择

草原的营养价值可以通过畜群在饲草的空间和暂时异类分布区域之间的移动而实现最大化。此外,动物的饲养能力超越了自然水平。一方面,饲养能力在某种程度上是以遗传为基础的(例如酶系统或嘴的大小和构成),它可以在很大程度上受知识的影响,这些知识是以前个人经验和社会合作者之间的限制为基础的(例如有效跋涉、放牧行为和日粮的偏好程度)。动物的饲养动力可以通过消化反馈使它们理想化,保证饲草质量和理想的饲草状态来加以控制。最好使用一种精心制备的由牧草和灌木组成的多样化日粮,这样可以纠正营养的失衡,特别在旱季,可以通过激化负消化反馈来保持饲养动力处在较低水平。旱季灌溉方式也可以进行调整,以激化牛的消化性能来满足牧民们的使繁殖最大化的长期策略目标。

人和畜群对生产策略有很高的要求。随着旱季的到来,一方面其他牧民小组在分享相同的生态系统,搬迁到离水源较近且可以容易获得水的地区,但是这个地区牧草质量较差,而 WoDaaBe 人则采取相反方向的移动,尽力使他们的帐篷离主要饲草较近。长距离搬迁和炎热季节灌溉方式的结果常常涉及 25~30 千米的路程才可到达水井,然后让畜群每三天饮水一次。

因此, WoDaaBe 人的基本生产策略是。维持畜群内功能型行为方式。其结果是,他们将育种计划的重点放在弘扬社会组织 and 畜群内部的互动上。它鼓励在整个育种网络中共享动物的饲养能力,并尽力保证网络内成功牛谱系的遗传和“文化”的延续。这些谱系已经被证明在 WoDaaBe 人的畜群管理系统情况下能够继续繁荣下去,在一个较长时期里将包括严重应激的事件。该育种策略把重点放在保证畜群繁殖性能

的可靠性,而不是放在使特殊性状的个别生产性能最大化。

育种涉及有选择地让母牛与相配的公牛交配,还涉及以销售无生产力母牛为目标的政策。不足 2% 的公牛用于繁殖用途。密切监测畜群允许我们早期检测到排卵并保证有 95% 以上的分娩是按所选择公牛进行配种的结果。特殊母牛的每次发情几乎都使用不同的公牛,整体的比率是大约一头公牛/四次出生。纯系种公牛在较大育种者网络之间借来借去(常常是相关的育种者)。种公牛租借非常常见(影响了大约一半的出生),甚至在育种者已经有自己的纯系公牛的情况下也如此。与非纯系种公牛配对,无论是自己的或租借的,影响了大约 12% 的出生。这两种做法都明显地维持着,目的是保持多样性。母系追溯和畜群中每头动物的父系种公牛通常都要进行记录,一起记住的还有特殊种公牛的谱系,所有租借种公牛的鉴别和畜主。

一头母牛的生产力在很大程度上取决于这头动物对管理系统的回应。通过实施能够控制动物对生态系统体验的生产策略,牧民们将他们的动物暴露在各种自然环境下,包括有利的和不利的牧草和饮水条件。多年来,有些母牛繁荣了下来并生出了许多后裔,而其他母牛则死亡了或在生死线上挣扎,并且出售了。这样,为了他们的育种目标, WoDaaBe 人能够驾驭天然选择的压力。

由 Saverio Krüdi 提供。

欲知更详细的信息,请参阅:Krüdi (2007)。

## 插文 89

## 越南北部地方猪种的社区育种计划

在越南西北山区,符合地区资源—小农农牧兼营体系生产的目标、集约度和有效性的畜禽育种和管理计划有利于改善农村生活水平。本地区的Ban猪具有很好的耐寒性,但是其繁殖和生长性能很低,因此,逐渐被来自于红河三角洲的具有高产性能的越南Mong Cai母猪所代替。

由河内国家畜牧业研究所(NIAH)和德国Hohenheim大学<sup>6</sup>联合开展的基于社区的猪育种计划项目,已经在不同的偏远地理位置和市场通路的7个村庄中得以实施。

目前,参与这个育种计划的家庭共有176户,并且已经开发出了现场生产性能测试方案,并且给每个参与家庭都发放了记录猪生产性能数据表(主要记录产仔日期和产仔数量),然后,在越南和德国研究人员视察进行育种计划的村庄时,再对这些数据进行复核、并补充他们视察中对试验猪进行称重和鉴定得到的数据,最后对养殖者进行培训,利用PigChamp软件,让他们把所有数据录入到这个方案的数据库中。

参与到这个育种计划中的养殖者通常会得到相应的报酬,但是,这种补偿会逐渐减少。实行这种补偿模式的最终结果,可以使

养殖者更进一步追求最优化育种(小母猪选择、最优化交配计划)。为了确保育种计划的长期可持续发展,地方合伙人,如Son L省的农业和农村发展部与动物卫生局都积极地参与进来,并接受培训。在当前项目开发阶段,要加强与省推广服务部门的合作,在初期,推广服务要朝着集约化经营的方向发展。这个项目今后的财政支持可以正式委托国家畜牧业研究所关于动物遗传资源保存项目来执行,另外,目前项目的商业要素是要确保其长期的经济可行性。

初期的性能测试结果表明Mong Cai猪和其杂种后代(与外来公猪交配所产)更加适宜于具有更高水平需求的高生产率的半集约化和面向市场的生产条件,但是,在恶劣山地气候、较低和不同投入强度条件下会影响其健康状况。Ban猪适宜于资源匮乏的养殖条件。如果这个项目要继续进行下去,就必须制定进一步改进的育种目标、最为优化的育种计划以及执行市场销售计划。在城镇附近,要用Mong Cai猪的杂种后代生产瘦肉,在边远地区的纯种或杂种市场,把Ban猪的生产作为“通过利用保存”的地方品种继续养殖。

<sup>6</sup> 由泰国—越南—德国合作研究计划SFB564框架下的德国研究协会(DFG)和越南科学技术部提供资金。

第四部分

插文 89 (续)

越南北部地方猪种的社区育种计划

研究区域示意图



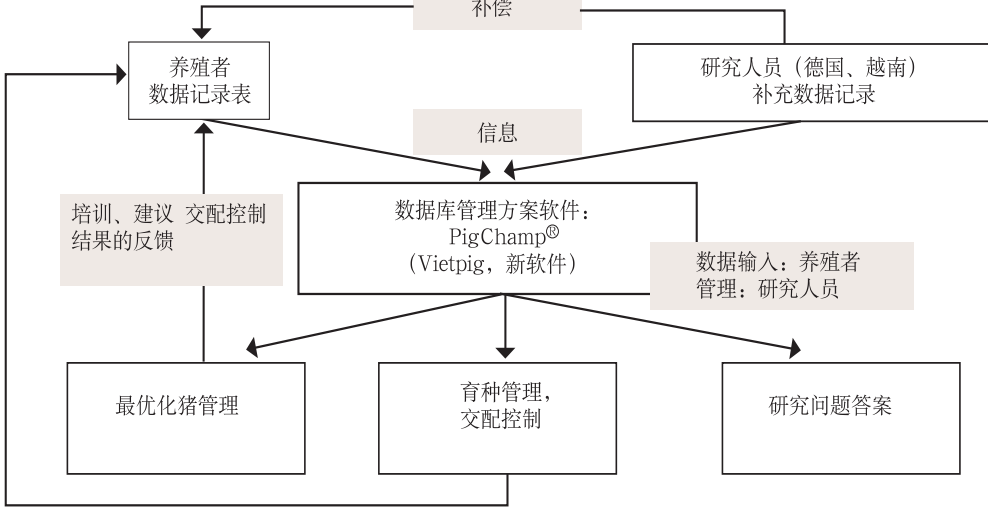
Mong Cai sow



Ban fatteners

照片由 Ute Lemke 提供。

现场生产测试方案中的数据和资源流向



## 插文 89 (续)

## 越南北部地方猪种的社区育种计划

在Pa Dong和Mai Son地区给猪称体重



照片由 Pham Thi Thanh Hoa 提供

在Song Ma地区的猪



照片由 Regina Rößler 提供

由 Ute Lemke 和 Anne Valle Zárate 提供。

可以从以下出处得到更多详细信息: Huyen 等 (2005), Lemke (2006), Rößler (2005), 或者 Hohenheim 大学热带和亚热带畜牧生产学会 Anne Valle Zárate 教授, 70593 斯图加特, 德国。E-mail: inst480a@uni-hohenheim.de。

Richardson 等, 1998)。例如, 与增重率/饲料采食量形成鲜明对照, 剩余饲料消费与生长相对无关。因此, RFI 对于饲料利用更为敏感和准确 (Sainz 和 Paulino, 2004)。

#### 低投入系统的数据记录

无有可信度记录方案和缺乏充分数据储存和管理的资源是妨碍低投入系统持续育种计划发展的因素之一。要运行一个计算机化的数据库费用可能非常昂贵, 可能还需要特殊的技能。缺乏技术技能和财力资源被鉴定为,

在许多非洲国家建立持续动物育种系统的主要障碍 (Djemali, 2005)。信息技术的不断进步意味着数据记录设备变得越来越价廉, 为低投入系统的数据记录提供更大的发展潜力。便携式设备、笔记本电脑和互联网的使用可以使少量人从边远地区采集和传输数据到一个中心数据库, 变得更加容易。这样的数据库可以在一个大学或一个政府部门中建设。这种类型设施的提供是政府或赞助机构可以在发展中国家筹建低投入系统育种计划的一种方法。

## 第四部分

### 育种方案

如果遗传改变被证明是正确的,那么怎么才能得以实现?要在纯种繁育和杂交育种之间进行选择,但是要选择适当的选择方案并不简单。

在低投入体系中,适应外界生存环境是提高效率的先决条件,这个条件是十分重要的,因为通常情况下,没有办法降低环境应力(补饲、寄生虫治疗或其他管理投入)的干扰。在这种情况下,纯种繁育是改良本地品种适应性的一种选择。实施纯种繁育计划要求具有重要的资源、良好的组织和(尤其是)所有利益相关者要承担义务的一项长期工作。在发展中社会的低投入体系下,往往缺乏这些必要条件,因此,纯种繁育计划只能在十分有限的范围内开展。例如,大多数西非矮山羊育种只在研究机构进行(特别是在尼日利亚)(Odubote, 1992)。

与外来品种进行杂交育种是更为快速改进品种性能、且增加的投入最小的一种方式,但是,杂交品种的优良性能往往需要更高的营养和管理要求(疾病控制、畜舍等)。

任何育种体系培育而成的具有更高性能的杂种动物都需要有更多的饲料资源,因此,在多数情况下,只能饲养少量杂种动物。

如果,在经过慎重的分析之后,认为杂交育种比地方品种的纯种繁育是一种更好的选择,那么,在得到地方有效投入

的支持下,这个育种计划就可以开展。提出与外来(非适应)品种的杂交育种是相当困难的。虽然杂交一代动物具有很强的适应性,但是,对外来的雄性纯种来说却处在环境应力之下,因此通常会减少其繁殖寿命。即使在这个地区,可以成功饲养外来雄性种,但是,由其与杂交一代雌性动物之间进行回交生产的后代通常会缺乏对这个地区的足够适应性,所以,杂交一代雌性动物最好与适应本地区的雄性品种进行交配。

在这种条件下,可以选择杂交一代雄性动物用于累世交配。在这种育种体系下,原始的地方雌性动物与杂交一代雄性动物交配,得到的后代具有1/4的外来种的遗传资源。以次类推,将这些具有1/4外来种的遗传资源的雌性动物与杂交一代雄性动物交配可以得到具有3/8外来种的遗传资源的后代,像这样经过几个世代后得到的后代就具有十分接近1/2的外来种的遗传资源。这个体系介绍的是外来种对整个种群的影响,但是从来不会运用或者生产超过1/2外来种的遗传资源的动物。

另一个在低投入体系下的杂交育种选择是能够很好适应生产条件的不同品种间的杂交,这种育种计划的显著优势是在没有额外投入的地区可以保持和生产良种种畜。这种杂交育种将生产出有更少生产价值的动物,生产的地方品种与外来品种间的杂交种的杂种优势也更少。Gregory等(1985)报道了关于Boran牛与Ankole牛

的杂交后代中的24%、和Boran牛与小东非瘤牛的杂交后代中的25%的断奶母牛的重量评估。

对任何一个杂交育种方案，考虑整个体系和所有产品产量都是非常重要的。在热带，可以明确表现欧洲奶用瘤牛的杂交一代母牛的牛奶生产价值，LPPS和Krihler-Rollefson (2005) 报道：“在印度，许多杂种母牛的所有者由于看不到雄性小牛的价值，而把这些小牛处死”。

#### 插文 90

##### 杂种优势的成本

杂种优势有时被认为是提高收益的免费机会，虽然，也许杂种优势的价值超过了其成本，但是却不是免费的，至少包括两类成本。

第一是满足其他性能的营养需要成本。高性能的杂种动物可以降低每一单位产品的成本，尽管保持成本只占总需要量的一小部分，但是，有额外生产的成本。

第二是与种群结构的潜在变化有关的成本。包括：(1) 由于要适应杂种种群的需要而减少了原始纯种种群的规模；(2) 一些雌性杂种不被当作候选交配种畜（如在任一个最后杂交公畜体系）的种群中，降低了雌性生产力选择的机会。

#### 插文 91

##### 尼日利亚的乡村家禽改良方案

乡村家禽改良方案是1950年前后在尼日利亚开始进行的，其目标是用改良的外来品种（洛岛红鸡、浅花苏赛克斯鸡与澳洲黑鸡）来改良本地鸡种（Anwo, 1989）。其策略是，在“小公鸡交换计划”中，用改良的进口品种替换所有本地公鸡（Bessei, 1987）。这个方案因为杂种鸡虽然具有更好的性能，但是不能在饲养本地鸡的半野生的广阔的场院生产体系下生存而失败。其另一个主要缺点是，品种替换导致了遗传变异和可利用的有限的动物遗传资源的快速损失。

## 6 资源保存角度的育种

在本报告的其他章节，详细论述了动物资源保护的保存方案。在以下论述中，将从繁殖角度讨论执行保存的方法。资源保护规划，可以通过控制和维持完整性，以提高种群存活率为目的；也可以以提高种群的生产性能为目的。

### 6.1 小群体控制方法

粮农组织已经出版了一些关于濒危小群体动物管理方面的出版物。这些资料对保护方案提供了更加全面的评估。其主要目的只是确保种群的存活率，维持种群的完整性（纯种），保护策略限于控制种群、并保证以下标准在可接受限值范围之内。

**近亲交配：**是畜禽交配的结果。在小

## 第四部分

插文 92

## 肯尼亚东部丘陵地带的低投入小农体系的基于社区和参与式的奶山羊杂交育种计划

在肯尼亚, FARM 非洲的 Meru 项目提供了一个全面的和灵活的杂交育种计划例子, 在改善山羊饲养方法的同时改善其基因型, 这种实践已经得到了每人每天低于1美元收入的非常贫困的饲养者采用。实践证明, 地方山羊(盖拉族和东非)难以饲养在小型的和正在减小的饲养场中(0.25~1.5英亩)饲养, 因此, 饲养者已经放弃了山羊生产。因此, 杂交育种计划的目的是提供更为温顺的和有生产价值的山羊。从英国进口了68只雌性和62只雄性英国吐根伯格山羊, 并用来与本地山羊进行杂交, 从而充分利用吐根伯格山羊的产奶性能和地方山羊的适应性。先前的引进和试验表明, 吐根伯格山羊比其他外来乳用山羊, 如萨能奶山羊或英国奴宾山羊更加适合与本地山羊杂交。

本项目采用的是基于小组和社区的方法, 由饲养者制定项目规则、附则和机制, 由政府、NARS和国际研究机构提供管理(畜舍、营养、饲料生产、记录和卫生健康)、分级动态、销售和参与者地位等培训。

饲养者小组最初由20~25人组成, 但是, 在运行中, 会有组员流失, 同时也会有其他人加入进来。再由4个小组组合为一个团体(主要是出于管理和监测目的), 并选出代表组成更大 Meru 山羊育种协会机构。小的(一头公羊和4头母羊)种畜单位组成一个生产吐根伯格山羊(T)所需要的良种种畜小组。给每位饲养者小组提供一头纯种吐根伯格公山羊, 这头纯种吐根伯格公山羊由另外一个小组饲养在公羊站里, 把地方母羊带到公羊站进行交配, 杂交一代雌性山羊与不相关的吐根伯格公山羊进行回交生产具有3/4吐根伯格山羊遗传资源和具有1/4地方山羊遗传资源(L)的山羊。从新的公羊站中选择优良公羊与具有相同遗传组成(3/4T和1/4L)的不相关的母羊交配, 初期试验表明, 这种交配所生产的母羊可以用于乳用和肉用生产, 并且十分适应当地生产条件。肯尼亚良种登记册中注册的杂交品种, 其公羊每1~1.5年要避免近亲交配。饲养者希望通过3/4T的母羊与不相关的纯种吐根伯格公山羊的进一步回交来改良吐根伯格山羊。

1996—2004年项目统计

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
新饲养者小组	10	34	20	6	12	10	7	18	8
新公羊站	10	34	10	11	6	16	14	3	22
新种畜单位	5	20	25	10	12	6	2	4	7
公羊交配		809	1994	3376	3936	3892	3253	5660	6500
参与家庭	250	1100	1125	1400	1550	1700	2050	2050	2650
杂交育种产品		990	2894	3241	3817	3736	4187	5865	7200

资料来源: FARM - 非洲奶山羊与动物民事行政保健项目, 1996年1月 - 2004年6月报告

非洲FARM项目执行2年以后, 经营管理小组在继续增加。在2006年, MGBA已经有3450名成员, 他们在不断地改良山羊品种, 山羊每天的产奶量在1.5~3.5升之间。小组的

奶产量一般在3500升左右, 其中一些经过加工和包装用于销售。家族成员已经拥有超过35000头的改良山羊, 其中30%的山羊有可靠的系谱性能记录。通过系谱性能记录, 可以估



## 插文 92 (续)

## 肯尼亚东部丘陵地带的低投入小农体系的基于社区和参与式的奶山羊杂交育种计划

算生长率和产奶量。这些资料以前由非洲 FARM 进行加工和保存。项目停止以后, MGBA 鼓励与大学和研究机构协作, 支持他们继续进行相关数据的加工。大多数改良山羊畜主不再“贫困”, 一些获利的成员甚至已经购买了一或二头奶牛, 建了漂亮的房子, 子女及时得到很好的教育。为了更长远的发展, 他们已经开始生产酸奶和新鲜消毒牛奶(包含了附加价值)。

方案能够成功实施的特点如下:

- 项目从一开始就使用了充分依靠养殖者的方法;
- 特别强调了能力建设的作用, 这样,

养殖者自己就可以很好地对项目进行管理;

- 对当地育种材料进行了合理的利用;
- 养殖者被分成小组形式, 这样组员之间可以相互学习、交流经验;
- 建立公羊站, 并且建立以社区为基础的育种单位。

通过计划, 有力地保证了在方案执行结束后, 养殖者可以不必依靠政府业务部门。种畜由养殖者自己供给, 通过社区畜禽保健员培训, 建立同样的畜禽保健服务, 而且可联系到更多合格的兽医科技人员。同时也制定了综合的饲料计划。

由 Okeyo Mwai 和 Camillus O.Ahuya 提供。

欲知更多信息, 请参见: Ahuya 等 (2004), Ahuya 等 (2005), Okeyo (1997)。

种群中, 将来世代的所有畜禽, 互相都将有一定的亲缘关系, 而且, 在这个小群体中的交配, 最终将导致近亲交配。近亲交配的遗传效应是增加了纯合性, 即家畜从它的双亲那里得到相同的等位基因。由群体大小可以预测将来世代的近交程度和纯合性。

**有效群体大小:** 在畜禽繁育中, 通常情况下, 公畜的数量要远远少于母畜, 这样, 公畜是决定近亲交配大小的重要因素。有效群体大小 ( $N_e$ ) 是公畜数量和母畜数量的函数, 如果用  $N_m$  表示参加繁育的公畜数量, 用  $N_f$  表示参加繁育的母畜的数量, 有效群体大小的计算方法如下:

$$N_e = (4N_m N_f) / (N_m + N_f)$$

如果参加繁育的公畜数量与参加繁育的母畜数量相同, 则有效群体大小与实际群体相同。如果公畜数量与母畜数量不同, 则有效群体大小将小于实际群体。如果参加繁育的母畜数量远远大于参加繁育的公畜数量, 则有效群体大小将稍微少于 4 倍的公畜数量。

有两种情况可以减少畜禽有效群体大小数量。第一种情况, 也是最明显的情况, 即实际群体大小减少时, 畜禽有效群体大小数量就减少。一个繁育品种的主要遗传资源被另一个品种代替时, 可以发生这种情况, 品种的杂交育种也占重要份额。

## 第四部分

第二种情况发生在特别通用品种的公畜,以及公畜的后代被过度使用的时候。从第一个育种协会的建立开始,到20世纪90年代中期,许多特定种公畜的流行,源于牲畜展览会的成功展示。近几年来,特别性状育种值的预测已经成为决定性的因子。在奶牛选择育种中,多年来几乎完全集中在产奶量这一性状上。2001年,Hansen报道,虽然美国黑白花牛协会在2000年有超过30万头注册奶牛,但是,有效群体大小却只有37头。Cleveland等使用2001年出生牛的系谱记录,推算出美国海福特牛的有效群体大小只有85头,美国海福特牛协会2001年注册的头数是75 000头。

近交率(-F)和有效群体大小( $N_e$ )两者之间的关系:在一个给定的种群中,有效群体大小直接决定近亲交配的水平,而与实际群体大小关系不大。每个世代近亲交配的增加预计是 $1/2N_e$ ,这个公式的前提条件是每个母畜生产相同数量的后代,而且家畜原始群体中个体间不应有任何血缘关系,如果不能满足这个假设,那近交程度可能会更高一些。基于这种关系,Gregory等在1999年建议,在品种保护中,每个世代使用20~25头种公畜是一种比较合理的数量。如果每个世代使用25头种公畜,则每代可导致大约0.5%的近亲交配增长率。

在动物遗传资源保护中,有效群体大小的损失是一个重要的议题,有趣的是成功的育种者,在他们的育种方案

中,他们总是接受一定程度的近亲交配。这些育种者根据他们的标准确立畜群的大小,在这个封闭的畜群中,家畜不可避免地带有相同的血缘关系,从而导致了近亲交配(Hazelton, 1939)。

### 6.2 通过育种保护动物遗传资源

资源保护规划的宗旨不仅包括确保群体的存活率和完整性指标,而且,在保持它特定的、适应性的特征的同时,还应该提高它的繁殖率和生产性能。许多的以上所述论述的育种策略,低投入系统很可能适合这些情况。在本节中,将集中讨论在品种保护时与杂交育种相关的潜在风险。

也可以通过使用杂交育种方案,作为保护品种的一种方式。然而,除非有多余的母畜,否则,任何使用纯种母畜进行杂交育种,都将导致群体的减少。在很多情况下,由于环境和管理条件制约,不可能有多余的母畜,特别是牛更不可能,牛的繁殖率是很低的。喂养的大多数母畜,必须保留作为繁殖畜禽,以便维持群体规模数量。事实上,最大的效果来自对少量本地公畜品种的需求,少数本地母畜品种,习惯用于生产纯种后代。杂交育种方案的起点首先是估计多余的母畜数量,这可以通过对区域内青年母牛的屠宰和出售来计算。例如,在一定的面积上,一个很好管理的牛群,大约需要更新40%的青年母牛以便维持畜群大小。

使用剩余母畜的知识,杂交育种中总

体种群组分知识, 以及用于生产 F1 代的纯种组分知识, 没有进一步缩减的纯种群体大小是可以计算的。例如, 如果有 20% 的剩余母畜, 现有种群由 50% 的纯种和 50% 杂交品种组成 (包括现在用于杂交育种的任何纯种母畜), 种群将变成纯种比 50% 稍高一些, F1 代纯种比 20% 稍高一些, F1 代母畜比 30% 稍低一些, 纯种群大小没有更进一步的减少。这些数值的前提假定是没有任何 F1 代母畜保留作为繁殖母畜, 事实上, 这或许将绝不可能发生。

## 7 结论

在工业化商品性生产体系和定位为低的外来资金投入两者之间, 育种的组织和方法发生了巨大变化。当前品种部分的组织是长期发展过程的结果, 最新的发展是向工业化育种模式的延伸, 向家禽以及其他品种的扩展。

工业化育种模式运用先进的技术进行遗传改良。育种计划主要是基于纯种繁育和根据品种特征进行变化。育种公司将畜禽在世界范围内进行市场化。这种趋势, 已在商品猪和家禽育种方面很好地建立起来了, 现在正在扩展到肉牛和奶牛方面。为选择强壮的家畜, 也就是说能对付不同的生活环境, 育种者运行选择计划, 通过不同的生活环境和经营系统。然而, 它不可能使畜禽适应所有

的环境、所有地方都能很好地生存。同样地, 不同的品种或品系也可能被培育为适应高投入的育种系统。到目前为止, 对环境敏感性和遗传适应方向几乎一无所知, 科学家和育种公司预计在未来的年代里, 去探查这些原因。

在低外部投入的生产系统中, 农民饲养家畜, 是乡村社会团体结构和家庭食物安全的重要成分。在很大程度上, 是小农和畜牧场主保存着本地品种。在这种条件下, 畜禽遗传改良是一种挑战, 当然, 也不是不能实现的任务。可持续利用品种的详细设计和方法, 以及针对低外部投入体系的改进规划, 正在得到发展和确认。通过纯种繁育去调整本地品种, 从而适应生产者的需求, 是最好的保存方法, 不仅直接将遗传资源保存在饲养的家畜中, 而且达到了增加食物安全、减轻贫困的目的。另一个选择就是使用它作为一个详尽规划的杂交育种方案。同时, 应该注意改进管理条件和管理方法。

所有品种育种计划的相关研究, 目前趋向于研究他们的实用特性, 多数与生长相关, 例如动物福利、环境保护、特殊产品质量和人类健康。实用特性的例子还包括: 健壮性、抗病性、行为特性、繁殖力、饲料利用率、产犊容易和产奶量等。在高投入系统中, 实用特性通常被认为是次要特性, 但在低投入系统中, 实用特性是非常重要的。实用性状的数据记录是一个巨大的难关, 很难包含到育种方案中。在抗病性、福

## 第四部分

利事业、健壮性、适应不同外界环境等方面，缺乏重要的遗传信息。

在发达国家，有减少使用化学药物的趋势，要求畜禽具有最好的抵抗力，或者至少对一些特殊的疾病和寄生虫具有一定的耐受性。然而，由于经济和动物福利的原因，使用传统数量遗传方法进行选择是非常困难的。所以，人们对基因组给予很高的期望。基于孟德尔遗传原理，一些方法已经用于去除遗传性紊乱。对于更加复杂的抵抗力性状，已经进行了遗传标记，例如鸡马立克病、猪大肠杆菌感染等，少数几个育种公司已经进行基于DNA的选择育种。

消费者已经把动物福利作为一个重要考虑因素，特别是在欧洲更是如此。对于育种者的主要挑战是选择性情温和、减小脚和腿问题、减小心血管发病问题(家禽产肉量)。这些问题产生的原因是多方面的。

随着实用性状重要性的增加，要求育种方案中包含大范围的标准规则。一些地方品种或许正好符合一些标准。这些品种实用形状的表型性状(表型的和分子的)和性能鉴定可能正好允许对一些独特性状的检定。更远的发展，它们将通过育种计划，将特定性状保留到将来的世代。令人遗憾的是现实的品种和品系正在不断损失。发达国家正在通过专心于非常少的品种直接地或者间接地减少这种损失。世界范围内的遗传公司通过买卖品种资源减小损失也已经成为了一个重要的角色。

## 参考文献

- Ahuya, C.O., Okeyo, A.M., Mosi, R.O. & Murithi, F.M. 2004. Growth, survival and milk breeds in the eastern slopes of Mount Kenya. In T. Smith, S.H. Godfrey, P.J. Buttery, & E. Owen, eds. *The contribution of small ruminants in alleviating poverty: communicating messages from research*. Proceedings of the third DFID Livestock Production Programme Link Project (R7798) workshop for small livestock keepers. Izaak Walton Inn, Embu, Kenya, 4-7 February 2003, pp. 40-47. Aylesford, Kent, UK. Natural Resources International Ltd.
- Ahuya, C.O., Okeyo, A.M., Mwangi, N. & Peacock, C. 2005. Developmental challenges and opportunities in the goat industry: the Kenyan experience. *Small Ruminant Research*, 60: 197-206.
- Alandia, E.R. 2003. *Animal health management in a llama breeding project in Ayopaya, Bolivia: parasitological survey*. Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. (MSc thesis)
- Amer, P.R. 2006. Approaches to formulating breeding objectives. In Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18. 2006. Belo Horizonte, MG, Brazil.
- Andersson, L., Haley, C.S., Ellegren, H., Knott, S.A., Johansson, M., Andersson, K., Andersson-Eklund, L., Edfors-Lilja, I., Fredholm, M., Hansson, I., Hakansson, J. & Lundstrom, K. 1994. Genetic mapping of quantitative trait loci for growth and fatness in pigs. *Science*, 263: 1771-1774.
- Anwo, A. 1989. Ministerial speech. In E.B. Sonaiya, ed. *Rural Poultry in Africa: proceedings of an international workshop*, pp 8-9. Ile-Ife, Nigeria. Thelia House Ltd.
- Bessei, W. 1987. International poultry development. In Proceedings, 3rd International DLG symposium on poultry production in hot climates, June 20-24 1987. Hamelin, Germany
- Richard, M. 2002. Genetic improvement in dairy cattle - an outsider's perspective. *Livestock Production Science*, 75: 1-10.

- Bijma, P., Van Arendonk, J.A. & Woolliams, J.A. 2001. Predicting rates of inbreeding for livestock improvement schemes. *Journal of Animal Science*, 79: 840–853.
- Cleveland, M.A., Blackburn, H.D., Enns, R.M. & Garrick, D.J. 2005. Changes in inbreeding of U.S. Herefords during the twentieth century. *Journal of Animal Science*, 83: 992–1001.
- Cunningham, E.P., Dooley, J.J., Splan, R.K. & Bradley, D.G. 2001. Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contribution of founder lineages to thoroughbred horses. *Animal Genetics*, 32: 360–364.
- Dawson, M., Hoinville, L., Hosie, B.D. & Hunter, N. 1998. Guidance on the use of PrP genotyping as an aid to the control of clinical scrapie. Scrapie Information Group. *Veterinary Record*, 142: 623–625.
- Dekkers, J.C.M. & Hospital, F. 2002. The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. *Nature*, 3: 22–32.
- Delgado Santivañez, J. 2003. *Perspectivas de la producción de fibra de llama en Bolivia. Potencial y desarrollo de estrategias para mejorar la calidad de la fibra y su aptitud para la comercialización*. Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Cuvillier, Göttingen, Germany. (PhD thesis)
- Dickerson, G.E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstracts*, 37: 191–202.
- Dickerson, G.E. 1972. Inbreeding and heterosis in animals. In *Proceedings of Animal Breeding and Genetics Symposium in honor of Dr. J.L. Lush*, pp. 54–77. Blacksburg, Virginia. ASAS, ADSA.
- Djemali, M. 2005. Animal recording for low to medium input production systems. In M. Guellouz, A. Dimitriadou & C. Mosconi, eds. *Performance recording of animals, state of the art, 2004*. EAAP Publication No. 113, pp. 41–47. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.
- Ducrocq, V. & Quaas, R.L. 1988. Prediction of genetic response to truncation selection across generations. *Journal of Dairy Science*, 71: 2543–2553.
- Falconer, D.S. & Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4<sup>th</sup> Edition. London. Longman.
- FAO. 1998. *Secondary guidelines for the development of national farm animal genetic resources management plans: management of small populations at risk*. Rome.
- FAO. 2003. *Know to move, move to know. Ecological knowledge among the WoDaaBe of south eastern Niger*, by N. Schareika. Rome.
- FAO. 2007. Management of sheep genetic resources in the central Andes of Peru, by E.R. Flores, J.A. Cruz & M. López. In K-A. Tempelman & R.A. Cardellino eds. *People and animals. Traditional livestock keepers: guardians of domestic animal diversity*, pp. 47–57. FAO Interdepartmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome.
- Fernando, R.L. & Grossman, M. 1989. Marker-assisted selection using best linear unbiased prediction. *Genetics Selection and Evolution*, 21: 467–477.
- Fuji, J., Otsu, K. & De Zozzato, F. 1991. Identification of a mutation in porcine cyanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253: 448–451.
- Gregory, K.E & Cundiff, L.V. 1980 Cross-breeding in beef cattle: evaluation of systems. *Journal of Animal Science*, 51: 1224–1242
- Gregory, K.E., Trail, J.C.M., Marples, H.J.S. & Kakonge, J. 1985. Heterosis and breed effects on maternal and individual traits of *Bos indicus* breeds of cattle. *Journal of Animal Science*, 60: 1175–1180.
- Gregory, K.E., Cundiff, L.V. & Koch, R.M. 1999. *Composite breeds to use heterosis and breed differences to improve efficiency of beef production*. Technical Bulletin. No. 1875. Springfield, Virginia. USDA Agricultural Research Service, National Technical Information Service.
- Groen, A.F. 2000. Breeding goal definition. In S. Galal, J. Boyazoglu & K. Hammond, eds. *Developing breeding strategies for lower input animal production environments*. Rome. ICAR.

## 第四部分

- Grogan, A. 2005. Implementing a PDA based field recording system for beef cattle in Ireland. In M. Guellouz, A. Dimitriadou & C. Mosconi, eds. *Performance recording of animals, state of the art, 2004*. EAAP Publication No. 113, pp. 133–140. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.
- Hanotte, O., Ronin, Y., Agaba, M., Nilsson, P., Gelhaus, A., Horstmann, R., Sugimoto, Y., Kemp, S., Gibson, J., Korol, A., Soller, M. & Teale, A. 2003. Mapping of quantitative trait loci controlling trypanotolerance in a cross of tolerant West African N'Dama and susceptible East African Boran cattle. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 100(13): 7443–7448.
- Hansen, L.B. 2001. Dairy cattle contributions to the National Animal Germplasm Program. *Journal of Dairy Science*, 84(Suppl. 1): 13.
- Hansen, L.B. 2006. Monitoring the worldwide genetic supply for cattle with emphasis on managing cross-breeding and inbreeding. In Proceedings of the 8<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13–18. 2006. Belo Horizonte, MG, Brazil.
- Hazelton, J. 1939. *A history of linebred Anxiety 4th Herefords of straight Gudgeon & Simpson breeding*. Kansas City, MO. George W. Gates Printing Co.
- Herd, R.M., Arthur, P.F., Archer, J.A., Richardson, E.C., Wright, J.H., Dibley, K.C.P. & Burton, D.A. 1997. Performance of progeny of high vs. low net feed conversion efficiency cattle. In Proceedings of the 12<sup>th</sup> Conference of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, Dubbo, Australia, pp. 742–745.
- Hill, W.G. 2000. Maintenance of quantitative genetic variation in animal breeding programmes. *Livestock Production Science*, 63: 99–109.
- Hunter, N. 1997. Molecular biology and genetics of scrapie in sheep. In L. Piper & A. Ruvinsky, eds. *The genetics of sheep*, pp. 225–240. Oxon, UK. CAB International,
- Huyen, L.T.T., Röbber, R., Lemke, U. & Valle Zárate, A. 2005. *Impact of the use of exotic compared to local pig breeds on socio-economic development and biodiversity in Vietnam*. Stuttgart, Beuren, Germany.
- James, J.W. 1972. Optimum selection intensity in breeding programmes. *Animal Production*, 14: 1–9.
- James, J.W. 1977. Open nucleus breeding systems. *Animal Production*, 24: 287–305.
- Jiang, X, Groen, A.F. & Brascamp, E.W. 1999. Discounted expressions of traits in broiler breeding programs. *Poultry Science*, 78: 307–316.
- Kennedy, B.W., Quinton, M. & van Arendonk, J.A. 1992. Estimation of effects of single genes on quantitative traits. *Journal of Animal Science*, 70: 2000–2012.
- Krätli, S. 2007. *Cows who choose domestication. Cattle breeding amongst the WoDaaBe of central Niger*. Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, UK. (PhD thesis)
- Lamb, C. 2001. Understanding the consumer. In Proceedings of the British Society of Animal Science, 2001, pp. 237–238.
- Lande, R. & Thompson, R. 1990. Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics*, 124: 743–756.
- Larzul, C., Manfke, E. & Elsen, J.M. 1997. Potential gain from including major gene information in breeding value estimation. *Genetics Selection Evolution*, 29: 161–184.
- Lemke, U. 2006. *Characterisation of smallholder pig production systems in mountainous areas of North Vietnam*. Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. (PhD thesis)
- Le Roy, P., Naveau, J., Elsen, J.M. & Sellier, P. 1990. Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs. *Genetical Research*, 55: 33–40.
- Lewis, R.M. & Simm, G. 2002. Small ruminant breeding programmes for meat: progress and prospects. In Proceedings of the Seventh World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, held August 19–23, 2002, Montpellier, France.

- Lips, D., De Tavernier, J., Decuyper, E. & van Outryve, J. 2001. Ethical objections to caesareans: implications on the future of the Belgian White Blue. *In* Proceedings of the Third Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics, Florence, Italy, October 3–5 2001, pp. 291–294.
- Loquang, T.M. 2003. The Karamojong. *In* I. Köhler-Rollefson & J. Wanyama, eds. *The Karen Commitment: Part 2. The role of livestock and breeding; community presentations*. Proceedings of a Conference of Indigenous Communities on Animal Genetic Resources. League for Pastoral Peoples and Endogenous Development and Intermediate Technology Development Group Eastern-Africa, Karen, Nairobi, Kenya, 27–30 October 2003. Bonn, Germany. German Non-Governmental Organisations Forum on Environment and Development.
- Loquang, T.M. 2006a. *Livestock Keepers' Rights*. Paper presented at the side event during the Fourth Ad Hoc Open-Ended Intercessional Working Group on Article 8(j) and Related Provisions of the Convention on Biological Diversity, COP 8, Granada, Spain, 23–27 January 2006.
- Loquang, T.M. 2006b. *The role of pastoralists in the conservation and sustainable use of animal genetic resources*. Paper presented at the International Conference on Livestock Biodiversity, Indigenous Knowledge and Intellectual Property Rights; League for Pastoral Peoples and Endogenous Development, Rockefeller Study and Conference Centre, Bellagio, Italy, 27 March–2 April 2006.
- Loquang, T.M. & Köhler-Rollefson, I. 2005. *The potential benefits and challenges of agricultural animal biotechnology to pastoralists*. Paper presented at the Fourth All Africa Conference on Animal Agriculture, Arusha, Tanzania, 19–26 September 2005.
- LPPS (Lokhit Pashu-Palak Sanstham) & Koehler-Rollefson, I. 2005. *Indigenous breeds, local communities: documenting animal breeds and breeding from a community perspective*. Sadri, Rajasthan, India. Lokhit Pashu-Palak Sanstham.
- Markemann, A. (forthcoming). *Development of a selection programme in a llama population of Ayopaya region*. Department Cochabamba, Bolivia, Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. (PhD thesis)
- Mavrogenis, A.P. 2000. Analysis of genetic improvement objectives for sheep in Cyprus. *In* D. Gabiña, ed. *Analysis and definition of the objectives in genetic improvement programmes in sheep and goats. An economic approach to increase their profitability*, pp. 33–36. Zaragoza, Spain. CIHEAM-IAMZ.
- Meuwissen, T.H.E. 1997. Maximizing response to selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of Animal Science*, 75: 934–940.
- Nürnberg, M. 2005. *Evaluierung von Produktionssystemen der Lamahaltung in bäuerlichen gemeinden der Hochanden Boliviens*. Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Cuvillier, Göttingen, Germany. (PhD thesis)
- Odubote, I.K. 1992. *Genetic and non-genetic sources of variation in litter size, kidding interval and body weight at various ages in West African Dwarf Goats*. Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria. (PhD thesis)
- Okeyo, A.M. 1997. Challenges in goat improvement in developing rural economies of Eastern Africa, with special reference to Kenya. *In* C.O. Ahuya & H. van Houton, eds. *Goat development in East Africa*. Proceedings of a workshop held at Izaak Walton Inn, Embu, Kenya, 8–11 December 1997, pp. 55–66. Nairobi. FARM-Africa.
- Olori, V.E., Cromie, A.R., Grogan, A. & Wickham, B. 2005. *Practical aspects in setting up a National cattle breeding program for Ireland*. Invited paper presented at the 2005 EAAP meeting in Uppsala, Sweden.
- Pharo, K. & Pharo, D. 2005. *Direction vs. destination*. Pharo Cattle Co. Spring 2005 Sale Catalog, pp. 72–73. Cheyenne Wells, Colorado, USA. Pharo Cattle Co.

## 第四部分

- Rauw, W.M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E.N. & Grommers, F.J. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science*, 56: 15–33.
- Richardson, E.C., Herd, R.M., Archer, J.A., Woodgate, R.T. & Arthur, P.F. 1998. Steers bred for improved net feed efficiency eat less for the same feedlot performance. *Animal Production Australia*, 22: 213–216.
- Rößler, R. 2005. *Determining selection traits for local pig breeds in Northern Vietnam: smallholders' breeding practices and trait preferences*. Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. (MSc thesis)
- Rocha, J.L., Sanders, J.O., Cherbonnier, D.M., Lawlor, T.J. & Taylor, J.F. 1998. Blood groups and milk and type traits in dairy cattle: After forty years of research. *Journal of Dairy Science*, 81: 1663.
- Roe E., Huntsinger, L. & Labnow, K. 1998. High reliability pastoralism. *Journal of Arid Environments*, 39(1): 39–55.
- Sainz, R.D. & Paulino, P.V. 2004. *Residual feed intake*. Agriculture & Natural Resources Research & Extension Centers Papers, University of California.
- Simianer, H. 1994. Current and future developments in applications of animal models. In *Proceedings of the 5<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Guelph, Canada. Vol. 18, pp. 435–442.
- Simm, G. 1998. *Genetic improvement of cattle and sheep*. Tonbridge, UK. Farming Press, Miller Freeman UK Limited.
- Smits, M.A., Barillet, F., Harders, F., Boscher, M.Y., Vellema, P., Aguerre, X., Hellinga, M., McLean, A.R., Baylis, M. & Elsen, J.M. 2000. Genetics of scrapie susceptibility and selection for resistance. In *Proceedings of the 51<sup>st</sup> Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP)*. 21–24 August, The Hague, Paper S.4.4. EAAP. Rome
- van Arendonk, J.A.M. & Bijma, P. 2003. Factors affecting commercial application of embryo technologies in dairy cattle in Europe – a modelling approach. *Theriogenology*, 59: 635–649.
- Wickham, B.W. 2005. Establishing a shared cattle breeding database: Recent experience from Ireland. In M. Guellouz, A. Dimitriadou & C. Mosconi, eds. *Performance recording of animals, State of the art*, 2004. EAAP Publication No. 113, pp. 339–342. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.
- Willis, M.B. 1991. *Dalton's introduction to practical animal breeding*. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford, UK. Blackwell Science Ltd.
- Woolliams, J.W. & Bijma, P. 2000. Predicting rates of inbreeding in populations undergoing selection. *Genetics*, 154: 1851–1864.
- Woolliams, J.W., Bijma, P. & Villanueva, B. 1999. Expected genetic contributions and their impact on gene flow and genetic gain. *Genetics*, 153: 1009–1020.
- Wurzinger, M. 2005. *Populationsgenetische analysen in Lamapopulationen zur implementierung von leistungsprüfung und selektion*. University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna. (PhD thesis)