

第四部分

动物遗传资源管理 的新进展





导 言

本文主要回顾了动物遗传资源管理在方法和技术上取得的最新研究进展。由于动物遗传资源管理的学科建设目前还不成熟,因此第一章主要介绍了FAO关于动物遗传资源管理的一些基本概念。这些概念凝聚了一系列专家研讨会的讨论成果。于是相关研究领域的方法论的发展也备受关注,并且通过案例分析得到了一些重要发现。最后,找出了当前研究存在的差距和今后研究的优先目标。

第四部分

第一章

基本概念

1 动物遗传资源及品种

动物遗传资源是指那些用作,或可以被用作粮食生产和农业生产的动物品种¹以及组成的种群。这些品种内部截然不同的种群通常称为品种。FAO所使用的“品种”的广义定义(插图 67),反映出对品种进行严格的定义是十分困难的。

插图 67
FAO 关于品种的定义

品种是指一个具有可定义和可辨别的,并且通过视觉观察能与物种内其他类似种群进行区分的外部特征的驯养畜禽亚种群,或者由于与表型相似种群的地理和(或)文化隔离,已经形成独立特性的种群(FAO, 1999)。

在发达国家,品种具有相对明确的定义。育种协会以及一些进行育种标准监

督、提供动物品种登记咨询和致力于提高品种利用率的自愿性组织在动物品种的定义方面发挥了重要作用。18 世纪末,西欧出现了一种基于记录育种和共享血统的育种模式。在这些组织的努力下,按照已建立的特定育种标准,通过类似的选择目标,现已发展成为一个具有共同祖先的品种了。

品种在遗传术语中并不是一个孤立、一成不变的概念。它经常需要根据市场需求的变化而变化,并且偶尔还需要用其他血统品种的补充(FAO, 2003)。然而,这些育种协会和组织虽然是为特定的品种所建立的,但是他们为这一个特定品种建立标准所遵循的规则仍然模糊不清。发达国家对品种的定义已经包括了“在农业上具有相同应用模式,一定程度的表型一致度和相同基因库的动物”(FAO, 1995)以及“具有区分其它类似种群特性的独特的种内群”(FAO, 2003)。再如美国的情况,Hammak (2003) 评论说进行品种登记所需要的无非就是“采用特殊的合格要求,

¹ 由于鱼类的育种技术与畜禽的存在很大差异,因此不作为本文管理要求的内容。畜禽遗传资源这个术语已经被FAO在有关畜禽遗传资源管理的全球策略的论述中所采用,这个术语现已受到指责,因为它似乎排除了没有呆在农场,但在移动体系里的动物。

并开始记录家系血统”。与此类似，在欧盟的立法中，除了登记一个纯系动物品种应符合的要求之外，并没有任何关于品种的定义，一种动物的血统应该来源于同一品种的家族血统书中注册或登记的父母代和祖代，并且自身也会被注册或登记，并符合进入家族血统书的要求（引自欧盟指令77/504/EEC中关于牛的部分，但类似的规则也可以应用到其他动物中）。

可能这的确对寻找一个完美的定义没有任何帮助。在动物遗传育种领域做出杰出贡献 Jay Lush 曾说：“一个品种就是指育种者共同称谓的一个当地畜禽种群，源于畜禽育种者的这个术语，可能是某个人为了满足他们自己的需要而首先使用，并且他们中也没有任何人被授权将这个词语作为科学定义，在他们偏离已有的公式化定义时，也没有人被授权去指出育种者的错误。这就是他们的语言，我们必须将育种者共同使用的作为我们的正确定义”（Lush, 1994）。

世界上一些发展中的国家或地区的情况更复杂，品种这个术语通常没有太多实质意义。无论地理、生态还是养殖场所的隔离，由于自然和人工选择以及遗传飘移，种群都会有变异的趋势（FAO, 2003）。因而，用来区分畜禽种群的名称没有必要符合其潜在的遗传多样性。在很多情况下，虽然有些动物可能不属于任何有记载的品种，但可能存在一些当地术语可以描述这些特异性种群。

区分具有遗传多样性的种群一般比较

困难，但分子研究可以在描述隔离品系和品系种群的研究领域发挥重要作用。研究畜禽的饲养和生态条件也是鉴定隔离种群优点的一种手段。下面举例说明：一个当地的动物种群可以看作一个品系，如果符合下列标准：

- （1）属于同一种利用模式；
- （2）属于同一个生活或分布区域；
- （3）很大程度上代表一个近源基因库；
- （4）各自的种植者认为与其他种群存在很大差异（Köhler-Rollefson, 1997）。

因此，在没有育种协会的记录或分子研究时，畜禽培育者自身的观点或许可以为品系鉴定提供最好的参考。我们甚至可以鉴定那些声称正在培育具有独特表型动物的农场主们的种群，获得关于表型更可靠的认识；可以只与具有相同表型的其他育种者交换种质，并且指出这样的选育实践已经进行了很多个世代（FAO, 2003）。

在一个品种内，“stocks”，“strains”，“varieties”，“lines”经常可以互换，来描述品系内部由于人工选择而产生的表型独特的种群。生态型是指种内在遗传上能够适应某种特定生态环境的种群。

2 动物遗传资源管理

动物遗传资源管理所关注的焦点是保持遗传多样性。然而，动物科学领域的大部分科学方法和技术（例如动物饲养，动

第四部分

物培育,或遗传改良等)并非基于此开发的。因而,动物遗传资源管理还没有一套明确定义的方法。因此,本文按照FAO的定义,选择了一些与主题相关性最大的方法进行了回顾。

动物遗传资源管理包含所有有关动物遗传资源意义的理解(描述)、使用 and 开发(利用)、维持(保持)、访问和共享的技术、政策和服务措施(FAO, 2001)。

同样,本部分报告讲述了描述和保持遗传多样性的方法(第二章和第六章),由于分子描述方法的重要性不断提高,因此在第三章单独进行了阐述。然而,当动物遗传资源管理在农业和食品生产中应用的时候,仍然还没有明确的概念。因此,对动物遗传资源管理的最新研究动态进行全面描述也是不可能的。虽然如此,FAO已经着手开始确定此概念的关键要素,并将生物多样性的可持续利用的定义作为出发点。

可持续利用是指按照某种方法,保持一个不会导致生物多样性长期下降的速度,对生物多样性的组成部分进行合理利用,以保持它的潜力来满足当代和后代子孙的需要和愿望。

为实现这个目标,FAO已经提议:

- 在不耗尽当地动物多样性的情况下,对动物遗传资源进行合理利用是完全可能的;
- 对相应环境适应性水平高的动物遗传资源应该被利用,并且配置合理的遗传法则;

- 动物遗传资源的开发包括正在运行的必须进行良好规划并成功执行的活动的广泛结合。

因此,动物遗传资源可持续利用的一个重要指标便是确保适应当地的品系在生产体系中发挥着应有的作用。由于在遗传上的复杂性以及短时间内很难通过选育而达到,因此适应性具有特殊的重要性,目前仍有一些动物的适应性还没有被我们所认识。动物遗传资源的利用不可避免地都包括开发,动物遗传资源是动态资源,随着所处的自然环境以及育种者的选育标准的变化,动物遗传资源在每一代之间也随之变化。遗传改良的首选方法就是基于适应当地的遗传资源进行品种选育,这将能帮助选育者减少失掉具有独特品质的品系的机会。应该很好地设计选育计划,对现有的动物在中低投入农场中利用当地可用资源、存活、生产和繁殖能力的遗传变异进行充分挖掘。一些补充措施例如食物和水的供应、疾病和寄生虫的处理以及繁殖的管理等,也可以考虑作为提高品系特性的策略。

因此,遗传改良方法是品种(品系)培育的关键。然而,科学的育种计划已经在基础条件较好的高投入饲养体系中得到发展。这些育种计划通常不包括保持品系内和品系间的遗传多样性,也不把它作为直接目标。第四章介绍了遗传改良领域的最新研究动态。

理论上,育种计划应该是可提高生产者收益的可持续集约化生产体系的整体策

略的一部分。可持续集约化已经被提出作为提高生产系统的理想方法,并做如下定义:

生产系统的可持续集约化是对畜牧生产系统的投入和产出的操控,目的是为了_{提高生产或生产力或提高产品质量,而保持生产系统以及周围环境的长期完整性,是为了满足人类当代和后代的生存需求。可持续农业集约化尊重当地人和土著人的需求和愿望,重视适应当地环境的遗传资源的作用和价值,考虑在农业生态系统内外取得长期环境可持续性发展的需求(FAO, 2001)。}

满足动物遗传资源的利用和开发的这些基本原则不仅是一个科学的方法论问题,而且还需要按照适当的开发政策将方法和技术进行有效组合。为支持政策开发,需要用经济分析的手段来阐明当地适应品系的经济重要性,尤其是从小农的角度,来详细阐述畜禽遗传多样性的价值,并且比较不同管理策略的区别。经济学评价方法的概括介绍可参见第五章。

动物遗传资源利用的另一个难点是如何在概念上与活体保存清楚地区分。这个问题起源于可持续利用被看作为维持动物遗传资源的首选方法这个事实。因此,当活体保存被从广义上定义为确保对所有相关动物遗传资源进行维护时,也就包含了可持续利用。然而,一个操作性更强的定义便是,保存是指对一种特殊遗传资源进行可持续利用所需的措施。这种定义能更清楚的描述上面的主题,并在第六章被用

作保存方法。保存的作用是为了确保那些独一无二的遗传资源能在将来为农场主和育种者所用,因而保存可以看作为满足当前和未来人类需要而采取的遗传资源可持续利用整体策略的一部分。为了报告遗传资源保存策略的决议,对目前的风险状态进行评估,对不远的将来有可能对育种产生的威胁进行鉴定已显得非常重要。后者要求要在尽量早的时期进行干预,如任何品种的开发都需要维护品系资源。

动物遗传资源(也包括FAO所定义_{的动物遗传资源管理})的获取与惠益分享是政策发展的关键部分。本文第一部分第三章介绍了在不同地区动物遗传资源利用领域的相互依赖,以及过去和当前的交流模式。第三章和第六章中介绍的生物技术的发展使遗传资源的利用和交流变得更方便,并已经开始用于功能基因的检测,寻找目前遗传材料利用的新机会。因而,在将来的遗传资源获取和惠益(ABS)分享模式开发中,生物技术将发挥重要作用。制定获取与惠益共享(ABS)政策所需的社会学和政治学方法的贡献已经超出了本文的研究范围,在此不再赘述。

3 风险状态分类

不同畜禽品种(品系)或种群的风险状态评估是国家遗传资源管理规划中的一个重要部分。品种(品系)的风险状态能够使利益相关方了解需要采取行动的必要

第四部分

性和迫切性。2004年 Gandini 等人将“危及程度”定义为“根据当前的环境条件和预测，一个物种濒临灭绝的测度”。对风险程度的准确评估是一项艰难的工作，并涉及到种群统计学和遗传学因子。

很显然，目前的种群数量是测定风险状态的一个重要因子。种群数量较小将面临着被自然灾害、病害或不恰当的管理消灭的巨大风险。然而，仅仅动物数量或育种期动物数量并不能反映风险状态的全貌。

来自于共同祖先的个体之间的育种有利于减少等位基因在下一代的变异。这样种群的遗传多样性就会降低。有害的隐性等位基因的聚集将会威胁种群的适应性，并对繁殖率产生消极影响，因而也增加了种群灭绝的风险（Gandini 等，2004；Woolliams, 2004）。风险程度通常用种群的近交系数（ ΔF ）的变化来表示，即对基因飘移引起的种群基因频率期望变化的测量（Woolliams, 2004）。近交率通常由有效种群大小（ N_e ）推导而得。因而 N_e 随着 ΔF 的减小而增大，即 $N_e = 1 / (2 \Delta F)$ 。

种群的有效群体大小（ N_e ）可以近似的通过下式求得：

$$N_e = 4MF / (M+F)$$

其中，M和F分别是繁殖的雄性动物和雌性动物的数量。此方法是基于育种动物之间进行随机交配的假设。然而，这种假设在畜禽种群中很难应用，因为一些动物产生下一代子孙的数量不成比例。育种方式受到管制，例如选择育种计划的实

施，从而影响有效群体大小。目前，已经发展起来了用于很多调整计算来解决这些因素的不同技术，但需要进一步的数据输入（Gandini 等，2004）。收集用于计算 N_e 的种群统计学数据往往面临的困难是：种群普查数据可能与雌性动物和后代的登记数矛盾，一些雌性动物也用于杂交计划，而且并不是所有的雌性动物每年都繁育后代（Alderson, 2003）。影响风险状态评估结果的另一个因素是进行风险计算所需的时间。由于不同畜禽品种的世代间隔不同，基于世代数量而进行的计算将与基于年数进行的计算产生不同的优先权。

有效群体大小（ N_e ）的变化是非常值得关注的。在 N_e 较小，尤其是低于100时，遗传多样性的损失率将会大大提高（FAO, 1992a）。例如，有效群体大小为25, 50, 125, 250和500的群体，经过10个世代后的遗传多样性损失率分别为18%, 10%, 4%, 1.6%和0.8%。另外，从上式可以看出，雄性动物数量对 N_e 的影响远大于雌性动物。这强调了在任何风险状态评估中考虑雄性育种动物数量的重要性。

除了当前的有效种群大小之外，风险程度也与种群发育趋势有关。如上所述，如果种群数量较小，则导致种群迅速灭绝的不利事件或趋势发生的可能性也随之增大。当种群大小超过某个特定值后，这种风险就会比较小（参见下面关于各种风险状态分级阈值的讨论）。种群数量越接近临界值，濒临灭绝的风险也就越小。很显

然,如果种群较小,那么该品系将会面临比较糟糕的前景。一种并发因素便是品系种群增长率经常随时间变化表现出相当大的变动,尤其是在繁育条件不能被严格控制的情况下(Gandini等,2004)。影响种群增长率变化的因素包括市场需求的可变性、疾病模式、动物遗传资源保存计划和保存意识的存在、农业部门总体经济的稳定性以及种群的空间分布和密度。因此,计算在未来的一段时间内种群大小保持在一定范围内的概率,需要面临很多理论和数据困难。尽管如此,当前种群的生长趋势仍然是评估风险状态需要考虑因素。除了总体种群大小和种群增长率以外,种群的风险状态还受到其他因素的影响,例如动物种群的数量,种群的地理密度(影响逆境中的暴露,病害流行),以及一些社会因素,例如农场主饲养育种动物的时间长短等(Woolliams,2004)。

1992年,FAO召开了一个专家咨询会议,来征集风险状态评估的意见。意见倾向于按照有效种群大小(N_e)对品系进行的风险状态分类, N_e 可以通过种群大小的发育趋势,杂交育种的范围,冷冻保存的范围以及家族大小的变化率进行校正。并且提出风险状态评估还应包括畜群的数量以及变化趋势(FAO,1992a)。然而,数据局限性和全球范围内采取统一方法的必要性意味着应该采用一种基于雌性和雄性育种动物数量及其种群发育趋势相对简单的方法。随着获取数据方法的不断完善,提炼考虑上述因素的计算方法将成为可

能,而且通过修正还可以解决不同动物品种的不同时代间隔问题。

为实现规划和区分优先序的目的,将品系按照风险状态类别进行分类是很有用的。FAO所采用的不同风险状态类别之间的数字界限被确定为需要采取行动的指标。1992年发表在《专家咨询》上的一篇文章争论说:种群数量为100~1000育种雌性种群“意味着将面临灭绝的危险。如不采取行动,在大多数情况下,其有效种群大小将不足以防止未来世代的持续性遗传缺失。近亲繁殖程度的增加是不可避免的,从而威胁着动物生命力。无论是自然灾害,如突发性疾病,还是由于人类的忽视,都会给种群带来灾难(FAO 1992b)。进一步讲,如果种群数量小于100将预示着种群已濒临灭绝了。要采取的首要措施必须增加其种群数量。在这种危险水平上,遗传变异通常已经减少,以至于我们不能将现在的种群等同于它的祖先种群”(同上)。

同样,下面的分级标准被FAO采用,用来描述动物品系所面临的风险程度。

- 灭绝品种:是指品种无法重新形成种群的情况。如果没有雄性育种动物(精子),或没有雌性育种动物(卵子),抑或没有受精卵,灭绝是绝对的。
- 濒危品种:是指雌性育种动物的全部种群数量小于100,或雄性育种动物的全部种群数量小于或等于5的品种;或总体种群大小稍大

第四部分

于100,并且正在逐渐减少,纯种的雌性动物所占的百分比小80%的品种。

- 危险品种:是指雌性育种动物的全部种群数量介于100~1000之间,或雄性育种动物的全部种群数量介于5~20之间的品种;或总体种群大小稍大于100,并且正在逐渐增大,纯种的雌性动物所占的百分大于80%的品种;或总体种群大小稍大于1000,并且正在逐渐减小,纯种的雌性动物所占的百分小于80%的品种。
- 濒危保护品种和危险保护品种:是指已通过有效的公众保护计划或在商业或研究机构中被保护的濒危和危险品种。
- 没有危险的品种:是指雌性和雄性育种种群数量分别大于1000和20的品种;或种群数量达到1000,纯种雌性育种动物所占比例接近100%,并且总体种群大小不断增大。

上面提到的FAO体系并不是现存的唯一风险状态分级方法。欧洲动物育种协会——动物遗传数据库(EAAP-AGDB)开发了另一套分级方法,目前在被欧洲农畜育种信息系统所采用(EFABIS)(<http://efabis.tzv.fal.de/>)。它涵盖了46个欧洲国家的水牛、牛、山羊、绵羊、马、驴、猪和兔的品种,基于遗传风险,描述了50年的近亲繁殖的预期累积贡献率($\Delta F-50$)。按照上述公式 $Ne = 4MF / (M+F)$,在其

固有假设条件下进行计算(EAAP-AGDB, 2005)。根据 $\Delta F-50$ 可将某一品种归类为下列五类中的一类:没有危险,小于5%;潜在危险,5%~15%;最小程度的危险,16%~25%;危险,26%~40%;非常危险,大于40%。基于下面一套额外的风险因子,品种可以向更高风险级别转换:与其他品种较高的杂交率;雌性育种动物个体数量的下降趋势;或较低的育种个体数量(同上)。

欧盟根据欧盟指令No. 817/2004宣布了风险状态阈值,为农场主提供激励性资助,以保护危险品种。基于欧盟所有国家雌性育种动物总数进行计算,分别为每种动物建立阈值:牛——7500,绵羊——10000,山羊——10000,马科动物——5000,猪——15000,禽类——25000。并可就提高这些阈值进行进一步讨论。Gandini等人2004年指出在欧洲范围内,一个动物品种如果拥有1000或更多的雄性育种动物,它基本上就可以实现自我维持,但情况也不尽如此,预防一个品种失去自我维持能力要比恢复它更容易(同上)。

国际稀有动物非政府组织也已经开发了一个基于注册的纯种雌性育种动物数量的系统,此系统将品系的优先顺序分为四类:濒危,危险,脆弱,风险(Alderson, 2003)。为避免计算过程过分复杂,理论上应被包括在风险状态评估中的其他因素(育种单元的数量、无关种畜家系的数量、种群趋向、主要育种单元之间的距离)在此系统中被忽略。

参考文献

- Alderson, L. 2003. Criteria for the recognition and prioritisation of breeds of special genetic importance. *Animal Genetic Resources Information*, 33: 1–9.
- Convention on Biological Diversity (CBD). Convention Text. Article 2. Use of Terms. Concluded at Rio de Janeiro, 5 June 1992. (available at www.biodiv.org/convention/convention.shtml).
- EAAP–AGDB. 2005. *Factors used for assessing the status of endangerment of a breed*. European Association of Animal Production – Animal Genetic Data Bank. (available at www.tiho-hannover.de/einricht/zucht/eaap/).
- FAO. 1992a. Monitoring animal genetic resources and criteria for prioritization of breeds, by K. Majjala. In J. Hodges, ed. *The management of global animal genetic resources*, Proceedings of an FAO Expert Consultation, Rome, Italy, April 1992, Animal Production and Health Paper No. 104. Rome.
- FAO. 1992b. The minimum number of preserved populations, by I. Bodó, In J. Hodges, ed. *The management of global animal genetic resources*. Proceedings of an FAO Expert Consultation, Rome, Italy, April 1992, Animal Production and Health Paper No. 104. Rome.
- FAO. 1995. *Global impact domain – animal genetic resources*, by E.P. Cunningham. Rome.
- FAO. 1999. *The global strategy for the management of farm animal genetic resources*. Executive Brief. Rome.
- FAO. 2001. *Preparation of the first report on the state of the world's animal genetic resources. Guidelines for the development of country reports*. Rome.
- FAO. 2003. Defining livestock breeds in the context of community-based management of farm animal genetic resources, by J.E.O. Rege. In *Community-based management of farm animal genetic resources*. Proceedings of the workshop held in Mbabane, Swaziland, 7–11 May 2001. Rome.
- Gandini, G.C., Ollivier, L., Danell, B., Distl, O., Georgoudis, A., Groeneveld, E., Martyniuk, E., van Arendonk, J.A.M. & Woolliams, J.A. 2004. Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livestock Production Science*, 91(1-2): 173–182.
- Hammak, S.P. 2003. *Creating cattle breeds and composites*. College Station Texas. Texas Cooperative Extension, Texas A & M University.
- Köhler-Rollefson, I. 1997. Indigenous practices of animal genetic resource management and their relevance for the conservation of domestic animal diversity in developing countries. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 114: 231–238.
- Lush, J.L. 1994. *The genetics of populations*. Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station. Special Report 94. Ames, Iowa, USA. Iowa State University.
- Woolliams, J.A. 2004. Managing populations at risk. In G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources*, pp. 85–106. *British Society for Animal Science*, Publication 30. Nottingham, UK. Nottingham University Press.

European legislation cited

- COMMISSION REGULATION (EC) No 817/2004 of 29 April 2004 laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No 1257/1999 on support for rural development from the European Agricultural Guidance and Guarantee Fund (EAGGF). http://europa.eu.int/eur-lex/pr/en/oj/dat/2004/l_153/l_15320040430en00300081.pdf
- COUNCIL DIRECTIVE 77/504/EEC of 25 July 1977 on pure- bred breeding animals of the bovine species. http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=EN&numdoc=31977L0504&model=guichett