

·科学论坛·

开展鸟类基因组研究的重要性

李 宁* 陈 越† 杜生明† 崔 拓‡ 马宏健‡

(* 中国农业大学农业生物技术国家重点实验室,北京 100094;

† 国家自然科学基金委员会,北京 100085;‡ 科学技术部基础司,北京 100862)

[摘 要] 本文旨在阐明启动鸟类基因组计划的创意,探讨鸟类基因组计划研究成就可能对整个生命科学研究和全球动物生产的巨大影响。建议在我国尽快启动鸟的基因组研究计划。

[关键词] 鸟类,基因组计划,测序,鸡

鸟类是高等脊椎动物,愈来愈多的考古证据和进化研究表明,鸟类出现在恐龙时代,甚至可能就是恐龙的一个种群进化而来。鸟类飞翔在比海洋还宽广的蓝天,是我们这个美丽星球生态平衡中最重要的一类。对鸟类基因组的研究,目前尚未引起世界上任何国家(包括美国、英国等科技发达国家)的重视,因此没有来得及制定任何鸟类的基因组研究计划,只存在一些零散的研究工作。由于人类基因组计划研究的巨大进展,为其他物种的基因组研究提供了思想方法和奠定了技术基础。因此,在我国启动鸟类基因组计划的时机和研究条件完全成熟,并具有重大的科学意义和经济价值。

1 鸟类分布广泛,具有丰富的遗传资源多样性

鸟类是在恐龙时代出现的物种,具有近2亿年的进化历史^[1]。目前,地球上活着的鸟类有9000多种,分布广泛,遍布世界各个角落,即使在生物稀少的极端环境下,往往也有鸟类生存或栖息,如南极耐寒的企鹅,非洲沙漠耐旱的鸵鸟,青藏高原的苍鹰等。鸟类具有丰富的遗传资源多样性,有的生活在大陆,有的则生活在海洋,有的属涉禽,有的属飞禽。

2 鸟类具有生物界中最重要、最奇特的生命形式

鸟类是生物界中唯一能够在天空中持久翱翔的高等脊椎动物。许多科学问题和重大工程技术难关

是从鸟类的生命形式中得到启迪而取得突破,如航天飞行、极地磁场等。即使是鸟类本身生命科学问题的研究,也有十分重要的科学意义,先后有5位科学家以鸟类为研究对象而获得诺贝尔奖。Rous发现鸟类RSV病毒可以致癌而获得1966年度诺贝尔奖^[2],Temin和Baltimore分离了鸟类RNA病毒的反转录酶而获得1975年度诺贝尔奖^[3],Varmus和Bishop证明鸟类肉瘤病毒中存在致癌基因而获得1989年的诺贝尔奖^[4]。鸟类还有许多生命科学问题亟待解决,如:鸟类具有定位磁场和盲飞的功能;鸟类的卵生和迁飞功能;鸟类的辩色和视觉调控功能;鸟类的高频免疫功能;鸟类的造血与富氧功能等等;我们相信每一个领域的研究突破都有可能获得诺贝尔奖。

3 鸟类是重要的农业经济动物

鸟类中的鸡、火鸡、珍珠鸡、鸭、鹅、鹌鹑、鸵鸟等都是重要的农业禽类。这些动物产品构成了我国畜牧产品中肉类的23%(美国为32%),蛋类的100%,同时还提供羽绒等轻工产品。在动物品种中,鸟类的饲料转化效率最高,大部分物种的料肉比平均可达到2:1(家畜的料肉比平均为4:1)。鸟类基因组研究计划的开展将全面引发家禽育种的革命,大规模改良家禽的生产性状和禽肉、禽蛋等的品质,同时也能保护珍稀禽类的生物多样性。

开展鸟类基因组计划取得的重大突破具有普遍的科学带动意义,将成为科学发展史上的里程碑,从

本文于2002年1月4日收到。

技术上看也是完全可行,原因如下:

(1) 鸟类是基因组极端保守的物种

鸟类有飞禽、涉禽和水禽之分,体格外型变化大,如从体长只有3 cm的蜂鸟到体高高达2 m多的鸵鸟,但身体结构完全一致,这些特性完全不同于哺乳动物。鸟类的基因组十分保守,细胞遗传学早就证明,鸟类的染色体对数均为39—40对,其中都是10对大染色体,其他均为微小染色体。

(2) 鸟类的基因组相对较小

鸟类基因组总长度不到12亿碱基对,略为哺乳动物基因组长度的1/3(大部分哺乳类动物基因组为32亿碱基对左右),但基因组遗传长度一般要比哺乳动物(如人、鼠、猪等)长10%—30%,意味着有更多的遗传重组类型和较高的进化速率。由于基因组小,部分禽类已经作为模式动物并获得很好的研究结果,也就是说一个科学问题要被阐明,在鸟类要相对容易。

(3) 鸟类基因排列与人具有极高的同源性

鸟类基因组大约有3—4万个基因,几乎与人相同。从比较基因组学的结果来看,与猪、鼠等其他物种相比,鸟类基因组上的基因排列顺序与人有最高的同源性^[5]。鸟类的基因组尽管很小,但却携带着同样多的基因,表明鸟类基因组十分经济。例如,鸟类负责免疫功能的基因组是所有物种中最小的,但却能重组出足够多的免疫蛋白类型,表现出较强的防御能力^[6]。

(4) 比较基因组研究表明:鸟类可以作为哺乳类动物的研究模型

鸟类除了卵生繁殖以外,其他生命组成基本与哺乳类相同,尽管卵生是繁殖速度最迅速的形式。比较基因组学的研究表明,鸟类的基因功能与哺乳类几乎一致,生理生化途径也相似,因此是很好的哺乳类动物模型。由于鸟类基因组基本相似,因此物

种间差异可以看作为突变类型,而鸟类物种内突变类型也很多(如鸡已有400多种遗传性疾病模型),因此特别适合研究基因的功能,而这正是“后基因组学”和“基因信息学”的主要研究目标。

鸟类既可以是哺乳动物的疾病模型,也可以是生产模型。显然,研究鸟类基因组能够同时解决哺乳类和鸟类两大物种的科学问题,真正做到“一石二鸟”。鉴于鸟类在进化上的极端保守性,研究整个鸟类的基因组实际上只要选择鸟类中的少数物种。鸟类中鸡种最具有经济价值,因此我们建议在我国尽快开展鸡的基因组计划研究。由于人类基因组计划的完成^[7],积累的信息、技术和策略使得进行其他高等动物基因组研究可以事半功倍。显然,开展鸡基因组研究的时机完全成熟,且能够促进我国养禽业和重大生命科学研究的高速跨越式发展,也是我国基础研究领域中最能体现原始性创新能力的重大科学计划。

参 考 文 献

- [1] Xu X, Wang X L, Wu X. A dromaeosaurid dinosaur with a filamentous integument from the Yixian Formation of China. *Nature*, 1999, **401**: 191—115.
- [2] Martin G S. Rouse Sarcoma Virus: a function required for the maintenance of the transformed state. *Nature*, 1970, **227**: 1 021—1 023.
- [3] Baltimore D. Viral RNA-dependant DNA polymerase. *Nature*, 1970, **226**: 1 209—1 211.
- [4] Varmus H E. Form and function of retroviral proviruses. *Science*, 1982, **216**: 812—821.
- [5] Burt D W, Bruley C, Dunn I et al. The dynamics of chromosome evolution in birds and mammals. *Nature*, 1999, **402**: 411—414.
- [6] Kaufman J, Milne S, Gobel T et al. The chicken B locus is a minimal essential major histocompatibility complex. *Nature*, 1999, **401**: 923—926.
- [7] Lander E S, Linton L M, Birren B et al. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 2001, **409**: 860—921.

IMPACT OF INITIATING AVIAN GENOME PROJECT ON LIFE SCIENCES AND ANIMAL PRODUCTION

Li Ning* Chen Yue[†] Du Shengming[†] Cui Tuo[‡] Ma Hongjian[‡]

(* National Laboratories for Agrobiotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094;

[†]National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085; [‡]The Ministry of Science and Technology of China, Beijing 100862)

Abstract We have elucidated the original intentions and possibilities for initiating avian genome project as well as its significant impact on life science research and animal production. The major milestone contributions for scientific research made from avian species are briefly reviewed. To initiate chicken genome project in our country is proposed.

Key words avian species, genome project, sequencing, chicken