
从亲戚家“拿来”个基因，山羊成功登上青藏高原

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21012.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

从亲戚家“拿来”个基因，山羊成功登上青藏高原。





藏山羊 王小龙供图

青藏高原被誉为地球第三极，其寒冷、低氧、低压和强紫外线的极端环境造就了独特的生物多样性。伴随着人类迁徙与生产活动，一批家养动物也逐渐适应了青藏高原恶劣的生态条件，成为藏区居民不可或缺的生产和生活资料。

近日，西北农林科技大学教授王小龙和姜雨，以及中国农业科学院—国际家畜研究所研究员韩建林等多家单位合作，在西藏山羊基因组中发现了一个新的受选择基因PAPSS2。该基因源于喜马拉雅地区的一种山羊野生近缘物种的基因渗入，这一远古时期的基因渗入事件帮助山羊快速适应了高原严酷的自然环境。相关研究成果发表于《分子生物学与进化》（Molecular Biology and Evolution）。

山羊快速适应青藏高原严酷环境

青藏高原平均海拔达4000 m以上，是世界上海拔最高的高原。尽管地理环境独特，但生活在高原的早期人类在这里驯化和驯养了包括牦牛、藏黄牛藏绵羊、藏山羊、藏猪、藏鸡、藏马和藏獒等家养动物，这些畜禽资源为当地牧民提供了重要的生产和生活资料。

王小龙介绍，由于天然屏障的阻隔，山羊大约在3000-5000年前才由中亚地区一路向东抵达寒风凌冽的青藏高原，虽然这个时间要晚于山羊迁徙至欧洲和东亚的时间，但山羊却在短时间内适应了高原严酷恶劣的自然环境，背后的原因成为科研工作者探究的方向。

韩建林告诉《中国科学报》，大约11000年前，山羊在新月沃地（即今天的西亚、北非地区两河

流域），被远古人类成功驯化。作为古代两河文明的起源地，这里土地肥沃，气候宜人，具备了发展农牧业的先天条件，诞生了世界上最早的山羊、绵羊、猪及大麦和小麦等驯化的动植物。伴随着人类迁徙，这些物种如今到达世界的各个角落，在这一过程中，动物需要尝试适应各种差异化的环境，包括赤道地区的炎热和高原的寒冷缺氧。

从低海拔地区迁徙至高原的山羊究竟如何适应地球第三极——青藏高原寒冷、低氧、低压和强紫外线的恶劣环境？

解析高原家畜对极端环境适应的遗传机制，不仅能够揭示高原环境与遗传多样性的互作机制，还有助于现有高原畜禽遗传资源的挖掘与保护利用，为高原家畜的遗传改良提供理论依据和技术支撑。王小龙解释道。

寻找山羊适应性的根本原因

为了找到山羊适应青藏高原恶劣环境的根本原因，王小龙在团队负责人陈玉林教授的鼓励和支持下，与西藏农牧科学院深入合作，带领团队4次进入藏区，收集到了西藏地区10多个山羊品种的遗传材料和组织样品。

我们和姜雨团队等多家单位合作，搜集了的全球各地多个山羊群体的基因组数据，特别是第三代长片段测序技术的应用帮助我们找到了过去的技术手段未曾发现的基因组信息。王小龙补充道。

他们首先对全球不同海拔分布的家山羊、野生山羊和古代山羊的331个基因组和104个转录组的数据进行分析，并利用PacBio HiFi数据组装了一个染色体水平的藏山羊参考基因组。在定位到关键的受选择基因PAPSS2后，项目组同时利用团队成熟的CRISPR/Cas9方法在细胞中进一步验证了PAPSS2基因的功能。

最终，项目组利用目前获得的最大规模的山羊基因组数据，揭示出了PAPSS2基因不仅是山羊高海拔适应的最关键基因，也是基因渐渗分析中最为显著的基因，这就从多个层面证明了西藏山羊适应高原的能力来源于基因的渐渗。

姜雨解释说，基因交流是自然界较为常见的一种跨物种或种群间的遗传现象，对于家养动物适应性进化具有重要作用。基因渐渗，特指两物种或种群的杂交后代通过与亲本的反复回交，能把一个亲本的某些性状转移或嫁接到另一群体中，具体涉及到某一物种或种群的部分基因向另一物种或种群基因组中的转移和整合。

基因渐渗能打破物种或群体间原有的生殖隔离，从而产生并维持群体内的遗传多样性，促进其快速适应化进化，进而形成新的种群乃至物种，促进物种的传播，在生物进化过程中发挥着重要的作用。

通过进一步分析发现，西藏山羊PAPSS2基因的单倍型与主要分布于喜马拉雅山脉及其周边高海拔地区的捻角山羊的单倍型高度一致。捻角山羊是巴基斯坦的国宝动物，现存数量已不足3000只。

一系列分析表明，这一渗入是由捻角山羊的种间杂交引起，且该渐渗仅存在于高海拔山羊的基因组中，在来源于中国内地的近20多个山羊品种中均未检测到。

挖掘高原家畜遗传资源

这项研究在全基因组水平上对西藏山羊遗传资源进行了系统评估，揭示了西藏山羊高原适应的遗传机制，进一步证实了野生近缘种间的基因渐渗对家畜快速适应极端环境具有十分重要的作用。同时，这项研究成果对高原家畜遗传资源的挖掘、保护及遗传改良都有着十分重要的指导意义。王小龙说。

世界上不同的高原地带均有人类和动植物定居，但他们对高原环境的适应性机制却迥然不同，各地的高地族群在长期演化与适应过程中经历了不同的适应性进变。

例如，安第斯山脉人群是以提升每个红细胞携带氧气的能力进行适应，而我国藏族同胞则是通过增加呼吸次数来有效弥补空气中较低的含氧量。

在动物中也存在类似的现象。一些动物通过漫长的演化，挖掘出了自身适应恶劣环境的遗传潜力而占得一席之地；另一些物种则通过借助与近缘物种的基因交流来快速适应环境。

王小龙认为，相比之下，来源于近亲中的基因渐渗是最直接、最快速的生存之道。在青藏高原，以基因渐渗的方式适应高原环境的方式由来已久研究表明，基因交流广泛存在于古藏人与丹尼索瓦人、藏绵羊与盘羊、藏獒与藏狼、藏黄牛与牦牛间。基因交流的结果使得高原动物更好适应了当地的极端环境。

青藏高原是全球生物多样性、物种多样性和遗传多样性最集中的地区之一，是一座天然的宝库，因此实现青藏高原资源保护和战略性应用意义非常重大。

据王小龙介绍，由于各种条件的限制，众多分布在高原沟壑、雪山、荒漠、密林深处的畜禽遗传资源尚有待深入调查和挖掘。可以预期，正在开展的第三次全国畜禽遗传资源普查工作，将充分利用现代基因组学和遗传学的理论和手段，发掘出一批优异的畜禽新遗传资源。通过进一步的种质创制和新品种培育，将对打好种业翻身仗和推进种业振兴产生重大而长远的意义。（来源：中国科学报 李晨 杨远远）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1093/molbev/msac253>

作者：王小龙等 来源：《分子生物学与进化》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发