

# 草原红牛 及其遗传标记研究

李向阳 著



中国农业科学技术出版社

# 草原红牛 及其遗传标记研究

李向阳 著



中国农业科学技术出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

草原红牛及其遗传标记研究 / 李向阳著. —北京:  
中国农业科学技术出版社, 2015.12  
ISBN978-7-5116-2217-4

I. ①草… II. ①李… III. ①草原—肉牛—遗传标记—研究—中国  
IV. ① S823.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 180280 号

责任编辑 李 雪 徐定娜

责任校对 马广洋

出 版 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109707 82105169 (编辑室)

(010) 82109702 (发行部) (010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 各地新华书店

印 刷 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1 000mm 1/16

印 张 8.25

字 数 130 千字

版 次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

定 价 32.00 元

# 项目简介

本书由以下项目资助：

国家自然科学基金项目：内蒙古东部区布鲁氏菌流行病学调查及分子标记疫苗研究（项目批准号：31260608）；内蒙古自治区高等学校科学技术研究重点项目：布鲁氏菌 16MSUCB 基因缺失株构建及免疫效果的研究（项目编号：NJZZ12117）；内蒙古通辽市校科技合作项目：家畜布鲁氏菌病流行病学调查及防控技术的研究（项目编号：SXZD2012131）。内蒙古自治区自然科学基金项目（2015MS0339）。

# 前 言

我国地方畜禽品种资源丰富，且各具特色，在适应性、繁殖力、肉质等方面具有独特优点。在当今世界各国畜禽品种单一、资源匮乏的形势下，妥善保存、合理利用和开发我国珍贵的地方畜禽资源基因库具有极为重要和现实意义。

畜禽群体的亲缘系统分类是确定品种范围、估计特殊基因资源在特定群体中潜在分布的可能性，判断不同群体中相似性状由相同等位基因（或基因群）控制的可能性，分析群体的遗传适应特点、预测杂交优势，制定品种战略的基本依据之一。现代遗传学认为，杂交亲本间遗传差异越大、血缘关系越远、品系纯度越高的个体间杂交，其后代杂交优势越明显。在选择性育种时，如何选择亲本进行杂交，同时提高杂交的预见性和降低成本就成了一个至关重要的研究课题。遗传标记是动物育种中的一个重要辅助手段，尤其是 DNA 标记不仅多态性丰富，且遗传稳定，不受组织、生理发育阶段及环境的影响，因此越来越受到育种学家的高度重视。根据微卫星 DNA 标记及与性状关系进行牛遗传改良可望识别出优良遗传价值的种畜，获得较大的遗传进展。

遗传标记是基因型的特殊的易于识别的表现形式，是生物分类学、育种学、遗传学和物种起源与进化等研究的主要技术指标之一。

随着遗传学的发展，遗传标记的种类和数量也在不断增加，主要分为 5 种类型，即形态和生理遗传标记、染色体多态性标记、血型多态性标记、蛋白多态性标记和 DNA 分子遗传标记。前 4 种标记都是以基因表达的结果（表现型）为基础，是对基因的间接反映；而 DNA 分子标记则是 DNA 水平遗传变异的直接反映。与表型标记相比，DNA 分子标记具有能对各发育时期的个体、各个组织、器官甚至细胞作检测，既不受环境的影响，

也不受基因表达与否的限制；数量丰富；遗传稳定；对生物体的影响表现“中性”以及操作简便等特点。

Weising 和 Nybom 等（1995）指出，令人满意的理想分子标记必须达到以下几个要求：① 具有高的多态性；② 共显性遗传，即利用分子标记可鉴别二倍体中杂合和纯合基因型；③ 能明确辨别等位基因；④ 在基因组中频繁出现，甚至贯穿整个基因组；⑤ 除特殊位点的标记外，要求分子标记均匀分布于整个基因组；⑥ 选择中性（即无基因多效性）；⑦ 检测手段简单、快速（如实验程序自动化）；⑧ 开发成本和使用成本尽量低廉；⑨ 在实验室内和实验室间重复性好（便于数据交换）；⑩ 容易获得探针或引物已是商品或自己构建和合成比较容易。大多数分子标记为中性标记，不会引起目标性状的表型效应。

DNA 指纹图谱除具有个体特异性外，也有物种特异性，它不仅可用于区分不同物种，也有区分同一物种不同品系的潜力。尤其是在分子遗传学与数量性状 QTL 主基因的识别和定位上，能够进行辅助选择，使育种值更接近于遗传值本身，这将加速动物的遗传改良进程，提高畜牧业的生产效益，更好地为人类服务。

草原红牛是新中国成立后培育的第一个乳肉兼用型品种，育种开始于 20 世纪 50 年代，系采用英国短角牛与当地蒙古牛级进杂交、横交固定和自繁提高等 3 个阶段培育而成，1985 年经国家育种委员会鉴定而正式命名。草原红牛具有生长发育快、生产性能高、适应北方寒冷地区气候条件、耐粗饲、抗逆性强、遗传力稳定、肉质鲜嫩、风味独特，且泌乳性能强等优良特性。草原红牛是增强牛肉及相关产品的国际竞争力，发展我国特色肉牛产业的 brand 优势所在。

通过对草原红牛育种历史父母代的短角牛、蒙古牛，以及对草原红牛杂交育种使用的短角牛、利木赞牛的品种和特性研究，为草原红牛进一步的导入外血，提高生产力等方面进行了有益的探索。

对草原红牛、蒙古牛、夏洛来牛、利木赞牛、西门塔尔牛等 5 个品种

牛微卫星 DNA 多态性分析研究, 计算 5 个品种牛群体内的平均多态信息含量、平均杂合度和群体间的遗传距离, 构建其亲缘关系聚类图, 确定它们之间的亲缘关系, 从分子水平上分析其遗传背景与结构, 为肉用草原红牛新品系育种工作提供理论依据。在此基础上, 以体重、体尺作为衡量牛生长发育指标, 以肉牛线性体型评分方法中肌肉度线性评分性状和屠宰肉用性状作为衡量牛肉用性能的指标, 运用 SPSS 软件中 GLM 分析性状与微卫星标记的关系。旨在为草原红牛品种资源综合开发和利用提供理论依据。

通过对草原红牛种质特性的研究, 为加快草原红牛育种进程, 保护珍贵地方品种提供坚实的理论基础和有效方法。摸索适用于动物基因组的操作简单、快速以及可靠性强、重复性好、费用低廉的分子标记方法。

应用微卫星标记技术对草原红牛、蒙古牛、夏洛来牛、利木赞牛、西门塔尔牛等 5 个品种总计 66 个个体的遗传结构与遗传变异进行了研究。结果表明, 所采用的 8 对微卫星位点均可获得清晰的扩增产物, 产生多态性较丰富的片段, 不同位点所扩增出的条带数目、片段大小不同, 同一条位点在不同品种之间也有较大差异。5 个品种牛中, 草原红牛与西门塔尔牛之间遗传距离最大, 为 0.418 4; 草原红牛与蒙古牛之间遗传距离最小, 为 0.278 6。微卫星位点 IDVGA2、IDVGA46、TGLA44、BM1824、ETH225、BM2113、IDVGA44、IDVGA55 平均 PIC/H 分别为 0.683 1/0.733 7、0.596 3/0.660 2、0.646 2/0.700 1、0.558 1/0.630 2、0.552 9/0.615 8、0.371 1/0.417 4、0.683 1/0.728 4、0.543 1/0.615 3, 以 IDVGA2 的 PIC 和 H 均最高, 是比较理想的微卫星引物。草原红牛、蒙古牛、夏洛来牛、利木赞牛、西门塔尔牛的均值 PIC/H 分别为 0.658 23/0.695 3、0.616 45/0.66 70、0.567 08/0.638 2、0.528 25/0.602 0、0.528 16/0.585 8, 草原红牛的均值 PIC 和 H 都是最高的, 说明草原红牛的遗传潜力巨大。引物 BM1824 在蒙古牛 215bp 和引物 IDVGA46 在草原红牛 249bp 各扩增出一条特异带。

以生长发育、肌肉度线性评分和屠宰肉用性状作为衡量肉用性能的指

标，运用 SPSS 软件中 GLM 分析了 42 头牛 21 个性状与 3 个微卫星关系。结果发现，IDVGA46 等位基因 D（211bp）对肩部、腰厚、大腿肌有负相关，等位基因 B（205bp）对腰厚方面有正相关，草原红牛特异带等位基因 F（249bp）对胸深、坐骨端高等生长性状有正相关；BM1824 等位基因 C（211bp）对腿围性状、净肉率和净肉重性状均有正相关；IDVGA2 等位基因 C（209bp）对牛肉用性能有负相关，研究结果为开展草原红牛标记辅助选择提供了依据。

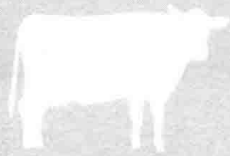


# 目 录

第一章 牛品种历史 .....	1
第一节 牛总论 .....	1
一、物种来源 .....	2
二、生物学特性 .....	4
三、分 布 .....	4
四、分 类 .....	4
五、生长繁殖 .....	9
六、药用价值 .....	10
七、物种人文 .....	11
第二节 短角牛 .....	15
一、育种历史 .....	15
二、体型外貌 .....	15
三、生产性能 .....	16
四、评价与展望 .....	17
第三节 蒙古牛 .....	18
一、原产地 .....	18
二、品种特征 .....	19
三、品种性能 .....	19
第四节 利木赞牛 .....	20
一、产地、地理分布及环境 .....	21
二、品种特征 .....	21
三、品种性能 .....	22
第五节 中国草原红牛品种资源现状 .....	22
一、产地与分布 .....	22

二、品种形成 .....	23
三、体型外貌 .....	24
四、生长发育 .....	25
五、生产性能 .....	26
六、繁殖性能 .....	27
七、适应性能 .....	28
八、草原红牛养殖技术 .....	28
九、评价与展望 .....	31
十、草原红牛育种历史 .....	31
<b>第六节 中国草原红牛之乡通榆：草原红牛发展现状 .....</b>	<b>35</b>
<b>第二章 遗传标记文献综述 .....</b>	<b>39</b>
<b>第一节 分子遗传标记发展历史及进展 .....</b>	<b>39</b>
一、基于 Southern 杂交技术的分子标记 .....	39
二、以 PCR（聚合酶链式反应）为基础的分子标记 .....	40
<b>第二节 微卫星标记技术的研究历史、原理及进展 .....</b>	<b>43</b>
一、微卫星标记概念 .....	43
二、微卫星 DNA 的发现及命名 .....	45
三、微卫星 DNA 多态性及其机理 .....	46
四、微卫星标记在牛的遗传育种中的研究进展和历史 .....	50
<b>第三章 实验部分 .....</b>	<b>56</b>
<b>第一节 草原红牛微卫星 DNA 多态性研究 .....</b>	<b>56</b>
一、仪器与材料 .....	56
二、实验方法 .....	57
三、数据分析 .....	63
四、结果与讨论 .....	65

第二节 草原红牛生长发育和肉用性能微卫星标记的研究 .....	89
一、仪器与材料 .....	90
二、方 法 .....	90
三、数据分析 .....	90
四、结果与讨论 .....	92
五、结 语 .....	101
参考文献 .....	102
附 录 .....	108
附录 1 主要试剂的配制 .....	108
附录 2 中国草原红牛（执行标准 DB22/958-2002） .....	110
附录 3 英文缩写词表 .....	117



# 第一章 牛品种历史

## 第一节 牛总论

牛科动物起源于中新世（开始于 2 300 万年前至 533 万年前），是由原古鹿类分化的一支混杂而进步的支系，在上新世和更新世，向着很多复杂的适应辐射方向发展，欧亚大陆是它们早期发展的区域，以我国为中心的亚洲中部和东部地区是早期偶蹄类辐射的中心地区，很多牛科动物的化石在我国的上新世和更新世的地层中被发现，包括原始牛、水牛、野牛、羚羊和转角羚羊等。

在中新世时期的北美洲出现了叉角羊，是牛类分化出来的一支，体形似鹿，它们既有扁平而弯曲且不脱落的角，又有鹿角似的分叉结构，至今大部分种类已经绝灭，仍然生活在北美洲大陆的叉角羚则是叉角羊分化中残存的种类，被看作是介于鹿类与牛和羊类之间的一个类型。

在牛科动物中，一般将牛属、水牛属、倭水牛属、非洲野牛属和野牛属的动物通称为牛类，共有大约 16 种。牛类是哺乳动物中最后出现的一个类群，很可能起源于原始的羚羊类，随着进化过程，体形演变为高大而健壮，四肢粗壮，达到顶点的便是非洲野牛属和野牛属。牛类的共同特点是雄兽和雌兽头上都有表面光滑的角，并且紧靠着枕骨的两侧长出，角的基部远远地分开，吻边没有毛，尾巴较长，末端有簇毛串，眼睛前面和趾间没有臭腺，雌兽有 4 个乳头。

牛属中共有 8 种，其中包括家牛和它的祖先原牛和瘤牛。牛（Bovini）是牛族，为牛亚科下的一个族。染色体数 56 的野牛和 60 对黄牛，58 染色体的大额牛，杂交有可育后代，为哺乳动物，容易发生罗伯逊易位（丝粒融合）改变染色体数降低生育率，草食性，部分种类为家畜（包含家牛、黄牛、水牛和牦牛等）。体型粗壮，部分公牛头部长有一对角。

牛的分类如下。

中文学名：牛

英文学名：公牛 bull 母牛 cow 小牛 calf 牛 ox 奶牛 milkcow

界——动物界

门——脊索动物门；亚门——脊椎动物亚门

纲——哺乳纲；亚纲——真兽亚纲

目——偶蹄目 (Artiodactyla)；亚目——反刍亚目

科——牛科；亚科——牛亚科

族——牛族；属——牛属 (Bos)，水牛属 (Bubalus)

亚属——牛亚属；种——黄牛，水牛，瘤牛

分布区域——世界各地

## 一、物种来源

### (一) 起源与驯化

根据出土的牛颅骨化石和古代遗留的壁画等资料，可以证明普通牛起源于原牛 (Bos primienius)，在新石器时代开始驯化。原牛的遗骸在西亚、北非和欧洲大陆都有发现。

多数学者认为，普通牛最初驯化的地点在中亚，以后扩展到欧洲、中国和亚洲。亚洲是野牛原种的栖息地，迄今仍有许多在原地生活于野生状态中，而在欧洲和北美则除动物园和保护区尚存少数外，野牛已绝迹。中国黄牛的祖先原牛的化石材料也在南北许多地方发现，如大同博物馆陈列的原牛头骨，经鉴定距今已有 7 万年。安徽省博物馆保存的长约 1 m 的骨心，是在淮北地区更新世晚期地层中发掘到的。此外，在东北的榆树县也发掘到原牛的化石和万年前牛的野生种遗骨。

驯化了的普通牛，在外形、生物学特性和生产性能等方面都发生了很大变化。野牛体躯高大 (体高 1.8 ~ 2.1 m)、性野，毛色单一、多为黑色或白色，乳房小、产乳量低、仅够牛犊食用。经驯化后的牛体型比野牛小 (体高在

1.7 m 以下), 性情温驯, 毛色多样, 乳房变大, 产乳量和其他经济性能都大大提高。明陈继儒《大司马节寰袁公(袁可立)家庙记》:“冠归农, 剑买牛。繙图史, 凿田畴, 睢阳世世如金瓯。”

## (二) 其他起源

关于其他牛种的起源问题, 凯勒(1909)曾认为印度瘤牛系由爪哇野牛驯化而来, 但据近代对颅骨类型和角型的研究, 以及对瘤牛与普通牛杂交能产生后代并育成新品种的分析, 证明瘤牛也起源于原牛, 其在南亚驯化的时间大致与普通牛相同或稍迟。

中国古书记载的“牛”, 即现代的瘤牛中国水牛的毛色、颅骨和角形等特征(图 1-1)。



图 1-1 中国水牛

同印度野水牛极相似, 以前学者都认为中国水牛起源于印度的野生平角水牛——亚尼水牛(*Bubalus arne*)。但对华北、东北、内蒙古自治区(以下简称内蒙古)以及四川等地更新世不同时期地层中发掘出的不下 7 个水牛种的化石研究, 可证明其中至少有 1~2 种后来进化而成为现代的家水牛。

中国水牛起源于南方。这可能是由于更新世晚期亚洲北部受冰川侵袭, 使原属热带性气候的黄河流域以北广大地区变得高寒, 以致古代水牛等动物被迫向南方迁移的结果。中国牦牛系由野牦牛驯化而来。至今青海省的海北、海南

高寒地区和藏北高原海拔 4 000 ~ 5 000 m 高山峻岭, 以及蒙古和俄罗斯的西伯利亚东北部仍有野牦牛分布。

## 二、生物学特性

依不同牛种(属)而异。其共同点为牙齿 32 枚, 其中有门齿 8 枚, 上下臼齿 24 枚, 无犬齿。上颌无门齿, 只有齿垫。胃分瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃等 4 室, 以瘤胃最大, 反刍。蹄分两半。鼻颈光滑湿润, 如出现干燥, 即为患病的征兆。单胎, 双胎率一般仅占 1% ~ 2.3%。除高寒地区的牦牛因终年放牧, 受气候影响, 属季节性发情外, 舍饲的牛一般均为常年多次发情, 四季均可。发情周期基本都相似, 平均 21 d 左右。

## 三、分 布

依次为巴西: 13 302 万头(其中水牛 72 万头); 美国: 11 404 万头; 中国: 7 808 万头(其中水牛 1 900 万头, 牦牛约 1 300 万头)。印度养牛头数虽多, 但由于宗教习俗等原因, 生产性能较低。

## 四、分 类

### (一) 常见种类

普通牛(*Bostaurus*): 分布较广, 数量极多, 与人类生活关系极为密切。

牦牛(*B.run-niens*): 毛长过膝, 耐寒耐苦, 适应高原地区氧气稀薄的生态条件, 是中国青藏高原的特有畜种, 所产奶、肉、皮、毛, 是当地牧民的重要生活资源。

野牛(*Bison*): 如美洲野牛(*B.bison*)、欧洲野牛(*B.bonassus*)等。可与牛属中的普通牛种杂交, 产生杂交优势和为培育新品种提供有用基因。

水牛(*Bubalusbubalus*): 是水稻地区的主要役畜, 在印度则兼作乳用。

黄牛(*Bostaurusdomestica*): 角短, 皮毛多为黄褐色或黑色, 毛短。多用来耕地或拉车, 肉供食用, 皮可以制革, 是重要役畜之一。

## (二) 品种发展

驯化的牛，最初以役用为主。以后，特别是 18 世纪以后，随着农业机械化的发展和消费需要的变化，除少数发展中国家的黄牛仍以役用为主外，普通牛经过不断的选育和杂交改良，均已向专门化方向发展。如英国育成了许多肉用牛和肉、乳兼用品种；欧洲大陆国家则是大多数奶牛品种的主要产地。英国的兼用型短角牛传入美国后向乳用方向选育，又育成了体型有所改变的乳用短角牛。

现代牛的生产类型可分以下 4 种：

乳用品种：主要包括荷斯坦牛、爱尔夏牛、娟姗牛、更赛牛等。

肉用品种：主要包括海福特牛短角牛、阿伯丁-安格斯牛、夏洛来牛、利穆赞牛、皮埃蒙特牛、契安尼娜牛、林肯红牛、无角红牛、格罗维牛、德房牛、墨利灰牛，以及近代用瘤牛与普通牛杂交育成的一些品种，如婆罗门牛、婆罗福特牛、婆罗格斯牛、圣赫特鲁迪斯牛、肉牛王、帮斯玛拉牛和比法罗牛等。

兼用品种：主要包括兼用型短角牛、西门塔尔牛、瑞士褐牛、丹麦红牛、安格勒牛、辛地红牛、沙希华牛和中国的，以及用兼用型短角牛和瑞士褐牛分别改良蒙古牛和新疆伊犁牛而育成的草原红牛和新疆褐牛等。

役用品种：主要有中国的黄牛和水牛等。有的黄牛也可役肉兼用，如中国的南阳牛，秦川牛和鲁西牛等。20 世纪 70 年代前水牛在中国一些地方也乳役兼用。

此外，有些国家还培育成一种强悍善斗的斗牛，主要供比赛用。除西班牙广泛饲养外，其他一些国家如墨西哥、秘鲁、葡萄牙等也有饲养。关于中国的黄牛品种其中南阳牛、晋南牛、延边牛、秦川牛、鲁西黄牛、是我国五大名贵牛种。

### 1. 西门塔尔牛

(1) 原产地及分布。西门塔尔牛原产于瑞士西部的阿尔卑斯山区，主要产地为西门塔尔平原和萨能平原。在法、德、奥等国边邻地区也有分布。西门塔尔牛占瑞士全国牛只的 50%、奥地利占 63%、前西德占 39%，现已分布到很



多国家，成为世界上分布最广，数量最多的乳、肉、役兼用品种之一。

(2) 外貌特征(图 1-2)。该牛毛色为黄白花或淡红白花，头、胸、腹下、四肢及尾帚多为白色，皮肤为粉红色，头较长，面宽；角较细而向外上方弯曲，尖端稍向上。颈长中等；体躯长，呈圆筒状，肌肉丰满；前躯较后躯发育好，胸深，尻宽平，四肢结实，大腿肌肉发达；乳房发育好，成年公牛体重平均为 800 ~ 1 200 kg，母牛 650 ~ 800 kg。

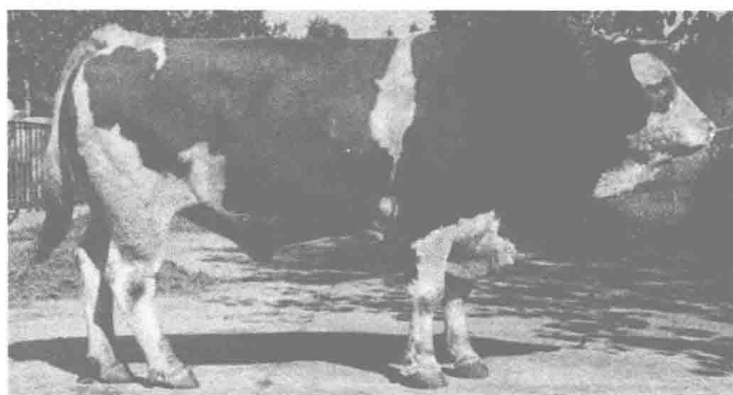


图 1-2 西门塔尔牛

(3) 生产性能。西门塔尔牛乳、肉用性能均较好，平均年产奶量为 4 070 kg，乳脂率 3.9%。在欧洲良种登记牛中，年产奶 4 540 kg 者约占 20%。该牛生长速度较快，均日增重可达 1.0 kg 以上，生长速度与其他大型肉用品种相近。胴体肉多，脂肪少而分布均匀，公牛育肥后屠宰率可达 65% 左右。

成年母牛难产率低，适应性强。总之，该牛是兼具奶牛和肉牛特点的典型品种。

(4) 西门塔尔牛与我国黄牛杂交的效果。我国自 20 世纪初就开始引入西门塔尔牛，到 1981 年我国已有该纯种牛 3 000 余头，杂交种 50 余万头。西门塔尔牛改良各地的黄牛，都取得了比较理想的效果。实验证明，西杂一代牛的初生重为 33 kg，本地牛仅为 23 kg；平均日增重，杂种牛 6 月龄为 608.09 g，18 月龄为 519.9 g，本地牛相应为 368.85 g 和 343.24 g；6 月龄和 18 月龄体重，杂种牛分别为 144.28 kg 和 317.38 kg，而本地牛相应为 90.13 kg 和 210.75 kg。

在产奶性能上，从全国商品牛基地县的统计资料来看，207 d 的泌乳量，