

# 青藏高原青海地区牛和牦牛血红蛋白的多态性研究\*

张才骏

(青海畜牧兽医学院)

多态性 (Polymorphism) 一般用于表示群体内的遗传变异, 意味着在同一群体内存在着 2 种或 2 种以上的不连续类型, 而且他们的基因频率不只是靠频发的突变来维持的。随着电泳技术的不断完善和精确化, 动物体内的许多蛋白质多态性已被揭示。人们已经利用它们进行品种起源追溯, 亲子关系鉴别, 作为间接性状的生物标记进行早期选择等等 (Жебровский, 等, 1979)。

血红蛋白 (Hb) 是动物体内具有携氧功能的特殊蛋白质。自从 Cabannes 等 (1955) (转引自佐佐木清纲, 1982) 用纸上电泳法在阿尔及利亚牛中首次发现有 2 种 Hb 变异体 (HbA 和 HbB) 以来, 各国学者对牛 Hb 的品种特点、地区差异及其与生产性能、繁殖性状、抗病力和生态环境适应性方面进行了广泛的研究。目前, 已经发现牛有 10 种以上的成年 Hb 变异体: A、B、C、D、E<sub>muk</sub>、G、I、Khillali、Bali、Cuttock 等。

青藏高原号称世界屋脊, 生活着本地黄牛、牦牛以及它们的杂种犏牛, 同时还有不断引入的欧洲血统牛, 如黑白花、西门塔尔、褐牛等。对于这些牛的 Hb 多态性尚有待于探索和研究。本文旨在研究青藏高原青海地区各牛种的 Hb 多态性特性, 以期为高原原始牛种的品种基因库和牛种改良积累必要的实验资料。

## 一、材料与方 法

**实验动物:** 青藏高原青海省各牛种 1418 头, 其中牦牛 (*Poëphagus grunniens*) 407 头生活在海拔 3200 米以上的大通、贵德、兴海和达日县的高山草场; 新疆褐牛 297 头为海拔 3000—3100 米的贵南牧场; 土种黄牛 182 头系海拔 2200—3000 米的西宁市、互助、化隆和贵南县的自繁牛群; 杂种牛 40 头为互助县的改良牛群; 黑白花牛 392 头和西门塔尔牛 41 头皆生活在海拔 2000—2500 米的西宁市和海东地区 (新疆褐牛、土种黄牛、杂种牛、黑白花牛和西门塔尔牛均为 *Bos taurus* 各品种); 犏牛 (*P. grunniens* × *B. taurus*) 59 头系湟源和互助县的杂种一代牛。

本文 1987 年 4 月 10 日收到。

\* 本院王荣鑫、马森、王应安、杨恒顺、何宝祥、张旭静等老师以及李清军、吴志强、刘水峰、马睿麟、邢建军、马龙、韩乐、郭志宏等同志参加部分牛的采血工作或提供部分血样, 特此致谢。

测定时间: 1983年8月至1986年6月。

实验方法: 所有动物皆于清晨出牧或饲喂前从颈静脉采取血样。血样用双草酸盐或 EDTA-Na<sub>2</sub> 抗凝,按氯仿法制备 Hb 溶血液,以醋酸纤维素薄膜电泳法分离各 Hb 成分。土种黄牛、引进牛及其杂种按佐佐木清纲(1982年)记述的标准进行 Hb 分型,牦牛和犏牛的 Hb 根据区带的泳动速度、着色深浅、清晰度,并参照黄牛的 Hb 分型标准加以定型。

## 二、结 果

### 1. 牦牛

均分离出快、慢2条区带。快带的泳动速度与黄牛的 HbA 相似,慢带则较 HbA 为慢。绝大多数牦牛(402头,占98.77%)的快带与慢带的相对比例为6:4,个别牦牛为3:7(2头,占0.49%),或9:1(3头,占0.74%)。如果将快带以F表示,慢带以S表示,浓染带以符号“+”表示,淡染带以“-”表示,则牦牛 Hb 有3种表型: HbFS、HbF<sup>-</sup>S<sup>+</sup> 和 HbF<sup>+</sup>S<sup>-</sup> (图1),其中 HbFS 型占绝对优势。各地区牦牛的 Hb 表型分布见表1。

表1 牦牛血红蛋白表型分布

Table 1 The distribution of the haemoglobin phenotype for yak

调查地点 Site	样本数 No. of samples	血 红 蛋 白 表 型 Haemoglobin phenotypes		
		FS	F <sup>-</sup> S <sup>+</sup>	F <sup>+</sup> S <sup>-</sup>
贵 德 Guide	112	110 (98.21)*	2 (1.79)	0 (0)
兴 海 Xinghai	126	124 (98.41)	0 (0)	2 (1.59)
达 日 Darlag	99	98 (98.99)	0 (0)	1 (1.01)
大 通 Datong	70	70 (100.00)	0 (0)	0 (0)
合 计 Total	407	402 (98.77)	2 (0.49)	3 (0.74)

\* 括号内的数字为百分率。表3、4同。

\* The number in brackets is a percentage.

### 2. 土种黄牛

分离出泳动速度快的 HbB、慢的 HbA 和介于两者之间的 HbC 3种变异体,显现出 HbAA、HbAB 和 HbAC 3种基因型(图2),其中 Hb<sup>A</sup> 基因频率最高,为0.9011, HbAA 型为优势基因型,占80.22%。各测定点黄牛的 Hb 基因型分布和基因频率见表2。

### 3. 新疆褐牛

与土种黄牛一样,分离出 HbA、HbB 和 HbC 3种变异体,有 HbAA、HbAB 和 HbAC 3种基因型,其中 Hb<sup>A</sup> 基因频率最高(0.9276), HbAA 型为优势基因型

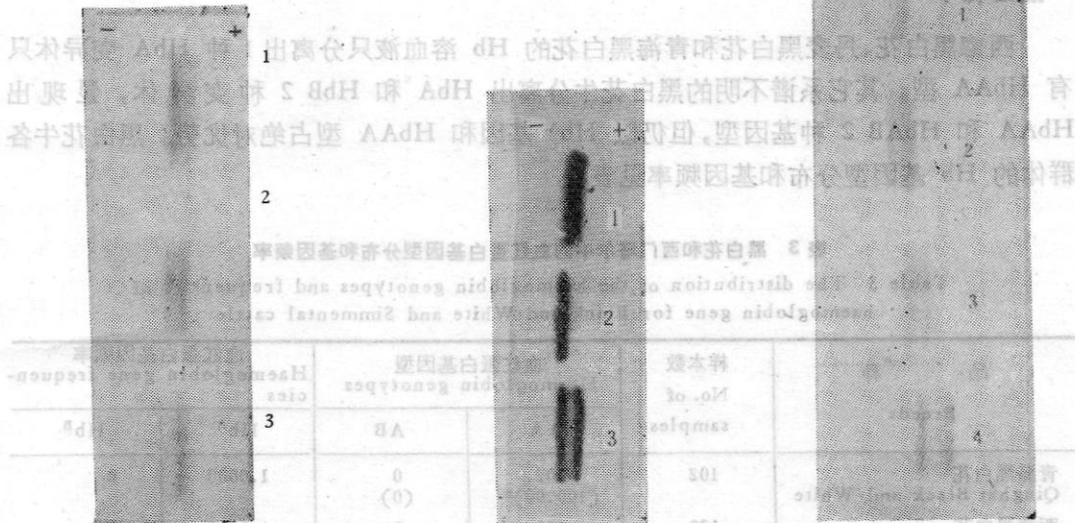


图1 青海牦牛 Hb 的电泳图谱  
Fig. 1 Electrophoretogram of haemoglobin from Qinghai yaks  
1. HbF<sup>-</sup>S<sup>+</sup>; 2. HbFS;  
3. HbF<sup>+</sup>S<sup>-</sup>.

图2 青海土种黄牛的 Hb 基因型  
Fig. 2 Haemoglobin genotypes of Qinghai native yellow cattle.  
1. HbAC; 2. HbAA;  
3. HbAB.

图3 青海犏牛 Hb 电泳图谱  
Fig. 3 Electrophoretogram of haemoglobin from yak-cattle hybrid.  
1. HbA'A'; 2. HbFS;  
3. HbA'C'; 4. HbA'B'.

表2 青海本地黄牛、新疆褐牛和杂种牛的血红蛋白基因型分布和基因频率

Table 2 The distribution of the haemoglobin genotypes and the frequency of haemoglobin genes for Qinghai native yellow, Xinjian brown and crossbred cattle

品种 Breeds	调查地点 Site	样本数 No. of samples	血红蛋白基因型 Haemoglobin genotype			血红蛋白基因频率 Haemoglobin gene frequencies		
			AA	AB	AC	Hb <sup>A</sup>	Hb <sup>B</sup>	Hb <sup>C</sup>
本地黄牛 Qinghai native yellow	西宁、化隆 Xining Hualong	58	42 (72.41)	14 (24.14)	2 (3.45)	0.8621	0.1207	0.0172
	互助 Huzhu	84	67 (79.76)	15 (17.86)	2 (2.38)	0.8988	0.0893	0.0119
	贵南 Guinan	40	37 (92.50)	3 (7.50)	0 (0)	0.9625	0.0375	0
	合计 Total	182	146 (80.22)	32 (17.58)	4 (2.20)	0.9011	0.0879	0.0110
新疆褐牛 Xinjiang brown	贵南牧场 Guinan Farm	297	254 (85.52)	41 (13.81)	2 (0.67)	0.9276	0.0690	0.0034
杂种牛 Crossbred	互助 Huzhu	40	32 (80.00)	8 (20.00)	0 (0)	0.9000	0.1000	0

(85.52%)(表 2)。

#### 4. 黑白花牛

西德黑白花、丹麦黑白花和青海黑白花的 Hb 溶血液只分离出 1 种 HbA 变异体只有 HbAA 型, 其它系谱不明的黑白花牛分离出 HbA 和 HbB 2 种变异体, 显现出 HbAA 和 HbAB 2 种基因型, 但仍以 Hb<sup>A</sup> 基因和 HbAA 型占绝对优势。黑白花牛各群体的 Hb 基因型分布和基因频率见表 3。

表 3 黑白花和西门塔尔牛的血红蛋白基因型分布和基因频率

Table 3 The distribution of the haemoglobin genotypes and frequencies of haemoglobin gene for Black and White and Simmental cattle

品 种 Breeds	样本数 No. of samples	血红蛋白基因型 Haemoglobin genotypes		血红蛋白基因频率 Haemoglobin gene frequen- cies	
		AA	AB	Hb <sup>A</sup>	Hb <sup>B</sup>
青海黑白花 Qinghai Black and White	102	102 (100.00)*	0 (0)	1.0000	0
西德黑白花 German Black and White	139	139 (100.00)	0 (0)	1.0000	0
丹麦黑白花 Danish Black and White	66	66 (100.00)	0 (0)	1.0000	0
其它黑白花 Other Black and White	85	80 (94.12)	5 (5.88)	0.9706	0.0294
黑白花(合计) Black and White (total)	392	387 (98.72)	5 (1.38)	0.9936	0.0064
西门塔尔 Simmental	41	27 (65.85)	14 (34.15)	0.8293	0.1707

#### 5. 西门塔尔牛

分离出 HbA 和 HbB 2 种变异体, 显现出 HbAA 和 HbAB 2 种基因型, 其中 Hb<sup>A</sup> 基因和 HbAA 型占优势(表 3), 分别为 0.8293 和 65.85%。

#### 6. 杂种牛

分离出的 Hb 变异体和组成的基因型与西门塔尔牛相同(表 2)。

#### 7. 犏牛

分离出 4 种 Hb 成分, 其中前 3 种的泳动速度依次与黄牛的 HbB、HbC 和 HbA (牦牛的 HbF) 相当, 另 1 种的泳动速度最慢, 与牦牛的 HbS 相当。它们组成 4 种电泳模式, 其中 3 种与黄牛的 HbAA、HbAB 和 HbAC 型相似, 另 1 种与牦牛的 HbFS 型相同。但是, 犏牛的前 3 种 Hb 区带与黄牛的 HbA、HbB 和 HbC 不同, 它们均由 1 条浓染带紧连着的淡染阴影区共同组成。因而, 将这 3 条区带分别称为 HbA'、HbB' 和 HbC', 以资与黄牛的相区别。这样, 犏牛的 Hb 电泳图谱可表述为 HbA'A'、HbA'B'、HbA'C' 和 HbFS 型 4 种(图 3)。表型分布的情况与黄牛相似, 以 HbA'A' 为优势表型(83.05%)(表 4)。

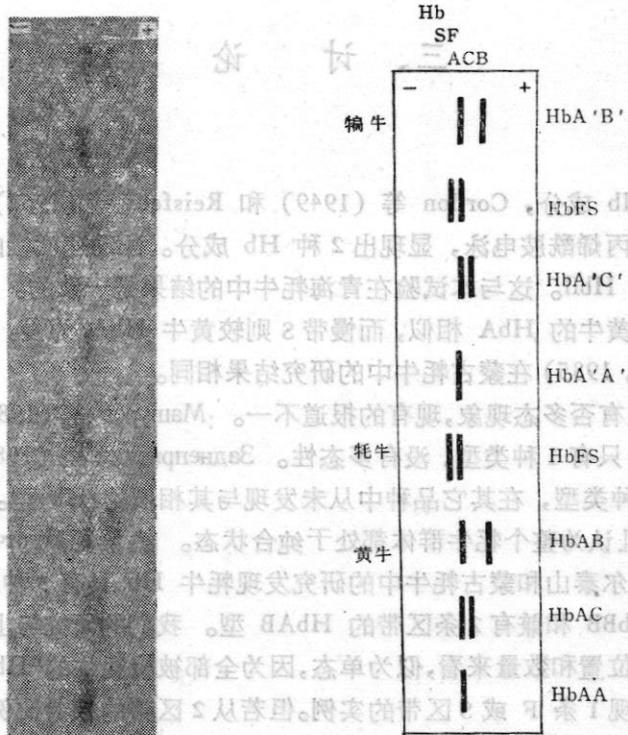


图4 犏牛、牦牛和黄牛的Hb电泳图谱比较

Fig. 4 Comparison between the electrophoretogram of haemoglobin from yak-cattle hybrid, yaks and yellow-cattle.

表4 犏牛的血红蛋白表型分布

Table 4 The distribution of haemoglobin phenotypes for yak-cattle hybrid

调查地点 Site	样本数 No. of samples	血 红 蛋 白 表 型 Haemoglobin phenotypes			
		A'A'	A'B'	A'C'	FS
湟源 Huangyuan	35	28 (80.00)*	2 (5.71)	2 (5.71)	3 (8.58)
互助 Huzhu	24	21 (87.50)	3 (12.50)	0 (0)	0 (0)
合计 Total	59	49 (83.05)	5 (8.48)	2 (3.39)	3 (5.08)

青海本地黄牛、新疆褐牛、黑白花、西门塔尔牛以及它们的杂种牛群体 Hb 基因型的观察值与理论值之间均无显著差异，符合 Hardy-Weinberg 遗传平衡法则，表明所测群体 Hb 位点处于平衡状态。

各牛种 Hb 的电泳图谱比较见图 4。

### 三、讨 论

#### 1. 牦牛的 Hb 型

关于牦牛的 Hb 成分, Cordon 等 (1949) 和 Reisfeld 等 (1962) (转引自张容昶, 1985) 用琼脂和聚丙烯酰胺电泳, 显现出 2 种 Hb 成分。泳动速度慢的区带称 HbI, 泳动速度快的区带称 HbII。这与本试验在青海牦牛中的结果是一致的。从泳动速度来看, 青海牦牛 HbF 与黄牛的 HbA 相似, 而慢带 S 则较黄牛 HbA 为慢。这与 Соломонов 等 (转引自张容昶, 1985) 在蒙古牦牛中的研究结果相同。

至于牦牛 Hb 有否多态现象, 现有的报道不一。Машуров 等 (1984) 在布里亚特牦牛群体中发现 Hb 只有 1 种类型, 没有多态性。Заднепрятский 等 (1985) 指出, 牦牛的 Hb 纯粹是另外 1 种类型, 在其它品种中从未发现与其相似的 Hb 型。他将牦牛的 Hb 型称为 HbAA<sub>x</sub>, 且认为整个牦牛群体都处于纯合状态。然而, Мкртчян (1975)、Жанчив, (1980) 在阿尔泰山和蒙古牦牛中的研究发现牦牛 Hb 具有 3 种表型: 仅有 1 条区带的 HbAA、HbBB 和兼有 2 条区带的 HbAB 型。我们的研究与上述记载不完全相同。如果从区带的位置和数量来看, 似为单态, 因为全部被检牦牛的 Hb 均由 F 与 S 2 条区带组成。没有出现 1 条 F 或 S 区带的实例。但若从 2 区带的相对比例来看则可区分出 HbFS、HbF<sup>-</sup>S<sup>+</sup> 和 HbF<sup>+</sup>S<sup>-</sup> 3 种表型。实质上这是量多态性 (quantitative polymorphism) 的表现形式。由此似可假设青海牦牛 Hb F 和 S 2 区带分别由 2 个主基因 F 和 S 支配, 另外还存在着 1 对 (或 1 组) 修饰基因 (modifying genes) 调整着 Hb 2 种成分的产量, 使牦牛 Hb 出现上述 3 种表型。因为修饰基因的表现形式并不遵循孟德尔遗传规律, 不能用经典的遗传学方法去分析, 因而牦牛 Hb 2 种成分相对比例变化的遗传规律尚不清楚。

#### 2. 本地黄牛的 Hb 型

从实验结果可以看出, 青海本地黄牛 Hb 的多态性特征是由 HbA、HbB 和 HbC 3 种变异体组成 HbAA、HbAB 和 HbAC 3 种基因型, 也即受到复等位基因 Hb<sup>A</sup>、Hb<sup>B</sup> 和 Hb<sup>C</sup> 的支配, 其中 Hb<sup>A</sup> 为优势基因 (0.9011), 其余 2 种不仅频率较低 (分别为 0.0879 和 0.0110), 而且以杂合子 HbAB 和 HbAC 的形式表现出来。青海本地黄牛 3 个复等位基因的频率与 Han, 等 (1982) 在朝鲜牛中的调查结果相似 (Hb<sup>A</sup>0.894, Hb<sup>B</sup>0.092, Hb<sup>C</sup>0.014), 也与武彬等 (1986) 在我国秦川牛中的研究结果相近 (Hb<sup>A</sup>0.8372, Hb<sup>B</sup>0.1000, Hb<sup>C</sup>0.0625)。如果从复等位基因的性质以及优势基因方面来分析, 青海本地黄牛与我国晋南牛、南阳牛 (武彬等, 1986)、台湾牛和日本褐牛 (大石等, 1968, 转引自佐佐木清刚, 1982; Abe, 1971) 具有同样的特点, 即由 Hb<sup>A</sup>、Hb<sup>B</sup> 和 Hb<sup>C</sup> 3 种复等位基因构成多态性, 以 Hb<sup>A</sup> 为优势基因, 这可能就是亚洲东部黄牛 Hb 多态性的特征。即使是生活在青藏高原的黄牛也不例外, 本试验的结果就是明证。至于在青海本地黄牛中为什么没有发现 HbB 和 HbC 纯合子以及 HbBC 型杂合子, 它们与高原生态环境的选择作用有否关系, 均是有待探索的生物现象。

### 3. 新疆褐牛的 Hb 型

新疆褐牛是以瑞士褐牛为主要父系与新疆本地黄牛杂交培育成的乳肉兼用品种牛,于1983—1984年引入青海,饲养在海拔3000—3100米的贵南莫戈滩。对于褐牛的Hb型,世界上多数国家报道有Hb<sup>A</sup>和Hb<sup>B</sup>2种变异体,而没有Hb<sup>C</sup>变异体,其Hb<sup>A</sup>基因频率在0.81—0.92之间(Wegner, 1967; Piljko等, 1971; Georgescu, 1973; Kamenetskaya, 1973; Hierl, 1980; Samarineanu等, 1984),唯Perez等(1979)报道瑞士褐牛Hb<sup>A</sup>频率为0.42。本试验结果表明,新疆褐牛由于导入了新疆本地牛的血液,增加了新的等位基因Hb<sup>C</sup>,因而它的Hb多态性由Hb<sup>A</sup>、Hb<sup>B</sup>和Hb<sup>C</sup>3种复等位基因组成,但它们的Hb<sup>A</sup>基因频率仍与多数学者在褐牛上的报道相似(0.9276),是优势基因。新疆褐牛Hb多态性的特征无论在Hb等位基因的特点、基因频率,或者在基因型分布上均与青海本地黄牛十分相似。由此可见,育成的新疆褐牛在Hb位点上呈现的多态现象也具有亚洲东部黄牛的征。

### 4. 黑白花牛的 Hb 型

据报道,大部分欧洲牛其中包括黑白花牛只有Hb<sup>A</sup>变异体而没有Hb<sup>B</sup>和其它变异体。本试验调查的黑白花牛有引进的联邦德国黑白花、丹麦黑白花,也有在青海高原上培育的青海黑白花牛以及其它品系不明的黑白花牛。从试验的结果可以看出,西德黑白花、丹麦和青海黑白花牛均只有1种Hb<sup>A</sup>变异体,显现出1种Hb<sup>AA</sup>型,而其它品系不明的黑白花牛有Hb<sup>A</sup>和Hb<sup>B</sup>2种变异体,显现出Hb<sup>AA</sup>和Hb<sup>AB</sup>2种基因型,推测后者的祖先中可能有含Hb<sup>B</sup>变异体的其它品种牛的血液。

### 5. 西门塔尔牛的 Hb 型

本试验所测的西门塔尔牛的Hb变异体及其基因频率与波兰(Michalak, 1968; Studziski等, 1967)、苏联(Sinyuk, 1972; Sokol等, 1973; Koval, 1973)、联邦德国(Wegner, 1967)等国的试验结果相似,有Hb<sup>A</sup>和Hb<sup>B</sup>2种变异体,显现出Hb<sup>AA</sup>和Hb<sup>AB</sup>2种基因型,其中Hb<sup>A</sup>为优势基因,但Hb<sup>A</sup>基因频率略低于上述国家(青海西门塔尔为0.8293,波兰的为0.86—0.89,苏联的为0.86—0.89,联邦德国的为0.90)。Hb基因频率的这种改变是否与高原低氧生态环境的选择作用有关,尚待深入探讨。

### 6. 犏牛的 Hb 型

犏牛系牦牛与黄牛的种间杂种,具有明显的杂种优势,但它雄性不育,雌性回交后的生产性能显著退化,致使犏牛的优良性状无法通过育种手段固定下来。近年来人们从细胞遗传学、生物化学角度探讨犏牛及其双亲的特性,以期对牦牛改良提供有益的参数。李孔亮等(1984, 1985a, b, 1986)发现犏牛体细胞染色体既有与双亲相似的一面,又有其本身固有的特征,其血清生化成分和酶活性水平也多介于两者之间。Заднепрятский(1985),对加尔梅茨与牦牛的杂种一代的Hb进行研究后指出,杂种牛中发现加尔梅茨和牦牛具有的血蛋白型:Hb<sup>AA</sup>、Hb<sup>AB</sup>和Hb<sup>AA<sub>x</sub></sup>。我们对犏牛Hb的研究结果同样表明,无论从Hb成分上,或者从Hb电泳图谱上来看,犏牛有与牦牛、黄牛相似之处,

也有其本身固有的特征。如犏牛 Hb 有与黄牛 Hb 泳动速度相当的 3 种成分,但每种成分又有其独特之处:由 1 条浓染带及紧连着的淡染阴影区组成。在泳动速度上,犏牛 Hb 均有与黄牛 HbA (牦牛 HbF) 相当的 HbA' 成分,还可能有与黄牛 HbB 或 HbC 变异体,或牦牛的 HbS 成分相当的 HbB'、HbC' 或 HbS 成分。在电泳图谱上,犏牛有与黄牛和牦牛相似的 4 种表型: HbA'A'、HbA'B'、HbA'C' 和 HbFS 型,它们分别与黄牛的 HbAA、HbAB、HbAC 和牦牛的 HbFS 型相似。这种与牦牛相似的 HbFS 型犏牛的生理生化特性、细胞遗传学以及其它生物学特性,与近似黄牛几种 Hb 表型的犏牛有何区别,似是令人注目而应予以研究的内容。

Guilbride 等 (1971) 在“牛对高原的适应性”一文中提出了 Hb 型与高原应激发病率之间的关系。他发现 HbAA 型黑白花牛易发生高原应激而患“胸病”综合征。在瑞士褐牛中, HbAA 型牛发生高原应激者占 75%, 而 HbAB 型褐牛几乎不出现高原应激。此外,据 Meyer 等 (1964) 在德国 8 个品种 1444 头牛中的调查,发现低地品种牛只有 HbAA 型,而在山地品种中发现 HbAA、HbBB 和 HbAB 3 种基因型。我们在实验中发现新疆褐牛犏牛 (在青海繁殖的) 在 6 月龄时的 Hb<sup>A</sup> 基因频率 (0.8973) 较引入的成年牛 (0.9375) 为低,以及青海西门塔尔牛的 Hb<sup>A</sup> 基因频率低于其它国家,不过,这种差异在统计学上尚未呈现显著性。上述事实提示,高原低氧环境对牛的 Hb 型具有一定的作用, HbB 变异体似对高原低氧环境有较好的适应性,因而在高原牛种改良和育种中应考虑到种畜以及整个群体的 HbB 基因频率。

#### 四、小 结

(1) 青海牦牛 Hb 的电泳模式由快带 F 和慢带 S 2 种成分组成。F 带的泳动速度与黄牛的 HbA 变异体相似,而 S 带较 HbA 为慢。根据牦牛 HbF 和 HbS 相对比例的差别可区分为 HbFS、HbF<sup>-</sup>S<sup>+</sup> 和 HbF<sup>+</sup>S<sup>-</sup> 3 种表型。

(2) 青海土种黄牛的 Hb 多态性特点是存在 Hb<sup>A</sup>、Hb<sup>B</sup> 和 Hb<sup>C</sup> 3 种复等位基因,显现出 HbAA、HbAB 和 HbAC 3 种基因型,其中 Hb<sup>A</sup> 和 HbAA 为优势基因和优势基因型。新疆褐牛的 Hb 多态性特征与青海土种黄牛的相似。

(3) 生活在青海高原上的西德、丹麦和青海黑白花牛的 Hb 与其它国家的黑白花牛一样,只有 1 种 HbA 变异体,显现出 HbAA 1 种基因型。

(4) 青海西门塔尔牛的 Hb 多态性特征与多数国家的一样,有 Hb<sup>A</sup> 和 Hb<sup>B</sup> 2 个等位基因,显现出 HbAA 和 HbAB 2 种基因型,唯 Hb<sup>A</sup> 基因频率略低,为 0.8293。

(5) 犏牛 Hb 有 4 种电泳成分,其中 3 种的泳动速度依次与黄牛的 HbB、HbC 和 HbA 相当,分别称为 HbB'、HbC' 和 HbA', 另一种与牦牛的 HbS 相当。它们共显现出 4 种表型: HbA'A'、HbA'B'、HbA'C' 和 HbFS 型,其中 HbA'A' 为优势型。

#### 参 考 文 献

门正明, 1982, 罗马尼亚巴尔察达品种母牛的血红蛋白和运铁蛋白多型性的研究, 甘肃农业大学学报, 畜牧兽医专刊 (增刊) 68—72。

李孔亮、芦鸿计、刘汉英、许玉德, 1984, 犏牛及其亲本(牦牛、黄牛)体细胞染色体的研究, 中国牦牛(专刊), 42—46。

李孔亮、芦鸿计、程惠灵、刘汉英、许玉德、吴怡春、孔令禄, 1985, 犏牛及其亲代(牦牛、黄牛)血清生化成分的分析, 中

- 国牦牛 (2): 1—5。
- 李孔亮, 芦鸿计, 许玉德, 刘汉英, 陈必邻, 1985, 犏牛及其亲本(牦牛、黄牛)的血清运铁蛋白初析, 中国牦牛, (4): 23—25。
- 李孔亮, 芦鸿计, 许玉德, 刘汉英, 宋洪堤, 1986, 犏牛及其亲本(牦牛、黄牛)血清中 LDH 同工酶的初步研究, 中国牦牛 (2): 5—9。
- 佐佐木清纲主编, 李世安译, 1982, 家畜的血液型及其应用, 130—132, 上海科学技术出版社。
- 张容昶, 1985, 牦牛血液性状研究的进展(一), 国外草原畜牧业, 2(1): 1—7。
- 武彬, 邱怀, 1986, 秦川、晋南和南阳黄牛血红蛋白多态性的研究, 西北农业大学学报, 14(4): 98—101。
- Abe, T., 1971, The phylogeny of the East Asian cattle studied by blood typing, *Animal Breeding Abstracts* 39(2): 289。
- Georgescu, G., D. Popovici, 1973, Study of haemoglobin and transferrin polymorphism in some breeds of cattle in the Romanian Socialist Republic, *Animal Breeding Abstracts* 41(1): 8。
- Guilbride, P. D. L., H. Sillau, 1971, The adaption of cattle to high altitude, *Animal Breeding Abstracts* 39(2): 234。
- Han, S. K., Lee, K. M., 1984, Studies on the polymorphism of haemoglobin in Korean and Holstein-Friesian cattle, *Animal Breeding Abstracts* 52(1—3): 50。
- Hierl, H. F., L. Erhard, E. Oppelt, D. O. Schmid, R. Lobhard, 1980, Investigations on gene frequencies of biochemical characters and blood-group loci in Bavarian cattle breeds, *Animal Breeding Abstracts* 48(4): 189。
- Kamenskaya, N. P., 1973, Haemoglobin polymorphism in Russian Brown Cattle, *Animal Breeding Abstracts* 41(4): 184。
- Koval, S. S., 1973, Haemoglobin type in Simmental cows and its relationship with origin and milk productions, *Animal Breeding Abstracts* 41(6): 298。
- Meyer, H., W. Wegner, 1964, Occurrence and distribution of haemoglobin types in German cattle breeds *Animal Breeding Abstracts* 32(4): 472。
- Michalak, W., 1968, Haemoglobin polymorphism in breeds of cattle bred in Poland, *Animal Breeding Abstracts* 36(1): 52—53。
- Perez, I. J., Perez, J. E., 1979 Electrophoretic separation of haemoglobin types in some breeds of cattle, *Animal Breeding Abstracts* 47(6): 304。
- Piljko, V. V., Ju. O. Sapiro, 1971, The distribution characteristics of transferrin and haemoglobin types of animals of the Kostroma and Russian Brown breeds, *Animal Breeding Abstracts* 39(2): 265。
- Samarineanu, M., E. Stamatescu, I. Granciu, M. Spulber, N. Sotu, 1984, The results of electrophoretic studies of some protein in the blood and milk of Romanian Brown cow in Moldavia. *Animal Breeding Abstracts* 52(1—3): 54。
- Sinyuk, R. A., 1972 Haemoglobin types in cattle in the western region of the Ukraine, *Animal Breeding Abstracts* 40(4): 681。
- Sokol, V. G., G. S. Taranenko, 1973, Types of haemoglobin in cattle *Animal Breeding Abstracts* 41(12): 602。
- Studzinski, T., M. Wislinski, 1967, Types of haemoglobin in various breeds of cattle imported into Poland. *Animal Breeding Abstracts* 35(4): 600。
- Wegner, W., 1967, Electrophoretically identifiable heterogeneity of animal haemoglobins with particular reference to the haemoglobin variants occurring in German cattle breeds, *Animal Breeding Abstracts* 35(2): 236。
- Жанчив, Ц., 1980 Генетический полиморфизм белков крови. *Генетика* 16(2): 342—326。
- Жебровский, Л. С., В. Е., Митютько, 1979, Использование полиморфных белковых систем в селекции, *Ленинград, Колос* 32—40 164—182。
- Заднепрятский, И. П., Г. И., Кульчумова, 1985, Гибридизация калмыцкого скота с яками *Вестник сельскохозяйственной науки* (4): 108—115。
- Машуров, А. М. Л. А. Зубарева, Т. А. Чимитова, В. Д. Чимитова, 1984, Особенности полиморфизма некоторых белков и ферментов крови яков Бурятии *Реферативный Журнал* 58. *Животноводство* (2): 56。
- Мкртчян, Ш. А., 1977, Haemoglobin polymorphism in yaks in the Altai mountains and in the Mongolian People's Republic *Animal Breeding Abstract* 45(6): 329。

# STUDIES ON THE HAEMOGLOBIN POLYMORPHISM OF CATTLE AND YAK IN QINGHAI REGION ON THE QINGHAI-TIBETAN PLATEAU

Zhang Caijun

(Qinghai Animal Husbandry and Veterinary Medicine College, Xining)

This paper deals with the characters of haemoglobin polymorphism in different species and breeds of cattle and yak in Qinghai region on Qinghai-Tibetan Plateau. The blood samples from 407 yaks, 182 Qinghai native yellow, 297 Xinjiang brown, 392 Black and White, 41 Simmental, 40 crossbred cattle and 59 yak-cattle hybrids were typed by means of CAM electrophoresis for haemoglobin. The results of the experiment were summarized as follows:

(1) The haemoglobin electrophoresis patterns of all yaks consisted of both fractions—HbF and HbS, were different from that of yellow cattle. The moving speed of HbF band was similar to that of HbA band of yellow cattle. In accordance with the relative proportion between F and S bands, the haemoglobin of Qinghai yak was classified into three phenotypes—HbFS (F:S=6:4), HbF<sup>-</sup>S<sup>+</sup> (3:7) and HbF<sup>+</sup>S<sup>-</sup> (9:1).

(2) The haemoglobin polymorphism of Qinghai native yellow and Xinjian brown cattle consisted of three multiple alleles—Hb<sup>A</sup>, Hb<sup>B</sup> and Hb<sup>C</sup>, showing three genotypes—HbAA, HbAB and HbAC, of which Hb<sup>A</sup> was a dominant gene and HbAA was a dominant genotype. This appeared to be a character of haemoglobin polymorphism in East Asian cattle.

(3) The haemoglobin polymorphism of Qinghai Black and white and Simmental were similar to that in other regions. The first only presented single Hb<sup>A</sup> gene, showing single HbAA type, and the last presented two variants—HbA and HbB, showing two genotypes—HbAA and HbAB.

(4) Four fractions were separated by means of electrophoresis for the haemoglobin of yak-cattle hybrid, according to its moving speed they were divided into HbB', HbC', HbA' and HbS groups resp., showing four phenotypes—HbA'A', HbA'B', HbA'C' and HbFS.

(5) The frequency of Hb<sup>A</sup> gene from calves of Xinjiang brown was lower than that of its adults, and the frequency of Hb<sup>A</sup> gene from Simmental in Qinghai region was slightly lower than that in other regions, suggesting a selective affect of hypoxia environment of Plateau on the haemoglobin type of cattle.