

中国西南马群体遗传资源特征分析

孙玉江^{1,2}, 闵令江³, 陈建兴³, 芒来¹

(1. 内蒙古农业大学 动物科学与医学学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 山东省东营市农业科学研究所, 山东 东营 257091; 3. 青岛农业大学 生殖发育与基因工程研究所, 山东 青岛 266109)

摘要:为了摸清西南马遗传资源现状与特征,通过实地调查、网络分析及 SPSS 等数据处理得出如下结论:2006 年西南马存栏 291.1 万匹,占全国总数 40.46%,可能已经成为我国第一大生态类型马种;大理马、乌蒙马、文山马、百色马、建昌马、贵州马等西南马地方马种体尺结构由南向北、由东向西表现出逐渐偏重的趋势;西南马体尺结构紧凑,近似方形,以公马为例,体高、体长、胸围和管围分别为(115.19 ± 7.10) cm、(114.11 ± 8.29) cm、(132.22 ± 9.94) cm 和(15.17 ± 1.15) cm;非密度制约因子如年无霜期、降水量、日照时数和平均气温等自然因素均与中国西南马体高呈强相关,对不同类型群马的形成可能起主导作用。影响马存栏数量的影响因子主要有人均农机、人口密度、辖区比重等。

关键词:西南马;遗传资源;特征

中图分类号:S821.89 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2009)02-0094-05

Analysis on Genetic Resource Characteristics of Southwest Horse Population in China

SUN Yu - jiang^{1,2}, MIN Ling - jiang³, CHEN Jian - xing³, MANG Lai¹

(1. College of Animal Science and Medicine, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China; 2. Institute of Agricultural Science of Dongying, Dongying 257091, China; 3. Institute of Reproduction Development and Genetic Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: For the purpose of making certain the genetic resources and characteristics of Southwest horse, by means of local investigation, network technology and SPSS, I come to the conclusion below: The amount of Southwest horse on hand is 2.911 millions, the percentage in our country is 40.46%; The body size of Dali horse, Wumeng horse, Wenshan horse, Baise horse, Jianchang horse and Guizhou horse being differentiated from Southwest horse enlarge gradually from south to north and east to west; The physical structure of Southwest horse is compact and square approximatively. To take male horse for an example, its height, length, circumference and circumference of cannon bone respectively was (115.19 ± 7.10) cm, (114.11 ± 8.29) cm, (132.22 ± 9.94) cm and (15.17 ± 1.15) cm. The density-independent factors were taken into account and annual frost-free period, precipitation, sunshine hours, the average temperature have powerful effect to physical measure of Southwest horse, such as height at withers, they might play a leading role in the formation of different ecotype horses. The main factors of influencing the abundance distribution were agricultural machinery per capita, population density, administrative district ratio, and so on.

Key words: Southwest horse; Genetic resources; Characteristics

西南地区是我国马种资源最丰富的区域之一,两千多年前的两汉时期就有关于西南马的记载。西南马原称川马,它具有体形矮小、结构紧凑、抗逆性强、善走山路等特点,可以广泛用于科学研究、观光旅游、艺术表演、骑乘培训、驮负等^[1-3]。中国西南

马遗传资源特点决定了它在马业发展中的地位。

1 数量特征

从全国范围看,1977 年我国马匹存栏曾经达到 1 144.7 万匹,以后逐年下降。2006 年马存栏数量下

收稿日期:2008-12-11

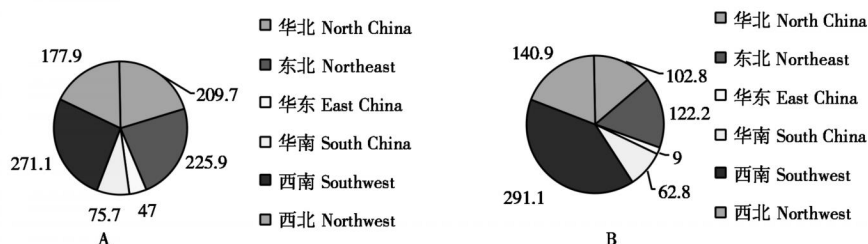
作者简介:孙玉江(1963-),男,山东莱州人,研究员,博士,主要从事马属动物分子数量遗传学与马科学研究。

通讯作者:芒来(1962-),男,内蒙古蒙旗人,教授,双博士,博士生导师,主要从事动物数量遗传育种与马科学研究。

降到的 719.5 万匹,比 1995 年减少 28.56%,但仍占世界总数的 12.29%,是世界第二大养马国(FAO, 2008)。

从西南地区看^[3-5],20 世纪 80 年代初,西南马约占我国马总数的 16%;1995 年西南地区马存栏 271.1 万匹,约占全国总数的 27%(图 1 - A);2006

年西南地区马存栏 291.1 万匹,占全国总数 40.46%(图 1 - B)。历史上西南地区虽多次引入外血进行杂交改良,但由于杂交马种不适宜山区生产而搁浅。据调查,5 个西南马品种与 20 年前的体尺结构差异不显著($P > 0.05$)。就存栏数量而言,西南马可能已经成为中国马种资源第一大类型^[2]。



A. 1995 年中国马匹区域分布; B. 2006 年中国马匹区域分布。

A. The A and B is given separately to illustrate the region distribution of chinese horses in 1995 and 2006.

图 1 中国马匹区域分布图

Fig.1 The region distribution of Chinese horses

2 分布特征

2.1 地理特征

中国马种资源主要分布于西南、西北、东北和华北地区,呈 J 字形分布,我国北纬 $23^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 的大部分地区各个生态区位都有分布,说明马适应性较强。西南马主要分布在云贵高原及其延伸部分,包括云南、四川、贵州、广西等省区,属于西南山地,海拔一般在 2 000 m 左右,西南山区以东地区分布较少^[4,6]。

2.2 民族特征

马匹集中的地区大多也是少数民族集聚地,蒙、藏、维族和西南地区的少数民族自古就有养马、骑马和使用马的习惯,形成了具有鲜明民族特点的马文化。在养马超过 8 万匹的 15 个省区中,有 10 个省区少数民族比重超过全国 9.44% 水平。云南、贵州、广西等少数民族达 30% 以上。许多民族节日都是以马为载体,传承着源远流长的民族文化。

2.3 资源特征

历史上马种主要分布在人口密度低,地域宽广,相对资源特别是土地资源比较丰富的地方,人均耕地大多高于全国 0.1 hm^2 的平均水平。但是西南地区不同,可耕地面积少,山区多,其面积超过其总面积的 60% 以上。因此,马仍是相对封闭的西南地区交通、耕作的重要役用对象。

2.4 经济特征

由于我国竞技马术、博彩赛马等基础薄弱,使役成为马的主要经济用途,养马业的兴衰与区域水平息息相关。在养马大省中,2006 年有 10 个省

区人均 GDP 低于全国 15 931 元水平;农业机械总动力高于全国 0.54 kW/人 水平的有 7 个,西南省区普遍偏低,仅有 $0.27 \sim 0.41 \text{ kW/人}$ 。

2.5 种间特征

一般而言,大家畜都是草食动物,在区域载畜量不变的情况下必然此消彼长。马的役用地位降低,导致马存栏数量下降。2006 年我国马属动物呈现出急剧下滑的趋势,驴下降最快,其次是马,役用性能、抗病性强的骡子下降相对较慢。以提供肉、奶为主要目标的牛、猪则有了较快增长,分别增长 36.26%,26.4%。从西南地区大家畜存栏数量变化可以看出,马、驴数量在 1998 年到低点以后则出现逐年增长态势,增幅高于牛(图 2)。

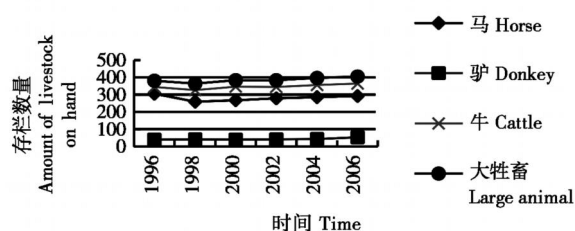


图 2 西南地区大家畜消长变化

Fig.2 The fluctuation of amount of livestock in south - western China

3 特征分析

3.1 数量分布

我国地域辽阔,自然地理和气候条件较为复杂,这对于马种的形成和分布产生了深刻的影响。但对于一个确定的区域而言,产业结构、区域资源、经济水平、人口组成等可能会影响马种数量、分布及其动态变化。

3.1.1 因子选择 选择大牲畜、牛、猪的存栏作为畜间影响因子,辖区面积占全国的比重、人均耕地、山地在辖区内的比重作为资源影响因子,人均 GDP、人均农机动力、居民人均消费、城市化率作为经济发展水平影响因子,人口密度、少数民族人口比例作为区域居民活动特征的影响因子(表 1)。

表 1 15 个养马大省马存栏数量及其相关影响因子

Tab. 1 The amount of horse on hand and correlative factors from 15 raised horse provinces													
省区	马匹 存栏 /万匹 Y	大牲 畜存栏 /万头 X_1	牛存栏 /万头 X_2	猪存栏 /万头 X_3	辖区 比重 / % X_4	人均 耕地 / hm^2 X_5	山地 比重 / % X_6	人均 GDP /万元 X_7	人均 农机 / kW X_8	居民 消费 /(元/年) X_9	城市 化率 / % X_{10}	人口 密度 /(人/ km^2) X_{11}	少数 民族 / % X_{12}
辽 宁	26.8	515.7	370.7	1 560.7	1.52	0.10	59.8	2.18	0.42	6 929	58.99	288	16.61
吉 林	53.2	684.4	600.0	647.2	1.95	0.21	36.0	1.56	0.54	5 710	52.97	144	8.74
黑龙江	32.2	585.9	542.3	1 506.1	4.88	0.25	24.7	1.63	0.58	5 141	53.50	81	5.00
河 北	29.0	983.9	829.9	3 006.4	1.98	0.09	37.4	1.69	1.23	4 945	38.44	353	4.35
内蒙古	69.8	841.9	630.9	750.4	12.32	0.25	34.7	2.00	0.80	5 800	48.64	20	21.62
山 东	8.0	880.1	832.7	2 778.5	1.59	0.08	15.5	2.35	0.99	7 025	46.10	591	0.73
河 南	16.6	1 558.6	1 496.2	4 678.7	1.74	0.08	26.6	1.33	0.84	4 632	32.47	572	1.18
广 西	40.4	771.4	726.6	2 612.5	2.46	0.06	74.8	1.02	0.41	4 330	34.64	203	38.54
四 川	91.1	1258.2	1 147.7	5 757.0	5.08	0.07	77.1	1.05	0.27	4 501	34.30	177	5.61
贵 州	78.0	895.3	814.6	2 195.6	1.77	0.05	61.7	0.58	0.27	3 499	27.46	223	38.98
云 南	78.8	962.1	782.4	2 618.2	4.10	0.14	94.0	0.90	0.37	4 075	30.50	109	33.50
西 藏	41.6	703.4	651.0	32.0	12.71	0.08	90.0	1.04	0.62	2 915	18.9	2	93.46
甘 肃	24.3	629.3	431.0	708.6	4.69	0.18	78.2	0.87	0.51	3 810	31.09	57	9.26
青 海	23.1	434.6	389.4	105.6	7.50	0.10	58.9	1.18	0.61	4 229	39.26	7	46.32
新 疆	92.1	736.3	502.9	243.9	16.66	0.25	27.4	1.49	0.54	4 206	33.9	12	60.26

3.1.2 分析方法 上述 12 个可能的影响因子作为自变量,15 个省区马存栏数量作为依变量,用 SAS、SPSS 统计软件做相关分析。

由图 3 表明:影响马存栏数量的影响因子以皮尔森相关系数大小依次为人均农机、人口密度、辖区

比重、人均 GDP、居民消费、少数民族、山地比重、城市化率、人均耕地、大牲畜存栏、猪和牛存栏。依据皮尔森相关系数,建立马存栏量与各因子相关系数直方图(图 3)。

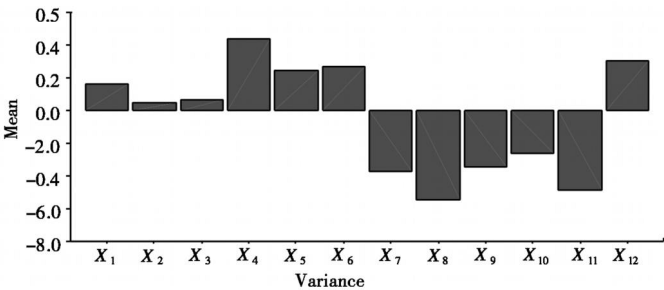


图 3 马存栏数量与影响因子相关系数直方图

Fig. 3 The column chart of coefficient between the amount of horse on hand and impact factors

3.1.3 建立模型 在 0.05 显著水平上,可以建立以下方程:

$$Y = 95.187 + 0.271 X_1 - 0.219 X_2 + 0.015 X_3 - 9.283 X_4 - 1.591 X_6 - 40.403 X_8 + 0.046 X_9 - 4.318 X_{10} - 0.391 X_{11} + 1.369 X_{12}。$$

为了得到一个稳健的、可靠的回归模型,利用逐步回归分析法从众多回归影响因素中筛选对依变量贡献大的变量,以此在 0.05 水平上建立“最优”的回归方程:

$$Y = 37.299 7 + 0.038 3 X_1 + 2.996 2 X_4 - 63.542 7 X_8。$$

表 2 逐步相关分析结果

Tab. 2 The results of the backward regression analysis						
Step	Variable	Partial R - square	Model R - square	C(p)	F value	Pr > F
1	X_8	0.299 0	0.299 0	1.560 4	5.55	0.034 9
2	X_4	0.179 3	0.478 3	0.348 2	4.12	0.065 1
3	X_1	0.140 5	0.618 8	- 0.169 9	4.06	0.069 1

3.2 体尺特征 克马和西藏马相比,西南马相对轻细、矮小。以西南马公马为例,平均体尺指数为体长指数 99.06 %、胸

围指数 114.78 %、管围指数 13.17 % ,属于乘用型马,高方形体型。在 Wikipedia 中有 4 个西南马品种作为矮马列入 Wikipedia 百科全书中。

3.2.2 西南马种内部比较 西南地区有中甸、乌蒙、文山、百色、建昌等地方马种^[3,4]。2006 年通过对分布于云南的文山马、大理马、乌蒙马、广西的百色马和贵州的贵州马共 289 匹马进行的实地测量分析,体高从高到低依次为大理马、乌蒙马、贵州马、文

山马和百色马,有由东向西,由南向北逐渐偏重的基本趋势(表 3)。

西南马体尺服从状态分布(图 4)。在西南马中,有体高在 106 cm 以下的矮小个体,古称“果下马”,现也称为“中国矮马”。调查中的 6 个西南马品种中都有这样的个体,占总数的 13.84 % ,它们是单独的品种还是西南马群体中个体较矮小部分个体,还有待于结合分子生物学等做进一步分析。

表 3 西南地区部分马种体尺

Tab.3 The main physical measure traits of south - west horses							cm
品种 Breeds	数量 Numbers	体高 Height	体长 Length	胸围 Circumference	管围 Circumference of cannon bone		
文山马	公	22	111.84 ±3.59	111.30 ±4.49	127.18 ±5.66	15.04 ±0.71	
WS	母	14	112.10 ±6.56	113.46 ±7.10	133.33 ±9.47	14.72 ±1.28	
大理马	公	10	119.35 ±4.89	116.58 ±5.56	136.78 ±5.29	14.42 ±0.43	
DL	母	30	121.19 ±4.17	121.64 ±6.93	142.59 ±7.11	14.60 ±0.79	
乌蒙马	公	34	118.17 ±7.53	119.26 ±9.01	137.93 ±9.35	15.98 ±1.07	
WM	母	16	119.35 ±6.62	122.87 ±8.72	140.22 ±7.96	15.65 ±0.95	
百色马	公	12	104.17 ±9.23	101.86 ±13.02	116.33 ±14.39	12.83 ±0.88	
DB	母	38	104.99 ±6.77	102.93 ±7.79	119.34 ±9.50	12.85 ±1.03	
贵州马	公	21	115.17 ±5.15	114.04 ±5.88	133.84 ±7.84	15.23 ±0.76	
CH	母	12	113.78 ±5.24	114.84 ±7.10	133.12 ±10.55	14.85 ±0.87	
建昌马	公	20	117.33 ±5.97	114.51 ±5.70	131.52 ±6.96	15.42 ±0.92	
SC	母	30	115.70 ±5.4	116.29 ±6.03	130.54 ±6.77	15.22 ±0.70	
X	公	159	115.19 ±7.10	114.11 ±8.29	132.22 ±9.94	15.17 ±1.15	
	母	130	113.72 ±8.57	113.99 ±10.59	131.78 ±12.34	14.35 ±1.38	

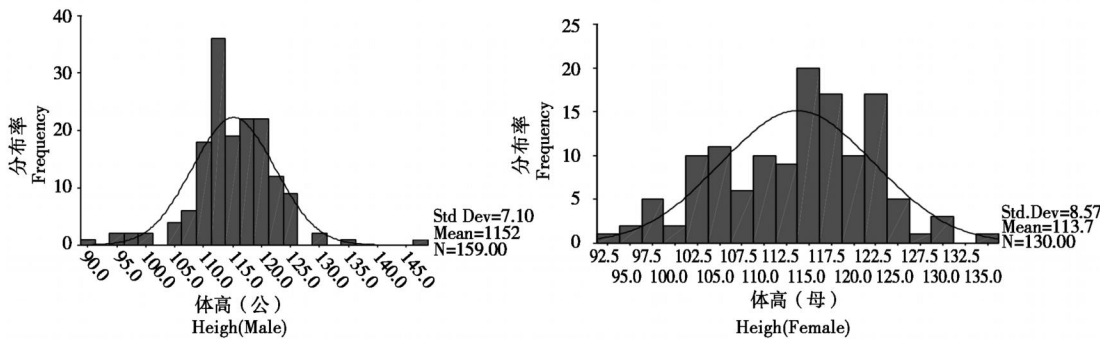


图 4 西南马体高分布频率

Fig.4 The frequency of height for South - west horses

3.2.3 体尺影响因子 我国地方马种个体相对较矮,体高一般在 115 ~ 135 cm。体高、体长等体尺指标是反映马种结构、生长发育、生产能力的可以定量

指标,决定了一个马种的性能和利用方向。作为一个特定的动物品种,所生活的自然环境应该对体尺的生长发育产生影响(表 4)。

表 4 五大类型马品种体尺指标与相关生态因子

Tab.4 The physical measure and correlative environmental factors in 5 main type populations											
马种 类型	代表 类群	中心 产区	体高 Y_1	体长 Y_2	胸围 Y_3	管围 Y_4	平均 海拔 X_1	年均 气温 X_2	年均 日照 X_3	年无 霜期 X_4	年降 水量 X_5
西南马	大理马	大 理	119.35	116.58	136.78	14.42	2 512.5	14.8	2 277.0	230	1 016.0
蒙古马	乌珠穆沁	锡林格勒	129.80	137.10	158.20	17.40	988.5	1.5	2 877.0	120	295.0
河曲马	乔科马	玛 曲	139.50	145.20	174.40	18.70	3 340.0	1.2	2 532.0	105	611.9
哈萨克马	哈萨克马	伊 犁	140.00	144.20	167.10	19.30	660.0	8.4	2 799.0	140	255.0
西藏马	西藏马	昌 都	129.40	132.50	150.20	16.80	3 500.0	7.5	2 996.5	127	478.0

3.2.4 分析结果 经逐步回归分析可知:五个生态因子中,影响马体高等体尺指标的生态因子以关系大小分别是年无霜期、年降水量、平均气温、平均日

照时数和平均海拔,除平均日照时数以外,其他因子均与之成负相关(图 5)。

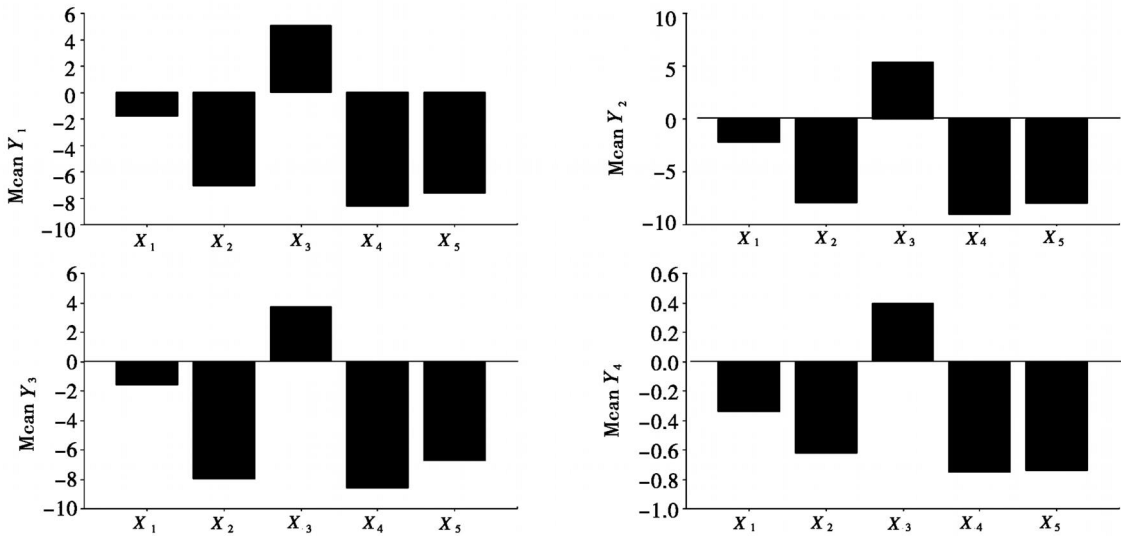


图5 马四大体尺与自然因子相关系数直方图

Fig. 5 The column chart of the Person coefficient between four physical measures and nature factors

经逐步回归分析得出各个体尺指标的回归系数。在 0.05 水平上,建立回归方程:

$$Y_1 = 334.668 + 0.00930 X_1 + 0.57927 X_2 - 0.06371 X_3 - 0.10722 X_5; Y_2 = 338.9136 + 0.00854 X_1 + 0.11920 X_2 - 0.06232 X_3 - 0.10554 X_5; Y_3 = 464.9937 + 0.01182 X_1 - 0.05403 X_2 - 0.09618 X_3 - 0.14133 X_5; Y_4 = 52.5484 + 0.00126 X_1 + 0.11246 X_2 - 0.01096 X_3 - 0.1704 X_5.$$

4 讨论

统计数据显示,牛占大牲畜总数的(包括牛、马、驴、骡、骆驼)86.39%,其中,云南、四川、贵州、广西4省区占89.31%。可见,牛在西南地区大牲畜中占主导地位,且在人为选择的作用下,牛与马没有产生明显竞争排斥^[7]。马存栏数量与人均农机动力的相关系数为0.547,呈负相关。可见,经济发展水平偏低是西南地区马匹数量多的主要原因。在西南地区马匹主要是拉车。2006年大理喜州断奶骡子可以卖到5000元以上,役畜在西南地区的作用和地位可窥一斑。经济、资源和社会等综合因素对西南地区马匹数量分布产生了积极的影响。

西南山区辖区在全国的比重虽然不大,但山地多,平原少,如作为中国矮马保种基地的广西德保县,其石山面积占总面积70%以上,是典型的高山喀斯特地貌。特殊的自然环境也限制了农业机械化的发展,致使西南马从1998年以来非但没有减少,反而增加。

作为非密度制约因子,无霜期等对马种形成可

能起主导因子作用^[8],而且是非线型的。但是,在生物的环境中各种各样的因子之间的相互作用,有的可能是十分复杂的,它对一个物种的行为、生理可能比任何单独因子都起更极端的作用^[9]。

以上分析也可以看出,无霜期与年平均气温、年降水量和年平均日照时数均为气候因子,其相关系数分别为0.912,0.761和0.688,属于很强相关或者强相关。较长的无霜期和较高的气温等可能使得动物内分泌发生一系列变化,以适应亚热带季风气候环境。鸟类和哺乳动物不像植物有严格的植物区系,但在动物地理学上属于东洋界的西南地区与古北区的中国其他地区^[10],马种类型结构是有差异的。自然气候可能是导致西南马矮小紧凑外型结构的主要因素。当然,西南马形成过程、起源发育、遗传进化等还需要结合考古学、分子生物学、数量遗传学等理论做进一步研究。

参考文献:

- [1] 芒来,孟青龙. 马业科学[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2003.
- [2] 孙玉江. 中国矮马遗传资源保护与利用研究[J]. 中国草食动物,2007(7):14.
- [3] 侯文通,王永军. 中国马驴遗传资源研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2002.
- [4] 余长年. 西南马驴分类汇编[C]. 中国西南马品种资源考察团,1982.
- [5] 中国马驴品种志编写组. 中国马驴品种志[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.
- [6] 姚新奎. 马生产管理[M]. 北京:中国农业大学出版社,2008.
- [7] 李难. 进化论教程[M]. 北京:高等教育出版社,2003:4.
- [8] 孙儒泳. 基础生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- [9] Barry Cox C, Peter, D. Mpre. Biogeography: an ecological and evolutionary approach[M]. Black Publishing Ltd,2005.
- [10] Cox C B. The biogeographic regions reconsidered[J]. J Biogeogr,2001,28:511-523.