

## 中国单位畜牧产品生态足迹分析

谢鸿宇<sup>1,2</sup>, 陈贤生<sup>3</sup>, 杨木壮<sup>1,\*</sup>, 招华庆<sup>1</sup>, 赵美婵<sup>1</sup>

(1. 广州大学地理科学学院, 广州 510006; 2. 广州大学广州发展研究院, 广州 510006; 3. 东莞市道窖镇济川中学, 东莞 523170)

**摘要:**中国畜牧业生产以农户散养为主要生产方式,一方面,它的工业化程度远低于发达国家,另一方面,又比其他发展中国家生产得更为精细。因此在计算单位畜牧产品生态足迹这一畜牧业生态影响评价中的重要参数时,必须考虑到我国牲畜口粮的特点。分析了我国牲畜口粮的成分,据此确定猪肉、禽肉和禽蛋足迹主要来自饲料中粮食,而牛肉、羊肉和牛奶足迹则来自草料和饲料中粮食。基于我国单位畜牧产品耗粮量和草地平均产肉产奶量,计算各种单位畜牧产品的生态足迹。结果表明,1kg 禽肉足迹为  $7.6687\text{gm}^2$  (全球平方  $\text{m}^2$ , 记作  $\text{gm}^2$ )、禽蛋足迹为  $8.0106\text{gm}^2$ 、猪肉足迹为  $9.7859\text{gm}^2$  或  $11.7326\text{gm}^2$ 、牛肉足迹为  $139.704\text{gm}^2$ 、羊肉足迹为  $232.0662\text{gm}^2$  和牛奶足迹为  $37.2368\text{gm}^2$ 。将计算结果与世界自然基金会(World Wildlife Fund, 简称 WWF)的结果进行了对比分析,并从料肉比、役畜、牲畜食草量和居民饮食结构等几个方面分析了二者之间差异的原因。

**关键词:**生态足迹; 畜牧产品; 饲料

文章编号:1000-0933(2009)06-3264-07 中图分类号:Q149,S811.5 文献标识码:A

## The ecological footprint analysis of 1kg livestock product of China

XIE Hong-Yu<sup>1,2</sup>, CHEN Xian-Sheng<sup>3</sup>, YANG Mu-Zhuang<sup>1,\*</sup>, ZHAO Hua-Qing<sup>1</sup>, ZHAO Mei-Chan<sup>1</sup>

1 *Geography Science School, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China*

2 *Guangzhou Development Academe, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China*

3 *Daojiao Town Jinchuan Middleschool, Dongguan 523170, China*

*Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 3264 ~ 3270.

**Abstract:** Famer scatter-feed is main production mode of China livestock husbandry. On the one hand, its industrilization level of livestock production is lower than developed countries. On the other hand, its production mode is more precise than other developing countries. Therefore, it is very necessary to calculate the ecological footprint of 1kg livestock production that is important parameter of livestock ecological impact evaluation according to the character of China livestock ration. Firstly, the author analyzed the composition of livestock ration. The results show that the footprint of pig meat, poultry meat and egg are come from the corn consumed in feedstuff and beef, mutton and milk come from the corn consumed in feedstuff and forage. And then, according to the corn consumption of 1kg livestock production and the mean yield of beef, mutton and milk from grassland, the ecological footprint of all kinds of 1kg livestock production were calculated. The results show that the footprint of 1kg poultry meat is  $7.6687\text{gm}^2$ , egg is  $8.0106\text{gm}^2$ , pig meat is  $9.7859\text{gm}^2$  or  $11.7326\text{gm}^2$ , beef is  $139.704\text{gm}^2$ , mutton is  $232.0662\text{gm}^2$  and milk is  $37.2368\text{gm}^2$ . After this, these results were compared with WWF's reserach result. In the end, the reasons of difference between this paper and WWF( World Wildlife Fund) were analyzed from the ratio of livestock production and feedstuff, draft animal, forage consumption of livestock and the food structure of habitant. It is concluded that the result of this paper is reasonable.

**Key Words:** ecological footprint; livestock product; feedstuff

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(50809078);广州市属高校科技计划资助项目(62037);广州市科技计划资助项目(2007J1-C0491);广东省科技计划资助项目(2008B030302046)

收稿日期:2008-01-20; 修订日期:2008-03-11

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yangmz@21cn.net

畜牧产品是由牲畜吃进各种饲料和草料后生产出来的,即由各种可耕地、牧草地、林地和水域的生态产品间接地生产出来的。由于各种生态产品与畜牧产品之间的转化关系非常复杂,致使畜牧产品生态足迹一直是生态足迹研究的难点。目前,在国内外研究中,单位畜牧产品生态足迹多引用自 Mathis Wackernagel 等的《National natural capital accounting with the ecological footprint concept》<sup>[1]</sup> 和世界自然基金会(World Wildlife Fund,简称 WWF)的《live planet report》<sup>[2]</sup>。前者将畜牧产品划分为两类,牛羊肉和牛奶归为牧草地,禽肉蛋和猪肉归为可耕地,是以联合国粮农组织(Food and Agriculture organization of United Nations,简称 FAO)1993 年畜牧产品数据为基础计算;后者最新的 2006 年版是以 FAO2003 年畜牧产品数据为基础计算。二者都是从分析畜牧的口粮入手,确定牲畜饲养所消耗的物资,根据这些物资的生态生产性土地归属来计算畜牧产品的生态足迹。其中,Mathis Wackernagel 等的计算方法在文章中并未提及,WWF 则是根据畜牧生产消耗的生长性饲料(鱼骨、鱼粉、肝脏油、鱼油、植物、块茎、奶、动物下水、肢体等)和草料(干草、紫花苜蓿等)的消耗量来计算足迹。

我国畜牧业生产方式大体分为 3 种:放牧生产、农牧结合生产和工业化生产。其中,放牧生产的地位正在削弱,农牧结合生产仍占主导地位,工业化生产虽然目前的比重不大,但发展迅速。在农牧结合生产方式中,又以农户散养或小型圈养为主,农户多以一些废弃的农业资源来饲养牲畜。由于我国畜牧业生产既不同于发达国家以工业化生产为主,又比其他发展中国家生产得更为精细,而且我国畜牧业在全球占有重要地位。2006 年我国猪肉、羊肉、蛋产量世界第一,占世界产量的 50.12%、34.62%、44.87%;禽肉产量世界第二,占 16.08%;牛肉、奶虽然只是世界第三,但增长迅猛,从 1993 年到 2006 年,牛肉由占 4.3% 上升到 11.72%,牛奶由占 1.54% 上升 5.58%<sup>[3]</sup>。因此,有必要根据我国牲畜口粮的特点,厘清畜牧生产中消耗的资源,据此计算单位畜牧产品的生态足迹,分析方法如图 1。

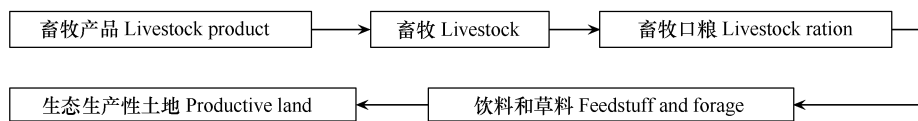


图 1 畜牧业产品的生态生产性土地归属分析

Fig. 1 livestock product Ecological Productive land classify analysis

## 1 各种畜牧产品口粮分析

(1)猪肉 我国猪肉产自农牧结合生产方式的占 91% (其中出栏 50~499 头商品猪的专业户占 17%, 农户散养,占 74%)<sup>[4]</sup>。农户散养的猪主要以泔水(农户废弃食物)为主食,辅以一部分饲料来饲养。

(2)牛肉 我国牛肉产自放牧方式和农牧结合生产方式的比例为 14:86<sup>[4]</sup>,前者以牧草为口粮,后者以农作物的秸秆、枝叶等青粗饲料(多为玉米秸+青贮或玉米秸+酒糟<sup>[5]</sup>)辅以精饲料为口粮。

(3)羊肉 我国羊肉产自放牧生产方式和非放牧方式的比例为 33:67<sup>[4]</sup>。羊的口粮中青草类的比例相对较大。所以,即使是非放牧饲养的羊,口粮中牧草也占相当比例。在羊的口粮中,粗精饲料大约为 3:1<sup>[5]</sup>。粗饲料多为作物秸秆的青贮及各种嫩枝条等青刈植物,牧草及青干草的比例约为 20%,占总口粮的 15%,即非放牧方式中牧草占饲料 10%。因此,羊肉的口粮为饲料与牧草,比例为 57:43。

(4)禽肉禽蛋 禽肉产量来自农牧结合生产方式的占 82% (专业户占 18%,农户散养占 64%),工业化生产方式占 18%;禽蛋产量来自农牧结合生产方式的占 94% (专业户占 36%,农户散养占 58%),工业化生产方式占 6%<sup>[4]</sup>。在禽产品中,鸡及鸡蛋占的比例非常大(2005 年,鸡肉产量占禽肉产量的 69%;鸡蛋产量占禽蛋产量的 85%<sup>[5]</sup>)。因此,以鸡肉鸡蛋作为禽类产品的代表进行分析。农户散养的家禽主要是以泔水及瓜果菜叶等为主食,饲料喂养的比例很小,而专业户饲养的,鸡的口粮除泔水外,饲料所占比例较大。

(5)牛奶 我国牛奶产自放牧生产方式、农牧结合生产方式和工业化生产方式的比例为 10:70:20<sup>[4]</sup>,即以圈养为主。在圈养条件下,农户以饲草、饲料及农作物秸秆、青贮加工后喂养奶牛,其中搭配 25%~50% 的

干草<sup>[6]</sup>。我国多以秸秆等来代替青草作为粗饲料,且青贮饲料较多。因此,牧草在非放牧方式奶牛的口粮中的比例取 20%,即 18% 的非放牧方式的牛奶口粮为牧草<sup>[7]</sup>,则牛奶的口粮为饲料和牧草,比例为 72:28。

综上所述,畜牧的口粮主要有泔水、农作物的秸秆和枝叶、牧草、饲料等 4 类。前两类是生活垃圾和废弃物,畜牧食用相当于垃圾处理 and 二次利用,不产生足迹或足迹很小。因此,畜牧的生态足迹主要有牧草和饲料产生,牧草归结为草地,以下将分析饲料的足迹归属。

## 2 畜牧饲料生态足迹分析

通过查阅国内畜牧饲料的资料,从中选取较常用的配方进行分析,在此基础上得出猪、牛、羊、鸡等的饲料中各原料的比例(表 1)。

表 1 各种原料在饲料所占比例<sup>[5-10]</sup>百分比  
Table 1 The proportion of all kinds of material in Feedstuff %

项目 Items	猪饲料 1 Pig feedstuff1	猪饲料 2 Pig feedstuff2	牛 Cattle	羊 Sheep	肉鸡 Broiler	蛋鸡 Laying	奶牛 Cow
玉米 Corn	56.6	55.7	37	62.61	57	63.28	46.793
大麦 Barley	18						
小麦 Wheat					5		
高粱/稻谷 Sorghum /paddy		12					
豆饼等饼类 Beans cake	10.2	19	26	12.89	17	13.98	28.564
草粉 Brass powder	3.5	0.02					
鱼粉骨粉 Fish powder or bone powder	4.5	0.68	1.7	0.833	8.2	10.89	1.699
麦麸麸皮 Whert bran /bran	5.4	10.7	28	8.667	11		18.027
粕类 Soybean cake				13.5		8.5	
食盐 Salt	0.43	0.38	0.5		0.3	0.32	1.303
其他添加剂 Other additive	1.37	1.6	7	1.5	1.5	3.03	3.614

由表 1 可知,玉米、大麦、高粱或稻谷是我国饲料的主要原料,可归于可耕地。其余的原料大多是其产品的副产品或废弃物,如豆饼和粕类是大豆在经过第一次处理提取之后遗留下来的副产品;麦麸麸皮是大麦或小麦在脱粒过程中脱出来的外壳;草粉、鱼粉和骨粉是其主产品生产过程的附带产品,它们的足迹已经计入主产品足迹中,因此在饲料足迹计算中可忽略不计。据此,我国畜牧饲料足迹可归于可耕地,则猪肉、禽肉禽蛋的生态生产性土地为可耕地,牛肉、羊肉及牛奶的生态生产性土地为可耕地及牧草地。

## 3 我国草地平均产肉奶量

我国有近 4 亿  $\text{hm}^2$  草地,占中国陆地总面积的 41.41%,草地可利用面积 3.31 亿  $\text{hm}^2$ ,占天然草地资源总量的 84.27%。不同经济带草地面积<sup>[11]</sup>见表 2。

表 2 不同经济带草地面积 ( $\text{hm}^2$ )  
Table 2 The grassland area of different economy zone

区域 Area	草地面积 Area of grassland	占全国草地的份额 Proportion in whole country (%)
牧区 Pastoral area	193 158 693	49.17
农牧区 Farming and pastoral area	58 525 674	14.90
农区 Farming area	141 148 266	35.93
合计 Total	392 832 633	100

我国牧区经营的牲畜以牧场放牧为主要生产方式;农区畜牧生产则以舍饲为主。农牧区介于农区和牧区之间,既有一定的天然草场,又有相当数量的耕地;既放牧较多的牛、羊等牲畜,又饲养一定数量的猪、禽。由于无法获得农牧区中用于放牧的草地所占比例,在此,取农牧区草地的一半用于放牧,即全国草地用于放牧生

产方式的草地为 2.22 亿  $\text{hm}^2$ , 可利用草地为 1.87 亿  $\text{hm}^2$ 。我国牛肉、羊肉和牛奶产自草地的比例分别为 14%、43% 和 28%, 则牛肉、羊肉和牛奶的草地平均产出量见表 3。

表 3 牛肉、羊肉和牛奶草地平均产出量<sup>[3]</sup> ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )

Table 3 The mean yield of beef, mutton and milk from grassland<sup>[3]</sup>

项目 Items	年份 Year					平均 Mean
	2002	2003	2004	2005	2006	
牛肉 Beef	4.355	4.701	5.037	5.303	5.59	4.997
羊肉 Mutton	7.251	8.178	9.142	9.97	10.76	9.06
牛奶 Milk	23.936	30.662	38.282	45.674	52.326	38.176

#### 4 各种畜牧产品的生态足迹计算

畜牧产品生态足迹计算公式如式 1:

$$A_m = A_{m1} + A_{m2} = \sum \frac{P_{mc} \times E_c \times eC_i}{eP_i} + \frac{P_{mp}}{EP_2} \quad (1)$$

式中,  $A_m$  为畜牧产品的生态足迹 ( $\text{hm}^2$ );  $A_{m1}$  为畜牧产品产自可耕地的生态足迹 ( $\text{hm}^2$ );  $A_{m2}$  为畜牧产品产自牧草地的生态足迹 ( $\text{hm}^2$ );  $P_{mc}$  为产自可耕地的畜牧产品的产量;  $E_c$  为单位畜牧产品的粮食消耗量 (t);  $eC_i$  为粮食消耗量中第  $i$  种原料的所占比重 (%);  $eP_i$  为第  $i$  种原料的世界平均生产量 ( $\text{t}/\text{hm}^2$ );  $P_{mp}$  为产自牧草地的畜牧产品产量 (t);  $EP_2$  为畜牧产品牧草地平均产量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )。

根据 1kg 畜牧产品原料消耗量<sup>[12]</sup>, 结合表 1 各畜牧产品的饲料原料比, 可以得出 1kg 畜牧产品的足迹 (表 5)。

表 4 1kg 产品的粮食消耗量 (kg)

Table 4 Corn consumption of 1kg product

项目 Items	1kg 产品耗粮量 Corn consumption of 1kg product
猪肉 Pork	1.72797
鸡蛋 Egg	1.6855
羊肉 Mutton	0.652
牛肉 Beef	0.596
牛奶 Milk	0.3793

表 5 1kg 畜牧产品的生态足迹 ( $\text{m}^2$ )

Table 5 Ecological footprint of 1kg livestock product

产品 Product	生产方式 Production mode	比例 Proportion (%)	原料 Material	原料消耗量 Consumption of material (kg)	原料世界单产 Global mean yield of materials ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	足迹 Footprint	土地类型 Type of land
猪肉 1 pork1	饲养 Feeding		玉米 Maize	1.3110	0.46504	2.81914	可耕地 Arable land
			大麦 Barley	0.4170	0.25916	1.60889	
猪肉 2 pork2	饲养 Feeding		玉米 Maize	1.4223	0.46504	3.05843	
			高粱 Sorghum	0.3057	0.13583	2.25044	
禽肉 Poultry meat	饲养 Feeding		玉米 Maize	1.4084	0.4650	3.0290	可耕地 Arable land
			小麦 Wheat	0.1236	0.2803	0.4410	
禽蛋 Poultry egg	饲养 Feeding		玉米 Maize	1.6854	0.4650	3.6247	可耕地 Arable land
牛肉 Beef	饲养 Feeding	86	玉米 Maize	0.51256	4650.36	1.1022	可耕地 Arable land
	放牧 Grazing	14	牧草 Forage	-	-	280.15	草地 Grassland
羊肉 Mutton	饲养 Feeding	57	玉米 Maize	0.37164	0.465	0.7992	可耕地 Arable land
	放牧 Grazing	43	牧草 Forage	-	-	470	草地 Grassland
奶 Milk	饲养 Feeding	72	玉米 Maize	0.2731	0.4650	0.5873	可耕地 Arable land
	放牧 Grazing	28	牧草 Forage	-	-	73.3446	草地 Grassland

\* 原料世界平均产量来自 FAO global mean yield of materials from FAO database<sup>[3]</sup>

#### 5 WWF 与本文计算结果对比分析

WWF 与本文计算结果的比较见表 6。从表 6 比较可知, 本文结果与 WWF 有很大不同。

表 6 1kg 畜牧业产品的生态足迹比较

Table 6 Ecological footprint comparison of 1kg livestock product

产品 Product	WWF (gm <sup>2</sup> )	本文 This paper (gm <sup>2</sup> )	WWF: 本文 WWF: This paper
禽肉 Poultry meat	32.05	7.6687	4.1793
禽蛋 Poultry egg	26.709	8.0106	3.3342
猪肉 Pork	38.996	9.7859	4.0696
		11.7326	3.3944
牛肉 Beef	78.561	139.704	0.5623
羊肉 Mutton	38.584	232.0662	0.1663
牛奶 Milk	2.323	37.2368	0.0624

\* 可耕地等量化因子为 2.21, 草地为 0.49 Equivalence factor of arable land and grassland is 2.21 and 0.49<sup>[2]</sup>

### (1) 禽肉、禽蛋、猪肉

WWF 和本文均认为饲料是禽肉、禽蛋和猪肉足迹的主要来源,而中美两国是世界上禽肉、禽蛋、猪肉产量最大的国家,在此以中美两国为例,分析造成上述差异的原因。2005 年中美两国禽肉、禽蛋、猪肉产量饲料消费情况<sup>[3,13,14]</sup>见表 7。

表 7 2005 年中美两国肉蛋和饲料产量<sup>[3,13]</sup> (×10<sup>6</sup>t)Table 7 The yield of China and United State's meat, egg and feedstuff<sup>[3,13]</sup> (×10<sup>6</sup>t)

项目 Items	美国 US			中国 China			美中料肉比之比 Ratio of feedstuff and livestock of US and China
	饲料产量 Feedstuff yield	畜牧产量 Livestock yield	料肉比 Ratio of feedstuff and livestock	饲料产量 Feedstuff yield	畜牧产量 Livestock yield	料肉比 Ratio of feedstuff and livestock	
肉鸡 Broiler	57.224	19.1808	2.9834	28.26	15.2897	1.8483	1.6141
蛋 Egg	13.74	5.3295	2.5781	20.41	28.6456	0.7125	3.6184
禽蛋 Poultry + egg	70.964	24.5100	2.8953	48.67	43.9339	1.1078	2.6135
猪肉 Pork	40.733	9.3827	4.3413	42.5	51.2048	0.83	5.2305

由表 6, 表 7 可知, 美国禽蛋和猪肉的的饲料产量比是中国料肉比的 3.6184 倍和 5.2305 倍。相应地 WWF 禽蛋足迹是本文所计算的中国禽蛋 3.3342 倍; 猪肉足迹则是 4.0696 倍和 3.3944 倍。中美两国禽蛋和猪肉生产中饲料消费量的差异直接反映了 WWF 和本文足迹计算结果的差异。

由于我国产自农户散养的禽肉产量占 64%, 禽蛋产量占 58%, 农户散养的家禽往往既提供禽肉也提供禽蛋, 在饲料消费上也会出现重叠, 因此美国禽肉的饲料产量比只是中国饲料产量比的 1.6141 倍, 而 WWF 禽肉足迹则是本文计算的中国禽肉足迹的 4.1793 倍。但是, 从美国家禽饲料与家禽产品产量比是中国的 2.6135 倍, 仍能反映出饲料的消费量的差异导致的 WWF 禽肉禽蛋足迹和本文计算结果的差异。

### (2) 牛肉、羊肉、牛奶

草料足迹是牛肉、羊肉、牛奶足迹的主要来源。

#### ①牛肉

与发达国家不同, 牛在我国不仅产肉、产奶、产皮外, 还是非常重要的役畜。2005 年我国大牲畜(牛、马、驴、骡、骆驼等)年末存栏数为 159475000 头, 其中役畜 65651000 头<sup>[3]</sup>, 占 41.17%。2005 年我国牛的存栏数 137975000 头<sup>[3]</sup>, 以 41.67% 计, 役畜用牛数为 56800104 头, 即我国超过 40% 的牛是只养不杀, 但它们同样消耗资源, 在同等饲养条件下产生的足迹与肉牛相当。

WWF 通过计算肉牛生长所需的草料量和草地产草量来计算牛肉的足迹。本文是以草地每公顷产牛肉量来计算牛肉产自草地足迹。由于役畜用牛数与我国牛宰杀量 59184000 头相当, 即相当于牛肉足迹加倍, 本文牛肉足迹为 139.9388gm<sup>2</sup>, 如以 50% 计则牛肉为 69.852gm<sup>2</sup>, 略小于 WWF 的 78.561gm<sup>2</sup>。考虑到农户散养的牛又多以农作物的秸秆、枝叶等为口粮, 饲料用量远低于发达国家, 因此本文的结果是合理的。

### ②羊肉

我国放牧生产方式出产的牛羊所食用的饲草大致相同,现根据牧区牛羊饲草费来推算我国牧区产牛肉和羊肉的草料消耗量,2003 年牧区牛羊饲草费(表 8)<sup>[12]</sup>。

结合表 8 的牛羊饲草费用,以 2003 年牧区牛羊屠宰量和产肉量,推算 1kg 牛肉和羊肉的饲草费,牛肉产自牧区比例为 14%,羊肉为 43%,2003 年牛肉产量 6304000t,羊肉 3572000t(表 9)<sup>[3]</sup>。由于牧区牛羊所食用的饲草大致相同,由表 9 可知,1kg 羊肉饲草消耗量约为牛肉的 2.5401 倍。由表 3 的我国牛羊肉单位草地产肉量,结合的产自草地的牛羊肉比例(牛肉为 14%,羊肉为 43%),可知 2003 年 1kg 牛肉中来自草地的足迹为 297.8090m<sup>2</sup>,羊肉为 525.8009m<sup>2</sup>,羊肉足迹是牛肉的 1.7656 倍,与羊肉牛肉的饲草消耗量的比例相近。牛的体重一般为羊的 7~10 倍,而 2005 年世界牛胴体是羊胴体的 13.78 倍<sup>[3]</sup>,即牛的产肉能力高于羊,因此 1kg 羊肉的足迹应高于牛肉,即本文的结果比 WWF 更合理。

表 8 2003 年我国牧区牛羊饲草费 (Yuan)<sup>[12]</sup>

种类 Kind	百只饲草费 Forage fee of 100 livestock
绵羊 Sheep	858.84
山羊 Goat	944.24
牛 Cattle	3338.09

表 9 2003 年 1kg 牛肉、羊肉饲草费<sup>[3]</sup>

Table 9 The forage fee of 1kg beef and mutton in 2003<sup>[3]</sup>

种类 Kind	总屠宰头数 Total slaughter amount	牧区屠宰头数 Total slaughter amount in pastoral area	单头饲草费 Forage fee of one livestock (Yuan)	总饲草费 Total forage fee (Yuan)	草地产肉量 Meat yield from grassland (t)	1kg 肉饲草费 Forage fee of 1kg meat (Yuan)
牛 cattle	44527100	6233794	33.3809	208089654	882560000	0.2358
绵羊 sheep	117000000	50310000	8.5884	919905519	1535960000	0.5989
山羊 goat	120146600	51663038	9.4424			

### ③牛奶

2006 年主要产奶国家草地平均产奶量见表 10,表中各国 2006 年牛奶产量占全球牛奶产量 55.42%,草地面积为各国全部永久牧场面积<sup>[3]</sup>,以 WWF 牛奶产自放牧草地的比例 79%计<sup>[2]</sup>(中国为 28%)。

表 10 2006 年主要产奶国草地平均产奶量

Table 10 The mean yield of milk from grassland of main country in 2006

国家 Country	产量 Yield (t)	草场面积 Grassland area (hm <sup>2</sup> )	平均产量 Mean yield (kg/hm <sup>2</sup> )	足迹 Footprint (gm <sup>2</sup> )
印度 India	91875000	10530000	6892.8063	0.5616
美国 USA	82463031	237600000	274.1826	14.1183
中国 China	35099100	187819217	52.3256	26.2204
俄罗斯 Russian	31074000	92099000	266.5443	14.5229
巴基斯坦 Pakistan	30540000	5000000	4825.3200	0.8022
德国 Germany	28452950	4929000	4560.3227	0.8488
巴西 Brazil	25333254	197000000	101.5902	38.1041
法国 France	24194707	9934000	1924.0808	2.0119

由表 10 可知,由于我国居民饮食结构与西方国家有很大不同,牛奶的饮用是近年才逐渐普及,而且农村地区普及率远低于城镇,使我国草地牛奶产出量相对偏低,导致与 WWF 的计算结果差距过大。另外,草地面积较大的国家以草地产奶量为基础计算的牛奶足迹与 WWF 的结果相差较大。

## 6 结论

本文从分析牲畜口粮入手,根据中国畜牧生产的实际,重新计算了中国单位畜牧产品的生态足迹,并与

WWF 的计算结果进行了比较,有以下结论:

(1)我国猪肉、禽肉、禽蛋的足迹主要来自饲料用粮。它们的单位足迹低于 WWF,正反映了在农户散养生产方式中,以无足迹或低足迹的废弃的食物和农业资源饲养牲畜的现状。

(2)我国牛肉、牛奶、羊肉的足迹主要来自草料,本文以草地平均产肉奶量为基础计算单位牛肉、羊肉、牛奶的足迹比 WWF 以牛羊生长所需的草料量和草地产草量为基础来计算,更能反映役畜、非食用牲畜对资源的消耗以及草地载畜量的增长对生态环境的影响。

考虑到中国畜牧业在世界畜牧业中的重要地位,本文的结果对计算中国畜牧业生态足迹具有一定的参考价值。但是,由于未能获取更新的我国畜牧生产的数据,如我国 3 种畜牧生产方式的比例是 2000 年的数据,畜牧产品耗粮量是 2003 年的数据,这都影响了计算结果的准确性,有待于在今后的研究中得到改进。

#### Reference:

- [ 1 ] Mathis Wackernagel, Larry Onisto. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 1999, (29): 375 - 390.
- [ 2 ] World Wide Fund for Nature(WWF). National Footprint Accounts. [http://www.footprintnetwork.org/Academic Edition 2006-World.xls](http://www.footprintnetwork.org/Academic%20Edition%202006-World.xls).
- [ 3 ] Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- [ 4 ] Chen W S. The production and product processing of livestock husbandry of China. <http://www.cafte.gov.cn/gjhzxm/1594.asp>, 2003.
- [ 5 ] Tong J M. The handbook of feedstuff formula. Beijing: China Agricultural University Press, 2001
- [ 6 ] Liu C N, Mao Y Y. The feedstuff formula and application technology of cattle and sheep. Beijing: China Agricultural Press, 2003.
- [ 7 ] Qin Z R, Zhang Z C. The high benefit feeding technology of cow. Beijing: Jindun Publishing House, 2003.
- [ 8 ] Qiu C G. Ask and answer of cow feeding. Taiyuan: Shanxi Science and Technology Press, 2004.
- [ 9 ] Zhang J N. The integrated matching technology of high efficiency sheep feeding. Beijing: China Agricultural Press, 2001.
- [ 10 ] Qi Y W. The feedstuff formula and feeding mange regulation of cow in every period. *Technical Advisor for Animal Husbandry*, 2005, (04):11.
- [ 11 ] Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). Country Pasture Profiles. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/pasture/forage.htm>.
- [ 12 ] National Development and Reform Commission Price Department. The cost and income of China agricultural product in 2004. Beijing: China Statistics Press, 2005.
- [ 13 ] Gao J L, Li M. The feedstuff situation of USA in 2005. *Feed China*, 2007(11):32 - 35.
- [ 14 ] Xie H Y, Ye H S. The update computation for global average yield of main agricultural products in China. *Journal of Guangzhou University (Natural Science Edition)*, 2008, 7(1): 76 - 80.

#### 参考文献:

- [ 4 ] 陈伟生. 中国畜牧业生产与畜产品加工. <http://www.cafte.gov.cn/gjhzxm/1594.asp>, 2003.
- [ 5 ] 佟建明. 饲料配方手册. 北京:中国农业大学出版社, 2001
- [ 6 ] 柳才南. 牟永义. 牛羊饲料配制和使用技术. 北京:中国农业出版社, 2003.
- [ 7 ] 秦志锐, 张忠诚. 奶牛高效益饲养技术. 北京:金盾出版社, 2003.
- [ 8 ] 邱昌功. 奶牛养殖问答. 太原:山西科学技术出版社, 2004.
- [ 9 ] 张居农. 高效养羊综合配套新技术. 北京:中国农业出版社, 2001.
- [ 10 ] 戚云威. 奶牛各阶段饲料配方及饲养管理规程. *养殖技术顾问*, 2005, (04):11.
- [ 12 ] 国家发展和改革委员会价格司. 2004 年全国农产品成本收益资料汇编. 北京:中国统计出版社, 2005.
- [ 13 ] 高俊岭, 李玫. 美国 2005 年饲料市场平稳增长. *饲料广角*, 2007(11):32 ~ 35.
- [ 14 ] 谢鸿宇, 叶慧珊. 中国主要农产品全球平均产量的更新计算. *广州大学学报自然科学版*, 2008, 7(1): 76 ~ 80.