

东北肉羊配套 杂交群体种质特性

金海国 马惠海 曹阳 主编.



吉林人民出版社





东北肉羊 配套杂交群体种质特性

金海国 马惠海 曹 阳 主编

吉林人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

东北肉羊配套杂交群体种质特性 / 金海国, 马惠海, 曹阳主编. -- 长春: 吉林人民出版社, 2017.3

ISBN 978-7-206-13565-1

I. ①东… II. ①金… ②马… ③曹… III. ①肉用羊—杂交种—研究 IV. ①S826.93

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第059693号

东北肉羊配套杂交群体种质特性

主 编: 金海国 马惠海 曹 阳

责任编辑: 王 斌 封面设计: 郭呈辉

吉林人民出版社出版 发行 (长春市人民大街7548号 邮政编码: 130022)

印 刷: 长春市昌信电脑图文制作有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 12 字 数: 221千字

标准书号: ISBN 978-7-206-13565-1

版 次: 2017年3月第1版 印 次: 2017年3月第1次印刷

定 价: 37.00元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

编委会成员

主 编：金海国 马惠海 曹 阳

副主编：赵玉民 闫秋良 武 斌

编 者：（按音序排序）

曹 阳 巩俊明 侯建军 贺 明

金海国 李信涛 李 欣 罗晓彤

马惠海 武 斌 王春昕 魏 天

修桂平 闫秋良 于长辉 于永生

翟 博 赵金生 赵玉民 张立春

引 言

东北是国家重要的粮食基地，秸秆资源丰富；西部地区处于内蒙古科尔沁草原边缘，草场广阔，养羊是传统的优势产业。东北地区羊群品种结构历史上曾以东北细毛羊、中国美利奴羊、蒙古羊等细毛与半细毛羊为主。随着羊毛价格跌落与羊肉消费的逐年增加，肉羊产业蓬勃兴起，品种结构逐渐从细毛羊转变为以小尾寒羊为主，非毛非肉，无法满足市场需求，已不能适应现代肉羊产业的发展需要。如何在现有品种资源条件下，保留地方特色同时大幅提高肉用生产性能，成为东北地区肉羊产业发展必需破解的难题。

近年来，随着市场对优质羊肉需求量的增加，商品群生产中陆续导入德国肉用美利奴、南非肉用美利奴、杜泊等肉用品种，生产方向逐步由毛用转为肉用为主。为了充分利用东北细毛羊与小尾寒羊抗逆强或繁殖力高等优势特点，适应肉主毛从的市场需求，按“保毛增肉”与“高繁快长”的基本策略，吉林省农业科学院组织双辽种羊场、黑龙江大山种羊场、东北农业大学、中国农业科学院、中升牧业、双辽市畜牧业管理局、延边朝鲜族自治州畜牧业管理局等单位的广大畜牧科研工作者，从20世纪90年代中期开始，针对本地羊在肉用性状方面存在的不足，借鉴国外肉羊品种培育的先进技术和经验，采用导入外血和开放式育种方法，通过常规育种和现代育种技术相结合的科学育种手段，在较好地保护了东北细毛羊抗逆性强，耐寒、耐粗饲，肉质细嫩、味美多汁以及小尾寒羊繁殖力高、体大等优良特性的基础上，有效地解决了生长发育慢、屠宰率低、后躯欠发达等问题。

东北肉羊配套杂交群体（简称东北肉羊）按生产方向分为肉毛兼用型与多胎肉用型两个类型群。肉毛兼用类型群是以毛用型东北细毛羊为母本，以德国肉用美利奴与南非肉用美利奴羊为父本，在原来选育的基础上，经杂交、回交和横交固定、群体继代选育等阶段，形成的含75%东北细毛羊、25%南非肉用美利奴羊血统的稳定群体。多胎肉用型是以小尾寒羊(东北类群)为母本，以杜泊羊(白头、黑头)为父本，经复杂轮回杂交、群体继代选育等阶段，形成含60%~70%杜泊羊血统的类群。东北肉羊类群的构建为培育出东北肉羊新品种奠定了良好

基础。东北肉羊种群形成与新品种的育成不仅可促进东北羊产业化发展，而且能满足社会需求，扭转优质羊肉进口的被动局面，对适应WTO新形势的要求，推动我国肉羊产业发展，形成民族特色品牌，走向世界，提高国际市场竞争力都具有重大意义。

本文对东北肉羊配套杂交群体的种质特性进行了详细地描述，主要包括生长特性、肉质特性、毛用性状、遗传特性、营养需要、风味物质形成机理等方面。旨在为东北农区肉羊的杂交改良育种、品质评价以及科学饲养等工作提供理论依据。

目 录

第一章 中国肉羊业发展概况、存在问题及对策分析·····	1
一、中国肉羊业发展现状及分析·····	1
二、中国肉羊业未来发展趋势·····	2
三、中国肉羊业存在的问题·····	3
四、中国肉羊业发展的对策·····	4
第二章 东北肉羊配套杂交群体性能测定方法·····	5
一、性能测定的概念及意义·····	5
二、性能测定的原则·····	6
三、性能测定分类·····	7
四、测定条件及要求·····	7
五、各指标测定方法·····	8
第三章 东北肉羊配套杂交群体分子遗传学检测方法·····	13
一、常用仪器与设备·····	13
二、主要试剂·····	14
三、常用试剂的配制·····	15
四、具体涉及的实验方法·····	16
第四章 东北地区不同肉羊配套杂交群体生产特性研究·····	37
一、材料与方法·····	37
二、结果与分析·····	39
三、讨论与结论·····	42
第五章 东北肉羊配套杂交群体风味物质形成机理·····	44
一、实验方法·····	45
二、实验结果·····	47
三、讨论·····	51
四、结论·····	53
第六章 不同营养水平对东北肉羊配套杂交群体肉用性能的影响·····	54
一、材料与方法·····	54

二、结果与分析	56
三、结论	59
第七章 蛋白水平及去势对东北肉用杂交羊群体生产性能的影响	60
一、材料与方法	60
二、结果与分析	62
三、讨论	63
四、结论	64
第八章 去势对东北肉用细毛羊公羔综合生产性能的影响	65
一、材料与方法	65
二、试验结果	66
三、结论与分析	67
第九章 东北肉用细毛羊日粮添加瘤胃调节剂对氮沉积及甲烷排放的影响	69
一、材料与方法	69
二、结果与分析	72
三、讨论	74
四、结论	75
第十章 微卫星标记在肉羊杂交中的应用研究	76
一、材料与方法	78
二、研究结果	79
三、讨论	84
第十一章 东北肉羊配套杂交群体遗传特性研究	85
一、LPL基因多态性与肉质性状的关联分析	85
二、ACSL1基因克隆、表达及其对脂肪酸代谢的影响	104
三、H-FABP基因单核苷酸多态性及其与肉质性状的关联分析	128
四、肉羊ME1基因第一外显子多态性及其与肉质性状的相关分析	149
第十二章 遗传基础与营养水平对东北地区肉羊生产性能的影响及互作效应分析	155
一、材料与方法	155
二、结果与分析	157
三、讨论与结论	161
附录1: 东北肉用细毛羊(暂用)	163
附录2: 优质安全肉羊饲养管理技术规范	165
参考文献	178

第一章 中国肉羊业发展概况、存在问题及对策分析

畜牧业是21世纪的朝阳产业，肉羊产业是畜牧业的发展主线，发展肉羊产业已经成为农牧民脱贫致富奔小康和解决三农问题的主要途径之一。中国自改革开放以来，畜牧业一直保持着全面增长的良好势头，肉羊产业是畜牧业中发展较快的产业之一，其产业化程度在不断提高，随着国家对畜牧业结构进一步调整、城乡人民的收入和消费水平不断提高以及国内、外市场对羊肉需求量不断增加，将会更有力地推动肉羊产业的进一步发展。

一、中国肉羊业发展现状及分析

中国的肉羊业起步较晚，从20世纪80年代开始重视肉羊生产，直到90年代才进入快速发展阶段，先后从国外引进了世界著名的萨福克、特克赛尔、无角道赛特、夏洛来、波尔山羊等肉用羊品种，在肉羊重点产区建立良种繁殖基地并进行纯种繁育和提纯复壮。在以山东、河南、江苏、四川、河北为代表的农区和以内蒙古、新疆、青海、甘肃为代表的牧区、农牧结合区，全面开展二元、三元经济杂交，进行商品肉羊生产，使中国肉羊业发展迅猛。多年来中国肉羊存栏量、羊肉产量均居世界首位，2005年，中国羊年底只数为29792.7万只，羊肉产量为350.1万吨，从2006年开始直至2014年分别为28369.8万只、28564.7万只、28084.9万只、28452.2万只、28087.9万只、28235.8万只、28504.1万只、29036.3万只、30314.9万只。羊肉产量分别为363.8万吨、382.6万吨、380.3万吨、389.4万吨、398.9万吨、393.1万吨、401.0万吨、408.1万吨和428.2万吨。

中国羊年底只数下降的主要原因是草原生态保护政策的全面推行，降低了肉羊饲养量，直接导致羊源供给减少。2006年4月，为保护草原生态环境，实现草畜平衡发展，中国在全国范围内首次实施禁牧、休牧和轮牧措施，饲草供应明显减少，饲养成本增加，因此一部分小规模农牧户干脆放弃养羊外出打工，另一部分规模适

中农牧户多采取降低饲养规模的方式适应政策的变化，直接导致肉羊存栏量明显减少。相对于2005年，2006年至2014年羊年底只数分别减少4.78%，4.12%，5.73%，4.50%，5.72%，5.22%，4.33%，2.54%和1.75%。2008年减幅最大，2009-2014年与2008年相比又有所回升，主要因为饲养量减少，可供屠宰的羊源也减少，随之而来可供销售的羊肉量也相应减少，由于市场供求平衡关系导致羊肉价格持续上涨，因此农牧户净利润增加。由于草原生态环境保护政策全面实施后，国家对部分地区给予了饲草料补贴、草场围栏建设补贴、人工种草补贴和圈舍建设补贴进而又导致农牧户开始扩大饲养规模，增加饲养量，因此羊年底只数又有所回升。虽然中国羊年底只数2006年至2013年比2005年少，但是羊肉产量却成增加状态，这表明中国的肉羊生产水平在不断地提高，每只羊的平均产肉量逐渐增加。2005年至2014年中国羊年底只数和羊肉、羊毛以及羊绒产量的变化情况详见表1-1。

表1-1 中国羊年底只数和羊肉、羊毛以及羊绒产量的变化情况

年代	羊年底只数 (万只)	羊肉产量 (万吨)	绵羊毛(吨)	山羊毛(吨)	山羊绒(吨)
2005	29792.7	350.1	393172	36904	15435
2006	28369.8	363.8	388777	40512	16395
2007	28564.7	382.6	363470	38382	18483
2008	28084.9	380.3	367687	44406	17184
2009	28452.2	389.4	364002	49453	16964
2010	28087.9	398.9	386768	42714	18518
2011	28235.8	393.1	393072	44047	17989
2012	28504.1	401.0	400057	43924	18021
2013	29036.3	408.1	411122	41875	18114
2014	30314.9	428.2	419518	40046	19278

注：以上所有数据均来源于中国统计年鉴2015

二、中国肉羊业未来发展趋势

1. 由毛主肉从向肉主毛从的方向发展

随着城乡人民的收入水平和消费水平不断提高，人类的膳食观念也发生了重大改变，由于羊肉营养丰富、胆固醇含量低，在肉品消费中的需求量迅速增加，价格不断攀升，同时又由于合成纤维工业、冷藏和食品加工业的发展，市场上羊毛需求下降，价格持续走低。因此养羊业由昔日的毛主肉从逐渐向今天的肉主毛

从方向发展。

2. 由传统放牧向规模化产业化方向发展

目前中国大多数产区还是小规模粗放饲养、自交繁育，致使品种退化，且这种小规模粗放饲养使肉羊增重缓慢，羊肉单产水平低，人均占有羊肉量少，与国外发达国家形成鲜明对比。再加之规模化产业化的滞后，又客观的拉大了与发达国家的差距，因此，中国肉羊产业只有逐渐向专业化、标准化、规模化和产业化方向发展才能缩小与国外发达国家的差距。

3. 由普通羊肉向优质高档羊肉生产方向发展

近几年，由于瘦肉精、苏丹红以及三聚氰胺等一系列事件的发生，人们对食品的安全、营养也提出了越来越高的要求。在国际上，中国虽然是养羊大国，但是中国肉羊产业的国际市场占有率还不到2%，中国羊肉打入国际市场的难度很大，其中一个主要原因就是中国羊肉质量难以满足进口国家的要求，即不能满足卫生及动植物检疫标准，包括鲜颜色、卫生、疫病以及兽药残留等方面。因此，生产优质高档羊肉不仅是国内市场的迫切要求，同时也为中国羊肉走出国门，出口参与国际市场的竞争提供有利保证。

三、中国肉羊业存在的问题

1. 肉羊品种缺乏

中国绵羊、山羊品种较多，但其生长发育速度、早熟性、肉的品质和繁殖性能等方面与国外发达国家相差甚远，20世纪末人们已经清楚地认识到肉羊生产在养羊业中的地位，又认识到发展肉羊生产必须从种羊做起，因此不少省（区）利用从国外引进的肉羊品种与本地羊杂交，拟培育地方性肉羊品种，但杂交比较混乱，而且出现盲目炒种现象，据统计，仅2000~2001年中国从国外引种的投入比新西兰和澳大利亚两国10年的引种费用总和还多，再加上国家对肉羊品种培育缺乏统一的组织协调和指导，因此改良工作绩效不高，时至今日，仍十分缺乏自主培育的专门化肉羊品种。

2. 生产体系不完善

目前中国大多数产区还是小规模粗放饲养、自交繁育，饲草料条件较差，基础设施简陋等，截至目前，中国尚未建立起专门化、规模化、标准化、产业化的肉羊生产体系。上市羊只的屠宰、加工与贮藏不协调，肉羊产业链条衔接不好，肉羊不能及时出栏，出现了羊肉价格居高不下，而肉羊价格下降，对肉羊生产的发展起到了阻碍的作用。

3. 科研工作不深入

中国对肉羊研究的投资力度不大，使得肉羊相关性研究如肉羊品种培育、杂交技术、繁育技术、饲喂技术、规模化饲养技术明显滞后，而且畜牧专业技术人员的作用没有得到充分地发挥，相关科研技术的普及和推广工作没有做到位。

4. 知名品牌尚未树立

国内很多企业观念落后，经营和管理不善，从加工技术设备和产品看，中国大多数羊肉加工企业从设计到生产均把产品定位在普通冻肉上，缺乏羊肉产品深加工的配套技术，没有形成一个高度知名品牌，影响国内外市场，因此，也形成了中国羊肉出口难，国际占有率低的局面。

四、中国肉羊业发展的对策

1. 立足本地资源，确立发展方向

畜种基础、地域特点，资源条件是发展畜牧业的三大基础，因此我们要立足本地资源特点和市场需求严谨定向，选择羊种，在开展杂交改良工作的同时切莫忽视对本国优良绵、山羊品种资源的保护，在保持本地特色的基础上，提高生产率才是提高中国肉羊产业竞争力的最有效和最长久的途径。

2. 建立健全生产体系

推进专业化、规模化、标准化和产业化的肉羊生产体系建设，改善羊群质量、加强科学管理、提高羔羊生产性能和产肉率，集种畜—养殖—屠宰—加工—上市于一体，建立一条完整的产业链条，完善、规范产业链条中的各个环节，使整个链条中的各个环节协调、有序发展。

3. 重视科研成果及其转化

在品种选育、饲料生产、饲养工艺、防疫保健和产品加工等方面引进高新技术，培养专业人才，对所获得的科研成果高度重视，最大程度地将科研成果转化为生产，应用于生产。

4. 创造国内外知名品牌

改变传统的养羊观念，彻底实现数量型畜牧业向数量兼质量及效益型畜牧业的转变，运用各种高新技术提高肉羊生产性能，引导、鼓励种植饲草饲料，改善饲养管理条件，提高实际生产过程中的科技含量，同时注重提高羊肉质量，保护和壮大已有品牌，积极培育新的高度影响国内外的知名品牌，这才是目前中国养羊业的根本出路。

第二章 东北肉羊配套杂交群体性能测定方法

性能测定是提高种群选育水平的先决条件。东北肉羊配套杂交群体为在原有地方品种东北细毛羊的基础上进行杂交改良所形成的肉毛兼用型群体，其所选用的父本品种南非肉用美利奴羊为毛用型品种。在改善生长、肉质的同时，保持了原有的产毛性状。为了系统的评价东北肉羊配套杂交群体的生产性能，结合国家肉羊性能测定标准，建立了一套适宜东北肉羊配套杂交群体性能测定的检测方法。主要包含生长发育性状、肥育性状、屠宰性状、肉质性状、繁殖性状以及毛用性状等指标。

一、性能测定的概念及意义

生产性能测定是家畜育种中最基本的工作，是其他一切育种工作的基础，没有动物生产性能测定，就无从获得家畜育种工作所需要的相关信息，家畜育种就变得毫无意义。而如果性能测定不是严格按照科学、系统、规范化规程去实施，所得到信息的全面性和可靠性就无从保证，其价值就大打折扣，进而影响育种工作的效率，有时甚至会对育种工作产生误导。

性能测定是指对待选肉羊个体具有特定经济价值的某一性状的表型值进行评定的一种育种措施。

在家畜育种中，正确评定家畜生产性能具有非常重要的意义：

1. 为家畜个体的遗传评定提供基础数据，作为选留种畜的指标。
2. 为估计群体经济性状的遗传参数提供信息。
3. 是评定畜群生产水平的尺度。
4. 为牧场经营管理提供信息，是组织生产的依据。生产、管理、各种制度等都是建立在家畜生产性能基础上的。
5. 为各类杂交组合类型间的配合力测定提供信息。
6. 是饲养家畜的种类、品种及饲养量的依据。

7. 为制定育种规划提供基础信息。

二、性能测定的原则

生产性能测定包括测定性状的选择、测定方法的确定、测定结果的记录和管理以及测定的实施4方面的内容。

1. 测定性状的选择

(1) 所测定的性状应具有较高的经济价值。家畜育种的目的是要通过对畜群的遗传改良,使生产者获得最大的经济效益,因而选择测定性状时要有一定的经济学观点。同时还要用发展的眼光来看待一个性状是否有经济意义,有的性状虽然目前的经济价值不大,但以后可能会有重要经济价值,如肉质性状,过去消费者对它并不关心,也就没有什么经济价值,但随着生活水平的不断提高,人们对肉的质量也越来越关心,其经济价值也就越来越高。

(2) 所测定的性状要有较大的遗传变异,家畜育种着重从遗传上改进生产性能,因而在选择性状时要考虑是否有从遗传上改进的可能性。

(3) 所选择的性状要能简单、便宜、准确而又能活体测定。这方面的问题表现在伴性性状或那些屠宰后才能测定的性状;在实际条件下不容易测定或不能测定的性状,所选择的性状要能简单而准确的测定,并且适用于活体测定。如育仔能力、抗病力和食用品质等。

2. 测定方法

(1) 要保证所得到的测定数据具有足够的精确性。可靠的数据是育种工作能否取得成效的基本保证,而可靠的数据来源于具有足够精确性的测定方法。

(2) 要有广泛适用性。育种工作并不只限于一个场或一个地区,因而在确定测定方法时要考虑到育种工作所覆盖的所有单位的实际条件。当然这并不意味着要去迁就那些条件差的单位,一切应以保证足够的精确性为前提。

(3) 在保证足够的精确性和广泛适用性的前提下,所选择的测定方法要尽可能地经济实用,来降低性能测定的成本,提高育种工作的经济效益。

3. 测定结果的记录与管理

(1) 对测定结果的记录要做到简洁、准确和完整,要尽量避免人为因素所造成的数据的错记、漏记。

(2) 标明影响性状表现的各种可以辨别的系统环境因素如年度、季节、场所、操作人员等,以便于遗传统计分析。

(3) 对记录的管理要便于经常调用和长期保存。

4. 性能测定的实施

(1) 应由一个中立的、有权威的监测机构去组织实施，以保证测定结果的客观性和可靠性。如果所有的性能测定都由各个畜牧场自己去组织实施，一则很难保证测定方法的统一性，二则出于经济或其他方面的利益考虑，有的场可能会有意或无意地不严格按照测定规程执行，或对测定数据进行删改。因此原则上，性能测定应由一个在行政上和经济上与畜牧场无直接关系的机构来组织实施。

(2) 不要一味追求最好的仪器设备、最完美的组织形式，应考虑投入产出的最佳比例，以获得最大经济效益为最终目的。

(3) 在一个育种方案的范围内，性能测定的实施要有高度的统一性。即在不同的育种单位中要测定相同的性状，用相同的测定方法和记录管理系统。

(4) 性能测定的实施要有连续性和长期性。育种工作是一项长期的工作，只有经过长期的坚持不懈的努力，才能显出成效。

(5) 要随着市场的变化和技术的发展调整测定性状，改进测定方法，使用现代化的记录系统。

总之，性能测定要严格按照科学、系统和规范的规程实施；测定结果应具有客观性和可靠性；同一个育种方案中，性能测定的实施必须统一；保持连续性和长期性；性能测定指标的选取应随市场需求改变而变化。

三、性能测定分类

根据测定实施场所可分为测定站测定与场内测定。测定站测定指将所有待测个体集中在一个专门的性能测定站或某一特定牧场，并在一定时间内进行统一测定。场内测定指直接在各个生产场内进行性能测定，不要求时间的一致。通常强调建立场间遗传联系，以便于进行跨场际间的遗传评估。

四、测定条件及要求

1. 测定条件

待测羊父、母亲个体号（ID）应正确无误；待测羊必须是健康、生长发育正常、无外形缺陷和遗传疾病；测定前应接受负责测定工作的专职人员检查。

2. 饲养管理条件

待测羊只的营养水平应达到相应饲养标准的要求，饲料环境及其卫生条件符合NY/T388-1999标准和NY/T1167-2006标准中的条件。

同一试验场、站（公司、企业）待测羊只的圈舍、运动场、光照、饮水和卫生等管理条件应基本一致。

测定单位应具备相应的测定设备和用具：如测尺、背膘测定仪、电子秤等；经过培训并取得技术资格证的人员专门负责测定和数据记录。

待测羊应由工作认真负责的工人进行饲养，并由具备测定种羊基本知识和饲养管理经验的技术人员进行指导。

3. 卫生防疫

测定场应有健全的卫生防疫制度，使羊只保持在健康的状况下，特别是要在无传染病的条件下，进行测定工作；测定场根据本单位的具体情况，建立健全消毒制度、免疫程序和疫病检疫制度，选择注射疫苗种类。

4. 环境条件

确保空气新鲜、光线充足、饮用水洁净、温湿度适宜、环境整洁卫生。

五、各指标测定方法

1. 生长发育性状

生长发育性状主要包括初生重、断奶重、6月龄重、12月龄重、18月龄体重及外貌评分，具体测定方法如下：

（1）初生重：羔羊出生后吃初乳前的活重。

（2）断奶重：羔羊断奶时的空腹活重。

（3）6月龄重：青年羊6月龄空腹重。

（4）周岁重：青年羊12月龄空腹重。

（5）18月龄重：18月龄空腹体重。

（6）成年重：成年羊（24月龄）空腹重。

（注意：生长发育性状测定是用校正标准的称重仪器称肉羊空腹各生长发育阶段的体重，单位kg，精确到小数点后1位。）

羊体尺测定主要包括：体高、体斜长、胸围和管围，其他可根据情况选择。

（1）体高：指耆甲最高点到地面的垂直距离，用杖尺或软尺。

（2）体斜长：指由肩胛前端至坐骨结节后端的直线距离，用杖尺或软尺。

（3）胸围：指在肩胛骨后端，围绕胸部一周的长度，用软尺。

(4) 管围：指管骨上1/3处的周围长度（一般在左腿管骨上1/3处测量，用软尺）。

(5) 十字部高：十字部到地面的垂直高度，用直尺或杖尺。

(6) 腰角宽（十字部宽）：两髌骨突之间的直线距离。

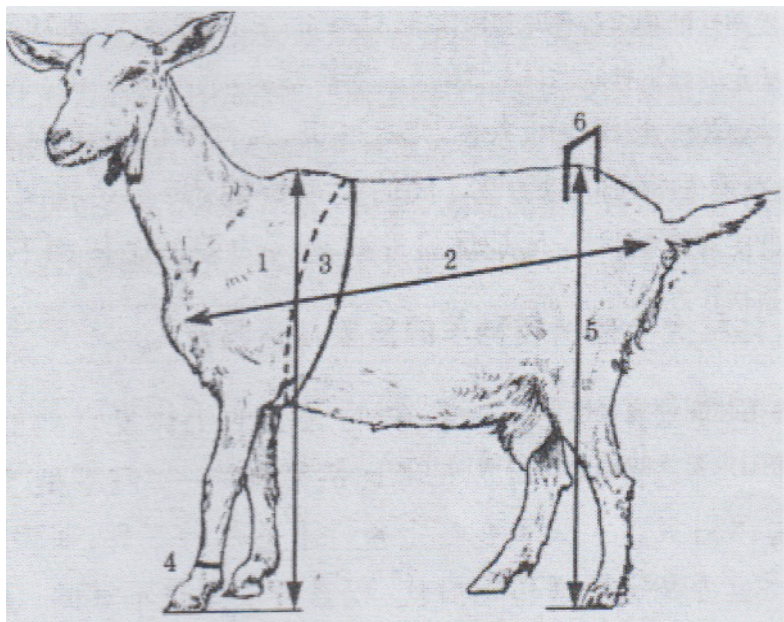


图2-1 羊体尺性状测定部位示意图

注：体尺测定是受测羊只在坚实平坦地面端正站立。1.体高；2.体斜长；3.胸围；4.管围；5.十字部高；6.腰角宽。

2. 肥育性状

肥育性状是指育肥开始、育肥结束及屠宰时的体重、日增重、饲料转化率等。

(1) 育肥始重：育肥羊结束预饲期，开始正式育肥期之日的空腹重。

(2) 育肥终重：育肥结束时的空腹重。

(3) 育肥期平均日增重（ADG）：肉羊正式育肥期（不包括预饲期）的总增重除以育肥天数。

$$\text{平均日增重 (ADG)} = (W - X) / Y$$

式中：W—肥育结束时的体重；X—肥育开始时的体重；Y—测定天数。

(4) 饲料转化率：每单位增重所消耗的饲料，通常以料重比表示。

$$\text{料重比 (Z)} = a/b \times 100\%$$

式中：a—肥育期饲料消耗量；b—肥育期增重量