

张丽娜,武佩,宣传忠,等. 基于精准养殖提升肉羊生产效益及福利化水平研究进展[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):43-48.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.008

基于精准养殖提升肉羊生产效益及福利化水平研究进展

张丽娜^{1,2}, 武佩², 宣传忠², 刘艳秋², 张曦宇²

(1. 内蒙古师范大学物理与电子信息学院, 内蒙古呼和浩特 010022;

2. 内蒙古农业大学机电工程学院/内蒙古自治区草业与养殖业智能装备工程技术研究中心, 内蒙古呼和浩特 010018)

摘要:以内蒙古地区肉羊生产为例,综述基于精准养殖降低饲养员劳动强度、提升肉羊生产效益及福利化水平的相关研究。阐述精准养羊的概念,列举基于智能信息感知的羊只精准养殖中的身份识别、体质量监测、形态评价、行为分析、健康监测及环境监控方面的研究,讨论精准养羊对提升肉羊生产效益和福利化水平的优势,并总结内蒙古地区精准养羊中存在的问题及未来研究的方向。

关键词:肉羊;精准养殖;生产效益;福利化水平;监测管理;研究进展

中图分类号: S826.9⁺2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)12-0043-05

内蒙古及周边西部地区是我国养羊业的主产区,养羊方式主要以放牧式、放牧兼舍饲式(养殖小区)及全舍饲式存在。传统的放牧饲养方式致使草原大面积退化、资源浪费,且养殖效益低。近年来,为了恢复草原生态平衡及实现草地资源可持续利用,内蒙古及西部地区实行“禁牧、休牧、轮牧”政策,提倡粮改饲,国家也对实行舍饲圈养给予粮食和资金补助,因此利用农业资源发展畜牧业,实施集约化设施养羊成为自治区及西部地区养羊业的发展趋势^[1]。但在规模化设施圈养条件下,羊的饲养密度大、活动范围受限、环境调控不到位等,抑制了羊只放牧时的很多行为表现,给羊只的生理与心理健康造成了严重影响^[2-3];人工、饲料、粪污处理等成本,对养殖效益提出挑战;食品安全问题及绿色贸易壁垒事件的频发,对养羊管理方式提出更高的要求。同时,提升人口的健康素质、营养素质,提高动物性食品的人均占有量,实现人与资源、人与动物的良性互动,发展高产、优质、高效、安全、生态的生产方式,促进可持续发展,成为集约化养羊业的必然趋势,因此以健康为导向的舍饲精准养羊成为关注的焦点。

1 精准养羊

精准畜牧(precision livestock farming, PLF)主要指利用信息技术对现代畜牧业进行精细的管理,它被定义为使用过程工程的技术对动物进行管理^[4]。它同时也被认为是依赖于自动监测动物相关生理过程的一套整合管理系统,是研究以信息技术为核心的高新技术在畜牧业应用中的一个专门领域,代表着畜牧业未来的发展方向^[5]。羊属精准畜牧养殖中的大型动物,其经济价值高,与人类营养、健康关系密切,是精

准畜牧研究的重点领域之一^[6]。

精准养羊(precision sheep management, PSM)中将羊作为个体或小群体进行管理,而非以群体方式进行管理^[7]。利用各种传感器持续地获取羊只个体各时段信息,如体温、体质量、行为(站立、趴卧)、饮食(饮水、进食)、情绪、环境参数等指标,应用个体自动识别技术(如射频识别)、大数据技术、专家决策技术等对个体进行生长评估、营养水平评估、情绪预测、疾病诊断等,实现高效率、低成本、福利化的现代生态养羊。

目前,精准养殖在猪、牛的研究中用于疾病的早期预防、生产性能的评估、日粮的精准控制、行为的实时监测、环境的控制等,但是在羊的领域相应的研究还处在初级阶段,虽然在发声、图像方面已经有一些探索,但是离应用这些技术在舍饲养羊中进行监测和管理还有一段距离。随着劳动力成本的成倍提高,及信息新技术的丰富和普及,精准养羊将赢得更为广阔的发展空间。

2 精准养羊研究现状

羊是哺乳纲偶蹄目家畜。肉羊体型较胖,身体丰满,体毛绵密,头短,具有很强的群居行为,通过头羊和群体内的优胜序列维系群体成员之间的活动。肉用羊喜欢温暖、湿润、全年温差较小的气候。羊的嗅觉比视觉和听觉灵敏,靠嗅觉辨别饮水的清洁度,拒绝饮用污水、脏水。肉羊体型较大,运动空间广、关节多,相较于其他大型动物,更加柔韧灵活,体姿多变,并伴有与心理相关的高级行为。基于羊的特性,国内外学者以精准养殖、提升羊只福利为目标,开展了多方面的研究。

2.1 羊只个体身份识别技术与体质量监测

羊只身份的自动识别是精准养羊中重要的组成部分,是信息采集、分析、决策自动化的技术关键之一。目前,羊只个体身份识别的主要方法包括基于生物特征信息的身份识别和基于承载羊只个体信息的耳标身份识别^[8-10],各种识别方法的特点见表1。

对活体羊而言,基于生物特征信息的身份识别特征图像

收稿日期:2018-03-07

基金项目:国家自然科学基金(编号:61461042)。

作者简介:张丽娜(1980—),女,内蒙古呼和浩特人,博士,副教授,从事农业工程测试与控制研究。E-mail:linanzhang@126.com。

通信作者:武佩,博士,教授,主要从事农业工程测试与控制研究。

E-mail:jdpw@imau.edu.cn。

表1 羊只身份识别方法比较

方法	特点	存在的技术问题
基于生物特征信息的身份识别	视网膜识别	稳定、可靠、不易伪造
	虹膜识别	稳定、可靠、不易伪造
基于承载羊只个体信息的耳标身份识别	可视耳标	信息直观
	二维条码耳标	密度高,容量大,成本低
	射频识别(RFID)	读取方便,不受脏污等恶劣环境影响,准确率高
	电子耳标	易丢失

获取较难,且单一的生物特征受各种因素的限制,很难满足羊只个体识别实际应用的需求,且成本高。射频识别(radio-frequency identification,RFID)技术成熟,广泛应用于肉类溯源、畜牧管理等方面,将RFID技术、无线传感器网络(WSN)技术和3G技术融合,能方便地建立基于物联网的肉羊管理平台。

羊只增质量是育肥羊饲养的直接目标,而体质量一般是在早晨空腹进行,用台秤或磅秤测得其质量,将羊蹄绑起来,然后放在秤上称;或抱着羊称,然后减去自质量;或挂称。然而,在羊只称质量过程中保定困难,因此包鹏甲等设计了专门的保定装置^[11]。上述测量方式工作量大、效率低、羊的应激反应大,存在人与羊的直接接触。随着内蒙古及西部周边地区实施草原“禁牧”“轮牧”“休牧”及粮改饲等政策,集约化、规模化设施养羊成为趋势,以提高测量效率、节约劳动力为目的的行走中称量设备正被采用,设备以限位通道、称重传感器及计算机处理软件相结合实现体质量自动称量。刘艳秋等将RFID身份识别技术与行走中自动称量结合,设计了活体羊体质量自动采集装置,实现活体羊自动、福利化体质量测量^[12]。

2.2 羊只形态测量

羊只形态用于描述羊只在空间尺度上表达的状态,内容集中于生长发育特性、生长发育间相关关系及遗传性能^[13]。由于以上的形态值不能直接通过度量得到,而能直接度量的参数只有家畜表型值,因此,常用统计分析方法通过表型值间接评价形态,进而获得羊的生长发育状况及各部位之间的相对发育关系,指导生产、选育^[14-15],评估羊只的生长速度、饲料利用率和胴体品质^[16],以及预测活羊体质量等^[17-20]。其中,常用的表型参数包括长、宽、高和维度4类指标,具体参数有体长、胸宽、胸深、体高、臀高、臀宽、胸围、腹围等^[21-26]。

然而,羊只体尺的测量常采用手工方式,即使用测杖、卷尺和圆形测量器等工具,对体高、体长、胸围、管围、臀高、胸深、胸宽等参数进行测量。体尺测量时要求羊站立在平坦的地方,左右两侧的前后肢在同一直线上,前后的左右肢在同一直线上,头自然前伸,一人固定羊,另一人进行测量并记录。对于体型较大、身体丰满、体毛绵密、具有很强的群居行为、胆小易惊的羊,这样的测量方式,不仅羊的保定困难,测量工作量大,而且需要人与羊体直接接触,羊的应激反应大,对羊尤其是孕产母羊产生严重的不良影响,如生产性能下降、发病,甚至死亡,影响个体羊及羊群的生长发育。另外,人与羊的直接接触,也增加了人畜共患病的传播概率。

随着自动化技术、信息与传感技术的进步,基于计算机视觉技术的检测方法被应用于活体家畜体尺测量。如基于光学和声学设备(超声波)测定动物骨骼构造特征^[27],X光影像技术也可用于骨骼尺寸测定。然而,超声成像依然无法实现无

接触式测量;X光有破坏细胞作用,对试验环境要求较高。因此,目前基于视觉原理的动物体尺测量开始应用,并受到广泛关注。如同海等基于机器视觉测量猪的体宽、体长等^[28];Zwertvaegher等采用CCD成像及图像计算机分析方法测量奶牛乳头形态^[29]。公开发表的相关研究中,国内外学者对基于视觉的羊只体尺测量做了有益探索,如朱林等应用嵌入式机器视觉技术测量羊的体高、体长,平均相对误差不超过3%^[30];Khojastehkey等基于图像处理技术估计新生羔羊体尺^[31];Vieira等开发了基于图像的奶山羊视觉评分系统^[32];Menesatti等构建双目立体视觉系统评估活体羊的体尺及体质量^[33]。但相关研究中体尺参数测量的自动化程度不高。张丽娜等提出了基于限制性空间的羊只体尺测量,即通过建立结构化限位专用装置,将活体羊确定在特定空间相对稳定的位置,继而使用事先布置在装置上的CCD相机获取其三维图像,后通过图像处理算法对感兴趣测点进行线性测量(图1)^[34]。

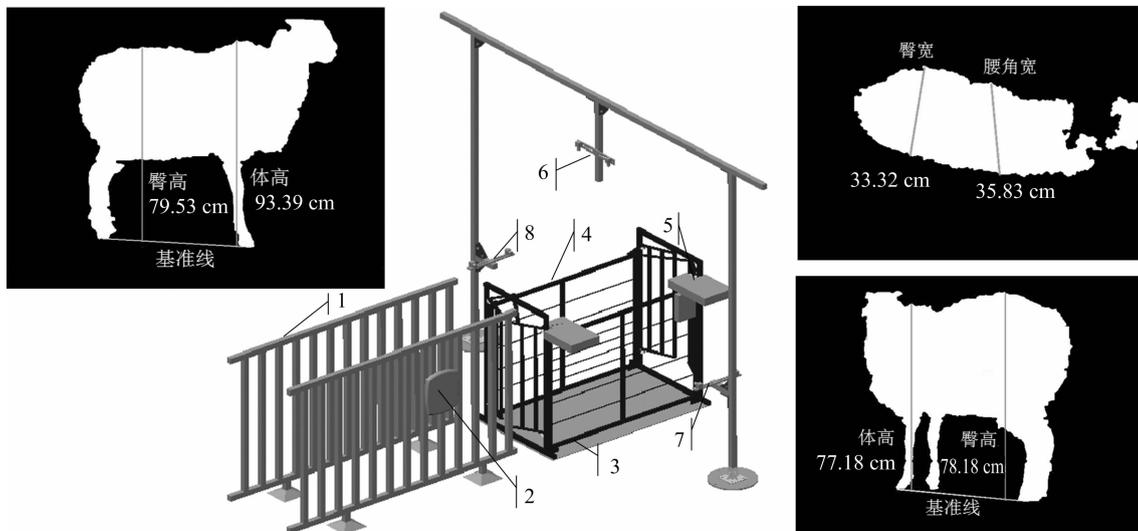
2.3 羊只行为分析

动物行为是动物心理、生理健康状况的外在表现。在规模化设施圈养条件下,由于羊只饲养密度大,活动时间、空间受限,环境调控技术不到位等因素,抑制了羊只放牧时的很多行为表现,一些羊只长时间处于趴、卧状态,甚至出现相互撕咬和啃吃异物等异常行为,且羊群极易感染疾病^[35-36]。相关研究表明,通过对羊只行为的研究,能够获得其身体、生理状况以及外界对其产生的影响^[37-42]。

有鉴于此,为了提高集约化养殖环境下羊只的精准养殖和福利化水平,国内外学者就羊只行为分析做了大量的研究。如阿根廷学者Galli等对羊的采食行为进行分析^[43-44]。法国学者Sebe等对母绵羊和幼仔之间的声信号进行识别^[45]。丹麦学者Nadimi等提出基于ZigBee技术的无线传感器网络羊只行为检测,对羊只的牧食、躺卧、行走、站立等行为进行分类识别^[46]。国内学者郭东东利用三轴加速度传感器对半封闭圈养的波尔山羊行为数据进行采集^[47],为建立山羊福利化养殖及疾病预测模型奠定了基础。对于集约化养殖环境下的羊只行为分析,宣传忠等以小尾寒羊为例,采集母羊在寻羔、饥饿和惊吓3种应激行为的发声信号,进行自回归(auto-regressive,AR)功率谱估计和共振峰分析提取相应的特征参数,并利用BP神经网络进行母羊发声信号的分类识别,实现了依据母羊的发声信号监测羊只行为的目的^[48]。刘艳秋等以小尾寒羊为例,利用MPU6050三轴加速度传感器和无线传输技术对距分娩日约为1周的6只经产小尾寒羊母羊的趴卧、站立、躺卧3种行为进行特征分析与识别^[49]。

2.4 羊只健康监测

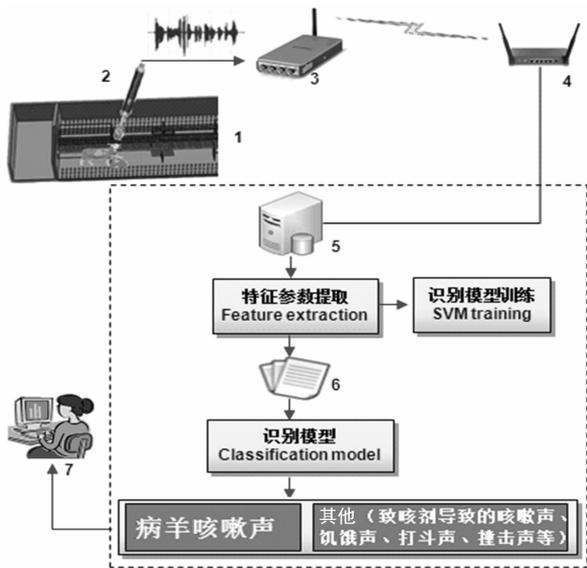
羊只健康与经济效益、羊只福利及食品安全息息相关。



1—过道；2—RFID耳标识别器；3—动物电子秤；4—体位限定装置（蓝色）；5—入口、出口开门、关门电机；6—顶部相机安装支架；7—右侧相机安装支架；8—左侧相机安装支架

图1 基于限制性空间的羊只形态参数无应激测量系统

宣传忠等以杜泊羊为研究对象,通过检测、分析羊的咳嗽声监测羊只的呼吸道疾病,进行疾病预警和健康状况诊断^[50],如图2所示。



1—设施羊舍；2—声音传感器；3—NI声音数据采集平台；4—无线路由器；5—服务器；6—特征参数；7—羊场管理员

图2 基于羊舍声信号的羊只健康监测系统

2.5 羊舍环境监测

在规模养羊中,影响舍饲养羊的环境因素包括(1)物理因素,如温度、相对湿度等;(2)化学因素,包括空气中的氨气 NH₃、二氧化碳 CO₂、挥发性化合物硫化氢 H₂S 等;(3)生物因素,如微生物、病原体等。所有这些因素构成了羊舍内的复杂小气候。随着养羊业规模化、集约化程度的不断提高,环境因素对畜禽繁殖、生长、发育、健康及畜产品产量所起的制约作用也越来越大^[51]。因此,羊舍环境监测被广泛关注。

然而,我国养羊业多处于落后山区,这些地区经济欠发达,饲养经费、人力等投入不足,多数羊舍建筑结构也未能充分考虑对环境的调控功能,致使羊舍环境的调控主要取决于

环境调控装备的性能。近年来,随着物联网技术的兴起,以及无线传感网络的广泛应用,羊舍环境监测实施技术成本与难度降低。邢小琛等基于物联网技术开发了羊舍智能环境监控系统^[52],如图3所示。

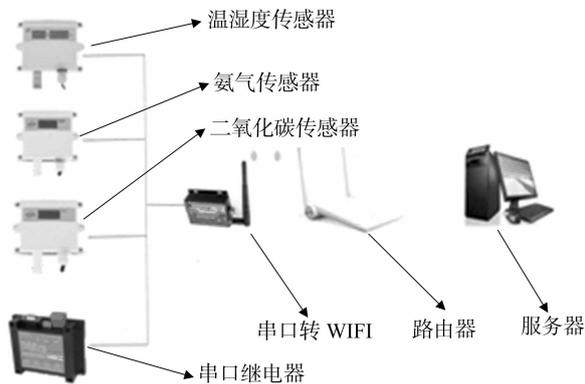


图3 基于物联网技术的羊舍智能环境监控系统

3 基于精准养羊在提升肉羊生产效益及福利化水平方面的优势

近30年来,我国养羊业取得了很大成绩,羊肉价格持续走高,价格居高不下的羊肉也被昵称为“羊贵妃”。但受到经济下行压力的影响,从2014年下半年开始,羊肉价格普遍下降,饲料价格不断攀升,致使广大养殖户利润微薄,蓬勃发展的养羊业面临巨大挑战,因此,提高羊肉产品质量、提升养羊业生产效益对养羊产业的健康发展具有重要意义。就肉羊产业而言,集约化生产条件下,繁殖技术(人工授精技术、同期发情技术)、营养技术(分阶段营养的制定、饲料饲草搭配)、疫病防控(疫苗的研发与应用、药品的研发与应用、日常保健技术)等科学的规划设计以及借助现代化、自动化的先进机械设备提升养殖生产效率,成为肉羊产业发展的主导方向。

精准养羊实现了借助信息技术、依据动物科学、根据个体差异,定时、定量实施科学养殖与管理。如通过生长评估、体

脂测定对羊只品质优化、遗传选择;通过体况评分反映羊只个体的饮食状况、繁殖能力、健康以及福利水平,并根据评估结果制定相应的生产策略,从而提高生产效益;通过行为分析获知羊只身体、生理状况以及外界对其产生的影响,从而预估发情时间,及时、准确地跟进人工授精,从而降低产犊间隔和受精成本;根据产前行评估产前状况等,及时发现难产并人工助产,减少分娩时间、初乳摄入间隔,提高母羊和羔羊的健康水平;通过健康监测,及时发现病况并人工干预,降低生产风险;而有效的环境调控,使羊只能在羊舍舒适地休息和睡眠,降低群羊的疫病传播。这一整套的科学养殖和管理方法优化了个体贡献,促使养羊业高效益、低成本、生态、可持续发展^[6],在提高肉羊生产效益的同时,确保了羊肉产品的质量和安全。

4 精准养羊中存在的问题及未来的研究方向

从近年来国内外在畜禽精准养殖的研究看精准养羊,可以借鉴国内外在其他家畜(如猪、牛等)方面的研究成果,但羊作为独立的畜种,有其特殊性,需要根据羊只的生长、环境、习性等出发,进一步探索和研究羊只的精准养殖问题。

4.1 羊只行为检测智能装备存在的问题及未来研究方向

羊通常协同游走、采食、躺卧,行进中前后相继,这样的生活习性使得羊只极易相随,因此,基于RFID个体身份识别、日常称质量或体尺监测时,常需要人为引导,常采用特定体位限制装置,并设计狭窄、封闭过道,以使羊以单列方式依次进入测量系统。此方式提高了羊只个体信息采集的自动化程度和精度,大幅降低了信息检测的人工投入,但依然存在一些问题,如当发生彼此相随时,在自动化测量模式下,容易发生2只羊同时进入体位限制装置,或后羊被夹在入口门禁处;RFID阅读器同时检测到2个或2个以上的信源时,无法正确识别个体。因此,在实测时需要操作员在入口处人为干预。研发有效、安全的羊只“分拣”装置是准确、高效、智能地获取“个体”羊信息的基础。

羊属大型家畜,但羊的精细动作,如羊的反刍行为,可作为其健康状况的分析依据。羊每天反刍时间约为8 h,分4~8次,每次40~70 min。一旦反刍停滞则多为羊的健康出现了问题。邬娟等开展了基于压力传感器检测羊只的反刍行为的研究,但反刍作为羊只的细部动作,实现无应激、精确地检测这一行为的智能检测方法还需进一步探索,计算机视觉技术或声传感器在精细动作检测方面的应用有待进一步开发^[53]。

此外,目前在羊只精准养殖的行为智能检测研究中,由于是该检测活体行为检测,因此常采用可穿戴的、无线数据传输方式的设备,这就对设备的电源供给、功耗、数据传输效率等提出了挑战。研发体积小、功耗低、便于佩戴,且不会激发羊只异常行为(如频繁摇头、蹭蹭围栏等现象)的智能化设备是未来精准养羊中的重要课题。

4.2 羊只生长智能监测中存在的问题及未来的研究方向

在畜禽生长状况评价研究中,学者们提出的基于表型参数(如体高、体长、胸宽、管围等参数)的评价机制被广泛认同,而这些参数的测量在经历人工测量^[54]、计算机辅助测量^[55]阶段后,向基于图像分析和机器视觉的全自动化方向发展^[56]。对于内蒙古地区的肉羊而言,优良的肉羊品种包括乌珠穆沁羊、苏尼特羊、呼伦贝尔羊、巴美肉羊等,采用图像分析

的生长状况参数测量中,随着羊只的生长,厚重的羊毛直接对表型参数的测量及基于表型参数的生长状况的评价的可信度提出挑战。

针对这一客观存在的问题,可从如下几个方向研究:(1)建立完善的羊只管理系统,对羊只的剪毛时间客观记录,并观测不同品种、不同时期羊只羊毛生长情况,对体尺数据进行校正;(2)研发可以无接触测量体毛长度的智能设备;(3)探索包含被毛的体尺与生长发育的关系模型。

4.3 基于声信号的健康监测中存在的问题及未来的研究方向

基于声信号的健康监测经实践证明具有有效性,但也存在许多现实的约束,如设施羊舍中采集的声音信号包含大量无效声音以及风机、饲喂设备等噪声数据,且羊只发声具有随机性,难以预见羊只发声时刻,因此,需要研究适用于设施羊舍声音的自动采集和去噪方法,实现噪声环境下羊只声音的自动检测;在羊群中,头羊高叫时,其他的羊也会随着叫起来,这就需要从混叠的声信号中提取有效的待识别信号;到目前为止,学者们还尚未找到简单可靠的声学特征参数,也没有找到简单的声学参数可靠地识别羊声音信号的变异性;羊只叫声信号的特征具有时变性,与设施养殖场的环境以及家畜的健康状况和情绪相关,并且随着家畜年龄的增加而发生变化。因此,从混杂、重叠、变异的信号中提取有效信号是基于声信号的健康监测的核心。基于单一声信号的健康监测受环境因素的制约,而运动行为是家畜心理、生理健康状况的外在表现,具有较强的可检测性,可将声信号与羊只运动行为结合,综合评价羊只的健康。

4.4 羊舍环境监测中存在的问题及未来的研究方向

羊舍要求保持干燥、清洁、温暖,因此在羊舍的环境监测中,多数情况下,温度、湿度、CO₂的浓度常常受到关注。

由于羊舍相对结构简陋,基于单点的环境参数无法反映羊舍的全面信息,因此基于多点信息融合的环境监测系统具有较好的适应性;羊舍中高密度的羊只饲养过程中,羊群呼吸、生产过程将产生大量的有害气体,包括氨气(NH₃)、硫化氢(H₂S)、甲烷(CH₄)、一氧化碳(CO)、挥发性硫化物和粉尘等,造成羊舍恶臭,诱发支气管炎、结膜炎等疾病,而这些有害气体的分布和扩散形式存在较大差异,研究羊舍有害气体浓度分布和排放规律,有利于未来羊舍的环境调控。

4.5 基于信息智能感知的羊只群体效应的研究

“羊群效应”指羊群在通常情况下处于一种散乱的组织结构,羊只在羊群中的行为是盲目的左冲右撞,但一旦有一只头羊动起来,其他的羊会不假思索的一哄而上,从而也把羊群效应称为“从众效应”。强烈的“从众效应”导致了羊群中羊只大多采取集体行为,当某只羊“不从众”时,则很有可能该羊为病羊,或体弱羊,从而对其重点观测。这样即可及时发现“异常”,而无需投入大量的监测设备对每只羊无目的地长时间监测。此外,羊群的群体行为代表着整个羊群的生产水平,对群体效应的监测可用于评价羊群生产性能。

参考文献:

- [1]宣传忠.设施羊舍声信号的特征提取和分类识别研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2016.

- [2] 杨晓磊. 舍饲对寒羊生产性能的影响[J]. 当代畜牧, 2015(33): 4-5.
- [3] 喻显发, 王辉. 标准化规模羊场的建设布局[J]. 养殖与饲料, 2014(1): 24-26.
- [4] Wathes C M, Kristensen H H, Aerts J M, et al. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 64(1): 2-10.
- [5] Banhazi T M, Lehr H, Black J L, et al. Precision livestock farming; an international review of scientific and commercial aspects [J]. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2012, 5(3): 1-9.
- [6] 何东健, 刘冬, 赵凯旋. 精准畜牧业中动物信息智能感知与行为检测研究进展[J]. 农业机械学报, 2016, 47(5): 231-244.
- [7] Atkins K D, Besier B, Colditz I G, et al. Integrated animal management system and method; AU, WO/2005/101273 [P]. 2005-10-27.
- [8] 钱建平, 杨信廷, 吉增涛, 等. 生物特征识别及其在大型家畜个体识别中的应用研究进展[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(4): 1212-1215.
- [9] Rusk C P, Blomeke C R, Balschweid M A, et al. An evaluation of retinal imaging technology for 4-H beef and sheep identification[J]. Journal of Extension, 2006(5): 1-10.
- [10] Kinard W B. Animal / pet identification system and method based on biometrics; USA Patents, 9443166 [P]. 2016-9-13.
- [11] 包鹏甲, 裴杰, 王宏博, 等. 一种羊用野外称重保定装置: 201420110553 [P]. 2014-10-29.
- [12] 刘艳秋, 武佩, 杨建宁, 等. 活体羊自动称重装置: 201620189657.1 [P]. 2016-3-14.
- [13] 张丽娜, 武佩, 宣传忠, 等. 羊只体尺参数测量及其形态评价研究进展[J]. 农业工程学报, 2016, 32(增刊1): 190-197.
- [14] 张帆, 颜亭玉, 杨佐君, 等. 多元统计分析方法在羊体质量与体尺研究中的应用[J]. 北京农学院学报, 2012, 27(4): 16-19.
- [15] Janssens S, Vandepitte W. Genetic parameters for body measurements and linear type traits in Belgian Bleu du Maine, Suffolk and Texel sheep [J]. Small Ruminant Research, 2004, 54(1): 13-24.
- [16] Wynn P C, Thwaites C J. The relative growth and development of the carcass tissues of Merino and crossbred rams and wethers [J]. Australian Journal of Agricultural Research, 1981, 32(6): 947-956.
- [17] Aziz M, Sharaby M A. Collinearity as a problem in predicting body weight from body dimensions of Najdi sheep in Saudi Arabia [J]. Small Ruminant Research, 1993, 12(2): 117-124.
- [18] Mohammed I D, Amin J D. Estimating body weight from morphometric measurements of Sahel (Borno White) goats [J]. Small Ruminant Research, 1997, 24(1): 1-5.
- [19] Varade P K, Ali S Z. Body measurements of sheep in field conditions [J]. Indian Journal of Small Ruminants, 1999(5): 59-61.
- [20] Atta M, Elkhidir O A. Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of liveweight of Nilotic sheep [J]. Small Ruminant Research, 2004, 55(1/2/3): 233-237.
- [21] 达布西, 金凤, 德庆哈拉, 等. 苏尼特成年母羊体重与体尺的通径分析[J]. 内蒙古畜牧科学, 2002, 23(5): 15-17.
- [22] 王高富, 黄勇富, 罗艺, 等. 重庆黑山羊体尺和体重与胴体净肉率的回归分析[J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45(21): 9-12.
- [23] 陈永军, 赵中权, 张家骅, 等. 大足黑山羊初产母羊产羔数与体重体尺通径分析[C]//中国畜牧兽医学兽医学产科学分会第五届全体会议第十次学术研讨会论文集. 杨凌: 中国畜牧兽医学兽医学产科学分会, 2009: 211-214.
- [24] 白俊艳, 张省林, 庞有志, 等. 大尾寒羊体尺指标的主成分分析[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(14): 2912-2914.
- [25] Riva J, Rizzi R, Marelli S, et al. Body measurements in Bergamasca sheep [J]. Small Ruminant Research, 2004, 55(1): 221-227.
- [26] Lopez-Carlos M A, Ramirez R G, Aguilera-Soto J, et al. Size and shape analyses in hair sheep ram lambs and its relationships with growth performance [J]. Livestock Science, 2010, 131(2/3): 203-211.
- [27] John C. System and method for measuring animals; USA Patents, 8036429 [P]. 2011-10-11.
- [28] 刘同海, 滕光辉, 付为森, 等. 基于机器视觉的猪体体尺测点提取算法与应用[J]. 农业工程学报, 2013, 29(2): 161-168.
- [29] Zwervaegher I, Baert J, Vangeyte J, et al. Objective measuring technique for teat dimensions of dairy cows [J]. Biosystems Engineering, 2011, 110(2): 206-212.
- [30] 朱林, 张温, 李琦, 等. 基于嵌入式机器视觉的羊体体尺测量系统[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(8): 2396-2398, 2408.
- [31] Khojastehkey M, Aslaminejad A A, Shariati M M, et al. Body size estimation of new born lambs using image processing and its effect on the genetic gain of a simulated population [J]. Journal of Applied Animal Research, 2016, 44(1): 326-330.
- [32] Vieira A, Brandão S, Monteiro A, et al. Development and validation of a visual body condition scoring system for dairy goats with picture-based training [J]. Journal of Dairy Science, 2015, 98(9): 6597-6608.
- [33] Menesatti P, Costa C, Antonucci F, et al. A low-cost stereovision system to estimate size and weight of live sheep [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2014, 103: 33-38.
- [34] 张丽娜, 杨建宁, 武佩, 等. 羊只形态参数无应激测量系统设计与试验[J]. 农业机械学报, 2016, 47(11): 308-315.
- [35] 杨晓磊. 舍饲对寒羊生产性能的影响[J]. 当代畜牧, 2015(33): 4-5.
- [36] 喻显发, 王辉. 标准化规模羊场的建设布局[J]. 养殖与饲料, 2014(1): 24-26.
- [37] 董嘉鹏. 贺兰山岩羊不同性别昼间行为时间分配和活动节律研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2014: 15-25.
- [38] 臧强, 李保明, 施正香, 等. 规模化羊场羊舍夏季环境与小尾寒羊的行为观察[J]. 农业工程学报, 2005, 21(9): 183-185.
- [39] 刘振生, 王小明, 李志刚, 等. 贺兰山岩羊不同年龄和性别昼间时间分配的季节差异[J]. 动物学研究, 2005, 26(4): 350-357.
- [40] 臧强, 赵亚军, 李保明, 等. 夏季舍饲散养环境下三个发育期小尾寒羊的行为差异[J]. 动物学研究, 2005(3): 279-286.
- [41] 刘振生, 王小明, 曹丽荣. 圈养条件下岩羊冬季昼间的行为及活动规律[J]. 东北林业大学学报, 2005(1): 41-43, 51.
- [42] Ceyhan A, Sezenler T, Yüksel M A, et al. Maternal and lamb behaviour of the Karacabey Merino ewes at pre- and post-parturition [J]. Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences, 2012, 2(6): 402-409.
- [43] Galli J R, Cangiano C A, Milone D H, et al. Acoustic monitoring of short-term ingestive behavior and intake in grazing sheep [J]. Livestock Science, 2011, 140(1/2/3): 32-41.

黄 藩,王 云,熊元元,等. 我国茶叶机械化采摘技术研究现状与发展趋势[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):48-51.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.009

我国茶叶机械化采摘技术研究现状与发展趋势

黄 藩,王 云,熊元元,刘 飞,张 厅,李春华

(四川省农业科学院茶叶研究所,四川成都 610066)

摘要:茶叶机械化采摘是行业发展的必然趋势。经过几十年的发展茶叶机械化采摘虽有长足进步,但仍存在较大问题。笔者通过简单介绍机械采茶的发展现状,指出机械采茶的有关问题,并对未来趋势进行展望,旨在为我国茶叶机械化采摘技术发展提供一定的参考意见。

关键词:茶叶;机采技术;存在问题;发展趋势

中图分类号:S225.99 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)12-0048-04

茶叶含有丰富的茶多酚、蛋白质、氨基酸、咖啡碱、多糖、维生素等营养物质和功能成分^[1],具有消炎杀菌、抗辐射、预防癌症、调节血脂等保健作用^[2],是风靡全球的保健饮品,越来越受到消费者的青睐。但传统的种植、采摘及加工等环节需要耗费大量的劳动力,已无法满足日益增长的消费者需求,制约着行业发展,因此茶叶机械化采摘成为发展的必然趋势。我国从20世纪50年代起针对大宗茶采摘开始机采试验^[3],全国各主要产茶区研究集成了机采茶园农艺工程技术,虽然对名优茶机采进行了大量试验^[4-5],但仍然存在较大问题。本文对茶叶机采技术的现状及存在的问题进行简单介绍,并

对发展趋势进行简单探索,旨在为茶叶机械化采摘技术发展提供一定的参考意见。

1 我国茶叶机械化采摘的现状

虽然机采效益明显高于手工,但茶园要实施机采必须有相应的基建设备和技术,包括栽培技术、机器选型配套技术及机采叶分选技术等农艺工程技术的集成。

1.1 茶园基建

标准化茶园建设包括茶树行距、株距、修剪形式、灌溉设施,除霜设施,以及大型设备入园道路设施等。除了新开垦建设标准化茶园,大部分是通过改造现有茶园建成机采标准化茶园。在规划设计上,新茶园茶行间距1.5 m,茶行长度35~40 m为宜,茶行两端地头各留1.5 m,便于采茶机掉头、换行、下叶;由老茶园改造的,但是应用双人采茶机采茶的行距应≤1.8 m,选用单人采茶机的行距应≤1.2 m^[6]。而零星分散、丛植茶园、坡度超过20°以上的茶园不适宜机械采茶作业,改造时需进行丛植改条植及改换无性系良种等措施。

收稿日期:2018-03-12

基金项目:国家现代农业产业技术体系四川省茶叶技术创新团队建设专项;国家茶产业技术体系绿茶加工岗位(编号:CARS-23)。

作者简介:黄 藩(1989—),女,山东德州人,硕士,研究实习员,主要从事茶叶加工及审评方面的研究。E-mail:474844276@qq.com。

通信作者:李春华,研究员,主要从事茶叶加工及茶树育种方面的研究。E-mail:scteawl@163.com。

[44] Milone D H, Rufiner H L, Galli J R, et al. Computational method for segmentation and classification of ingestive sounds in sheep [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2009, 65(2): 228-237.

[45] Sebe F, Aubin T, Boue A, et al. Mother - young vocal communication and acoustic recognition promote preferential nursing in sheep [J]. Journal of Experimental Biology, 2008, 211(22): 3554-3562.

[46] Nadimi E S, Jorgensen R N, Blanes - Vidal V, et al. Monitoring and classifying animal behavior using ZigBee - based Mobile ad hoc wireless sensor networks and artificial neural networks [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2012, 82(1): 44-54.

[47] 郭东东. 基于三轴加速度传感器的山羊行为特征识别研究[D]. 太原:太原理工大学, 2015: 1-46.

[48] 宣传忠, 武 佩, 马彦华, 等. 基于功率谱和共振峰的母羊发声信号识别[J]. 农业工程学报, 2015, 31(24): 219-224.

[49] 刘艳秋, 武 佩, 张丽娜, 等. 母羊产前行为特征分析与识别——基于可穿戴检测装置构架[J]. 农机化研究, 2017, 39(9): 163-168.

[50] 宣传忠, 武 佩, 张丽娜, 等. 羊咳嗽声的特征参数提取与识别

方法[J]. 农业机械学报, 2016(3): 342-348.

[51] 柳平增, 毕树生, 苗 良, 等. 畜禽规模养殖环境智能调控系统的研制[J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(7): 1316-1319.

[52] 邢小琛, 刘 宇, 武 佩, 等. 设施羊舍环境信息监控系统的设计[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(3): 100-103, 293-294.

[53] 邬 娟, 宣传忠, 武 佩, 等. 基于 Arduino 和 LabVIEW 的羊只反刍行为无线采集系统设计[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(11上): 10-13, 289.

[54] Minagawa H, Taira O, Nissato H. A color technique to simplify image processing in measurement of pig weight by a hands - off method [C]//Proceedings of swine housing II. North Carolina: ASAE, 2003: 166-173.

[55] Green D M, Brotherstone S, Schofield C P, et al. Food intake and live growth performance of pigs measured automatically and continuously from 25 to 115 kg live weight [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2003, 83(11): 1150-1155.

[56] Kashiha M, Bahr C, Ott S, et al. Automatic weight estimation of individual pigs using image analysis[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2014, 107: 38-44.