

甘肃省饲草生产实现差异性全程机械化的可能



■在甘肃省张掖市民乐工业园区华瑞农业万亩饲草种植基地里,大型指针式喷灌机正在开展浇水作业,助力苜蓿返青拔节。

□何凡 杨柯 罗宏博 吕军 周至柔

《“十四五”全国饲草产业发展规划》指出,目前我国饲草机械化程度偏低。国内饲草机械装备关键技术研发不足,产品可靠性、适应性和配套性差的问题较为突出,大型饲草收获加工机械大多靠国外引进,适宜丘陵山地人工饲草生产的小型机械装备缺乏,与饲草产业市场需求及发展空间不匹配。因此开展饲草生产机械化模式构建、关键机具发展研究,对提升饲草生产机械化水平、支撑饲草产业健康持续发展具有重要意义。

现有研究中,针对饲草产业、机械化等发展现状及发展趋势分析较多。在此基础上,本文围绕甘肃省陇东丘陵山地及河西平原灌区饲草主要生产区域产业机械化发展现状及问题,分区域对饲草生产机械化模式构建、关键机具发展进行研究,通过文献查阅、实地调研和系统分析等方法,提出针对性的发展建议,为甘肃省乃至我国西北地区饲草产业的发展提供参考。

甘肃省饲草产业发展现状

甘肃省是我国自然地理状况最为复杂的省区,在我国的自然地理区域划分中,根据不同地区的自然地理状况可以划分为东部季风区、西北干旱半干旱区和青藏高原区,而这三大自然区的交界处刚好位于甘肃省,因此甘肃省同时涉及了上述三大自然地理状况,基本囊括了以草原土壤、荒漠土壤为主的丘陵、高原及山地的西北地区地形地貌特征,以及亚热带季风气候、温带季风气候、温带大陆性(干旱)气候和高原高寒气候等气候类型。

其中:河西走廊地区(干旱灌溉农业区)以绿洲平原和戈壁滩为主,地势平坦,灌溉条件优越。土壤类型主要为灰钙土和灌淤土,土层深厚,有机质含量中等,保水保肥能力较强。祁连山冰雪融水形成稳定的灌溉水源,光照充足(年日照时数在3000小时以上),昼夜温差大。平坦的地形和集中连片的绿洲便于机械化种植和规模化经营,适宜种植紫花苜蓿、青贮玉米等需水肥较高的饲草。陇中东部黄土高原(半干旱雨养农业区)以丘陵、沟壑为主,土壤以黄绵土为主,土层深厚但肥力较低,保水性差,适宜种植燕麦等耐旱饲草,饲草就近供应周边养殖业,运输成本降低,形成“种养循环”模式,农牧结合潜力大。甘南高原(高寒草甸区)海拔2500—4000米,以高山草甸和湿地为主,天然草地资源丰富。土壤有机质含量高,土层薄,低温环境下分解缓慢。优质饲草可为牦牛、藏羊养殖提供保障,推动高寒地区畜牧业可持续发展。陇南山地(湿润山地农业区)山地、河谷交错,坡度较大,但局部河谷地带平坦。土壤类型以黄棕壤、褐土为主,酸性至中性,肥力较高但易受侵蚀,温暖湿润,无霜期长,适宜种植黑麦草、三叶草和饲用桑树等喜湿饲草,可发展林下种草或草田轮作,气候温暖可实现一年两熟或三熟,提高土地复种指数,经济效益显著。

综上,甘肃省河西走廊适宜发展规模化、集约化高产饲草,陇中东部黄土高原适宜推广旱作饲草与生态治理结合;甘南高原依托高寒气候发展特色有机饲草;陇南山地探索多样化种植与林草复合模式。甘肃省具有饲草种植全程机械化推广示范的天然基础,饲草产

业可成为甘肃省农业结构调整、生态保护与乡村振兴的重要抓手。

总体来看,我国三大主要饲草——苜蓿、燕麦和青贮玉米呈现出种植面积逐年扩大、产量逐年增高的趋势。分地区看,基本形成了以永昌片区为主的优质苜蓿、以定西片区为主的裹包青贮和以山丹片区为主的高端燕麦三大商品草生产基地,成为全国最主要的优质商品草储备供应集散中心。

“十三五”期间,甘肃省积极推行天然草地改良、人工种草和草田轮作、粮草轮作、坡耕地退耕还草和青贮玉米种植,不断夯实饲草产业发展举措,饲草产业发展成效显著。据统计,2022年甘肃省饲草年末保留面积1464.8千公顷、新增602.5千公顷,总产量12922.4千吨,其中商品草面积347.2千公顷,产量3817.4千吨,饲草种子田面积21.4千公顷,产量22千吨,紫花苜蓿面积806.9千公顷、产量1378.8千吨,燕麦草面积129.3千公顷,产量988.9千吨。

“十四五”期间,甘肃省现代丝路寒旱农业重点发展以牛羊为主的草食畜牧业,预计到2025年全省肉牛饲养量达到900万只、奶牛存栏量53万头、羊饲养量5440万只,需要青贮饲料28000千吨、干草10700千吨,草食畜牧业发展对优质饲草的刚性需求不断扩大。

甘肃省饲草产业在全国具有举足轻重的作用。我国紫花苜蓿商品草种植面积已达439.2千公顷,商品草总产量3845千吨,包括苜蓿干草捆、苜蓿青贮以及少量草颗粒和草粉等,其中甘肃省种植面积稳居全国首位,占全国种植面积的42.5%,生产全国45.2%的紫花苜蓿商品草,在全国紫花苜蓿供需关系中地位举足轻重。在青贮玉米方面,我国用于青贮玉米商品草生产面积已达205.7千公顷,商品草总产量为3934千吨。其中甘肃省青贮玉米种植面积占全国种植面积的24.0%,位居全国第二,仅次于内蒙古,但产量占全国总产量的25.0%,位居全国第一。我国燕麦商品草生产面积目前已达71.1千公顷,商品草总产量为744千吨,其中甘肃省占全国种植面积的21.9%,生产全国17.6%的燕麦商品草,产量位居全国第三,仅次于青海省和内蒙古。甘肃省饲草种植生产势头和规模化的种植基地都为饲草种植全程机械化推广和应用提供了广泛的市场基础。

甘肃省饲草机械化发展现状和存在问题

近年来,甘肃省在草业大省走向草业强省的道路中,多措并举大力发展草产业。河西走廊灌区重点打造全株青贮玉米和优质燕麦草产业区,陇东丘陵山区重点加强以全株青贮玉米和紫花苜蓿为主的饲草生产能力建设。

河西走廊绿洲灌区土壤肥沃,光热资源丰富,水资源短缺,但祁连山冰雪融水形成稳定的灌溉水源,光照充足(年日照时数在3000小时以上),昼夜温差大,适宜种植紫花苜蓿、青贮玉米等需水肥较高的饲草。由于受水资源制约和作物用水效率低等影响,采用传统的灌溉模式浪费较大,青贮玉米主产区主要采用膜下滴灌宽膜窄行模式,同时配套耐密抗旱高效品种、导航精准播种、病虫害统防和全程机械化操作等技术,集成提出了河西走廊玉米膜下滴灌密植化高效栽培综合技术模式。河西青贮玉米收获机械已相对成熟,机械化程度较高。燕麦属于禾本科燕麦属一

年生草本植物,具有耐寒抗旱、耐瘠薄、耐适度盐碱、不与水稻小麦等其他禾谷类作物争夺耕地,农业风险系数低等优良性状,是我国生态脆弱地区重要的特色粮食、饲草及救灾作物,是北方养殖牛羊的优质上等饲草。甘肃省山丹、天祝是我国优质的燕麦主产区,主要为浅埋窄行条播和宽窄行条播种植模式,已形成喷灌、田间管理和病虫害防治技术一体的集约化种植模式。在河西走廊燕麦生产的各个环节,包括平地、整地、播种、收获、运输、加工等基本由机械完成,机械化程度在90%以上。

陇东地区土地主要为丘陵山地,土地地块面积小,地形不规则、坡度大,气候属于温带大陆性季风气候,年均降雨量在480—660毫米,这种气候条件使得陇东地区成为雨养农业区,但降雨时空分布不均,对农业生产有一定影响,其玉米种植主要为“土地精细耕整+耐密品种+无膜窄行种植+导航播种+滴灌水肥精准供应”等集成技术,提出了陇东旱作区玉米矮化密植种植模式。陇东丘陵地区青贮玉米收获机械化程度较低,小型精量播种,土地平整,小型裹包机械的宜机性还需要进一步研究和提升其性能。苜蓿耐旱、耐盐碱,蛋白含量高,是陇东地区的主要饲草,一般在春秋两季种植,温度在8℃—30℃可种植。陇东地区的苜蓿种植主要以条播为主,行与行之间的距离大概在30厘米,有助于采光以及田间管理。播种量通常约为15千克/公顷,最佳播种深度为0.5—1厘米。苜蓿的全程机械化差距较大,主要由于陇东地区的苜蓿种植以坡地为主,大型机械作业困难,其小籽粒的精量播种、刈割、翻晒、干草收集打捆、转运机械等的适应性和可靠性还需要进一步研究。

综上,甘肃省河西走廊区域便于机械化作业,以全株青贮玉米和优质燕麦草产业为主的饲草全程机械化程度较高。而陇东丘陵山区饲草全程机械化程度较低,特别是苜蓿收割及青贮饲料收获等,基本难以实现机械化。

对策

饲草全程机械化模式重构

1. 河西走廊灌区青贮玉米全程机械化作业模式构建。河西地区位于甘肃省西北部,是我国重要的玉米制种基地和优势产区,该地区气候干旱、降雨稀少且蒸发量大,是典型的干旱内陆灌区。虽然河西地区气候干旱、降水很少,但依托于祁连山的冰川、疏勒河、黑河和石羊河等水系,建成了发达的农业灌溉系统,水量较为稳定,灌溉面积占耕地面积的75%以上。河西灌区作为甘肃省青贮玉米的主要生产地,积极推进粮改饲,实现草畜配套,需要紧盯国家粮改饲政策导向和饲草市场需求,促进农机与农艺深度融合,科学推进青贮玉米全程机械化,主要从耕整地过程机械化→播种、种植过程机械化→育苗及田间管理过程机械化→收获、加工及发酵储藏过程机械化4个方面着手进行技术储备和生产模式构建。

2. 陇东丘陵旱区青贮玉米全程机械化作业模式构建。甘肃省耕地约5209.47千公顷,其中旱区耕地约3749.97千公顷,占71.98%,全省旱区属中纬度温带干旱、半干旱气候,集中分布于陇东、中部的黄土地区,区域降水不足且时空分布不均,利用率低,无法保证粮食的稳产丰产,人口约占全省的

70%,而粮食产量仅占57%左右。旱区耕地中坡地占85%左右,坡地分布广、坡度大,导致地貌呈地形破碎,沟壑纵横的分布格局,耕作困难,主要以人力、畜力耕作为主,但在当前农作物效益较差、老龄化加剧而农村劳动力不足的情况下,耕地被荒废的现象十分严重。因此,如何合理利用这些耕地开发新的种植模式,并保证耕作的经济效益,是亟须解决的问题。玉米生态适应性强,青贮玉米是草食性牲畜不能缺少的一种绿色所需维生素和营养,而且可以长期使用。因此,构建陇东丘陵旱区青贮玉米全程机械化作业模式可有效利用甘肃省旱区耕地,解决目前面临的问题。

为解决好甘肃省旱区青贮玉米全程机械化关键技术问题,以青贮玉米的选种、播种、施肥、田间管理、收获、打捆、裹膜、运输及储藏的农艺路线为基础,优化种植模式,引进青贮玉米饲料全程所需机具的同时,研制适合甘肃省旱区耕地作业的机具,实现青贮玉米的全程机械化,主要机具包括:(1)播前耕地管理机具;(2)播前、播中、播后施肥机;(3)青贮玉米精量播种机;(4)除杂草、喷药等植保机;(5)机械化收获机;(6)饲草捡拾转运车。按照国家农艺环节机械化生产标准引进和研制适宜的机械。

以全株青贮玉米为主,优质青贮玉米要求pH值为3.80—4.20,颜色接近原色,呈黄绿色,呈酸味,具有轻微的乙醇味,无丁酸味,干物质>30,粗蛋白>8%,淀粉>25%,实现全程机械化监测作业,是保证青贮玉米质量的重要途径。

3. 丘陵山地饲用苜蓿全程机械化作业模式构建。甘肃省是我国苜蓿的主产区之一。全省种植紫花苜蓿的面积远超其他主产区,是内蒙古的2.43倍,宁夏的2.52倍。苜蓿产业作为甘肃大力发展的产业之一,留床面积逐年增加,已成为全国优质草产品和牧草种子的优势产区。但甘肃省苜蓿种植区多为黄土高原丘陵沟壑区,川源交错,干旱少雨,苜蓿集中连片种植,无法大规模开展,且地表平整度差,地形不平整。苜蓿的播种多以人工为主,播种主要以人工撒播或是现有大型播种机播种,效率低,与精量化播种差距较大。丘陵山地苜蓿生长期田间除草、施肥和松土机具缺乏,日常田间管护基本为零,造成饲草品质低下,蛋白含量低。苜蓿收割的机械化基本可以实现,但机具适应性差,饲草捡拾效率低,饲草浪费较大。

为解决好丘陵山地苜蓿全程机械化关键技术问题,需进一步研究苜蓿农艺技术路线:翻地→施肥→整地→播种→灭杂草→割草→翻草→集草→打捆→搬运→储藏。引进和研制与苜蓿全程机械化相适宜的关键机具,主要包括播前杂草封杀→机械化耕整地→机械化播施底肥→机械化精量播种→机械化高效植保→机械化收割翻晒→机械化打包包装,并在每个阶段制定适宜的机械化生产标准。

4. 燕麦全程机械化作业模式构建。燕麦全程机械化技术包括种子播前处理→种床制备(旋耕)→播种→除杂草→刈割压扁→接推晾晒→捡拾打捆→机械化打包包装→加工利用等环节。在河西走廊燕麦生产的各个环节,包括平地、整地、播种、收获、运输、加工等基本由机械完成;而在丘陵山区、坡耕地等

本文通过分析甘肃省饲草产业发展现状及优势,结合其生产机械化水平不高、各环节发展不均衡、产业化程度低、影响饲草产业发展的生产实际等,指出现阶段甘肃省丘陵山区全程机械化程度低等短板问题,并选择最能代表甘肃省饲草种植区域地貌特征的河西灌区和陇东旱区,围绕饲草生产机械化关键机具,提出优化动力系统、技术集成创新、提升田间性能等建议,助推饲草产业机械化进程,促进饲草产业标准化和产业化。

种植区,机械化程度相对较低。因此,燕麦全程机械化技术发展的重点是丘陵山区的机械化以及小型专用设备的研发。

饲草机械化关键机具发展建议

丘陵山地自走式苜蓿收割装备

近年来,部分学者针对我国苜蓿种植现状,设计研究适用于丘陵山地的割草压扁机,如高东明等设计了一种新型割草调制机构。赵春花等研制了一种既能宽幅收获,又可高速作业的高速齿链式割草压扁机。郭备等对割草压扁机割刀转速和压扁辊转速及其匹配对苜蓿收获质量的影响进行研究。陈凯等设计了一种新型牧草压扁机间隙调节装置。凌旭等对小型割草压扁机的仿形装置和手扶山地割草压扁机的拨禾轮进行设计和研究。目前仍然存在产品品种单一、自动化程度低、技术性能不稳定和可靠性差等问题。丘陵山地自走式苜蓿收割装备在现有的基础上,主要建议解决以下关键问题。

拟解决的关键问题:1. 割台浮动仿形技术。割台仿形能够保证割茬高度的一致性。研究割台仿形机构及控制系统,满足不同地形两维仿形。2. 苜蓿压扁技术。通过苜蓿收割压扁机构的重新设计和新材料的选用,解决压扁装置容易老化、耐磨性差的问题。3. 整机传动匹配技术。通过技术、结构、功能集成创新,突破液压系统、集中润滑系统、操纵系统、作业监控系统,重点研究丘陵山地自走式苜蓿收割主机传动匹配技术,实现动力合理分配及输出。4. 基于CAN(控制器局域网)总线的作业流程自动化控制技术。实现多工作参数实时采集、故障诊断,研发基于CAN总线的作业信息实时采集、人机交互终端等装置,集成青贮饲料收获机监控系统,为提升自动化水平提供技术支撑。5. 整车安全性指标。分析整车安全性,为苜蓿收割机的设计提供参考依据。

创新之处:1. 采用全液驱驱动动力系统,为整机在复杂工况工作时提供强劲可靠的动力需求。2. 研制具有液压浮动仿形技术的苜蓿收割割台,提高对丘陵山地地块起伏不平的适应性,同时保证较低的割茬高度。3. 突破苜蓿压扁技术,研究基于苜蓿茎叶的机械物理特征,结合压扁机构的重新设计和新材料的选用,提高整机工作效率和使用寿命。4. 通过技术、结构和功能集成创新,突破液压系统、集中润滑系统、操纵系统和作业监控系统,重点研究丘陵山地自走式苜蓿收割主机传动匹配技术,实现动力合理分配及输出。5. 研制出具有自主知识产权的功能完善、作业效率高和成本低的丘陵山地自走式苜蓿收割装备,填补国内空白。

丘陵山地自走式青贮饲料联合收获装备

现有国产青贮饲料收获机发动机功率均在220.5kW以下,美迪9QZ-3300A型自走式青贮饲料收获机和中美诺科技股份有限公司研制的9360A型自走式饲料收获机代表了国内领先水平,已成为我国现阶段同类机具的主导产品,市场占有率达75%以上,以上两款产品由于割幅均在3米以上,不适用于丘陵山地。目前国内小割幅的青贮收获机主要有顶呱呱9QZ-2100L、鑫驰4QZ-1800等几款产品,但这几款产品存在割茬高、智能化程度低、作业效率低、不能有效实现玉米籽粒破碎以及

收获割台适应性差等问题,高端机具基本依赖进口,关键共性技术亟须优化升级,尤其适应丘陵山地作业的青贮饲料收获机,国内市场基本为空白。

拟解决的关键问题:1. 现有的青贮收获装备无法满足在丘陵山地等空间狭窄的复杂农田环境中自由移动,操作难度大、作业效率低、作业质量差、安全性低和可靠性低。2. 目前通用农机履带底盘越障性能、爬坡性能和抗倾翻性能较差,导致丘陵山地青贮饲料机械化收获难度大。3. 青贮收获机在丘陵山地作业过程中对一些不安全因素不能提前预判,遇到突发状况时操作人员很难找到安全地块避险或迅速脱困。

创新之处:研制出具有可以姿态调整的动力底盘、地面自适应的仿形割台、超视距遥控驾驶的自走式丘陵山地青贮饲料收获机。该机型适用于丘陵山地及泥泞地,遥控操纵作业,智能化程度高。1. 人机分离遥控技术。为解决传统饲草收获机在丘陵山区行走稳定性和通过性较差的问题,进行自动化技术与人机分离遥控技术的应用研究。2. 饲草收获物输送系统。

丘陵山地小型割草晒压扁调制机

针对丘陵山地种植苜蓿、燕麦等饲草基本靠人工收割,效率低劳动强度大,无法完成茎秆压扁处理,草产品商品化程度低等问题,紧扣丘陵山地地况及饲草叶片收获干燥过程中易于掉落等特殊性,从仿形、刈割、压扁等机械化的核心环节入手,探明丘陵山地饲草高效割晒压扁机理和技术,进而研制适用于丘陵山地,能够一次性完成割草、压扁和铺条作业的饲草割晒压扁调制机。

拟解决的关键问题:1. 结合丘陵山地地况,探明具有仿形功能的饲草机械化刈割压扁机理,并设计刈割压扁机的仿形装置。2. 优化配置总体工艺参数和动力传动系统,研制可在田间一次性完成割草、压扁和铺条等多项作业的小型饲草割晒压扁调制机。

创新之处:1. 针对甘肃省丘陵山地饲草收获中存在的人工劳动强度大和效率低等问题,开发出一种适合该地形的饲草割晒压扁调制机,能够一次性完成割草、压扁和铺条作业,显著提高作业效率。2. 仿形装置设计的创新。设计一种具备仿形功能的饲草割晒压扁调制机,能够适应丘陵山地复杂的地形,确保在不平整地形上的作业质量。这一仿形功能是机械创新的重要体现。3. 力学模型与仿真技术的创新应用。基于对苜蓿、燕麦等饲草茎秆理化特性及力学行为的研究,建立适用于饲草刈割与压扁环节的力学模型,深入分析各类参数对装备性能的影响,优化设计机械部件及操作参数。4. 实验室与田间试验结合:通过实验室台架试验、田间实际操作验证,以及对参数的响应面分析,确保机械装备在实际应用中的高效性与可靠性。

通过构建差异化的全程机械化模式,加强农机农艺融合研究,重点发展适应陇东丘陵山地及河西平原灌区需求的关键机具,可以有效提高饲草生产的效率和品质。建议加大政策支持和资金投入,推动关键机具的研发和推广,建立健全技术推广体系,促进饲草生产机械化水平的全面提升,为甘肃省乃至西北地区饲草产业的可持续发展提供有力支撑。

(据《中国畜牧兽医报》)