

103项关键技术、50套模型算法、17类设备及74个应用系统

# 物联牧场有了“智慧大脑”

■本报记者 王方

近日,山东诸城外贸有限责任公司的王春民发现,自从2008年参与物联牧场的合作项目以来,公司养殖的肉鸡成活率从92%提高至95%,单只防疫成本降低0.15元,肉鸡鸡舍监测控制设备购置综合成本下降0.23元/只,全程能耗减少10%以上。

“在农业物联网技术和服务创新团队的帮助下,我们的养殖环境和产品质量显著提高,供应了安全优质的肉鸡产品,创造了显著的经济效益和社会效益。”他说。

如何建设现代畜牧场?怎样更好地保障畜禽生长、繁殖、饲养和防疫?产出高质量的肉蛋奶,离不开信息化的帮忙。近年来,物联网技术及应用方兴未艾,物联网之于牧场仍是新鲜事物。

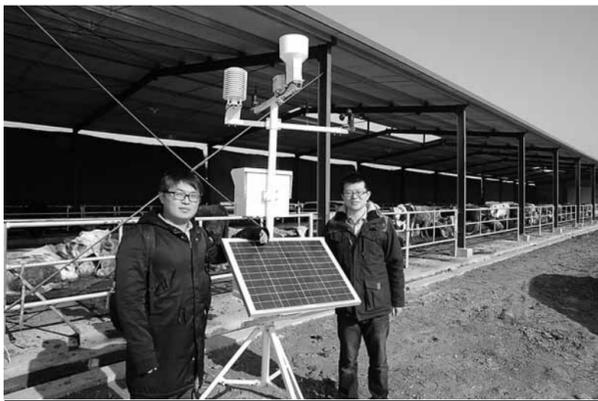
来自中国农业科学院农业物联网技术和物联网创新团队的科研人员历经14年,创建了物联牧场理论与国家综合平台,研发畜禽生态—生理—生长多维专用感知技术,研建畜禽养殖智能调控装备与大数据云平台,形成畜牧物联网技术体系,加快了我国畜牧业信息化发展。

## 三大难题困扰

牛、猪、鸡、鸭、羊……我国畜禽种类多,饲养模式差异大,饲养水平参差不齐。“这种状况导致畜牧业信息化面临一大难题,就是物联网等现代信息技术和畜牧产业深度融合难。”中国农科院农业物联网技术和物联网创新团队首席科学家孔繁涛告诉《中国科学报》。

同时,传感技术集成创新不足,畜禽无应激数据获取手段较少,缺乏多通量专用传感技术,导致了复杂环境下多特征联动感知难的问题。

比如“雪花牛肉”好吃且价高,可要知道,提高肌间脂肪的沉积与肉牛维生素A的摄取密不可分。那么如何判定牛吃的维生素A多了还是少了呢?“之前多采用抽取血清测量的侵入式诊断,但这种方法不仅成本高,而且易造成动物的应激反应,影响育肥。”团队骨干成员韩书庆说。



团队成员在肉牛养殖基地安装养殖环境监测设备。中国农科院供图

此外,畜禽精准饲喂模型算法较弱,畜禽智能化设备进口成本高,缺乏分析预测预警大数据平台,导致了畜禽养殖智能化预警调控难的问题。“吃什么、吃多少、何时吃,需要一个能形成养殖决策的‘智慧大脑’。”孔繁涛表示。

在这支团队看来,畜牧业信息化在理论方法上缺乏畜牧物联网理论和国家认证支撑,在感知技术上缺乏畜禽“生态—生理—生长”系列智能化信息采集关键技术,在智慧管控上缺乏畜禽养殖模型算法、智能设备和大数据决策平台。

以三大问题为导向,科研人员开展了畜禽养殖动态感知关键技术与智能装备创制及应用研究,并推出了一系列关键技术成果。

## 架起畜牧业与信息化的桥梁

首先,团队首次创建了物联牧场的理论方法,搭建了国家级农业物联网仿真测试评价平台,克服了“融合难”的问题,为推进畜牧业信息化创新发展提供了方法论。

“物联牧场就是物联网技术在牧场生产、经营、管理和服务中的集中应用。”孔繁涛说,该团队建立起5种畜禽的多维立体信息感知

方法,形成了包括22项关键技术的技术体系。而包括3个子平台、14个系统、66套核心设备的国家级农业物联网科技创新、仿真测试与综合服务平台正是国内首个此类平台,填补了该领域国内空白。

人们经常看到奶牛耳朵上挂着标识牌。该团队则提出了特有的与电子标识、条码标识相配套的畜禽个体和小群体编码规则,构建了高/低频RFID、二维码、条形码等混合标识技术与关联信息库6个。

其次,该团队研制了畜禽“生态—生理—生长”多通量专用传感技术,创新了畜禽多维立体感知方法,突破了“感知难”的问题,为智慧养殖获取海量数据提供了技术保障。

一方面,科研人员研建33项传感技术,实现了生态环境变量的立体化监测。另一方面,创新畜禽生理健康的奶牛电子项圈、电子药丸、肉牛维生素A缺乏非侵入式诊断等28项传感技术,实现了生理健康变量的数字化表达。此外,他们还研制了畜禽生长发育的奶牛评价智能化工具,种猪动态称重、瘤胃传感等34项技术,实现了生长发育变量的自动化采集。

“看瞳孔,知多少。”韩书庆介绍,基于机器

视觉的PLS-DA诊断模型识别维生素A重度缺乏肉牛准确率高达94.3%。这一成果为欧洲精准畜牧业(PLF)学科带头人Daniel Berckmans教授所引用,并入选2018年度PLF最新研究进展。

此外,团队还构建了基于大数据的畜禽养殖分析预测模型库,研制了智能化控制设备,解决了“监测预警难”的问题,实现了畜禽高效健康养殖的智慧管理与科学决策。

## 智慧带来效益

孔繁涛介绍,物联牧场的成果已在山东、北京、海南等31个省区市推广应用,涵盖奶牛、肉牛、生猪、蛋鸡、肉鸡等5种主要畜禽。该成果使不同畜种饲料转化率提高8%~10%,死淘率降低5%~10%,用工减少15%~20%,能耗降低12%~15%,生产用水节约4%~9%。

中国农业科学院农业信息研究所副所长刘继芳认为,物联牧场推动了北京市现代畜牧业科技进步,提高了畜牧业信息化发展水平,引领了畜牧业高质量发展方向。物联牧场研究也是该所的重点方向和重大任务,今后将持续不断地推进研究深化。

中国农学会组织的中国工程院院士汪懋华任组长的专家组评价认为,物联牧场“整体达到国际先进水平,在家畜部分情况智能感知技术与瘤胃传感技术等创新方面居国际领先水平”。

中国工程院院士赵春江评价道,物联牧场技术体系进一步完善,研发的畜禽物联网关键技术与装备逐步示范应用至全国各省份,应用效果明显,成就非常显著,畜禽养殖智慧化水平明显提高。

103项关键技术、50套模型算法、17类设备及74个应用系统,物联牧场的成果覆盖了畜禽养殖全过程,取得了显著的经济、社会和生态效益,但团队并未感到满足。

“物联牧场是一个包含畜牧、自然、经济和人类活动的复杂系统,必须找准重点进行系统研究,才能突破发展瓶颈,提升发展水平。”孔繁涛说,他和团队还将继续开展畜禽养殖动态感知关键技术与智能装备创制研究。

# 标准上移: 扶贫减贫还将继续

■本报记者 王方

在国际消除贫困日前夕,尤其在当前新冠肺炎疫情进一步加剧世界贫困程度、影响经济复苏之际,由中国农业大学国际发展与全球农业学院、中国国际发展研究网络、哥伦比亚大学中国社会政策中心和哥伦比亚大学社会工作学院共同组织的中美专家研讨会在线上举行。与会学者针对贫困、社会发展、福利救助等各个涉及民生领域的具体议题展开了对话。

## 国际比较视野下的反贫困

中国农业大学资深讲席教授李小云介绍,在反贫困战略方面,美国已经从发展与救助相结合的混合方法转变为以就业为中心的战略,而中国则从专注经济开发的扶贫战略转变到更加注重扶贫政策与其他解决不平等收入政策间的衔接和一体化。

李小云表示,中国未来的减贫也将更加关注城乡一体化程度、城乡就业市场一体化、贫富差距和城乡收入差距以及城乡社会保障供给差异等方面的政策和战略。

哥伦比亚大学可持续发展中心主任任弗瑞·萨克斯指出,有三种驱动力影响了贫困和收入分配问题,即宏观经济驱动、社会人口驱动(比如由于种族歧视、城乡二元结构,以及家庭结构等带来的影响因素)和公共政策驱动。

在他看来,中国扶贫的成功也伴随着一些不平等现象的发生,但近些年医疗、教育的广覆盖使这些不平等逐渐减弱。而美国作为一个成熟的经济体,发展速度的增长则要慢得多,且技术的变革和社会人口力量的存在使得人们收入差距更大。

萨克斯认为,技术、教育和地理差异将继续成为未来发展的主要挑战,与此同时,所有发达国家都需要通过公共收入去实现社会公平所需要的广泛优质的社会服务。

## 贫困标准将上移

李小云对中国打赢脱贫攻坚战充满信心,但他同时也提出,随着经济社会的发展,贫困标准会不断上移,扶贫减贫工作还将继续开展。

“2020年后农村扶贫需要由‘扶贫’向‘防贫’进行转变。提高贫困人口的生计

韧性是防止返贫的长效机制。”李小云说。哥伦比亚大学康普顿基金会百年讲席教授简·沃德弗格指出,准确的贫困度量标准对于衡量政府减贫努力的影响至关重要。哥伦比亚大学团队使用了更加准确、全面和多样化的标准,对美国的贫困趋势进行重新评估,突破了以往贫困度量标准的诸多局限性。

“未来的贫困度量标准应更加关注‘近贫’和‘深贫’问题,即不仅要关注处于深度贫困的人口,同时也要关注那些刚刚超过贫困线但只能勉强维持生计的人口。”沃德弗格说。

浙江大学文科资深教授李实表示,中国过去四年中在减少贫困方面取得了巨大成就。不同的研究表明,无论使用哪种贫困线,自1978年以来贫困发生率一直在下降。基于对中国农村贫困程度和长期趋势的研究,李实指出,中国应采用相对的贫困概念和衡量标准,并思考新的发展战略和政策,以减轻未来的相对贫困。

## 减贫措施多管齐下

中国社会科学院学部委员朱玲阐述了社会保险和社会救助在中国扶贫中的作用。她提出,中国在扩大城乡社会保障覆盖面方面取得了重大进展,针对农村人口和无工作的城市居民设立的非缴费型养老险和公共财政补贴的基本医疗保险让贫困人口获得最大惠益。自2016年以来,这两个项目在农村地区的覆盖率已达到99%。

“社会保险、社会援助和人力资本投资方案多管齐下,相辅相成。”朱玲说。同时在2020年后,加强社会保护体系需解决两个问题:一是社会保险和社会救助计划没有很好地覆盖居住在城市地区的农民工及其家庭;二是贫困的老年群体和迅速老龄化的中国社会面临巨大的老年照护挑战。

西南财经大学教授甘犁指出,减贫是中国经济转型的关键,中国的减贫政策同时也是经济增长政策。

甘犁分析,中国人储蓄较高,并在疫情期间储蓄有所增长,一方面高收入群体储蓄更多进行预防,另一方面低收入群体则面临更大的流动性障碍。相较于其他国家,中国的社会支出较低,约为2%,主要聚焦在基础设施建设方面。在此背景下,应引入相应的减贫措施,即有条件的资金转移和工作激励。

## 绿色视野



蒸馏菊花精油 南农大供图

提起口红,你可能会想到宫廷冷艳风的“故宫红”,或是种草了很久的斩男色、前男友色、姨妈色……抑或满脑子李佳琦的“Oh my God,买它!”

近日,充满硬核科技又不失人文情怀的南农大菊花口红问世,朋友圈里都在打听怎么才能买到它。从资源采集到成分提炼再到包装设计,菊花口红由一群农业科研工作者精心打造而成。

“菊花的花型、花色是植物界中最丰富的,被称为自然界育种的奇迹。”据南京农业大学菊花遗传育种团队负责人、教授陈发棣介绍,他的导师、原金陵大学教授李鸿渐从1944年开始就从事菊花品种搜集、保存等工作。

古有神农尝百草,今有传人采千菊。2017年以来,菊花遗传育种团队副教授王海滨前往全国各地采集菊花种质资源,采集地平均海拔2800米,最高海拔5800米,飞行次数达百次,总里程12万公里。他采集的品种中还包含许多来自高原的稀有菊花品种。

获得了特殊的种质,该团队又对样品进行识别和分类,并对其有效成分和功能进行了鉴定和分析,得到了大量数据。

## 动态

# 我国建成世界最大油料作物种质资源库

本报讯 10月24日,从中国农科院油料作物研究所(以下简称油料所)举办的“科技创新引领油料产业高质量发展学术研讨会”上获悉,我国已建成世界最大的油料作物种质资源库,保存着国内外油菜、花生、大豆、芝麻等油料作物种质资源3.5万余份。

依托油料所建成的油料作物种质资源库已成为我国油料科技创新的基础性、战略性资源。我国油料科研人员依托种质资源库,开展了高产、高油、抗病、抗逆、养分高效等优异资源的发掘利用,有效支撑和促进了油料科研与产业的高

# 菊花口红 “养成”记

■本报记者 李晨

精油提取和鉴定并不容易,需要用专门的设备。实验室中用于蒸馏菊花精油的设备外形酷似葫芦。团队研究生沈妍笑称:“在‘宝葫芦’中‘历练’过的菊花品种遍布全国,东至吉林延吉、西至新疆伊宁、南达宝岛海南、北到黑龙江伊春,‘宝葫芦’装载了整个中国。”

王海滨介绍,采集自新疆地区的一个菊花近缘种质具有一种独特的香气,提取其精油后发现其抗氧化和去除自由基能力强,可作为化妆品的加工原料。此次推出的菊花口红正是添加了这种精油。

另外,口红的颜色成分来自自主培育的深红色菊花。菊花口红中还添加了其它天然菊花成分,这样的口红兼具美颜、保湿、抑菌等功效。

该团队通过现场投票和数次口红调色、包装风格商讨,最终选出了最受欢迎的南农菊花红、南农锦鲤红和南农火红三个热门色号。口红包装印有菊花、锦鲤、月亮、水波纹、戏曲等国风元素,包裹着科技创新与人文关怀。

近年来,从菊花茶、菊花酒,再到菊花面膜、菊花口红,一朵小小的菊花不仅延伸出了长长的产业链条,还通过创新共享拉动东西部的联动。

“我们科技团队搭台,扶贫企业来唱戏。”据王海滨介绍,南京农业大学的定点扶贫县贵州麻江县正在分享口红的产业红利。麻江县新合作电子商务有限公司等企业已合作生产口红,在观赏菊园之外,开启了菊花深加工的产业。

陈发棣说:“作为传统的第一产业,农产品的附加值需要通过二、三产业提升,一支菊花口红,看似简单,却能推动产业升级,让农民共享扶贫成果,促进脱贫攻坚与乡村振兴的同向接轨。”

效和可持续发展。

通过聚合优异性状,油料所创制出了一批突破性育种材料,其中含油量达65.2%的特高油菜品种Q924,创造了世界油菜含油量的最高纪录。在此基础上,培育出了含油量超过50%的“中油农19”“中油39”等一批集超高油、高产、优质、抗病于一体的适宜机械化生产的油菜新品种和高产稳产优质大豆、花生、芝麻新品种。

据悉,油料所已培育油料品种230余个,油料品种和生产技术常年应用面积4000万亩,覆盖全国油菜面积1/3以上。(邹仕乔)

## 新农评

改革开放以来,我国蔬菜产业发展迅速,目前已经成为世界最大的蔬菜生产国和出口国。在国内,不再是改革开放前因为吃不饱饭而“瓜菜代”的年代,蔬菜反而成为老百姓餐桌膳食水平高的象征。

国内外对蔬菜的需求不断增加,使得蔬菜种植面积和产量也在不断增加。1978年我国蔬菜种植面积4997万亩,占农作物播种面积2.22%;1996年我国蔬菜种植面积15737万亩,占农作物播种面积6.88%,产量30123万吨;2018年我国蔬菜种植面积30658万亩,占农作物播种面积的12.32%,产量70347万吨。

以上数据说明,由于国内外对蔬菜需求的增加,特别是由于蔬菜劳动力集约度和效益均大大高于大田粮棉油作物,农民将粮田改种蔬菜成为一种必然趋势。从某种意义上说,菜园在将与粮田争地。

在我国,蔬菜种植主要集中在城市与人口集中的东南经济发达地区,西北地区种植面积很小。但是,随着农业生产成本,特别是因为非农就业机会增加而造成的农业机会成本的增加,近些年来具有劳动力成本优势的西北地区的蔬菜种植面积大幅度增加,而蔬菜种植比一般大田作物需水量大,那么节水型蔬菜种植方式在西北干旱区就显得尤为重要。

众所周知,在干旱区,没有灌溉就没有农业。干旱区水资源匮乏,灌溉水源来自于雪山融水。因此,虽然土地广袤,但耕地面积很小。传统上,干旱区绿洲农业只是在前山洪积扇边缘部位和冲积平原区。因为那里地下水埋藏较浅,土壤由较细的沉积物颗粒组成,持水能力强。而在山口处和洪积扇的中上部,地下水埋藏较深,这里沉积物主要是粗砂和砾石(拳头大小到指头大小的岩石),细土颗粒少,称作戈壁。大量砾石不但影响耕作,而且因为其结构主要是通气孔隙,缺少毛管孔隙,渗透性极强,灌溉水基本都渗透了,利用率很低。因此,戈壁滩上基本没有种植业,更不用说需要大量灌水的蔬菜种植了。

在水肥一体化营养包栽培技术为在戈壁滩上发展节水设施农业创造了条件。所谓水肥一体化营养包栽培技术是将灌溉与施肥融为一体的农业新技术。即借助压力管道系统,将可溶性肥料,按作物种类及其对水分与养分的需求,配成包含各种养分(包括氮磷钾大量元素和其它微量元素)的灌溉水,通过可控管道和滴头输送到植株的根部。作物(主要是蔬菜)种植在“营养包”(或叫“基质枕”)上。营养包里填充的基质多是纤维性的,吸持水的能力强,作物蔬菜根系也在这里找到了良好的伸展空间。滴灌管将营养液均匀、定时、定量地输送到相互隔离的营养包里,保证蔬菜“不饥不渴”,也不会出现大水漫灌导致的水分饱和、根系缺氧的情况。

利用秸秆、天然矿物及畜禽粪便等生产营养包,可循环、可降解。因为营养包被塑料膜包裹,避免了像大田一样的土面水分蒸发。营养包的下部是塑料槽,即使有多余的营养液,也渗漏在底部的塑料槽中,收集起来过滤后再循环利用。这项技术也避免了肥料施在表土层引起的挥发损失、肥效发挥慢的问题,尤其避免了地面漫灌水分渗漏,化肥养分随渗透水进入地下水,导致地下水富营养化的问题和次生盐渍化问题。因此,水肥一体化营养包栽培技术是一种肥效快、水分和养分利用率高,又有利于环境保护的现代农业生产技术。

目前,在戈壁滩上建温室利用水肥一体化营养包栽培技术栽培蔬菜发展迅速。笔者在甘肃民乐县祁连山下戈壁滩上的智能温室中看到,配制好的作物肥料营养液,通过管道和滴头经过控制系统按需求输送到营养包内,营养包上种植的小黄瓜、番茄果实累累,体形匀称,油光锃亮。黄瓜、番茄的株、行距一致,各行之间设置了采摘黄瓜、西红柿的轨道车。温室温度和湿度也自动调节。

据介绍,这里使用的是荷兰的水肥一体化营养包智能设备。即使与同样使用水肥一体化滴灌的露地栽培相比,也可以节约用水50%~70%,节省肥料50%~70%。如果与常规地面畦灌栽培相比,就更节水节肥了。因为一般的地面畦灌栽培,有50%以上的灌溉水渗透到耕层以下,土面蒸发占灌溉水的15%~17%。也就是说,地面畦灌栽培大约有70%的灌溉水因为渗透和土面蒸发被损耗掉。使用水肥一体化营养包智能温室栽培蔬菜,与一般地面灌溉露地蔬菜相比,可以节约用水85%~90%。而且,肥水循环利用,直至养分被完全吸收为止,能够切实避免肥流失造成的面源污染。

更重要的是,这种水肥一体化营养包智能温室降低了棚内的空气湿度,避免了病菌随水流动传播,有效地减轻了病害的发生,如辣椒疫病、番茄枯萎病等。因此,温室内不喷洒任何农药,生产的蔬菜都是绿色食品,质优价高。

我国戈壁广泛分布在祁连山、天山、昆仑山等山前地带,总面积约45.5万平方千米,一片荒凉。如果使用水肥一体化营养包栽培技术发展温室蔬菜种植,不但可以利用干旱区充足的光能资源,全年生产,高产稳产,而且水分和养分利用率高,不会出现一般露地蔬菜种植出现的次生盐渍化和地下水硝酸盐污染问题,环境友好,绿色生产,满足人们对蔬菜尤其是对高端蔬菜的需求。更重要的是,不占用现有种粮耕地,节省的水资源还可用于扩大耕地面积。

因此,笔者建议在干旱区戈壁荒滩利用丰富的光能资源和稀缺的水资源,建设温室利用水肥一体化营养包栽培技术种植绿色蔬菜,取代将洪积扇中下部和平原地区的现有耕地改种蔬菜的做法,从而稳定粮食种植面积。既生产了优质蔬菜,又不与粮食争耕地,可谓两全其美。

(作者单位分别为中国农业大学土地科学与技术学院和甘肃省土地开发整理中心)

# 戈壁滩水肥一体化种植蔬菜前景可期

■张凤荣 冯永忠