

畜禽养殖业技术集成的创新应用研究进展

黄文琴, 王世琴, 吕小康, 刁其玉, 张乃锋*

(中国农业科学院饲料研究所/农业农村部饲料生物技术重点开放实验室, 北京 100081)

摘要: 技术集成创新是将先进适用技术有机整合, 链接技术研发、示范推广和实际应用等多个环节, 形成一个完整的技术体系, 达到 1+1>2 集成效果的一种技术应用手段。技术集成已普遍应用于农业各个方面, 节约资源的同时大大提高了生产效益。在生产实践中很多人片面理解技术集成, 认为集成就是技术的累积, 导致应用效果不佳, 资源浪费。深入理解技术集成的含义, 正确掌握集成方法是开展集成工作的前提, 有助于研究者发散思维, 产出更多高效的集成技术。本文详细阐述了畜禽养殖技术的集成过程及评价, 介绍了几种主要的养殖集成技术创新应用, 分析集成技术优点与不足, 预测畜禽养殖技术集成的发展趋势, 为进一步推进畜禽养殖技术集成应用提供参考意见。

关键词: 技术集成; 畜禽养殖; 集成过程; 发展趋势

中图分类号: S815

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)03-0074-05

Research Progress on Innovative Application of Integration Technology in Livestock and Poultry Breeding

HUANG Wenqin, WANG Shiqin, LYU Xiaokang, DIAO Qiyu, ZHANG Naifeng*

(Feed Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Feed Biotechnology of Ministry of Agriculture, Beijing 10081, China)

Abstract: Technological integration is an application method that integrates advanced applicable technologies, links technology research and development, demonstration promotion and practical application to form a complete technological system, and achieves the integration effect of 1+1>2. Technology integration has been widely used in agriculture, saving resources and greatly improving production efficiency. In production practice, many people have a unilateral understanding about technology integration, and think that integration is the accumulation of technology, resulting in poor application effect and waste of resources. Deeply understanding the meaning of technology integration and correctly grasping the method of integration are prerequisites for the integration work, which can help researchers to diverge their thinking and produce more efficient integration technologies. This paper elaborates on the integration process and evaluation of livestock and poultry breeding technology, and introduces several major culture integration technology applications, analysis the advantages and disadvantages of integration technology, predicts the development trend of livestock and poultry breeding technology integration, and provides reference opinions for further promoting the application of livestock and poultry farming technology integration.

Key words: Technology integration; Livestock breeding; Integration process; Development trend.

养殖业作为农业的中轴产业, 与我国农业可持续发展紧密关联。近年来, 现代科学养殖新技术、畜禽遗传育种新技术等不断被引入和应用到养殖业中, 对于畜禽养殖业健康发展、满足人们

对畜产品消费需求发挥了极大的促进作用。同时, 养殖产业结构也发生了改变, 逐渐由家庭养殖转变为规模化、专业化养殖, 养殖业布局得到了优化^[1]。从现代集约化养殖的发展角度来看, 养殖业呈现出一系列的新问题, 如落后和缺乏科学指导的养殖模式, 机械地引入和应用养殖生产技术等^[2], 尤其是单项技术的应用对于养殖业的发展作用迟缓, 推动力小。技术集成创新是将先进适用技术有机整合, 链接技术研发、示范推广和实际应用等多个环节, 形成一个完整的技术体

收稿日期: 2019-01-28

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0501902); 现代农业产业技术体系北京市创新团队(BAIC02-12)

作者简介: 黄文琴(1995-), 女, 在读硕士, 研究方向为动物营养与饲料科学。

通讯作者: 张乃锋, 男, 博士, 研究员, E-mail: zhangnaifeng@caas.cn

系,达到1+1>2集成效果的一种技术应用手段。畜禽养殖是个复杂的系统工程,现代养殖企业规模庞大,大多涉及场区建设、饲料安全与营养、饲养管理、疾病防控、粪污处理等方面,需要大量不同技术指导生产,某一环节出现问题都会影响产品输出,降低生产收益。因此,畜禽养殖业要想高效、持续发展就必须将现代技术与生产管理结合起来,借助现代技术来提高生产效率及经济效益^[9]。要达到养殖业发展和企业增效,就要从多角度思考问题,将养殖生产复杂活动的多过程、多层次的因子有机糅合在一起,综合运用各种手段,系统识别因子群的相互作用规律。畜禽养殖产业积极实行技术集成手段创新,增加养殖科技含量的同时,提升农业可持续发展能力,发展脚步更加稳健。

1 技术集成的概念

技术集成是根据农业生产需求,结合生产环境,不断选择、融合技术的动态循环过程,通过优化配置、整合资源和技术达到节本降耗,优质高效的目的。

2 养殖技术集成的过程与评价

农业技术集成过程是农业技术支撑体系内部协调一致的过程^[4],集成过程并不是一个简单的整合技术流程,在开展集成工作之前,必须清楚集成的目的与对象,理解形成技术集成的各个流程以及它们的作用意义是掌握技术集成的关键。

2.1 技术选择

进行技术集成首先要确定有待集成的技术,不是企业能够操作的所有实用技术都可以集成应用,只有对所处领域的技术进行充分分析预测,才能制定出高效的技术发展战略,这便需要进行慎重的技术选择。

技术预见是技术选择的前提,指导技术集成的方向。技术预见就是利用系统化的知识网络,在国家创新体系框架内对中长期科学、技术、经济和社会发展进行系统研究,以达到确定重点研究领域、选择经济和社会效益最大化的通用技术的目的^[5]。技术预见的方法有很多,农业研究最常采用德尔菲法(delphi)和专利情报分析法。经典的德尔菲法又称专家调查法,一般流程是组成各个技术领域的专家经过讨论审定确定参加调查的技术课题,再进行调查问卷,经过若干次交流意见,统计处理专家的反馈结果,得出一个定量

的预测结果^[6]。德尔菲法简便且具有科学可靠性,但考虑到其实施周期长,工作量大,成本较高^[7],因此在具体应用时需采取其他辅助方法如“相关树法”进行修正。由于应用目的不同,德尔菲法衍生出多种类型。我国学者冯丹^[8]从农业装备技术的需求和供给角度出发,采用“综合德尔菲法”确定了中长期我国农业装备科技攻关的重点领域和关键技术。

养殖技术预见的结果就是产生一系列与养殖相关的技术清单,清单列出的技术不是一些独立的引入模块,这些技术关联度高,技术之间相辅相成,使集成整体结构紧密,在节约资源的同时充分发挥各单元作用,使养殖企业的各方面都联系起来。通过分析近年来养殖企业已进行的技术集成可以看出,集成针对的重点技术内容主要侧重于动物营养、饲养技术、疫病防治、粪污处理等几个方面,或单方面多种技术集合,或多方面多种技术集合。安徽省宿州市畜牧兽医技术推广中心就蛋鸡规模化养殖提出的“1+5新技术体系”就是较为典型的多方面多技术集合模式^[9]。新技术的选择标准不在于“高”“精”“尖”,适用性和实用性是关键,新技术与固有技术的匹配程度、集成后规模生产成本等都需要纳入选择标准。但从推广的农业养殖集成技术报告中不难发现,多数技术集成研究都未严格按照技术集成的过程进行技术预见,其集成方向大多围绕养殖过程中饲养管理、疫病防控、粪污处理和综合养殖技术等几个养殖热点^[10]。

通过技术选择可以确定目标技术范围,接下来便要获取并掌握目标技术。目标技术一般由两个渠道获取,一种是内部技术,研究人员或企业根据行业经验或研究成果等自行开发的技术操作,常见于生产管理技术如饲养管理技术,段国会提高母猪繁殖性能的技术集成研究中,集成的饲养管理技术大多是根据养殖经验形成的,如饲养环境和断奶后母猪饲喂量的调控^[11]。另一种是来自外部的技术,如其他行业的技术或其他研究者研发的较有成效的养殖管理技术。这些技术往往不容易过渡,需要经过专业指导调整养殖场环境优化技术后才能够达到适用效果。孟超英^[12]设计的蛋鸡舍设施养殖数字化智能检测系统在3Tiers物联网软件体系基础上,结合了传感器技术和云技术,其中涉及电子系统的安装及应用软件的操作都需要对人员进行培训。柴建民^[13]设计的湖羊早期断奶技术中参考了岳喜新研究发现的

适宜代乳粉饲喂量,试验使用的代乳粉为中国农科院饲料研究所的专利配方制作。

2.2 技术转移与吸收

已获取的目标技术因应用的条件和环境的变化,不能直接应用于技术输入方的生产活动中,需要结合实际生产环境和技术的特殊性对目标技术进行解构分析,选取适宜的技术单元组合调整以适应技术输入方的生产模式。技术解构的深入程度与目标技术的知识基础和技术输入方的生产需求关联度有关,关联度越高,技术解构越粗糙,如徐淮地区湖羊高效养殖集成技术之一的钢构养羊车间建造技术和高架床饲养技术就可直接在养殖区建设,而生产程序化微机管理技术则是在信息管理技术的基础上加以改进,采用了国家肉羊产业技术体系的CARS39数据库进行该企业肉羊养殖基本信息、生产性能、疫病、销售等多方面管理,实现对羊场实时动态监测^[14]。

将解构得更“微观”的技术模块嵌入技术输入主体内部的过程称为技术转移,养殖生产中不乏有技术引入的痕迹,实现技术转移的前提在于充分掌握该技术应用原理及操作过程,同时对输入主体的内部结构及运行过程了解透彻。实验室分子生物学技术作为科研的主要手段,其内容繁杂,种类多样,分子生物学诊断技术是一类用于诊断动物病原的分子生物学技术,规模化养殖场通过引进该诊断技术做到及时对症治疗,这个过程就是技术转移,其中涉及的细节包括技术的解构、转移和吸收。

2.3 技术的应用及评价

技术应用的实质是技术向产品的过渡,因此可以被视为技术整合的实现形式。重组技术在生产实践中伴随着技术框架的调整和技术性能的优化,对已有的技术知识进行重新配置,以期达到最大的生产效率。辽宁省畜牧业经济管理站组织实施的奶牛数字化健康养殖技术集成中关键技术之一,互联网+奶牛养殖技术就是基于互联网信息管理平台,以奶牛生产性能测定中心为运行管理主体,研发并建成奶牛遗传信息测定和管理平台^[15],互联网信息管理平台具有广泛适用性,不是某行业的专属技术,其运行程序可以视为“微观技术”,奶牛生产性能数据是每个规模奶牛场特有的养殖信息,两者相互结合,形成了奶牛场特色的信息管理平台。在技术集成过程中,技术整合后运行状况决定了集成的成败。安塞区引入的商品型生态农业系统就是一个整合失败的案

例,安塞区是黄土高原典型的丘陵沟壑区,水土流失严重,生态环境恶化,引入商品型生态农业模式目的在于协调经济发展与生态保护,但由于引入系统的产业结构不合理,新技术引入不到位等问题,导致安塞区商品型生态农业技术效率低,资源利用不足,产业发展滞后^[16]。技术应用过程中技术调整和优化的重要性可见一斑。

技术评价是对技术集成后的行为和过程进行系统评价。掌握技术集成的特征,并对其进行合理评价是养殖效益的重要保障,也是体现集成技术价值的有效手段。传统的单一农业技术评价能够对技术分类,从技术应用原则出发,构建相对应的指标评价体系^[17],不同的是,技术集成的质量和价值评价没有一个统一的衡量标准,技术集成评价指标体系的确定必须以技术性能为基础,与技术背景相适应^[18]。一般技术评价体系包括两方面内容,对技术整合后最终的应用效果来评判最初技术选择的合理性,也就是技术集成效果评价,以及通过技术的解构到整合整个过程中每个环节的实现情况对技术性能的评价。集成技术的评价方法有很多,常见于层次分析法(AHP)、网络层次分析法(ANP)和灰色关联分析法(GRAP),由于单一评价方法都存在不足之处,故实际应用中常采用组合评价法,将两种或两种以上评价方法取长补短结合起来进行评价。在进行畜禽养殖业技术评价时需要考虑主客观因素,建议采用组合评价方法提高决策的科学可靠性^[19]。

3 畜禽养殖技术集成创新的应用

3.1 疫病防控技术集成

我国畜禽养殖业发展迅速,规模化、集约化、工厂化程度极大提高,与此同时,养殖场重大疫病防控技术也引起了越来越多人的重视。纵观养殖场综合防控技术集成示范报告可以发现,疫病防控技术主要包括环境控制技术、精细化饲养管理、免疫及检测技术、生物安全控制技术、风险评价及废弃物处理等方面,这些技术可以在养殖场独立应用,但集成技术在疫病防控方面显示出显著的效果。中国动物疫病预防控制中心基于大量调查和试验形成了针对规模化养殖场口蹄疫、禽流感综合集成防控集成技术规范^[20],其中列出的技术较为全面地涵盖了疫病防控技术,这些技术规范在多个养殖场实践显示防控效果显著。季爱芳等^[21]构建的规模羊场疫病综合防控体系和飞丽等^[22]通过技术集成形成的生猪疫病系统集成防控

技术措施都由“养、防、检、治、除”五个方面构成,因此,防控技术不是生硬的框架,而是根据养殖场的情况选择可以推行的技术解构重整,达到灵活应用的目的,最新的疫病防控技术集成更侧重于技术的覆盖面,集成细节更加全面精准,力求从技术和管理层面对养殖企业全方面开展疫病防控。

3.2 饲养管理技术集成

饲养管理主要包括选种、饲养方式、饲料营养三个方面,是养殖企业的主体,规模化养殖场的经济效益取决于饲养管理技术的选择和应用,可见饲养管理的重要性。饲养管理技术集成主要体现在饲养方式和饲料营养上。畜禽养殖发展至今,已涌现出各式各样的饲养方式和饲料营养结构,同时,饲养管理技术发展趋势加速向规模化养殖靠拢,换句话说,越来越多的集成技术是为规模化养殖场量身打造的。千阳县借助奶牛标准化养殖示范县建设项目提供的物质条件和技术平台成功集成推广应用了奶牛场“三位一体”综合技术^[23],通过牛场管理软件收集生产数据发现问题,DHI生产性能测定分析,TMR饲喂有效解决问题,使养牛场步入信息化、规范化、科学化轨道。技术集成是个不断吸收引进的过程,3年后,千阳县DHI中心在三位一体综合技术基础上增加奶牛计步器,提出了四位一体综合技术^[24],各个环节相互传递信息,紧密连接,形成一个有机整体。集成技术的优化提高了企业对奶牛生产性能变化的敏感度。根据饲喂过程中奶牛生产性能的变化调整饲料组成体现了集成技术的灵活性、关联性和整体性。数据显示,通过利用四位一体技术,牛场主要生产指标逐年改善。段国会等^[11]开展了饲养环境、饲料品质、饲喂量、断奶日龄等六个方面饲养技术集成工作,数据表明技术集成可显著提高云南长大种母猪繁殖性能。饲养技术在扩大集成范围的同时,更趋向于对信息技术的引入,通过电子设备对养殖动物和养殖环境实时监控反馈,达到精细化和时效性饲养管理。

3.3 粪污综合处理技术

畜禽养殖污染处理是规模化养殖场高度重视的生产环节,如何治理废弃物污染关系到畜禽养殖与生态环境的可持续发展。多年来专家学者对畜禽粪污处理技术进行多次优化,不断探寻更加高效的养殖废弃物处理模式。早期畜禽粪污处理相关研究较少,处理技术单一,适用性差。张元碧^[25]就集约化猪场粪污污染问题提出了“厌氧-自

然处理”和“厌氧-还田”两种处理模式,均以厌氧消化为主要技术环节,区别在于废渣的利用方式。黄志彭^[26]选择 Visual Basic 6.0 为系统开发工具,首次建立了畜禽粪污管理系统,将信息技术引入养殖场生产管理,与多个生产环节连接,通过预算养殖粪污负荷和养殖场配套耕地养分需求制定合理的粪污还田计划。基于多年来不断优化创新的粪污处理技术,技术集成在粪污处理和利用方面显示出优越性。王子臣等^[27]对雨污分流工艺、干清粪工艺、挤压脱水工艺和废水深度净化处理等现有成熟工艺技术集成,设计了养殖场粪污“三分离一净化”综合处理工程模式,处理过程更加细节化,废水及固体粪渣都实现无害化处理和资源化有效利用。污水达到排放标准,单位处理费用为 0.9~2.1 元/m³,低于大多数养殖场畜禽粪便污水处理费用。江西省以粪污处理示范点为契机,进一步提升优化处理模式,集成了异位发酵床处理技术、固体粪便高值化利用技术等七项新技术,有效推进了粪污处理工作进程^[28]。随着养殖粪污的增加,劳动力减少,畜禽养殖场粪污处理自动化和高效利用生产废物将是粪污处理技术集成的重点方向。

4 畜禽养殖技术集成的优势与不足

畜禽养殖环境和市场需求的复杂性推动了养殖技术集成的发展,技术集成创新已然是养殖科技创新的重要组成部分,在多个生产领域都显示出巨大的优越性,集成产生的资源利用效益远大于单项资源利用效益之和,同时创造多种副产物效益,如应用组态技术,结合物理畜牧技术、生物消化技术以及 EM 菌技术对规模化鸭场进行无害化粪污处理,粪便经蚯蚓生物处理后变成生物腐殖质,可以为农业提供优质有机肥^[29]。在农业技术创新进展缓慢,资源和处理能力相对有限的今天,新技术开发举步维艰,科技突破难度加大,在这样的科技氛围下,技术集成打破了空间和资源的界限,实现了技术要素优势互补和资源共享,以整合优化的方式灵活解决技术创新难的问题。

技术集成在养殖生产中发挥积极作用的同时,一些不足之处相继暴露。集成技术是集成农业的第一个环节,强调各要素创造性融合,现养殖技术集成局限于成熟技术的集成,对相关应用设备研制和计算机管理软件开发的重视程度不够^[30]。以科学知识为依据的技术集成创新理论是技术集成的基础和特色之一,技术层次和管理层

次的研究构成了现有技术集成的理论体系^[31-32],而现在关于技术集成的研究大多属于技术层面,整体认识把握技术集成的能力不足,忽视了对管理层次技术集成的理解。技术成果的推广示范障碍重重^[33],农业技术主体包括涉农企业、有关技术推广部门和政府部门^[34],但三者未在集成技术应用上构建高效协调机制。许多研究团队缺乏资金和中试基地,集成成果停留在前期基础研究阶段,对成果推广心有余而力不足。中小规模养殖企业对创新技术认识不足,不愿承担可能的技术转化风险,加之规模所限,机械设备及圈舍建设较现代化养殖企业落后,无法满足创新集成技术产业化需求。政府政策的空白使一些成果转化项目尤其是跨界技术集成创新项目推广停滞不前。由百名科研人员攻关,集成了58项成果的生猪健康养殖体系就是诸多例子之一,该创新项目因相关政策支持不足而迟迟得不到足够资金示范推广^[35]。集成技术在畜禽养殖业的应用距离规范成熟还有一段很长的路,注重集成创新的同时也应把攻坚的决心投向集成过程的不足和实践推广的障碍上,只有治理好河道,浚通引流的沟渠,才能让源源不断的集成之水流向养殖企业,滋养养殖企业。

5 畜禽养殖技术集成的发展趋势

畜禽养殖业正处于养殖环境污染严重^[36],农用资源匮乏,产品市场竞争激烈的严峻局面,小中型养殖企业逐渐被合并甚至淘汰,家庭养殖户陆续退出,现代化、集约化、规模化大型养殖场成为行业的领头羊,从技术角度来看,养殖业结构的调整为技术集成提供了创新思路和适宜的推广实践环境,技术集成已成为规模化养殖企业的迫切需求。我国农业正由精细农业向智慧农业转型^[37],智慧农业是综合运用物联网技术、3S技术和云计算等多种技术对农业生产进行智能控制的技术集合体。从农业大方向来看,技术集成应用于农业多个领域是大势所趋,而就技术集成而言,农业物联网信息技术将是集成技术的中心构件,数据信息的收集管理对于农业生产起着关键作用^[38],集成的内容也不仅仅局限于成熟技术,现代农业技术的发挥需要以农业生产设施为基础^[39-40],生产设施的设备完善和水平提升也将是农业技术集成的目标之一。农业技术集成既涉及农业各个专业领域知识,又关联与农业相关的多个产业,复合型农业科技集成人才在人才培养激励政策鼓励下将源源不断地涌现出来。

6 小 结

技术集成在规模化畜禽养殖生产中显示出了巨大的优越性,是实现智慧畜禽科学发展的关键推动力之一,也将是未来养殖业技术推广的重要形式。我国畜禽养殖业集成技术应用较为局限,技术集成和推广应用仍存在多方阻碍,这既是挑战也是机遇。关注养殖业和养殖业相关领域的技术开发动态,了解养殖业的生产需求,掌握养殖技术集成的一般过程和评价方法是开展集成工作的前提,同时技术集成的推广示范难问题必须得到有效解决,只有双管齐下,才能将技术顺利地转化成更多产品输出。

参考文献:

- [1] 张磊.我国畜牧业现状与可持续发展的思路探索[J].当代畜牧,2016(8):8-9.
- [2] 刘岩.畜牧养殖技术推广工作中存在的问题及对策[J].现代畜牧科技,2016(1):154.
- [3] 杨加琼.实施集成技术手段创新,提高畜牧业科技含量[J].吉林农业,2016(12):89.
- [4] 赵立秋,佟光霁.中国农业技术支撑体系集成架构的模式分析[J].哈尔滨理工大学学报,2011,16(2):129-132.
- [5] 陈雪颂.自主创新环境下技术预见的作用和应用方法[J].安徽农业大学学报(社会科学版),2006,15(3):33-37.
- [6] 袁勤俭,宗乾进,沈洪洲.德尔菲法在我国的发展及应用研究—南京大学知识图谱研究组系列论文[J].现代情报,2011,31(5):3-7.
- [7] 袁志彬,任中保.德尔菲法在技术预见中的应用与思考[J].科技管理研究,2006,26(10):217-219.
- [8] 冯丹,陈志,方宪法.我国农业装备技术发展趋势预测[J].农机化研究,2006(6):1-3.
- [9] 李尚敏,杨根祥,车跃光,等.蛋鸡标准化规模养殖关键技术集成与示范[J].畜牧与饲料科学,2011(2):114-116.
- [10] 钟发刚.天山北坡奶牛标准化规模养殖技术集成与示范[J].科技成果管理与研究,2017(5):87-88.
- [11] 段国会,李刘思,孔令青,等.通过饲养技术集成提高云南长大种母猪繁殖性能的研究[J].黑龙江畜牧兽医,2016(12):75-76.
- [12] 孟超英,王佳,陈红茜,等.基于分布式对象的蛋鸡舍设施养殖数字化智能监测系统[J].农业机械学报,2017,48(10):292-299.
- [13] 柴建民,刁其玉,屠焰,等.早期断奶时间对湖羊羊组织器官发育、屠宰性能和肉品质的影响[J].动物营养学报,2014,26(7):1838-1847.
- [14] 陈家振,马行光,贡媛媛,等.徐淮地区湖羊高效养殖技术集成[J].现代畜牧科技,2015(6):4-5.
- [15] 林广宇.规模奶牛场数字化健康养殖配套技术推广与示范项目在辽宁省应用进展[J].畜禽业,2017,28(8):59.
- [16] 高亮.安塞县商品型生态农业系统优化耦合模式研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2013. (下转第94页)

2004:1.

[3] 刘凤之.中国葡萄栽培现状与发展趋势[J].落叶果树, 2017,49(1):1-4.

[4] 高峰,王铁岩,李德恒,等.近53年来吉林省冬季气候特征变化分析[J].气象灾害防御,2015(3):31-34.

[5] 王志忠,刘晓梅,李树,等.吉林省近60年降水量时空演化特征分析[J].水电能源科学,2018(10):6-8,16.

[6] 刘博.吉林省年降水量空间分布及周期变化规律分析[J].水电能源科学,2018(7):1-4.

[7] 申海林,邹利人,陈蕾,等.吉林省鲜食葡萄生产概况及前景分析[J].中外葡萄与葡萄酒,2015(2):75-77.

[8] 苗妍.吉林省生态农业发展现状及对策研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2018.

[9] 温景辉,刘淑荣,刘惠涛.法国优良酿造葡萄品种在吉林省西部的引种初报[J].河北林业科技,2004(5):71-72.

[10] 申海林,邹利人,陈蕾,等.叶面肥对设施内葡萄生长发育的影响[J].吉林农业科学,2015,40(3):89-91.

[11] 张晋盼,李政,杨志军,等.5个早熟葡萄品种在上海地区的促早栽培表现[J].中外葡萄与葡萄酒,2014(3):47-49.

[12] 郭丽,马卫华,黄海帆,等.不同生长调节剂对冷棚夏黑葡萄果实品质的影响[J].吉林农业科学,2015,40(3):103-105.

[13] 王玉梅,王晶.河西走廊设施延后葡萄品质提升关键技术[J].甘肃科技,2014,30(9):145-147.

[14] 李竞芸,姚焕友.超级无核葡萄日光温室栽培技术[J].吉林农业科学,2003,28(5):51-53.

[15] 张茂君.实施优质工程主攻果品质量[J].吉林农业科学,2001,26(2):46-48.

(责任编辑:刘洪霞)



(上接第78页)

[17] 陈丽佳.广东农业先进适用技术评价指标体系研究[J].广东科技,2009(16):3-6.

[18] 踪程,何继新.农村住宅示范工程技术集成的评价指标体系研究[J].建筑经济,2011(8):96-99.

[19] 李红,朱建平.综合评价方法研究进展评述[J].统计与决策,2012(9):7-11.

[20] 王功民.规模养殖场重大动物疫病综合防控技术集成与应用[M].北京:中国农业出版社,2010:5-207.

[21] 季爱芳,徐国庆.规模羊场疫病综合防控体系的构建研究[J].畜牧兽医杂志,2015,34(3):138-140.

[22] 飞丽,张海鹏,程志斌.生猪疫病系统防控技术的集成与应用[J].兽医导刊,2016(4):106-107.

[23] 李军,罗艳红,毛红安.DHI、TMR、牛场管理软件三位一体综合技术应用[J].中国乳业,2013(10):31-33.

[24] 罗艳红,李军.陕西省千阳县奶业新技术集成应用分析[J].中国乳业,2016(10):10-15.

[25] 张元碧.集约化养猪场的污染问题及治理模式[J].福建环境,2003(4):45-48.

[26] 黄志彭.养殖场畜禽粪污管理系统的研制[D].扬州:扬州大学,2008.

[27] 王子臣,吴昊,管永祥,等.养殖场粪污“三分离一净化”综合处理技术集成研究[J].农业资源与环境学报,2013(5):63-67.

[28] 江西省畜牧技术推广站.建协同联盟平台抓技术模式集成创新提升畜禽粪污治理技术服务[J].中国畜牧业,2017(20):35.

[29] 施智雄.基于组态的规模化鸭场粪污处理综合应用技术[J].安徽农业科学,2012,40(25):1784-1788.

[30] 卢辞.集成农业:内涵、模式与推进[J].农业经济问题,2008,29(3):28-34.

[31] Ratcheva V. Integrating diverse knowledge through boundary spanning processes - the case of multidisciplinary project teams [J]. International Journal of Project Management, 2009, 27(3): 206-215.

[32] 张光前,张米尔.基于系统观的技术集成过程模型研究[J].管理科学,2008,21(4):31-36.

[33] 孙莹.浅谈农业技术推广体系发展的新途径[J].吉林蔬菜,2012(4):52-54.

[34] 刘兴斌,盛锋,李鹏.农业科技成果转化与推广主体动态博弈及协调机制构建研究[J].科技进步与对策,2014(9):24-27.

[35] 刘健,郭远明,陈毓珊.科研经费上亿,验证示范没钱—跨界集成创新项目难推广[J].半月谈,2017(6):27-29.

[36] 任军,边秀芝,郭金瑞.我国农业面源污染的现状与对策 I.农业面源污染的现状与成因[J].东北农业科学,2010,35(2):48-52.

[37] 熊松宁,杨霄璇,杨俊刚,等.从精准农业向智慧农业演进[J].卫星应用,2017(4):47-51.

[38] Duan Y E. Design of agriculture information integration and sharing platform based on cloud computing[A]// 2012 IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems[C], 2012: 353-358.

[39] 廖媛红.农业技术应用效果及其影响因素分析—以北京地区为例[J].软科学,2014,28(6):140-144.

[40] 葛佳琨,刘淑霞.数字农业的发展现状及展望[J].东北农业科学,2017,42(3):62-66.

(责任编辑:王丝语)