

# 湖南低碳农业发展的模式及对策研究

赵少平, 黄飞

湖南工学院商学院, 湖南 衡阳

收稿日期: 2022年12月25日; 录用日期: 2023年1月24日; 发布日期: 2023年1月31日

## 摘要

农业是仅次于工业的最重要温室气体排放源, 低碳农业是以低消耗、低污染、低排放、高收益为基础的新型农业发展方式, 可以深化可持续发展战略进程, 促进生态文明建设, 解决全球变暖的根本途径。深居内陆腹地的湖南, 虽粮食生产极具代表性, 但资源能源相对短缺, 随着经济的快速发展, 各种能源持续消耗, 碳排放污染问题日益严重。文章首先探讨了国内外经典的低碳农业发展模式及其特征; 其次结合湖南低碳农业发展现状, 逐一阐述湖南现有“立体种养”、“资源节约型与环境友好”、“种、养、加、销与一体”型低碳农业发展模式。然后提出了落实可持续发展理念, 促进人与自然和谐发展; 加大财税资金支持, 制定相关财税政策; 提高科研技术投入等促进湖南低碳农业快速健康发展的对策。

## 关键词

低碳农业, 低碳发展模式, 湖南

# Development Model and Countermeasures of Low-Carbon Agriculture in Hunan

Shaoping Zhao, Fei Huang

Collage of Business, Hunan Institute of Technology, Hengyang Hunan

Received: Dec. 25<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 24<sup>th</sup>, 2023; published: Jan. 31<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

Agriculture is the most important source of greenhouse gas emissions second only to industry. Low carbon agriculture is a new agricultural development mode based on low consumption, low pollution, low emissions and high income. It can deepen the strategic process of sustainable development, promote the construction of ecological civilization and solve global warming. Hunan, which is located in the hinterland of the inland, is very representative of food produc-

tion, but is relatively short of resources and energy. With the rapid development of economy, all kinds of energy continue to be consumed, and carbon emission pollution is becoming increasingly serious. Firstly, the paper discusses the classic low carbon agricultural development model and its characteristics at home and abroad; secondly, in combination with the development status of low-carbon agriculture in Hunan, the existing low-carbon agriculture development models of “three-dimensional planting and breeding”, “resource saving and environment-friendly”, “planting, breeding, processing and marketing in one” in Hunan are elaborated one by one. Then it puts forward the idea of implementing sustainable development to promote the harmonious development between man and nature, formulating relevant financial and tax policies to increase financial and tax fund support, and increasing investment in scientific research and technology to promote the rapid and healthy development of low-carbon agriculture in Hunan.

## Keywords

Low Carbon Agriculture, Low Carbon Development Model, Hunan

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 介绍

“低碳”是气候急剧变化、全球变暖大环境下应运而生的一个可持续发展概念。“低碳经济(low carbon economy)”最早于 2003 年在英国能源白皮书“我们的能源未来：创建低碳经济”中提出，旨在运用以低能耗、低污染、低排放为特征的经济模式应对气候变化，环境和能源限制，实现人类可持续发展[1]。起初的重心主要集中于工业、矿业以及城市发展的高能耗、高污染、高排放问题，而忽视对农业的关注。根据 IPCC 的研究，农业是仅次于工业的最重要温室气体排放源[2]，全球 13.5%的碳排放源于农业活动[3]。大量学者在碳排放测度[4]、低碳农业绩效[5]、低碳农业发展[6]、低碳农业经济[7] [8] [9]、低碳农业碳排放计量[10]-[15]、低碳农业发展模式[16] [17] [18]、低碳农业绩效[19] [20] [21]等低碳方面进行了深入研究，丰富了现有的理论，也得到很多较好的研究发现，这对研究低碳农业发展模式奠定了很好的理论基础。

中国是世界人口大国，农业经济压力大，而农业又是国民经济发展体系中的一重大支柱。“十三五”规划的五大发展理念之一，绿色发展强调发展的速度与效益，鼓励各地区寻找经济增长与环境保护的最佳平衡点，要降低能源的消耗，提升经济的发展，就是需要发展低碳经济，农业作为低碳经济发展战略的重要部分，因其可持续循环性、对陆地生态系统具有固碳的作用，成为推动中国经济向绿色低碳化转型的优势产业，也是创建生态文明社会、构建美丽中国的重要支撑。故低碳农业是深化可持续发展战略进程，促进生态文明建设的基本要求，亦是解决因碳排放增加造成全球变暖的根本途径。

深居内陆腹地的湖南，虽是农业大省，农业发展相对较好，但资源能源较少，煤、油、气等资源相对短缺，随着湖南经济的快速发展，各种能源持续的大量消耗，碳排放污染问题日益严重。如何增强技术效率，推进技术进步，减少农业生产环节中的碳排放，增加土壤植被的碳汇量等低碳农业发展模式已经逐渐成为重点。这有助于改善低碳农业发展不平衡的问题，促进湖南由传统农业大省向现代低碳农业转型，也有助于改善农村环境，提高农民的生活水平，调整湖南省农业产业结构，促进生态文明建设，同时，这给其它地区低碳农业发展提供借鉴。

## 2. 经典低碳农业发展模式

### 2.1. 多功能低碳农业发展模式[22]

农业多功能性是指农业在经济、社会、文化和生态等方面的功能,它是用土地资源边际效用所决定的土地资源价值量来比较,最终起源于土地的多效用性,主要由农用自然资源、农业生产过程和农副产品三种要素构成。农业多功能性观点最早起源于上世纪八十年代末九十年代初日本的“稻米文化”。本模式以日本、欧盟等国家较为出彩,例如,日本的创意型农业在持续进步和动态发展中表现出多功能性。主要表现在两个方面,首先,重视发展气候调节和生态涵养等功能,促进农业内涵和时代价值的丰富。其次,它强调发展休闲体验、文化传承等功能,日本大分县的“一村一品”多功能农业模式,将一些特有的东西开发成当地的特色农业,一定程度上提高了其产品的国际竞争力,也提高了农民的收入。

多功能农业模式有利于推进低碳农业的可持续发展,促进农业经济转变经营形式。多功能农业提倡科学使用农业自然资源,使农业生产适应自然环境、与生物规律相适应,建立与自然环境兼容的农业生态环境,使其具备可持续发展的能力。但随着多功能型农业的推广,出现热捧的现象,甚至一味向日本、欧盟学习,复制模板,重复引进、同质竞争愈演愈烈,导致多功能农业的产业链不够长、内涵也不够丰富。这就需要有更多的创新要素,加快农村创新创业,推动多功能农业模式高效质量发展。

### 2.2. 家庭农场经营低碳农业发展模式

家庭农场是实行农业规模化、集约化、商品化的一种新型经营方式,以农户家庭为基本生产单位。欧美国家以家庭农场为经营主体,以机械化、集约化和规模化为基础特点,通常以日本、法国、美国为代表,划分为小、中、大三种形式。这些国外家庭农场的发展有以下特点:土地的相对集中,生产区域专业化,经营规模化和组织方式多样化,农业生产的高科技化和机械化等。相应地,家庭农场模式也会对农业技术和农场的信息化有所要求,因此,必须重视科技发展,培养专业人才,从而促进农业的进步。

建立家庭农场制度可以充分发挥家庭成员的作用,享有规模化经营的优势,且能发挥专业性的优势,从而促进农业发展的低碳化,但家庭农场并非在所有时间段、所有地方都适宜,因此,在推广家庭农场的过程中需要因地制宜,尊重农民的意愿,避免形成新的贫富过大差距,给农村的稳定带来压力。

### 2.3. 节水灌溉型低碳农业发展模式

随着淡水资源的日益短缺,实施节水灌溉已势在必行,它有助于缓解淡水资源短缺、耕地面积不足与粮食需求增加的问题。节水灌溉型农业的特点是以最小的用水量获得最大的产出,主要有喷灌、微灌、滴灌等形式。

目前,欧美等发达国家节水灌溉的推广度较高,喷灌、滴灌等技术的发展也较为完善。在发展节水灌溉型农业的国家中,以色列的节水灌溉农业特点较为鲜明,属于节水农业中比较少见的滴灌。二十世纪六十年代,以色列水利工程师西姆查·布拉斯父子提出滴水灌溉的概念,并设计出了相应的滴灌设备。自此,以色列的灌溉农业发生了极大的变化,不断的发展革新滴灌技术并大面积地推广。现在,以色列的灌溉土地超过八成采用滴灌,单位面积耕地的耗水量大幅度下降,极大地提高了水的使用效率。

节水灌溉型低碳农业发展模式具有一定的借鉴意义。首先,要发挥科学技术的作用,不断开发高质量的生产资料。科学灌溉方法可以有效的节水、节能、省肥。因此,我国在发展现代化农业的过程中,

必须重视科技的力量, 培养科研人才, 让科技服务于生产。其次, 要学习长处、摒弃劣势。节水灌溉技术使以色列西部地区的沙漠中出现绿洲, 用自然的长处弥补发展中的短处, 从而促进现代农业的高速发展。

### 2.4. 集水型生态型低碳农业发展模式

集水型生态农业是西北半干旱地区可持续农业发展的模式(图 1 所示), 对该地区农业生产而言, 水资源尤为重要, 它可以增加作物的产量和保持其稳定性。但由于干旱少雨, 生态环境较为脆弱, 频繁的水土流失使土壤中有限的植物养分丢失, 农业产量减少且其稳定性下降。集水农业的重点是建立循环农业生态系统, 通过人工采集自然降水量和在必要时从相应水库抽取水实现流量供应, 可改善该地区的水生环境, 减缓作物缺水的情况。

集水型农业是黄土高原半干旱地区的一种可持续发展模式, 揭示了降水在时间和空间上的可调性, 强调水分使用的积极性, 解决降水不足和作物干旱的问题, 可以优化土地使用结构、增加农民收入、建立稳定的农业生态经济, 也可以改良生态环境。在西部发展中, 实行集水型生态农业有助于干旱半干旱地区自然环境的恢复和农业的可持续发展, 此外, 为西部的经济和生态发展制定了理论和实践指南。

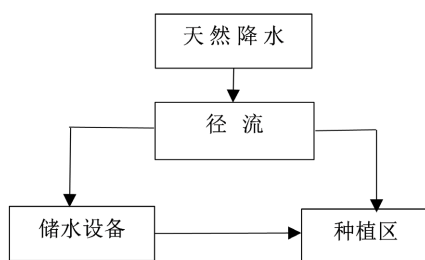


Figure 1. Catchment model of ecological agriculture  
图 1. 集水型生态农业模式图

### 2.5. 资源利用型低碳农业发展模式

资源利用型农业发展模式是以土地资源、水资源、林业资源、肥料资源和农业环境、水环境、土壤环境等为研究对象, 测绘和工程技术为主要手段, 以农田试验、盆栽实验、化学分析为核心技术, 农民、农村和农业为服务对象。目前农业生产中稻草燃烧的现象仍然很普遍, 造成了资源的大量浪费。基于此, 农业发展中应充分利用以农作物秸秆为主的资源, 减少农业温室气体的排放。

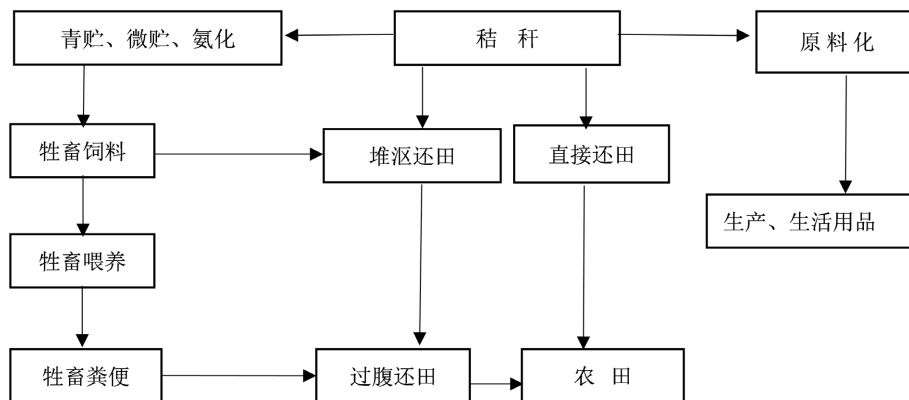


Figure 2. Flow chart of straw utilization  
图 2. 秸秆利用流程图

图 2 为秸秆利用流程。首先, 将秸秆直接还田, 使其在土壤里腐烂作肥料, 可以增加土壤养分, 增强土壤固碳能力; 为了有效加快秸秆还田的进程, 可以使用机器将秸秆打碎或打捆, 可以促进秸秆的直接还田和回收利用。其次, 坚持推行“一池三改”, 及建沼气池, 改灶、改水、改厕, 沼气池可以作能源和保鲜填充气体, 沼渣可作肥料, 沼液可代替大部分农药, 因此, 随着人民生活质量的提高, 沼气等新能源备受人们青睐。然后, 把秸秆液化为可用资源, 一是将秸秆热解液化, 生产出生物油, 用于制作锅炉等热力设备的燃料; 二是运用生物技术液化秸秆, 生产出的乙醇作为清洁能源使用。最后, 使用相关技术将秸秆处理为饲料, 发展养殖业和畜牧业, 既节省了粮食资源, 又做到变废为宝。

## 2.6. 休闲农业型低碳农业发展模式

休闲农业是指利用一定区域内的自然生态环境、乡村田园景观、乡土民俗文化和农业生产过程, 促进城乡统筹发展和新农村建设为主要目标的一种新型农业生产经营形态, 也是开发农业资源潜力, 改善农业环境, 为农民创收的新途径。它起源于上世纪三四十年代的意大利, 之后很快在欧美国家发展起来。美国、日本等发达国家休闲农业的发展已步入最高级别的租赁阶段。而我国的休闲农业仍是一个新兴产业, 尽管发展前景较好, 但目前仍处于起步阶段, 经营管理方面也存在较多问题, 一定程度上对产业竞争力起到了阻碍作用。

休闲农业模式具有连接纽带的作用, 可以加强城乡联系, 推广先进的管理理念和低碳技术, 从而提高乡村地区企业的管理水平和农村居民的生活水平。但其面临着产权不稳定、建设不规范、经营普遍亏损和碰触耕地红线等重大问题, 亟待改革。首先, 健全完善相关方式方法; 其次, 市场定位散乱, 不够科学化; 最后, 科技程度不高, 一定程度上阻碍了休闲农业的发展。目前休闲农业的经营管理者以农民为主, 文化和科技水平有所欠缺, 发展休闲农业时仍是传统的农业技术使用较多, 理论知识和科学技术掌握的较少, 与现代休闲农业的发展不相协调。同时, 他们的科技、环保以及法制意识还有待提高。

## 3. 湖南低碳农业发展模式

### 3.1. 立体种养低碳农业发展模式

立体种养模式将不同植物组成优质生产系统, 从而增加农产品产量, 获取最大的经济效益。二十世纪初美国哥伦比亚大学的 J.R. Smith 教授认为立体农业是种植、养殖和加工三者结合的综合经营模式。

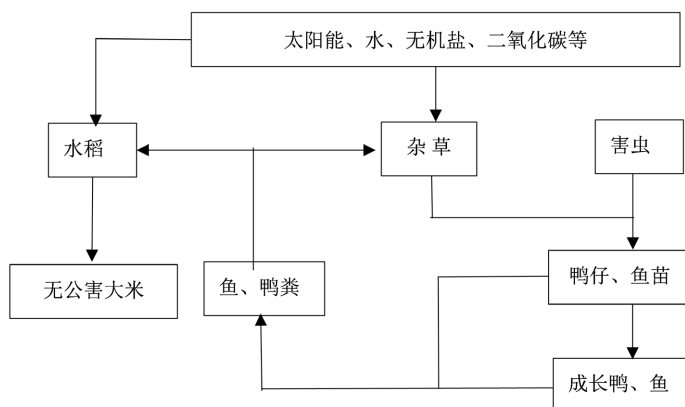


Figure 3. Rice, fish and duck farming model

图 3. 稻鱼鸭耕作模式图

“稻花香里有鱼鸭”是一句耳熟能详的俗语,也就是所谓的稻鱼鸭间作模式(图3),是指在水田里养殖鱼类和鸭类,使稻、鱼、鸭三种生物处于同一个生态圈里,相辅相成,共生互惠,从而促进资源效率的最大化。每年谷雨前后,农民会将秧苗插进水田,并将鱼苗也投入其中,当鱼苗长到两指长便放入鸭苗,使其相互依存。鱼、鸭食用水生生物和昆虫,可以减少饲料的投喂量,排泄出的粪便也可作为化肥农药滋养田地。鱼、鸭活动的时候可以活水,提高水和土壤中的氧气,从而使水稻增产,实现绿色生产,它有助于发展有机稻米生产和绿色稻米生产,实现水田持续、高效、优质、安全生产,长江中下游地区的水田应用的比较广泛。

但“稻鱼鸭”生态系统看似简单,实则需要较高的技术含量,鸭子放的早就会吃掉水田中的小鱼,放的晚又会没东西可吃。说到底以鸭子的大小和放养数量不会危及鱼的生存为原则。该模式主要通过混合养殖业和种植业,提高能源利用和物质循环,从而带来巨大的经济、社会和生态效益。例如提高了水稻和鱼鸭的产量,且一块水田,三份收获,从经济角度看无疑有较高的投入产出比;同时也减少了农药和化肥的使用,降低污染,一定程度上也保护了生物多样性,带来生态效益。本模式充分使用了生态学理念,将不同生物安置在特有的生态位置上,完善了生态系统。

### 3.2. “资源节约型、环境友好型农业”低碳农业发展模式

资源节约型、环境友好型农业也叫两型农业,是以实现可持续发展农业为目的,以维护环境、增加资源的使用效率为核心,以节地、节肥、节水、节药、节种、节能、保护农业生态环境和循环利用资源为重点的低碳农业模式。可持续性、可操作性和可推广性是两型农业的特点,通过对农民节约资源和保护环境观念的培养、使用先进的科学技术等促进低碳农业的发展。

两型农业体系有助于转变农业发展方式,实现农业的可持续发展。在中央政策的指导下,湖南省建立了长株潭“两型社会”试验区,抢抓机遇,创新思路,加大投入,推动了农业产业结构的快速调整。例如,长沙市传统农业产业结构加快调整,花卉苗木、优质水产、优质水稻、优质茶叶四大百里走廊基本上建成,各类农产品种植面积一直增加,优质水稻种植面积占水稻总播种面积的80.5%;株洲市加大了新型经营主体的培育力度,农民专业合作社发展到1038家,与2008年相比增长了28倍,家庭农场发展了73家;湘潭市超级稻的推广面积达到了72.7万亩。

长株潭“两型社会”试验区作为全国“两型社会”建设试验区,立足现实,围绕着率先实现优质、高效、高产、安全、生态的农业建设目标,坚持“两型”引领、分类指导、创新驱动,加快推进了两型农业发展。就目前而言,湖南省两型农业发展中也存在一些问题,如水资源浪费严重、农业生产模式仍较粗放,农业技术不到位等,一定程度上对资源节约型、环境友好型农业的发展起了阻碍作用。

### 3.3. “种、养、加、销”一体化低碳农业发展模式[23]

由于粮食生产的徘徊不前和经济过热的滞后作用,全国的农业处于困境中,程荣喜在1990年提出种养加销一体化经营模式(图4),本模式是将养殖业和工副业融入种植业中,与其相互促进,并以三者为核心实现农业规模化生产、加工和农副产品综合利用,提高了农业的生产效率。它把农业再生产的过程与其生产结构完美的融合在一起,生产前、中、后三个环节无一遗漏。之后,将加工后的产品进行销售,赋予其更高的价值。这样不仅能使物质和能量得到充分合理的利用,也能使种植业和养殖业的产品得到增值,大大提高了经济效益,对农村商品经济的发展具有较好的促进作用。

例如在马铃薯产区,直接出售马铃薯只能获得较低的利润,且它不好保存、易腐烂,但如果农户把它加工成粉丝或淀粉,利用粉渣、粉浆喂猪,猪粪进入沼气池发酵,再将加工后的粉丝和淀粉售卖,产值就会大大提高。随着该模式的日益完善,逐步形成了公司、基地、农户模式,有助于促进农民增加收

入, 提高生活水平。但就种养加行业整体而言, 一体化运行模式取得的成功仅在局部区域, 辐射带动能力相对有限, 且作为种养主体的农民在利益链上处于弱势地位, 不利于该模式的健康发展。

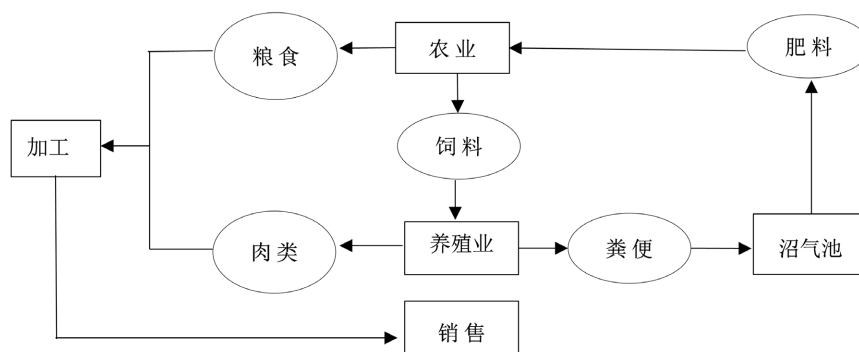


Figure 4. "Planting-Raising-Adding-Selling" Model  
图 4. “种 - 养 - 加 - 销” 模式示意图

## 4. 结论与对策

### 4.1. 研究结论

农业是仅次于工业的最重要温室气体排放源, 低碳农业是深化可持续发展战略进程, 促进生态文明建设的基本要求, 是解决全球变暖的根本途径。文章首先分析并探讨了国内外经典的低碳农业发展模式, 即多功能型、家庭农场经营型、节水灌溉型、集水生态型、资源利用型、休闲农业型低碳农业发展模式的特征; 然后, 结合湖南低碳农业发展现状, 逐一阐述湖南现有“立体种养”、“资源节约型与环境友好”、“种、养、加、销与一体”型低碳农业发展模式; 由于低碳农业发展还处于模仿跟随阶段, 政策的选择应与当前发展阶段相结合。并提出了落实可持续发展理念, 促进人与自然和谐发展; 加大财税资金支持, 制定相关财税政策; 提高科研技术投入等促进湖南低碳农业快速健康发展的对策。

### 4.2. 政策启示

1) 落实可持续发展理念, 促进人与自然和谐发展。首先要加强宣传引导, 与群众普及相关知识, 提升农业企业和农民对资源节约和环境保护的观念; 其次, 建立绿色农业标准, 充分调动农村基层干部和地方政府的积极性, 大力推动资源节约型农业发展; 然后, 建立相关试验区, 积极引进资源节约型农业先进技术, 进行技术优化和试验示范, 广泛宣传该模式, 并向全省推广; 最后加强对群众的领导, 落实相应工作。建设资源节约型、环境友好型农业生产体系是一项长期的工作, 有关部门和各级政府必须立足当前, 用长远的眼光看其发展, 与实际相结合, 制定切实可行的工作方案, 保证各项措施落到实处。

2) 加大财税资金支持, 制定相关财税政策。政府大力提倡发展低碳农业, 制定与颁布相关政策, 极大的促进了其发展, 但相对来说, 执行的力度不够。因此, 为了更好的促进农业的全面发展, 湖南省可以借鉴美国、日本等发达国家, 学习它们相关的农业法, 并对我国相关法律条例进行修改和控制, 明确各项举措应达成的权利和义务, 并以奖惩机制积极引导湖南省低碳农业的发展达到标准化。首先, 湖南省政府应该进行调研、分析现有农业政策, 用优惠激励的方法促进低碳农业的发展。政策方面需要落到实处, 村镇要制定明确的发展规划文件, 通过政策的调整来满足农业发展需求。一般来说, 仅仅依靠农民自身来推动低碳农业的发展是不切合实际的, 此时政府的政策措施就凸显出作用了, 特别是财税方面的政策。例如, 对农民建设农业基础设施的投入进行补贴, 相关立法的完善, 坚持低碳农业发展理念,

推动产业结构的调整, 进行低碳化发展。

3) 提高科研技术投入。科技是第一生产力, 因此在推进农业节能低碳的过程中, 应该加强技术的作用, 实现农业生产的创新。首先要大力推广农业技术, 积极搜索相关科技成果, 并通过信息平台发布或分配特派员实地教导农民, 务必使各项技术落到实处, 人人掌握如节水灌溉、精良播种等技术。其次要提高农业机械化水平, 培养科技研发人员。因地制宜地使用机器开展农作, 大力推广新型农机及使用方法, 提高农耕水平, 降低农业生产成本, 而人才的培养可以促进后续技术的可持续发展及更新。最后要加快建设农业信息化, 建立农业信息搜集和发布制度, 健全农业信息服务体系, 增加农业比较效益。

## 基金项目

湖南省哲学社科基金“湖南省低碳农业发展模式评价及对策研究”(项目编号: 15YBA119); 湖南教育厅项目(项目编号: 20A138); 湖南社会科学成果委员会基金(XSPYBZC014)。

## 参考文献

- [1] Department of Trade and Industry (DTI) (2003) UK Energy White Paper: Our Energy Future Creating a Low Carbon Economy. TSO, London.
- [2] 吕志强, 庞容, 朱金盛, 邓睿. 2000-2011 年我国农业碳循环及低碳竞争力特征分析[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(7): 1-10+40.
- [3] 马晓旭. 我国低碳农业发展的困境及出路选择[J]. 经济体制改革, 2011(5): 71-74.
- [4] 祝华军, 田志宏. 稻农采用低碳技术措施意愿分析——基于南方水稻产区的调查[J]. 农业技术经济, 2013(3): 62-71.
- [5] Kroodsma, D.A. and Field, C.B. (2006) Carbon Sequestration in California Agriculture. *Ecological Applications*, **16**, 1975-1985. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1975:CSICA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1975:CSICA]2.0.CO;2)
- [6] Aertsens, J., De Noecker, L. and Gobin, A. (2013) Valuing the Carbon Sequestration Potential for European Agriculture. *Land Use Policy*, **31**, 584-594. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.003>
- [7] Pamuk, H., Bulte, E. and Adekunle, A.A. (2013) Do Decentralized Innovation Systems Promote Agricultural Technology Adoption? Experimental Evidence from Africa. *Food Policy*, **44**, 227-236.
- [8] 王昀. 低碳农业经济略论[J]. 中国农业信息, 2008(8): 12-15.
- [9] 张晨, 罗强, 俞菊生, 马莹, 曹黎明. 低碳农业研究述评[J]. 上海农业学报, 2013, 29(1): 80-84.
- [10] 赵子健, 李广瑜, 顾海英. 低碳农业发展的途径、潜力和间接减排效应[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2018, 36(1): 68-75+80.
- [11] 许清涛, 李玉波, 杨淑杰. 吉林省农业现代化进程中碳排放测算与分解[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(7): 103-109.
- [12] 黎孔清, 马豆豆, 李义猛. 基于 STIRPAT 模型的南京市农业碳排放驱动因素分析及趋势预测[J]. 科技管理研究, 2018, 38(8): 238-245.
- [13] 戴小文, 漆雁斌, 唐宏. 1990-2010 年中国农业隐含碳排放及其驱动因素研究[J]. 资源科学, 2015, 37(8): 1668-1676.
- [14] 刘明睿, 孙秀梅. 我国低碳农业发展新动能培育机制研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(6): 203-206.
- [15] 田云, 张俊飏. 中国农业碳排放研究回顾、评述与展望[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2014(2): 23-27+60.
- [16] 吴贤荣, 张俊飏, 程琳琳, 田云. 中国省域农业碳减排潜力及其空间关联特征——基于空间权重矩阵的空间 Durbin 模型[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(6): 53-61.
- [17] 曹德禹. 低碳视角下黑龙江省现代化农业发展模式探究[J]. 中国市场, 2017(13): 287+338.
- [18] 秦军. 低碳农业发展的障碍、模式及对策[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2014, 14(6): 70-75.
- [19] 陈儒. 低碳农业联合生产绩效评价与激励机制研究[D]: [博士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [20] 吴贤荣, 张俊飏, 朱焯, 田云. 中国省域低碳农业绩效评估及边际减排成本分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(10): 57-63.



- [21] 吴贤荣, 张俊飏, 田云, 等. 中国省际农业碳排放: 测算、效率变动及影响因素研究[J]. 资源科学, 2014, 36(1): 129-138.
- [22] 杨红娟, 徐梦菲. 基于计划行为理论的少数民族农户低碳生产行为研究——以佤族为例[J]. 现代化农业, 2016(6): 63-67.
- [23] 杨果. 基于农民专业合作社视角的我国低碳农业发展机制研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.