新理念

碳排放管理与绿色养猪

王文杰
（天津市农业科学院畜牧兽医研究所，天津 300384）

由于人类活动“失速”，现代工业、现代农业的发展和物质横流的“现代人”生活导致了自然资源的过度开采和使用。自工业革命以来，长期持续增加的能耗、物耗造成二氧化碳等“温室气体”排放量超过了地球环境自身调节能力能够承受的负荷。人为因素引发的生态环境恶化与自然因素（例如，厄尔尼诺现象）叠加在一起，进一步加剧了全球气候的变化。近年来，局部地区出现的夏季飘雪、冬暖开花等极端天气已经明显影响了人类的生活。影响全球气候的极地、雪山冰盖融化现象，更加充分表明了气候变化已经成为全球一种最重要的中长期风险。近年来，减少碳排放，以给地球“降温”已经成为国际社会普遍关注的话题。“双碳”即为“碳达峰”“碳中和”二词的合称，入选了国家语言资源监测与研究中心发布的2021年度中国媒体十大流行语。减碳或低碳也成为了发展绿色农业的核心内容。笔者将对我国畜牧业中占主要地位的养猪业实施碳排放管理的意义、目标和主要方法进行简要总结和分析，为促进绿色养猪的健康发展提供一些借鉴。

1 减少碳排放的背景和意义

为了应对越来越严重的全球气候变化，1992年5月9日在纽约召开的联合国大会上通过了《联合国气候变化框架公约》，其最终目标是要将大气温室气体浓度维持在一个稳定的水平，在该水平上人类活动不会产生对气候系统的危险干扰。截至2016年6月，已经有197个缔约国加入该公约。作为这个公约的补充条款，1997年《联合国气候变化框架公约的京都议定书》(简称《京都议定书》）出炉，目标是“将大气中的温室气体含量稳定在一个适当的水平，进而防止剧烈的气候改变对人类造成伤害”。从2005年开始，发达国家承担减碳义务，发展中国家则是从2012年开始承担义务。截至2005年8月13日，全球有142个国家和地区签署了该议定书，所有签约国的人口数量占全世界总人口的80%。2015年，又有178个国家和地区共同签署《巴黎协定》，目标是将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在2℃以内，并努力将温度上升幅度限制在1.5℃以内。在2022年11月7—18日在埃及沙姆沙伊赫召开的第27届联合国气候变化大会，进一步强调了《巴黎协定》目标的重要性，重申了“加快采取措施，逐步减少有增无减的煤电，逐步取消低效的化石燃料补贴，并使之合理化”的目标。

全世界公认，我国在应对气候变化、“新冠”疫情、粮食和能源危机等维护世界和平与安全的全球性问题上发挥着重要作用。2013年，我国首次发布《国家适应气候变化战略》。近年来我国采取调整产业结构、优化能源结构、建立市场机制、提高森林碳汇等有力政策，围绕“碳达峰”“碳中和”目标已构建完成“1+N”政策体系，并积极推动落实，在应对全球气候变化方面取得显著成效。养殖业一直是碳排放管控的主要领域之一，我国是全球养殖业规模最大的国家，在“碳达峰”和“碳中和”行动中具有举足轻重的地位。

2 养猪碳足迹分析

百度百科对碳足迹（Carbon Footprint）的描述是：它表示一个人或者团体的碳耗用量。这里的碳就是指石油、煤炭、木材等由碳元素构成的自然资源。碳耗用得越多，导致地球变暖的元凶二氧化碳制造得越多，碳足迹就越大；反之，碳足迹就越小。

广义的养猪（场）碳足迹，涵盖了饲料、兽药和养猪过程中使用的全部投入品的碳足迹，饲养场全部工作人员与养猪相关联的活动的碳足迹，养猪场建设、维护形成的碳足迹，养猪场全部设备、车辆和机械（具）运行的碳足迹，供水系统和排水系统碳足迹，垃圾和废弃物处理碳足迹，猪呼吸和排泄的碳足迹、生猪销售中活猪运输暂养碳足迹、屠宰加工和肉食加工的碳足迹，与猪肉相关食品销售和消费过程的碳足迹，相关厨余及其处理过

基金项目：国家重点研发计划项目“集约化养殖粪污污染综合防治技术与装备研发”（任务书编号：2018YFD0800100）
作者简介：王文杰，天津市畜牧兽医研究所研究员，享受国务院颁发政府特殊津贴专家，Email：anist@vip.163.com

猪业科学 SWINE INDUSTRY SCIENCE

程形成的碳足迹等各种耗碳行为产生的二氧化碳排放（当）量。当然，也应该考虑通过碳汇（carbon sink）减少碳足迹的数量，例如：植树可以把碳储存在木质中从而减少大气中的二氧化碳量。对养猪碳足迹的深入分析，不难看出包含了非常复杂的因素和过程。单以与饲料相关的碳足迹为例，至少应包括：1）饲料种植、收获、加工和储运，还应把各种损失计算在内；2）动物来源饲料的碳足迹，例如鱼类捕捞，运输、加工后形成的鱼粉，在经过包装、运输和储存都会有碳耗和二氧化碳（或二氧化碳当量）产生；3）矿物源饲料碳足迹，例如食盐加工储运过程的碳足迹；4）工业生产的饲料添加剂碳足迹；5)浓缩饲料、精补料、配合饲料加工储运过程的碳足迹。

对于养猪生产的碳足迹评估，既可以按生产工艺要素集合进行分析，也可以按照过程顺序进行分析。如果把生猪看作是一种产品，在工业产品上被广泛应用的生命周期评估（Life Cycle Assessment，简称LCA）方法正在被逐渐接受和采用。它是一种自20世纪60年代开始逐步发展起来的重要环境管理工具。实际上，生命周期（Life Cycle）概念已经广泛应用于政治、经济、环境、技术、社会等许多领域，其涵义通俗的比作“从摇篮到坟墓”的全过程。国际标准化组织在ISO14040中对LCA给出的定义是：对一个产品系统生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇总和评估，包括目的与范围的确定、清单分析、影响评价和结果解释4个步骤。最近由农业农村部有关机构组织的线上专题培训活动，系统介绍了畜牧业碳足迹评价进展。其中重点介绍了联合国粮农组织（FAO）畜牧业环境评估及绩效（LEAP）伙伴关系，它为世界各地的政府、农民、决策者、生产者和研究人员提供了一个全球化平台，用来讨论和制定评估畜牧业对环境影响的指南。其中《生猪供应链的环境绩效》《动物饲料供应链的环境绩效》和《畜牧供应链中饲料添加剂环境绩效的评估指南》都可以作为猪场碳足迹评估工作的参考。

3 养猪企业碳减排目标

在中国共产党第20次全国代表大会的报告中，中国向国际社会郑重承诺，力争2030年前实现“碳达峰”、2060年前实现“碳中和”，表明了我国高质量发展的决心与信心。“双碳”牵动着我国社会发展的全局。作为粮食安全国家战略的重要组成部分和畜牧业主要部分，“猪粮安天下”，人们耳熟能详的养猪业之“双碳”至少应该与国家进度实现同步，更应该通过加速技术创新和推行负责任的规范管理来提前实现这一造福人类的伟大目标。

我国是一个迅速发展起来的养猪大国，养猪模式、规模和技术水平呈现多元化，在不同情况下养猪水平存在较明显的差距。从时间、投资能力和科技进步难易程度等因素综合考虑，作者认为，应该视养猪规模分批对我国养猪主体进行低碳化技术升级。对有资本运作背景的年出栏30万头以上的超大规模养猪企业建议：争取在2027年能够实现“碳达峰”，在2045年前率先实现“碳中和”。对年出栏小于30万头，但超过5万头的大型养猪企业建议：在2030年前实现“碳达峰”，在2050年前实现“碳中和”。对于年出栏规模小于5万头的中小型养猪企业和养猪专业户，建议在2030年前实现“碳达峰”，在2055年前实现“碳中和”。整个养猪行业应该在2055年，比国家总的目标提前5年实现“碳中和”。

为了实现真正意义的绿色养猪，呼吁养猪业同仁们应该自觉把最小碳足迹纳入猪企和猪业的长期管理目标。

4 养猪企业碳排放管理措施与方法

实现养猪“碳达峰”“碳中和”，需要长期持续地坚持科学规范的碳足迹管理，采取有力措施，减缓、减少碳排放，增加碳汇储存以平衡净碳排放。以下有一些相关的建议提出来和同仁们商榷，并供参考。

第一，所有猪企都应该提出自己的“碳达峰”和“碳中和”的目标。遵循LCA规则或其他可采纳的标准制定企业实操的碳排放管理规程，精确识别、汇总和核算并记录企业的全部碳足迹，把企业总的碳足迹水平控制在合理的水平并保持逐年下降，直至达标。

第二，从管理层面可以从养猪模式和经营模式上采取必要的措施，优化管理促进双碳目标的实现。养猪模式上，应该从最小碳足迹目标着眼于工艺布置和设备匹配与选型，养猪规模和方式的确定应因地制宜，建立在低能耗、低物耗和最少排污的前提下。在经营模式上，建议采取最短路径运输和最短时间上餐桌对储运销售缓解进行科学规划，以缩短在养猪产业中“碳排放”占比较为显著的储运环节的碳足迹值。提倡构建种养循环的生态农场养猪经营模式，科学匹配原料供应、能源、水源、土地、人工、资本、技术、自然环境等全部社会资源，节约，减耗，增碳汇齐力协同，创造双碳达标的新型绿色养猪体系。

第三，从技术和实际操作细

猪业科学 SWINE INDUSTRY SCIENCE

节上，聚焦碳排放较多的环节进行技术升级。例如，为了减少能源消耗，尤其是碳足迹较大的火力电网供应的电力消耗，猪场可以优先开发使用光伏电力系统、恰当使用风力发电技术和由燃烧猪场有机废弃物产生的生物质能（沼气）发电技术，以降低来自于能源供应方面的碳耗即碳排放量（碳足迹）。有条件的企业可以考虑布局猪场混合电力系统，整合电网供电、风电、太阳能发电、生物质能（沼气）和自备发电机多种电源，并优先使用低碳排放的电源供电。在饲料配制和加工环节，应采取低碳策略。在饲料配方优化中，把最小碳足迹和最低成本、最大收益等参数一样作为目标函数进行配方多目标规划运算。尽可能避免饲料的过度加工，例如，在猪自身生理机能允许的生长阶段，对超细粉碎、膨化和制粒等不必要加工尽可能较少使用或者不用。

第四，围绕猪产品整个生命周期中产生的废弃物应尽可能进行资源化利用。对猪粪尿优先进行粪肥还田，利用最近的周边土地进行消纳转化成植物再利用。也可以利用猪粪养殖黑水虻等低等生物来生产昆虫源优质蛋白质饲料，作为再生资源转化利用。病死猪资源化利用也是一种减少碳足迹的措施。猪场其他有机废弃物可以经过无害化处理后，进一步进行沼气发酵，产生的沼气作为再生能源用于养猪生产中。屠宰场的猪血、肠道内容物和不能食用的屠宰下脚料，可以经无害化处理后进一步生产优质动物源饲料原料，这些都属于资源的再生利用，都能够在一定程度上对减小碳足迹做出贡献。

第五，利用场区空闲地植树造林、种草绿化美化环境，这样做既可以净化猪场环境，有利于疫病防控，还可以增加企业收益，更重要的是可以显著增加碳汇，平衡猪场碳排放量，使碳足迹变小。

5 结语

在本文即将结束时，引用习近平主席的话："绿水青山就是金山银山。"主席的指示，为我国双碳行动照亮了前行的道路！

目前，尚未看到我国关于养猪碳足迹核算方法的国家或行业标准。据悉，有关部门正在研究编制相关标准的计划。国际标准化组织（ISO）和联合国粮农组织（FAO）已经为畜牧业实施减碳行动提供了许多可以借鉴的工作成果。随着时代的进步，所谓商品优质不优价的怪象也终将破灭。业内同仁需要对经典养猪理念进行反思。新形势下，依靠高营养水平和高保障条件支撑最大化产出的认知必须更新。未来在设计和制定养猪生产工艺时，应统筹经济效益、社会效益和生态效益。生猪出栏规模应该与条件、资源、环境及消费需求进行优化匹配。

（收稿日期：2022-11-21）

猪业科学
SWINE INDUSTRY SCIENCE

北京黑猪 北京黑猪作为北京本土猪种，培育于 20 世纪 50 年代，盛行于 20 世纪 80 年代，知名于当下。北京黑猪亲和力强，两耳半直立向前平伸，头小面微凹，嘴中等长，腹部不下垂，适合工厂化养殖。肌内脂肪适中，肉色鲜红，纹理清晰，口感好，满足了消费者对食品的差异化需求，无论是煎、炒、烹、炸、炖、涮，都会给消费者带来味觉的享受。

扫码观看视频