

我国植物工厂商业化生产存在的问题及其对策

袁淑瑶

延边大学经济管理学院

摘要: 随着农业科技现代化的高速发展与农业生产要素结构的优化调整,植物工厂成为未来农业发展的前沿方向。然而,目前受到建设运行投入大、产品成本售价高、下游市场开发不足、技术整合有限等方面因素的限制,植物工厂如何实现规模经济效益的商业化生产仍是亟待解决的问题。本文首先探讨了我国植物工厂商业化生产的现实意义,其次对存在问题进行分析,最后从建设投资、品牌溢价、产品销售渠道、产学研融合四个方面提出了问题导向的对策。

关键词: 植物工厂; 商业化; 农业现代化; 人口、资源、环境; 粮食安全

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.03.248

引言

植物工厂是一种由计算机和电子传感系统对作物生长所需的温度、湿度、光照、营养元素和二氧化碳浓度等条件进行控制调节,可以在室内不依赖阳光、土壤,不受自然气候等环境条件束缚进行周年连续生产的高效农业系统^[1]。目前主要生产的是生长成本低、周期短、产量高的叶菜类蔬菜,并已经拓展到果类蔬菜、花卉、茶叶、药用植物甚至果树等生产领域。

科技理论界对植物工厂内不同作物生长最适宜的温湿度、光照的强度和频率、营养元素的种类和浓度以及通风气流等条件已有深入的研究,学者大多针对国内外植物工厂的发展现状,提出对策建议并对其发展前景做出展望,鲜少涉及对其商业化实现路径的具体研究。日本、荷兰、美国等发达国家的植物工厂起步早,在技术领域处于世界前列,已实现较高水平的机械化、智能化和自动化^[2]。我国植物工厂产业起步较晚,但目前在LED照明灯具、营养液等关键技术已取得突破,发展前景广阔。本文在前人研究的基础上,从现实意义、存在问题和对策建议三个方面出发,对植物工厂如何实现商业化生产这一问题进行拓展研究。

一、我国植物工厂商业化生产的现实意义

(一) 顺应加快农业强国建设需要,符合科技自立自强时代要求

党的二十大报告强调加快建设农业强国,推进农业农村现代化。中国农科院发布的《“十三五”全国农业现代化发展评价报告》分析指出我国当前农业经营体系的现代化和全国农业质量效益水平的现代化水平仍较低,未来需要将提高农业质量效益和经营体系现代化作为全国农业现代化的发展重点。

植物工厂作为颠覆传统农业生产方式的新兴战略产业,在全球范围内被看作设施农业发展的高级阶段,是

现代生物技术、环境控制、光电技术、设施园艺、工程技术和计算机科学等多学科集成的知识与技术密集的农业生产方式。植物工厂的商业化生产不仅融合利用多种科技创新推动农业生产的机械化、自动化、智能化的现代化高质量发展,还有望培育壮大新型农业经营主体,激发农业发展活力,促进经营体系现代化,既顺应加快农业强国的建设需要,又符合科技自立自强的时代要求。

(二) 为解决人口、资源、环境矛盾背景下的粮食安全安全问题提供新思路

当前全世界内人口、资源、环境问题突出。水资源减紧缺、化肥农药污染、土地沙漠化、全球气候变化挑战传统农业耕种模式,地缘政治冲突、石油价格波动、流行疾病传染等不确定性因素加剧对全球粮食供应链的冲击。根据联合国粮农组织(FAO)报告,2021年全球饥饿人群数量达到8.28亿,粮食安全问题是亟待全人类解决的关乎生存发展的最根本问题。

植物工厂可以不受条件限制,周年连续、洁净高效地生产果蔬等作物,有利于构建多元食物供给体系,创新蔬菜产业链供应链^[3]。在短期,植物工厂的商业化生产可以为大众提供一个更加便捷、健康、绿色、营养的有机蔬菜市场,解决我国区域季节性对新鲜蔬菜需求缺口和城市人口激增导致的蔬菜需求量过载的供应问题。在长期,植物工厂的商业化生产为保障世界范围内的人口、资源、环境矛盾背景下的粮食安全安全问题提供新思路。

二、我国植物工厂商业化生产存在的问题

(一) 建设运行投入大

植物工厂初始建设投入大,后期运行成本高是制约其商业化发展最直接的因素。初始建设的固定投资一般包括厂房建设、立体多层栽培系统、营养液供给系统、

二氧化碳供给系统、空调通风系统、照明系统、湿度控制系统、自动控制系统和植物生产空间管控系统。生产运行成本包括以电力为主的能耗、人工劳务费和包括种子、肥料等的基本材料费，其中照明系统所占成本比例尤为突出，设备成本占总成本的40%~50%，能耗占总成本的28%^[3]。

由于初始投资高、回报时间长，造成企业较高的投资风险和经营风险，难以实现盈利，限制了植物工厂产业的推广发展。数据显示，即使是在产业化程度和技术水平处于世界前列的日本，实现盈利或者收支平衡的企业也只有六成到七成^[5]。盈利作为商业化的最终目标，是产业可持续发展和赖以生存的基石，一个产业的平均利润率越高，吸纳劳动、资本、技术等生产要素的能力越强，部门内企业带来的现金流量越多，投资者获取的投资收益和债权人的本息回报越大，促进企业和产业持续稳定地发展。对应的，盈利能力弱的产业筹资能力弱，现金流量低，投资不足进一步限制产业发展。

（二）产品成本售价高

由于集生物技术、环控技术、人工光技术、传感系统等技术于一体，植物工厂的蔬菜的生产成本与售价均远高于普通蔬菜。数据显示，2017年苏州松下植物工厂线下售卖的蔬菜沙拉产品折合人民币单价达到200元/千克以上^[4]，2023年4月京东生鲜超市售卖的自家植物工厂产出的生菜和羽衣甘蓝折合人民币单价分别为49.5元/千克、99元/千克。可以预见，未来随着植物工厂实现规模效益的产业化生产模式，蔬菜单价会有所下降，但大概率仍无法与传统露地或温室生产的蔬菜价格相比。

在市场价格机制的作用下，同样品质的农产品的价格越高，消费者对其需求量越小。因此，在高成本和单价下，如何围绕农产品的市场供求现状，进一步挖掘尚未被满足的市场需求，打造植物工厂果蔬产品的差异化，产生新的品牌定位，提供独特的消费价值和产品体验是植物工厂商业化亟待解决的问题。

（三）下游市场开发不足

从事商品生产经营的企业，必然要以生产过程与流通过程相统一为生产经营的条件，所以植物工厂的商业化生产不仅要解决上游育苗、种植等生产环节的问题，还要关注下游物流、推广、渠道等销售环节的问题。当前受制于消费者对设施农业认识不足、产业成熟度低、价格高等因素，植物工厂产品的生产环节和销售环节的匹配度仍不高，对接不够顺畅，未能培育出稳定而持续的消费者群体。

在如今激烈的市场竞争下，各种商品，尤其是植物工厂模式生产的果蔬这样的新产品，在做到质量高、价格合理的同时，也要通过市场开拓扩大销售渠道，充分开发下游市场，避免出现“产量大，产值小”的市场格局。日本植物工厂商业化领域的先驱MIRAI公司在2016年宣告破产的直接原因就是投入和产出不断增大的同时，没有及时扩大销售渠道，以至于60%的蔬菜最终被当成废弃物处理。这种情况虽然略显极端，在我国的社会主义市场经济体制下大概率不会再现，但是对于警示开发下游市场销售渠道的重要性可见一斑。

（四）技术整合有限

我国植物工厂产业虽然起步较晚，但技术发展进步迅速，有学者描述为“十几年时间走过了发达国家几十年的发展历程^[2]”，但在硬件和软件技术上与发达国家仍有差距。我国植物工厂自立自强的科技创新之路仍任重道远，目前应用的植物工厂自动化程度低，人工劳动效率较低，劳动力成本较高，可培育种植的作物品种有限，且部分作物在实际生产中缺乏标准化的生产指标与技术支持，突破这些技术性瓶颈都需要依靠创新这一强劲动力。

技术整合有利于技术扩散和创新集群的形成，对于植物工厂新产业的发展具有显著的促进作用。长期以来，我国的科技创新力量主要集中在科研机构 and 高等院校的体制内，了解技术发展进步的一手数据和最新动态，但身处一线的企业却更了解产业发展各阶段市场最需要的技术。现实中区域差异、政策制度、企业内部文化氛围等因素都增加了技术整合的交易成本，导致高校与企业之间技术成果转化的合作机制仍不够健全。

三、我国植物工厂商业化生产的对策

（一）导入“产量盈亏点”机制，集约化投资降本增效

荷兰设施农业生产采用“产量盈亏点”的核算机制，即计算每种作物在特定生产经营状态下实现收支平衡时需达到的最低产量，以便在后续生产经营时进行更精细化的系统性管理与财务预测。

“产量盈亏点”的核算机制对我国植物工厂的投入建设具有启示意义^[5]。一方面，政府要加大对战略新兴产业的重视与扶持，企业要利用技术升级和产量提高等手段实现规模效益，比如对核心技术照明系统升级改造，降低设备成本和能耗，把投入和产出控制在合理范围之内，同时积极预测规避生产和销售风险，只要实现高产出，在长效政策机制的支持下不必过于担心高投入

造成的资本循环阻滞。另一方面,近年来我国植物工厂发展势头迅猛,北京、福建、广东、吉林、陕西等地都有植物工厂在生产研发,植物工厂的投资建设应科学地统筹谋划。日本大量破产关闭的植物工厂的经验已经证明,一味依靠政府扶持补贴,只扩大生产场地、增加机器设备和劳动力的粗放型投资是不可行的,推动技术进步降本增效,搭建良好的销售渠道才是植物工厂商业化发展的长久之道。

(二) 明确高端市场定位, 互联网营销实现品牌溢价

我国农产品品牌科技含量和附加值低是长久以来制约农产品品牌溢价的关键因素^[6],植物工厂可借助自身产品优势和互联网营销完成商业化转型的关键一步。

由于植物工厂对光照、水源、营养液等生产要素与的智能可量化管控,作物生长过程中不存在病虫害、重金属和任何其他污染物的污染,无须施用农药或激素,培育出的绿色果蔬洁净程度极高,可实现无须清洗即食的高卫生安全品质和高食用品质。因此,植物工厂产品应明确高端农产品市场的定位。一方面,针对常规果蔬产品,利用互联网、社交媒体及其他可带来消费者关注流量的途径营销塑造“超洁净、零污染、高品质”的品牌形象,建立消费者对植物工厂产品的品牌认知,增加对植物工厂品牌溢价的接受度和消费意愿。另一方面,深入技术研发,实现花卉、茶叶、药用植物等高附加值植物的生产,扩宽盈渠道。

(三) 线上线下相结合, 新零售搭建良好销售渠道

随着电商行业在生鲜领域布局的不断深入,借助电商的平台资源与影响力优势,扩展线上线下相结合的新零售渠道将会是一项可行效的举措。

一方面,植物工厂与大小商超、高端餐饮对接,将高质量的果蔬供给到线下零售端。营销人员可对植物工厂进行科普讲解,提供蔬菜沙拉的试吃,着重强调产品“超洁净、零污染、高品质”的特征,创造互动娱乐的场景式消费,增强消费者的场景体验感。另一方面,植物工厂整合网络营销渠道,利用自媒体、抖音、微博等网络工具增加品牌曝光,与电商平台合作进行线上推广销售,减少人力资源和中间营销的成本,传播范围广、不受时空限制,充分挖掘潜在消费者。通过线上线下相互引流,健全完善售后保障服务,前期奠定产品口碑基础,后期针对运营过程中市场调研和消费者需求及时做出相应的调整,不断提升品牌形象,增加市场份额。

(四) 推动产学研深度融合, 提高科技成果转化水平

二十大报告中明确提出:强化企业科技创新主体地

位。植物工厂要在设施农业领域的新赛道竞争中赢得先机,需要推动企业主导的产学研深度融合,即企业利用科技成果转化商业价值,再将部分盈利投入于科研,进行“以产促研,以研增产”的长期可持续发展,增强植物工厂产业体系科技创新的活力。

一方面,政府健全企业与高校、科研院所的合作机制,推动各类创新要素向企业集聚,完善以市场需求、成果转化为导向的产业技术研发体系,企业将科技成果运用到植物工厂实际生产中,改进生产技术,降低生产成本,提高经济收益。另一方面,企业还可以利用所持有的技术开发植物工厂衍生产品。(1)家庭种植机。主要面向高消费人群,家庭种植机使消费者从菜园到餐桌只是一个转身的距离,尽享田园采摘的乐趣,即采即食,无须清洗;在实现家庭内部小范围自给自足的同时寓教于乐,成为为孩子科普农业知识的乐园,老人休闲种植的场所;在高级餐厅做参观展台满足商业用途,增加消费者对餐厅所提供服务菜品的感知价值。(2)植物工厂工程总包。企业提供硬件设施、软件设施与专业人才,承建改造现有的传统种植为植物工厂模式,打造集教育科普、观光游览、休闲采摘于一体的生态农业体验园,从而拓展盈利渠道,有效实现技术的商业化运作。

参考文献

- [1]李清明,全宇欣,杨晓等.国内外植物工厂研究进展与发展趋势[J].农业工程技术,2022,42(10):49-53.
 - [2]刘海峰,孟祥宝,谢秋波,温翔宇.我国智能化植物工厂发展现状与对策建议[J].广东科技,2021,30(07):69-71.
 - [3]张宇,肖玉兰.人工光植物工厂生产成本构成和经济效益分析[J].长江蔬菜,2017,No.426(04):34-40.
 - [4]贺冬仙.人工光型植物工厂在中国产业化发展的新动向[J].中国蔬菜,2018,No.351(05):1-8.
 - [5]贺冬仙.国内植物工厂发展的思考[J].农业工程技术,2016,36(19):24-25.
 - [6]李倩文,刘刚.电商背景下农产品品牌发展现状与对策研究[J].农产品质量与安全,2023,No.122(02):104-107.
- 基金项目:延边大学2023年度大学生创业训练项目“植物工厂—有机蔬菜商业化生产模式创新研究”的阶段性成果(项目编号:2023YDCXC091)