

我国已掌握植物工厂的五大核心技术——

# 植物工厂的奥妙在哪里

经济日报·中国经济网记者 乔金亮

## 新 农技

离开了阳光、土壤、雨露,在钢筋混凝土的厂房里,植物还能生长吗?冬日里,居然能购置一台冰箱大小的“家用电器”——微型植物工厂,在家种喜欢的叶菜。这些想法不是幻想,已成现实。目前,记者走进植物工厂,一探奥秘。



北京农众物联的自然光植物工厂车间。

本报记者 乔金亮摄

▽ 农众物联的全人工光植物工厂种植的铁皮石斛。  
本报记者 乔金亮摄

国内最大植物工厂的纪录被不停刷新着。目前,各类资本正加速进入这一新兴领域,不仅中粮、宝钢在布局植物工厂园区,菲利普、三菱等企业也纷纷介入植物工厂的技术研发与产业推广。福建光电企业三安集团甚至投入70亿元“跨界”打造大型植物工厂。日前,记者走访了植物工厂企业和相关专家,探究植物工厂里的蔬菜是如何生长的,这一技术在我国的研究和应用情况,以及如何推动我国植物工厂的产业化进程。

### 不靠太阳,植物工厂长啥样

在植物工厂里,蔬菜的头顶没有太阳,脚下没有土壤,却依然充满绿意——这得益于头顶的彩色LED灯和脚下的营养液。在北京市平谷区马坊镇,农众物联占地不足10亩的植物工厂里,新鲜蔬菜层层叠叠,旺盛地长着。该植物工厂共分三层,一层栽培高端食用菌,二层种植山野菜,三层则主要种植茄果类蔬菜。满负荷运转下,能年产蔬菜茄果1400万斤。

主要产品是药食同源的高端食材,去年的订单额有1.1亿元。”农众物联负责人姚旭说。

中国农科院农业环境与可持续发展研究所研究员杨其长是我国植物工厂最早的研究人之一。谈到植物工厂的优势,他掩饰不住兴奋:叶菜一年可收获15至18茬,产量是露地栽培的40倍以上;不施用农药,产品安全无污染;多层立体栽培,LED植物工厂栽培层数可达15层以上,显著提升土地利用率;可在非耕地上生产,例如沙漠、戈壁、岛礁,乃至建筑物屋顶或地下室。

提到地下室,陕西的植物工厂企业旭田光电就利用西安一处地下人防工程,建起了一座640平方米的植物工厂,将原本暗无生机的地下室变成了绿意盎然的植物世界。企业负责人王琦说,不占用耕地,又不使用农药,无论是经济前景还是社会效益,植物工厂都值得投资。“不仅在都市农业,在国防装备、远洋舰船、沙漠荒岛、航空航天等领域,都有重要的战略意义。”王琦说。

此前,很多人担心植物工厂生产出的蔬菜在口感方面与土壤栽培有差距。杨其长说,目前,植物工厂的蔬菜在口感方面与普通栽培的几乎没有差别。由于不施用农药,更符合绿色的农业发展理念。此前,相关专家已通过控制硝态氮的使用、采前短期连续光照以及增加一些微量元素等方法,成功解决了提高植物工厂蔬菜口感风味与营养品质的方法。

近年来,在相关项目的支持下,我国在植物工厂LED节能光源创制、光温耦合节能环境控制、营养液栽培、蔬菜品质调控以及智能化管控等关键领域不断取得重要进展。有关课题组开发出普及型植物工厂、大厦型植物工厂、岛礁植物工厂、家庭植物工厂等多系列产品。

目前,我国已掌握了植物工厂的五大核心技术,成为少数几个完全掌握植物工厂核心技术的国家之一。其中,LED人工光源技术更是核心技术的核心,在这方面中国已处于全球领先地位。杨其长认为,随着“一带一路”战略的推进,未来植物工厂有望像中国高铁等高新技术一样,实现技术装备的出口。

### 成本较高,产业瓶颈咋破解

事实上,我国是植物工厂产业化发展

最快的国家,几年时间即走过了发达国家几十年的发展道路。目前,我国人工光植物工厂总数已达100座左右,成为数量仅次于日本的植物工厂发展大国。单体规模一般为几百平方米,上千平方米的有10多家,其中最大的有6万平方米。很多地方建起了展示型、示范型植物工厂。

记者了解到,植物工厂虽然拥有众多优势以及广泛的社会需求,但实际发展也面临诸多瓶颈,尤其是初期建设成本过高、能耗较大以及如何实现优质优价等,突破成本和效益的瓶颈是实现植物工厂持续健康发展的重点。

比如,植物工厂需要在封闭环境下进行生产,因此要投入包括维护结构、空调系统、人工光源、多层栽培架、营养液循环、计算机系统在内的工程与装备,成本比露地、温室大棚等高,在我国一般建设费用为每平方米4000元至1万元。美国和日本的建设费用是我国的2至3倍。杨其长说,降低初期建设成本,尽可能选用标准化民用材料和装备,已经成为植物工厂发展的重要方向。

“国外植物工厂发展存在一个问题,就是投入成本太高,不利于推广。”姚旭对此也深有体会,植物具有极强的适应性,光温湿等变量只要控制在合适的区间,就可以保证正常生长。如进口温控控制系统,虽然能调节温度变量在0.01摄氏度,相当于太空舱种植的控制程度,但其对产量的贡献却微乎其微,而投入成本比起国内本土设备却增加了几十倍。

此外,能耗是影响植物工厂运行的瓶颈,尤其是照明。近年来,LED节能光源及其节能措施在植物工厂推广应用,可减少人工光能耗50%以上;采用空调与光温耦合控制模式可减少降温能耗;同时,积极探索清洁能源的利用,如太阳能光伏发电系统、风能或生物质能源等,已经成为植物工厂研究的热点。据介绍,LED人工光源成本在过去的几年里持续下降。10年前,每平方米的LED成本是几万元,如今只需要几百元。

杨其长认为,植物工厂的普及推广与经济效益密不可分,一方面要尽可能降低设备投入及折旧的成本,另一方面要实现高附加值作物能以高价格卖出,让消费者认可并愿意以较高价格购买无农药污染、新鲜洁净的植物工厂产品。同时,植物工厂产品还需要有关部门的认证、评价和检

测,让更多的消费者了解其长处,从而达到优质优价。

### 产能落地,政府怎么来扶持

“植物工厂作为技术高度集成的农业系统,就像航天工程、大飞机等技术一样,发达国家不会轻易让其他国家掌握核心技术。”杨其长说,植物工厂能提升资源利用效率,对于我国这样一个人多地少的大国来说,意义重大。因此,必须采取积极措施,加大植物工厂研究和开发力度,并从政策、资金等方面扶持植物工厂,使其形成产业和产能。

应从战略高度加大植物工厂的研究与开发力度。植物工厂是现代农业的重要窗口,是未来国际农业高技术竞争的重要方向。植物工厂涉及多个学科的整合,应借鉴发达国家的先进经验,从战略的高度,尽早启动相关科研项目,进行多学科协同攻关。

植物工厂是一项高投入、高产出的生产方式,在发展初期离不开国家的政策扶持。以日本为例,多年来,日本政府采取补贴50%的手段,推进植物工厂发展。如日本东京电力初期建设的植物工厂,其建设费用比例为国库补助50%、地方政府补助7%、企业自身出资43%。因此,我国应将植物工厂列入国家重点扶持的产业项目中。同时,引导机械、电子、精密仪器等大型企业、科研机构、科研院所等与植物工厂需求最迫切,应列入优先考虑范围。

专家表示,可以按循序渐进的原则,通过试验示范,稳步推进植物工厂的发展。在建设区域上,应先从经济发达地区和城市开始,在消费水平高的大都市建设若干个植物工厂示范基地,进而向全国推广;在优先发展领域上,农业科技园区、高品质蔬菜生产企业、城市社区等对植物工厂需求最迫切,应列入优先考虑范围。

推动植物工厂的民用化也是一个重要途径。近两年,越来越多的人走进植物工厂,或参观或购买。农众物联在北京的个别公园进行了科普巡展,在个别小学承建了植物工厂实验室,把技术带到了百姓身边。旭田光电则研发了集装箱型植物生长箱,成为适合餐饮商超、居民社区的家用植物工厂。如今,在西安的一些餐饮场所,消费者已能在大堂的微型植物工厂里点菜了。

目前,我国已掌握了植物工厂的五大核心技术,其中,中国在LED人工光源技术上已处于全球领先地位

我国人工光植物工厂总数已达100座左右,成为数量仅次于日本的植物工厂发展大国

在我国植物工厂一般建设费用每平方米为1000元至1万元,美国和日本的建设费用是我国的2至3倍

照片均由本报记者 乔金亮摄

# 让海葡萄走上百姓餐桌

——记曹跃明的海洋动植物繁育产业化探索

本报记者 喻剑

初识曹跃明,是在去年12月举办的中国(深圳)国际海洋产业交易会展馆内。在大鹏国家海洋生物产业园展台上,他一边张罗着展示公司新产品的海葡萄,一边会见产业链上下游企业代表,并当场和一些合作伙伴签下订单。展台上摆放的海葡萄晶莹剔透,口感如鱼子般丰富多汁,不少人品尝后啧啧称赞,纷纷向他咨询购买方式。

年届五旬的曹跃明有着湖南人的精明、果决和控制力,曾任高校教师的经历又让他展现出商人少见的严谨。他创办的蓝汀鼎执生物科技有限公司,主攻海洋动植物繁育产业化,产品质量对标香港地区,每周接受第三方抽检和政府监督检查之外,再加码多次极为严格的自检,不断在食品安全和质量上超越国际一流水平;在合作伙伴的选定上,他极其苛刻,公司只供给高端市场,必须选最挑剔的客户;对于看好公司海

产品质量,蜂拥而至想要做销售代理的日本大小公司,他悉数回绝,因为他想稳扎稳打,先行培植国内高端海产品消费市场;对于公司的国际市场布局,他未雨绸缪,与香港高等科技教育科学院合作,强化研发对接,并计划在香港地区启动规模的生产基地,以应对海外需求。

1988年,曹跃明从青岛海洋大学(现中国海洋大学)毕业后留校参与教学和研发工作。1992年,曹跃明抛弃了很多人眼中的稳定工作和优厚待遇,只身来到深圳寻找机会。

30年前的“创客”,如今已是久经沙场的企业家,问及当时“出走”的初衷,曹跃明说,“在写论文和研究课题上我比不过教授,在田地里干农活我可能也比不过农民。我给自己明确了发展方向——带着已有的产业知识深度参与这个行业,实践对传统农业的工业化、标准化改造”。

这30年,我国制造业实现快速发展。但相比之下,包括海洋种植养殖在内的传统农业发展仍有较大提升空间。曹跃明创业近30年,主要做了两件事:产业化种养与商业开发。

从深海走向百姓餐桌的海葡萄,原本是一种产自南太平洋海域的生鲜绿藻。天然海葡萄产量稀少,但以其美味和营养价值,在日本等国家的高端消费市场供不应求。“随着国内高品质消费能力的提升,我国一定会成为海葡萄的最大市场。”曹跃明说,他用了8年时间,让海葡萄步入实验室阶段的繁育,再走向规模化、产业化种植。

“产业化的种植养殖与实验室研发不同,不仅要研究产品如何养得大、养得密,还需要考察顾客需求、分析市场规律,更重要的是,对产品的产量、质量管理形成统一、可控的标准。”曹跃明说,蓝汀鼎执生物科技有限公司已经具备了向市场稳定、标准化

供给海葡萄的能力,从2016年10月起,已经达到月稳定供货20吨的规模。

曹跃明坚定地认为,推进农业供给侧结构性改革,必须挖掘现有高端农业产品的商业价值,打破“养在深闺”的尴尬,形成众人称道的品牌效应。记者见到,与餐饮机构合作前,曹跃明必是仔细盘问、实地考察。在做精做强产品前,曹跃明也不急于向市场大批量供货。“海葡萄经得起严苛考验,理应登上高级餐饮机构的餐桌,接受‘刁嘴’食客的检验,引领高端消费。”曹跃明信心十足地说。

在国内外海洋产业辗转多年,曹跃明怀抱改良产业环境的初心,他正在计划打造一个可供市民参观的缩小版养殖基地。“我想用1000平方米的空间,建成一个大型海洋生物养殖池,并在适当时机向市民开放,科普海洋动植物繁育知识,增强公众对海洋产业的认知。”曹跃明说。

“公司原来玉米年加工能力是30万吨,去年一下增加到了75万吨。”黑龙江成福食品集团有限公司董事长王成福说,企业迎来了发展的春天。

2016年,我国第一产粮大省黑龙江以“农头工尾”“粮头食尾”为抓手,延伸农业产业链,提升农业价值链,深度开发“原字号”,推动农业由单一种植向种、养、加、销全产业链经济发展,探索农业现代化发展新路子。

在黑龙江省委和省政府的支持下,去年黑龙江省新开发了一批玉米淀粉、燃料乙醇、食用酒精等深加工项目,提升了粮食就地转化能力和加工增值效益。黑龙江省粮食局统计显示,2016年黑龙江省玉米深加工能力由180亿斤增加到220亿斤。

玉米加工链条的延伸,一方面在于深加工,一方面在于过腹增值。2016年,正大、温氏、伊利等大型企业在黑龙江省投资。全省新建300头以上规模奶牛场146个,建设3000头以上规模生猪场197个。项目完成后,可新增高品质生鲜乳234.5万吨,新增出栏生猪283.8万头。

玉米加工注重延长产业链,水稻加工更注重价值链的提升。通过网店销售,五常市二河乡新庄村合作社的大米卖到了每斤20元。“首届中国大米品牌大会评选出全国十大好吃大米,我省占5个。”黑龙江省农委主任王金会列举了五常大米、响水大米等一批知名大米品牌。

五常大米口感好,但如何买到真正的五常大米让不少消费者犯愁。为此,黑龙江省进行了一系列净化市场的行动,五常市还在网上开设“五常大米官方旗舰店”,并逐步将全市200余万亩水稻全部纳入溯源体系,从源头上保证产品质量。

生产导向转向市场导向,是提升价值链的重要手段。为适应市场需求,黑龙江省大力发展“鸭稻”“蟹稻”等绿色农牧业生产模式,促进农业由“产加销”向“销加产”转变,不仅要“种得好”,还要“卖得好”。

水稻加工产业链虽不算长,但稻壳发电、米糠油等附加产品不断增多,通过扩能改造及产权整合,黑龙江省30万吨以上水稻加工企业已达51户。

大豆的产业链和价值链也在加快融合。黑龙江省非转基因大豆种植面积和产量均占全国40%以上,是全国大豆的供应基地。针对居民消费结构升级、对高蛋白食品需求增加的机遇,黑龙江省全力推进大豆精深加工、多层次利用增值,从粗加工、初加工转向精加工、深加工,目前全省已培育出九三粮油工业集团有限公司和北大荒绿色健康食品有限公司等多家知名大豆加工企业。

2016年,黑龙江省粮食加工企业累计纳税8.94亿元,同比增加2.55亿元,增幅达39.9%;累计实现利润9.92亿元,同比增加3.16亿元,增幅达到46.7%。

据了解,黑龙江省去年举办优质农产品展销推介活动17场,签订合同和意向协议310多亿元;农村电商主体达2.7万家,交易额突破100亿元。黑龙江省还以“互联网+农业”高标准营销示范基地为载体,积极探索“互联网众筹”“点对点定制”等新型农产品营销模式,有260个企业、合作社销售额达30亿元。

## 大棚蔬菜富农家



2月10日,河北省献县段村乡的西永果蔬种植专业合作社蔬菜大棚里,种植户路占永在采摘西红柿。近年来,献县大力发展大棚蔬菜种植,目前全县种植面积3.5万多亩,年产蔬菜7万多吨,供应北京、天津等城市。 杜柏桦摄