

温室穴盘精密播种设备的研究进展

武广伟

(国家农业智能装备工程技术研究中心 北京 100097)

摘要:穴盘精密播种设备主要用于实现穴盘精密播种,是温室播种育苗环节的关键设备,可以减轻播种作业的劳动强度,提高播种效率。文章综述了国内外温室穴盘精密播种设备的研究进展情况,对国内外主要设备的工作原理和特点进行了分析,并对我国穴盘精密播种设备在发展和应用中存在的问题进行了讨论,从而为我国温室穴盘精密播种设备的研究和推广提供更多的参考,促进我国设施农业机械化的发展。

关键词:穴盘;精密播种;设备;温室;综述

中图分类号:S 223.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)15-0037-05

随着农业结构调整的不断推进,设施农业得到快速发展。2008年,全国新增设施面积35万 hm^2 ,设施蔬菜总面积达到334.7万 hm^2 ,比2000年增长78%^[1]。与其配套的设施农业机械也逐步研发并应用,成为必不可少的生产工具,设施农业机械在设施农业生产中发挥着重要作用,直接影响到作业效率和作业质量^[2,3]。蔬菜育苗是一项对整个蔬菜生产至关重要的技术,育苗播种作业是设施内生产的重要环节也是劳动强度最大的环节之一^[4]。目前,设施农业中多采用穴盘育苗技术,采用分格室的穴盘进行育苗,播种时一穴一粒,成苗时一室一株,可以控制秧苗生长环境,便于摆脱自然环境的影响,这一技术具有高质、高产和便于规范化管理等特点^[5]。

温室穴盘精密播种设备能够实现穴盘的精密播种,在国内外有着广泛的研究基础,根据生产规模和生产效率的需要,可以选择手动、半自动或全自动播种方式^[6],以达到播种要求。穴盘精密播种设备是温室育苗技术中的一个关键设备,不仅可以减轻播种工人的劳动强度,提高播种效率,而且为后续种植生产计划及提高产品质量打下良好基础,现通过对国内外温室穴盘精密播种设备的研究进展和我国穴盘精密播种设备发展过程中存在的问题进行分析,为穴盘精密播种设备的研究和应用提供参考依据。

1 国内外温室穴盘精密播种设备研究现状

1.1 国外温室穴盘精密播种设备研究现状

在国外,温室园艺产业发展较早,为温室产业配套

的穴盘精密播种设备发展也很快,一定规模的温室基本上采用精密播种机械实现穴盘播种。目前代表世界先进水平的穴盘精密播种设备所采用的排种原理主要有两大类:机械式排种和气力式排种^[7-10]。按其设计样式不同,又可分为针(管)式播种机、板式播种机和滚筒式播种机。如果按照自动化程度不同,还可细分为半自动播种机(手持管式播种机、板式播种机)和全自动播种机(针式精密播种机、滚筒式播种机)^[9]。半自动播种机须由人工操作,配合机器的运转,这样可以节省50%以上的劳动力,有的甚至更高。全自动播种机按流水线操作,播种效率提高几十倍甚至几百倍,而且播种的深浅、压实程度、覆料的厚薄一致性较好^[11]。

由于机械式精密播种装置对种子的外形要求严格,有一定的种子破碎率,而且其总体结构配置复杂,整机笨重,效率较低,限制了机械式精密播种机性能的进一步提高^[12],目前,国外大多类型的精密播种设备,其播种原理都是采用真空吸附原理^[13],播种精度高,多数能满足播种时行距和穴距可调的要求,且控制准确,可一次完成穴盘装土、刮平、压窝、播种、覆土和浇水等多道工序。

国外的穴盘精密播种设备技术完善,并已形成成熟的产品,为国内所知名的生产商及品牌主要有:美国的布莱克默尔(Blackmore)、斯匹德林(Speeding)、E-Z、万达能(Vandana)、Gro-Mor、英国的汉密尔顿(Hamilton)、荷兰的Visser、澳大利亚的Williames、韩国大东机电的Helper播种机、日本的洋马、久保田等^{[9][13]}。

美国的布莱克默尔(Blackmore)公司主要生产针式、滚筒式精密播种机。Turbo/Needle式气吸播种机每小时可播种300多苗盘。Cylinder式气吸播种机可以变换4种滚筒式播种器用于播种,可以迅速完成设定,迅速实现不同规格育苗盘的播种,作业效率不低于1200盘/h,

作者简介:武广伟(1981-),男,博士,助理研究员,现主要从事精准农业智能装备的研究工作。E-mail:wugw@nercita.org.cn.

基金项目:国家“863”计划资助项目(2010AA10A301)国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2009BA DA1B00)。

收稿日期:2010-06-20

播种适应性强。CAN-DUIT 式气吸播种装置为手动操作,采用管式结构,通过更换针头适应不同种子的播种需要,结构简单,适合于小型温室和研究人员播种需要。

美国斯匹德林(Speeding)公司研制了培育蔬菜秧苗的斯匹德林系统,该系统的自动播种装置也采用吸嘴式排种器将种子单粒放到穴盘中^[14]。

美国 Seed E-Z Seeder 公司的 E-Z 板式精密播种机和美国 Growing Systems 公司的 Vandana Tubeless 播种机均采用板式播种器。与针管式播种机不同,其工作原理是针对规格化的穴盘,配备相应的播种模板,一次播种一盘。其优点是价格低、操作简单、播种精确,操作熟练的播种速度可达 120~150 盘/h。通过正压气流来清洗播种板,同一播种板,可以通过调整压力来控制一次播种 1 颗种子或多颗种子。一般每台播种机至少配 3 种规格播种板,这 3 块播种板适合特定的穴盘穴孔数,可以满足大多数种子的播种要求。

美国 GRO-MOR 公司的产品主要以手持式、手动针式播种机为主。手持振动式播种机主要适用于小规模育苗播种或播少量种子。使用时,将其倾斜一定角度,利用手柄处的振动器产生振动,使种子槽内的种子流呈线性流动至穴盘内。Wand 系列手持管式播种机,其工作原理为真空吸附,适用于中小型穴盘苗生产商以及大型花卉及专业的种苗公司在播种一些较少量的种子时使用。该手持管式播种机由播种管、针头、种子槽、气流调节阀等部分组成。播种管有 8、10、12、16 个针头等多种规格。分别适合 128、200、288、512 穴的穴盘。播种管配有多种规格针头,常用的针头孔径 0.7、0.5、0.3 mm。播种时将播种管置于种子槽上方,用手指封住播种管上方的圆孔,调整气流调节阀,让每个针头都吸附 1 粒种子,移动播种管到穴盘上方,手指离开圆孔,即可完成播种。

英国汉密尔顿(Hamilton)公司的产品主要有手持式播种机、针式播种机、滚筒式播种机,以及各种精密播种生产线。Handy 系列播种机适用于小种子手动播种,吸种孔直径 0.3、0.5 mm。Natural 系列针式精密播种机实际上是自动的管式播种机,只须配置几种规格的针头就可适播质量不同、形状各异的种子,播种精度高。该机配套动力为空压机,输送胶带为步进式运动,播种速度为 100~200 盘/h。该机的工作原理是负压吸种,正压吹种,配备 0.5、0.3、0.1 mm 针式吸嘴各一套,可针对从秋海棠到瓜果类的全部种子进行精密播种。为防止种子中杂质堵塞吸嘴,该机还配置自清洗式吸嘴(0.3 mm)一套,播种时从吸嘴针管内伸出的清洗针清洁吸嘴。Hamilton 公司的滚筒式播种机的播种器,它利用带孔的滚筒进行精密播种。其工作原理是:种子由位于滚筒上方的漏斗喂入,滚筒的上部是真空室,种子被吸

附在滚筒表面的吸孔中,多余的种子被气流和刮种器清理。当滚筒转到下方的穴盘上方时,吸孔与大气连通,真空消失,并与弱正压气流相通,种子下落到穴盘中。滚筒继续滚动,且与强正压气流相通,清洗滚筒吸孔,为下一次吸种做准备。该机由光电传感器信号控制播种动作的开始与结束,滚筒的转速可以调节。特点是速度快,每小时可达 800~1 200 盘,适合常年生产某一种或几种特定品种的大型育苗生产企业^[6,13]。

荷兰 Visser 公司和澳大利亚 Williames 公司的精密播种设备主要是适合工厂化播种育苗作业。Visser 公司主要提供半自动、全自动的针式和滚筒式的精密播种机。各个系列的精密播种机都采用气吸式工作原理,自动化程度高,并配有播种监测系统。Williames 的设备主要是滚筒式,主要型号 ST750、ST1500 都采用滚筒气吸式。

韩国大东机电株式会社 Helper 精密播种机涵盖了手持式、板式、家用针式、自动针式等,可进行蔬菜、花卉、林木的播种育苗^[6]。Helper SD-1200S 型多功能精密播种机适合所有播种盘,能完成压土、播种、盖土作业,作业效率 150 盘/h。SD-900 W 宽幅镇压播种机确保高生产性,作业效率 400 盘/h。SD-1500 型穴盘精密播种系统采用真空气吸方式,播种整齐度高。

日本洋马公司和久保田公司主要研制小型手动、全自动蔬菜播种机。洋马公司主要有 YVR100A、YVMP130 型、YVP400 型、SV400S 型和 SF70A 型播种机。YVR100A 气吸式半自动精密播种装置采用板式播种形式,结构紧凑,作业效率为 100 盘/h。SV400S 蔬菜播种机可实现流水线作业,作业效率能达到 400 盘/h。SF70A 整列精密播种机是一个特色机型,适合大种子播种,播种后使椭圆形种子排列一致,可以使生长出的幼苗整齐和统一,提高穴盘育苗的质量。久保田公司的 KHT 100-128/200 型成型苗用全自动播种机能一次完成覆土、镇压、整理、浇水等作业环节,播种后育苗整齐,作业效率 180 盘/h。STH-203/203T/203T-288 型播种机、STS-203M(25)/STS-203M(30)型播种机和 VE-30 型自动播种机适合不同作业需求,作业效率 100~310 盘/h。TH-3K-72/128/200 型和 VH3 型为手动播种机,作业效率 60~100 盘/h。

从以上对国外穴盘精密播种设备的分析可看出,国外的设备技术上完善,产品成熟,播种器多采用真空吸附原理,对种子的适应性强,设备从小型到大型,再到播种流水线,既能满足规模较小的设施播种需求,也能满足大规模工厂化播种育苗的需求。现有的许多播种设备已经融合了液压技术、电子技术,大大提高了播种设备的自动化水平,提高了播种设备的作业效率。

1.2 国内温室穴盘精密播种设备研究现状

穴盘育苗技术是 20 世纪 80 年代中期从国外引进的, 经过多年的消化和吸收, 已经成为我国设施农业主要的育苗方式⁹。长期以来, 穴盘播种大多还是依靠人工播种为主, 生产效率低, 育苗播种质量差, 阻碍了我国设施农业的发展。

国内研究和推广温室穴盘精密播种设备的企业和研究机构开始阶段多为引进国外精密播种设备和精密播种生产线, 然后通过借鉴国外技术研究适合我国设施农业生产的穴盘精密播种设备。“八五”期间中国工业工程研究设计院和中国农业大学等单位联合研制成功的 2XB-400 型穴盘育苗精量播种机, 播种合格率达到 96% 以上, 生产率为每分钟 6 盘, 适用于中等大小的丸粒化种子¹⁵。广西林科所研制的 4LRZ-1000 型流动式容器育苗装播作业线, 采用的是气吸式滚筒型排种器, 可播种松树种子和丸粒化种子。该播种装置的缺播率低于 5%, 但生产效率较低。1997 年南京农机化研究所和江苏理工大学共同研制的 2QB-330 型气吸振动式秧苗精量播种机, 采用了振动气吸原理, 该播种机能满足每穴 1~2 粒, 空穴率 4% 以下, 合格率 90% 以上的要求, 实现了对穴盘的精量播种, 自动化程度高, 通过更换吸种盘板, 可用于蔬菜、花卉育苗的精量播种¹⁶。近年来, 国内高校和研究机构研制的设备主要有广西农机化研究所研制的 2ZBQ-300 型双层滚筒气吸播种机¹⁷, 北京农业机械研究所研制的 2BJOP-120 型穴盘育苗精密播种机、用于穴盘育苗的振动气吸式穴盘播种机¹⁸ 和 SZ-200 型播种机¹⁹。

目前, 国内能够生产穴盘育苗设备的企业已有上百家, 但经营规模普遍偏小, 技术水平参差不齐²⁰, 比较成熟的有北京碧斯凯农业公司的系列播种机, 胖龙(邯郸)温室工程有限公司 BZ-200 穴盘育苗播种机, 是由计算机控制的集机、电、气一体化的现代园艺设备, 可精确控制穴盘的排距、排数和播种数量, 每穴的播种数量在 1~6 粒内由编程确定²¹。重庆市万而能农业机械有限公司的温室精量播种机, 采用板式气吸结构, 可播番茄、辣椒、蔬菜、烟叶等多种植物种子, 可 1 次完成 1 个苗盘的播种, 播种效率为人工播种的 50 倍以上(720 盘/h)。北京易润佳灌溉设备有限公司的 SF 小型针式穴盘播种机, 采用气吸原理, 具备自动行播功能, 适用于各种穴盘, 种子可以是裸种或丸粒化种子, 工作效率 100~200 盘/h。浙江台州市一鸣机械设备有限公司研制的蔬菜花卉育苗气吸式精量播种流水线 YM-0911, 采用操作智能化设计, 实施双针播种, 能做到自动覆土、浇水进行一体化操作, 播种 360 盘/h, 种子体积适应范围为 0.1~5 mm, 漏播率下降至 1% 以下。除上面穴盘播种方式外, 国内有些学者开始研究磁吸式精密排种机构, 研制

出了磁吸式穴盘精密播种设备, 目前具有摆杆式和滚筒式两种结构²²。

国内目前研究的机型多为气吸式精密播种机, 以上分析的机型基本代表了国内目前的生产与研究水平。然而由于设计制造、清种效果不好和价格过高等多方面原因, 真正大量应用在农业生产中的并不多, 还没有形成市场规模。

2 穴盘精密播种设备研究发展趋势

随着设施农业的发展, 对穴盘播种的要求越来越高, 穴盘精密播种设备作为实现精密播种的主要途径, 随着近年来对精密播种的日益重视, 将迎来新的发展契机, 其发展趋势主要体现在以下几方面。

2.1 实现设备的一机多用

一机多用就是通过对播种机排种器进行改进, 使其能够适用于尽可能多的作物的精密播种, 减少播种机的空闲时间, 提高其使用率, 一机多用将会有效地解决传统机械中一机一用所带来的生产成本较高的问题。

2.2 提高穴盘精密播种设备的智能化水平

将自动控制技术、液压技术和电子技术广泛应用于精密播种设备, 如通过播种智能监控系统对播种情况进行监控, 在播种过程中及时发现故障, 提高播种效率和播种精度²³⁻²⁴。

2.3 采用新原理新技术, 研制新机型

传统的精密播种机主要以机械式和气力式为主, 近年来针对不同种子在几何物理特性上的差异及自身的农艺要求, 国内外的农业机械学者和科研部门正在发展一些基于新的播种原理的播种机械及相关技术, 如电磁排种原理, 日本提出适合蔬菜的静电播种, 英国提出适合于蔬菜的液体播种, 适合于牧草的超音速播种。将蔬菜、花卉种子经过丸粒化包衣处理后, 直接利用型孔式排种器进行精密播种, 将为研制低成本、简单实用的穴盘精密播种机提供新的研究思路。

3 我国穴盘精密播种设备发展和应用存在的问题

我国目前温室育苗播种机械化程度仍较低, 大多还是依靠人工播种为主, 制约了我国设施农业生产机械化的发展, 与设施农业的迅猛发展不相适应。我国穴盘育苗精密播种设备在发展和应用过程中存在一些制约因素, 主要体现在以下几方面。

3.1 穴盘精密播种设备整体工作性能低

我国研制的穴盘精密播种设备技术上多是从国外引进, 部分机型是在模仿国外同类机型的基础上发展起来的, 由于制造水平的限制, 以及未能完全消化吸收其核心技术, 使设备整体工作性能较低, 播种合格率低, 许多精密播种设备的排种器排种性能达不到要求, 在高速作业下易发生种子箱排空、导种管杂物堵塞、排种器

故障、针头堵塞和不能及时清种等工艺性故障,造成重播或漏播现象比较严重,尤其是在形状不规则、重量比较轻的小颗粒种子的精密播种方面,播种质量不稳定,从而影响了穴盘精密播种设备的推广使用。

3.2 穴盘精密播种工艺的基础性研究不完善

目前,我国对穴盘精密播种还未有统一的技术规范,虽然在实际中应用的机型较多,但还未制定机械化育苗的统一技术标准。很多的育苗工艺不统一、不完善,没有制定标准的技术指标,育苗用的穴盘标准尚未统一,不利于穴盘精密播种设备的研究和应用。

设备的研究与设施农业生产技术脱节。我国的种子还未实施种子的分级标准,种子产业目前还未形成完整的“五化”体系,对商品种子进行包衣及丸粒化处理的并不多。而种子的包衣及丸粒化处理是实现精密播种的前提,精密播种技术对种子的品质和外形要求很高^[25]。

3.3 穴盘精密播种设备研究的系统性不够完善

我国设施农业生产较为分散,设施农户都是个体的小规模生产,温室的结构相对比较小时,育苗也一直是分散、落后的个体育苗。国外引进的播种流水线或是单一用途的播种设备,其价格非常高,从国外购买播种流水线价格达100万元左右,单一用途的播种机价格也要5万元左右,这样高的价格与我国农业产品价格水平不相适应,大大增加了播种育苗的成本,加上这些设备结构复杂,维护成本高,远远超出了农民的承受能力,因此很难推广应用。我国的科研机构和企业经过各自的研究,研制了一些低成本的播种设备,但是大型的自动化程度较高播种流水线,价格也在20万左右,针对小规模温室的穴盘精密播种设备研究较少,现有设备的工作性能能不能满足生产需求,推广应用有限。针对我国穴盘精密播种设备的研究,应当结合我国设施农业的现状完善系统性,研究和应用相结合,一方面要加强小型精密播种设备的研究,另一方面深入研究大型穴盘精密播种设备,掌握拥有自主知识产权的核心技术,促进工厂化育苗的发展,针对我国设施农业的不同需求,开展相应设备的研究,形成一个系统性研究。

4 小结

随着我国现代农业的不断推进,设施农业将会得到快速发展,作为设施农业重要作业环节之一的育苗播种实现机械化、自动化已经成为大势所趋,不仅可以减轻播种的劳动强度,提高播种效率,而且为后续农产品质量提高打下良好基础。对其核心的穴盘精密播种设备的研究,对于我国设施农业育苗的产业化、规模化和现代化将产生重大影响。国外的穴盘精密播种设备技术上相对完善,产品成熟,但现阶段不利于在我国的设施生产中大规模推广。国内相关高校、科研机构和企业只

有通过系统的研究,研制具有自主知识产权、符合我国国情、适合设施农业生产的穴盘精密播种设备,才能保证育苗播种环节实现机械化,促进我国设施农业更快的发展。

参考文献

- [1] 中国机械工业年鉴编辑委员会. 中国农业机械工业年鉴[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [2] 樊桂菊, 李汝莘, 杜辉. 国外设施农业机械的发展[J]. 农业装备技术, 2003, 29(2): 47-48.
- [3] 张晓文, 王影, 邹岚, 等. 中国设施农业机械装备的现状与发展前景[J]. 农机化研究, 2008(5): 229-232.
- [4] 陈殿奎. 我国蔬菜育苗的现状问题及发展趋势[J]. 中国蔬菜, 2000(6): 1-3.
- [5] 胡文娟, 曲英华. 我国蔬菜穴盘育苗的研究现状分析[J]. 温室园艺, 2006(1): 30-31.
- [6] 王宏宇, 黄文忠, 张玉娟. 温室园艺精量播种机械发展现状概述[J]. 农业科技与装备, 2008(2): 111-112.
- [7] 张泽平, 马成林, 左春桂. 精播排种器及排种理论研究进展[J]. 吉林工业大学学报, 1995(4): 112-116.
- [8] 张波屏. 现代种植机械工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [9] 石宏, 李达. 目前国内外播种机械发展走向[J]. 国外农机化, 2000(2): 42.
- [10] 孙齐磊, 张晓辉. 排种器的机理及影响因素的研究[J]. 农机化研究, 2002(3): 40-41.
- [11] 葛红英, 江胜德. 穴盘种苗生产[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [12] 徐东. 蔬菜穴盘育苗滚筒式气力精量播种装置研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2007.
- [13] 陈羽栋. 温室园艺精密播种机的类型与分析[J]. 农业机械, 2007(2): 42-43.
- [14] 周晓峰. 穴盘育苗精量播种装置理论及试验研究[D]. 淄博: 山东理工大学, 2004.
- [15] 盛江源, 田宏伟, 朱晓旭, 等. 2XP-1型蔬菜秧盘精播排种器的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1991(4): 72-76.
- [16] 董春旺, 胡斌, 坎杂, 等. 工厂化穴盘育苗精量播种装置现状及发展对策[J]. 农机化研究, 2008(8): 247-249.
- [17] 庞振强. ZBQ-300型双层滚筒气吸式水稻播种机的设计与试验研究[J]. 广西农业机械化, 2001(3): 2-5.
- [18] 赵立新, 郑允立, 王玉果, 等. 振动气吸式穴盘播种机的吸种性能研究[J]. 农业工程学报, 2003(4): 122-125.
- [19] 赵立新. 震动气吸针式精密播种机的性能与应用[J]. 中国农机化, 2003(1): 17-18.
- [20] 辜松. 蔬菜工厂化嫁接育苗生产装备与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [21] 赵立新, 郑允立, 陈英利, 等. BZ-200型针式精量播种设备的开发与应用[J]. 农机化研究, 2001(1): 143-144.
- [22] 胡建平, 毛罕平, 陆黎. 磁吸式穴盘精密播种器排种机构的设计[J]. 农机化研究, 2005(3): 133-136.
- [23] 赵百通. 国内外精密播种机监控系统的现状和发展趋势[J]. 山东农机, 2003(8): 37-39.
- [24] 周建锋, 李昱, 卢博友. 精密播种机监控系统综述[J]. 农机化研究, 2006(6): 14-16.
- [25] 赵明宇, 刘德军, 陈静华, 等. 机械化育苗设备现状与存在的问题[J]. 农机化研究, 2004(3): 1-3.

Advances of Research on Precision Seeding Equipment with Plug Trays in Greenhouse

WU Guang-wei

(National Engineering Research Center for Intelligent Agricultural Equipments, Beijing 100097)

Abstract: The precision seeding equipment with plug trays is mainly used to achieve precision seeding in plug trays. The equipment was a key planting equipment in greenhouse seedling. Using it could reduce the labor intensity of operations and improve seeding efficiency. This paper reviewed the domestic and international research progress of the precision seeding equipment in greenhouse, and analyzed working principle and characteristics of the major equipment at home and abroad, and discussed the problems of the development and application in China, thus provide more information for research and extension of the precision seeding equipment with plug trays, and promote the development of facility agricultural mechanization in China.

Key words: plug trays; precision seeding; equipment; greenhouse; summarize

日本农业“工业化”方兴未艾

日本政府最近提出了一个有趣的概念：“六次产业化”。具体说来，日本把农业叫第一产业，工业称第二产业，服务业称三产，六次产业化，则是泛指工商服务业和农业的“结合”。在官方政策的鼓励下，日本一些大型企业正涉足农产品的生产，他们应用发光二极管照明、太阳能发电等技术，建造“植物工厂”，探索农业的“工业化”发展道路，以催生新兴产业。

从历史上看，日本农业科技十分发达，农业机械化进程早就完成，1960年已有耕地机械，1980年前后插秧机、拖拉机、联合收割机全部应用于农业。现在，日本农业机械化已向自动化转变，无人插秧机都可派上用场。不过，潜伏的危机正浮出水面，比如农业人口锐减、荒地不断增多，该国农产品自给率持续下降等因素未来将对日本经济构成巨大威胁。正是在这样的背景下，日本政府再次提出科技兴农，积极推动农业“工业化”。

三菱化学公司2010年4月推出了用大型集装箱改造的“植物工厂”。这种“植物工厂”在集装箱上部装有太阳能电池板和锂电池混合电源。室内装了水处理设备，通过循环利用节约用水。以LED光照设备促进作物的光合作用，水耕栽培系统负责投放最合适的液体肥料。集装箱壁加装的隔热材料使外部的温度不会影响室内变化，既可以控制能源消耗，又可以准确调节植物生长的最适合温度。

像这样一个面积约30m²的集装箱，一年大约可收获1.8万棵生菜和小松菜，可谓高产。这种“植物工厂”最大的好处是不受地域环境的影响，不论是寒冷地带，还是无水沙漠，都可以做到稳产高产，保种保收。

为适应新生的植物工厂的需求，昭和电工专门为“植物工厂”开发了LED产品，可以发射促使农作物生长的特定波长的红光，目前已被日本全国十多家植物工厂采用，2010年的销售额预计可达10亿日元。

在最近举行的一次食品展览会上，笔者亲眼见到大成

建设公司的“植物工厂”。一人多高的架子，分4层，每层都种有绿油油的生菜，使用营养液栽培，每层都用LED灯泡照明，好处是在一个狭小的空间，可以多层栽培，日夜照明，可控制温度，加快光合作用，蔬菜生长周期快，相同面积产量比一般农地栽培当然要高好多倍，放在城市饭店的室内，可随时向顾客提供最新鲜的蔬菜，同时，满眼的绿色，也使客人感到惬意。

但“植物工厂”缺点是造价太高，笔者采访大成建设的工作人员得知，一个不足5m²的“植物工厂”至少要投入300万日元。再说，城市的饭馆大多没有能摆下植物工厂的空间。日本农业专家、农林中金综合研究所的副部长清水彻朗指出，消耗能源也限制了“植物工厂”的普及。

三菱树脂公司近日公布了一项高效率栽培蔬菜的技术，相对地解决了成本问题，同时也节省了能源，在日本更容易普及。该技术的特点是把隔断紫外线的塑料薄膜和营养液栽培技术结合在一起，在狭小的空间内高效率栽培农作物。与普通的塑料大棚相比，100m²面积的收获量最大可多产4倍。三菱树脂公司计划明年春天把这一技术推向市场。

目前，日本企业在该国还可直接成为农业法人，利用技术优势经营农业。日本最大农药制造商一住友化学已直接参与农业生产。去年5月，住友化学在长野县设立农业法人，利用高科技生产草莓，并计划很快在全国增设30~40个生产基地，到2015年草莓销售额预计可达50亿日元。

总之，随着日本“六次产业化”的发展，日本大企业将把更多科学技术用于振兴农业，日本农业的“工业化”将会不断进步。目前，日本农业的自给率按热量来算只有40%，其中谷物自给率只有28%，日本计划到2020年提高到50%。要达到这一目标，农业工业化或许是一条新路。

(来源: 经济参考报 作者: 何德功)