

# 发展我国的无土栽培业

To Develop China's Soilless Culture

陈贵林

(南京农业大学园艺系, 博士生 南京 210095)

李式军

(南京农业大学园艺系, 教授 南京 210095)

## 一、现 状

自从 1860 年德国的柴克斯和克诺普开创无土栽培植物的试验以来, 无土栽培在国外取得了长足进步。70 年代初期开发的岩棉培技术和营养液膜技术, 使无土栽培真正发展成为实用技术, 在国外得到迅速推广和应用。以日本为例, 1992 年无土栽培面积已达 473 公顷。我国大陆无土栽培的应用研究始于 1976 年山东农学院。进入 80 年代, 随着国内经济的快速增长及高科技在农业上的应用, 我国的无土栽培业才得到了较快的发展, 从 1987 年的 5 公顷增加到 1993 年的 43 公顷。由于我国耕地面积有限, 人口不断增长, 因此从长远的发展眼光看, 我国发展无土栽培业具有深远的战略意义, 应引起有关方面的重视。

### 1. 我国无土栽培的主要方式

无土栽培的种类很多, 各国的分类方法也不尽相同。目前我国生产上推广应用的无土栽培系统主要有以下五种。

(1) **固体基质栽培** 以北京为代表的北方硬水区, 水质的钙、镁离子浓度分别高达 110ppm 和 30ppm, 电导值高达 1.0 左右, 难以推广水培技术, 故多采用基质培形式。应用固体基质, 具有缓冲作用, 能保持根际比较稳定的温度。常用的基质有泥炭、岩棉、砾石、膨化鸡粪等。此方式设备简单, 投资少, 成本低, 能耗少, 滴灌系统可用重力法供液, 较适用于草本花卉及果菜类蔬菜, 可以获得较高的经济效益。例如, 中国农科院蔬菜花卉研究所开发的有机基质培, 是利用大型机械化养鸡场提供的经过发酵、高温消毒、干燥、膨化的鸡粪, 配合部分钾肥, 混入固体基质中, 然后直接用铺设的软管滴灌清水的一种简易形式。又如, 山东农业大学研究开发的

鲁 SL 型槽式基质培, 其结构包括栽培槽体、贮液池、供排管道系统及控制器等。这种形式在山东胜利油田等地有相当的规模。

(2) **营养液膜栽培(NFT)** 因其营养液层很浅, 一般认为较易控制蔬菜所需的根际环境条件, 适用于在环境控制较完备的温室中。由于我国没有成套的 NFT 设备出售, 各地大多用简易的铁皮槽或在地面上挖槽, 铺上塑料薄膜, 与营养液循环系统连接起来进行作物生产。NFT 缓冲能力差, 在停电或供液系统发生故障时, 往往一天以内蔬菜的生长就会受到严重的影响。同时, NFT 一次性投资大, 易传病害, 耗能多。目前我国只在沪、宁、杭为中心的长江三角洲有一定的规模生产。

(3) **浮板毛管水培技术** 是浙江农业科学院和南京农业大学研究开发的。它能有效地克服 NFT 的缺点, 不受停电停水的影响, 液温稳定, 易管理, 产量也不低于 NFT。已在甜瓜、草莓、黄瓜、结球生菜等作物上推广应用。

(4) **华南改进型深液流水培技术** 是华南农业大学研制开发的。栽培槽中营养液层最深时可达 10 厘米, 自动循环供液。这种方式与 NFT 相比, 对温度的缓冲性较大, 即便出现 1~2 天停电或供液系统故障, 对蔬菜生长的影响也不会太大。但这种方式的设施投资费用大, 耗电多, 目前已在热带亚热带的广东等省市推广应用。

(5) **水面无土栽培技术** 中国水稻研究所 1989~1990 年在自然水域的水面上进行水稻无土栽培试验取得成功后, 中国科学院地理研究所和植物生理研究所在太湖水面种植饲料作物也获得成功。

### 2. 试验研究及推广应用状况

近 10 年来, 在农业、工程、化工等部门的共同协作下, 我国无土栽培研究取得了一定成果。首先, 设施、仪器设备、肥料等资材基本实现了国产化。第二, 检测了我国南方和北方各地用作配制培养液的

水质。南方软水区水质电导值在  $0.1 \sim 0.2$ , 符合用水标准。而以北京为代表的北方硬水区的井水,  $\text{HCO}_3^-$  含量高达 370ppm, 难于进行水培, 适宜搞固体基质培。第三, 进行了营养液配方改良的研究。南京农大、北京农大、华南农大等都致力于开发对铵态氮或酰胺态氮部分替代硝态氮的方法, 用于水培白菜、生菜、蕹菜、番茄和砂培黄瓜。观察其对产量品质的影响, 发现不同品种不同季节的可替代率为  $25 \sim 75\%$ , 并且均未发生氨害。南京农大从 34 种生菜品种中筛选出 2 个耐贫铁品种, EDTA-Fe 的浓度从 3ppm 下降至 1ppm, 仍正常生长而未发生缺铁失绿症。

至 1993 年, 中国大陆无土栽培面积约为 43 公顷, 多数分布在沪宁杭、京津和广州等大中城市和港口, 主要为涉外宾馆提供无污染的蔬菜。其次分布在胜利油田、克拉玛依油田、大港和新疆等大油田, 还有南沙群岛的军用基地。这些无土栽培地处于盐碱重及沙漠、礁岛等不毛之地, 被用来解决鲜菜的生产与供应问题。此外, 大庆油田和中国农科院 60~70 年代建立的数公顷现代温室群, 由于温室土壤严重盐渍化或线虫危害而丧失了生产能力, 不得不改为无土栽培。

## 二、我国发展无土栽培的意义

现在无土栽培已进入生产阶段, 世界上有近 100 个国家将其用于农业生产。与土壤栽培相比, 无土栽培有以下优点。

### 1. 开辟了植物生产的新领域

我国人均耕地面积大约只有世界人均耕地的  $1/3$ , 是世界上最少的国家之一。因此, 开发利用我国广大的未能耕作的土地和空间, 例如沙漠、海岛、盐碱土、水域等以及高层建筑的屋顶是一件大事。中国水稻研究所 1989~1990 年在自然水域的水面上进行水稻无土栽培试验取得成功, 其中 1990 年 0.7 亩单季晚稻, 亩产达 496 公斤。其优点是不怕涝、病虫害轻、抗倒伏能力强。

### 2. 节水潜力很大

在经济建设中, 农业和工业是两个主要用水部门。尤其是农业用水占总耗水量的近 80%, 平均每生产 1 吨谷物约需 1 000 吨水, 生产 1 吨稻米需 2 000 吨水。目前我国有近 60% 以上的城市淡水供应不足, 缺水已成为一些城市发展的制约因素之一。蔬菜生产用水量较大, 且这些水是无法回收的。据中国农科院蔬菜花卉研究所试验, 无土栽培每平方米用水量最多为 0.5 吨, 而土壤栽培则需  $1 \sim 1.5$  吨, 无土栽培可节水约  $50 \sim 70\%$ 。从长远看, 无土栽培作为一项农业节水措施, 对缓解一些城市或地区的缺水局面具有一定意义。

### 3. 克服温室连作障碍, 提高种植茬次和单产

温室、大棚连作现象十分普遍, 致使枯萎病、疫病、线虫病等病害日趋加重。采用换土或土壤蒸汽消毒, 不但手续烦琐, 且成本高、劳动强度大。采用无土栽培, 只要事先充分注意器材消毒处理, 就能防止各种病菌的传播。通常在无土栽培条件下, 作物生长快, 年均种植茬次比有土栽培可增加  $15 \sim 20\%$ 。例如, 生菜为 6.0 茬, 三叶芹为 5.6 茬, 大葱为 4.8 茬, 番茄和黄瓜为 1.7 茬。在环境控制较好的条件下, 无土栽培比土培增产显著。

### 4. 无公害蔬菜生产

近年来, 随着我国经济高速增长, 居民的收入和生活水平有了显著提高, 消费观念也随之改变, 出现了多层次的消费阶层。人们日益青睐于无公害的绿色食品。无土栽培的病虫害相对较轻、农药用量少或基本不用, 可较多地采用生物防治, 其产品不受污染。在西方国家, 无土栽培的蔬菜已成为高档次无公害的标志, 其价格明显高于有土栽培的。

无土栽培除以上优点外, 它还能减轻工作强度, 提高管理自动化、机械化程度。应该看到无土栽培作为一个产业在我国刚刚起步, 它尚存在着设备初期投资大、生产成本高、管理技术不严格等不足。

## 三、建 议

### 1. 加强应用基础研究

我国大陆无土栽培研究首推山东农大于 1976 年开始的“特需”西瓜的水培生产。他们研制的“鲁 SL-1 型”无土栽培系统在胜利油田等地已推广 2 公顷多。目前我国从事无土栽培研究的单位有近 10 家。在设施、基质、营养液等诸方面都取得了一定的研究成果, 为建立符合我国国情的无土栽培体系奠定了基础。应该看到, 我国无土栽培的研究、开发与国外一些发达国家相比差距还是很大的。我国无土栽培单产不高的主要原因是与缺乏专用品种, 环境调控技术落后, 对水培作物根系生理生态等研究不深入有关。由于无土栽培研究经费少, 有关单位很难开展深入研究。事实上, 无土栽培是农业中的高技术, 它涉及到机械、化工、电子等领域。例如, 荷兰每 2 栋温室就配有一台微电脑进行环境调控, 营养液滴灌系统在岩棉培上已达到实用阶段。因此, 我国应适当增加对无土栽培应用基础研究的投入。对于我国这样一个地多人口少的国家来说, 如果能开发出符合国情的低成本、高产的无土栽培技术体系, 对于我国农业的长远发展具有深远的战略意义。

### 2. 逐步形成适合我国的无土栽培的格局和技术体系

目前, 我国的无土栽培大多分布在经济较发达

(下转第 41 页)

作物(棉花、烟草等)、绿肥饲料作物(玉米、甘薯、大豆等)及各种蔬菜等。

其次,要发展高效种植模式。目前,南方旱地涌现大量的“吨粮田”、“双千田”、“万元田”等,一般都是由多种旱作物通过间、混、套、复等方式组合成的高效、复合、立体种植模式,值得在人多地少、肥力较高、条件较好的地区广泛推广,城镇郊区更佳。如麦/烟+辣椒+芋+豆/甘薯,麦类/西瓜/大豆(或蔬菜),油菜/蔬菜(辣椒、茄子等)/花生,等等,每公顷产值可达1.5~7.5万元,最高可达15万元。

建立合理轮作体系。在50~60年代,南方旱地存在的轮作类型一般为定区式轮作;70年代末期,随着家庭联产承包责任制的广泛推行,农民自主经营,这时简便、高效的“自由轮作”(换茬式轮作)悄然在南方旱地上兴起;80年代中、后期,四川、云南、贵州等省通过多年的试验和示范,提出南方旱地推广“分带式轮作”(简称分带轮作)具有显著的增产增收效果,值得大力推广。仅1988~1990年的三年中,川、云、贵、湘、鄂、浙六省扩大示范推广的带状轮作32.67万公顷农田,平均每公顷产量为9750公斤,每公顷可增产粮食1875公斤和2250公斤青饲料。

分带轮作的中心内涵,是将用养结合起来,以免耕地肥力递减;作物品种在共生原理上的科学配置,能充分利用水、热、光、气等自然资源,兼顾粮食作物与经济作物,为多种经营创造条件;以带为定型单元,收、耕、种紧密衔接,从而达到周年增产增收的目的。

### 3. 改善旱地生产条件

建立抗旱技术体系。干旱是南方旱地农业生产中的最大制约因素,靠单一措施,目前尚无法从根本上彻底解决这一问题,效果也不尽理想。因而,必须采取多途径、多方法加以综合解决,这包括:工程

措施,重建、重修水库、水坝、水沟及各种水利和防洪设施;生物措施,选择适宜旱地种植的、具有较强抗旱性的优良作物和优良品种,如高粱、粟、荞麦、甘薯、芝麻等,同时发展合理的间混套作多熟制;耕作措施,实行少耕和免耕,并在作物生长期适时中耕,对减少土壤水分损失、增加土壤含水量都有较好效果。若将少耕、免耕、中耕等与作物残茬(秸秆)覆盖结合起来,则抗旱效果更佳。这一措施已在南方旱地普遍得到推广。

建立培肥技术体系。土壤瘠薄是南方旱地农业的第二大限制因素,如旱地土壤得不到培肥,则旱作产量难以提高,旱地农业的开发也无从谈起。

首先,要特别重视有机肥的广泛收集和投入使用。有机肥不受“资金”的限制,相反,南方有机肥来源特别广且数量很丰富,如河塘沟泥、猪牛栏粪、鸡鸭鹅屎、人畜粪尿、垃圾、草皮、瓜皮果壳、作物秸秆残茬、青草树叶等,只要广为收集、加以管理,并施入旱地田块,其作用是显著的。

其次,要大力增加化肥投入。

第三,广泛种植绿肥和养地作物,做到以田(地)养田(地),寓养于用,用中有养,养中有用,用养结合。要特别重视种植紫云英、肥田萝卜、苕子、猪屎豆等绿肥,以及养地作物(或兼养作物)如油菜、大豆、花生、绿豆等。

建立保土技术体系。保护土地,减少土壤侵蚀和水土流失,对确保南方旱地农业的持续发展尤为重要。一是要实施保护性耕作措施,如实行少耕、免耕和覆盖技术;二是要做到等高耕作(即横坡耕作)、等高沟垄耕作、等高带状间混套作和轮作,等等。通过这样一系列措施,可起到保土、培肥、抗旱的作用,有利于南方旱地农业的大力开发利用,从而实现南方旱地农业的高产、稳产和持续增产。

(责任编辑 孙立明)

(上接第50页)

的大中城市及沿海地区。由于我国各地经济发展的速度差异较大,技术基础也不相同,所以今后将形成以大中城市或沿海开放城市为龙头的无土栽培格局。在这些地方,经济的发展为从事无土栽培提供了消费、人才、设备的市场。我国的无土栽培业起步较晚,但起点较高,所以要跟踪发达国家无土栽培的先进技术,并逐步开发出适合我国国情的无土栽培技术体系,为21世纪无土栽培的快速增长做好技术储备。

### 3. 提高认识,加强普及工作

无土栽培应用于生产实践只是本世纪的事,我

国起步于1976年,但真正的发展是在近10年。因此,无土栽培在我国尚未被广大的生产者所认识。一般说,一项新技术从开发到普及推广,需20~30多年并不罕见。由此可见,必须加强对农户的有关无土栽培技术原理的普及,特别要做好营养液配方与管理技术知识的普及工作。当然,发展初期更少不了各级政府部门的财政扶持,还需要有关的科研、教学、推广、新闻等部门的共同协作。只有使这项技术为广大的农户所掌握,推广普及才会成为可能。

(责任编辑 肖庆山)