

水培营养液中的植物根系 供图 / 李生云



## 植物的“美味营养大餐”

撰文  
龚化勤

每天，在定时开启的人工光源的照耀下，植物工厂的蔬菜开始被“唤醒”，迎来它们崭新的一天。沐浴着为它们精心组配的光谱构成的光源，呼吸着富含碳素营养的空气，忙碌地制造出生长所需的碳水化合物……

等等！那植物根植大地所需要的土壤呢？

不用担心！植物工厂里的蔬菜，不仅摆脱了自然气候、四季变化的影响，也不再受土地的限制。现代的无土（营养液）栽培不需要自然土壤，改用人工基质种植，浇灌营养液，甚至可以去掉基质，植物根系直接在营养液中吸收矿质营养。

什么？孕育出无数生命的土壤真的可以被替代吗？用液体也能种出蔬菜！土地那么多，为什

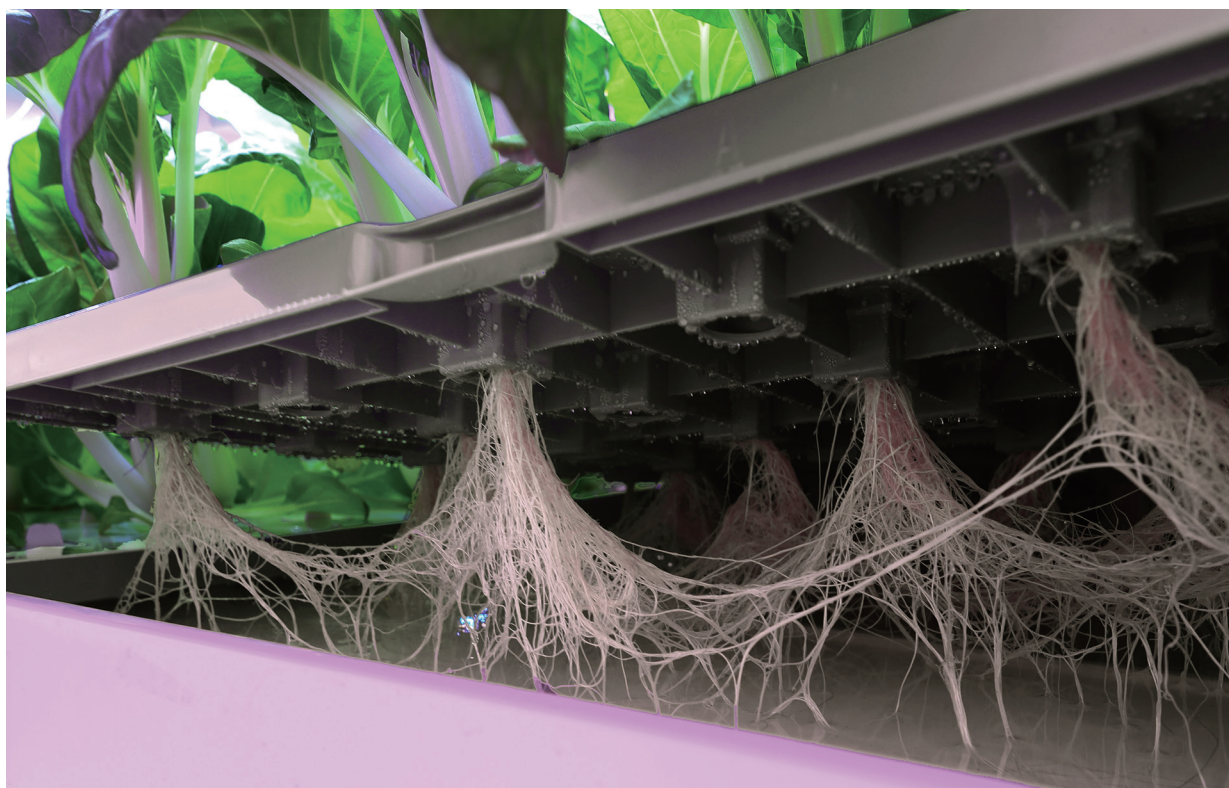
么还要用无土栽培技术呢？

嗯，要回答这些问题，我们需要了解土地所面临的威胁以及土壤对于植物都有哪些作用。

联合国2015年发布的《世界土壤资源状况》指出，土壤正面临着严重威胁，33%的土地因侵蚀、盐碱化、板结、酸化和化学污染而出现中度到高度退化。侵蚀每年导致250~400亿吨表土流失，造成谷物年产量损失约760万吨。人为因素引起的盐渍化影响了全球大约11.4亿亩的土地，土壤中盐分的积累导致作物减产甚至颗粒无收。环境保护部和国土资源部在2014年联合发布的《全国土壤污染状况调查公报》里称，我国19.4%的耕地存在有机污染物或者无机重金属污染物超标的情况。污染类型以无机型为主，

南方土壤污染重于北方,长江三角洲、珠江三角洲、东北老工业基地等部分区域土壤污染问题尤为突出,西南、中南地区土壤重金属超标范围较大,而无土栽培技术的运用可以使作物栽培不受土壤条件的限制,并且远离土壤污染物的侵害。土壤对植物起着固定支撑的作用,我们用其他固定装备例如人工基质、种植块等很容易实现同样的功能。此外,土壤中蓄存的水分和营养,可以供给植物吸收利用,但由于土壤中这些物质的固定性较强,需要植物不断生长出大量的根系去吸收离得远、埋得深的水分和营养,当这些物质不够充裕时,植物的生长便会受到限制和威胁。根据环境条件和植物的不同,人们对根系环境进行人工构建和调控,利用营养液为根系提供所需的水分和营养物质,不就可以模拟代替土壤的这一功能了吗?

水分我们当然很容易理解,可是土壤里的营养物质也可以进行人工构建吗?要回答这个问题,我们就要研究清楚,土壤里到底含有哪些植物所需要的养分呢?最早记载的有关植物所



上: 盐碱化的土地寸草不生 供图 / 汇图网 中: 营养液供给系统 供图 / 李鹏 下: 水培营养液中的植物根系 供图 / 李生云



营养不良（左）和健康（右）的叶片 供图 / 龚化勤

需营养的科学研究是17世纪著名的柳条试验，这个实验由于在设计上存在问题，得出了“植物并不需要土壤里的养分”这样错误的结论。之后在19世纪中期，人们通过大量实验证实了水中溶解的矿质元素正是植物从土壤中获取的必需生长物质。李比希（Justus von Liebig）在总结前人工作的基础上，发展并提出了植物矿质营养学说。他指出地球上先有了植物，在植物腐烂后才出现了腐殖质，以此否定了当时所流行的腐殖质营养学说，证实植物的原始养分只能是矿物质。他还进一步提出了养分归还学说，指出植物的生长需要不断地从土壤中吸收矿质养分，土壤里的养分会逐渐减少。如果在一片土地上常年连续种植，势必会引起土壤养分的损耗，使土地变得十分贫瘠，为了维持土壤的肥力，就必须以施肥的方式把植物带走的养分归还给土地。矿质营养学说为植物营养学的发展开启了一个新纪元，使得植物营养学以崭新的科学面貌出现在现代农业科学的领域中。以此为基础发展出的无土（营养液）栽培技术，也逐渐在现代农业中占据重要的地位，并得到越来越广泛的应用。

我们知道，无土（营养液）栽培又称水培（Hydroponics, hydro是“水”的意思, ponics表示“放置”的意思），其中所用的营养液必需含有所有植物生长所需的营养元素。随着植物矿质营养学的发展，目前得到公认的植物必需

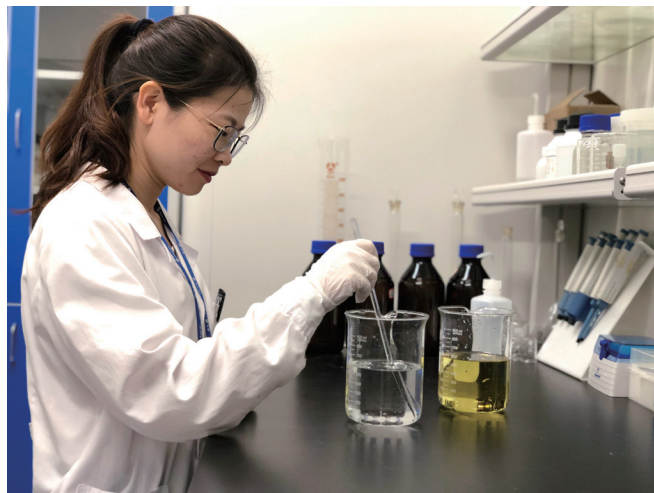
元素有17种，即碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、锌、硼、钼、铜、氯及镍。除氢、碳、氧是植物可以从空气和水中吸收的外，其他都需要从土壤中以溶解于水的离子状态吸收。这些必需元素参与了生命物质的构成，调节植物体酶的活性和细胞的渗透势和水势。氮、磷、钾、钙、镁、硫等六种元素，因为植物所需的量比较大，所以称它们为常量或大量元素。植物对铁、锰、锌、硼、钼、铜、氯、

镍等需要的量很小，因此这些元素被称为微量元素。植物对微量元素的需要量虽然很小，但微量元素也有着重要的生理功能，任何必需元素的缺乏都会影响植物的生理活动，并明显地影响植物生长。当必需营养元素缺乏时，植物通常会表现出一定的症状。患缺素症的植物虚弱、矮小，叶片小而变形，而且往往缺绿。根据缺素症的症状和在植株上发生的部位，可以鉴定所缺营养元素的种类。

营养液不仅要含有这些必需营养元素，这些元素还需要在水中保持能被植物有效吸收利用的游离或螯合状态，并且相互间形成合适的配比，元素的缺失和过量都会影响植物的正常生长发育。例如氮素过多，植物的生长过盛，叶片大而薄，呼吸作用旺盛，由于叶片的相互遮挡又降低了光能利用率，最终导致产量下降。并且，不同元素之间存在着相互促进和拮抗的作用，氮素过多还会影响磷、钾和微量元素的吸收。因此，各营养元素的数量比例要符合植物生长发育的要求，这样才能保证各种营养元素有效性的充分发挥和植物吸收的平衡。不同植物对营养成分的要求不同，同一作物不同生长发育时期对营养的需求也不相同，根据植物营养学和生理学规律，结合植物营养吸收利用的特性和相关生理指标，才能为植物调配出一份“美味”的营养液。



研究人员在检测根系活力及发育情况 供图 / 何舒雅



上：研究人员在进行营养液的监测 供图 / 刘东

下：研究人员在配制营养液 供图 / 何舒雅

中科生物在现有的无土栽培技术发展的基础上,针对不同植物对营养需求的共性和特性,分别开发出多种独有的通用型及专用型营养液配方。其中,两种叶菜通用型配方分别适用于生菜、白菜、油菜、菠菜、芹菜、甘蓝、芥菜、苋菜等多种的叶菜生产。生菜型叶菜通用营养液偏适用于生菜等叶菜的栽培,已在万平方米级的植物工厂中完成了多年的连续生产种植;十字花科蔬菜型通用营养液偏适用于白菜等十字花科类蔬菜的栽培,且适用性广,在商业生产中的应用获得了百分之二十以上的产量提升。果菜类通用型营养液可满足黄瓜、番茄和甜椒等作物的生产所需,表现稳定,产量高。冰菜等专用型营养液可以使冰菜的“冰晶”丰富、口感脆甜咸酸,充分满足人们的味蕾需求。金线莲、石斛等药材专用营养液可以大大缩短药材种植周期,提高药用成分含量,提升药材品质。无土(营养液)栽培的运用,有效解决了传统土壤栽培中难以解决的水分、空气和养分的供应矛盾,隔绝了土壤中的各类污染物及病菌、害虫,为植物根系营造出最为安全、适宜的生长条件,从而最大限度地激发植物的生长潜能。

#### 作者简介

龚化勤,中国科学院植物研究所植物工厂研发中心助理研究员,福建省中科生物股份有限公司高级工程师。

(责编 桑新华)