

□题记

科技创新，是推动农业现代化的核心引擎，是催化农业新质生产力的关键要素。

从一粒种，到一株苗，再到一个果，如何保证蔬菜生产过程中光照、温度、湿度均适宜生长？寿光菜博会给出的答案是：科技。

从“靠经验”到“靠数据”，从“人力作业”到“自动化生产”，26年来，寿光菜博会所展示的农业生产模式，年年在创新、年年在变革，汇聚了世界最前沿的科技模式。第二十六寿光菜博会集中展示了2600多个蔬菜品种、80余项先进种植模式、100余项新技术，许多技术达到国际先进水平。在智能温室里，环境监测系统实时采集温度、湿度、光照等数据，通过大数据分析 and 人工智能算法，精准调控水肥灌溉和通风设备，让每一株蔬菜都能在最适宜的环境中生长。

这种“会思考”的农业，彻底改变了靠天吃饭的传统模式，让农作物产量和品质实现了双提升。白俄罗斯驻华大使切尔维亚科夫·亚历山大·维克多洛维奇感叹：从工业化叶菜生产、垂直农场到太空失重环境蔬菜栽培，到无土温室中的人工智能应用，无不彰显科技魅力。

走进寿光菜博会展馆，仿佛踏入一个充满科技感的农业“未来世界”。菜博会用实际行动证明：只有坚持科技创新，推动产业升级，才能让农业更强、农村更美、农民更富。

□策划人：记者侯庆强

□撰稿人：记者姜文丽、果志华

“寿光菜博会开幕了，咱一块去看看今年菜博会上的种植技术有什么新花样！”山东省聊城市张师傅带着好奇心，与伙伴一起赶到第二十六届中国（寿光）国际蔬菜科技博览会（以下简称“寿光菜博会”）上瞻新鲜。今年寿光菜博会汇集展示了“AM自然循环微生物土壤修复技术”“智能水肥一体化”“量子富硒技术”等前沿新技术100余项，鱼菜共生、垂直立体自动换位栽培模式等创新种植模式80余项。

为让大家对寿光菜博会展示的众多前沿种植新技术有所了解，《北方蔬菜报》记者特别选取了部分有代表性的技术，采取“技术解析+新闻解读”形式进行解读报道。

气雾栽培:让作物在空气中生长

气雾栽培，是目前应用最广泛的无土栽培模式，利用喷雾装置将营养液雾化，直接喷洒到蔬菜根系上，给蔬菜生长提供所需水分和养分的水耕栽培模式。此种模式替代了土壤环境，有效解决了传统土壤栽培中难以解决的水分、空气、养分供需的矛盾，使蔬菜根系处于最适宜的环境条件，从而激发出蔬菜的生长潜力。

气雾栽培由栽培系统、营养液供给与调控系统、计算机自动控制、管理系统三部分组成。栽培系统中的苗床有金字塔式、柱式等不同模式，适合种植不同作物。营养供给系统由动力系统、管道、喷头构成，管道包括供液管与养液收集回流管，动力系统多为水泵或压力罐，计算机控制系统由主机、分控器、传感器组成，通过传感器、分控器传递信息，主机发出指令，经电磁阀和水泵为植物供给营养液。

该模式的技术优势：一是节水。水以喷雾方式供给根系，雾化集流的水分回流循环利用，植物种植空间相对密封，无水分蒸发损耗，水分利用率接近100%。二是节肥。气雾栽培中植物根系悬于空中，氧气充足，对矿物质肥料吸收效率极高，如土壤栽培中的肥水渗漏、土壤固定、微生物分解利用或氨蒸发损耗等情况不会发生，肥料循环吸收利用率高。三是农药用量小。可使杀虫灭菌的农药用量最小化甚至免农药，气雾栽培系统远离土壤，无机且洁净，无有机物，病菌、细菌、昆虫难以滋生和藏匿，病虫发生几率大大减小。四是提质增产。气雾环境中根系多为吸收肥水效率高的不定根和气生根，氧气充足使吸收速度最大化发挥，数倍于土壤栽培或水培，还能缩短生长期。五是种植场所不受限，有电、水、光照就能进行工作，可最大化实施立体种植。

在山东省潍坊市寿光市孙家集街道三元朱村1号棚内，集中使用的气雾栽培模式，种出来的蔬菜根系洁净发达，作物长势健壮产量高。根部采用的是折射式喷头，有效解决了喷头堵孔问题。棚内使用的水经过三级过滤，水中没有杂质，非常洁净。营养液根据不同作物、不同生长阶段科学配制的，确保营养供应充足且均衡。此外，为了防止植株根部温度发生剧烈变化，安装了高密度保温板，保障了根部的恒温环境，保温板可使用15年之久。

鱼菜共生:养鱼不换水,种菜不施肥

鱼菜共生技术以水为媒，将鱼池中的水经过滤、硝化、臭氧杀菌后提供给蔬菜，作为蔬菜生长的“营养液”，“营养液”被蔬菜吸收“脱肥”后，又回流鱼池供鱼生活，实现了鱼菜和谐共生的良性循环模式。

在鱼菜共生系统中，动物、植物、微生物协同、互利共生，处于稳定的生态平衡状态，实现“养鱼不换水、种菜不施肥”的循环养种结合模式，让动物蛋白和植物的集约化生产同时进行，降低种植、养殖独立系统的操作成本，减少污水排放、节约用水量，是低碳模式和绿色经济的重要组成部分。

近年来，鱼菜共生技术在不少大型园区陆续被借鉴采用。这种“养鱼不换水、种菜不施肥”的智慧大棚正成为不少地方发展特色农业的新名片。据了解，大棚内的鱼菜共生循环种养系统，主要养殖淡水鱼，种植生菜、芹菜等蔬菜。通过高密度养殖，将鱼的排泄物和残渣经过微生物进行转化后，变成植物能够吸收的养分。蔬菜根系吸收养分的同时，将水过滤净化，然后回流到鱼池。鱼帮菜、菜帮鱼，真正实现了零污染、零排放。

鱼菜共生不是简单的水产+种植，而是通过科技实现资源的互化利用，在这种生态环境下生长出的鱼类和蔬



蔬菜盛宴上的世界智慧

——解析寿光菜博会前沿种植技术（系列报道一）



菜等无公害产品，口感更佳，营养价值高，尤其是不受天气影响，市场发展前景广阔。

岩棉栽培:让蔬菜无毒无菌生长

岩棉栽培，是将植物栽植于预先制作好的岩棉块中的栽培模式，配合水肥一体化等现代化技术，可大幅度提高蔬菜的生长速度、产量和品质，降低生产成本。岩棉栽培模式在荷兰设施农业中广泛应用，目前我国许多农业园区正得到大面积推广。

如番茄采用岩棉栽培技术种植，在智能温室中一年生长一茬，但这一茬的持续期长达一年。通过这种方式，番茄能生长到3米-4米的高度，大大提高了产量。相比传统种植，这种栽培方式使番茄产量每平米达到70斤，主要得益于其高度的生长优势。

槽式栽培:休闲农业种植的首选

槽式栽培，主要采用PVC材质，由铁质支架固定在地面上，槽内填充基质并配以滴灌带，实现水肥一体化灌溉。该设施安装使用方便，整体性强，基质量少，成本低，栽培风险小，可实现营养液循环利用，不污染地下水，适合生产推广。

目前，槽式栽培应用较多的是草莓高架生产中，也因其独特优势多被应用于农业观光园和采摘园。在高架槽式栽培中，草莓植株生长在同一水平面上，呈现出一片整齐有序的景象，这不仅简化了管理流程，也方便了果实采收。此外，这种栽培模式的产量稳定，无论是单体大棚、连栋大棚还是玻璃温室，草莓高架槽式栽培都能良好地适应，目前已成为休闲观光

农业首选的种植模式。

悬挂栽培:让果蔬在空中自由生长

悬挂栽培，主要是用于智能温室中的悬挂式自主升降栽培，从育苗到种植再到果实成熟，全过程都在悬挂的种植槽内生长。该模式栽培槽可自主升降，不仅方便了工人整枝、授粉、采收等操作，而且改善了植株底部通风透光条件，有利于减少病虫害，提高产量和品质，适用于草莓、甜瓜、番茄等作物的种植生产。

该模式的主要优势在于：一是空间利用率高。如甜瓜吊蔓种植可节省土地，主蔓固定后避免坠秧，侧蔓结果提升单株产量。二是环境可控性。结合激光植物补光灯和物联网技术，精准调控温湿度与营养供给。如草莓种植，通过旋转悬挂系统实现“空中草莓”种植，且采摘不用弯腰，提升了游客体验感。

椰糠栽培:低成本的新型栽培模式

椰糠栽培，是以椰糠为基质的无土种植模式。该模式优势突出：一是材料环保可循环利用。椰糠成本较低，一次性投入小，适合大面积推广使用，经专业处理后可持续循环使用，是理想的有机栽培基质。二是物理性状优良。椰糠孔隙度高，既能保水（持水能力是自身的8倍-9倍），又能提供良好通气性，避免根系缺氧。椰糠结构稳定、不易板结，长期使用仍能保持疏松，利于根系生长。干燥椰糠可压缩成块，体积小，轻便易运输。三是化学性质稳定。椰糠的pH接近中性（5.5-6.5），适合大多数植物生长，不用频繁调节酸碱度。四是方便水肥一体化。椰糠栽培通过精准调控水肥

淀而失效的某些营养物质重新溶解，供应作物生长需要。

此外，苗床栽培还具有造价低、设施轻便、水环境稳定等优点，目前在山东、广东等蔬菜主产区被大面积应用，如种植番茄、黄瓜、辣椒、丝瓜、西瓜、甜瓜、小白菜、生菜等。以苗床栽培生产叶菜类蔬菜为例，该模式栽培面积利用率高，种植槽一端播种另一端可采收，实现周年连续生产，如有的农场或种植园区采用苗床栽培种植黄瓜，黄瓜周年生产，亩产突破6万斤。

立体半圆管栽培:为叶菜生长找到“新家”

立体半圆管栽培，是由若干半圆管式PVC管道和支架组合成一个可供营养液循环的多层立体栽培系统，PVC管道上方覆盖泡沫板并设置定植孔，用于定植作物，植物根系进入营养液吸收养分，使整个系统满足植物对水、肥、气的需求。主要适用于生菜、芹菜、油麦菜等叶菜种植。

该栽培模式的优点：管道式栽培替代了土地，克服了管道式水培换茬过程中不利于管道清洗、消毒的问题。管槽卡托的灵活性，使管槽间距实现了随时可以调整，方便了管槽式水培的生产作业，更能高效利用温室空间的光热资源。另外，这种栽培模式可根据菜苗大小调节栽培间距，实现“小苗密布，大苗均植”的目的，采收、定植、管道清洗、杀菌消毒等均可进行单管道作业，可增加产量3倍-4倍，空间利用率提高20%-30%。如有的农业示范园采用“三层A字形半圆管架+水培”模式种植生菜、油麦菜，每层管道倾斜45度，间距50厘米，管道底部设置集成回流槽，营养液循环利用，肥料消耗能减少60%，生产的蔬菜因品相整齐、无农药残留，售价较普通蔬菜高20%以上。

浅液流栽培:帮助人们种植名优果蔬品种

浅液流栽培，是指营养液以浅层流动的形式，在种植槽中从较高一端流向较低一端的一种水培方式，主要由营养液槽、栽培床、加液系统、排液系统和循环系统五部分构成，栽培的核心在于循环供液的液流形态，这种液流以膜状呈现，仅在栽培槽底部以毫米级的浅层流过。

在作物生长过程中，水分和氧气是一对“欢喜冤家”。水分过少，植物就不能正常吸收营养，氧气含量过低，则植物根系发育受阻，停止生长甚至腐烂。浅液流栽培采用倾斜种植槽，通过控制一定的坡度来引导营养液的流动，因其循环供液的液流呈膜状，仅以数毫米厚的浅液流流经栽培槽底部，恰好覆盖作物根系的一部分，可以接触浅液流吸水吸肥，同时另一部分根系则露在种植槽内的湿气中吸氧，这样的设计巧妙平衡了根系吸水、吸氧的需求，确保了作物健康生长。

与传统栽培方式相比，浅液流栽培模式不仅减少了水资源消耗，省工省力，无环境污染，而且具有设施造价低、根系通气性好、设施轻便等优点，种植出来的蔬菜果品品质优、耐储存、经济效益好。

目前，浅液流栽培在许多作物种植上广泛应用。从应用情况看，不少蔬菜园区更注重利用浅液流栽培技术种植菊苣等名优稀特品种。

复合式无土栽培:为农业增收添活力

复合式无土栽培，是将固体基质栽培与浅液流栽培相结合的栽培模式，利用固体的陶粒、岩棉等作为固定介质，将作物固定在栽培容器中，按一定株行距栽培在浅液流栽培槽中。

该栽培模式的优势在于：一是资源高效利用。复合式无土栽培水循环系统可减少90%以上的水资源浪费，精准施肥降低肥料损耗。垂直分层、立体种植的方式节约了土地资源，单位面积产量比传统平面种植提升2倍-3倍。二是环境适应性强。栽培不受土壤质量限制，可在盐碱地、沙漠、屋顶等非传统农业区域应用，通过人工调控光照、温湿度，能适应极端气候或反季节种植，生长周期短，如叶菜类蔬菜生长周期可缩短20%-30%。三是提高产量和品质。结合水培、基质栽培两种栽培模式的优点，有效解决了蔬菜生产中的水、气、肥的供需矛盾，不仅提高了蔬菜产量，而且减少了病虫害和农药使用。如有的玻璃温室采用“水培（叶菜类）+基质栽培（瓜果类）+立体架式”的复合式无土栽培种植，上层管道水培生菜、菠菜，下层基质栽培草莓、番茄，一笔账算下来：人工成本降低40%，经济效益提升30%。