

# 残叶燃烧 全物质水培原理与技术

刘滨疆<sup>1</sup> 雍红波<sup>2</sup>

营养液栽培技术经过近一个世纪的发展,其理论与实践得到了长足进步,但仍有很大的发展空间,特别是绿色食品蔬菜需求理念的兴起,化学配方式营养液栽培技术受到质疑,营养液栽培技术再次面临发展危机。正是这种危机,促使了营养液栽培理论的突破以及新技术的产生。残叶燃烧全物质水培原理(即非配方化学肥料营养液栽培原理)的建立,为今后营养液栽培技术绿色化、管理工序简化化提供了新思路,新一代营养液栽培装置将以操作简单、可走进千家万户。下面就此理论和技术作一较为详细的介绍。



## 残叶燃烧全物质水培原理

用于水培的植物所需营养物质都可以从干植物燃烧产生的灰分、气化物质以及大气中获得。在残叶燃烧全物质水培中,栽培植物的营养物质来源仅为水、干植物和空气,其中植物生长所需的矿物质营养灰分和碳、氮、硫等气化营养物质均是由干植物在栽培设施内燃烧并经封闭化净化处理获得的。

在残叶燃烧全物质水培中,一般植物鲜重的90%~95%是水分,5%~10%是干物质,而在干物质总重中,燃烧后灰分占5%~10%,其余90%~95%为含碳、氮、硫等可被植物利用的气化物质。因此,理论上讲,在水分供应充足的情况下,燃烧1Kg干植物就可产生20Kg的鲜植物,如果以化肥利用率30%~70%作为参考,只要燃烧1.5~3Kg干植物就可满足产生20Kg鲜植物的营养需求。

## 残叶燃烧全物质水培必须解决的问题

利用水、干植物和空气来生产蔬菜等植物产品,需要解决以下9个问题:

- 干植物在栽培设施内燃烧产生的烟尘封闭化净化,以及碳、氮、硫等气化物质的解毒;
- 灰分的溶解以及盐类在栽培基质(重度无纺布)中累积的解析。
- 难溶物质的游离化方法;
- 空气中氮气的肥料化方法;
- 病虫害的预防方法;
- 生长与光合速率的控制方法;
- 保障根系活性和供氧的方式;
- pH值调节方式;
- 重度无纺布的防藻与再生处理。

针对以上问题,残叶燃烧全物质水培技术必须是设施化技术,而且是植物生长环境控制技术、空气净化与水处理技术、营养液栽培技术等多种技术的集成。

## 残叶燃烧全物质水培技术设施及原理

残叶燃烧全物质水培技术设施是全面解决上述9个问题的新设施。它由密封外罩、栽培床、营养液循环系统、残叶肥料转换系统、空间电场防病促生系统、加温与补光系统、程序控制器组成。

残叶燃烧全物质水培技术原理主要包括以下内容:

由残叶到灰分、气化物质的转化

它是在残叶肥料转换系统内进行的。残叶肥料转换系统由干燥燃烧器、静电场与湿帘复合净化器、放电处理器、灰分活化器级成。

在残叶肥料转换系统内的肥料化过程是先将含水率高的鲜残叶通过干燥燃烧器干燥,然后再引燃,燃烧产生灰分和含有大量CO<sub>2</sub>

的烟气。包含有难溶营养成分的灰分可以直接掉入灰分活化器内并通过液中放电而游离活化。燃烧过程产生的烟尘、焦油以及高浓度二氧化硫、氮氧化物等对植物带有毒性的气态物质通过静电场与湿帘复合净化器获得脱除和收集、解毒而成为类炕洞土肥性的酸性液体肥料,CO 可继续通过放电处理器转化为碳素或CO<sub>2</sub>,最后排出的是纯度在95%~99.9%之间的CO<sub>2</sub>,这一最终气体被直接释放在营养液栽培空间内。

#### 营养液的循环与pH值的调节

这一过程是通过营养液循环系统、残叶肥料转换系统、空间电场防病促生系统的协同作用完成的。

营养液循环系统由泵和喷雾器组成,泵的进水口与残叶肥料转换系统中灰分活化器出口相接,泵吸取灰分活化器中的灰分肥料液并将液体以雾化形式向栽培床喷施。由于单独的灰分肥料液为碱性液体,液中pH值大于7,为了中和偏碱液,残叶燃烧全物质液培技术设施中由残叶肥料转换系统、空间电场防病促生系统共同保障灰分液的中性化。残叶肥料转换系统中的静电场与湿帘复合净化器向灰分活化器滴注由焦油、二氧化硫、氮氧化物和水等物质组成的酸化肥料,同时布设于栽培床上方的空间电场防病促生系统的电极线通过对空气放电使氮气转化为氮氧化物,氮氧化物和CO<sub>2</sub>与水汽结合组成酸性气溶胶,这些酸性气溶胶在带电电极线与接地栽培床之间形成的空间电场的作用下,从空气中脱除并吸附凝聚于栽培床的植株上和栽培设施的外罩内表面,之后由营养液循环系统喷雾形成的水流冲入栽培基质中,此过程循环往复,灰分液pH值基本保持在中性状态。

为了保证CO<sub>2</sub>、肥料化氮气的供应,栽培设施的密闭外罩有一对可调节通气量的阀门,该阀门在干燥燃烧器无燃烧的情况下可打开,让外界的空气进入。

为了保障灰分液的洁净,除了液中放电处理以外,灰分活化器底端设有一段复合过滤棒,带有植物根系代谢物、死皮细胞或组织的废液进入灰分活化器经放电处理和过滤处理可得到清亮的灰分营

养液,在运行一段时间后,复合过滤棒可取出置放在干燥燃烧器中进行高温烘烤,待表面恢复黑灰色以后,可装回原处继续使用。

#### 病虫害的物理预防

这一要求由空间电场防病促生系统、残叶肥料转换系统、防虫网完成。

空间电场防病促生系统是在栽培床上方设置一个通过绝缘子与接地设施隔离的空间电极(+极),并以栽培床和其他结构物为接地极,当系统直流高压电源向空间电极输电后,空间电场就在两极之间建立起来,同时,因高压电极的对空放电产生的微量臭氧、氮氧化物等氧化性很强的杀菌剂以及高能带电粒子的灭菌消毒作用,使飘浮于设施内的气溶胶微生物被杀死、钝化,并被空间电场的库仑力作用而从空气中脱除,这一过程会按空间电场的循环间歇工作程序不断重现,气传病害将得到有效预防。另一方面,设置于电极线旁边的黄色闪光器会将白粉虱、蚜虫等驱光类昆虫吸引过去而受空间电场作用被吸附致死于闪光器表面。防虫网则会防止大型害虫的侵入。

残叶肥料转换系统中的灰分活化器是处理灰分液微生物以及线虫等有害生物的核心。由栽培床基质渗漏下来的溶液进入灰分活化器内,并在液中电极的放电作用下达到灭菌、消毒、杀虫的目的。生活于无纺布之中的微生物可使根系脱落物进行分解并产生氨气、硫化氢等异味气体,这些气体浓度极低时能够促进植株的生长,然而在液培条件下,一旦有微生物制造了这些气体,其后,就会有大量这些气体产生出来,栽培失败就会随之而来,因此,成功的水培要能够确保栽培液中、栽培基质中的微生物数量受到控制,灰分活化器放电产生的氧化性蒸汽可上升至基质处并对基质继续灭菌消毒。

#### 生长与光合速率的控制

控制生长与光合速率是通过程序控制器由空间电场防病促生系统、残叶肥料转换系统、营养液循环系统、加温与补光系统联合实施的。







正向的空间电场能够显著促进植物吸收由残叶肥料转换系统释放于栽培设施内的高浓度  $\text{CO}_2$ ，提高植物在弱光环境中的光合作用强度，并通过调控钙离子调节植物的各种生理活动过程（包括激素调节过程、光调节过程、重力调节过程）的变化。这些过程的变化，激活了植株的各种生理机能，促进了同化产物和矿物质营养肥料的输送，加快了植物的生长速度。残叶肥料转换系统、营养液循环系统则可将足量的灰分营养液输送到栽培基质中，每日提供的灰分量可通过程序控制器控制的灰分活化器电磁振动板配送。灰分液的安全极限浓度是通过置放在溶液中的特殊电极进行检测控制的，溶液电阻一旦超限，控制部件立即进行声光联合报警。

加温与补光系统由水加温器和日光灯、发光二极管组成。其中，温度是通过温度传感器实施控制的；补光是通过光照传感器、时间控制器控制的，通常情况下，补光是以发光二极管闪烁形式进行的。

#### 根系活性和供氧的保障

保障根系活性和充足的供氧是确保根系健康和有效抵御根系微生物侵害的关键。光照作用的增强、灰分肥料与  $\text{CO}_2$  的充足供应、空间电场的建立、吸水基质材料及其裙褶（“W”式）栽培结构是保障根系活性和充足的供氧综合措施。

$\text{CO}_2$  的充足供应、空间电场的施加、光照强度的增强可提高碳水化合物向根系的转移速度和数量，充足的碳水化合物是根系提高呼吸强度、进行主动吸收和生长代谢的能量。高浓度的  $\text{CO}_2$  与正向空间电场的配合能够显著促进根系的生长和活性，根系表现为亮白色。

裙褶（“W”）栽培结构由吸水基质材料组成，是植株根系附着生长、进行营养吸收、代谢产物交换的处所。根系附着在重度无纺布表面保证了根际氧气的充分供应。“W”式栽培结构既能保证根系处于湿润、黑暗、富氧的小环境内，又能夹持植株防止倒伏。“W”栽培结构是一可调结构，播种或植苗时，旋转调节旋钮，“W”结构就会自动张开，将种子或苗木播撒或栽植在沟槽内再向相反方向旋转调节旋钮直至“W”结构闭合为止。

#### 重度无纺布的防藻与再生处理

防止藻类繁殖也是营养液栽培技术设施重点解决的问题。在“W”结构栽培床表面铺设纺织状黑纱能够解决藻类的繁殖。另一方面，灰分活化器可对由栽培基质渗漏下来的、携带有藻类的废液进行灭菌、消毒、杀虫、灭藻的综合处理。重度无纺布的再生处理可采用酸性处理与柔化处理相结合的方式进行，酸性处理剂、柔性处理剂的选用要考虑无毒和环保方面的要求，5mm厚的无纺布可连续使用1年再行酸化和柔化处理，其寿命在3~5年。

总的来说，残叶燃烧全物质水培技术是通过多种技术的集成完成栽培全程的，是一种接近无废物、节水型的高效栽培设施化技术，由于技术的密集集成，可靠性远较普通营养液栽培技术好。

### 其他问题及应对方案

在残叶燃烧全物质水培技术设施中，常遇到的问题及解决方案包括以下几个方面：

#### 停电及其处理

停电可造成冻死植株或使微生物大量繁殖两大问题，为了预防发生冻害，液培技术设施外罩设计为保温型，灰分液储备箱设置在设施底部且内设电加热棒，寒冷季节可通过控制保持高水温，待断电后靠其储热维持植株成活的需要。

#### 栽培基质的选用

生产上，视不同地区选择不同性质的栽培基质。

用于大规模蔬菜生产、苗木生产时，其栽培的方式可选为浮板栽培型式。它没有无纺布再生处理工序，可实现快速生产目标，当然，其他系统也要做一些改动，但基本型式不变。

用作城市家庭小农场建设时，采用无纺布栽培型式是有优势的。无纺布栽培床可做成壁挂式，这样做不但可以节省空间，还可以作为装饰品。在即将到来的老年型社会及人们对绿色食品蔬菜的需求，这种壁挂式残叶燃烧全物质水培技术装置的开发及其商品化进程将是迅速的。

### 栽培品种的选择

适合于残叶燃烧全物质液培技术设施栽培的植物品种很多，用户可以根据自己的爱好、市场需求尝试培育。这里仅介绍几种非常适宜该设施栽培的植物品种：

莴苣（生菜）、独行菜（西洋菜）、通（空）心菜、菠菜、芹菜、葱等叶菜类；

水萝卜、胡萝卜等根菜类蔬菜；

草莓、茄子、番茄、黄瓜、西瓜等果菜类蔬菜；

各种芽菜类；

浮萍、阿拉伯芥等市场急需的蛋白质源类和药物研究材料类；

荷花、睡莲等水生花卉类；

水仙、郁金香、百合等球茎类花卉；

兰花、萱草等草本类经济花卉。

1、内蒙古农牧业机械化研究所 010020

2、内蒙古农业学校 010070