

File No. 54

培养液土耕栽培

培养液土耕栽培是以土壤为固体培养基，将肥料溶解于水中配置成培养液，在灌水的同时供给养分的栽培方式。其特征是可以有效地发挥土壤的缓冲机能和土壤微生物的活性，用传统的土耕栽培同样的感觉来进行栽培农作物。培养液土耕栽培原本是以色列等沙漠国家为了节约灌溉用水于1960年代开始使用的栽培技术，1980年代起日本为了降低设施栽培的成本，将该技术转移发展到西红柿和黄瓜等果菜类以及花卉类等的设施栽培上。

培养液土耕栽培体系是由灌水装置和配液管道，滴头等构成的。因为该体系的初期设置成本低，栽培技术容易掌握，农作物生长快，收益高，所以容易从传统的土耕栽培转为培养液土耕栽培。现在不仅是设施栽培，部分露地栽培也采用了培养液土耕栽培体系。图1是培养液土耕栽培体系的模式图。

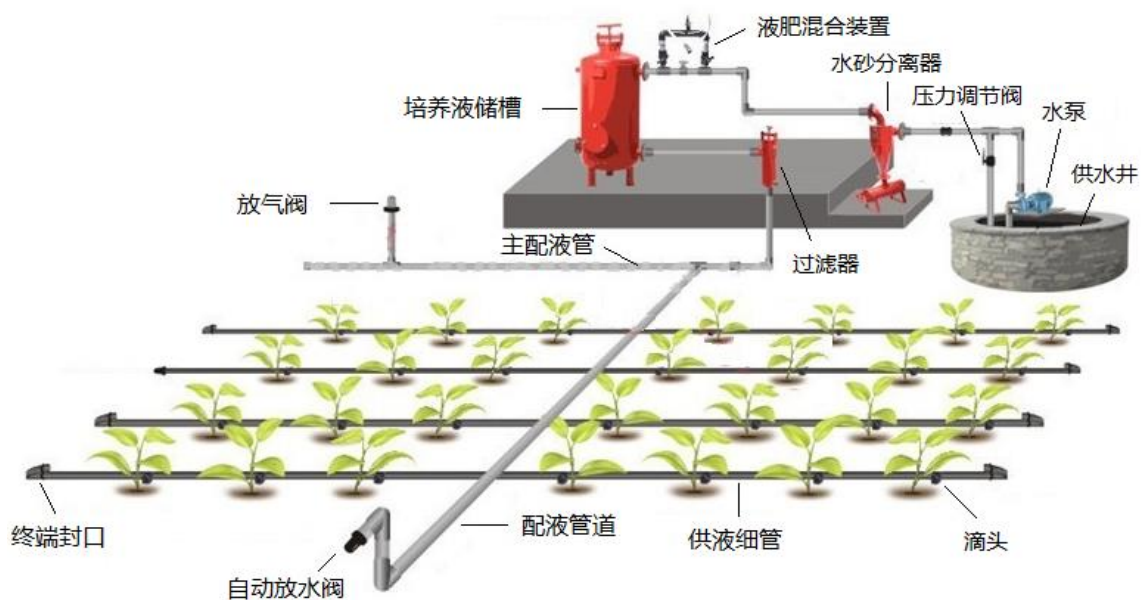


图1. 培养液土耕栽培体系模式图

培养液土耕栽培体系按照培养液的给液方式可以分为2大类。1类是地表敷设方式，将配液管道等都敷设在地面上，使用滴管，滴头或微型喷水器将培养液滴入作物旁边的土壤，供作物吸收利用的方式。另1类是地中埋设方式，将配液管道和滴管等都埋设在耕作土层里，培养液通过滴管上预先开好的细孔渗出到根圈土壤里，供作物吸收利用的方式。通常，从设备投资成本和整个系统的管理维护来看，绝大多数是采用地表敷设方式。

地表敷设方式使用的给液装置有滴管，滴头和微型喷水器3种，各有特点。滴头装在供液细管的上，培养液通过滴头上开的小孔滴下，点滴范围和水量的精密控制比较困难，但不易被沙土和培养液中的不溶物堵塞，多使用于干旱地区的露地栽培上。微型喷水器是安装在分歧成4~8条塑料细管先端的带有微孔的钉状空心塑料器具，容易控制点滴范围和水量，可以均一地进行滴灌，但容易被培养液中的不溶物堵塞，失去作用。微型喷水器多使用于清洁度

高的栽培设施内。滴管是按照一定的间隔开有小孔的塑料细管，培养液通过塑料细管上的小孔滴下到土壤上。滴管的价格最便宜，多使用在廉价的栽培系统上。图 2 是地表敷设方式使用的滴头，微型喷水器和滴管。



图 2. 培养液土耕栽培体系所使用的各种供液装置

图 3 是以色列的露地蔬菜栽培，图 4 是美国加利福尼亚州圣华金郡的露地栽培葡萄的培养液土耕栽培体系。均采用地表敷设方式，使用滴管作为供液装置。



图 3. 以色列的露地蔬菜用的培养液土耕栽培



图 4. 美国的培养液土耕栽培葡萄

培养液土耕栽培的特征是，

- ① 使用土壤作为固体培养基，可以按照传统的土耕感觉进行栽培。容易掌握栽培技术，栽培后不需要废弃处理培养基。
- ② 不需要回收培养液循环使用，不仅可用于设施栽培，亦可用于露地栽培。设备投资较少，容易导入。
- ③ 灌溉使用的水量少。与传统的土耕栽培方式相比可以节省 70~80% 的灌溉用水。另外，灌溉后不会因为土壤水分过多造成土壤缺氧而引起的烂根现象。
- ④ 施用的肥料不易流失，肥效高，可以削减约 30% 的氮肥施用量。可以直接使用尿素，硫酸铵，氯化钾，硫酸钾等普通化肥，降低肥料成本。
- ⑤ 作物给液完全自动化，大幅度减轻灌溉和施肥的农作业强度。杂草和病虫害发生少，减少

除草和防治病虫害的农作量。

- ⑥ 农作物生长速度快，可以增加收获量。收获物的品质好。
- ⑦ 因为可以控制施肥量和灌水量，可以避免多余的养分留在土壤表面造成盐分积累和防止流入地表水和渗入地下水，避免污染水源。
- ⑧ 能够有效利用土壤的缓冲能力，不需要像水耕栽培那样重视用水的水质。培养液 pH 调节容易。

另一方面，培养液土耕的缺点有，

- ① 需要预先设置培养液储槽，水泵，配液管道，滴管滴头等，要求一定的先期投资。但与水耕栽培和固基培养液栽培方式相比，可以大大减轻投资金额。
- ② 需要根据作物种类，栽培时期，生长阶段，环境条件等来调节培养液浓度和灌水量，要求有一定的栽培知识和技术。若对应不当，马上就会出现缺水烧苗或给液过多烂根等现象，造成失收减收。
- ③ 培养液中的不溶性物质容易堵塞配液管道和滴管滴头等。太阳光线和风雨会加速配液管道和滴头滴管的劣化，导致整个给液系统瘫痪，不能发挥作用。
- ④ 不能够像水耕栽培那样进行定点定量控制，作物生长速度要比水耕栽培慢。

培养液土耕栽培使用稀释后的肥料液体以点滴的状态施用到土壤里，可以利用土壤的盐分维持机能，缓冲机能以及土壤微生物的氨化作用和硝化作用。因此配置培养液所用的肥料种类不需要像水耕栽培那样一定要用特殊的高价肥料。只要是完全水溶性的肥料，例如廉价的尿素，硫酸铵，氯化铵，硫酸钾都能够使用，可以大幅度减少肥料成本。

培养液土耕栽培方式原本是干旱地带的农业生产为了节水而开发出的栽培体系。因为培养液土耕栽培方式具有上述的优点，1980 年代起在日本和韩国，2000 年代起在东南亚等多雨地区也开始普及了该栽培体系。现在，日本使用培养液土耕栽培方式的目的是不是节水，而是为了达到设施栽培的低成本化和省力化，维持安定的收获量和保证收获物的优良品质。所以，与以色列和美国等不同，日本的培养液土耕栽培方式全部都是用于设施栽培，基本上没有露地栽培。图 5 是日本用于西红柿的培养液土耕栽培，图 6 是日本用于菜椒的培养液土耕栽培现场相片。



图 5. 西红柿的培养液土耕栽培设施



图 6. 菜椒的培养液土耕栽培设施

日本使用培养液土耕方式的最大目的是降低设施栽培的成本。若与传统的土耕栽培同样的想法进行栽培管理的话，容易出现意想不到的问题。在决定在栽培设施内采用培养液土耕栽培方式时必须注意下述的事项。

1. 选择合适的土壤作为培养基

培养液土耕栽培是使用滴头或微型喷水器将培养液滴下到土壤表面来供应养分和水分。滴下的培养液在透水性和通气性好的砂质土和砂壤土中容易顺利地渗透和扩散到根圈范围内，有利于作物根的吸收利用。传统的土耕栽培所喜好的壤土和粘质土（殖土）反而会妨碍培养液的渗透和扩散，滴下的培养液容易聚集成水洼，影响根的吸收功能。因此，在选择作为培养基的土壤时，最好是采用砂质土和砂壤土，不能选择重粘土。若采用壤土和粘质土（殖土）的话，最好能够掺入部分沙子或珍珠岩粉等矿物粗颗粒，改良透水性和通气性。

2. 避免另外使用肥料

培养液土壤栽培的基本是通过培养液来供给作物所需的养分和水分，完全没有必要像传统的土耕栽培那样施用固体的基肥或追肥。特别是以造土养地的名义在作为培养基的土壤里施用大量堆肥的行为，反而会导致养分和水分失去控制，使得氮养分过剩，根的生长扩张受到限制，出现地上部徒长，茎叶组织软弱，叶色过浓，花数少等症状。严重时还会发生烧苗现象。

在培养液土壤栽培上，关于养分施用的大原则是从零开始，以零结束，绝对不能过量施加肥料。特别是在临近栽培结束时，作物所需的养分量急速减少，必须调低培养液的养分浓度和减少给液次数来与其对应。栽培结束时原则上在培养基的土壤内不残留多余的养分，以免影响下一茬作物的栽培。

3. 肥料选择

培养液土壤栽培能够有效地利用土壤的缓冲机能和土壤微生物的活性，在水耕栽培中不能使用的尿素，硫酸铵，氯化钾，硫酸钾也可以作为肥料使用。但是，钙含量高的土壤大量施用硫酸铵和硫酸钾的话，养分吸收后残留的硫酸根会与钙反应生成难溶性的石膏，使得土壤板结。高盐分的土壤若过多使用氯化钾，亦会使盐害加重。所以在选择肥料是需要根据作为培养基的土壤理化性质加以考虑，减轻肥料对土壤产生的不良影响。

4. 配置培养液的用水

与通常的培养液配置一样，钙离子和镁离子含量高的硬水容易与硫酸离子和磷酸离子发生反应生成难溶性沉淀，堵塞配液管道和滴头滴管。流经矿山地带的河流和井水有可能含有过量的金属元素，会引起作物的微量元素过剩症状，也不合适作为配置培养液的用水。

另外，培养液土壤栽培集中在某一地域内的情况较多，过剩供液会使不能够被吸收的培养液渗入到地下水里。若是使用地下水源的井水作为配置用水时，需要注意井水所含的养分浓度，以免使得培养液的养分浓度发生大的偏差，影响作物生产。

5. 培养液的供液量

培养液土壤栽培的特征是根据作物的生育来供给养分和水分，与传统的土耕栽培方式相比可以大大地节约养分和水分。初学者最容易犯的错误是看到滴下的培养液只是润湿了植株近旁的小面积的土壤，担心没有足够养分和水分来维持作物的生长，往往会延长供液时间增加供液量。过剩地供给养分和水分，会使得根的伸长和扩张受到限制，养分吸收机能衰退，生长反而变差。没能被吸收的养分残留在土壤里还会造成土壤盐分积累。因此，遵守基准，不供应过量的培养液是培养液土壤栽培的大原则。