

# 设施无土栽培营养液中植物毒性物质的去除方法

刘文科, 杨其长

(中国农业科学院 设施农业环境工程研究中心 北京 100081)

**摘要:** 总结了闭路无土栽培技术在国际上的研究进展和应用现状, 分析连续栽培过程中营养液中常有植物毒性物质积累的原因, 并综述了去除营养液中植物毒性物质方法的研究进展。

**关键词:** 闭路无土栽培; 光催化; 植物毒性物质

**中图分类号:** S 603.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)16-0069-02

设施蔬菜无土栽培已经成为国际上反季节设施蔬菜生产的重要方法, 可进行周年生产, 具有根际环境易于管理的众多优势, 蔬菜生长快, 产量高, 是现代农业设施蔬菜工厂化栽培的支撑技术。无土栽培不仅可提供营养、无公害、无污染的农产品, 还具有水肥资源利用率高和环境风险小等诸多优势, 是解决连作障碍的替代技

术。日本等国已将无土栽培技术作为防止环境污染和生产无公害蔬菜的重要途径。欧盟规定, 21 世纪所有欧盟国家园艺作物要全部实现无土栽培, 而且必须是闭路系统。

## 1 设施无土栽培的形式与现状

无土栽培技术在西方发达国家逐渐成为主要的栽培方式, 发展势头迅猛。基质栽培和水培是无土栽培的 2 种基本形式, 其中水培以营养液膜技术(NFT)和深液流技术(DFT)为主。发达国家无土栽培面积占温室面积的比例不断提高, 其中荷兰超过 70%, 加拿大、比利时和新西兰达到或超过 50%。另外, 仅采用 NFT 栽培无公害蔬菜的国家就有 70 多个。无土栽培是高效的集约化栽培方式, 单产水平高, 如荷兰温室番茄年产量达到 40~50 kg/m<sup>2</sup>, 黄瓜年产 60 kg/m<sup>2</sup>, 商品率高达 90%以上。荷兰在 11 000 hm<sup>2</sup> 温室中, 多半面积采用基质培

**第一作者简介:** 刘文科(1974-), 男, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 现主要从事设施蔬菜栽培与营养生理方面的研究工作。E-mail: liuwke@163.com.

**通讯作者:** 杨其长(1963-), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 现主要从事设施园艺与温室工程方面的研究工作。E-mail: yangqichang1@sina.com.

**基金项目:** 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(2009, 2010-2011)。

**收稿日期:** 2010-05-11

- [4] 李光晨, 范双喜. 园艺植物栽培学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004: 123.
- [5] 毕岩宁. 冬枣嫁接繁殖技术—插皮接[J]. 河北林业, 2005(6): 40.
- [6] 郭洪涛. 冬枣嫁接育苗技术[J]. 北方果树, 2005(2): 21-37.
- [7] 徐峰, 韩家山. 山区酸枣嫁接冬枣技术研究[J]. 现代农业, 2009(3): 17.
- [8] 许春玲, 宋宪军. 野生酸枣嫁接冬枣技术[J]. 天津农林科技, 2005(3): 20-21.
- [9] 宋芙蓉, 曾现春. 冬枣盆栽管理技术[J]. 北方园艺, 2008(9): 87.

- [10] 李洪月. 冬枣无公害栽培技术[J]. 河北果树, 2009(2): 26-27.
- [11] 张路生, 刘俊展. 冬枣主要病虫无害化防治技术[J]. 作物杂志, 2009(4): 84-85.
- [12] 刘芳. 冬枣优质丰产管理新技术[J]. 现代农村科技, 2009(3): 30.
- [13] 张柱岐. 甲壳素衍生物叶面肥对冬枣抗病性的影响[J]. 安徽农业科学, 2009(28): 13653-13654, 13657.
- [14] 蔡训标. 冬枣的整形与修剪[J]. 安徽农学通报, 2009(9): 218-219.
- [15] 胡春梅. 冬枣幼树环剥技术[J]. 现代农村科技, 2009(2): 38.

## Efficient Technology of Winter Jujube Potting in Shed

ZHANG Zhu-qi<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>2</sup>, ZHANG Hong-xia<sup>3</sup>

(1. Binzhou Vocational College, Binzhou, Shandong 256603; 2. Zouping Gaoxin Subdistrict Office Zouping, Shandong 256205; 3. Bincheng Bureau of Agriculture, Binzhou Shandong 256617)

**Abstract:** In order to reduce the pesticides, fertilizers and hormone residues, to improve the ecological environment of winter jujube, to improve yield and quality of winter jujube, in order to people's economic benefits had been increased, establish good foundation for green production and pollution-free technology for the winter jujube, the rootstock breeding, grafted seedling, fixed potting, putting into the shed, the main pest and disease control and a series of cultivation measures were summarized, provides a new cultivation mode to increase income for the farmer.

**Key words:** winter jujube; greenhouse; high potted

(岩棉培),而果菜类全部采用基质培。我国设施栽培面积居世界首位,2009年已达300万 $\text{hm}^2$ 。然而,我国无土栽培技术基础薄弱,应用面积不及总栽培面积的1%,绝大部分面积仍然是土壤栽培。在土壤栽培连作障碍日益严重,资源环境问题逐年突出的现实情况下,采用设施无土栽培技术来平衡现有的栽培结构,是符合国际设施园艺发展方向的必然选择。

## 2 设施无土栽培营养液中植物毒性物质的来源

营养液管理是设施蔬菜无土栽培的核心,为实现营养液的循环利用,避免因废弃营养液排放造成环境污染,国际上正在以闭路无土栽培系统取代开放无土栽培系统。闭路无土栽培系统中营养液可循环利用(进行必要的水和养分的补充调节),具有环境友好,水分和养分利用率高的优点,在世界范围内正在积极研发和应用。

与露地栽培相似,在闭路无土栽培系统连续运行过程中,因蔬菜根系分泌、基质分解途径释放出植物毒性物质累积后造成自毒危害,抑制蔬菜生长。同时,营养液中大量有机物质的存在易孳生病原菌,发生病害。黄瓜、番茄、芦笋和生菜等常见的蔬菜都可在连续栽培过程中释放自毒物质并大量累积,造成蔬菜产量下降<sup>[1-4]</sup>。另外,有机栽培基质(如稻壳)在栽培过程中也会释放出植物毒性物质,影响蔬菜的栽培效益<sup>[5]</sup>。Lee等<sup>[5]</sup>发现,生菜栽培二次利用的营养液中累积了大量有机酸,对其生长产生危害。因此,在封闭式营养液栽培系统中,营养液自毒物质和微生物的去除是非常必要的,有效去除自毒物质和微生物,避免自毒和化感作用和病害的发生,提升封闭式营养液栽培系统的可持续生产能力。

## 3 设施无土栽培营养液中植物毒性物质去除方法

### 3.1 活性炭吸附法

目前,活性炭吸附法是一种去除营养液中自毒物质的方法。Yu等<sup>[4]</sup>和Lee等<sup>[6]</sup>发现用活性炭处理可有效去除营养液中累积的根分泌物有机酸,但2g/L的活性炭起效剂量成本较高,很难在生产中应用。其次,活性炭在吸附有机物质的同时也将吸附养分(尤其是磷),造成营养液中养分比例失衡,加剧了营养液智能控制的难度。

### 3.2 光催化法

该方法是利用纳米二氧化钛( $\text{TiO}_2$ )吸收小于其带

隙(Band gap)(380 nm左右)波长的紫外光所产生的氧化效应,将吸附到其表面的有机物分解成二氧化碳,达到去除植物毒性物质的方法。Lee等<sup>[1]</sup>报导, $\text{TiO}_2$ 的光催化特性已被广泛应用到空气、水等环境介质的污染治理中,而在营养液的有毒物质去除应用只有Sunada等<sup>[2]</sup>和Miyama等<sup>[3]</sup>有少量报道。Miyama等<sup>[3]</sup>采用此方法降解了无土栽培基质(稻壳)产生的植物毒性物质,降低了产量损失。Sunada等<sup>[2]</sup>用此方法降低了芦笋设施无土栽培中所分泌自毒物质的危害。该研究结果表明,光催化方法在去除自毒物质方面是可行的。该方法具有成本低,节能环保,效果持久、便于应用和维护,可控性强等优点,并且还兼有杀菌功能,极具研发应用前景。

## 4 结语

为维持无土栽培营养液的质量,延长使用时间或实现循环利用,必须对营养液中累积的有害物质和病菌进行清除,实现水肥闭路高效循环。光催化方法是去除循环营养液中有害物质和病菌的好方法,具有高效、无污染、可更新循环利用的优点,不影响蔬菜生长和品质。目前,国外在 $\text{TiO}_2$ 的光催化去除蔬菜无土栽培自毒物质方面的研究刚刚开始,相信不久的将来光催化技术会在设施园艺中得到应用。

### 参考文献

- [1] Lee J, Choi W, Yoon J. Photocatalytic degradation of N-nitrosodimethylamine: mechanism, product distribution, and  $\text{TiO}_2$  surface modification[J]. Environ Sci Technol, 2005, 39: 6800-6807.
- [2] Sunada K, Ding X G, Utami M S, et al. Detoxification of phytotoxic compounds by  $\text{TiO}_2$  photocatalysis in a recycling hydroponic cultivation system of asparagus[J]. J Agric Food Chem, 2008, 56: 4819-4824.
- [3] Yu J Q, Matsui Y. Extraction and identification of the phytotoxic substances accumulated in the nutrient solution for the hydroponic culture of tomato[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 1993, 39: 691-700.
- [4] Yu J Q, Matsui Y. Phytotoxic substances in root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.)[J]. Journal of Chemical Ecology, 1994, 20: 21-31.
- [5] Miyama Y, Sunada K, Fujiwara S, et al. Photocatalytic treatment of waste nutrient solution from soilless cultivation of tomatoes planted in rice hull substrate[J]. Plant and Soil, 2009, 318: 275-283.
- [6] Lee J G, Lee B Y, Lee H J. Accumulation of phytotoxic organic acids in reused nutrient solution during hydroponic cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.)[J]. Scientia Horticulturae, 2006, 110: 119-128.

## Remove of Phytotoxic Substances from Nutrient Solution of Soilless Culture under Cover

LIU Wen-ke, YANG Qi-chang

(Research Center of Protected Agriculture and Environmental Engineering, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

**Abstract:** The global advances in circulating soilless culture technology were summarized in this paper. In addition, accumulation and impacts of phytotoxic substances in nutrient solution during continuous cultivation was collected. Meanwhile, it reviewed the methods of removing phytotoxic substances in the nutrient solutions.

**Key words:** circulating soilless culture; photocatalytic; phytotoxic substances