

文章编号: 100226819(2001)0420171203

# 日本的营养液栽培现状及其新技术

赵淑梅<sup>1</sup>, 李保明<sup>2</sup>

(1. 筑波大学生命环境科学研究科(日本); 2 中国农业大学)

**摘要:** 该文从营养液栽培的发展规模、投资费用、营养液栽培方式等方面介绍了日本营养液栽培的现状、存在的问题及发展方向。在营养液管理方面, 已发现单纯依靠检测电导率 EC 值控制营养液浓度的弊端, 提出应针对各种离子的营养液浓度进行管理; 各种废液的处理方法和营养液循环利用中去除病原菌和生长阻害物质的方法。分析了各种方法的利弊。最后该文详细介绍了日本营养液栽培的新技术——移动栽培和营养液土耕的基本原理、主要方法和效果。

**关键词:** 营养液栽培; 营养液管理; 现状; 日本

**中图分类号:** S317 **文献标识码:** B

目前在中国、日本、韩国的设施园艺面积占耕地面积的 1% 左右, 预计中国今后将会有更大的发展。温室栽培作为现代集约化的作物栽培技术得到广泛利用, 但在以往的设施栽培中, 存在着土壤栽培的连作障碍及重体力劳动等问题, 因此人们越来越关注营养液栽培。营养液栽培方式, 由于不使用土壤, 也称为无土栽培。这种栽培方式可以避免与土壤有关的连作障碍, 实现清洁蔬菜的生产, 因此有可能使产品作为优质、安全的食品进入超市优质优价销售, 获得较高的经济效益。近几十年来, 营养液栽培在荷兰、英国、日本得到了广泛的研究和在生产中实际应用。

在日本, 最早的营养液栽培是在二战以后, 由进驻美军以生产清洁蔬菜(改变传统用人畜粪便施肥方式)为目的的沙砾耕(培)<sup>[1,2]</sup>。1960 年, 山崎崛等人在当时的农林水产省园艺试验场进行了沙砾耕的实用化试验。此后, 英国的 NFT 栽培以及荷兰的岩棉栽培等简易的营养液栽培方式也被相继引入日本, 逐渐出现了多种多样的栽培方式。

## 1 日本营养液栽培的发展规模

现在, 日本所使用的营养液栽培主要有水培、固形基质栽培、喷雾栽培等方式。其中, 水培有深液型和 NFT 方式; 固形基质栽培主要有沙砾栽培、砂培、岩棉栽培等方式。

根据农林水产省的统计资料<sup>[3,4]</sup>(表 1), 营养液栽培面积自 1980 年后快速增加, 至 1997 年已达 916 hm<sup>2</sup>, 跃居世界第三位。这一面积约占日本温室设施栽培总面积(52 571 hm<sup>2</sup>)的 1.7%, 其中, 以深液型和岩棉栽培居多。

表 1 日本 1987~1997 年各种无土栽培方式的面积

Table 1 The areas of different types of soilless culture from 1987 to 1997 in Japan hm<sup>2</sup>

时间	水培		固型基质栽培			喷雾栽培	其他	合计
	深液型	NFT	沙砾栽培	砂培	岩棉栽培			
1987	181	50	17	3	41	3	2	300
1989	206	69	18	4	66	5	2	374
1991	226	86	21	5	120	7	3	474
1993	260	102	26	8	213	8	1	626
1995	280	100	25	6	332	8	2	762
1997	314	109	23	10	427	14	1	916

在营养液栽培的总面积中, 蔬菜栽培面积最多, 约为 655 hm<sup>2</sup>, 占 71.5%。不同蔬菜品种的栽培面积<sup>[3,4]</sup>如表 2 所示, 西红柿最多, 其次是三叶芹; 但从 1995 年到 1997 年, 黄瓜、草莓的营养液栽培面积开始明显增加。花卉栽培面积约为 261 hm<sup>2</sup>, 占 28.5% 左右。其中, 玫瑰为 223 hm<sup>2</sup>(85%) 占绝对优势, 其次是康乃馨 10 hm<sup>2</sup>, 菊花 7 hm<sup>2</sup>。

表 2 蔬菜的营养液栽培面积

Table 2 The vegetable areas of nutrient culture hm<sup>2</sup>

时间	西红柿	黄瓜	草莓	三叶芹	生菜	洋葱	紫苏	其它	合计
1995	216	17	31	103	27	50	3	94	541
1997	308	28	49	99	31	58	4	79	656

收稿日期: 2001205203 修订日期: 2001205223

作者简介: 赵淑梅, 博士生, 日本筑波大学生命环境科学研究科, 30528572

## 2 营养液栽培的投资费用

营养液栽培的面积急剧增长, 投资很高。表 3 列出了不同栽培方式的设施投资费用<sup>[5]</sup>。其中 NFT 和岩棉栽培的投资额基本相同, 而深液型比较昂贵。这种栽培方式单位面积的投资额是当地土壤栽培的 2 倍以上。

表 3 营养液栽培设施的投资费用(坂木 1997)

Table 3 The construction cost of different soilless culture forms and vegetables type  $10^{-3}$  万日元 $\text{m}^{-2}$

栽培方式	栽培作物	设施费
深液培	果菜类	960~ 990
	叶菜类	1200~ 1500
NFT	果菜类	480~ 810
	草 莓	660~ 870
	叶菜类	630~ 1140
岩棉栽培	果菜类	480~ 750
	花 卉	420~ 660

为谋求营养液栽培装置的低成本化以及营养液管理的简便化, 日本研究了各种各样的栽培装置。例如“保水膜耕”, 在栽培床上设置一个侧面有溢液孔的栽培槽, 槽内中间植物根的位置以泡沫块垫高, 上覆以防根透薄膜和不织布, 而作为栽培基质的不织布两侧边延伸到营养液中。由于植物的根一部分暴露在空气中, 因此不需要通气装置以及液温调控装置。栽培槽中设有水位传感器, 可以根据植物的消耗情况以最低量补给营养液, 从而可以减少营养液的用量, 也可以减少废液的产生; 而防根透薄膜等还可以重复利用。此装置简单, 可自行制作。再比如, 福冈的“平坦耕”, 在平坦的场所覆盖不透水的聚乙烯薄膜, 膜的末端用水平的粗管卷起, 以防横向漏水, 在聚乙烯薄膜上再覆盖不透水的防根透薄膜和作为基质的不织布, 并根据栽培情况敷设若干滴管。营养液以滴灌方式供给, 几乎没有废液。这种栽培装置非常简单, 便宜(每  $\text{hm}^{-2}$  约 4.4 万日元), 且取材方便。

## 3 营养液的管理

营养液的管理是营养液栽培的关键。几乎所有的方式都是通过液泵把营养液从贮液罐连续或间歇性地供向栽培床, 并进行营养液的浓度监测、加温、冷却等管理。

供给栽培床的营养液一般是通过利用 EC 传感器的液肥混入器进行自动调整, 但实际上由于作物根的吸收, 营养液中的离子成分会随时间而变化, 有

必要进行再调整; 同样, 在营养液循环系统中, 由于作物的吸收而往往导致营养液失去平衡, 造成循环液中某些营养成分的不足或过剩。因此单纯依靠 EC 来进行营养液的浓度调控是不够的<sup>[2, 6]</sup>, 有必要针对各种离子的营养液浓度进行管理, 这也是使用循环液时保证栽培品质及产量、延长营养液循环使用时间的有效手段。但是, 现在在日本也只是开发出了针对 4 种成分 ( $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ) 的多离子监控仪(东芝, LQ 202 型), 还无法实现所有离子的自动调整, 仍离不开繁琐的人工分析。和营养液浓度的监测一样, 从栽培床排除的营养液的处理, 也是营养液管理上越来越被关注的问题。

关于排液, 有放流式(非循环)、作为液肥用于耕地以及闭锁型的营养液循环利用等处理方法。放流式排放, 不论是深液型的大量排放, 还是岩棉栽培的少量排放, 都可能引起地下水污染或湖沼的富营养化等问题; 作为液肥用于耕地, 可以有效地利用排液, 但是必须把握排液成分, 并使之与土壤栽培的施肥设计相结合, 而从营养液栽培系统到土壤栽培系统的运输也是必须考虑的问题。因此, 在环保型农业被关注的同时, 减少环境负荷的营养液循环技术也就开始被广泛研究<sup>[2, 6]</sup>。在营养液的闭锁循环系统中, 最终被废弃的氮等成分可减少到非循环系统的 1/6<sup>[8]</sup>。另外, 据佐濑勘纪(1999)的报道<sup>[9]</sup>, 由于营养液的循环使用, 用水费用可减少 30%、肥料费用可减少 50%。

在营养液的循环利用中, 去除营养液中病原菌及生长阻害物质和保持营养成分平衡都是必须解决的基本问题。对于营养液的杀菌, 有热处理, 砂过滤、紫外线及臭氧杀菌、膜分离等方法<sup>[2, 4, 6]</sup>。其中, 高温杀菌的热处理杀菌效果最可靠, 装置及操作也很简单, 但在处理大量营养液上比较困难且耗能; 缓速砂过滤法具有低成本、节能等优点, 但达不到 100% 的除菌率; 通过紫外线及臭氧的杀菌装置正在被开发, 并到了实用化阶段, 只是这种杀菌方法所造成的营养液中铁、锰元素沉淀的问题还没有得到解决。因此以上的方法由于杀菌效果或是成本等问题还都未能普及应用。关于根所释放的生长阻害类物质, 一般可以通过在营养液中加入活性炭, 通过活性炭的吸附而被排除。

## 4 营养液栽培新技术的开发

#### 4.1 移动式栽培

移动式栽培<sup>[3]</sup>, 是一种利用自动移动设施使被栽培植物在生长过程中(主要是白天)能移动的栽培方式, 它具有很大的特点。比如, 操作者可以站在原地或者坐在椅子上作业, 收获时也不必搬运很重的收获物, 是一种省劳力的栽培方式; 不需要由很多配管构成的营养液给液系统, 可只在生产线的一个地方给液; 在普通设施内, 由于位置的不同, 温、光等环境条件会有差异, 可能出现作物生长不均匀的现象, 但如果作物移动就可以使之处于相同的环境条件中; 另外, 减少作业通道, 可增加有效栽培面积。

#### 4.2 营养液土耕

营养液土耕<sup>[5-8, 10-12]</sup>, 是发挥土壤的缓冲性能并基于即时土壤诊断、营养诊断方法, 把作物所需要的最低限度的营养、水分以液肥的形式, 通过滴灌管灌溉的栽培方式。这种栽培方法集中了水培和土壤栽培的长处具有以下优点:

1) 养分和水分根据作物生长的需要最小限度地供给, 施肥效率可大幅度地提高, 因施肥而造成的土壤盐类聚集等问题也可以避免。

2) 养、水分通过滴管灌溉, 慢慢地渗入到土壤中, 其深度一般只达 25 cm 左右, 作物的根域主要也在这个范围内, 因此可以看作是一个天然的隔离床栽培, 可以进行生长控制, 提高品质。

3) 灌溉及施肥等实现了省力化、自动化, 劳动力消耗明显减少。

4) 装置的初期投资每 1 000 m<sup>2</sup> 约 110 万日元<sup>[5]</sup>, 远低于普通营养液栽培(表 3)。营养液土耕法作为一种养分和水分管理的技术理念, 最早是在 1990 年由栃木县农业实验场开始研究试验的<sup>[10]</sup>。1992~ 1993 年开始引进农户进行设施园艺生产, 之后, 由生产厂家对栽培系统进行改良, 1995~ 1996 年在全国明显增加<sup>[5]</sup>。目前虽然对于“养液土耕”这

个用词是否确切还存在着异议<sup>[11]</sup>, 但是大冢化学株式会社还是以“养液土耕”注册了商标。

## 5 结 语

营养液栽培在日本已经过了几十年的发展, 无论是研究还是应用都取得了显著成就。在今后, 营养液栽培作为设施园艺的中心技术, 还将继续被关注和发展。但是作为发展方向, 高效性、省力、低成本、环境保护及可持续发展等都是不可回避的课题。

#### [参 考 文 献]

- [1] 池田英男等. 新编农业设施学[M]. 日本朝仓书店, 1994
- [2] 中岛武彦. 环境保全技术は万全[J]——营养液栽培の废液处理技术 技术与普及, 1999, 36(9): 33~ 36
- [3] 池田英男. 养液栽培の现状と今後の展望 技术与普及[J], 2000, 37(4): 30~ 33
- [4] 冈野邦夫. 养液栽培をめぐる最近の动向(1)[J]. 农耕及び园艺, 2000, 75(1): 51~ 58
- [5] 冈野邦夫. 养液栽培をめぐる最近の动向(2)[J]. 农耕及び园艺, 2000, 75(2): 281~ 286
- [6] 峰洋子. 循环式养液栽培における培养液管理の诸问题[J]. 2000 园艺新技术 Ó % Å (2): 22121~ 22128
- [7] 渡边和彦. 养液土耕の問題と展开[A]. 2000 园艺新技术 Ó % Å (2): 22221~ 22221.
- [8] 木村武. 设施园艺における环境保全型土壤、肥培管理[J]. 日本土壤肥料学杂志, 1996, 70(6): 475~ 480
- [9] 佐濑勘纪. 设施园艺与环境问题[J]. 1999 年度农业设施学大会讲演要旨集: 268~ 271.
- [10] 古口光夫. 养液土耕法の概念[J]. 技术与普及, 2000, 37(1): 32~ 33
- [11] 川田穰一. [养液土耕]という用語とその技術上の問題[J]. 农耕及び园艺, 1999, 74(12): 1268~ 1271.
- [12] 渡边和彦, 时枝茂行等. 都市近郊农业の今后と土壤肥料の役割[J]. 日本土壤肥料学杂志, 1999, 特别号: 481~ 486

## Introduction to Present Status, Development and New Techniques of Nutri-Culture Systems in Japan

Zhao Shumei<sup>1</sup>, Li Baoming<sup>2</sup>

(1. The Life Environmental Science Department, Tsukuba University, Japan 30528572;

2. China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In this paper, the present status and development on the nutri-culture systems in Japan from the viewpoints of cultural area, construction cost, nutrient solution management, and the new culture techniques were described.

**Key words:** nutri-culture; nutrient solution management; construction cost; present status; Japan