

## 设施栽培中的无应力施肥

董新平译

(新疆石河子大学农学院园林系)

## 1 前言

日本设施栽培面积约有 50000hm<sup>2</sup>, 其中无土栽培面积约 700hm<sup>2</sup> (1.4%), 以土壤栽培为主 (98.6%)。农家在设施中进行土壤栽培, 最关心的事之一是保证土壤健康、稳定地收获优质作物。为此, 在施肥增强地力的同时, 要控制土壤化学性应力在一个较低水平。本文论述了施肥与化学应力的关系, 介绍了低土壤应力施肥的实例。

## 2 无应力施肥的定义

为了提高作物产量, 肥料作为养分的补给源是非常必要的。一般把肥料分为有机肥料和化学肥料二种, 在生产中多要求二种肥料混用。施肥时, 有机肥料中氮素缺乏、化肥使土壤渗透压上升、土壤 pH 发生变化、土壤 EC 值增大等都会使土壤应力发生变化, 这些变化必然要影响到土壤中作物的发育, 影响作物发芽、成活和生育等。因此, 向土壤补给养分时尽可能控制土壤应力在较低水平的施肥技术, 可使土壤肥力大幅度提高。这里, 集中到设施栽培和化学肥料的焦点上, 无应力施肥定义为既供给作物养分、又控制土壤的化学性应力在较低水平的施肥。

## 3 无应力施肥的实例

笔者首先进行盆栽无应力施肥试验, 采用了将硫酸铵、磷酸钾、硝酸钾混合, 除 N、P、K 三要素外其他副成分不带入土壤的施肥方法, 结果证明避免了土壤 pH 值降低和盐分积累, 作物发育良好。这里, 将在设施抑制栽培的黄瓜和甜瓜、西红柿两项施肥试验结果作一介绍。

3.1 黄瓜抑制栽培 川原先生进行的黄瓜抑制栽培试验, 将肥料的化学形态设置三种处理: ①硫酸铵—过磷酸钙—硫酸钾的硫酸根系列; ②硝酸铵—过磷酸钙—硫酸钾的混合系列; ③硝酸铵—磷酸铵—硝酸钾的无硫酸根系列; 氮素和钾素施用量分别为每公顷 200、400、600kg 三种组合。其结果, 第一年产量因各种肥料形态和施肥量有很大差异, 第三年产量以无硫酸根

系列最优, 混合系列次之, 硫酸根系列最差; 土壤的 EC 值以硫酸根系列最高, 无硫酸根系列最低。这可能是无硫酸根系列肥料不含硫酸根副成分, 土壤无残留, 因此土壤 EC 值不会上升。另外, 在无硫酸根系列中以 600kg/hm<sup>2</sup> 施肥量的土壤 EC 值较高, 这可能是黄瓜吸收了残留的硝酸态氮素的缘故。

3.2 甜瓜、西红柿栽培 羽生友治等的施肥试验, 将肥料的化学形态设硫酸铵—磷酸铵—硫酸钾的硫酸铵区、氯化铵—磷酸铵—氯化钾的氯化铵区、硝酸铵—磷酸铵—硝酸钾的硝酸铵区三种处理。比较三个区的试验结果来看, 甜瓜—西红柿—甜瓜三茬连作中, 产量和品质都以硝酸铵区较优 (表 1), 对各茬作物栽培后的土壤化学性质进行分析表明, 硫酸铵区和氯化铵区的 pH 值较低、土壤 EC 值升高, 而硝酸铵区 pH 值正常, 土壤 EC 值也未上升 (表 2)。

由上看出, 因设施栽培施肥得当, 配合使用不含硫酸根和氯离子的肥料, 在作物收获后这些副成分不会残留于土壤中, 即使连作土壤化学应力的积累也会大幅度减轻, 同时, 果菜类蔬菜的产量和品质会明显提高。

## 4 营养液土壤栽培

4.1 农业一直是以土壤耕种作物的土壤栽培为主体, 最近在部分蔬菜和花卉中引入不用土壤的无土栽培。土壤栽培和无土栽培各有利弊, 营养液土壤栽培是取两者优点的栽培技术, 是最大限度地利用土壤机能 (养分供给机能、离子吸附机能、缓冲机能等), 在长时期内将肥料少量多次溶于灌溉水中、持续用营养液供给作物养分的施肥方法。据冈部阳一等研究, 大冢化学株

表 1 肥料的化学形态对甜瓜和西红柿  
产量及品质的影响

试验区	第一茬 (甜瓜)			第二茬 (西红柿)		第三茬 (甜瓜)	
	果实重 kg/个	Brix (%)	效益 评价	总产量 (kg/m <sup>2</sup> )	果实重 kg/个	Brix (%)	效益 评价
硫酸铵区	1.28	14.0	2.7	11.9	1.40	15.0	3.8
氯化铵区	1.16	13.9	2.5	4.6	1.41	14.3	3.7
硝酸铵区	1.45	14.7	3.6	12.4	1.61	14.3	4.3

注: 效益评价根据 5 级评定标准由小组讨论而定

表 2 肥料的化学形态和各茬耕作后土壤的化学性质

试验区	第一茬后		第二茬后		第三茬后	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC
硫酸铵区	4.8	0.61	5.0	1.66	4.7	1.46
氯化铵区	4.9	0.65	4.9	0.94	4.8	1.18
硝酸铵区	5.3	0.35	5.4	0.68	5.4	0.48

式会社开发和经营营养液土壤栽培低成本实用性体系和专用液肥, 开始普及营养液土壤栽培技术。

4.2 施基肥的意义 在以往栽培技术中, 施肥分基肥和追肥进行。日本的施肥技术是以水田施肥为中心发展起来的, 一般基肥占总施肥量的 40% ~ 60%。但是从作物的角度来看, 不论是直播还是移植, 最初期的生育阶段几乎不需要肥料, 高浓度的基肥还阻碍发芽、抑制生根、降低成活, 对作物健全发育产生有害应力。因此, 如果追肥能充分供给作物养分, 省略基肥可以减少对作物的影响, 能创造适于作物生长的条件。

营养液土壤栽培中, 基肥等于或近似于零, 作物吸收多次而连续供应的生长必需的养分, 根系发达, 早期发育健壮。另外, 土壤中不长期保存必要量以上的养分, 由淋溶和反硝化作用产生的养分损失较少, 提高了施肥效率。最近, 设施栽培中应用营养钵成品苗移植较多。西红柿直播如果太繁密, 奇形果较多, 为了防止这类问题, 有必要减少基肥使用量, 而用营养液土壤栽培来控制是很容易的。

4.3 减少施肥量的效果 环保型农业的目标之一是减少肥料, 要求高效施肥, 减少投入土壤的养分量, 减轻土壤负荷。现在, 根据条施肥和局部施肥等施肥技术的需要, 充分发挥迟效性肥料和发酵有机肥料( 螯色肥料) 等肥料特性的方法已经实用化。营养液土壤栽培可以实现在必要的时期供给作物必要量的养分, 没有浪费, 肥料的利用率高。根据六本木先生进行黄瓜设施栽培试验的结果, 营养液土壤栽培与常规栽培相比, 不仅简易设施栽培节省 20% 氮肥、全设施栽培节省 35% 氮肥, 而且黄瓜保持了健全的氮素营养, 增加了产量。其原因是营养液土壤栽培多次少量地供应氮素, 黄瓜吸收效率高, 黄瓜根系也显著发达。从各地实施营养液土壤栽培与常规栽培结果来看( 表 3), 营养液土壤栽培不仅氮素施用量减少 17% ~ 60%, 而且产量也高出或等同于常规栽培。从茄子、西红柿、芹菜不施基肥的试验结果看, 茄子产量相同, 西红柿增产 10%, 芹菜增产 30%。

由上看出, 营养液土壤栽培与常规栽培相比施肥效率提高, 施肥量也大幅度降低。

4.4 无应力施肥的效果 由上看出, 营养液土壤栽培能多次少量长期供给作物养分, 减少施肥量。因此, 由施肥造成的土壤化学性应力较低。茄子常规栽培法土

表 3 营养液土壤栽培氮肥减少后产量与常规栽培的比较

实施场所	作物品种	实 施 区	氮素施用量(kg/ha)			收获时间	产量(t/ha)
			基肥	追肥	合计		
群马县 馆林市	黄瓜 (夏普 1)	常 规 区	480	428	908	2~6 月	191
		营养液土壤栽培	240	313	553	2~6 月	197
爱媛县 野村街	黄瓜 (夏普 8)	常 规 区	667	60	727	11~1 月	63
		营养液土壤栽培	419	185	604	11~1 月	106
福岛县 须贺川市	黄瓜 (节成)	常 规 区	343	389	932	8~10 月	77
		营养液土壤栽培	343	359	702	8~10 月	89
德岛县 德岛市	茄子 (千两 1 号)	常 规 区	389	1026	1415	10~6 月	142
		营养液土壤栽培	0	1049	1049	10~6 月	144
德岛县 德岛市	西红柿 (荣普 114)	常 规 区	35.4	10.7	46.1	2~6 月	14.6
		营养液土壤栽培	0	29.2	29.2	2~6 月	16.1
香川县 观音寺市	芹菜 (康耐尔 613)	常 规 区	62.8	53.0	115.8	3~3 月	5.6
		营养液土壤栽培	0	46.2	46.2	3~3 月	7.3

壤的 EC 值高而且变化大, 营养液土壤栽培法的土壤 EC 值低而稳定。此外, 营养液土壤栽培所使用的液肥中含有作物生育所需的大部分养分( 包括微量元素), 几乎不含硫酸根和氯离子等副成分, 既使连作也不必担心硫酸钙等盐类会积累。

4.5 课题的展望 营养液土壤栽培法可以真正实现养分、水分的自由控制。因此, 可以大幅度减少因养分过多或不足及土壤水分过湿和过干产生的应力, 而且灌水和施肥作业都能实行机械化, 是一种省力的养分、水分管理技术, 栽培作物有西红柿、茄子、黄瓜等。

营养液土壤栽培与常规栽培相比虽然减少施肥量, 但减少的具体数量尚不清楚, 有必要根据每种作物种类和作型在各生育阶段需要的养分和水分的正确资料, 再考虑土壤条件, 制订新的栽培指南。因此, 在灵活应用现行土壤诊断和营养诊断技术的同时, 尽量多搜集实际农业生产者的技术情报是非常重要的。进行营养液土壤栽培必须重视土壤改良, 有必要施入优质有机肥来改善土壤的物理性, 提高土壤肥沃程度。根据土壤条件, 也可施用碳化钙等土壤改良剂。营养液土壤栽培是以高栽培为对象开发的技术, 今后在露地蔬菜栽培和茶栽培中也可能适用。

5 结语

对于设施栽培中施肥所产生的化学性应力, 目前有很多控制手段已实用化, 但是, 土壤盐分积累产生的化学应力极难排除。因此, 应加以控制。硝酸铵、磷酸铵、磷酸钾、硝酸钾等化学肥料不含硫酸根和氯离子等副成分, 既使连续使用, 土壤化学应力也很小。

营养液土壤栽培是在最适时期多次少量供给作物生育所必需的养分的栽培系统, 土壤中不会长期存在高浓度的养分。因此减少了由硝酸根离子产生的化学应力; 并且, 营养液土壤栽培使用的肥料含有作物生育需要的大部分养分, 几乎不含残留于土壤的副成分, 由肥料连年施用产生的化学应力的积累很小。

由上看出, 如果实行了减少化学应力的施肥方法, 就避免了土壤劣化, 作物的生育障碍也减少了, 可以确立持续的施肥管理技术。( 邮编 832003)