

# NFT 栽培槽槽底形状对生菜生产效果的影响

张莉, 陈青云, 高丽红, 曲梅, 陈源, 宋生印

(中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094)

**摘要:** 以生菜为试材, 研究了NFT栽培槽不同槽底形状对生菜生产效果的影响。试验结果表明: NFT栽培槽不同波纹式槽底形状对生菜的生物积累量有显著影响, 但对生菜的品质无显著影响。其中, 以纵剖面是不等边三角形的波纹式槽底形状对生菜的植株开展度和产量的影响最为显著。在NFT栽培方式中, 栽培槽底铺不铺无纺布对生菜产量有显著影响。综合生菜产量因子与商品性状, 以[(6+14)×4]的纵剖面不等边波纹式栽培槽槽底形状最优。

**关键词:** NFT栽培槽底形状; 生菜; 生产效果; 无纺布

**中图分类号:** S317

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2005)S-0211-03

张莉, 陈青云, 高丽红, 等. NFT栽培槽槽底形状对生菜生产效果的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S): 211-213

Zhang Li, Chen Qingyun, Gao Lihong, et al. Effects of the different bottom shapes of NFT cultivation bed on the growth and quality of the lettuce[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(Supp): 211-213 (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

随着经济水平和生活水平的提高, 人们越来越重视蔬菜的洁净卫生和无公害, 特别是叶菜类蔬菜。因此, 蔬菜无土栽培迅速发展, 在国外也是如此<sup>[1,2]</sup>。营养液膜技术(NFT, Nutrient Film Technique), 是现代无土栽培的一种先进方法, 被称为“最简单和最纯正的水培方式”<sup>[3]</sup>, 生菜是采用NFT栽培面积较大的蔬菜之一。

虽然NFT有其先进性, 但它也存在栽培槽内液层很薄, 一旦停电或水泵故障而不能及时循环供液, 很容易出现因缺水而使作物萎蔫等问题。同时, 由于日光温室是我国特有的园艺设施, 要将NFT设施更适宜于日光温室应用, 还需要进行一些技术改进。以往针对日光温室环境开发适宜的NFT设备的研究很少, 国外的研究大多针对连栋温室内的无土栽培, 与我国生产实际不同, 只能参考。因此, 本试验采用NFT栽培方式, 为提高温室的利用效率, NFT栽培设计为可移动式。在此基础上, 为了解决以往栽培槽内存液少, 对水电要求高, 在生产中推广难度大的问题, 本实验重点研究NFT不同栽培槽槽底形状对生菜生长和品质的影响, 目的是优选适合日光温室生菜生产的高效低能耗的NFT栽培设施, 为其大面积推广应用提供理论依据和技术基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料及试验设计

试验于2005年1月10日至2005年4月19日在北

京市海淀区上庄乡农业技术推广站日光温室中进行, 供试品种为意大利耐抽苔生菜品种。在日光温室中设置NFT移动栽培床(6m×1m×1m, 坡降0.4%)。每个栽培床为一个处理, 每个处理重复3次。NFT栽培槽不同槽底形状处理如表1所示。无纺布规格为30~50g/m<sup>2</sup>, 除处理5不铺无纺布外, 其它处理均铺有无纺布。

表1 不同栽培槽槽底形状

Table 1 Different bottom shapes of cultivation bed

处理	波纹规格(波距×波峰)
1	10×4'
2	10×2'
3	20×4'
4	20×2'
5	(6+14)×4'' (不铺无纺布)
6	(6+14)×4''
7	(6+14)×2''
CK	平底

注: \* 纵剖面为等腰三角形; \*\* 纵剖面为不等腰三角形。

2005年1月10日育苗, 苗期均浇灌1/2倍山崎生菜营养液, 当生菜3叶1心时定植, 株行距为20cm×20cm。试验营养液配制采用日本山崎(1978)生菜配方, 大量元素组成如表2所示; 微量元素采用通用配方如表3所示。采用自动定时控制装置供给营养液。缓苗期, 营养液每60min, 供液40min, 停供20min。其它生长期, 营养液每60min, 供液20min, 停供40min。夜间, 每2h供液20min, 停供100min。营养液浓度下降后补充营养液, 及时调整营养液的EC和pH值, 保持pH值: 6.0~6.5, EC: 1.5~2.0mS/cm。除NFT栽培槽床底形状不同外, 其余栽培因子均相同。

表2 营养液中大量元素用量

Table 2 Macro-element contents in nutrient solution

盐类化合物	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O
用量/(mg·L <sup>-1</sup> )	236	404	57	123

收稿日期: 2005-07-26 修订日期: 2005-10-31

项目基金: 国家十五攻关资助项目(2004BA521B01); 北京市海淀区科技项目(HK2004018)

作者简介: 张莉(1981-), 女, 硕士研究生, 研究方向为设施园艺。北京市海淀区圆明园西路2号 中国农业大学农学与生物技术学院, 100094。Email: green708@sohu.com

通讯作者: 陈青云(1958-), 男, 教授, 博士, 研究方向为设施园艺。北京市海淀区圆明园西路2号 中国农业大学农学与生物技术学院, 100094。Email: chenqingyun@cau.edu.cn

表3 营养液中微量元素用量

Table 3 Micro-element contents in nutrient solution

化合物	$\text{Na}_2\text{Fe-EDTA}$	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
含量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	20	2.86	2.13	0.22	0.08	0.02

1.2 取样与测定方法

在生菜定植缓苗期后,每7d定株观测生菜的株高、植株开展度、叶片数。生菜达商品菜标准时分株采收,记载单株产量。采收后测定生菜品质指标:叶绿素含量采用80%丙酮浸提测定。维生素C含量采用2,6-二氯酚酚滴定法测定;亚硝酸盐含量采用磺胺比色法测定;硝酸盐含量采用沸水浸提,紫外分光光度计比色法测定。

2 结果与分析

2.1 NFT 不同槽底形状对生菜生长的影响

不同NFT栽培槽对生菜生长的动态影响结果如图1和图2。从图1中可以看出,生菜生长过程中,各处理之间株高没有显著差异,说明不同处理对生菜株高无显著影响;从图2中可以看出,3月15日生菜定植后,到3月29日,各处理之间植株开展度没有显著差异,3月29日以后可以将处理分为两组,第一组是:处理5、6、7和CK,第二组是:处理1、2、3和4,可以看出第二组生菜在生长后期的植株开展度与第一组有显著差异,说明不同处理对生菜生长后期的叶片生长有显著影响。处理5和处理6的植株开展度增长动态变化基本一致,说明铺不铺无纺布对生菜的生长无显著影响。

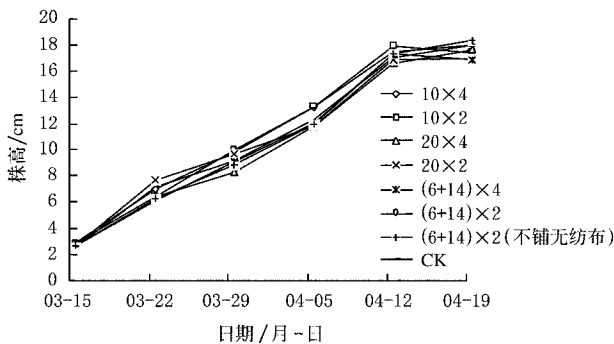


图1 植株株高增长动态

Fig. 1 Dynamic change of plant height

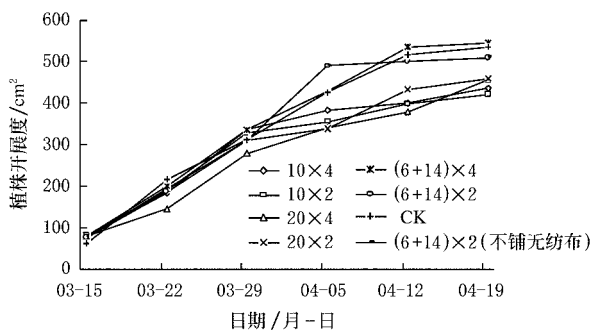


图2 植株开展度增长动态

Fig. 2 Dynamic change of plant expansion

2.2 NFT 不同槽底形状对生菜生物积累量的影响

由表4可以看出,NFT栽培槽不同槽底形状的处理中,生菜的地上部鲜重、干重有显著差异。处理6和处理7的纵剖面为不等腰三角形波纹式槽底形状与处理1、处理2、处理3的纵剖面为等腰三角形波纹式槽底形状有显著差异,原因可能是这种槽底形状斜面空间更适于生菜根系的生长及对营养液的吸收,其中以处理6的地上部鲜重、地上部干重最高。

表4 不同处理对生菜生物积累量的影响

Table 4 Effect of different treatment on the up ground fresh and dry weight of lettuce

处理	地上部鲜重/ $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$	地上部干重/ $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$
1	160.5bB	9.0196bA
2	171.5bAB	10.2169bA
3	179.2bAB	9.5082bA
4	205.7abAB	11.1101abA
5	175.7bAB	10.1406bA
6	257.6aA	14.6258aA
7	223.8abAB	12.3289abA
CK	216.8abAB	11.8386abA

注:均值后字母不同表示差异显著,小写与大写字母分别表示0.05和0.01的显著水平,下同。

不铺无纺布的处理5与同是波纹底的处理6相比,生菜的地上部鲜重、地上部干重低了8.73%、30.67%,两者之间存在显著差异,说明铺不铺无纺布对生菜的生物积累量有显著影响。无纺布对生菜生物积累量的影响主要是因为无纺布具有亲水性,营养液停止供应时,能够保持根际环境的湿度,有利于根系的生长;而且根系在生长过程中会扎入无纺布,这样根系就会在无纺布上展开生长,一方面,有利于根系气生根的生长,克服营养液中溶氧不足的问题;另一方面,有利于营养液在栽培槽中的流动。

2.3 NFT 不同槽底形状对生菜品质影响

从表5中可以看出,NFT不同波纹式底栽培槽方式下,生菜的叶绿素含量,硝酸盐含量,亚硝酸盐含量,含水量均无显著差异,说明不同槽底形状对生菜的品质无显著影响。

表5 不同处理对生菜品质的影响

Table 5 Effect of different treatment on the lettuce quality

处理	叶绿素含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	硝酸盐含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	亚硝酸盐含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	含水量/%
1	0.584aA	607.60aA	0.7702aA	94.38aA
2	0.604aA	426.50aA	0.8166aA	94.06aA
3	0.673aA	413.63aA	0.9777aA	94.69aA
4	0.589aA	464.54aA	0.9027aA	94.61aA
5	0.681aA	581.25aA	0.9388aA	94.14aA
6	0.760aA	430.03aA	1.0720aA	94.33aA
7	0.801aA	530.74aA	1.0246aA	94.46aA
CK	0.781aA	578.68aA	0.8948aA	94.53aA

### 3 结论与讨论

NFT自1973年由库柏(A. J. Cooper)发明后<sup>[3]</sup>,由于其易于实现生产管理自动化等特点,迅速在世界上许多国家推广应用。在实际应用中最主要的问题是栽培槽中存留的营养液少,一旦停电、停水,对生产造成很大影响,这是限制其推广的重要因素。例如:有吸水无纺布作槽底衬垫种植的番茄,在夏季强光条件下,停液2h即会萎蔫。没有无纺布衬垫的种植槽种植叶菜,在夏季强光下,停液30min以上即会干枯死亡<sup>[3]</sup>。为此,对NFT进行改进,研制开发更经济实用的NFT栽培系统,从而使该技术具有更为广阔的应用前景。

目前NFT已经有了许多改良型系统<sup>[5]</sup>,但中国关于NFT设施的研究还比较少<sup>[5,6]</sup>,对适合中国日光温室,具有简单实用、土地利用率高特点并考虑生产者操作的舒适性的NFT栽培设施的研究更少。王星海等在设计NFT栽培槽时,为使营养液流量和流速均匀,在槽底每隔1~1.5m横向贴一2cm×2cm聚苯板条<sup>[5]</sup>。李迁等针对NFT易受停电影响造成供液中断导致作物减产甚至枯死,把幼苗先定植于5cm厚、10cm<sup>2</sup>大小的大岩棉块中,然后再把大岩棉块坐于栽培槽中<sup>[6]</sup>。这样的设计成本较大,对于生菜生产是不经济的。

本试验在前人研究的基础上,采用NFT栽培方式,设计了NFT栽培槽不同波纹式槽底形状,研究其对生菜生长、品质和产量的影响。从本试验的结果看:NFT

不同槽底形状对生菜株高的影响没有显著差异,对生菜生长后期的植株开展度有显著影响。从对生菜生物积累量的影响上来看,不同处理之间有着显著差异,其中以处理6,即纵剖面是不等边三角形的波纹式槽底形状的地上部鲜重、地上部干重最高。在试验中,我们还考虑了在NFT栽培形式下,铺不铺无纺布对生菜的影响。结果表明,铺不铺无纺布对生菜的生物积累量有显著影响,NFT不同槽底形状对生菜品质无显著影响。

综上所述,在生产中,选用[(6+14)×4]纵剖面不等边波纹式槽底形状的李FT栽培形式是最优的;在进行NFT栽培时,最好在栽培槽槽底铺有无纺布。

#### [参 考 文 献]

- [1] 赵淑梅,李保明 日本的营养液栽培现状及其新技术[J]. 农业工程学报,2001,17(4):171-173
- [2] 申茂向,何革华,张平 荷兰设施农业的考察与中国工厂化农业建设的思考[J]. 农业工程学报,2000,16(5):1-7
- [3] 郭世荣主编 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003
- [4] 李式军,等译 现代无土栽培技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1988
- [5] 王星海,李迁 营养液膜(NFT)生菜栽培技术[J]. 西北园艺,1999,5:24-25
- [6] 李迁,王星海,肖功烈,等 改良型营养液膜栽培番茄[J]. 中国蔬菜,1998,(4):35-36

## Effects of the different bottom shapes of NFT cultivation bed on the growth and quality of the lettuce

Zhang Li, Chen Qingyun, Gao Lihong, Qu Mei, Chen Yuan, Song Shengyin

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract:** Taking the lettuce as material, the authors designed the different bottom shapes of NFT cultivation bed to study the effects on the growth and quality of the lettuce. The results indicate that the different bottom shapes of NFT cultivation bed has significant influence on the aboveground fresh and dry weight of lettuce, but has no significant influence on the quality of lettuce. And the bottom shape whose straight-cut section is a scalene triangle, has significant influence on the expansion and the yield of lettuce. In NFT, the cultivation bed with no-cloth cover has significant influence on the yield of lettuce. Taken the quality and economic benefits into accounts, the bottom shape as(6+14)×4 is better.

**Key words:** NFT; bottom shape of NFT cultivation bed; lettuce; production effect; no-cloth cover