

文章编号: 1674-148X(2008)04-0268-04

# 水肥水平对日光温室黄瓜产量及品质的影响

韦泽秀<sup>1</sup>, 梁银丽<sup>1,2</sup>, 山田智<sup>3</sup>, 周茂娟<sup>1</sup>, 贺丽娜<sup>1</sup>, 高静<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所; 3. 日本鸟取大学农学部)

**摘要:** 为研究水肥耦合对陕北日光温室黄瓜产量和品质的影响, 2006年和2007年在安塞日光温室隔水小区内采用完全随机设计, 设置了WhFh, WmFh, WIFh, WhFl, WmFl和WIFl共6个处理。结果表明: 不同水肥处理影响了黄瓜品质, 但所有处理瓜条NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N含量都低于432mg/kg(鲜样), WmFh处理黄瓜可溶性糖、VC和可溶性蛋白质含量都显著高于其它处理; 黄瓜产量随水肥供给增加而增加, 水分利用效率总体上与肥料量正相关, 与供水量负相关。可得出结论: WmFh处理(田间持水量75%~90%, 600kg/hm<sup>2</sup> N和420kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)的水肥能满足黄瓜整个生育期的水分和养分需求, 能实现黄瓜的高产、优质、高效生产。

**关键词:** 水肥耦合; 温室黄瓜; 产量; 品质; WUE

中图分类号: S158.3 S642.2

文献标识码: A

## Effect of Different Soil Water-Fertilizer Supplying on the Yield and Fruit Quality to Cucumber in Solar Greenhouse

WEI Ze-xiu<sup>1</sup>, LIANG Yin-li<sup>1,2</sup>, YAMADA Satoshi<sup>3</sup>, ZHOU Mao-juan<sup>1</sup>, HE Li-na<sup>1</sup>, GAO Jing<sup>1</sup>

(1. College of Resource and Environment, Northwest Sci & Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China;

2. Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources;

3. Faculty of Agriculture, Tottori University 4-101 Koyamach-Minama)

**Abstract:** The experiment aimed to find the effect of different soil water-fertilizer application on the yield and fruit quality to the cucumber in solar greenhouse. The experiment had been done in north of Shanxi province in 2006 and 2007. There were six treatments of WhFh, WmFh, WIFh, WhFl, WmFl and WIFl, which had been randomly distributed in the plot which had been insulated by 2m depth of cement wall. The yield, WUE (water use effect), and cucumber quality of VC, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, soluble protein and sugar content in different treatment had been analyzed. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N content of all samples was lower than 432mg/kg (fresh weight), the cucumber quality in WmFh (soil water content was 75%~90%, fertilizer had been supplied 600kg/hm<sup>2</sup> N and 420kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) treatment was better than other treatment with higher soluble sugar, VC and the soluble protein content. Cucumber yield increased with the water-fertilizer supply increased, WUE positively correlated with the fertilizer quantity and correlated negatively with irrigation amount. The WmFh treatment had got higher yield, WUE and better fruit quality production comparing with other treatments.

**Key words:** coupling water and fertilizer, cucumber, yield, fruit quality, WUE

近年高投入、高产出的设施农业在陕北黄土高原丘陵沟壑区得到快速发展, 栽培面积逐年增加, 取得较好的经济效益<sup>[1]</sup>。但不合理水肥管理严重影

响了蔬菜品质、浪费水资源、污染环境, 有人2001~2002年对延安市日光温室蔬菜的施肥现状进行了调查和分析, 发现当地日光温室蔬菜肥水管理问题

收稿日期: 2008-04-20

基金项目: 中国科学院知识创新项目(KZCX2-XB2-05-01)、国家科技支撑项目(2006BAD09B07)、中国科学院安塞站和中国科学院水土保持研究所领域前沿项目(SW04302)资助

作者简介: 韦泽秀(1978-), 女, 重庆渝北人, 在读博士, 主要从事农业生态研究。

通讯作者: 梁银丽, E-Mail: liangyl@ms.iswc.ac.cn

较大,部分地方造成了土壤和地下水  $\text{NO}_3^-$ -N 污染<sup>[2]</sup>。黄瓜 (*Cucumis sativus* L)是设施农业中种植比例较大的蔬菜种类。在其生育期对水分十分敏感且消耗量很大。Mannini<sup>[3]</sup>(1988)研究发现,当植株的耗水量为蒸发量的 150%时(相当于当季灌水量  $3600 \sim 4200 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ),黄瓜的产量最高。日光温室中黄瓜水分调控与利用<sup>[4~10]</sup>、肥料施用的研究<sup>[11~13]</sup>在国内外已有大量报道。但黄瓜水肥耦合效应研究却少见报道。本文通过日光温室隔水小区试验研究水肥耦合对黄瓜品质与产量的影响,提出日光温室黄瓜优化水肥施用模式,为日光温室黄瓜科学水肥管理提供参考,为丰富与发展水、肥耦合理论提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验时间与地点

试验于 2006年 7月至 11月、2007年 4月至 10月在中国科学院水利部水土保持研究所安塞试验站内具隔水小区的日光温室进行。该区域土壤为典型的黄绵土,土壤化学性质见表 1。

表 1 日光室内 0~20厘米土壤化学性质

PH	EC (ms/cm)	有机质 (mg/g)	速效磷 (mg/kg)	有效钾 (mg/kg)	全 N (%)	碱解氮 (mg/kg)
8.6	0.18	9.6	25.77	25.77	0.058	3.57

### 1.2 试验设计

供试黄瓜品种为津优 1号,营养钵育苗,两叶一心时移栽入日光温室中面积为  $2.15\text{m} \times 2.35\text{m}$ 的隔水小区。种植密度按照滴灌带确定株距为 30cm,行距为 60cm。试验设置 3个水分水平(W<sub>h</sub>:土壤水分保持田间持水量的 90%~100%;W<sub>m</sub>:田间持水量的 75%~90%;W<sub>l</sub>:田间饱和持水量的 60%~75%)和 2个肥料水平(F<sub>h</sub>:  $600\text{kg}/\text{hm}^2$  N和  $420\text{kg}/\text{hm}^2$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ,F<sub>l</sub>:  $420\text{kg}/\text{hm}^2$  N和  $294\text{kg}/\text{hm}^2$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ),共 6个处理,4次重复。

### 1.3 测定项目及方法

利用 PR2每 2d监测 0~40cm土壤水分,并每 15d取土烘干校对土壤含水量。灌水量按水分上限确定,计算公式为:

$$M = \frac{r \times p \times h \times f}{100} \times (q_1 - q_2)$$

式中  $M$ 为滴灌量, $r$ 为土壤容重,为  $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ , $p$ 为土壤湿润比,取 100%, $h$ 为灌水计划湿润层,取

0.4m, $f$ 为最大田间持水量,为 22%, $q_1$ 、 $q_2$ 分别为土壤水分上限、土壤水分下限(以相对田间持水量的百分比表示), $f$ 为水分利用系数,滴灌取 0.9。

黄瓜产量和灌水量按小区记录,水分利用效率 WUE指单位灌水量的黄瓜产量<sup>[7]</sup>,黄瓜品质在结瓜盛期取样分析。黄瓜 VC和  $\text{NO}_3^-$ -N采用日本产 RQFLEX PlusMerck,可溶性蛋白质含量用原子吸收分光光度法<sup>[17]</sup>,可溶性糖含量用(digital refractometer pr-101)测定,3次重复。

### 1.4 数据统计分析

数据统计分析采用 DPS数据处理系统,用 Microsoft excel作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水肥处理对黄瓜品质的影响

#### 2.1.1 不同水肥处理对瓜条可溶性糖和 $\text{NO}_3^-$ -N 含量的影响

不同水肥处理对黄瓜可溶性糖(见图 1)的影响较大,在相同的肥料水平下,随灌水量的增加,可溶性糖含量降低;在相同灌水量下,高肥处理可溶性糖含量显著低于低肥处理。可能是随灌水量和肥料的增加,黄瓜瓜条生长较快,细胞汁液浓度降低则可溶性糖含量下降,影响了黄瓜风味。

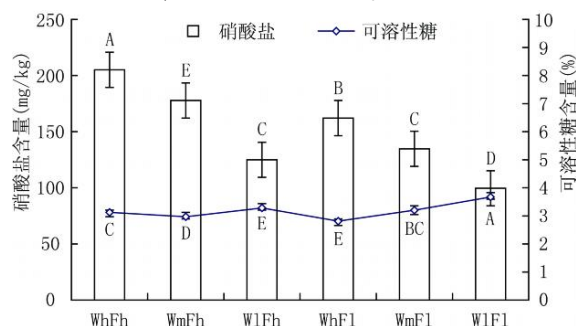


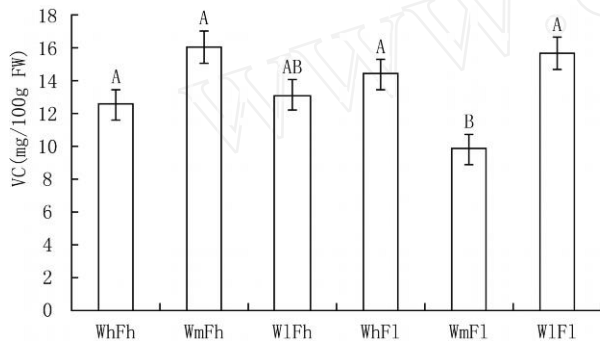
图 1 不同处理对黄瓜  $\text{NO}_3^-$ -N和可溶性糖含量的影响

硝酸盐易在蔬菜中累积且对人类的健康十分有害。随水、肥供给的增加,果实  $\text{NO}_3^-$ -N含量(见图 1)也增加, $\text{NO}_3^-$ -N含量最高的为 WhFh处理,其次为 WmFh,最低的为 WlFl处理。当水分条件相同,F<sub>h</sub>处理与 F<sub>l</sub>处理达到了差异显著水平( $P < 0.01$ )。在相同的肥料供给条件下,W<sub>h</sub>,W<sub>m</sub>和 W<sub>l</sub>处理之间也存在极显著差异( $P < 0.01$ )。世界卫生组织(WTO)和联合国粮农组织(FAO)制订了食品中硝酸盐的限量标准(ADI),蔬菜可食部分中硝酸盐含量的卫生标准为  $432\text{mg}/\text{kg}$ (鲜样)<sup>[14~16]</sup>。供试样品

$\text{NO}_3^- \text{N}$ 含量均未超过此标准。

### 2.1.2 不同水肥处理对 VC和可溶性蛋白质含量的影响

VC和可溶性蛋白质是瓜果重要的品质成分。果实 VC含量(见图 2)最高的为 WmFh,其次为 WIFh和 WhFh,在水分条件相同时, Fh与 Fh处理间差异不显著;在肥料供给条件相同时, Wh、Wm与 WIFh处理间果实的 VC差异也不显著;将水肥综合考虑,水肥供给少则果实 VC含量高;N肥的施用为黄瓜中可溶性蛋白质合成提供了原料,合理的水肥配合能促进可溶性蛋白质的形成。不同处理黄瓜可溶性蛋白质含量(图 2)表现为 WIFh > WmFh > WhFh > WmFh > WIFh > WhFh, Fh与 Fh处理间有显著性差异。总之, WmFh处理生产的黄瓜 VC和可溶性蛋



白质含量高,品质较好。

### 2.2 不同水肥处理对黄瓜产量的影响

不同水肥处理黄瓜产量见表 2,其中 WhFh的产量比 WIFh高出 64.24%,其次为 WmFh产量较 WIFh增加了 52.54%。在相同的水分条件下,不同肥料水平对黄瓜产量具有极其显著的差异;而相同的肥料条件下,Wh处理显著高于 Wm和 WIFh处理,但 Wm与 WIFh之间差异不显著。对现阶段的水分利用效率(见表 2)分析发现不同处理黄瓜水分利用效率为 2006年体现为: WmFh > WhFh > WmFh > WIFh > WhFh > WIFh; 2007年水分利用效率为: WIFh > WIFh > WmFh > WmFh > WhFh > WhFh。在相同的肥力水平下,随灌水量增加黄瓜水分利用效率降低;在相同的灌水水平时, Fh处理的黄瓜水分利用率高。

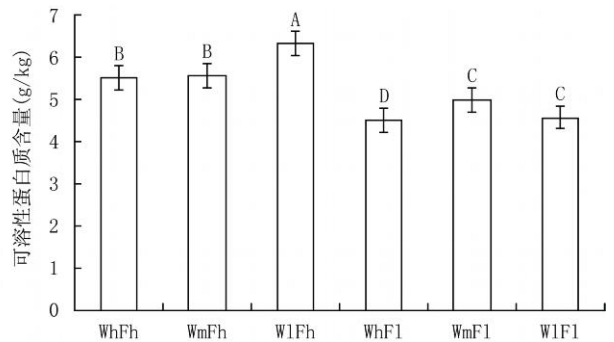


图 2 不同处理对黄瓜 VC和可溶性蛋白质的影响

表 2 不同水肥处理对黄瓜产量、灌水量及水分利用效率的影响

处 理	2006年				2007年			
	产 量 ( $10^3 \text{ kg}/\text{hm}^2$ )	与 WIFh比较 (%)	灌水量 ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )	水分利用效率 (%)	产 量 ( $10^3 \text{ kg}/\text{hm}^2$ )	与 WIFh比较 (%)	灌水量 ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )	水分利用效率 (%)
WhFh	69.00 a	284.54	2150 a	32.09 b	81.82 A	164.24	4671.73 A	17.51 D
WmFh	55.13 b	227.32	1800 b	38.63 a	75.99 A	152.54	2998.22 B	25.35 B
WIFh	46.5 cd	191.75	1450 c	32.07 b	59.19 B	118.80	1391.96 C	42.52 A
WhFh	46.133 c	190.21	2150a	21.45 c	64.22 B	128.91	4668.27 A	13.76 D
WmFh	32.10 c	132.37	1800 b	17.83 d	61.26 B	122.96	3044.49 B	20.12 C
WIFh	24.25 e	100.00	1450 c	16.72 d	49.82 C	100.00	1451.60 C	34.32 AB

## 3 结论与讨论

徐福利等<sup>[11]</sup>对黄土高原日光温室施肥研究提出,黄瓜目标产量在  $83000 \sim 88000 \text{ kg}/\text{hm}^2$  之间的 N肥施肥用量  $809.2 \sim 1313.1 \text{ kg}/\text{hm}^2$ , P肥用量是  $583.1 \sim 978.6 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。本试验中黄瓜全生育期内高肥处理 N肥施用量为  $600 \text{ kg}/\text{hm}^2$ , P肥用量是  $420 \text{ kg}/\text{hm}^2$  都低于推荐施肥量。而产量减少不多

(WhFh:  $81820 \text{ kg}/\text{hm}^2$ , WmFh:  $75990 \text{ kg}/\text{hm}^2$ ), 是更经济、高效的水肥管理。

研究表明不同水肥处理严重影响黄瓜品质,随水肥供给的增加,黄瓜的  $\text{NO}_3^- \text{N}$ 含量增加而可溶性糖含量降低;VC受水肥单因素影响不大,但合理的水肥搭配会提高果实 VC含量;而 N是可溶性蛋白质基本成分,随 N肥供给增加而提高,随供水增加而降低,因此 WmFh (Wm: 75 ~ 90%, Fh: 600kg

/hm<sup>2</sup> N, 420kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)处理黄瓜含有较高的 VC 和可溶性蛋白质,因此,WmFh处理是较优质的水肥管理组合。

对其经济产量进行分析,WmFh处理能获得 75990kg/hm<sup>2</sup> 的产量,仅次于 WhFh (81820kg/hm<sup>2</sup>),比 WIFh处理产量提高了 52.54%;每一生长季比 WhFh和 WhFI节约用水 1673.51m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。水分利用效率 25.35g/kg,比 WhFh (17.51g/kg)和 WhFI(13.76g/kg)分别提高 44.2%和 84.2%。因此 WmFh是比较理想的水肥管理组合。

### 参考文献:

- [1] 由海霞,梁银丽. 陕北设施农业效益分析[J]. 西北农林科技大学(社会科学版),2005,5(4):5-9.
- [2] 徐福利,梁银丽,张成娥. 施肥对日光温室黄瓜和土壤硝酸盐含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(1):68-72
- [3] Mannini, P. Effects of different irrigation scheduling and systems on yield response of melon and cucumber[J]. Acta Hort, 1988, 228: 155-162
- [4] 李清明,邹志荣,刘彬彬. 温室黄瓜苗期灌溉上限指标的研究[J]. 节水灌溉,2007,(1):1-4
- [5] 张西平,赵胜利,等. 不同灌水处理对温室黄瓜形态及光合作用指标的影响[J]. 中国农学通报,2007,23(6):622-625.
- [6] 邹志荣,等. 不同灌溉上限对温室黄瓜结瓜期生长动态、产量及品质的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(增刊):77-81.
- [7] 翟胜,王巨媛,梁银丽. 地面覆盖对温室黄瓜生产及水分利用率的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(10):129-133.
- [8] 翟胜,梁银丽,王巨媛,等. 干旱半干旱地区日光温室黄瓜水分生产函数的研究[J]. 农业工程学报,2005,21(4):136-139.
- [9] 雷水玲,孙忠富,雷廷武. 温室黄瓜结果期适宜根际含水量的确定[J]. 中国农学通报,2005,21(4):221-225.
- [10] 冯嘉月,邹志荣,等. 土壤水分对温室春黄瓜苗期生长与生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2005,25(6):1242-1245.
- [11] 王绍辉,张福壤. 不同土壤含水量对日光温室黄瓜生理特性的影响[J]. 中国蔬菜,2000,(增刊):26-29.
- [12] 徐福利,梁银丽,杜社妮,等. 黄土高原日光温室黄瓜合理施肥用量及优化施肥模式研究[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(1):75-80.
- [13] 徐福利,梁银丽,陈志杰,等. 延安市日光温室蔬菜施肥现状与环境效应[J]. 西北植物学报,2003,23(5):797-801.
- [14] BaiianchiG, Avato P. Surface waxes from grain, leaves, and husks of maize (zeamaysL) [J]. Cereal Chem, 1984, 61: 45-47.
- [15] Percy KE, Cape JN, Jagels R, Simpson CJ. Air pollutants and the leaf cuticle[C]. Springer Verlag, Berlin, 1994, 195-204.
- [16] Flaishman MA, HwangCS, KolattukudyPE. Involvement of protein phosphorylation in the induction of appressorium formation in Colletotrichum gloeosporioides by its host l. Biscoe P V, Scott R K, Monteith J L. Barley and its environment [J]. Carbon budget of the stand Journal of Apply Ecology, 1975, 12: 269-293.
- [17] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 世界图书出版公司,2000.

## “牡丹催花的生物学基础与技术研究”项目通过鉴定

11月15日,山东省科技厅、教育厅邀请国内同行专家对青岛农业大学主持完成的“牡丹催花的生物学基础与技术研究”进行了成果鉴定。

张国生教授主持的课题组,在山东省农业良种工程项目“牡丹快繁与冬季成花技术研究”、山东省教育厅“牡丹冬季反季节成花的机理研究”、山东省自然科学基金项目“低温打破牡丹休眠机理的研究”和青岛市自然科学基金项目“牡丹冬季休眠解除过程中脂质过氧化物的研究”4个项目基金的支持下,自1999年开始持续研究11年,在牡丹壮苗和壮芽培育、光合性能及光合产物积累、光合作用光抑制及其防御途径等栽培生理、成花机理、休眠解除机理、花衰老机理与花期延长、低温诱导花芽休眠解除过程中相关基因的克隆与功能分析等研究的基础上,形成了系统的春节催花新技术体系。

由西北农林科技大学博士生导师、国务院学位委员会学科评议组成员王跃进教授、中国农业大学博士生导师高俊平教授、北京林业大学博士生导师戴思兰教授担任主任和副主

任委员的鉴定委员会认为,该项目通过对牡丹不同季节光合特性和光抑制发生规律等系统研究,提出了夏季遮荫、减轻光抑制、提高光合生产力等壮苗培育关键技术,为牡丹冬季催花有机物的积累奠定了物质基础。通过牡丹休眠机理的研究,摸索出不同品种解除休眠的低温需冷量,提出了催花过程中根际温度高于枝际温度的“冻头暖脚”关键技术,以及配套的栽培实用技术。冬季催花成花率在90%以上,比传统栽培技术的成花率提高了20%;生产出的成品花花繁叶茂、植株健壮,显著提高了牡丹花的观赏价值和商品价值。另外,研究筛选出牡丹休眠解除过程中差异表达的38个基因片段序列,并登录Genbank。研究了其中6个相关基因片段的表达规律,在模式植物中证明了生长素抑制蛋白和线粒体磷酸转移子基因参与了休眠解除过程,探讨了牡丹休眠解除的分子机理。研究还分析了细胞膜透性、抗氧化酶促系统活性以及各种激素变化规律,提出了休眠解除过程中过氧化氢和膜透性的改变以及赤霉素和脱落酸与休眠和休眠解除的关系,研究整体达到国际领先水平。