

盐胁迫对甜瓜水分利用率的影响

徐富安 王学锋

(中国科学院南京土壤研究所·南京·210008)

Uri·Shani

(以色列农科院 ARAVA 试验站·以色列·埃拉塔)

摘 要 采用蒸渗仪(Lysimeter)方法研究了不同盐分浓度和不同灌水量条件下,盐、水因素对甜瓜水分利用率的影响。结果表明,当灌溉水平较低时,甜瓜产量主要受灌溉水平影响。当灌水量达到一定水平后,盐分的危害将明显地表现出来。甜瓜水分利用率较高的处理出现在 E_c 为3或6mΩ/cm 的 Lysimeter 中。过淡或过浓(如 E_c 为1.2或9mΩ/cm)的灌溉水,均不利于甜瓜水分利用率的提高。自然,合宜的灌溉水质与水量的选择,不仅仅取决于甜瓜的水分利用率,还应考虑甜瓜的产量品质等综合经济效益。

关键词 盐胁迫 甜瓜 水分利用率

Effects of Salt Stress on Water Use Efficiency of Melon

Xu Fuan Wang Xuefeng

(Nanjing Institute of Soil Sciences. Academia sinica. Nanjing. 210008)

Uri Shani

(Arava Experimental Station, Israeli Academy of Agriculture Sciences. Eilat. Israel)

Abstract Effects of salt and water on water use efficiency of melon under different salinity and different irrigation norms were studied using lysimeter. The results show that the yields of melon are mainly affected by irrigation norm under the low irrigation norms condition. If we irrigated more water than a certain norm, the melon would suffer salt damage apparently. For those lysimeters receiving treatments that E_c is 3 or 6mΩ/cm for irrigation water, the water use efficiencies of melon seem to be higher than those of others. It is difficult to improve water use efficiency if the salt content in irrigation water is extremely low or extremely high (e. g. E_c is 1.2 or 9mΩ/cm). Certainly, rational water quality and amount of irrigation water are determined not only by water use efficiency of melon but also by other indexes such as yield and quality of melon.

Key words salt stress melon water use efficiency

在干旱或沙漠地区,缺水和盐分危害常成为农业发展重要障碍。由于水资源的紧缺,人们不得不采用含盐水灌溉农田。各国学者对含盐水灌溉效果及其对土壤性状影响,作物的耐盐性、含

盐水灌溉的技术等方面已作了详细研究^[2~6]。许多成果已应用于生产。然而,有关盐分对作物水分利用效率影响的研究尚缺乏资料。本工作在以色列南部阿拉伯河谷进行,该地区为沙漠酷旱地区,常年蒸发量达3 300mm,降雨量仅25mm。地下水资源极为宝贵,研究盐胁迫下作物的水分利用效率,水质对作物生育影响无疑具有重要意义。以色列一半国土处于沙漠地带,含盐水灌溉在沙漠地区已逐步推广应用。由于地下水中含盐量可高达1%以上,灌溉水质处理耗资甚高,若能降低灌溉水质(盐分含量)要求,将显著降低灌溉成本。目前多数采用灌溉水盐度为 E_c 3mΩ/cm。少数栽培番茄的农田,灌溉水 E_c 达7~8mΩ/cm。本试验采用耐盐能力较强的甜瓜作材料,研究不同盐分、水分对其产量、品质及水分利用效率的综合影响。为确定适宜的灌溉水质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验装备

试验在蒸渗仪(Lysimeter)中进行。共使用直径为57.2cm,高80cm铁桶25个。桶底装有渗漏管,桶底部装有4cm厚砂石滤层,其上用细砂制成15cm厚吸力平板^[1]。利用该层吸力平板,用水柱平衡法,使试验期间保持底土4 000 Pa吸力。以模拟沙漠地区底土水分不饱和状态。吸力平板上面填装当地砂土173kg。该砂土中粘粒和砂粒的含量分别为9%和83%^[9],每个Lysimeter顶部装有滴灌管道以供灌溉用。

1.2 试验处理

本试验为灌水量和盐浓度双因子交互试验。盐分为四个水平,它们的 E_c 值分别为1.2,3,6,9mΩ/cm。^①灌水量为六个水平,它们分别为试验期间当地水面蒸发量的20%,40%,70%,1.0,1.3和1.7倍。另外设一个不灌溉处理。共25个蒸渗仪。播种前,土壤用 E_c 为1.2mΩ/cm淡水处理至田间持水量。然后播种甜瓜种子。在幼苗长出二片真叶之前,每天每桶浇水1kg。二片真叶期时,每桶定苗三棵,并按处理进行不同盐分和水量灌溉。各处理的所需滴水量按前三天平均水面蒸发量折算后由计算机控制滴入。各桶不同的含盐浓度,也由计算机控制下,自动配比完成。养分也随滴灌水进入桶中,其所增加的 E_c 值已包含在处理的 E_c 值之中。试验自8月17日起,至10月18日收获结束。试验期间除虫等管理措施各桶均一致。

1.3 测定方法

各桶渗漏水计量由计算机完成,计算机定时起动吸水泵,通过水量传感器进行计数。渗漏水 E_c 值通过电导极由计算机记录,有时也采集水样进行实验室电导法测定。Lysimeter重量每5天由可移动式电子称称重,其精度为0.5kg。以记录其中土壤含水量变化。Lysimeter中安装负压计,测定土壤水势变化。平时观察甜瓜生长状况,如记录各桶叶片数、花期等。用手持式折光仪测定甜瓜糖分含量,用烘箱法测定土壤起始和终了时土壤含水量。

2 结果与讨论

2.1 水分盐分对甜瓜产量的影响

图1和图2的资料表明,无论是地上部分总的生物量还是甜瓜产量,当灌溉水平(Q/E_o , Q 为灌水量, E_o 为当时的水面蒸发量)在0.7以下时,盐分含量对产量的影响较小。这时,甜瓜产量主

^① * E_c 1.2mΩ·cm⁻¹灌溉水即是供人饮用的淡水。 E_c 3,6,9mΩ·cm⁻¹灌溉水含盐量分别相当于0.84,2.25和3.66g/L,盐成份分别由氯化钠和氯化钾组成(重量比)。

要取决于灌水量。其产量随灌水量上升呈直线上升趋势。这是因为水分不足条件下,作物蒸散耗

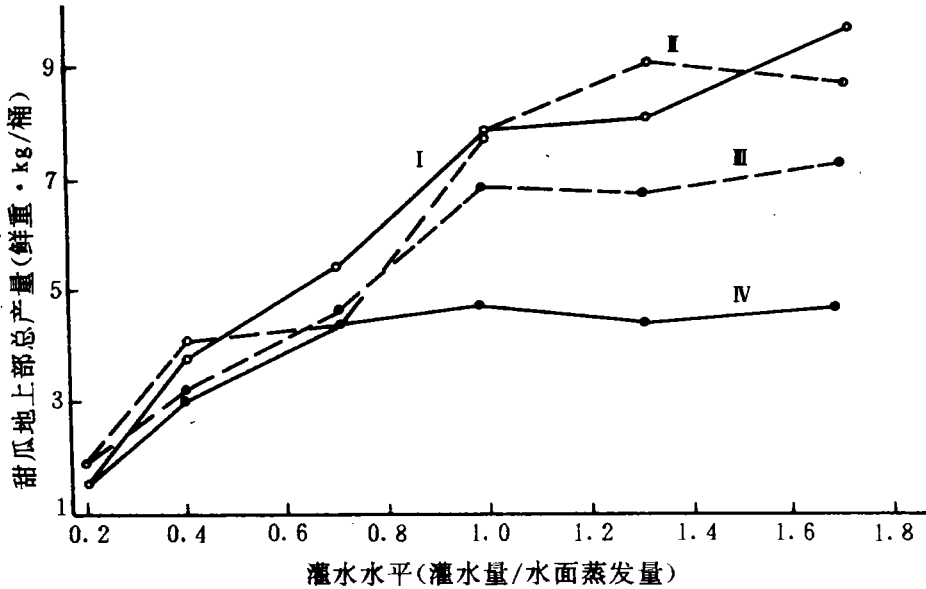


图1 不同灌水水质对甜瓜地上部分总产量的影响
(I, II, III, IV 分别代表 E_c 1.2, 3, 6, 9 $m\Omega \cdot cm^{-1}$ 处理)

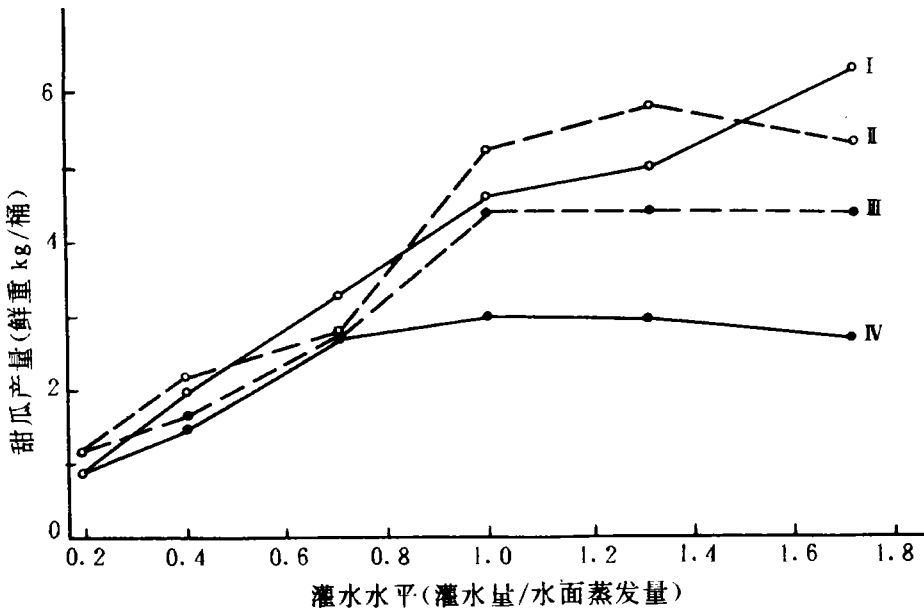


图2 不同灌水水质对甜瓜产量影响
(I, II, III, IV 分别代表 E_c 1.2, 3, 6, 9 $m\Omega \cdot cm^{-1}$ 处理)

水受到严重抑制。甜瓜茎叶生长严重受阻,例如,9月23日进入初花期时,灌水平为1.0的各处理,每桶叶片数高于灌水为0.4者32%。由于缺水、茎叶的生长不足,影响光合同化作用。图中资料表明,当 $Q/E_o > 0.7$ 时,甜瓜产量明显受到盐分的影响,值得注意的是 E_c 9 $m\Omega \cdot cm^{-1}$ 处理者,其 Q/E_o 自0.7~1.7的产量均相近。每桶产量约3kg 甜瓜,约为最高产量的一半。表明甜瓜生长已严

重受阻。资料显示,对本试验而言 $Ec\ 1.2$ (达饮用水标准)和 $Ec\ 3.0$ (当地农用灌溉水标准)处理的产量水平大体相似。

图上资料所反映的趋势表明,灌水水平 Q/E_o 超过1以后,对甜瓜产量增加并无太大好处。有的随灌水量的增加产量反而有所下降。这一方面可能与过多水分使土壤通气性变劣,对甜瓜生长产生了有害的影响。另一方面,过多的水分,特别是淡水,使茎叶生长过旺,致使营养生长和生殖生长的比例失调。甜瓜产量随灌水量提高受到了抑制。

水分过多还使瓜的品质和经济效益下降,如表1所示, $Q/E_o\ 1.7$ 处理,其瓜的平均重、糖分含量反而比 $Q/E_o\ 1.0$ 者下降。而且早熟瓜的比例也下降。

表1 甜瓜的经济性状

| 灌水水平 Q/E_o | 早熟瓜比例* (%) | 平均瓜重 (g/个) | 糖分含量 (%) |
|-----------------|---------------|---------------|-------------|
| 0 | 100 | 176 | 14.5 |
| 0.2 | 97 | 332 | 15.2 |
| 0.4 | 96 | 492 | 14.8 |
| 0.7 | 75 | 622 | 15.1 |
| 1.0 | 80 | 878 | 15.7 |
| 1.3 | 82 | 946 | 14.8 |
| 1.7 | 54 | 814 | 14.3 |

* 早熟瓜指全部收获前10天所采的成熟瓜。

2.2 盐胁迫下甜瓜的水分利用率

从节水农业角度出发,人们十分重视单位水量能获得多少作物产量。影响作物水分利用率的因素有许多。例如作物类型、品种、肥料、气候等均可影响水分利用效率。本试验重点考察盐分与灌水量这双重因子对甜瓜水分利用率的影响。以期为干旱地区灌溉管理获得有益启示。图3是以甜瓜地上干物质计算的水分利用率资料。资料显示,用 $Ec\ 1.2\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ 淡水灌溉的甜瓜,其水分利用率低于 Ec 为3和 $6\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ 灌溉水的甜瓜。这是由于淡水灌溉使茎叶发展过于茂盛,植物蒸腾耗水过大,而且与光合作用形成的有机同化物转化成果实的效率较低有关。观察表明, $Ec\ 1.2$ 处理者,其植株叶片数高于 $Ec\ 3$ 和 6 处理者 $5.6\%\sim 18.9\%$ 。以地上部分计算, $Ec\ 1.2$ 处理者,甜瓜占总干物质质量的 42.9% 。而 $Ec\ 3$ 和 6 者分别为 49.2% 和 48.0% 。表明淡水灌溉后,由于茎叶徒长而使营养生长与生殖生长比例失调。这些资料表明,淡水灌溉与含盐水灌溉相比,它存在着奢侈耗水的现象。含有一定盐分的灌溉水反而比淡水灌溉有较高的水分利用率,这是值得进一步研究的现象。对于旱地区的合宜灌溉水质的选择有参考意义。对于以色列沙漠地区来讲,将地下咸水处理成 $Ec\ 3$ 的灌溉水每吨费用为 0.35 美元,而处理成 $Ec\ 1.2$ 的饮用水,其费用则需 0.45 美元,成本的上升是可想而知的。

当然,当灌溉水中盐分含量过高时,例如本试验中 $Ec\ 9$ 处理,甜瓜的水分利用率也较低。因为,当作物受到盐分明显危害时,作物生长缓慢,蒸散耗水的生产效率也下降。

图3的资料也表明,当灌水水平 Q/E_o 在 0.7 左右时,甜瓜的水分利用率较高,灌水量过少或太多,均使甜瓜总干物质生产效率下降。当灌水量太少时,土壤常处于接近凋萎湿度状态,作物仅能维持其生命,干物质累积十分缓慢。高的灌水量由于促使茎叶生长过度,使蒸腾损耗加大。也可能由于土壤常处于过湿状况,通气不良,影响作物生长而使单位水量的干物质生产效率下降,可见,供水过多或过少,均不利于甜瓜水分利用率的提高,造成水的浪费。

图4是以甜瓜干物重为基础计算的作物水分利用率资料。其总趋势与图3所反映的情况相似。

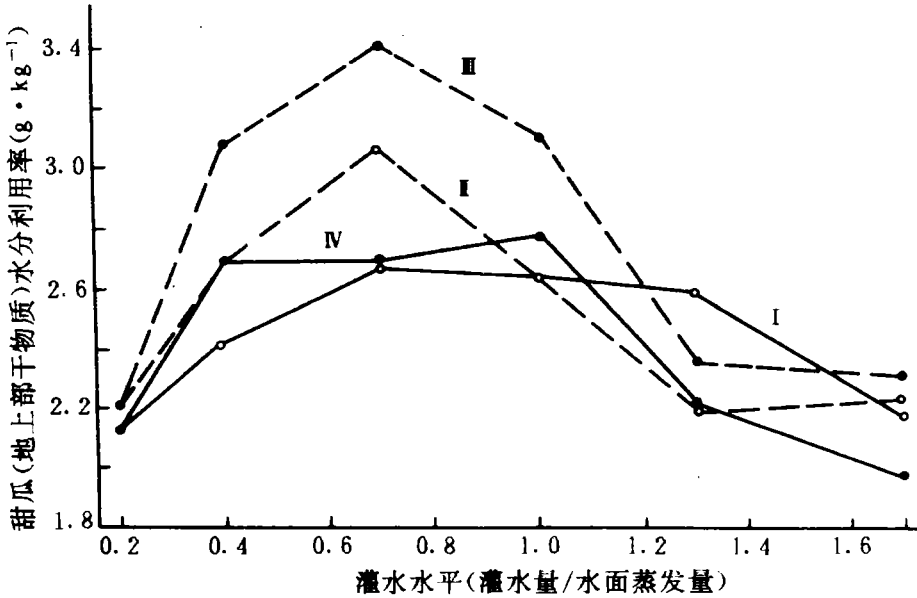


图3 不同盐分下,甜瓜(以地上部总干物质计)水分利用率变化
(I, II, III, IV分别代表 E_c 1.2, 3.0, 6.0, 9.0 $\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^{-1}$ 处理)

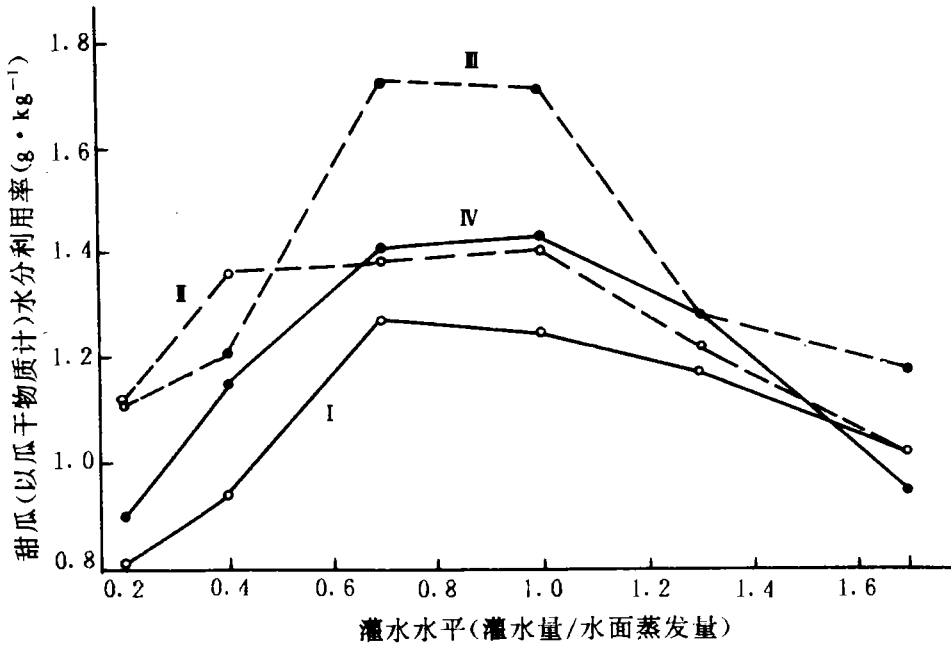


图4 不同盐分下,甜瓜(以瓜的干物质计)水分利用率变化
(I, II, III, IV分别代表 E_c 1.2, 3.0, 6.0, 9.0 $\text{m}\Omega/\text{cm}^{-1}$ 处理)

但 Q/E_0 为1的处理其水分利用率也较高。从图3与图4资料相比,似乎表明,在这种灌溉水平下,光合产物转向果实的比例较高。

从上面叙述的材料综合来看,多量的淡水灌溉会使甜瓜的水分利用率明显下降。这无论从含盐水淡化成本的角度考虑,或是从充分发挥水资源生产潜力方面来看,都是不划算的。一定的含盐量的灌溉水能提高甜瓜的水分利用率。但含盐量超过一定限度,对甜瓜产量有明显的影响,如

本试验中, $Ec\ 6.0\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ 处理的甜瓜水分利用率虽然较高,但其产量已不理想(见图2)。因此,我们应该从经济产量、水分利用率、甜瓜品质、成熟时间等多方面因素综合考虑,以确定适宜的灌溉水含盐度。根据本地区水资源的状况,选取合适的灌溉水质和灌溉水平以指导生产。

当然,不同作物其耐盐度有较大差异。灌溉水的适宜盐度也会各不相同。例如番茄耐盐能力更强一些。在以色列南部沙漠一些生产部门用 $Ec\ 7\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ 的灌溉水灌溉番茄,温室番茄产量达 $300\ 000\text{kg}/\text{hm}^2$,且其糖分含量高于低盐度灌溉水的番茄,产品受到美国消费者欢迎。

值得指出的是,在8月中旬到10月中旬短短二个月生长期中,能获得 $3.41\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的水分利用率水平。较生育期长的小麦、玉米的水分利用率高^[10]。这反映了沙漠地区具有较高的作物水分生产效率。

3 结 语

甜瓜的产量与水分利用率明显受到盐分和水分条件的影响,当灌溉水平 $Q/E_o < 0.7$ 时,其产量主要取决于供水量;而 $Q/E > 0.7$ 时,产量明显地受到盐分浓度的影响。灌溉水中盐浓度过低($Ec\ 1.2$)或过高($Ec\ 9$)都降低了甜瓜的水分利用率,前者存在奢侈蒸腾耗水的现象,而后者由于高浓度盐分严重抑制了作物的生长。合宜的灌溉水水质和水量选择,应该从瓜的产量品质,成熟上市时间,水分利用率等因素综合考虑。寻求合宜的平衡点,以获得节水、高产、优质良好经济效益和社会效益。

薛世远先生参加了部分试验准备工作,特此感谢。

参考文献

- 1 徐富安. 介绍一种测定土壤孔隙的新装置. 土壤通报, 1980(5)
- 2 A. Meiri. Management under saline Water irrigation Senior Research scientist, Agricultural Research Organization, Israel. 1991
- 3 Bresler E. Irrigation management for soil salinity control: theories and tests. Soil Sci Soc. Amer. J. 50:1552~1560
- 4 Lauter D. J. The effect of non-saline and Saline Water deficits on yield potential and yield quality of melon (Galia). (Submitted), 1990
- 5 Maas E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. Plant and Soil 1985, 89:273~284
- 6 Maas E. V. Salt tolerance of plants. Applied Agric Res. 1986, (1):12~26
- 7 Meiri A. Crop production and management under saline conditions. Plant and Soil 1985, 89:253~271
- 8 Plaut Z. Effect of salinity in irrigation water on yield and fruit quality of green house-grown tomatoes during the winter. Israel Agri-search 1988, (2):79~97
- 9 U. Shani. Field method for Estimating hydraulic conductivity and matric potential-water content relations. Soil Sci. Soc of America Journal, 1987, Vol 51, No2
- 10 王天铎. 黄淮海平原作物耗水量与水利用效率研究. 1991