

油葵蕾期对微咸水水质的适应性研究

毕远杰¹, 王全九^{1,2}, 雪 静¹

(1. 西安理工大学水利水电学院, 陕西 西安 710048;

2. 中国科学院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 采用田间试验的方式, 分别以淡水和矿化度为 3 g/L、4 g/L、5 g/L、6 g/L 的微咸水作为油葵蕾期水, 以蕾期缺水处理作为对照, 研究了油葵蕾期对微咸水矿化度的适应程度。结果表明: 油葵整个生育期结束时, 各处理主根层土壤含盐量均达到底墒水前的初始值附近, 无显著的脱盐与积盐现象; 蕾期采用 3 g/L 的微咸水灌溉, 对油葵生长非但不会造成抑制, 反而还有一定的促进作用, 使其株高、茎粗、盘粒数、百粒重及产量均超过淡水处理; 油葵蕾期采用矿化度为 5 g/L 以下的微咸水进行灌溉, 产量不会显著降低; 在淡水资源不足或有限的情况下, 6 g/L 也可以考虑用于油葵蕾期灌溉, 虽然会造成一定程度的减产, 但与蕾期缺水的情况相比较, 在不显著增大土壤含盐量的情况下仍然可以较大程度提高产量。

关键词: 微咸水; 灌溉; 油葵; 蕾期

中图分类号: S274.1; S565.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0031-06

在我国华北、西北及沿海地带, 特别是盐渍土地, 分布着大量的咸水和微咸水资源。传统观念认为, 咸水和微咸水属于劣质水资源, 是阻碍农业发展的不利因素之一。但是由于土壤具有一定程度的缓冲作用, 作物也具有一定的耐盐能力, 国内外大量研究和实践证明^[1-9], 只要采取适当措施, 以可持续利用为指导准则, 利用咸水和微咸水灌溉作物, 达到抗旱增产的目的, 是完全可能的。与淡水灌溉不同, 咸水和微咸水灌溉一方面提供了作物生长所需要的水分, 另一方面增加了土壤中的盐分, 容易引起土壤的次生盐碱化, 使耕层土壤含盐量或土壤溶液浓度超过作物的耐盐度, 从而影响作物生长和产量。同一种作物在不同生育期的耐盐性有所差异, 一般苗期为作物低耐盐能力阶段, 成熟期为作物高耐盐阶段, 如冬小麦在播种~返青期耐盐能力最低, 拔节后, 特别是灌浆成熟期为较耐盐阶段; 棉花苗期为低耐盐阶段, 现蕾期为高耐盐阶段; 玉米苗期为低耐盐阶段, 灌浆期为较耐盐阶段^[10]。因此, 不同作物以及同种作物在其不同生育阶段对微咸水的水质水量要求不同。

油葵 (*Helianthus annuus* L.) 是一种耐旱、耐盐碱、耐瘠薄, 且有较高经济价值的油料作物, 作为我国四大油料作物之一, 有着广泛的种植面积。关于油葵的耐盐性研究, 前人做了大量的工作, 但大多数

研究主要集中于不同盐渍化程度土壤对油葵生长发育及产量特征的影响^[11-13], 然而关于微咸水灌溉对油葵生长发育过程及产量的影响, 目前国内外尚缺乏相关研究。因而确定油葵不同生育期所适宜的微咸水水质及水量标准, 研究制定合理的油葵微咸水灌溉制度对于微咸水广泛分布地区具有重要的意义。油葵从植株顶部出现直径 1 cm 左右的星状蕾, 至田间 75% 左右的舌状花开放的时期称为蕾期。蕾期是油葵整个生育期中生长最旺盛的时期, 也是需水需肥最多的时期, 油葵蕾期的生长决定着最终产量的高低。本文主要研究油葵蕾期采用不同矿化度的微咸水进行灌溉后其植株生长状况、产量以及土壤盐分分布状况, 确定一个既能保证油葵产量又能保证土壤安全性的油葵蕾期灌溉水矿化度的上限值, 旨在为农业生产提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况与试验设计

本试验于 2007 和 2008 年在中科院静海农业节水示范基地进行。该试验基地位于天津市静海县, 距静海县城 15 km。该地区属于温带半湿润大陆季风型气候, 全年平均气温为 11.9℃, 多年平均降水量约为 500~690 mm, 降水量年内分配不均, 年际变化大。该地区干旱缺水, 淡水资源严重不足, 但浅层

收稿日期: 2009-02-08

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KSCX2-YW-N-003); 国家自然科学基金项目 (50879067)

作者简介: 毕远杰 (1979—), 女, 内蒙古赤峰人, 博士研究生, 主要从事微咸水灌溉与土壤盐运移理论研究。E-mail: byuanjie@163.com。

通讯作者: 王全九 (1964—), 男, 内蒙古丰镇人, 教授, 博士生导师, 主要从事土壤物理与溶质运移方面研究。E-mail: wquanjiu@163.com。

地下咸水与微咸水资源分布广泛,储量较大,易于开采。根层及犁底层土壤质地均为黏壤土。供试油菜品种为 G101。

为了研究蕾期不同矿化度的微咸水对油菜生长及土壤水盐分布情况的影响,采用田间试验的方式,将微咸水矿化度划分为 5 个水平,即淡水、3 g/L、4 g/L、5 g/L、6 g/L,并以蕾期缺水处理作为对照(CK)。试验共布设试验小区 18 个,小区面积均为 6.6 m²(3.3 m×2.0 m),小区之间用 0.6 m 深的厚塑料布隔开以防止侧渗。试验采用随机区组设计,每个处理设 3 次重复。播前将试验小区进行 20~30 cm 翻耕,并施磷酸二铵,施肥量 300 kg/hm²;油菜株距 30 cm,行距 50 cm,播种深度 3~4 cm。

两年度的底墒水灌水定额均为 450 m³/hm²,全部处理均采用淡水灌溉;蕾期水灌水定额均为 600 m³/hm²;由于 2007 年 9 月份该地区雨水较充沛,花期及成熟灌浆期均未进行灌溉。2008 年加灌花期

水,灌水定额 600 m³/hm²,全部处理均采用淡水灌溉。

1.2 观测内容

每次灌水前后以及收割后采用土钻法分层取土,每 20 cm 为一层,取土总深度为 120 cm。采用烘干法测定土壤含水量;采用电导率法测定土壤全盐量;油菜收割前测定其株高、茎粗;各小区单独收割,脱粒、晒干后计产;并随机取样测定其盘粒数、百粒重、空壳率等。

1.3 试验水质

不同矿化度的灌溉水由深层地下水和浅层地下水调配而成,每次灌水前使用电导仪标定地下水矿化度。由于地下水水质随季节的变化具有一定的波动性,各次灌水时灌溉水中各离子含量不完全相同,但微咸水总矿化度均控制为试验设计值左右。各次灌水前地下水水质指标列于表 1 中。

表 1 地下水水质指标
Table 1 Quality index of groundwater

项 目 Items	2007						2008					
	矿化度 Total salinity (g/L)	电导率 Conductivity (mS/cm)	Na ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	矿化度 Total salinity (g/L)	电导率 Conductivity (mS/cm)	Na ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
底墒水 Seed receding water	1.51	1.90	466	12	9	249	1.14	1.42	421	35	10	342
现蕾水 Bud stage water												
浅层地下水 Shallow ground water	7.99	10.11	1763	405	275	1065	7.42	9.28	1691	421	254	1033
深层地下水 Deep ground water	1.33	1.66	483	41	10	568	1.08	1.35	403	24	11	294
灌浆水 Milk filling stage water	—	—	—	—	—	—	1.17	1.46	417	27	13	311

2 结果与分析

2.1 土壤水盐状况分析

对试验小区油菜根系分布特征分析发现油菜根系埋深较浅,地表 40 cm 以下几乎不再有根系分布,因此,研究过程中认为 0~40 cm 为油菜的主根层。以下主要针对于油菜主根层的土壤水盐状况进行分析。

图 1 给出了 2007 年和 2008 年两个年度各处理油菜主根层土壤含水量在蕾期水后的变化情况。从图中可以看出,除 CK 外,蕾期灌水后两天其他各处理土壤含水量无显著差别,随着土面蒸发及植株蒸腾作用的进行,油菜主根层土壤含水量逐渐减小。在这个过程中,各处理之间土壤含水量的差异性逐渐显现出来,灌溉后 17 d,土壤含水量表现为随灌溉

水矿化度的增大而逐渐增大的趋势。这主要是由于微咸水在增加土壤含水量同时也带入土壤一定量的盐分,灌溉结束后,随着蒸腾蒸发,土壤含水量不断降低,当土壤含水量降低到某一值,灌溉水矿化度较高的处理土壤水势减小到一定程度开始抑制油菜根系吸水,致使植株蒸腾量减小,矿化度较低的处理土壤水势仍然较高,不影响油菜根系吸水,这样高矿化度处理的总腾发量开始小于低矿化度以及淡水的处理,并且随着蒸腾蒸发的继续进行与土壤含水量的不断降低,这种抑制作用越来越明显,直到降雨或下次灌水之前。外界蒸发条件基本相同的情况下,植株蒸腾量的降低导致油菜总腾发量减小,所以对于高矿化度的处理,油菜总腾发量相对较小,因此其主根层的土壤含水量相对较高。

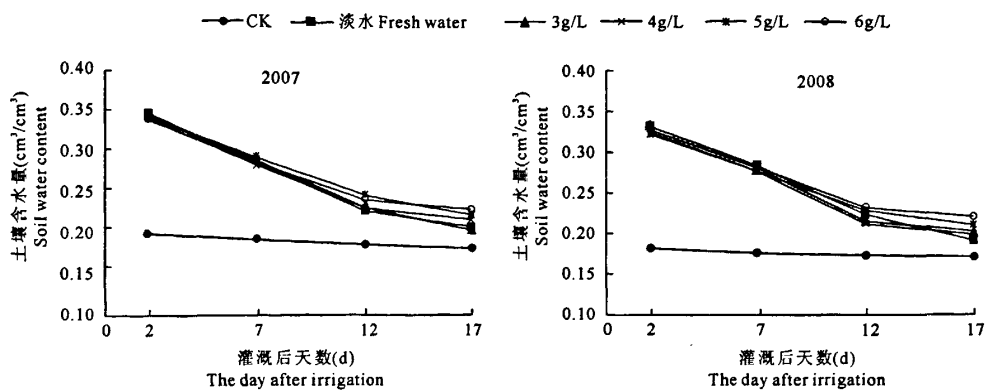


图 1 蕾期水后油葵主根层土壤含水量变化

Fig.1 Soil moisture content of *Helianthus annuus* taproot layer after bud stage irrigation

2007 年 9 月 18 日,即蕾期水后 20 d 降雨 14.3 mm;2008 年 8 月 12 日,即蕾期水后 18 d 灌花期水,灌水定额 600 m³/hm²,全部处理均采用淡水灌溉。全生育期结束后,各处理油葵主根层土壤含水量列于表 2 中。从表中可以看出,生育期结束后,各处理的土壤含水量无显著差异。

图 2 给出了各处理主根层土壤含盐量在油葵整

个生育期的变化情况。从图中可以看出,蕾期水后,随着灌溉水矿化度的增大,油葵主根层土壤含盐量呈现逐渐增大的趋势;收割后,各处理均无明显的积盐或脱盐现象,土壤含盐量在初始值上下波动。这主要是由于后期的降雨或灌溉补充土壤含水量的同时淋洗了土壤中的盐分。图 2 各处理土壤含盐量的变化趋势,正是对表 2 现象最好的解释。

表 2 生育期结束后各处理油葵主根层土壤含水量 (cm³/cm³)

Table 2 Soil moisture content of *Helianthus annuus* taproot layer after growth duration finished

年份 Year	处理 Treatments					
	CK	淡水 Fresh water	3 g/L	4 g/L	5 g/L	6 g/L
2007	0.239	0.242	0.239	0.245	0.238	0.243
2008	0.267	0.270	0.265	0.264	0.267	0.263

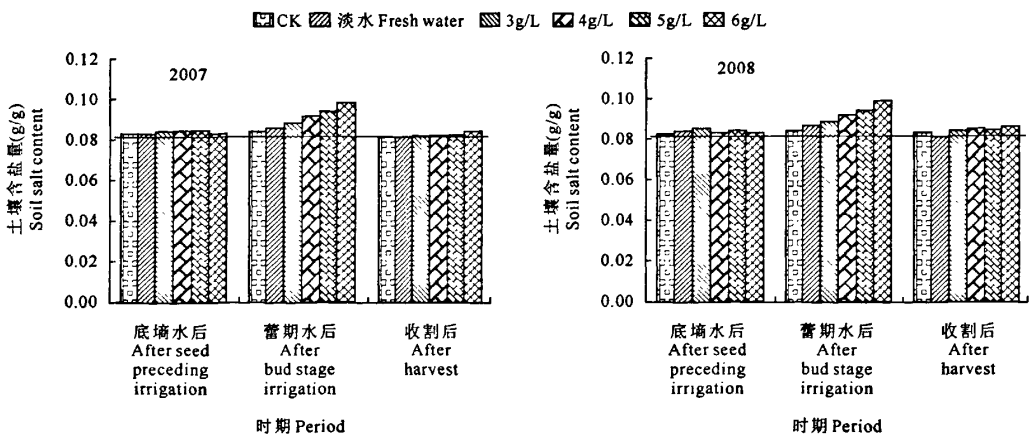


图 2 油葵主根层含盐量的变化

Fig.2 Soil salt content of *Helianthus annuus* taproot layer in growth duration

2.2 蕾期灌溉水矿化度对油葵生长状况的影响

株高和茎粗都是反映作物生长状况的有效指标,表 3 给出了油葵收获前各处理的株高和茎粗情

况。从表 3 中可以看出,两年的试验均表现为 3 g/L 处理油葵株高及径粗值最大,CK 处理最小。以 2007 年的株高值为例说明统计分析的结果,淡水、3

g/L 及 4 g/L 处理间油葵株高值差异不显著;5 g/L 处理较 3 g/L 处理及 4 g/L 处理显著减小,但与淡水处理之间的差异性不显著;6 g/L 处理及 CK 与前几

个处理之间均达到了显著性差异,且二者之间的差异性显著。茎粗值及 2008 年的株高值与 2007 年株高值表现出来的规律相似。

表 3 蕾期灌溉水质对油葵株高及茎粗的影响(cm)

Table 3 Effect total salinity of bud stage irrigation water on plant height and stem diameter of *Helianthus annuus*

项目 Items	2007						2008					
	CK	淡水 Fresh water	3 g/L	4 g/L	5 g/L	6 g/L	CK	淡水 Fresh water	3 g/L	4 g/L	5 g/L	6 g/L
株高 Plant height	111.2d	136.2ab	141.1a	138.2a	129.5b	121.2c	113.0d	144.5ab	145.1a	143.2ab	137.5b	128.1c
茎粗 Stem diameter	1.89d	2.33a	2.36a	2.33a	2.15b	2.02c	1.91d	2.58a	2.62a	2.51ab	2.43bc	2.31c

注:不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

Note: Different letters are significantly different at 5% levels. The same as below.

2.3 蕾期灌溉水矿化度对油葵产量构成因素及产量的影响

蕾期采用微咸水灌溉后,油葵经历了不同程度和时间的盐分胁迫,加之微咸水中特殊的离子效应,因而对最终产量形成因素及产量都造成了一定的影响。表 4 列出了采用不同矿化度的微咸水灌溉后油葵产量构成因素及产量。从产量构成因素来分析,不同矿化度微咸水灌溉对盘粒数、百粒重以及空壳率均有一定程度的影响。产量是评价各种因子对作物胁迫作用的最重要指标,两年的实收测产结果表

明:3 g/L 处理盘粒数、百粒重均超过淡水处理,空壳率也不同程度降低;2007 年 4 g/L、5 g/L、6 g/L 及 CK 处理的产量较淡水处理则分别下降了 0.24%、2.79%、8.37%、28.72%,2008 年 4 g/L、5 g/L、6 g/L 及 CK 处理的产量较淡水处理则分别下降了 0.54%、2.70%、7.02%、27.66%,即蕾期水矿化度越大,其减产程度越大,且随着底墒水矿化度的增大,其减产的幅度逐渐增大,蕾期缺水处理的减产量均大于各微咸水处理。

表 4 蕾期灌溉水水质对油葵产量及产量构成因素的影响

Table 4 Effect salinity of bud stage irrigation water on formative factor of yield and yield of *Helianthus annuus*

项目 Items	2007						2008					
	CK	淡水 Fresh water	3 g/L	4 g/L	5 g/L	6 g/L	CK	淡水 Fresh water	3 g/L	4 g/L	5 g/L	6 g/L
盘粒数(粒) Number of seeds of one disc	911c	1142a	1156a	1141a	1111ab	1077b	921c	1157a	1169a	1143a	1122ab	1084b
百粒重(g) Weight of one hundred grain	4.62c	5.12a	5.13a	5.11a	5.08ab	4.86b	4.71b	5.15a	5.16a	5.13a	5.09a	4.91ab
空壳率(%) Ratio of deaf nut	7.31a	5.33d	5.17d	5.34d	5.89c	6.37b	7.25a	5.31c	5.12c	5.24c	5.76b	5.99b
产量(kg/hm ²) Yield	2325c	3262a	3327a	3255a	3171ab	2989b	2411c	3333a	3379a	3315a	3243ab	3099b

显著性分析显示,6 g/L 处理及 CK 处理较其他各处理产量差异达到了显著性水平,且二者之间的差异显著;5 g/L 处理产量与淡水、3 g/L、4 g/L 处理均无显著差异,而显著高于 CK 产量。因此在油葵蕾期采用矿化度为 5 g/L 以下的微咸水进行灌溉时,均不会使油葵产量显著降低。在淡水资源不足或有限的情况下,6 g/L 也可以考虑用于在油葵蕾期补充灌溉,虽然会造成一定程度的减产,但与蕾期缺水的情况相比较,在不显著增大土壤含盐量的情况

下仍然可以较大程度提高产量。作者建议油葵蕾期水矿化度大于 5 g/L 时,若蕾期无降雨或降雨量较小不足以对油葵主根层土壤盐分起到淋洗的作用,将花期水时间提前,尽量缩短蕾期的胁迫时间,这样将会有利于提高油葵各项生长参数和产量。

3 结论与讨论

通过对蕾期实施以不同矿化度微咸水灌溉后土壤水盐分布状况及油葵生长参数、产量特征的研究,

主要得出以下几点结论:油葵整个生育期结束时,淡水及各微咸水处理油葵主根层土壤含盐量均达到底墒水前的初始值附近,无显著的脱盐与积盐现象;蕾期采用 3 g/L 的微咸水灌溉,对油葵生长非但不会造成抑制,反而还有一定的促进作用,使其株高、茎粗、盘粒数、百粒重及产量均超过淡水处理;其余处理产量较淡水处理均有不同程度的降低,6 g/L 及蕾期缺水处理减产显著;油葵蕾期采用矿化度为 5 g/L 以下的微咸水进行灌溉,油葵产量均不会显著降低。在淡水资源不足或有限的情况下,6 g/L 也可以考虑用于油葵蕾期灌溉,虽然会造成一定程度的减产,但与蕾期缺水的情况相比较,在不显著增大土壤含盐量的情况下仍然可以较大程度提高产量。

任何土壤都含有一定的盐分,即便是非盐渍化土壤。非盐渍化土壤中,少量盐分的存在,能刺激某些作物的生长,起到增产的作用。但当土壤或灌溉水盐分含量超过一定限度后,就会抑制植物生长,导致其减产,并使其品质变劣^[14]。张展羽等^[15]在水稻和小麦上的研究发现,灌溉中少量的盐分并没有对作物的生长和产量产生明显的不良影响,他们又以玉米为试验,研究了不同浓度 NaCl 微咸水灌溉对于玉米的出苗生长和生理性状的影响,结果表明:3 g/L 是灌溉水中 NaCl 含量的上限,在含盐量低于 3 g/L 的情况下,盐分对苗期玉米的生长有不同程度的促进作用,尤其是地上部分增加显著;超过 3 g/L 时,则会对作物生长产生危害。Stevinninck 和 Karin 等人在研究中也发现,轻微的盐分胁迫能够刺激某些作物生长^[16]。与淡水处理相比较,微咸水处理带人土壤一定量的盐分,使土壤溶液浓度增大,产生盐分胁迫,从而使植株根系吸水受阻,土壤水盐状况不能改变作物生长轨迹和整体形态,但却可以改变干物质在根、冠之间的分配^[17],作物借助本身的自调节功能,向根部提供更多的光合产物,促进根系生长,弥补其受阻的吸水功能;由于蕾期水以后全部处理均采用淡水进行灌溉(或通过降雨补充土壤水分),因此下一次灌水(或降雨)后,盐分胁迫解除或者被降低,此时植株会进行自身调节,在最大范围内补偿前期所受到的抑制。在本文中,当灌溉水矿化度小于 4 g/L 时,灌溉水中少量的盐分非但没有抑制油葵的生长,反而刺激了根系发育,使根系吸收能力增强,导致生育期结束时,微咸水处理的株高、茎粗甚至会大于淡水处理;当微咸水矿化度大于 4 g/L 时,矿化度越大,对油葵的抑制作用越显著,这主要是由于植株自适应调节具有其作用限度,胁迫程度

小、胁迫时间短,则植株受到的抑制越小,因此自适应调节效果越明显,反之则效果越差。随着底墒水矿化度的增大,蕾期胁迫程度加大,胁迫时间变长,由此产生的对植株的抑制作用增强,以至于一次灌水(或降雨)后,虽然胁迫程度被解除或降低,但依然不能被完全弥补。

参考文献:

- [1] Oster J D. Irrigation with poor quality water[J]. *Agricultural Water Manage.* 1994, 25: 271—275.
- [2] Fang Sheng, Chen Xiuling. Using shallow saline groundwater for irrigation and regulating for soil salt-water regime [J]. *Irrigation and Drainage Systems*, 1997, 11: 1—14.
- [3] Youssef R, Mariateresa C, Elvira R, et al. Comparison of the sub-irrigation and drip-irrigation systems for greenhouse zucchini squash production using saline and non-saline nutrient solutions[J]. *Agricultural Water Management*, 2006, 82: 99—117.
- [4] Murtaza G, Chafoor A, Qadir M. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton wheat rotation[J]. *Agricultural Water Management*, 2006, 81: 98—114.
- [5] 王丹,康跃虎,万书勤.微咸水滴灌条件下不同盐分离子在土壤中的分布特征[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(2): 83—87.
- [6] 郑九华,冯永军,于开芹,等.秸秆覆盖条件下微咸水灌溉棉花试验研究[J]. *农业工程学报*, 2002, 18(4): 26—31.
- [7] 王卫光,王修贵,沈荣开,等.河套灌区咸水灌溉试验研究[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(5): 92—96.
- [8] 管孝艳,杨培岭,吕焯.咸淡水交替灌溉下土壤盐分再分布规律的室内实验研究[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(5): 88—92.
- [9] Abdel Gawad G, Arslan A, Gaihe A, et al. The effects of saline irrigation water management and salt tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria(1999 ~ 2000)[J]. *Agricultural Water Management*, 2005, 78: 39—53.
- [10] Maas E V, Hoffman G F. Crop salt tolerance[J]. *ASCE J Irrig Drain Div*, 1977, 103: 115—134.
- [11] 邓力群,刘赵普,程爱武,等.不同盐分滨海盐土上油葵的氮磷肥效应研究[J]. *中国油料作物学报*, 2002, 24(4): 61—64.
- [12] 何程刚.油葵品种在盐碱地的生态适应性研究[J]. *种子*, 2004, 23(5): 6—7.
- [13] 孔东,史海滨,陈亚新,等.水盐胁迫对向日葵幼苗生长发育的影响[J]. *灌溉排水学报*, 2004, 23(5): 32—35.
- [14] Salinity Laboratory Staff U S. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils[M]. Washington D C: U. S. Gov Print Office, 1954.
- [15] 张展羽,郭相平.微咸水灌溉对苗期玉米生长和生理性状的影响[J]. *灌溉排水*, 1999, 18(1): 18—22.
- [16] Karin, et al. The effect of NaCl on growth, dry mater allocation and ion uptake in salt marsh and inland population of *America Maritima* [J]. *New Phytol*, 1997, 135: 213—225.
- [17] 李彦,张英鹏,孙明,等.盐分胁迫对植物的影响及植物耐盐机理研究进展[J]. *植物生理科学*, 2008, 24(1): 258—265.

Adaptability study on salinity of irrigation water to bud stage of *Helianthus annuus*

BI Yuan-jie¹, WANG Quan-jiu^{1,2}, XUE Jing¹

(1. Xi'an University of Technology, Institute of Water Resources and Hydro-electric Engineering, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: To study the adaptability on salinity of irrigation water to bud stage of *Helianthus annuus*, the field plot experiments have been adopted, and salinity of irrigation water for increasing soil water in bud stage have been divided into five levels (fresh water, 3 g/L, 4 g/L, 5 g/L, 6 g/L), the water shortage in bud stage treatment as contrast. The results show that soil salinity of 0 ~ 40 cm soil horizon of all treatments have reached the near of initial value without notable desalination or salification when growth duration finished. Using the saline water whose total salinity is 3 g/L, the growth of *Helianthus annuus* not only haven't been restrained but also have been stimulated with plant height and stem diameter, the number of one disc's grain, hundred weight of grain and yield, are all greater than the ones of fresh water treatment. The yield of *Helianthus annuus* will not drop notably using water with total salinity under 5 g/L to irrigate on bud stage. On the condition of freshwater resource shortage, the water whose total salinity is near to 6 g/L can be take into account to irrigate *Helianthus annuus* on its bud stage with a increase of production and without increase of soil salt content compared with water shortage treatment.

Key words: saline water; irrigation; *Helianthus annuus*; bud stage

(上接第 26 页)

Study on suitable crop-pan coefficients during early florescence for drip-irrigated muskmelon under film mulch in greenhouse

WANG Jia-peng, CAI Huan-jie, WANG Jian, KANG Min

(Key Laboratory of Agricultural Soil and Water Engineering in Arid Area of Ministry of Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the irrigation interval of 2 days, this study was conducted to evaluate the effects of different plant-pan coefficient ($K_p = 0.45, 0.60, 0.75$ and 0.90) on the growth and physiological characteristics of drip-irrigated muskmelon under film mulch in greenhouse. Irrigation quantities were determined by water surface evaporation (Epan) measured by a standard 0.2 m diameter pan. The results showed that: (1) The ground temperature (15 cm) of muskmelon was remarkably influenced by different water treatments. Among them, the treatments of T2 and T3 were more suitable to the growth of muskmelon; (2) The leaf size and development of muskmelon was greatly influenced by different water treatments. Based on the interval of 2 days, keeping the plant-pan coefficient (K_p) as 0.6 not only were of advantage to the development of leaf, but also obtained the maximal leaf area; (3) Through analyzing plant height, stem diameter/plant height, biomass, root/shoot, leaf water status, leaf photosynthetic index, the results indicated that keeping the plant-pan coefficient (K_p) as 0.6 was more suitable to the development of drip-irrigated muskmelon under film mulch in greenhouse. Water saving and efficient management was reached in the treatment of T2.

Key words: muskmelon; greenhouse; drip irrigation; leaf area; model