

# 海涂海水灌溉对鲁梅克斯植物生长的影响\*

刘兆普<sup>1</sup> 邓力群<sup>1</sup> 沈其荣<sup>1</sup> 陈铭达<sup>1</sup> 刘玲<sup>1</sup>  
刘友良<sup>2</sup> 王洪军<sup>3</sup> 王建华<sup>3</sup>

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

(2 南京农业大学农学院, 南京 210095)

(3 南京农业大学山东莱州 863 中试基地, 山东莱州 261400)

## EFFECTS OF SEAWATER IRRIGATION ON THE GROWTH OF RUMEX PLANT

Liu Zhao-pu<sup>1</sup> Deng Li-qun<sup>1</sup> Shen Qi-rong<sup>1</sup> Chen Ming-da<sup>1</sup> Liu Ling<sup>1</sup>  
Liu You-liang<sup>2</sup> Wang Hong-jun<sup>3</sup> Wang Jian-hua<sup>3</sup>

(1 College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

(2 Agricultural College, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

(3 Experiment Base of "863" of Laizhou, Laizhou, Shandong 261400, China)

关键词 海水灌溉, 鲁梅克斯

中图分类号 S275.3

为高效持续利用海水与滨海盐土资源, 缓解海水养殖废水直接排放对海洋的污染, 课题组从 1995 年开始, 收集、引进和筛选了一些具有经济开发前景的耐盐植物, 对其生物学、生态学特性进行了研究<sup>[1]</sup>, 并在我国海南乐东、江苏大丰、山东莱州三个典型气候带海涂进行海水灌溉试验, 探索海水灌溉对耐盐植物生长发育、滨海盐土演变的影响及其对海水养殖废水的净化能力。本文仅就山东莱州田间小区海水灌溉鲁梅克斯(*Rumex patientia* R. *Tianschanicus*, cv. *Rumex K-1*) 的试验结果进行讨论。

### 1 试验设计方案及研究方法

#### 1.1 试验设计方案

试验共设 5 个海淡水混合比例处理: I, 0:1; II, 1:9; III, 1:3; IV, 1:1; V, 不灌溉。每个处理 3 次重复, 随机区组排列, 2000~2001 年在南京农业大学山东 863 中试基地进行, 小区面积 2.5 m × 6 m, 每年灌溉两次, 每次每小区灌溉量为 1.00 m<sup>3</sup>。当地海水 pH 为 8.30, 含盐量为 33.326 g L<sup>-1</sup>。供试土壤基本性状见表 1, 40~200 cm 土层的土壤 pH 在 7.50~8.12, 含盐量在 6.89~13.87 g kg<sup>-1</sup>。

#### 1.2 采样方法

1.2.1 植株采样 每小区中间增加两行鲁梅克斯, 其面积不计算在小区面积内。每次均在此两行内采植株样品。

1.2.2 土壤采样 每小区内按对角线法采土样后按小区分层混合备用。

#### 1.3 分析方法

土壤有机质用重铬酸钾外加热法; 土壤全氮用半微量克氏法; 碱解氮用碱解蒸馏法; 速效磷用

\* 国家 948 项目(201030)、国家 863 计划海洋生物技术专题项目(2001AA627040)资助

收稿日期: 2002-06-25; 收到修改稿日期: 2002-11-20

0.5 mol L<sup>-1</sup> NaHCO<sub>3</sub> 浸提- 钼锑抗比色法; 缓效磷用 Colwell P 减去速效磷法; 速效钾用 1 mol L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>OAc 浸提- 火焰光度法; 缓效钾用 1 mol L<sup>-1</sup> 热 HNO<sub>3</sub> 浸提- 火焰光度法; 土壤水用水分传感器(水银柱)法。

表 1 供试土壤基本性状

剖面深度 (cm)	pH	含盐量 (g kg <sup>-1</sup> )	有机质 (g kg <sup>-1</sup> )	全氮 (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	碱解氮 (mg kg <sup>-1</sup> )	速效磷 (mg kg <sup>-1</sup> )	缓效钾 (mg kg <sup>-1</sup> )	速效钾 (mg kg <sup>-1</sup> )
0~ 20	7.55	3.79	11.97	0.79	8.24	89.94	5.90	558.90	81.70
20~ 40	7.50	4.01	5.07	0.35	8.40	31.82	1.27	431.50	43.30

## 2 结果与讨论

### 2.1 海水灌溉对鲁梅克斯产量的影响

鲁梅克斯于 2000 年 4 月 25 日播种, 当年 10 月 4 日按小区第一次刈割茎叶, 并称重, 产量列于表 2, *F* 检验各处理间差异显著(处理间 *F* 为 14.22, *F*<sub>0.05</sub> = 3.84, *F*<sub>0.01</sub> = 7.01)。表 3 反映了不同比例海淡混合水灌溉对鲁梅克斯茎叶产量的影响。

表 2 不同处理鲁梅克斯茎叶产量统计(鲜重, kg hm<sup>-2</sup>)

处理	重 复			Ti <sup>2)</sup>	Xi <sup>2)</sup>
	1	2	3		
I	40 002.0	41 335.4	43 002.2	124 339.6	41 446.5
II	43 335.5	43 335.5	45 002.3	131 673.3	43 891.1
III	39 002.0	42 002.1	38 335.3	119 339.4	39 779.8
IV	35 335.1	36 668.5	35 001.8	107 005.4	35 668.5
V	20 112.2	18 995.7	21 005.8	60 113.7	20 037.9
Tr <sup>1)</sup>	177 786.8	182 337.2	182 347.4	542 471.4	—
Xr <sup>1)</sup>	35 557.4	36 467.4	36 469.5	—	36 164.8

1) 为每个重复产量之和及其平均值; 2) 为每个处理产量之和及其平均值

LSR 检验表明, 不灌溉(V)对鲁梅克斯茎叶的减产相对于其它处理达到极显著水平, 在半干旱地区即使用 1:1 比例(IV)的海淡混合水灌溉也比不灌溉增产 80% 左右。这是因为当年在鲁梅克斯整个生长期该地区仅降雨 203.9 mm, 水分成为抑制鲁梅克斯生长的主要因子。

表 3 不同处理对鲁梅克斯茎叶产量的影响

处理	产 量 (kg hm <sup>-2</sup> )	差异显著性 <sup>1)</sup>	
		0.05	0.01
II	43 891.1	a	A
I	41 446.5	ab	AB
III	39 779.8	b	B
IV	3 5668.5	c	C
V	20 037.9	d	D

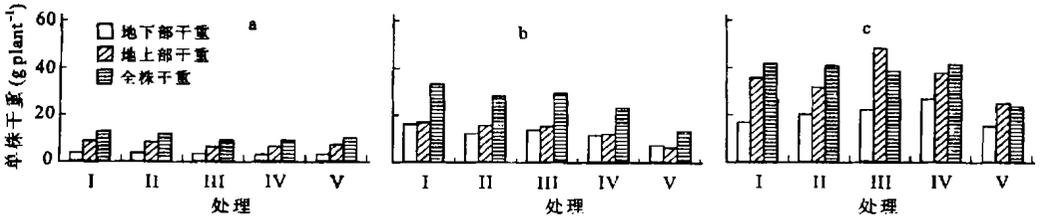
1) 小写字母表示处理间显著性差异, 大写字母表示处理间极显著差异

表 3 表明, 在灌溉处理中, 全淡水灌溉处理(I)与 1:9(II)、1:3(III)比例海淡混合水灌溉处理第 1 年鲁梅克斯茎叶产量没有显著差异, 海淡混合水比例达到 1:1(IV)时, 鲁梅克斯茎叶产量与其它灌溉处理比较, 减产显著, 减产幅度约 14%。而对于鲁梅克斯整个生物产量(根与茎叶总量), 各灌溉处理间没

有显著差异。这主要是高矿化与高钠吸附比(SAR)水灌溉抑制了鲁梅克斯茎叶的生长。肖振华等<sup>[2]</sup>的灌溉水质研究结果证明不同作物对高矿化水灌溉的不同反应。

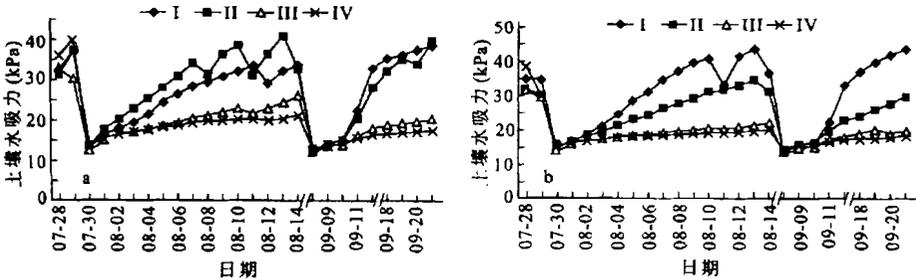
### 2.2 海水灌溉对鲁梅克斯生长发育的影响

图 1 反映了不同比例海淡混合水灌溉处理鲁梅克斯生长发育的变化。7 月 28 日第 1 次按方案进行灌溉, 至 9 月 8 日这段时间内, 随着海水比例的提高, 无论是根还是茎叶, 其干重均呈下降的趋势。但总体上来讲, 对根部影响小于对茎叶的影响。第 1 次灌溉后鲁梅克斯的苗期生长情况证明了鲁梅克斯苗期耐盐能力较低<sup>[3]</sup>。随着鲁梅克斯进入叶簇期, 9 月 8 日进行了第 2 次灌溉处理。其结果与苗期阶段发生明显的变化, 鲁梅克斯根的生长量, 全淡水灌溉处理(I)与 I 9(II)、I 3(III) 两处理生长量没有差异, 而 I 1(IV) 比例海淡混合水灌溉处理鲁梅克斯根的生长量大于其它灌溉处理, 这可能是由于高比例海水灌溉使土壤水分蒸发降低, 土壤中保持了较高的水分, 致使高比例海水灌溉下鲁梅克斯根部生长好于其它处理, 而其茎叶生长量随着灌溉水中海水比例的增加仍呈下降趋势, 这与小区实收的产量相吻合。



a, b, c 的处理日期分别为 7 月 28 日、9 月 8 日、10 月 4 日  
图 1 海水灌溉鲁梅克斯单株地下部、地上部与全株干重

同样的灌溉处理对鲁梅克斯不同生育期生长的影响产生如此明显的差异, 其主要原因是不同生育期海水灌溉对鲁梅克斯的影响机制不同。对植物产生盐害的主要原因是水分胁迫、离子毒害和养分离子不平衡<sup>[5]</sup>, 这些作用往往相互结合在一起, 对植物产生共同影响, 在不同的条件下对不同植物来讲, 其影响过程及其程度也不尽相同。正由于鲁梅克斯苗期耐盐性低而进入叶簇期耐盐程度提高这一生物学特征<sup>[3]</sup>, 而导致同样的海水灌溉处理对苗期与叶簇期的反应不同, 鲁梅克斯苗期根部生长量为 I > III > II > IV, 而叶簇期则 IV > I > III > II, 生物量为 I = IV > II > III。从鲁梅克斯后期田间叶面积指数及光合速率的变化(表 4、表 5) 来看, 灌溉 40 d 后, 即使用 I 1 比例海淡混合水灌溉, 鲁梅克斯叶面积指数与 I 3(III)、I 9(II) 乃至全淡水灌溉(I) 也未产生明显差异, 光合速率也是如此。由于鲁梅克斯苗期耐盐性较低, 因此海水灌溉引起的盐害成为鲁梅克斯苗期生长的主要影响因子; 随着鲁梅克斯生长进入叶簇期, 其耐盐能力提高, 海水灌溉形成的新的盐分平衡不致于对鲁梅克斯产生严重的盐害, 而土壤中的水分胁迫转化成为影响鲁梅克斯生长的主要制约因素。



a: 不同处理表土下 5 cm 处水分动态变化; b: 不同处理表土下 15 cm 处水分动态变化  
图 2 不同处理各土层土壤水分动态变化

图1中I:1比例海淡混合水灌溉处理(IV)鲁梅克斯在第1年根部干重最高,其主要原因可能是在高矿化水灌溉下,干旱地区土壤水分胁迫在某种程度得到一定的缓解。根据田间小区不同处理土壤中水分变化特征(图2)不难发现,随着海水比例的提高,土壤中水的保蓄能力大大增强,每次灌溉后随着时间的推移,土壤中含水量差异越来越大,至10~15d,I:1(IV)比例海淡混合水灌溉处理中土壤含水量为全淡水灌溉处理的2倍左右,这主要是高矿化水灌溉显著降低土壤水的蒸发<sup>[5,6]</sup>。这就明显地缓解因干旱产生的水分胁迫对鲁梅克斯生长的影响。同时土壤中较高的含水量又可缓解盐分对植物的危害<sup>[7]</sup>。

表4 不同处理的鲁梅克斯叶面积指数的变化(9月8日田间测定值)

处理	叶面积指数	差异显著性 <sup>1)</sup>	
		0.05	0.01
III	3.63	a	A
IV	3.40	ab	A
I	3.30	b	A
II	3.23	bc	A
V	1.97	d	B

1) 小写字母表示显著性差异检验,大写字母表示极显著性差异。SE=0.09, n=3

表5 不同处理鲁梅克斯光合速率变化(9月8日田间测定值)

处理	光合速率 (CO <sub>2</sub> , mg cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	差异显著性 <sup>1)</sup>	
		0.05	0.01
III	30.90	a	A
II	30.83	a	A
I	30.17	a	A
IV	30.13	a	A
V	17.40	b	B

1) 小写字母表示显著性差异检验,大写字母表示极显著性差异。SE=4.29, n=3

综上所述,在海涂用一定比例的海淡混合水灌溉耐盐经济作物,从植物生长上看,只要方法得当,用量适宜,仍可获得满意的经济产量与生物产量。

## 参考文献

- 刘兆普,沈其荣,尹金来,等著. 滨海盐土农业. 北京: 中国农业科技出版社, 1998. 208~214
- 肖振华,万洪富,郑莲芬. 灌溉水质对土壤化学特征和作物生长的影响. 土壤学报, 1997, 34(3): 272~284
- 董宝娣,刘小京,董文琦,等. 近滨海区鲁梅克斯 K-1 杂交酸模的引种及耐盐性研究. 干旱地区农业研究, 2000, 18(4): 121~126
- 张福锁主编. 植物营养生理生态学和遗传学. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. 208~209
- 刘兆普,沈其荣,尹金来,等著. 滨海盐土农业. 北京: 中国农业科技出版社, 1998. 81~83
- 王遵亲,祝寿泉,俞仁培,等著. 中国盐渍土. 北京: 科学出版社, 1993. 327
- 刘兆普,沈其荣,邓力群,等. 滨海盐土水、旱生境下田菁生长及其对盐土肥力的影响. 土壤学报, 1999, 36(2): 267~275