

不同施肥配比对宁夏盐碱土壤油用向日葵产量的影响

陈 萍¹, 何文寿²

(1. 宁夏农垦农林牧技术推广服务中心, 宁夏 银川 750011; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 研究了不同施肥配比对宁夏盐碱土壤向日葵产量的影响, 建立了一元二次肥料效应函数方程。结果表明: 对碱化土壤施氮量达到 10.56 kg/667m² 时, 产量达到最大值 183.2 kg/667m²; 当施磷量达到 5.71 kg/667m² 时, 产量达到最大值 156.9 kg/667m²; 最高产量施肥配方氮磷钾配比为 10.56:5.71:3, 最佳经济产量施肥配方氮磷钾配比为 7.51:4.44:3。对盐化土壤当施氮量达到 10.51 kg/667m² 时, 产量达到最大值 222.6 kg/667m²; 当施磷量达到 5.78 kg/667m² 时, 产量达到最大值 195.8 kg/667m²; 最高产量施肥配方氮磷钾配比为 10.51:5.78:3, 最佳经济产量施肥配方氮磷钾配比为 7.47:4.49:3。

关键词: 盐碱地; 向日葵; 施肥量; 生长性状

中图分类号: S147.21; S565.5 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-7601(2011)01-0108-07

宁夏回族自治区位于西北地区东部、黄河中上游, 地处中温带半干旱、干旱区, 降水稀少, 蒸发强烈, 容易形成盐碱地。据 1985 年第二次土壤普查结果, 宁夏地区有盐土 13.7 万 hm², 碱土 1.6 万 hm²[1-5]。油用型向日葵 (*Helianthus annuus* L.) 被誉为盐渍土上的先锋作物, 具有耐干旱、耐瘠薄、耐盐碱、经济价值高等特点, 是用于开发盐碱地的少数经济作物之一, 也是生物治理盐碱的首选作物之一[6,7]。油葵在合适的氮磷条件下, 在滨海盐土上获得的产量并不低于山西运城及甘肃景泰等农区的最高产量[8-10]。由此可见, 一定范围内的含盐量不是限制油葵生产的主要因素, 只要有充足的氮磷营养, 油葵亦能取得高产。张喜印等研究表明在盐渍化土壤上种植向日葵, 氮磷钾配施有显著的增产作用; 但是, 单位面积施氮量超过一定量时, 则产量下降[11]。目前对于宁夏地区不同土壤类型向日葵吸收氮磷钾养分数及特点研究较少, 因此, 在施肥实践中还存在凭经验盲目施肥的现象。本试验是在施

用脱硫渣、改良剂和有机肥条件下, 在 2008 年试验确定的合理施肥量基础上 (碱化土壤施氮磷钾为 12、4、3 kg/667m²; 盐化土壤施氮磷钾 13、4、2 kg/667m²) [12], 研究盐碱化土壤向日葵氮磷钾肥效和肥料利用率, 探明盐渍化土壤油用向日葵氮磷钾肥的合理施用量及其配比, 并探讨总结出该土壤类型区域的油用葵合理施肥技术, 对于指导当地施肥提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验地点为平罗前进农场二站 7 队 (GPS 定位经度为 E106°22'50", 纬度为 N38°48'18", 海拔 1 095 m), 供试土壤为碱化土壤, 面积 3 667 m²; 惠农区礼和乡兴盛村 (GPS 定位, 经度为 E106°46'57", 纬度为 N39°05'47", 海拔 1 075 m), 供试土壤为盐渍化土壤, 面积 3 667 m²。在施基础肥之前采集土壤样品 (0~20 cm), 测定其理化性质见表 1。

表 1 2009 年试验示范土样基础理化性质 (0~20 cm)

Table 1 Basic properties of the tested soil in 2009

土壤类型 Soil types	pH (5:1)	全盐 Total salt (g/kg)	速效钾 Avail. K (mg/kg)	速效磷 Avail. P (mg/kg)	碱解氮 Avail. N (mg/kg)	容重 Bulk density (g/cm ³)	孔隙度 Porosity (%)	有机质 Organic matter (g/kg)	质地 Texture
碱土 Saline soil	9.89	2.3	176.67	16.89	29.05	1.41	46.70	9.89	壤质粘土 Clay
盐土 Alkali soil	8.96	16.96	232.30	4.43	25.2	1.59	40.16	8.78	壤土 Loam

收稿日期: 2009-12-28

基金项目: 国家科技支撑计划课题 (2007BAC08B03) 部分研究内容

作者简介: 陈 萍 (1984—), 女, 宁夏西吉人, 硕士研究生, 研究方向为植物营养与施肥。E-mail: chenxiaoyun929@163.com。

通讯作者: 何文寿 (1960—), 男, 宁夏西吉人, 教授, 主要从事植物营养与合理施肥及土壤肥力研究。E-mail: hewenshou@nxu.edu.cn。

1.2 试验设计

在施用脱硫渣(主要化学性质见表 2)1.5 t/667m²(惠农盐土施用脱硫渣 0.4 t/667m²)、改良剂 0.5 t/667m²、有机肥(羊粪)1 t/667m²的基础上,进行向日葵氮磷钾肥肥效试验。氮肥用量设 4 个水平,即 0、5、10、15 kg/667m²;磷肥用量设 4 个水平,即 0、3、6、9 kg/667m²;钾肥设 2 个水平,即 0、3 kg/667m²。试验处理为:(1) N₀P₀K₀, (2) N₀P₆K₃, (3) N₅P₆K₃, (4) N₁₀P₀K₃, (5) N₁₀P₃K₃, (6) N₁₀P₆K₃, (7)

N₁₀P₉K₃, (8) N₁₅P₆K₃, (9) N₅P₃K₃。重复 3 次,小区面积为 50 m²,共 27 个小区,试验净面积 1 350 m²,包括保护行和走道共需试验地 2 667 m²。株、行距为 20 cm×55 cm,小区之间打埂,高 40 cm,宽 40 cm,以防止肥料串流。改良剂及肥料施用方法:脱硫渣、改良剂和有机肥结合整地先撒施然后翻耕入土,确保与土壤耕层混匀;重过磷酸钙和硫酸钾作基肥施入,尿素 70%基施,30%现蕾前追施。其它管理同大田。

表 2 脱硫渣主要化学性质

Table 2 Basic properties of the de-sulfur residue in the experiments						
密度 (g/cm ³) Density	pH	结晶水 (%) Crystal water	SO ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)
1.02	7.09	13.1	46.36	32.67	1.9	0.62

1.3 试验供试肥料及品种

供试肥料为尿素(N 46%)、重过磷酸钙(P₂O₅ 46%)、硫酸钾(K₂O 50%)。供试油用向日葵品种为 KWS203。

1.4 测试方法

土壤样品的测定速效氮采用碱解扩散法加 Zn-FeSO₄ 还原剂法,速效磷采用 0.5 mol NaHCO₃ 法,速效钾采用火焰光度法^[13]。

2 结果与分析

2.1 不同施肥比对碱化土壤油用向日葵产量的影响

表 3 给出碱化土壤油用向日葵肥料用量对籽粒

产量的影响。可以看出,各处理都较对照有增产作用,且增幅不一样。处理 N₁₀P₆K₃ 增产最高,达到 110.4 kg/667m²,增产率达到 151.1%,而处理 N₀P₆K₃ 的增产量最少,为 12 kg/667m²,增产率为 16.5%,这说明氮肥对作物产量有明显影响,施氮能显著提高作物产量。经方差分析和多重比较得知,处理 N₁₀P₆K₃ 与 N₁₅P₆K₃ 之间差异显著,与处理 N₀P₀K₀、N₅P₆K₃ 之间差异极显著

根据氮磷肥的不同用量对碱化土壤油用向日葵产量的影响,分别建立了一元二次回归方程。经方差检验分析,方程极显著。

表 3 碱化土壤向日葵肥料用量对籽粒产量的影响

Table 3 Effects of fertilization rate on grain yield of sunflower on alkali soil									
处理 Treatments	施肥量 (kg/667m ²) Fertilization rate			籽粒产量(kg/667m ²) Grain yield					增产率(%) Increase rate
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	I	II	III	平均 Mean	增产 Increase	
N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	63.2	70.1	86.0	73.1	—	—
N ₀ P ₆ K ₃	0	6	3	92.0	86.3	77.0	85.1	12.0	16.5
N ₅ P ₆ K ₃	5	6	3	156.0	162.0	148.0	155.3	82.3	112.6
N ₁₀ P ₀ K ₃	10	0	3	112.5	99.0	97.0	102.8	29.8	40.7
N ₁₀ P ₃ K ₃	10	3	3	119.0	119.0	110.0	116.0	42.9	58.8
N ₁₀ P ₆ K ₃	10	6	3	192.0	175.0	183.5	183.5	110.4	151.1
N ₁₀ P ₉ K ₃	10	9	3	132.0	129.0	120.0	127.0	53.9	73.8
N ₁₅ P ₆ K ₃	15	6	3	168.7	157.0	171.0	165.6	92.5	126.6
N ₅ P ₃ K ₃	5	3	3	151.0	162.0	171.0	161.3	83.9	114.9

图 1 为碱化土壤施氮肥对产量的影响,结果表明:以籽粒产量配置一元二次方程 $y = -0.881x^2 + 18.609x + 84.895$,得出在磷、钾肥水平一定的前提

下,随着施氮量的不断增加,向日葵的产量相应地增加,当施氮量达到 10.56 kg/667m² 时,产量达到最大值 183.2 kg/667m²;当施氮量进一步增加,向日葵产

量呈下降趋势,说明施氮肥能明显提高向日葵的产量,但氮肥的施用量必须控制在一定的水平。按向日葵 2.7 元/kg,纯 N 1.92 元/kg,纯 P_2O_5 为 2.1 元/kg(以下如同),计算得出氮肥的经济最佳施肥量为 7.51 kg/667m²,最佳经济产量为 175.0 kg/667m²。

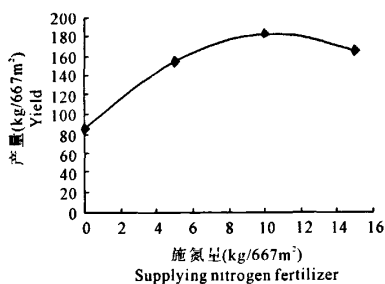


图 1 碱化土壤施氮肥对产量的影响

Fig.1 Effects of nitrogen fertilizer application on grain yield in alkali soil

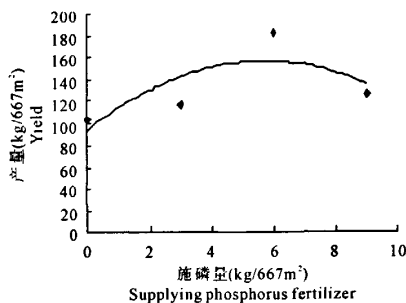


图 2 碱化土壤施磷肥对产量的影响

Fig.2. Effects of phosphate fertilizer application on grain yield in alkali soil

图 2 为碱化土壤施磷肥对产量的影响,结果表明,以籽粒产量配置一元二次方程 $y = -1.936x^2 + 22.095x + 93.885$,在氮、钾肥水平一定的前提下,随着施磷量的不断增加,向日葵的产量相应增加,当施磷量达到 5.71 kg/667m² 时,产量达到最大值 156.9 kg/667m²;当施磷量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,说明施磷肥能明显提高向日葵产量,但磷肥的施用量必须控制在一定的水平。磷肥的最佳经济施肥量为 4.44 kg/667m²,最佳经济产量为 153.8 kg/667m²。得出肥料最大产量施肥配方氮磷钾配比为 10.56:5.71:3,最佳经济产量施肥配方氮磷钾配比为 7.51:4.44:3。

施氮对产量的影响可通过处理 $N_{10}P_6K_3$, $N_{15}P_6K_3$, $N_5P_6K_3$, $N_0P_6K_3$ 进行方差分析。结果显示 $F = 88.15$,远大于 $F_{0.05} = 4.07$ 和 $F_{0.01} = 7.59$,说明差异

极显著,进一步进行多重比较。施磷对产量的影响可通过处理 $N_{10}P_6K_3$, $N_{10}P_9K_3$, $N_{10}P_3K_3$, $N_{10}P_0K_3$ 进行方差分析。经分析磷肥对产量有极显著的增产效果。 $F = 85.68$,远大于 $F_{0.05} = 4.07$ 和 $F_{0.01} = 7.59$,说明差异极显著,进一步进行多重比较(LSD 法)。

表 4 与表 5 分别给出碱化土壤用向日葵施氮肥对产量的影响及碱化土壤用向日葵施磷肥对产量的影响。可以看出处理 $N_5P_6K_3$ 和处理 $N_{15}P_6K_3$ 之间差异不显著,但和处理 $N_{10}P_6K_3$ 之间差异极显著,说明施氮 5 kg/667m² 与施氮 15 kg/667m² 差异不显著,但不施氮及施氮 10 kg/667m² 差异极显著。处理 $N_{10}P_0K_3$ 和处理 $N_{10}P_3K_3$ 之间差异不显著,但和处理 $N_{10}P_9K_3$ 、 $N_{10}P_6K_3$ 之间差异达极显著。说明不施磷肥与施磷 3 kg/667m² 差异不显著,但与施磷 6 kg/667m² 及施磷 9 kg/667m² 差异极显著,且施磷 6 kg/667m² 与施磷 9 kg/667m² 之间差异极显著。

表 4 碱化土壤向日葵施氮肥对产量的影响

Table 4 Effects of nitrogen fertilizer application on grain yield in alkali soil

处理 Treatments	平均值(kg/667m ²) Mean	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
$N_{10}P_6K_3$	183.5	a	A
$N_{15}P_6K_3$	165.6	b	AB
$N_5P_6K_3$	155.3	b	B
$N_0P_6K_3$	85.1	c	C

表 5 碱化土壤向日葵施磷肥对产量的影响

Table 5 Effects of phosphate fertilizer application on grain yield in alkali soil

处理 Treatments	平均值(kg/667m ²) Mean	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
$N_{10}P_6K_3$	183.5	a	A
$N_{10}P_9K_3$	127.0	b	B
$N_{10}P_3K_3$	116.0	bc	BC
$N_{10}P_0K_3$	102.8	c	C

2.2 不同施肥对比对盐化土壤向日葵产量的影响

表 6 可以看出,各处理都较对照有增产作用,且增幅不一样。处理 $N_{10}P_6K_3$ 较对照的增产最大,为 126.6 kg/667m²,增幅为 128.7%,方差分析显示,籽粒之间的 F 值为 3.74,经 LSD 分析可知处理 $N_{10}P_6K_3$ 与对照差异极显著,与 $N_{15}P_6K_3$ 差异显著。

根据氮磷肥的不同用量对碱化土壤向日葵产量的影响,分别建立了一元二次回归方程。经方差检验分析,方程极显著。

表 6 盐化土壤向日葵肥料用量籽粒产量结果
Table 6 Effects of fertilizer application on grain yield in saline soil

处理 Treatments	施肥量 (kg/667m ²) Fertilization rate			籽粒产量(kg/667m ²) Grain yield					增产率(%) Increase rate
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	I	II	III	平均 Mean	增产 Increase	
N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	102.0	96.2	97.0	98.0	0	0.0
N ₀ P ₆ K ₃	0	6	3	142.0	134.4	138.0	138.0	39.7	40.4
N ₅ P ₆ K ₃	5	6	3	196.8	194.7	201.3	197.6	99.2	100.8
N ₁₀ P ₀ K ₃	10	0	3	126.0	145.0	131.0	134.0	35.6	36.2
N ₁₀ P ₃ K ₃	10	3	3	141.0	159.0	151.0	150.3	51.9	52.8
N ₁₀ P ₆ K ₃	10	6	3	233.0	227.0	215.0	225.0	126.6	128.7
N ₁₀ P ₉ K ₃	10	9	3	169.0	177.0	146.0	164.0	65.6	66.7
N ₁₅ P ₆ K ₃	15	6	3	207.9	193.0	220.0	207.0	108.6	110.3
N ₅ P ₃ K ₃	5	3	3	198.4	183.3	177.3	186.2	87.8	89.3

由图 3 可以看出,以籽粒产量配置一元二次方程 $y = -0.778x^2 + 16.346x + 136.76$,得出在磷、钾肥水平一定的前提下,随着施氮量的不断增加,向日葵的产量相应增加,当施氮量达到 10.51 kg/667m² 时,产量达到最大值 222.6 kg/667m²;当施氮量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,说明施氮肥能明显提高向日葵的产量,但氮肥的施用量必须控制在一定的水平。氮肥的最佳经济施肥量为 7.47 kg/667m²,最佳经济产量为 215.5 kg/667m²。

图 4 结果显示,以籽粒产量配置一元二次方程 $y = -2.1389x^2 + 24.75x + 124.25$,在氮、钾肥水平一定的前提下,随着施磷量的不断增加,向日葵的产量相应增加,当施磷量达到 5.78 kg/667m² 时,产量达到最大值 195.8 kg/667m²;当施磷量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,说明施磷肥能明显提高向日葵的产量,但磷肥的施用量必须控制在一定的水平。磷肥的最佳经济施肥量为 4.49 kg/667m²,最佳经济产量为 192.3 kg/667m²。得出最高产量施肥配方氮磷钾配比为 10.51:5.78:3,最佳经济产量施肥配方氮磷钾配比为 7.47:4.49:3。

经方差分析可知,氮肥、磷肥分别对产量的影响可达到 1% 极显著水平 ($F = 29.59 > F_{0.01} = 7.59$),说明氮肥和磷肥对作物的增产有极显著的效果。进一步进行多重比较。

由表 7 可以看出:处理 N₅P₆K₃ 和处理 N₁₅P₆K₃ 之间差异不显著,但与处理 N₀P₆K₃ 和处理 N₁₀P₆K₃ 差异达极显著水平。说明施氮肥 5 kg/667m² 与施氮 15 kg/667m² 差异不显著,但与不施氮及施氮 10 kg/667m² 差异极显著。这与碱化土壤上得出的结论是一致的。

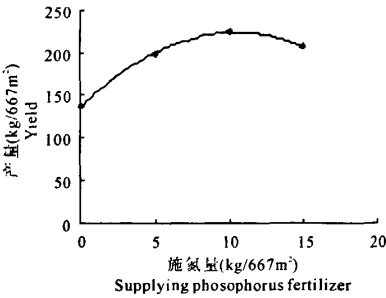


图 3 盐化土壤施氮肥对产量的影响
Fig.3 Effects of nitrogen fertilizer application on grain yield in saline soil

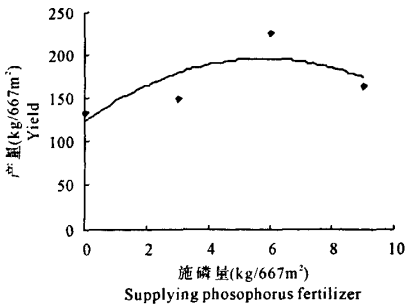


图 4 盐化土壤施磷肥对产量的影响
Fig.4 Effects of phosphate fertilizer application on grain yield in saline soil

表 8 可以看出处理 N₁₀P₉K₃ 与处理 N₁₀P₃K₃ 之间差异不显著,但与处理 N₁₀P₆K₃ 和处理 N₁₀P₀K₃ 差异达极显著或显著水平。说明施磷肥 3 kg/667m² 与施磷 9 kg/667m² 差异不显著,但与不施磷及施磷 6 kg/667m² 差异显著或极显著。

表 7 氮肥对盐化土壤向日葵产量的影响
Table 7 Effects of nitrogen fertilizer application
on grain yield in saline soil

处理 Treatments	平均值(kg/667m ²) Mean	F _{0.05}	F _{0.01}
N ₁₀ P ₆ K ₃	225.0	a	A
N ₅ P ₆ K ₃	197.6	b	B
N ₁₅ P ₆ K ₃	207.0	b	B
N ₀ P ₆ K ₃	138.1	c	C

表 8 磷肥对盐化土壤向日葵产量的影响
Table 8 Effects of phosphate fertilizer application
on grain yield in saline soil

处理 Treatments	平均值(kg/667m ²) Mean	F _{0.05}	F _{0.01}
N ₁₀ P ₆ K ₃	225.0	a	A
N ₁₀ P ₉ K ₃	164.0	b	B
N ₁₀ P ₃ K ₃	150.3	bc	B
N ₁₀ P ₀ K ₃	134.0	c	B

3 不同盐碱土壤上油用向日葵生长性状分析

3.1 碱化土壤油用向日葵不同施肥配比对生长性状的影响

表 9 表明,施氮量为 5 kg/667m²,施磷、钾均为 3 kg/667m² 时,茎最粗,与对照相比增加 22.5%,籽粒的空秕率也最小,与对照相比减少 14.3%。施氮量达到 15 kg/667m² 时,籽粒的空秕率达到最大,千粒重与不施肥处理无显著差异,可能由于施氮肥多,促进了盘对养分的吸收供给能力,库容量亦随之增加。当氮肥施用量过高时,营养生长过剩,茎叶徒长,生殖生长期相对变短,盘粒数减少^[14],籽粒不饱满。当氮肥为 10 kg/667m²,钾肥为 3 kg/667m² 时,随着磷肥用量的增加,株高、茎粗、盘径均呈先增加后降

表 9 碱化土壤向日葵不同施肥配比对生长性状的影响

Table 9 Effects of fertilizer application on growth traits of sunflower in alkali soil

处理 Treatments	株高(cm) Plant height	茎粗(cm) Stem diameter	盘茎(cm) Disc diameter	千粒重(g) 1000-grain weight	空秕率(%) Empty hull rate
N ₀ P ₀ K ₀	67.2 ± 2.08b	1.20 ± 0.03c	8.10 ± 0.60b	40.12 ± 2.10c	2.8
N ₀ P ₆ K ₃	75.7 ± 3.51ab	1.28 ± 0.07c	9.70 ± 0.58b	50.10 ± 1.52bc	2.5
N ₅ P ₆ K ₃	83.1 ± 2.00a	1.34 ± 0.01bc	11.67 ± 0.30ab	63.66 ± 3.00a	2.6
N ₁₀ P ₀ K ₃	83.7 ± 0.58a	1.39 ± 0.01ab	12.67 ± 1.53a	60.46 ± 3.12ab	7.4
N ₁₀ P ₃ K ₃	87.0 ± 2.10a	1.46 ± 0.06a	13.00 ± 0.58a	61.92 ± 1.53ab	3.4
N ₁₀ P ₆ K ₃	95.7 ± 2.25a	1.41 ± 0.01ab	12.70 ± 0.20a	58.66 ± 2.78b	4.0
N ₁₀ P ₉ K ₃	82.7 ± 2.25a	1.38 ± 0.01b	10.70 ± 0.60b	61.74 ± 1.02a	4.4
N ₁₅ P ₆ K ₃	94.2 ± 2.65a	1.44 ± 0.07a	12.67 ± 0.58a	41.74 ± 0.58c	11.8
N ₅ P ₃ K ₃	78.30 ± 2.08ab	1.47 ± 0.1a	10.70 ± 0.58ab	62.40 ± 2.1a	2.4

低的趋势。施磷量为 6 kg/667m² 时,株高最高,比不施磷肥增加了 14.3%,比不施肥增加了 42.4%,且差异显著;当施磷量为 3 kg/667m² 时,盘直径、茎粗均最大,分别为 13 cm、1.46 cm,当施磷量继续增加至 9 kg/667m² 时,盘直径和茎粗分别减小到 10.7 cm 和 1.38 cm,分别减少 18.2%,5.5%;施磷 3 kg/667m² 与 9 kg/667m² 在盘茎和茎粗上差异显著。空秕率则随磷肥施用量的增加呈现为先降低后上升的趋势。

3.2 盐化土壤向日葵不同施肥配比对生长性状的影响

表 10 结果表明,施氮、施磷对油用葵的株高、茎粗、盘直径、千粒重和空秕率均有影响。当施氮量为 15 kg/667m²,磷、钾分别为 6 kg/667m²、3 kg/667m² 时株高最高,为 179.3 cm,比对照增加 96.4%,但是籽粒的空秕率达到最大值 54.2%,这可能是营养生长过盛,养分消耗太多,生殖生长营养不足,造成籽粒的不饱满;当施氮量为 10 kg/667m²,施磷、钾分别为 9 kg/667m² 和 3 kg/667m² 时,籽粒的空秕率最小。不施肥处理均与施肥处理在株高、盘茎和茎粗以及千粒重之间差异显著。

4 结 论

- 1) 在向日葵的生长过程中,氮、磷的施用量是有一定范围的,并不是施肥越多产量就越高,当超过一定范围时,施肥越多产量则呈下降趋势。
- 2) 碱化土壤油用向日葵随着磷肥用量的增加,株高、茎粗、盘直径均呈先增加后降低的趋势。盐化土壤油用向日葵当施氮量为 15 kg/667m² 籽粒的空秕率达到最大值 54.2%,当施氮量为 10 kg/667m²,磷钾分别为 9 kg/667m² 和 3 kg/667m² 时,籽粒的空秕率最小。且不施肥均与施肥处理在株高、盘茎和茎粗以及千粒重之间差异显著。

表 10 盐化土壤向日葵不同施肥对比对生长性状的影响
Table 10 Effects of fertilizer application on growth traits of sunflower in saline soil

处理 Treatments	株高(cm) Plant height	盘茎(cm) Disc diameter	茎粗(cm) Stem diameter	千粒重(g) 1000-grain weight	空秕率(%) Empty hull rate
N ₀ P ₀ K ₀	91.3 ± 6.4c	1.52 ± 0.06c	15.0 ± 0.6b	24.2 ± 1.1d	54.0
N ₀ P ₆ K ₃	123.7 ± 8.5b	1.93 ± 0.50b	18.3 ± 0.6a	33.0 ± 1.21c	45.4
N ₃ P ₆ K ₃	164.0 ± 1.5a	1.96 ± 0.27b	20.0 ± 2.0a	74.7 ± 1.53a	12.8
N ₁₀ P ₀ K ₃	168.1 ± 1.9a	2.17 ± 0.06ab	17.0 ± 1.1a	35.8 ± 1.3c	20.2
N ₁₀ P ₃ K ₃	151.3 ± 1a	2.2 ± 0.15a	18.0 ± 1.4a	45.6 ± 1.3b	21.0
N ₁₀ P ₆ K ₃	152.7 ± 9a	2.3 ± 0.16a	17.0 ± 0.05a	54.5 ± 1.16b	10.6
N ₄₀ P ₉ K ₃	165.0 ± 0.6a	2.3 ± 0.17a	20.7 ± 0.6a	55.8 ± 1.53b	8.0
N ₁₅ P ₆ K ₃	179.3 ± 6.5a	2.4 ± 0.18a	19.7 ± 0.6a	60.9 ± 1.34ab	54.2
N ₃ P ₃ K ₃	169.3 ± 0.5a	2.15 ± 0.19ab	21.0 ± 1.2a	71.5 ± 2.2a	37.2

3) 碱化土壤施氮量达到 10.56 kg/667m² 时,产量达到最大值 183.2 kg/667m²;当施氮量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,得出氮肥的经济最佳施肥量为 7.5 kg/667m²,最佳经济产量为 175 kg/667m²。当施磷量达到 5.71 kg/667m² 时,产量达到最大值 156.9 kg/667m²;当施磷量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,磷肥的最佳经济施肥量为 4.44 kg/667m²,最佳经济产量为 153.8 kg/667m²。得出肥料最大产量施肥配方氮磷钾配比 10.56:5.71:3,最佳经济产量施肥配方氮磷钾配比 7.51:4.44:3。

4) 盐化土壤当施氮量达到 10.51 kg/667m² 时,产量达到最大值 222.6 kg/667m²;当施氮量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,氮肥的最佳经济施肥量为 7.47 kg/667m²,最佳经济产量为 215.5 kg/667m²。当施磷量达到 5.78 kg/667m²,产量达到最大值 195.8 kg/667m²;当施磷量进一步增加,向日葵产量呈下降趋势,磷肥的最佳经济施肥量为 4.49 kg/667m²,最佳经济产量为 192 kg/667m²。得出最高产量施肥配方氮磷钾配比 10.51:5.78:3,最佳经济产量施肥配方氮磷钾配比 7.47:4.49:3。

参 考 文 献:

[1] 董 锋.宁夏引黄灌区耕地土壤盐渍化调查与抗盐植物选育

[M].银川:宁夏人民出版社,2006:28—97.
[2] 马 琼,张 伟,马玉兰.宁夏扬黄灌区土壤盐渍化状况分析[J].宁夏农林科技,2005,(5):43—44.
[3] 刘阳春,何文寿,何进智,等.盐碱地改良利用研究进展[J].农业科学研究,2007,28(2):68—71.
[4] 李宏广,何文寿,段晓红,等.宁夏前进农场碱化土壤改良及水稻合理施肥技术研究[J].西北农业学报,2009,18(5):217—222.
[5] 冯 锐,苗济文,王平武,等.宁夏盐碱土改良工作 50 年回顾与展望[J].宁夏农林科技,2000,(1):25—30.
[6] 刘学彬.美国杂交油菜高产栽培技术[J].世界农业,1997,(2):34—35.
[7] 张俊莲.向日葵对盐逆境的生理反应及耐盐性研究[J].中国油料作物学报,2003,25(1):45—49.
[8] 邓力群,刘兆普,沈其荣,等.不同施氮水平对滨海盐土上油菜产量与品质的影响[J].土壤肥料,2002,(6):24—28.
[9] 李永山,黄增强,范巧兰.麦后夏播油菜生育特性研究[J].中国油料作物学报,2000,(4):33—36.
[10] 陈翠贤,赵美玲.油菜新品种 G101 在景电灌区的种植表现及栽培技术[J].甘肃农业科技,2001,(8):19—20.
[11] 张喜印,王秀芝,刁立伟,等.盐渍化土壤向日葵氮肥施用技术的研究[J].吉林农业科学,2004,29(6):33—36.
[12] 李晓慧.宁夏向日葵氮磷钾养分吸收特点及合理施肥技术研究[D].银川:宁夏大学,2006.
[13] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005:245—271.
[14] 于立河,李金峰,郑桂萍.粮食作物栽培学[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2001:36.

The effects of different fertilization structure on yields of sunflower in saline alkali soil

CHEN Ping¹, HE Wen-shou²

(1. Agricultural Technology Extension and Service Center of Ningxia Agricultural Reclamation, Yingchuan, Ningxia 750011, China;

2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: Experiments were conducted to study the effects different fertilization rate on the yields of sunflower growing in saline and alkali soil and to establish a functional equation of fertilizer efficiency. The results show that for the alkali soil: if nitrogen reached 10.56 kg/667m², the production reached the maximum 183.2 kg/667m²; and if the phosphorus reached 5.71 kg/667m², the production reached the maximum 156.9 kg/667m²; and for the saline soil: if nitrogen reached 10.51 kg/667m², the production reached the maximum 222.6 kg/667m²; and if the phosphorus reached 5.78 kg/667m², the production reached the maximum 195.8 kg/667m². Therefore: for the maximum production, the fertilization ratio among nitrogen, phosphate, and potash is 10.51:5.78:3, while the best economic yield's fertilization ratio among nitrogen, phosphate, and potash is 7.47:4.49:3.

Keywords: saline and alkali soil; sunflower; fertilizer efficiency; growth traits

(上接第 107 页)

Effects of N fertilization on growth, mineral ash absorption and accumulation of *Salicornia europaea* L.

WANG Jie-ping^{1,2,3}, TIAN Chang-yan^{1,3}

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Key Laboratory of Oasis Ecology and Desert Environment, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Research was carried out in the hope of restoring the saline land rapidly and effectively through improving halophytes' biomass and performance by applying nitrogen fertilizer in saline areas. Effects of various levels of nitrogen fertilization (0, 75, 150 and 225 kg/hm²) on growth, mineral ash absorption and accumulation of *Salicornia europaea* L. were studied through complete randomized block design under the saline field condition in Xinjiang. The results indicated that the aerial biomass, the root dry weight, the seed yield and the mineral ash cumulant increased significantly with increasing N levels. Among different nitrogen treatments, the highest ash cumulant absorbed by *Salicornia europaea* L. was N3(225 kg/hm²), with 8 435.06 kg/hm² being the figure recorded, which was 4.28 times of CK. Meanwhile, N3(225 kg/hm²) also claimed the highest aerial biomass, root dry weight and seed yield which were 4.02, 4.72 and 2.84 times of CK, respectively. Furthermore, compared with CK, applying nitrogen can improve nitrogen concentration in shoot and seed of *Salicornia europaea* significantly when nitrogen level was up to 225 kg/hm², however, no significant difference in nitrogen concentration in stem and phosphorus concentration in all the three plant organs listed above were noted among different nitrogen levels. The effect of nitrogen on phosphorus concentration in *Salicornia europaea* is varying which mainly depends on the specific part. Although mineral ash concentration in assimilation shoot and stem were increased to some extent by nitrogen application, yet the difference was not significant. The results suggest that under the saline land condition, nitrogen can significantly promote *Salicornia europaea*'s growth and mineral ash absorption and, as a result, strengthening nitrogen management is very important in the process of saline land restoration by planting *Salicornia europaea*.

Keywords: *Salicornia europaea* L.; nitrogen fertilizer; nutrition concentration; mineral ash concentration; improvement of saline soil