

# 施肥对宁夏盐化土壤油用向日葵产量与品质的影响

钱寅<sup>1</sup>, 何进宇<sup>2</sup>, 何文寿<sup>1,3\*</sup>

(1.宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021; 2.宁夏大学土木与水利工程学院, 宁夏 银川 750021; 3.西北土地退化与生态恢复国家重点实验室培育基地, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**采用田间试验和测试分析相结合的方法,在宁夏银北盐化耕地设置油用向日葵氮磷钾肥效试验,探讨不同氮磷钾肥配比对油用向日葵干物质积累、养分吸收、产量与品质等的影响,为盐化土壤调控施肥和提高油用向日葵籽实产量与品质提供科学依据。结果表明,在盐化土壤条件下,氮磷钾肥处理的油用向日葵更具株型优势,其千粒重、单株结荚数、单株产量和籽粒产量明显增加,在氮磷钾肥基础上增加有机肥的处理还可明显提高氮磷钾的吸收量。同时,施用氮磷钾肥可使油用向日葵籽实脂肪含量增加,蛋白质含量下降,还可增加油酸和硬脂酸含量,降低亚油酸和棕榈酸含量。油用向日葵每形成 100 kg 籽实所需吸收氮(N)、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、钾(K<sub>2</sub>O)分别为 6.1~9.6、3.2~3.8、12.3~13.7 kg,其比例约为 1:0.40~0.55:1.43~2.09,平均为 1:0.49:1.79。

**关键词:**盐化土壤;油用向日葵;氮磷钾肥;产量;品质

中图分类号:S147.21

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2015)06-0565-6

doi: 10.13254/j.jare.2015.0087

## Effect of Fertilization on Yield and Quality of Oil Sunflower in Salted Soil of Ningxia, China

QIAN Yin<sup>1</sup>, HE Jin-yu<sup>2</sup>, HE Wen-shou<sup>1,3\*</sup>

(1.Agricultural School of Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2.School of Civil and Hydraulic Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 3.Breeding Base for State Key Laboratory of Northwest China Land Degradation and Ecological Restoration, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Combining field trial with test analysis, a nitrogen(N), phosphorus(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium(K<sub>2</sub>O) fertilizer experiment of oil sunflowers was set to explore the influence of different ratio of N, P, K fertilizer on dry matter accumulation of oil sunflowers, nutrient absorption and accumulation, the yield and quality, etc in salted soil of the northern Ningxia, in order to provide scientific evidence for regulating and controlling of fertilization in the salted soil and enhancing the yields and quality of oil sunflowers. The results showed that: in the salted soil, the plant which had been disposed by N, P, K fertilizer had more advantages, the 1 000-grain weight, fruit quantity of each oil sunflower and yield per plant and hectare all increased significantly. Treatment of adding the organic fertilizer on the basis of N, P, K fertilizer could also increase the amount of N, P, K absorption significantly. At the same time, the application of N, P, K fertilizer would increase the fat content and reduce the protein, increase the oleic acid and stearic acid, reduce the content of linoleic acid and palmitic acid. The needs of nitrogen (N), phosphorus(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium(K<sub>2</sub>O) absorption of oil sunflower seeds were averagely 6.1~9.6, 3.2~3.8 kg and 12.3~13.7 kg, about 1:0.40~0.55:1.43~2.09 in ratio, 1:0.49:1.79 averagely in ratio.

**Keywords:** salted soil; oil sunflower; nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer; yield; quality

宁夏银北地区地处中国西北东缘的中温带干旱荒漠区,属典型的温带大陆性气候,年均气温 10.4℃,年最高气温 37℃,年最低气温-18℃,年均蒸发量

750 mm,年平均日照时数 3 084 h,无霜期 137 d,年均降雨量 177 mm,降水主要集中于 5—9 月份,主导风向为北风,年均蒸发量远大于年均降水量。黄河流经宁夏段,水面宽阔,水势平缓,水位高,携带的大量泥沙在宁夏平原沉积。由于气候干旱、蒸发强烈、地势低洼、含盐地下潜水位高,导致该地区土层中含盐量高,土壤易盐化,影响作物正常生长。但该地区气候温和、四季分明、光照充足、无霜期长、昼夜温差大,适宜油用向日葵等耐盐作物的生长,从而提高土地资源的利

收稿日期:2015-03-30

基金项目:国家自然科学基金项目(31160416);国家科技支撑计划课题(2011BAD29B07-05)

作者简介:钱寅(1987—),男,宁夏银川人,硕士研究生,研究方向为农业资源与环境。E-mail: qianyin613@163.com

\* 通信作者:何文寿 E-mail: hews@nxu.edu.cn

用效率。

近些年,油用向日葵种植中,化肥施用量随着经济社会的发展逐年增加,但油用向日葵施肥技术仍然停留在经验性阶段,盲目施肥现象普遍存在。大量施用化肥会破坏土壤结构,使土壤板结,失去柔性和弹性,降低通水透气性能,肥力下降,造成化肥的浪费和油用向日葵所需营养元素的不平衡,影响油用向日葵产量。随着土壤盐化的累积,妨碍作物对营养元素的吸收,影响油用向日葵品质<sup>[1-12]</sup>。

因此,本试验利用田间试验和测试分析相结合的方法,在宁夏银北盐化土壤设置油用向日葵氮、磷、钾肥效试验,测定油用向日葵干物质累积、养分吸收特点、籽实油脂及其脂肪酸含量(油酸、亚油酸、棕榈酸、硬脂酸)和蛋白质含量,研究盐化土壤氮、磷、钾肥肥效及其对油籽品质的影响,探讨盐胁迫条件下油用向日葵养分吸收与油脂品质的关系,为盐化土壤调控施肥、提高油用向日葵籽实品质提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 油用向日葵品种

美葵 562。

#### 1.1.2 供试肥料

尿素(中国石油天然气股份有限公司,  $N \geq 46\%$ )、重过磷酸钙(云南祥丰化肥股份有限公司,  $P_2O_5 \geq 46\%$ )、硫酸钾(宁夏宏兴农业生物工程股份有限公司,  $K_2O \geq 50\%$ )、有机肥(济南巨微生物技术有限公司,有效活菌数  $\geq 2$  亿  $\cdot g^{-1}$ , 有机质  $\geq 50\%$ ,  $N \geq 8\%$ ,  $P_2O_5 \geq 7\%$ ,  $K_2O \geq 6\%$ )。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 试验地点

宁夏石嘴山市惠农区简泉农场五队( $39^\circ 2' 59'' N$ ,  $106^\circ 30' 16'' E$ ), 海拔 1 109 m。供试土壤为中度盐化土,肥力水平较低。施基肥前采集土样,测定其理化性质,见表 1。

#### 1.2.2 试验设计

采用肥料田间试验,设 7 个处理见表 2。处理 1: 无肥(NOPK0);处理 2:有机肥;处理 3:无氮(NOPK);处理 4:无磷(NPOK);处理 5:无钾(NPK0);处理 6:氮磷钾(NPK);处理 7:有机肥+氮磷钾(有机肥+NPK)。重复 3 次,共 21 小区,小区面积为  $4.6 m \times 10 m = 46 m^2$ ,试验区净面积  $46 m^2 \times 7 \times 3 = 966 m^2$ ,加上保护行和走道共约  $0.2 hm^2$ 。

表 1 2014 年供试土壤基础理化性质

Table 1 Basic properties of the tested soil in 2014

| 指标                                    | 深度 Soil depth/cm |       |
|---------------------------------------|------------------|-------|
|                                       | 0~30             | 30~60 |
| 全氮 Total N/ $g \cdot kg^{-1}$         | 0.65             | 0.44  |
| 碱解氮 Avail. N/ $mg \cdot kg^{-1}$      | 63.5             | 48.1  |
| 全磷 Total P/ $g \cdot kg^{-1}$         | 0.48             | 0.39  |
| 速效磷 Avail. P/ $mg \cdot kg^{-1}$      | 21.3             | 20.2  |
| 速效钾 Avail. K/ $mg \cdot kg^{-1}$      | 161.3            | 121.3 |
| 有机质 Organic matter/ $g \cdot kg^{-1}$ | 13.04            | 12.48 |
| pH(H <sub>2</sub> O)/5:1              | 8.5              | 8.4   |
| 全盐 Total salt/ $g \cdot kg^{-1}$      | 6.3              | 5.6   |
| 含水量 Moisture content/%                | 18.7             | 19.7  |
| 容重 Bulk density/ $g \cdot cm^{-3}$    | 1.3              | 1.3   |

表 2 油用向日葵氮、磷、钾肥效试验设计方案

Table 2 Experiment design of oil sunflower with nitrogen, phosphorus and potassium

| 处理               | 施肥量/ $kg \cdot hm^{-2}$ |                               |                  | 有机肥/ $kg \cdot hm^{-2}$ |
|------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------|
|                  | N                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | 基肥                      |
| 无肥(NOPK0)        | 0                       | 0                             | 0                | 0                       |
| 有机肥(有机肥)         | 0                       | 0                             | 0                | 2 895                   |
| 无氮(NOPK)         | 0                       | 90                            | 60               | 0                       |
| 无磷(NPOK)         | 210                     | 0                             | 60               | 0                       |
| 无钾(NPK0)         | 210                     | 90                            | 0                | 0                       |
| 氮磷钾(NPK)         | 210                     | 90                            | 60               | 0                       |
| 有机肥+氮磷钾(有机肥+NPK) | 210                     | 90                            | 60               | 2 895                   |

#### 1.2.3 种植方法

行距 60 cm,株距 20 cm,小区之间打埂,埂宽 60 cm,埂高 15 cm,渠宽 180 cm,每小区 17 行,每行 23 株,小区 391 株,种植密度  $83\ 340$  株  $\cdot hm^{-2}$ 。

#### 1.2.4 施肥方法

基肥:磷肥、钾肥、70%氮肥基施;有机肥,在油用向日葵播种前结合整地撒施后旋耕入土(旋深 10~15 cm)。追肥:灌水前在现蕾期(6 对真叶)追施氮肥(占总施氮量的 30%)。

### 1.3 测定项目及方法

#### 1.3.1 油用向日葵生育期记录

播种、苗期、现蕾期、花期、成熟期、收获,见表 3。

#### 1.3.2 生物学指标测定

株高、茎粗与盘径,植株干物质。

#### 1.3.3 植株 N、P、K 含量测定方法

采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮,半微量凯氏定氮法测定全氮含量,钒钼黄比色法测定全磷含量,火焰光度计

表 3 油用向日葵生育期记录  
Table 3 Oil sunflower growth record

| 生育期 | 出苗后天数/d |
|-----|---------|
| 出苗  | 0       |
| 苗期  | 0~30    |
| 现蕾期 | 40~50   |
| 花期  | 60~80   |
| 成熟期 | 90~100  |
| 收获  | 110     |

法测定全钾含量,以烘干质量为基础计算氮、磷、钾养分含量。

1.3.4 油用向日葵籽粒品质测定

成熟期籽实:分别测定蛋白质含量、油脂、脂肪酸组分(油酸、亚油酸、棕榈酸、硬脂酸)含量。测定方法:开氏法测定蛋白质含量,油重法(索氏提取法)测定油脂含量,气相色谱法测定脂肪酸含量。

1.3.5 植株养分吸收累积量的计算

各器官干物质重量乘以相应氮(N)、磷(P)、钾(K)含量(%)即得 N、P、K 吸收量,然后将 P、K 分别乘以 2.291 4、1.204 6 换算为  $P_2O_5$ 、 $K_2O$ ,各器官相加即为整株 N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  养分吸收累积量。

1.3.6 收获记产

油用向日葵成熟及时收获,按照小区收获,脱粒,经风干,记录每小区籽实实产<sup>[13]</sup>。

1.4 数据统计

采用 Excel 2010 作图,SAS 8.2 软件统计分析数据。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对油用向日葵表现性状的影响

试验结果图 1a 表明,油用向日葵的株高在苗期各处理间差异不明显,均快速增长。进入现蕾期后,茎的生长速度加快,影响株高大小的处理依次为:氮磷钾≈无氮>无磷>无钾。花期与成熟期,增长趋缓,影响株高大小的处理依次为:无氮>氮磷钾>无磷>无钾,最终各处理株高依次分别为 139.2、135.0、126.3、117.2 cm,氮磷钾处理株高较为适中,防止徒长影响到后期养分在籽实中积累。

试验结果图 1b 表明,油用向日葵的茎粗在苗期各处理间差异不明显,均快速增长。进入现蕾期与花期后,茎的分裂速度加快,影响茎粗大小的处理依次为:氮磷钾>无磷>无钾>无氮。成熟期,增粗趋缓,影响茎粗大小的处理依次为:氮磷钾>无磷>无氮>无钾,最终各处理茎粗依次分别为 24.2、23.1、22.7、20.7

mm,氮磷钾处理茎粗最粗,可提高养分运输效率。

试验结果图 1c 表明,油用向日葵的盘径在现蕾期各处理间差异不明显,均快速增长。花期与成熟期,盘的分裂速度加快,影响盘径大小的处理依次为:氮磷钾>无磷>无钾>无氮,最终各处理盘径依次分别为 16.4、15.3、14.3、13.7 cm,氮磷钾处理盘径最大,有助于结实。

试验结果图 1d 表明,各处理油用向日葵干物质质量均随生育期呈“S”型生长趋势,差异不明显,前期增长缓慢,中期增长较快,后期停止增长,最终各处理干物质质量累积依次为:氮磷钾>无磷>无氮>无钾,各处理干物质积累量依次分别为 147.3、142.9、140.1、139.8 g,符合李晓慧等<sup>[14]</sup>在研究向日葵干物质积累特点时指出的,说明盐化土壤条件下此规律依然存在。

从油用向日葵在整个生育期的各项表现性状来看,氮磷钾处理的株型更具优势。

2.2 氮磷钾肥对油用向日葵产量的影响

测定结果表 4 可以看出,不同施肥处理对油用向日葵各产量性状均有影响,氮磷钾处理和有机肥+氮磷钾处理的各产量性状均高于其他处理,无肥处理最低。各处理的千粒重在 27.7~34.0 g 之间,平均值为 31.5 g,氮磷钾处理与有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理;各处理的单株结葵数在 1 463.3~1 850.2 之间,平均值为 1 693.0,氮磷钾处理显著高于其他处理;各处理的单株产量在 28.3~36.0 g 之间,平均值为 32.3 g,氮磷钾处理与有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理。各处理的产量在 2 340.4~2 790.0 kg·hm<sup>-2</sup> 之间,平均值为 2 590.0 kg·hm<sup>-2</sup>,氮磷钾处理与有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理。各处理的增产率在 0.0~19.2%之间,平均值为 10.7%,氮磷钾处理与有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理。以无肥为基准,随着施肥的不同,各处理均有不同程度的增产,氮磷钾处理较有机肥处理增产幅度大,二者搭配使用,较有机肥处理增产明显,较氮磷钾处理增产不明显。总而言之,氮磷钾处理对油用向日葵产量的提高最为显著。

2.3 每生产 100 kg 籽实所需吸收氮磷钾数量及其比例

测定结果表 5 可以看出,不同施肥处理对 100 kg 籽实所需吸收氮磷钾数量及其比例具有不同程度影响。就吸氮量而言,各处理范围在 6.1~9.6 kg 之间,平均值为 7.3 kg,有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理。氮磷钾肥增加了油用向日葵籽实的吸氮量,有机肥不能得到有效利用,二者搭配施用,可明显提高籽实吸氮量。就吸磷量而言,各处理范围在 3.2~3.8 kg

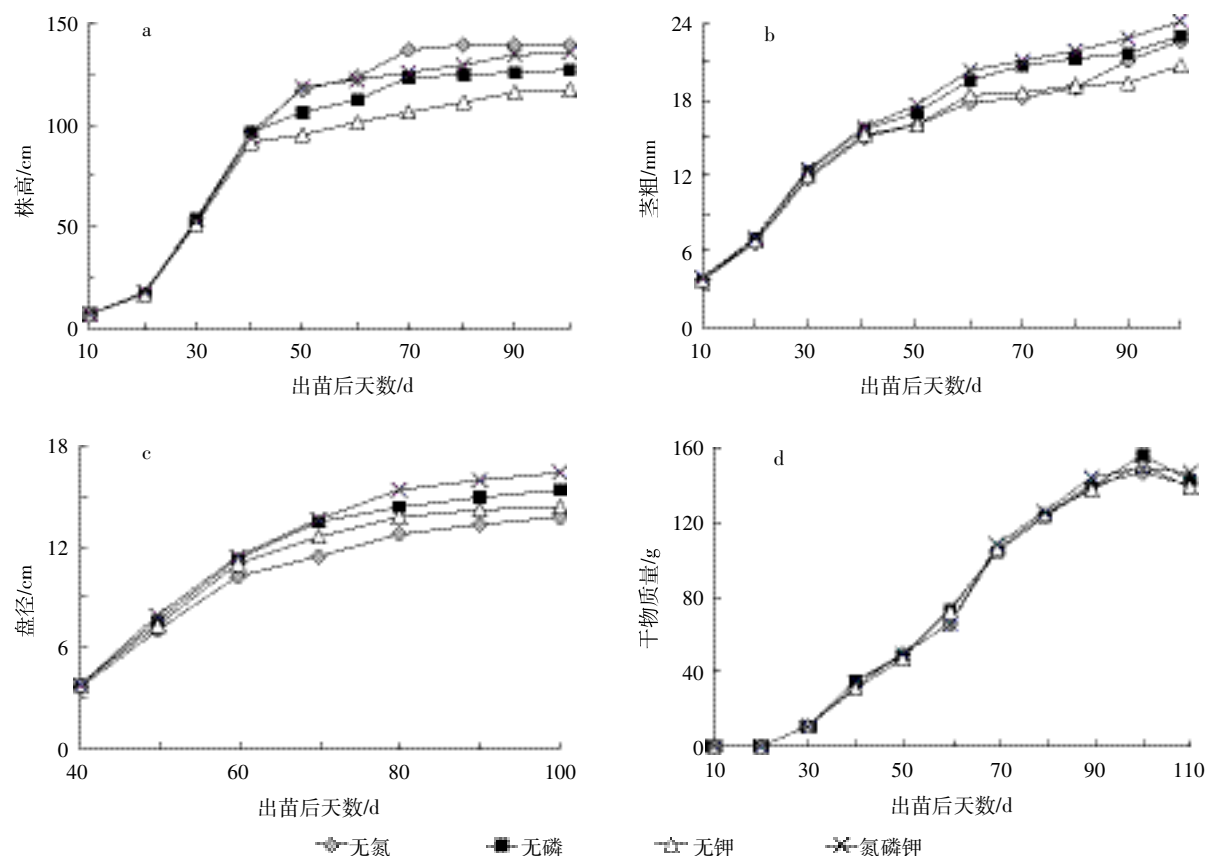


图 1 不同施肥处理油葵株高、茎粗、盘径和干物质量随时间变化趋势

Figure 1 Oil sunflower plant changes of height, stem diameter, diameter of disc and dry matter weight under different fertilization treatments

表 4 不同施肥处理油用向日葵产量性状

Table 4 Test statistics of oil sunflower under different fertilization treatments

| 处理      | 千粒重/g      | 单株结莢数        | 单株产量/g    | 产量/kg·hm <sup>-2</sup> | 增产率/%     |
|---------|------------|--------------|-----------|------------------------|-----------|
| 无肥      | 27.7±1.5c  | 1 463.3±4.7f | 28.3±0.6c | 2 340.4±2.0d           | 0.0d      |
| 有机肥     | 30.3±2.5b  | 1 645.2±5.5e | 30.0±1.0c | 2 441.3±2.5c           | 4.3±2.6c  |
| 无氮      | 30.7±2.1b  | 1 650.3±2.5e | 29.0±1.7c | 2 411.1±0.6c           | 3.0±1.0ed |
| 无磷      | 32.0±1.0ab | 1 748.1±4.4c | 35.3±1.5a | 2 685.2±4.4b           | 14.8±4.0b |
| 无钾      | 32.0±0.0ab | 1 662.1±7.5d | 32.0±1.0b | 2 685.2±1.0b           | 14.8±1.3b |
| 氮磷钾     | 34.0±1.0a  | 1 850.2±4.4a | 35.7±0.6a | 2 780.1±1.2a           | 18.8±1.7a |
| 有机肥+氮磷钾 | 34.0±0.0a  | 1 833.1±1.7b | 36.0±0.0a | 2 790.0±1.0a           | 19.2±2.2a |

注:同列数据后不同小写字母表示在 5%水平下差异显著。下同。

之间,平均值为 3.6 kg,氮磷钾处理与有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理,氮磷钾与有机肥+氮磷钾处理无显著性差异。就吸钾量而言,各处理范围在 12.3~13.7 kg 之间,平均值为 12.9 kg,有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理。无磷处理显著低于其他处理,说明磷肥与籽实吸钾量是显著相关。总而言之,氮磷钾肥提高了油用向日葵氮磷钾的吸收数量,同时在氮磷钾肥基础上增加有机肥的处理提高更多。

据马孝林等<sup>[15]</sup>对油葵氮肥利用效率研究中指出,

在轻度盐化土壤条件,油用向日葵每形成 100 kg 籽实所需吸收氮(N)、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、钾(K<sub>2</sub>O)的比例约为 1:0.21~0.28:2.22~2.30,本试验结果约为 1:0.40~0.55:1.43~2.09,平均为 1:0.49:1.79,说明土壤中盐含量增加会使油用向日葵吸磷量增加,吸氮、钾量减少。

#### 2.4 氮磷钾肥对油用向日葵籽粒品质的影响

试验结果表 6 表明,不同施肥处理对油用向日葵籽粒品质存在一定的影响,就蛋白质而言,各处理范围在 17.6%~26.9%之间,平均值为 22.1%,氮磷钾处

表 5 不同施肥处理 100 kg 籽实所需吸收氮磷钾数量

Table 5 The amount of absorption of N, P, K on 100 kg seeds under different fertilization treatments

| 处理      | 吸 N 量/kg | 吸 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 量/kg | 吸 K <sub>2</sub> O 量/kg | N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O |
|---------|----------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 无肥      | 6.1±0.1g | 3.2±0.0e                             | 12.7±0.2c               | 1:0.53:2.09                                       |
| 有机肥     | 6.2±0.1f | 3.5±0.1d                             | 12.9±0.2c               | 1:0.55:2.06                                       |
| 无氮      | 6.6±0.0e | 3.6±0.0c                             | 12.8±0.1c               | 1:0.54:1.94                                       |
| 无磷      | 7.5±0.2c | 3.7±0.1b                             | 12.3±0.3d               | 1:0.49:1.64                                       |
| 无钾      | 7.0±0.0d | 3.4±0.0d                             | 12.7±0.1c               | 1:0.49:1.80                                       |
| 氮磷钾     | 8.3±0.1b | 3.8±0.0a                             | 13.2±0.1b               | 1:0.46:1.59                                       |
| 有机肥+氮磷钾 | 9.6±0.1a | 3.8±0.0a                             | 13.7±0.1a               | 1:0.40:1.43                                       |

理与有机肥+氮磷钾处理显著高于其他处理。有机肥处理和无肥处理差异不显著,且均显著低于氮磷钾肥处理,有机肥+氮磷钾和氮磷钾处理差异不显著,说明有机肥对蛋白质的提高贡献不大,氮磷钾肥却很显著。

就脂肪而言,各处理范围在 52.6~62.7 g·100 g<sup>-1</sup> 之间,平均值为 58.4 g·100 g<sup>-1</sup>,有机肥+氮磷钾处理最低,无肥处理最高。施肥会降低其产生量,氮磷钾肥的降幅较有机肥的大,二者混合施用,降幅最大。单位氮和磷肥对脂肪增加量均大于蛋白质增加量。黄仁洙等<sup>[16]</sup>研究发现,随着施氮量的增加脂肪含量会减少,籽仁的脂肪含量与蛋白质含量之间呈直线负相关,本试验研究发现,盐化土壤条件下,氮磷钾处理籽仁的脂肪含量与蛋白质含量之间呈负相关,氮肥和钾肥成分可提高油用向日葵蛋白质含量,氮肥和磷肥成分可尽量降低油用向日葵脂肪含量的减少。

表 6 可以看出,脂肪酸组成中,油酸、亚油酸、棕榈酸、硬脂酸含量存在一定的差异,就油酸而言,各处理范围在 27.1%~30.8%之间,平均值为 29.0%,有机肥+氮磷钾处理最高;就亚油酸而言,各处理范围在 58.2%~61.8%之间,平均值为 59.3%,有机肥处理最高;就棕榈酸而言,各处理范围在 4.6%~5.3%之间,平

均值为 4.9%,无肥处理最高,有机肥+氮磷钾处理最低;就硬脂酸而言,各处理范围在 4.5%~6.4%之间,平均值为 5.2%,有机肥+氮磷钾处理最高。

在盐化土壤条件下,有机肥处理可尽量降低油用向日葵脂肪含量、亚油酸含量和棕榈酸含量的减少,但对蛋白质含量、油酸含量和硬脂酸含量的提高贡献不大,氮磷钾处理可使油用向日葵脂肪含量、亚油酸含量和棕榈酸含量显著下降,而对蛋白质含量、油酸含量和硬脂酸含量的提高贡献显著。氮磷钾处理中的氮肥和钾肥成分可提高油用向日葵蛋白质含量,氮肥和磷肥成分可尽量降低油用向日葵脂肪含量的减少;氮磷钾处理中的钾肥成分可显著提高油用向日葵油酸含量,降低亚油酸含量,可以发现氮磷钾处理中的钾肥成分使油用向日葵中的亚油酸向油酸转化;氮磷钾处理中的氮肥、磷肥和钾肥成分均可显著提高油用向日葵硬脂酸含量,而降低棕榈酸含量。据陈炳东等<sup>[17]</sup>在轻度盐化土壤条件下研究发现,土壤含盐量的增加能促进油葵棕榈酸、亚油酸的生成,抑制油酸的生成,硬脂酸、亚麻酸的变化受土壤盐含量的影响不明显,恰与本研究结论相悖,说明在中度盐化土壤条件下,氮磷钾处理可明显提高油用向日葵油酸和硬脂酸含量,但会降低亚油酸和棕榈酸含量。

3 结论

盐化土壤条件下,氮磷钾处理会使油用向日葵株高适中,茎粗增加,盘径增加,各处理植株干物质累积量均随生育期呈“S”型趋势增加,前期增长缓慢,中期增长较快,后期停止增长,因此,氮磷钾处理更具株型优势。

盐化土壤条件下,氮磷钾处理会使油用向日葵千粒重增加,单株结莢数增加,单株产量增加,油用向日葵产量增加,增产率较为明显。有机肥+氮磷钾处理虽

表 6 不同施肥处理油用向日葵籽粒品质

Table 6 Grain quality of oil sunflower under different fertilization treatments

| 处理      | 粗蛋白/% | 粗脂肪/g·100 g <sup>-1</sup> | 脂肪酸组成/% |       |       |      |      |      |      |      |      |
|---------|-------|---------------------------|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|         |       |                           | 油酸      | 亚油酸   | 棕榈酸   | 硬脂酸  | 山嵛酸  | 花生酸  | 木焦油酸 | 亚麻酸  | 其他   |
| 无肥      | 17.6d | 62.7a                     | 27.7c   | 61.0a | 5.3a  | 4.6c | 0.7a | 0.3a | 0.2a | 0.1a | 0.1a |
| 有机肥     | 17.8d | 62.5a                     | 27.1c   | 61.8a | 5.2a  | 4.5c | 0.7a | 0.3a | 0.2a | 0.1a | 0.1a |
| 无氮      | 20.9c | 53.4d                     | 29.9b   | 58.2c | 5.0b  | 5.3b | 0.7a | 0.3a | 0.2a | 0.1a | 0.3a |
| 无磷      | 24.8b | 57.5c                     | 29.5b   | 58.8c | 4.8bc | 5.3b | 0.8a | 0.3a | 0.2a | 0.1a | 0.2a |
| 无钾      | 20.0c | 59.7b                     | 27.9c   | 60.5b | 4.9b  | 5.1b | 0.8a | 0.3a | 0.2a | 0.1a | 0.2a |
| 氮磷钾     | 26.9a | 60.1b                     | 30.3a   | 58.2c | 4.7bc | 5.3b | 0.8a | 0.3a | 0.2a | 0.1a | 0.1a |
| 有机肥+氮磷钾 | 26.8a | 52.6d                     | 30.8a   | 56.5d | 4.6c  | 6.4a | 0.9a | 0.4a | 0.2a | 0.1a | 0.1a |

然也能使产量明显增加,较氮磷钾处理,更多地使用了肥料二者却差异不显著。

盐化土壤条件下,各施肥处理对每生产 100 kg 油用向日葵籽实所需吸收氮磷钾的平均值分别为 7.3、3.6、12.9 kg。氮磷钾肥提高了油用向日葵氮磷钾的吸收数量,同时在氮磷钾肥基础上增加有机肥的处理提高更多。吸肥比例约为 1:0.40~0.55:1.43~2.09,平均为 1:0.49:1.79。土壤中盐含量增加会使油用向日葵吸磷量增加,吸氮、钾量减少。

盐化土壤条件下,氮磷钾处理可使油用向日葵脂肪含量、亚油酸含量和棕榈酸含量显著下降,而对蛋白质含量、油酸含量和硬脂酸含量的提高贡献显著。氮磷钾处理中的氮肥和钾肥成分可提高油用向日葵蛋白质含量,氮肥和磷肥成分可尽量降低油用向日葵脂肪含量的减少;氮磷钾处理中的钾肥成分可显著提高油用向日葵油酸含量,降低亚油酸含量,可以发现氮磷钾处理中的钾肥成分使油用向日葵中的亚油酸向油酸转化;氮磷钾处理中的氮肥、磷肥和钾肥成分均可显著提高油用向日葵硬脂酸含量,而降低棕榈酸含量。中度盐化土壤条件下,氮磷钾处理可明显提高油用向日葵油酸和硬脂酸含量,但会降低亚油酸和棕榈酸含量。

#### 参考文献:

- [1] 陈萍,何文寿.不同施肥对比对宁夏盐碱土壤油用向日葵产量的影响[J].干旱地区农业研究,2011(1):108-113.  
CHEN Ping, HE Wen-shou. The effects of different fertilization structure on yields of sunflower in saline alkali soil[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2011(1): 108-113. (in Chinese)
- [2] 何文寿.植物营养学通论[M].银川:宁夏人民出版社,2004:185-187.  
HE Wen-shou. The general theory of plant nutrition[M]. Yinchuan: Ningxia People Press, 2004: 185-187. (in Chinese)
- [3] 胡建军,张月琴.宁夏盐池县油葵田施用氮磷钾肥效应的研究[J].江西农业学报,2011(3):85-87.  
HU Jian-jun, ZHANG Yue-qin. Study on effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer application in oil sunflower field in Yanchi County[J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2011(3): 85-87. (in Chinese)
- [4] 张喜印,王秀枝.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(6):33-36.  
ZHANG Xi-yin, WANG Xiu-zhi. Studies on techniques of nitrogen fertilizer application in sunflower on salinized soil[J]. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 2004(6): 33-36. (in Chinese)
- [5] 于海峰,安玉麟.油用向日葵品质形成规律研究[J].黑龙江农业科学,2010(9):14-18.  
YU Hai-feng, AN Yu-lin. The pattern of quality formation in oil sunflower[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2010(9): 14-18. (in Chinese)
- [6] M Ashraf. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers[J]. *Biotechnology Advances*, 2009(27): 84-93.
- [7] Li Fa-hu, R Keren. Calcareous sodic soil reclamation as affected by corn stalk application and incubation: A laboratory study[J]. *Pedosphere*, 2009, 19(4): 465-475.
- [8] Fageria N K, Baligar V C. Methodology for evaluation of low-land rice genotypes for nitrogen use efficiency[J]. *Journal of Plant Nutrition*, 2003(26): 1315-1333.
- [9] Benbi D K. Efficiency of nitrogen use by dryland wheat in a subhumid region in relation to optimizing the amount of available water[J]. *Agric-Sci*, 1989, 115(1): 7-10.
- [10] Levie B, Gabrielle B, Justes E, et al. Water and nitrate budgets in a rendzina cropped with oilseed rape receiving varying amounts of fertilizer[J]. *Eur J Soil Sci*, 1998(49): 37-51.
- [11] Shan Lun, Zhang Sui-Qi. Water saving agriculture and its biological basis[J]. *Res Soil Water Conser*, 1999, 6(1): 2-6.
- [12] Atehur W, Gran A W. Interactions encountered when supplying nitrogen and phosphorus fertilizer and a water-soluble polyacrylamide to soil[J]. *J Plant Nutri*, 1990, 13(3, 4): 343-347.
- [13] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,1999:39-114;263-271.  
BAO Shi-dan. Soil chemical analysis[M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1999: 39-114; 263-271. (in Chinese)
- [14] 李晓慧,何文寿,白海波,等.宁夏向日葵不同生育期吸收氮磷钾养分的特点[J].西北农业学报,2009,18(5):167-175.  
LI Xiao-hui, HE Wen-shou, BAI Hai-bo, et al. Characteristics of nitrogen, phosphorus and potassium uptake at different growth stages of sunflowers in Ningxia [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2009, 18(5): 167-175. (in Chinese)
- [15] 马孝林,盛彦鑫.施氮量对宁夏银北油葵产量、氮肥利用效率及经济效益的影响[J].宁夏农林科技,2013(12):55-58.  
MA Xiao-lin, SHENG Yan-xing. Effects of nitrogen application rates on yield, nitrogen use efficiency and economic benefit of oil sunflower in Yinbei area in Ningxia[J]. *Ningxia Journal of Agri and Fores Sci & Tech*, 2013(12): 55-58. (in Chinese)
- [16] 黄仁洙,李国清,李庆文.氮、磷、钾营养对向日葵产量及品质影响的研究[J].中国油料,1985(4):48-51.  
HUANG Ren-zhu, LI Guo-qing, LI Qing-wen. Effects of nitrogen application rates on yield, nitrogen use efficiency and economic benefit of oil sunflower in Yinbei area in Ningxia[J]. *Chinese Oil Crop*, 1985(4): 48-51. (in Chinese)
- [17] 陈炳东,岳云,黄高宝,等.油葵含油率及脂肪酸组成与土壤盐含量的关系[J].中国油料作物学报,2007,29(4):483-486.  
CHEN Bing-dong, YUE Yun, HUANG Gao-bao, et al. Effects of salt stress on root activity and seedling growth of oil sunflower[J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2007, 29(4): 483-486. (in Chinese)