

# 施肥对盐碱地油用向日葵品质影响的研究进展

任 然, 何文寿, 王 蓉, 赵 涛

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**油用向日葵是一种耐旱、耐贫瘠、耐盐碱的油料作物。该文在分析我国盐碱地资源和油用向日葵品质指标基础上,追溯了油葵粗脂肪和脂肪酸组分的形成过程,综述了氮、磷、钾、微肥和有机肥对油葵蛋白质、粗脂肪和脂肪酸等品质指标影响的研究进展;分析了存在的问题;提出了今后应加强不同类型盐碱地条件下施肥量、施肥时期和不同肥料配比对油葵品质影响的研究内容。

**关键词:**盐碱地;油葵;品质;施肥

**中图分类号:**S 565.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0193-04

油用向日葵(以下简称为油葵)是一种生育周期短、适应性广、耐干旱、耐贫瘠、耐盐碱的典型作物,是我国仅次于大豆、花生、油菜的第四大油料作物,被誉为“耐盐碱先锋作物”<sup>[1-2]</sup>。随着农业结构战略性调整和全球经济一体化进程的加快,葵花油品质成为人们共同关注的热点。近30年来,我国油葵籽产量大幅度提高,品质问题也倍受人们关注。油葵品质除受其遗传基因决定外,还受自然生态条件和栽培措施的影响<sup>[3-6]</sup>。例如气候、土壤、施肥和灌溉等条件影响其品质,其中施肥是最直接、最有效的影响因素之一,但过量施肥导致土壤进一步盐渍化<sup>[7-8]</sup>。为此,该文从盐碱地利用、油葵品质、施肥之间的关系出发,综述了前人的研究工作,分析氮、磷、钾、微肥和有机肥对油葵品质的影响,为进一步研究在盐碱地条件下施肥对油葵品质的调控效应及措施提供科学依据。

## 1 我国及宁夏盐碱地概况

盐碱土是各种盐土和碱土以及其它不同程度盐化和碱化的各种类型土壤的统称。即当土壤表层或亚表层中,水溶性盐类积累量超过0.1%或0.2%(即100 g风干土中含0.1 g水溶性盐类,或在富含石膏情况下,含0.2 g水溶性盐类),或土壤碱化层的碱化度超过5%时,都称作盐土<sup>[9]</sup>。由于盐碱土分布广泛,形成条件和形成

过程不同,导致盐碱化类型和盐碱化特点也不尽相同,所以对盐碱土划分的标准也不完全统一<sup>[10-13]</sup>。

我国盐碱土总面积为 $3.46 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,其中盐土面积 $1.688 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,碱土面积 $8.67 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,各类盐化土面积 $1.583 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,碱化土面积 $9.72 \times 10^5 \text{ hm}^2$ <sup>[14]</sup>。宁夏位于西北地区东部,地处温带半干旱、干旱区,降水稀少,蒸发强烈,地下水位高,易形成盐碱地,全区盐土面积 $1.37 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,碱土面积 $1.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$ <sup>[15]</sup>。目前,盐碱地改良技术分为工程措施、物理措施、化学措施和生物措施,由于盐碱土成因复杂多样,因此改良利用盐碱地应采取综合性改良措施<sup>[16]</sup>。基塘系统在我国北方盐碱地改良利用中得到广泛应用,以珠江三角洲桑基鱼塘为代表,在滨海盐碱地区发展了“台田-浅池”模式<sup>[17]</sup>。生物措施是改良利用盐碱地直接有效的方法,具有脱盐持久、有利于水土保持和生态平衡的作用,如种植耐盐植物和利用固氮微生物<sup>[18]</sup>。

## 2 油葵品质指标及其作用

### 2.1 油葵籽品质构成

油葵品质的主要指标为油葵籽粒的粗脂肪含量(含油率)、蛋白质含量、脂肪酸(油酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈酸、硬脂酸、棕榈油酸)、生育酚等。脂肪酸组分是评定葵花油品质的重要指标,葵花油中含有90%的不饱和脂肪酸(其中亚油酸占70%左右),脂肪酸组分构成有利于人类健康,被誉为“营养健康油”<sup>[19-20]</sup>。2008年发布的国家标准,根据籽仁含油率将油用葵花籽分成6个等级:一等(含油率 $\geq 42.0\%$ )、二等(含油率 $\geq 39.0\%$ )、三等(含油率 $\geq 36.0\%$ )、四等(含油率 $\geq 33.0\%$ )、五等(含油率 $\geq 30.0\%$ )、等外(含油率 $\leq 30.0\%$ ),其中杂质 $\leq 1.5\%$ 、水分 $\leq 11.0\%$ 、色泽气味正常<sup>[21]</sup>。

### 2.2 油葵籽油的主要应用价值

2003年颁布国家标准,根据色泽、气味、酸值、过氧

**第一作者简介:**任然(1989-),女,山东菏泽人,硕士研究生,研究方向为植物营养与作物施肥。E-mail:renr8901@163.com.

**责任作者:**何文寿(1960-),男,宁夏西吉人,硕士,教授,硕士生导师,现主要从事土壤与植物营养学等研究工作。E-mail:hew818@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31160416);国家科技支撑计划资助项目(2011BAD29B07-05)。

**收稿日期:**2014-05-20

化物等 12 项质量指标,将葵花油分为一级、二级、三级、四级 4 个质量等级,葵花成品油又分为压榨成品油和浸出成品油,压榨成品油是指用机械挤压方法提取原油加工的成品油;浸出成品油是指用符合卫生要求的溶剂,采用浸出方法提取的原油加工的成品油,规定葵花油标签需注明“压榨”、“浸出”“转基因”等标识,以保护消费者的知情权和选择权<sup>[22]</sup>。葵花油色泽好,澄清透明,油味清香,富含不饱和脂肪酸,其中亚油酸含量高达 60%~70%,它是人体必需脂肪酸,能抑制血栓形成,降低血清胆固醇含量,维持血压平衡,预防动脉硬化,防止血管疾病的发生。葵花油含有的蛋白质和铁、镁、钾等无机离子,对缺铁性贫血病、糖尿病的治疗效果良好,能够促进青少年骨骼及牙齿生长发育<sup>[23-24]</sup>。另外生育酚可以提高葵花油的抗氧化能力,使其耐储存;丰富的维生素 E、胡萝卜素和维生素 B<sub>2</sub> 对人体健康和保健具有重要作用<sup>[25]</sup>。

### 3 油葵籽粗脂肪及脂肪酸的形成

#### 3.1 粗脂肪的形成过程

油葵粗脂肪是在籽粒发育过程中逐渐积累的,随着油葵植株干物质的增长,粗脂肪的积累量也不断增加,籽粒粗脂肪的积累与油葵植株干物质的积累趋势一致,呈现“慢-快-慢”的“S”型变化趋势<sup>[26]</sup>。研究表明,籽粒粗脂肪最大积累速率出现时间及持续时间在不同品种之间差异不明显,最大积累速率出现在开花后 10~22 d;开花后 30~40 d,粗脂肪含量趋于稳定,达到最大值<sup>[27]</sup>。

#### 3.2 脂肪酸组分的形成过程

脂肪酸组分为油酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈酸、硬脂酸、棕榈油酸,前 3 种为不饱和脂肪酸,后 3 种为饱和脂肪酸。亚油酸和亚麻酸属于人体必需脂肪酸,其含量决定油葵的营养价值<sup>[28]</sup>。油葵籽粒中亚油酸含量从开花到花后 10 d 缓慢增长,10~20 d 呈下降趋势,以后缓慢增长,成熟时亚油酸含量占粗脂肪的 65%~70%,籽粒中油酸与亚油酸含量呈显著的负相关;籽粒中的亚麻酸含量从开花到灌浆成熟,表现为下降趋势,成熟时,籽粒中亚麻酸含量为 0,棕榈酸含量也为递减趋势;硬脂酸含量从开花到花后 15 d,呈上升趋势;花后 15~35 d,逐渐下降;花后 35~40 d,含量稳定<sup>[27]</sup>。综上所述,从开花至灌浆期间的各种环境条件和栽培措施都会影响粗脂肪和脂肪酸的形成和积累及脂肪酸组分的变化,从而影响油葵籽粒的品质。因此,在这期间需加强肥水管理,为油葵优质高产提供保障。

### 4 施肥对盐碱地油葵籽品质的影响

#### 4.1 氮肥对油葵品质的影响

4.1.1 氮肥对油葵籽粒粗脂肪(含油率)和蛋白质的影响 氮素是蛋白质和核酸的主要成分,又是叶绿素、维生素、植物激素等的组成成分,参与植物体内许多重要的物质代谢过程,对植物的生长发育、产量和品质影响

甚大<sup>[29]</sup>。在一定范围内,油葵籽粒蛋白质含量和粗脂肪含量随着施氮量增加而提高,又能增加油葵籽粒产量,但施氮量大于 52.5 kg/hm<sup>2</sup> 时,粗脂肪含量降低,蛋白质含量提高,二者呈明显的负相关<sup>[30]</sup>。盐碱地施用氮肥尤其是尿素用量过多,促进氨基酸的合成,使油葵籽内可塑性物质多转化为蛋白质,降低油脂的形成,另一方面多余的养分加重了土壤盐渍化程度。李为萍<sup>[31]</sup>在内蒙古盐渍化河套灌区,通过水-肥-盐耦合 2 a 大田试验研究表明,油葵籽仁粗脂肪累积过程符合 Exponential 函数,低氮处理促进油葵籽仁中粗脂肪累积速率的提升,高氮处理,却抑制粗脂肪的累积,粗脂肪合成过程与蛋白质互斥;Nasim 等<sup>[32]</sup>通过大田试验得出,随着施氮量的增加,油葵产量增加,而籽仁含油率减低;Regina<sup>[33]</sup>指出氮肥是增加籽粒蛋白质含量最重要的因素;增施氮肥导致籽粒含油率降低,但籽粒产量增加,所以单位面积油产量增加<sup>[34-35]</sup>。王德兴等<sup>[36]</sup>报道,施氮量为 18.5 kg/hm<sup>2</sup>,可获得最高产量,施氮量为 144 kg/hm<sup>2</sup>,可获得最高粗蛋白质产量,施氮量为 127.5 kg/hm<sup>2</sup>,可获得最高粗脂肪产量。油葵籽粒获得最高蛋白质产量的施氮量高于获得最高粗脂肪产量的施氮量,很多研究也证明了这一点,但最佳施氮量,不同地区得出不同结论。

4.1.2 氮肥对油葵脂肪酸组分的影响 秦王川盐碱地研究表明,随着土壤含盐量的增加,能够促进棕榈酸、亚油酸的生成,抑制油酸的生产,但硬脂酸和亚麻酸的变化无明显规律<sup>[37-38]</sup>。水-肥-盐耦合试验结果表明,盐胁迫下增施氮肥,对油酸、亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸的合成不利,同时也不利于棕榈酸、棕榈油酸、硬脂酸等饱和脂肪酸的合成,但影响不显著<sup>[31]</sup>;Amjed 等<sup>[39]</sup>指出,当施氮量为 225 kg/hm<sup>2</sup> 时,油酸含量从 42.6%下降到 38.25%,棕榈酸从 6.35%下降到 5.27%,亚油酸含量从 43.29%升高到 49%,硬脂酸从 1.90%升高到 2.93%;随着施氮量的增加油酸和棕榈酸的含量下降。Nanjundappa 等<sup>[40]</sup>、Munir 等<sup>[41]</sup>、Boydak 等<sup>[42]</sup>得出结论一致。施氮肥对脂肪酸组分含量变化趋势,国内外得出结论一致,但各种脂肪酸组分含量却得出不同结论。

#### 4.2 磷钾肥对油葵品质的影响

Muralidharudu 等<sup>[43]</sup>研究认为,增加磷肥施用量,能够提高油葵产量和籽粒蛋白质含量,但对油葵含油率影响不显著。许多研究表明,增施钾肥能够提高油葵籽粒含油率,Abbadi 等<sup>[44]</sup>指出,在低钾处理下,油葵含油率相对高钾处理低的多;Amanullah 等<sup>[45]</sup>对在盐碱地研究表明,当施钾量达到 125 kg/hm<sup>2</sup> 时,油葵含油率从 37.5%升高到 43.8%,蛋白质含量从 24.5%下降到 22.1%;当施磷量为 135 kg/hm<sup>2</sup> 时,油葵含油率略有增加,蛋白质含量从 22.5%增加到 23.2%;王德兴<sup>[46]</sup>研究表明,氮、磷、钾肥对油葵蛋白质的影响依次为钾肥>氮肥>磷

肥,对油葵粗脂肪产量的影响依次为磷肥>氮肥>钾肥,增施氮肥增加蛋白质含量,降低粗脂肪含量,增施磷肥提高粗脂肪含量,对蛋白质含量影响不大,增施钾肥提高粗脂肪含量,降低蛋白质含量。目前,国内外关于磷钾肥对油葵脂肪酸含量、脂肪酸各组分含量及比例的影响尚未见有报道。

#### 4.3 微肥对油葵品质的影响

一般认为微量元素对促进酶的活性,增强作物的抗逆性,改善品质,提高产量等方面都有积极作用<sup>[47]</sup>。目前人们通过施用氮、磷、钾肥来提高作物产量,但随着作物产量的逐步提高,作物从土壤中吸收大量养分,造成微量元素含量较低,尤其是土壤中的锌缺乏严重。张君等<sup>[48]</sup>在内蒙古河套灌区研究表明,在不同的锌肥处理下,油葵油分积累量呈“S”型曲线变化,在灌浆后 10~25 d 为快速增长期;在施氮、磷、钾肥的基础上,增施锌肥 30 kg/hm<sup>2</sup>,使油葵产量增产 10.5%,油葵含油率从 42.4%增加到 44.7%;Mirzapour 等<sup>[49]</sup>在盐碱地研究得出,施锌肥 10~20 kg/hm<sup>2</sup> 时,油葵含油率增加,油葵含油率在施锌肥 10 kg/hm<sup>2</sup> 达到最大,施锌肥大于 30 kg/hm<sup>2</sup>,含油率呈下降趋势;Elnaz 等<sup>[50]</sup>认为,锌、铁肥叶面喷施和土壤施肥相结合,既可以提高肥料利用率,又使油葵籽粒获得高产,提高籽粒含油率和蛋白质含量,同时影响脂肪酸含量及其各组分比例,锌、铁肥叶面喷施有利于棕榈酸和棕榈油酸的合成,土壤施肥有利于亚麻酸合成,叶面配施和土壤施肥对油酸含量无影响。

#### 4.4 有机肥对油葵品质的影响

目前,国内外关于有机肥对油葵品质的研究报道很少。Khosro 等<sup>[51]</sup>研究表明,单施农家肥和堆肥,油葵含油率达到最大,分别为 45.3%和 43.2%,但油葵籽粒产量低;当农家肥、堆肥和化肥配施时,获得最高葵花油产量和籽粒蛋白质含量(35.5 mg/g),有机肥显著影响脂肪酸各组分的含量变化,施用农家肥和堆肥可显著提高亚油酸和亚麻酸含量,油酸含量高达 85.12%,而单施化肥,油酸含量最低为 78.1%。施用有机肥可以提高油葵籽粒不饱和脂肪酸含量,改善葵花油营养品质,对人体健康更加有利。

### 5 展望

从现有文献资料来看,国内外就施肥对盐碱地油葵品质影响的研究已取得系列进展,特别是氮肥对油葵品质的影响报道较多,但由于试验生态环境、地力条件和使用品种类型存在一定的差异,适宜施氮量仍未取得一致性的结论。磷、钾肥对油葵脂肪酸各组分含量及其比例的影响尚未见报道,微肥和有机肥对油葵品质的影响报道较少。此外,施肥时期、肥料形态及肥料配比对油葵品质的影响研究较少,尤其是对籽粒品质的影响机理

也不十分清楚。

针对上述问题,建议可以重点开展以下研究工作:一是在不同类型盐碱地,采用不同类型品种,开展施氮量、施氮时期和氮肥形态对油葵品质的影响研究,探索适合我国不同类型盐碱地 and 不同品种的规范化施氮肥技术,充分发挥氮肥对油葵品质的调控作用;二是研究施磷、钾肥量和施磷、钾肥时期对油葵脂肪酸含量、脂肪酸各组分含量及其比例的影响,结合产量表现,明确施磷、钾肥量和施肥时期对品质调控的效果,提出适合不同品种的专用磷、钾肥配方;三是探讨氮、磷、钾肥、微肥和有机肥的施肥量和不同配比对油葵品质形成的作用机理,为应用施肥调控油葵品质提供科学依据。

#### 参考文献

- [1] 崔云玲,王生录,陈炳东,等. 不同品种油葵对盐胁迫响应研究[J]. 土壤学报,2011,48(5):1051-1058.
- [2] 陈全胜,杨文杰,郑青松. 国内外杂交油葵品种耐盐性鉴定及方法比较[J]. 中国农学通报,2007,23(8):156-160.
- [3] Burton J W, Miller J F, Vick B A, et al. Altering fatty acid composition in oil seed crops[J]. Advances in Agronomy, 2004, 84: 273-306.
- [4] Izquierdo N G, Aguirrezabal L A N. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower[J]. Field Crops Research, 2008, 106: 116-125.
- [5] Roche J, Alignan M, Bouniols A, et al. Fatty acid profile composition in sunflower seeds as affected by genotypes and environmental conditions[J]. Food Chemistry, 2010, 121: 990-995.
- [6] Bukhsh M A H A, Iqbal J, Kaleem S, et al. Qualitative analysis of spring planted sunflower hybrids as influenced by varying nutritional area[J]. Pakistan Journal of Nutrition, 2011(10): 291-295.
- [7] Flagella Z, Rotunno T, Tarantino E, et al. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime[J]. European Journal of Agronomy, 2002, 17: 221-230.
- [8] Sobrino E, Tarquis A M, Diaz M C. Modeling the oleic acid content in sunflower oil[J]. Agron J, 2003, 95: 329-334.
- [9] 王遵亲. 中国盐碱土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [10] 胡明芳, 田长彦, 赵振勇, 等. 新疆盐碱地成因及改良措施研究进展[J]. 西北农林科技大学学报, 2012, 40(10): 111-117.
- [11] 张晓光, 黄标, 梁正伟, 等. 松嫩平原西部土壤盐碱化特征研究[J]. 土壤, 2013, 45(2): 332-338.
- [12] 冯玉杰, 张巍, 陈桥, 等. 松嫩平原盐碱化草原土壤理化特性及微生物结构分析[J]. 土壤, 2007, 39(2): 301-305.
- [13] 曹惠提, 罗玉丽. 内蒙灌区土壤盐碱化综述[J]. 水利科技与经济, 2010, 16(3): 267-269.
- [14] 樊丽琴, 杨建国. 盐碱地改良措施对盐荒地土壤盐分及油葵产量的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(9): 154-158.
- [15] 陈萍, 何文寿, 康永利, 等. 宁夏盐胁迫下油用向日葵吸肥规律研究进展[J]. 北方园艺, 2012(1): 188-191.
- [16] 唐旭日. 盐碱地改良模式现状及探索[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 595-597.
- [17] 岳耀杰, 张峰, 张国明, 等. 滨海盐碱地利用变化与优化研究—以黄骅市“台田-浅池”模式为例[J]. 资源科学, 2010, 32(3): 423-430.
- [18] 马晨, 马履一, 刘太祥, 等. 盐碱地改良利用技术研究进展[J]. 世界林业研究, 2010, 23(2): 28-32.



- [19] Kandil A, Ibrahim A F, Marquard R, et al. Response of some quality traits of sunflower seeds and oil to different environments[J]. J Agronomy and Crop Science, 1990, 164: 224-230.
- [20] 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, 2007, 29(4): 483-486.
- [21] GB/T 11764-2008, 葵花籽[S], 2008.
- [22] GB 10464-2003, 葵花籽油[S], 2003.
- [23] 胡小泓, 潘成杰, 王超, 等. 葵花油中不饱和脂肪酸的富集工艺研究[J]. 西部粮油科技, 2001, 26(2): 16-17.
- [24] 张海臣, 刘杨, 姜义东. 关于葵花油营养价值及制备的探讨[J]. 食品科技, 2009, 34(6): 128-131.
- [25] Miller J F, Vick B A. Inheritance of reduced stearic and palmitic acid content in sunflower seed oil[J]. Crop Sci, 1999, 39: 364-367.
- [26] 于海峰. 油用向日葵产量和品质形成及调控规律研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.
- [27] 于海峰, 安玉麟, 李素萍, 等. 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.
- [28] 王德兴, 崔良基, 魏守恩, 等. 我国当前发展油用向日葵生产的潜力[J]. 杂粮作物, 2004, 24(5): 294-297.
- [29] 何文寿. 植物营养学通论[M]. 宁夏: 人民出版社, 2004.
- [30] 邓力群, 刘兆普, 沈其荣, 等. 不同施氮水平对滨海盐土上油葵产量与品质的影响[J]. 土壤肥料, 2002(6): 24-28.
- [31] 李为萍. 盐渍化灌区油葵品质对水-肥-盐耦合的动态响应效应研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
- [32] Nasim W, Ahmad A, Bano A, et al. Effect of nitrogen on yield and oil quality of sunflower hybrids under sub humid conditions of Pakistan [J]. American Journal of Plant Sciences, 2012(3): 243-251.
- [33] Regina H. Influence of macro and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains[J]. Agronomy Journal, 2008(19): 36-43.
- [34] Zheljaskov V D, Vick B A, Ebelhar M W, et al. Yield, oil content and composition of sunflower grown at multiple locations in Mississippi [J]. Agronomy Journal, 2008, 100: 635-642.
- [35] Zheljaskov V D, Vick B A, Baldwin B S, et al. Oil content and saturated fatty acid in sunflower as a function of planting date, nitrogen rate, and hybrid [J]. Agronomy Journal, 2009, 101: 1003-1011.
- [36] 王德兴, 崔良基, 宋殿秀, 等. 氮、磷、钾配施对油葵产量与品质的影响[J]. 辽宁农业科学, 2012(1): 4-9.
- [37] 岳云. 盐胁迫对油葵生理生态指标及吸盐效果的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2007.
- [38] 陈炳东. 油用向日葵对  $\text{Na}^+$  盐胁迫的生理生化响应及农艺性状表现研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [39] Amjed A, Sami U. Effect of nitrogen on achene protein, oil, fatty acid profile, and yield of sunflower hybrids[J]. Chilean Journal of Agricultural Research, 2012, 72(2): 564-567.
- [40] Nanjundappa G, Shivaraj B, Janarjunna S, et al. Effect of organic and inorganic sources of nutrients applied alone or in combination on growth and yield of sunflower [J]. Helia, 2001, 24(34): 115-120.
- [41] Munir M A, Malik M A, Saleem M F. Impact of integration of crop manuring and nitrogen application on growth, yield and quality of spring planted sunflower[J]. Pakistan Journal of Botany, 2007, 39: 441-449.
- [42] Boydak E, Karaaslan D, Turkoglu H. The effect of different nitrogen and irrigation levels on fatty acid composition of peanut oil [J]. Turkish Journal of Field Crops, 2010(15): 29-33.
- [43] Muralidharudu Y, Murthy I L N, Reddy K P C, et al. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to phosphorus application in Vertisols[J]. Helia, 2003, 26: 147-154.
- [44] Abbadi J, Gerendas J, Sattelmacher B. Effects of potassium supply on growth and yield of safflower as compared to sunflower [J]. Plant Nutr Soil Sci, 2008, 171: 272-280.
- [45] Amanullah, Khan M W. Interactive effect of potassium and phosphorus on grain quality and profitability of sunflower in northwest pakistan[J]. Pedosphere, 2011, 21(4): 532-538.
- [46] 王德兴. 氮、磷、钾肥对油葵生长发育、产量及相关性状的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [47] 周祖澄. 北方特种作物的营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [48] 张君, 张润生, 段玉, 等. 油用向日葵磷素积累分配规律研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2011, 32(1): 58-62.
- [49] Mirzapour M H, Khoshgoftar A H. Zinc application effect on yield and seed oil content of sunflower grown on a saline calcareous soil [J]. Journal of Plant Nutrition, 2006, 29: 1719-1727.
- [50] Elnaz E, Ahmad B, Bahman P E. Efficiency of zinc and iron application methods on sunflower[J]. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2010, 8(3-4): 783-789.
- [51] Khosro M, Gholamreza H, Mohsen J, et al. Fertilization affects the agronomic traits of high oleic sunflower hybrid in different tillage systems[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 44: 446-451.

## Advances on Effect of Fertilization Under Saline-alkali Stress on the Quality of Sunflower

REN Ran, HE Wen-shou, WANG Rong, ZHAO Tao

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Oil sunflower is a special of oil crop with strong resistance to drought, barren and salt alkalescency. The formation process of crude fat and aliphatic acid components were traced in this paper, and the advances in research of the influence of nitrogen, phosphorus, potassium, micronutrient and organic fertilizer on quality index of protein were reviewed, crude fat and fatty acid components in oil sunflower by the analysis of the resource of saline-alkali land and quality index in our country. The problems existing in the correlational research were also analyzed in this review, and proposed that the research about the effect of fertilizing rate, time and matching under the condition of different types of saline-alkali land on the quality of oil sunflower should be strengthened in the future.

**Keywords:** saline-alkali; oil sunflower; quality; fertilization