

全膜双垄沟播与施钾量对半干旱区油葵籽仁品质的影响

张平良¹, 曾 骏¹, 郭天文², 刘晓伟¹, 谭雪莲¹, 董 博¹

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃兰州 730070)

摘要: 以陇葵杂 3 号为试材, 在年均降水量 415 mm 的半干旱区进行了全膜双垄沟播栽培与施钾对旱地油用向日葵籽仁品质的影响试验。结果表明, 全膜双垄沟播栽培较露地油葵籽仁粗脂肪、油酸含量分别增加了 15.4、13.6 g/kg, 亚麻酸含量显著提高了 16.7%。施钾对油葵籽仁粗脂肪、油酸、亚麻酸均有显著影响, 随着施钾量的增加呈递增趋势, 以施钾量为 120 kg/hm² 时最好, 较不施钾油葵籽仁粗脂肪、油酸含量分别显著增加 29.5、10.6 g/kg, 亚麻酸含量显著提高 22.2%。综合考虑油葵籽仁粗脂肪及脂肪酸组分油酸、亚麻酸等因素, 全膜双垄沟播和施钾可显著改善旱地油葵籽仁品质, 以施钾量以 120 kg/hm² 的效果最好。

关键词: 全膜双垄沟播; 施钾量; 油葵; 籽仁品质; 半干旱区

中图分类号: S565.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)06-0064-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.06.017

Effect of Full Plastic-film Double-furrow Sowing Cultivation and Potassium Application on Seed Quality of Oil Sunflower in Semi-arid Area

ZHANG Pingliang¹, ZEN Jun¹, GUO Tianwen², LIU Xiaowei¹, TAN Xuelian¹, DONG Bo¹

(1. Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In semi-arid areas with an average annual rainfall of 415 mm, Oil sunflower Longkuiza 3 was used as experimental material, the experiment was carried out full Plastic-film double-furrow sowing cultivation and potassium application on seed quality of oil sunflower. The results showed that contents of crude fat and oleic acid of oil sunflower increased respectively 15.4 g/kg, 13.6 g/kg under full plastic-film double-furrow sowing cultivation compared with open field, and content of linolenic acid increased by 16.7%. Potassium rates have significant effects on crude fat, oleic acid and linolenic acid, with the increase of potassium rates, which of oil sunflower all showed increasing trend, and above-mentioned indices reached to the peaks under 120 kg/hm². Compared to no potassium, contents of crude fat and oleic acid increased by 29.5 g/kg, 10.6 g/kg, and content of linolenic acid increased by 22.2% respectively. The crude fat, oleic acid and linolenic acid of sunflower were considered comprehensively, the seed quality of sunflower could be improved significantly by full plastic-film double-furrow sowing cultivation and potassium application, and the effect of potassium rate of 120 kg/hm² was obvious.

Key words: Full plastic-film double-furrow sowing cultivation; Potassium application; Oil sunflower; Seed quality; Semi-arid Area

收稿日期: 2019-11-27

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0200101); 国际植物营养研究所(IPNI)中国项目(IPNI-2014-CHN-MP01); 公益性行业(农业)科研专项(201503120); 甘肃省农业科学院科技创新专项(2017GAAS28)。

作者简介: 张平良(1981—), 男, 甘肃靖远人, 副研究员, 硕士, 长期从事旱作栽培与养分管理研究工作。Email: zhangpl2007@163.com。

通信作者: 郭天文(1963—), 男, 山西山阴人, 研究员, 主要从事植物营养与土壤肥料研究工作。Email: guotw@gsagr.ac.cn。

油用向日葵(简称油葵)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^[1-3],葵花油品质已成为人们共同关注的热点。油葵籽仁粗脂肪含量是决定其产油量的关键指标,脂肪酸组分是影响葵花油品质的重要因素之一^[4-6]。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^[7]。例如气候、土壤、施肥和灌溉及覆膜栽培等条件^[8-10]。灌溉和覆膜影响土壤水分和农田小气候,进而影响向日葵植株体内的各种代谢活动,也改变植株生理生化进程^[11],对油葵粗脂肪及其组分构成也有调控作用。李为萍等^[12]研究认为,河套灌区灌水量的增加有利于油葵籽仁亚油酸及不饱和脂肪酸的形成,但不利于饱和脂肪酸的形成。钾是作物生长的必需元素,同时也是影响作物的“品质元素”,对改善油葵品质和出仁率起着重要的作用^[13]。近几年,甘肃省大面积推广应用全膜双垄沟播种植技术,具有明显的增温和保墒作用,增产效果显著^[14-16],国内外研究主要集中在覆盖后的农田环境和作物增产效应上,而对作物品质影响研究甚少,针对西北半干旱区全膜双垄沟播与施钾对油葵品质的影响未见报道,为此,我们在年均降水量 415 mm 的旱作区,开展全膜双垄沟播和施钾量对油用向日葵粗脂肪、脂肪酸及其组分等品质的影响研究,探讨雨养条件下覆膜栽培和施钾与油葵品质之间的响应关系,以期为提高旱地油葵籽仁品质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示油葵品种为陇葵杂 3 号,由甘肃省农业科学院作物研究所提供。

1.2 试验方法

试验于 2015—2017 年在甘肃省定西市安定区甘肃省农业科学院定西试验基地进

行。当地海拔 1 970 m,年平均气温 6.2 ℃,年均降水量为 415 mm,是典型的半干旱雨养农业区。试验地土壤类型为黄绵土,土壤肥力偏低,播前耕层(0~20 cm)土壤含有有机质 16.4 g/kg、全氮 0.9 g/kg、碱解氮 50.5 mg/kg、速效磷 14.3 mg/kg、速效钾 167.9 mg/kg、pH 为 8.1。

试验采用裂区设计,主区为露地(A)和全膜双垄沟播(B)2个栽培模式;副区为施钾量(K)0、48、84、120 kg/hm² 4个水平,分别用 K0、K1、K2、K3 表示;各处理均施 N 150 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²。小区面积为 33 m²,3次重复。肥料均在播前按试验方案作底肥一次性施入。试验分别于 2015 年 4 月 29 日播种,9 月 15 日收获;2016 年 5 月 3 日播种,9 月 17 日收获;2017 年 5 月 4 日播种,9 月 18 日收获;种植密度为 60 000 株/hm²。全膜双垄沟播种植^[16-17],播种前整好农田,用起垄器起双垄,大垄宽 70 cm,小垄宽 40 cm,垄高 10~15 cm,沟宽小于 3 cm,全地面地膜覆盖,油葵播种于垄沟中。露地处理不覆膜,其他种植方式同上。

1.3 测定项目与方法

每个小区选取具有代表性且开花期一致的样株进行定株,进入成熟期后,对定株取样 5 盘,每盘摘取中间部位籽粒 50 粒,以避免由于籽粒所处花盘位置不同对油葵籽仁粗脂肪含量及脂肪酸组分所产生的影响。粗脂肪含量的测定采用索氏抽取法(GB/T 5521-2008);脂肪酸及其组分含量的测定采用气相色谱-质谱联用方法(GB/T 17377-2008);氨基酸的测定采用盐酸水解后用分光光度计比色法(B/T 5009.124-2003);粗纤维的测定采用酸碱消煮法(GB/T 5009.10-2003)。

1.4 数据分析

试验数据采用 DPS 15.10 和 Microsoft Excel 2010 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 油葵籽仁粗脂肪及粗纤维含量

对油葵籽仁粗脂肪、粗纤维含量进行双因素(覆膜栽培、施钾量)方差分析的结果表明,油葵籽仁粗脂肪含量受覆膜栽培($P=0.028$)、施钾因素($P=0.037$)的影响均达到显著水平($P<0.05$),粗纤维含量受覆膜栽培($P=0.04$)的影响达到显著水平($P<0.05$)。从表 1 可以看出,全膜双垄沟播(B)较露地(A)油葵籽仁粗脂肪和粗纤维含量分别平均增加 15.4、14.9 g/kg,且差异显著。不同施钾条件下,K3 处理油葵籽仁粗脂肪含量最高,与 K2 处理、K1 处理差异不显著,与 K0 处理差异显著。施钾处理较不施钾处理油葵籽仁粗脂肪含量均有不同程度的增加,与 K0 处理相比,K3 处理、K2 处理、K1 处理油葵粗脂肪含量平均分别增加 29.5、14.6、11.0 g/kg。在年均降水量 415 mm 的旱作区,油葵籽仁粗脂肪含量受全膜双垄沟播和施钾的影响,全膜双垄沟播栽培可显著提高油葵粗脂肪含量,增施钾肥有利于油葵籽仁粗脂肪的合成,以施钾量为 120 kg/hm²(K3)效果明显。施钾处理间粗纤维含量没有显著差异。

2.2 油葵籽仁饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸

从表 2 可知,全膜双垄沟播对油葵籽仁

饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸含量均没有显著影响。与不施钾(K0)相比,施钾处理油葵籽仁饱和脂肪酸含量下降,并随着施钾量的增加呈降低趋势,其中 K3 处理较 K0 处理降低 14.1 g/kg,且差异显著。施钾对油葵籽仁不饱和脂肪酸的影响规律与对饱和脂肪酸的影响规律相反,随着施钾量的增加呈增加趋势,K3 处理与 K0 处理间差异显著。上述结果表明,施钾有利于不饱和脂肪酸的合成,能降低饱和脂肪酸的含量。

2.3 油葵籽仁油酸和亚油酸

油葵籽实中的脂肪酸主要是不饱和脂肪酸,而不饱和脂肪酸主要是由油酸、亚油酸及亚麻酸组成,含量占总量的 80%以上。对油葵籽仁不饱和脂肪酸主要组分(油酸、亚油酸)进行分析的结果表明,油葵籽仁油酸含量受覆膜栽培($P=0.01$)和施钾量($P=0.04$)的影响均达到显著水平($P<0.05$),但两者互作效应不显著。从表 3 可知,全膜双垄沟播(B)较露地(A)油葵籽仁油酸含量平均增加 13.6 g/kg,且差异显著。全膜双垄沟播(B)栽培条件下,随着施钾量增加,油葵籽仁油酸含量呈递增趋势,以 K3 处理油酸含量最高,较不施钾(K0)平均增加 10.6 g/kg,且差异显著。全膜双垄沟播与施钾对油葵籽仁亚

表 1 不同栽培方式与施钾量的油葵籽仁粗脂肪和粗纤维含量^① g/kg

施 K 量	粗脂肪			粗纤维		
	A	B	平均	A	B	平均
K0	440.8 c	447.6 bc	444.2 b	69.5 ab	76.5 ab	73.0 a
K1	452.8 bc	457.7 bc	455.2 ab	63.1 b	79.6 ab	71.4 a
K2	448.5 bc	469.2 ab	458.8 ab	71.5 ab	80.2 ab	75.8 a
K3	459.0 bc	488.4 a	473.7 a	60.0 b	87.5 a	73.8 a
平均	450.3 b	465.7 a		66.0 b	80.9 a	

①表中数据为 3 a 平均值,下表同。

表 2 不同栽培方式与施钾量的油葵籽仁饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸含量 g/kg

施 K 量	饱和脂肪酸			不饱和脂肪酸		
	A	B	平均	A	B	平均
K0	148.7 ab	160.4 a	154.6 a	851.3 ab	839.6 b	845.4 b
K1	144.1 b	154.0 ab	149.0 ab	855.9 a	846.0 ab	851.0 ab
K2	145.8 ab	143.4 ab	144.6 ab	854.2 ab	856.6 a	855.4 ab
K3	142.1 b	139.1 b	140.5 b	857.9 a	860.9 a	859.5 a
平均	145.2 a	149.2 a		854.8 a	850.8 a	

表 3 不同栽培方式与施钾量的油葵籽仁不饱和脂肪酸主要组分

g/kg

施 K 量	油酸			亚油酸		
	A	B	平均	A	B	平均
K0	195.1 c	20.76 abc	20.13 b	62.09 a	60.36 a	61.23 a
K1	199.2 c	20.86 abc	20.39 ab	62.24 a	61.72 a	61.98 a
K2	202.6 bc	21.63 ab	20.95 ab	61.53 a	62.21 a	61.87 a
K3	202.4 bc	22.13 a	21.19 a	61.71 a	61.30 a	61.51 a
平均	19.98 b	21.34 a		61.89 a	61.40 a	

油酸含量的影响均不明显。

2.4 油葵籽仁亚麻酸和氨基酸

亚麻酸在油葵籽仁脂肪酸组分中所占比例很小,但亚麻酸属于人体自身不能合成的必须脂肪酸之一,具有重要营养价值^[5]。从表 4 可知,各处理亚麻酸含量均 ≤ 2.3 g/kg,栽培方式和施钾对油葵籽仁亚麻酸均有显著影响。全膜双垄沟播(B)较露地(A)油葵籽仁亚麻酸含量显著提高了 16.7%。与不施钾(K0)相比,施钾有利于提高油葵亚麻酸含量,并随着施钾量的增加逐渐提高,其中处理 K3 较不施钾处理 K0 的亚麻酸含量平均提高 22.2%,且差异达显著水平。全膜双垄沟播(B)和施钾(K)有利于油葵籽仁亚麻酸的合成,而对油葵籽仁氨基酸含量没有影响。

表 4 不同栽培方式与施钾量的油葵籽仁亚麻酸和氨基酸含量

g/kg

施 K 量	亚麻酸			氨基酸		
	A	B	平均	A	B	平均
K0	1.8 ab	1.8 ab	1.8 b	4.4 a	4.2 a	4.3 a
K1	1.6 b	2.0 ab	1.8 b	4.1 a	4.2 a	4.2 a
K2	1.9 ab	2.2 a	2.0 ab	4.9 a	4.9 a	4.9 a
K3	2.1 ab	2.3 a	2.2 a	4.5 a	4.8 a	4.7 a
平均	1.8 b	2.1 a		4.5 a	4.5 a	

3 结论与讨论

在年均降水量 415 mm 的半干旱区,全膜双垄沟播能够促进油葵籽仁粗脂肪和不饱和脂肪酸组分油酸和亚麻酸含量的提高,较露地粗脂肪和油酸含量分别增加了 15.4、13.6 g/kg,亚麻酸含量显著提高 16.7%。施钾对油葵籽仁粗脂肪、油酸及亚麻酸含量均

有显著影响,随着施钾量的增加呈现提高趋势,其中以施钾量为 120 kg/hm² 效果明显,较不施钾粗脂肪和油酸含量分别增加 29.5、10.6 g/kg,亚麻酸含量提高 22.2%,且差异显著。综合考虑油葵籽仁粗脂肪、脂肪酸主要组分油酸、亚麻酸等因素,全膜双垄沟播和施钾有利于油葵籽仁粗脂肪和不饱和脂肪酸主要组分油酸和亚麻酸的合成,起到了改善油葵籽仁品质的作用,施钾量以 120 kg/hm² 的效果明显。

全膜双垄沟播有利于半干旱区油葵粗脂肪的合成,原因可能是全膜双垄沟播改善了土壤水热因子,促进了油葵植株生长和生理代谢活动,从而有利于油葵粗脂肪的合成。段玉等^[18] 研究表明,河套灌区向日葵种植中施用钾肥可以显著增加籽实产量,提高籽实蛋白质含量和油分含量,籽实粗脂肪含量,比不施钾肥增加 2.46 个百分点。任然等^[19] 研究表明,在宁夏银川碱化土壤施用钾肥可增加油葵粗脂肪含量,降低蛋白质含量。黄仁珠等^[20] 于 1985 年在辽宁沈阳草甸河淤土进行的油用向日葵试验表明,施用钾肥能增加油葵粗脂肪含量。这与本试验结果一致,王文军等^[21]、党柯柯等^[22] 也得到了类似的结果。

脂肪酸组分是代表油葵品质的重要指标。任然等^[19] 和钱寅等^[23] 研究表明,在盐化和碱化土壤条件下,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,本研究结果施钾可提高油葵籽仁油酸含量,有利于半干旱区油葵籽仁油酸

的合成与上述结果基本一致。

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] 陈全战, 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] 任然, 何文寿, 王蓉, 等. 施肥对盐碱地油用向日葵品质影响的研究进展[J]. 北方园艺, 2014(17): 193-196.
- [4] BAYDAR H, ERBAS S. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.) [J]. Turk J Agric For, 2005(29): 179-186.
- [5] STEER B T, SEILER G J. Changes in fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus*) seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation[J]. J. Sci. Food Agric., 1990, 51(1): 11-26.
- [6] IZQUIERDO N G, AGUIRREZ BAL L A N. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower[J]. Field Crops Res., 2008, 106(2): 116-125.
- [7] BUKHSHM A H A, IQBAL J, KALEEM S, et al. Qualitative analysis of spring planted sunflower hybrids as influenced by varying nutritional area[J]. Journal of Nutrition, 2011(10): 291-29.
- [8] LAJARA J R, DIAZ U, QUIDIELLO R D. Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil[J]. J. Am. Oil. Chem. Soc., 1990, 67(10): 618-623.
- [9] 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]. Euro. J. Agro., 2002, 17(3): 221-230.
- [10] 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.
- [11] 李合生. 现代植物生理学[M]. 第三版. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [12] 李为萍, 史海滨, 李仙岳, 等. 水氮交互对油用向日葵粗脂肪及脂肪酸组分的影响[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(6): 838-845.
- [13] 陈晨, 李友宏, 王芳, 等. 增施钾肥对油葵产量的影响[J]. 北方园艺, 2010(11): 53-54.
- [14] 王红丽, 张绪成, 宋尚有. 半干旱区旱地不同覆盖种植方式玉米田的土壤水分和产量效应[J]. 植物生态学报, 2011, 35(8): 825-833.
- [15] 任然, 何文寿, 何进尚, 等. 碱化土壤施肥对油葵养分与品质的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(1): 109-115.
- [16] 刘五喜. 庄浪县油用向日葵全膜双垄沟播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2010(12): 41-42.
- [17] 杜霄, 吴恩平, 陈彦锋. 食用向日葵全膜双垄沟播丰产栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2009(1): 46-47.
- [18] 段玉, 张君, 安昊, 等. 基施钾肥有效提高内蒙古河套灌区向日葵产量和油分品质[J]. 植物营养与肥料学报 2018, 24(5): 1349-1356.
- [19] 任然. 碱化土壤油用向日葵肥料效应与油籽品质关系研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2015.
- [20] 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): 50-53.
- [21] 王文军, 李岑, 梁春波, 等. 钾肥对向日葵产量和品质的调控效应[J]. 黑龙江农业科学, 2012(12): 41-43.
- [22] 党柯柯, 张骞, 何文寿, 等. 施肥对盐化土壤油葵养分吸收及产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(10): 70-76.
- [23] 钱寅, 何进宇, 何文寿, 等. 施肥对宁夏盐化土壤油用向日葵产量与品质的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2015, 32(6): 565-570.

(本文责编: 陈伟)