

# 喷施硒肥对胡麻子粒硒含量、产量及品质的影响

冯学金 郭秀娟 杨建春 王利琴

(山西省农业科学院高寒区作物研究所, 037000, 山西大同)

**摘要** 以晋亚 10 号胡麻为试验材料, 研究盛花期和青果期两次喷施不同剂量的硒肥对胡麻子粒硒含量、产量和品质的影响, 为富硒胡麻栽培提供科学依据。供试硒肥有机硒含量 6g/L, 共设置 6 个硒肥剂量, 分别是 1 500mL/hm<sup>2</sup> (T1)、3 000mL/hm<sup>2</sup> (T2)、4 500mL/hm<sup>2</sup> (T3)、6 000mL/hm<sup>2</sup> (T4)、7 500mL/hm<sup>2</sup> (T5) 和清水对照 (T0)。结果表明, 叶面喷施硒肥能显著提高胡麻子粒硒含量, 且随着硒肥喷施量的增加, 胡麻子粒中的硒含量逐步增加, T5 处理胡麻子粒中硒含量最高, 达 0.507mg/kg, 是对照组胡麻含硒量的 18.1 倍。适量喷施硒肥能显著提高胡麻产量, 具体表现是随着硒肥喷施量的增加, 胡麻子粒产量先增加后减小, T4 处理产量最高, 达 858.2kg/hm<sup>2</sup>, 比对照增产 9.5%。结论: 喷施合适剂量的硒肥可以提高胡麻子粒硒含量和产量, 且对胡麻品质影响较小。综合分析, 以有机硒含量 6g/L 的硒肥在盛花期和青果期进行两次喷施, 6 000mL/hm<sup>2</sup> 为胡麻叶面喷施硒肥的最佳施用量。

**关键词** 胡麻; 硒肥; 子粒硒含量; 产量; 品质

胡麻是重要的特色油料作物之一<sup>[1]</sup>, 胡麻油中富含人体必需的多不饱和脂肪酸— $\alpha$ -亚麻酸,  $\alpha$ -亚麻酸具有降血压、降血脂、促进脑细胞和视神经发育、滋养皮肤等作用。胡麻子中还含有其他营养活性成分, 如亚麻子多糖、亚麻木酚素、蛋白质、膳食纤维等。经常食用胡麻子, 具有降血脂、降血压、益智、保护视力、提高人体免疫力等功效<sup>[2-5]</sup>。此外, 胡麻子烘焙后具有浓郁的坚果风味, 因此, 胡麻子不仅可以用于胡麻油的制取, 还可以胡麻子粉等形式添加到食品中, 从而起到提高食品营养价值和改善食品风味的作用。

硒是人体必需的微量元素之一, 具有抗氧化、增强免疫力、抗癌、解毒、预防克山病和大骨节病等功能, 被誉为“抗癌之王”和“长寿元素”<sup>[6-7]</sup>。因此, 研究作物富硒栽培技术, 生产富硒农产品具有显著的经济价值和社会效益。目前在水稻<sup>[8-9]</sup>、谷子<sup>[10]</sup>、小麦<sup>[11]</sup>、花生<sup>[12-14]</sup>、荞麦<sup>[15]</sup>等作物的富硒研究取得了明显的进展, 叶面喷施硒肥对提高水稻、谷子、荞麦等作物的硒含量具有明显的作用, 而胡麻富硒栽培方面的研究报道很少。

因此, 在盛花期、青果期两次喷施不同剂量的

有机富硒肥, 研究富硒肥对胡麻子粒含硒量、产量和品质的影响, 旨在为富硒胡麻的栽培提供理论依据和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地点设在山西省山阴县合盛堡乡东双山村, 试验地前茬为高粱。耕层土壤 (0~20cm) pH 为 8.51, 有机质 12.2g/kg、碱解氮 40.8mg/kg、有效磷 12.1mg/kg、速效钾 107mg/kg、硒 0.13mg/kg。

### 1.2 材料

供试药剂: 隆兴有机富硒液体肥, 有机硒含量 6g/L, 长沙隆兴化工有限公司生产。

供试胡麻品种: 晋亚 10 号, 山西省农业科学院高寒区作物研究所选育。

### 1.3 试验方法

试验于 2018 年进行, 选取子粒饱满、无破损的种子于 4 月 25 日播种, 条播, 行距 25cm, 播深 3~4cm。试验采取随机区组设计, 共设置 6 个硒肥剂量, 分别是 1 500mL/hm<sup>2</sup> (T1)、3 000mL/hm<sup>2</sup> (T2)、4 500mL/hm<sup>2</sup> (T3)、6 000mL/hm<sup>2</sup> (T4)、7 500mL/hm<sup>2</sup> (T5) 和清水对照 (T0), 重复 3 次。小区面积 6.67m × 2m。

在胡麻生育期叶面喷施硒肥两次, 分别在盛花期和青果期, 采用小型手动喷雾器将硒肥均匀地喷在胡麻植株上。喷施硒肥要选择无风的晴天或多云

作者简介: 冯学金, 副研究员, 主要从事胡麻育种和栽培技术研究  
基金项目: 山西省农业科学院特色农业技术攻关项目: 胡麻高值化栽培及加工技术研究 (YGG17006); 山西省留学回国人员科技活动择优资助项目: 富硒胡麻栽培及加工技术研究 (2017-35); 山西省重点研发计划: 晋北特色作物绿色生产关键技术与草畜田生态循环模式构建 (201703D211002-9)

收稿日期: 2019-01-03; 修回日期: 2019-03-21

天气, 喷施时间在上午 10:00 前或下午 4:00 以后, 其他管理按大田常规措施管理。在 90% 的胡麻蒴果变为黄褐色时, 人工收获、脱粒。

胡麻子粒硒含量委托农业农村部油料及制品质量监督检验测试中心进行检测; 胡麻含油率和蛋白质含量采用福斯 NIRS DS 2500 多功能近红外分析仪进行测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2003 进行数据整理, 并利用 SPSS 18.0 软件, 采用多重比较法 (LSD) 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同剂量硒肥对胡麻子粒含硒量的影响

叶面喷施硒肥对胡麻子粒含硒量的影响如表 1 所示, 喷施硒肥能显著促进胡麻子粒中硒含量的增加, 随着硒肥喷施量的增加, 胡麻子粒中的硒含量逐步增加, T5 处理时, 胡麻子粒中的硒含量最高, 达 0.507mg/kg, 比对照增加了 0.479mg/kg, 是对照组胡麻含硒量的 18.1 倍。但随着硒肥喷施量的增加, 胡麻子粒含硒量增加的幅度却在逐步下降。方差分析及处理间多重比较结果表明, 硒肥喷施量对胡麻子粒含硒量的影响达显著水平, 说明喷施硒肥能显著提高胡麻子粒硒含量。

表 1 硒肥对胡麻子粒含硒量的影响  
Table 1 The influence of selenium fertilizer on selenium content of flax seed

处理 Treatment	子粒含硒量 (mg/kg) Selenium content of seed	比对照增加倍数 Times higher than CK
T5	0.507 ± 0.025a	17.1
T4	0.460 ± 0.036ab	15.4
T3	0.410 ± 0.040b	13.6
T2	0.280 ± 0.046c	9.0
T1	0.163 ± 0.035d	4.8
T0	0.028 ± 0.011e	-

注: 不同小写字母表示处理间差异显著 ( $P<0.05$ ), 下同  
Note: Different lowercase letters indicate significant difference between treatments, the same below

2.2 不同剂量硒肥对胡麻子粒产量的影响

叶面喷施不同剂量硒肥对胡麻子粒产量的影响如表 2 所示, 随着喷施硒肥剂量的逐步增加胡麻产量先逐步增加, T4 处理时胡麻子粒产量最高, 达 858.2kg/hm<sup>2</sup>, 而随着硒肥喷施量进一步增加, 胡麻子粒产量反而下降, T5 处理时, 胡麻子粒产量下降至 839.4kg/hm<sup>2</sup>。方差分析及处理间多重比较结果表明, 不同剂量硒肥对胡麻产量的影响达显著水平,

说明喷施适量的硒肥能促进胡麻的生长, 增加胡麻子粒的产量, 而施用过量的硒肥会抑制胡麻的生长、降低胡麻产量。

表 2 硒肥对胡麻产量及产量构成的影响  
Table 2 The influence of selenium fertilizer on yield and related traits of flax seed

处理 Treatment	单株果数 Pods per plant	每果粒数 Seeds per pod	千粒重 (g) 1000-seed weight	子粒产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Yield of seed
T0	13.19 ± 0.66b	6.19 ± 0.17a	5.04 ± 0.07a	784.0 ± 11.1d
T1	13.76 ± 0.39b	6.25 ± 0.19a	5.09 ± 0.09a	797.3 ± 14.4cd
T2	14.12 ± 0.44ab	6.31 ± 0.20a	5.12 ± 0.17a	817.3 ± 20.4bc
T3	14.97 ± 0.70a	6.45 ± 0.20a	5.08 ± 0.13a	837.0 ± 23.1ab
T4	14.92 ± 0.51a	6.58 ± 0.18a	5.02 ± 0.03a	858.2 ± 6.6a
T5	13.09 ± 0.55b	6.27 ± 0.41a	4.97 ± 0.11a	839.4 ± 7.2ab

随着硒肥喷施量的逐步增加, 胡麻的单株结果数、每果粒数和千粒重都先逐步增加, T3 和 T4 处理时, 胡麻单株果数较高, 分别为 14.97 和 14.92 个, 比对照分别增加 13.5% 和 13.1%, 但喷硒量进一步增加, 达到 T5 处理时, 胡麻单株果数却降低到 13.09 个, 下降显著。T2 处理时, 胡麻千粒重最大, 达 5.12g; 而胡麻每果粒数以 T4 处理最大, 达 6.58 粒。方差分析及处理间多重比较结果表明, 不同剂量硒肥处理后, 胡麻单株果数差异达显著水平, 喷施适量的硒肥能促进胡麻单株果数的增加, 而施用过量的硒肥会降低胡麻单株果数。方差分析结果同时也表明, 各硒肥处理胡麻每果粒数和千粒重差异不显著。

2.3 不同剂量硒肥对胡麻子粒品质的影响

叶面喷施硒肥后胡麻子粒脂肪含量和蛋白质含量变化如表 3 所示, 喷施硒肥的各个处理, 胡麻子粒脂肪含量均低于对照, 经统计分析, 各处理间差异不显著。喷施硒肥的各个处理, 胡麻子粒蛋白质含量均高于对照, 经统计分析, 各处理间差异也不显著。说明施用硒肥对胡麻子粒蛋白质含量和脂肪含量的影响较小。

表 3 硒肥对胡麻子粒脂肪含量和蛋白质含量的影响  
Table 3 The influence of selenium fertilizer on fat and protein content of flax seed %

处理 Treatment	脂肪含量 Fat content	蛋白质含量 Protein content
T0	41.61 ± 0.80a	25.99 ± 0.13a
T1	40.37 ± 0.89a	26.13 ± 0.37a
T2	40.43 ± 1.41a	26.24 ± 0.84a
T3	41.00 ± 0.23a	26.06 ± 0.38a
T4	40.67 ± 1.36a	26.13 ± 0.20a
T5	40.82 ± 0.94a	26.14 ± 0.40a

### 3 结论与讨论

叶面喷施适量富硒肥能促进胡麻的生长, 增加胡麻单株果数, 当硒肥喷施量为  $6\ 000\text{mL/hm}^2$  时, 胡麻产量最高, 达  $858.2\text{kg/hm}^2$ 。而进一步增加硒肥喷施量, 胡麻增产效果下降, 这与刘春英等<sup>[16]</sup>在芸豆上的研究结果一致。

在硒肥对作物品质的影响上, 罗金华等<sup>[17]</sup>研究表明硒肥对红小豆的蛋白质含量具有显著促进作用, 对红小豆粗脂肪含量影响不明显。但本研究结果却表明, 硒肥对胡麻子粒脂肪和蛋白质含量影响均不明显, 这可能与作物种类、喷施次数等因素有关。

本研究表明叶面喷施硒肥能有效提高胡麻子粒含硒量, 随着硒肥喷施量的增加, 胡麻子粒中的硒含量显著增加。但随着硒肥喷施量的增加, 胡麻子粒含硒量增加的幅度却在逐步下降。根据国家标准《预包装食品营养标签通则》GB 28050-2011, 固体富硒食品的标准为硒含量  $\geq 150\mu\text{g/kg}$ 。而本研究中, 富硒叶面肥最小剂量  $1\ 500\text{mL/hm}^2$  时, 胡麻硒含量就达  $0.163\text{mg/kg}$ , 达到富硒食品标准。因此, 综合分析叶面喷施硒肥对胡麻含硒量和产量的影响, 喷施  $6\ 000\text{mL/hm}^2$  硒肥效果最佳, 胡麻子粒含硒量可达  $0.460\text{mg/kg}$ , 产量达  $858.2\text{kg/hm}^2$ 。

#### 参考文献

[1]禹晓, 邓乾春, 黄庆德, 等. 亚麻油的制油工艺及其开发利用研究

进展. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 147-153.

[2]冯学金, 杨建春, 郭秀娟, 等. 敌草快对成熟期胡麻脱水和种子质量的影响. 中国农学通报, 2017, 33(4): 25-29.

[3]金鑫. 亚麻籽中活性成分的提取纯化及在食品中的稳定性研究. 杭州: 浙江大学, 2013.

[4]Mohamed M, Hamadi F, Nabil K G, et al. Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder. Journal of Diabetes and Its Complications, 2011, 25(5): 339-345.

[5]赵利, 党占海, 李毅, 等. 亚麻籽的保健功能和开发利用. 中国油脂, 2006, 31(3): 71-74.

[6]黄昌盛. “康熙宝”富硒有机水溶肥料在白菜上的增产增硒效果初报. 新农业, 2016(23): 12-15.

[7]朱薇, 杨守祥, 刘庆. 影响植物富硒因素的研究进展. 山东农业大学学报(自然科学版), 2016, 47(4): 636-640.

[8]郑甲成, 刘婷. 不同浓度硒肥对水稻硒含量和产量的影响. 土壤, 2014, 46(1): 88-93.

[9]哈新芳, 庄海, 刘汝亮. 富硒有机肥对水稻硒含量和产量的影响. 宁夏农林科技, 2017, 58(5): 33-34.

[10]穆婷婷, 杜慧玲, 张福耀, 等. 外援硒对谷子生理特性、硒含量及其产量和品质的影响. 中国农业科学, 2017, 50(1): 51-63.

[11]Hawkesford M J, Zhao F J. Strategies for increasing the selenium content of wheat. Journal of Cereal Science, 2007, 46(3): 282-292.

[12]朱薇, 刘庆, 杨守祥. 不同花生品种富硒能力. 中国油料作物学报, 2016, 38(2): 260-266.

[13]李华为, 吴钰滢, 铁梅. 施硒对花生含硒量和生长性状的影响. 沈阳师范大学学报, 36(2): 180-184.

[14]张小红, 张小军, 侯睿. 硒肥对黑花生生长发育和品质的影响. 花生学报, 2015, 44(3): 47-50.

[15]张莉, 孙学映, 曾新宇, 等. 黑苦荞KQ112富硒技术初探. 南方农业, 2018, 12(2): 3-4.

[16]刘春英, 孙学映, 朱体超, 等. 不同供硒水平对芸豆产量及籽粒含硒量的影响. 陕西农业科学, 2013(4): 31-33.

[17]罗金华, 胡承伟, 李必钦, 等. 叶面喷施硒肥对红小豆品质及硒含量的影响. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2018, 36(1): 15-17.

## Effects of Spraying Selenium Fertilizer on Selenium Content, Yield and Quality of Flax Seed

Feng Xuejin, Guo Xiujuan, Yang Jianchun, Wang Liqin

(Cold Region Crops Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Datong 037000, Shanxi, China)

**Abstract** The oil flax variety Jinya 10 was used as a test material, and different doses of selenium fertilizer were sprayed to flax at full-bloom stage and young fruit stage, to analyze their effects on yield, quality and selenium content, to provide a theoretical basis for production of selenium-rich flax. The organic selenium content of the selenium fertilizer used was  $6\text{g/L}$ , and 6 selenium fertilizer doses were designed,  $1\ 500\text{mL/hm}^2$  (T1),  $3\ 000\text{mL/hm}^2$  (T2),  $4\ 500\text{mL/hm}^2$  (T3),  $6\ 000\text{mL/hm}^2$  (T4),  $7\ 500\text{mL/hm}^2$  (T5),  $0\text{mL/hm}^2$  (T0). The results showed that with increasing of selenium fertilizer dose, the selenium content of flax were enhanced. Under T5 treatment, the selenium content of flax was up to  $0.507\text{mg/kg}$ , 17.1 times higher than that of CK. Suitable dose of selenium fertilizer could improve flax yield, and the yield of flax increased initially and then decreased with the dose of selenium fertilizer increased. Under T4 treatment, flax yield was up to  $858.2\text{kg/hm}^2$ , increased by 9.5% compared with the control. In conclusion, suitable dose of selenium fertilizer could play a significant role in promoting yield and selenium content of flax. At full-bloom stage and young fruit stage, spraying selenium fertilizer  $6\ 000\text{mL/hm}^2$  (the organic selenium content was  $6\text{g/L}$ ) is an optimal dose of flax foliar spraying selenium.

**Key words** Oil flax; Selenium fertilizer; Seed selenium content; Yield; Quality