

叶面喷施硒肥对吉林省春小麦产量及籽粒富硒作用的影响

曹庆军¹, 张兆琴², 杨粉团¹, 孔凡丽¹, 于洪浩², 李贺², 李刚^{1*}, 孙传波^{1*}

(1. 吉林省农业科学院/农业部东北作物生理生态与耕作重点实验室, 长春 130033; 2. 梨树县蔡家镇农业站, 吉林 梨树 136503)

摘要:叶面喷施硒肥是作物富硒的重要途径。以小冰麦 33 为试验材料, 采用随机区组试验的方法, 研究了孕穗期叶面喷施 0、50、100 g/hm² 的亚硒酸钠以及 6 g/L 的有机硒肥对春小麦产量、农学性状、物质积累与分配以及籽粒硒富集能力的影响。结果表明, 低浓度 (50 g/hm²) 亚硒酸钠以及有机硒喷施显著提高了春小麦的生物量、千粒重以及籽粒 Se 浓度, 而喷施高浓度 (100 g/hm²) 的亚硒酸钠则对春小麦的生长表现出一定的抑制作用。但不同浓度和类型硒肥施用, 均显著提高了籽粒 Se 浓度 (0.17 ~ 0.885 mg/kg), 且在安全富硒标准范围内。综上, 吉林省中部地区春小麦孕穗期叶面喷施亚硒酸钠推荐用量为 50 g/hm²。

关键词:春小麦; 作物富硒; 营养品质; 吸收利用; 产量

中图分类号: S512.1*2

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)05-0006-03

The Effect of Foliar Spraying by Different Selenium Fertilizer on Yield and Selenium Enrichment in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.)

CAO Qingjun¹, ZHANG Zhaoqin², YANG Fentuan¹, KONG Fanli¹, YU Honghao², LI He², LI Gang^{1*}, SUN Chuanbo^{1*}

(1. Jilin Academy of Agriculture Science / Key Laboratory of Northeast Crop Physiology Ecology and Cultivation, Ministry of Agriculture, P. R. China Changchun 130033, China; 2. Caijia Agricultural Technical Extension Station, Caijia 136503, China)

Abstract: Spraying foliar selenium fertilizer is an important way to enrich selenium in crops. The effects of foliar spraying of 0, 50, 100 g/ha sodium selenite and 6 g/L organic selenium (O-Se) fertilizer at booting stage on yield, agronomic characteristics, dry matter accumulation and distribution, and selenium enrichment ability of spring wheat were determined, and the experiment were used by randomized block design. The results showed that low concentration of sodium selenite (50 g/ha) and organic selenium could significantly increase the yield, biomass, 1000-grain weight and grain Se concentration of spring wheat, while spraying with high concentration (100 g/ha) of sodium selenite inhibited the growth in spring wheat. However, the concentration of Se in grains ranged by 0.17 ~ 0.885 mg/kg with different concentrations and types of selenium fertilizers, which were all within the safe selenium enrichment standard. The recommended dosage of sodium selenite sprayed on spring wheat leaves at booting stage in central Jilin Province is 50 g/ha.

Key words: Spring wheat; Crop selenium enrichment; Nutritional quality; Absorption and utilization; Yield

硒(Se)是一种对植物生长有益的矿质元素^[1]。

在植物体内, Se 是谷胱甘肽过氧化物酶、甲状腺素脱碘酶、硒磷酸酯合成酶等 25 种硒蛋白的重要组分^[2], 具有十分重要的生理功能。此外, Se 在动物和人体健康中也发挥着非常重要的作用, 硒在医药界和营养学界尊称为“生命的火种”, 享有“长寿元素”“抗癌之王”“心脏守护神”“天然解毒剂”等美誉。中国营养学会推荐中国成年人膳食硒营养参考摄入量为 60 μg/d^[3], 由于我国大部分地区属于典型的缺硒土壤, 天然食物难以满足人

收稿日期: 2019-05-05

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目 (C82233806、CXGC2017 TD011); 吉林省科院所引进高层次科技创新人才资助计划项目 (91993802)

作者简介: 曹庆军 (1986-), 男, 助理研究员, 博士, 主要从事作物栽培与质量安全方面的研究。

通讯作者: 李刚, 男, 博士, 研究员, E-mail: laoli201@126.com

孙传波, 男, 硕士, 副研究员, E-mail: jlsnkyyms@163.com

体对Se的生理需求^[4-5]。因此,Se资源的利用和富硒植物的开发近年来被大量学者所关注。

土壤是作物吸收Se的主要来源^[6],我国是一个典型的贫硒国家,通过外源补Se是提高膳食食品中Se含量的重要途径^[7],也是目前世界公认的最安全有效的途径。小麦是重要的粮食作物,是人类日常饮食的重要食物来源。研究表明,通过喷施一定浓度的外源硒,不但能显著提高籽粒中Se的含量,而且可以提高小麦穗粒数和千粒重,显著提高籽粒产量^[8-9]。然而也有研究报道,喷施浓度过大的Se肥可抑制作物的生长,甚至杀死植物,以至于造成植物减产^[10],硒肥的施用必须在适宜的浓度范围内。在水稻、玉米、小麦三大作物中,小麦对Se的富集能力远远高于水稻和玉米^[11],研究外源Se施用在小麦中的富集规律具有重要意义。目前大多数研究主要集中于冬小麦^[9, 12-13],而对春小麦富硒方面的研究鲜有报道。本研究以吉林省春小麦为研究对象,以期为吉林省中部地区小麦的富硒栽培提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

试验于2018年4~8月在吉林省四平市梨树县卢伟农机农民专业合作社试验基地进行。试验区位于松辽平原腹地,平均海拔225 m,属于北温带半湿润大陆季风气候,年平均日照时数2 644.2 h,降雨量500~900 mm之间,土壤类型为淡黑钙土。

1.2 试验设计

试验采用单因素随机区组试验设计,设置4个处理,分别在小麦孕穗期叶面喷施50 g/hm²与100 g/hm²的Na₂SeO₃溶液以及6 g/L的有机富硒肥(制造商:杨陵澳邦生物科学有限公司)溶液(每公顷0.75 L稀释800倍后喷施),以喷施等量清水为对照,上述处理依次标记为Se50、Se100、O-Se以及Se0。试验材料为小冰麦33号,小区行长10 m,6行区,垄距40 cm,3次重复。4月11日播种,7月15日收获。其它管理同正常生产田。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 干物质积累量测定

在小麦成熟期,每小区随机选取代表性植株5株,将其地上部取回并保持完整,在实验室将地上部分为茎秆+叶片+叶鞘、穗轴+颖壳以及籽粒等三部分,标记好放于牛皮纸袋中,于75℃条件下烘干至恒重,称重。

1.3.2 测产与穗部性状调查

在成熟期,每小区随机选取2 m²,用镰刀将地上部全部收回,自然风干后全部脱粒,用LDS-1G谷物分析仪测定小麦水分含量,计算籽粒产量。在收获的同时,调查小区内有效株数、穗长、穗粒数以及千粒重等性状指标。

1.3.3 籽粒Se含量测定

将各处理自然风干的小麦研磨并过0.425 mm的筛,称取1.000 0 g样品,混合酸(HNO₃:HClO₄=4:1)消解,采用AFS-3000原子荧光光谱法进行测定。具体参照张城铭等^[14]方法进行。

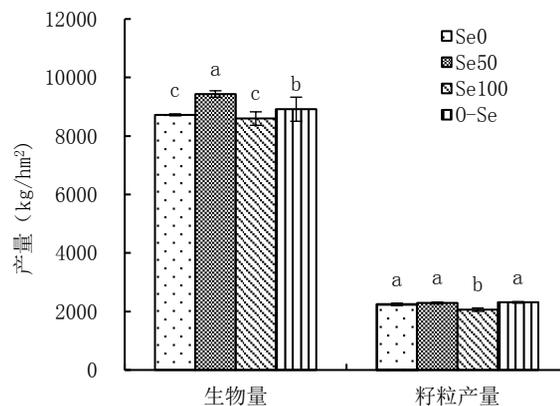
1.4 统计分析

采用Microsoft excel 10.0进行数据整理,利用SPSS 17.0进行方差分析,Sigmaplot 12.0进行作图。

2 结果与分析

2.1 不同类型硒肥对春小麦生物量与籽粒产量的影响

小麦孕穗期叶面喷施硒肥可以显著影响春小麦的群体生物量和籽粒产量。从图1可以看出,Se50处理和O-Se处理小麦群体生物量分别比对照增加8.18%与2.79%,籽粒产量略有提高(1.72%与1.73%),但是差异未达到显著水平。而Se100处理下,生物量与籽粒产量分别比对照降低1.46%与6.77%。



注:不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,下同
图1 不同硒肥对春小麦生物量与籽粒产量的影响

2.2 不同类型硒肥对春小麦农学性状的影响

穗粒数、穗长和千粒重是与小麦产量密切相关的农学性状。由表1可知,Se50与O-Se处理小麦穗粒数比对照处理分别显著提高9.29%与12.78%,千粒重比对照处理分别增加5.57%与6.41%,而Se100处理对穗粒数无显著影响,但却降低了穗长和千粒重。Se50与O-Se处理与对照相比穗长略有增加但未达到显著水平,Se100处

理小麦千粒重则比对照显著降低了6.63%。

表1 不同硒肥类型对春小麦农学性状的影响

处理	穗粒数	穗长(cm)	千粒重(g)
Se0	28.67±0.88b	9.32±0.12a	35.61±0.71b
Se50	31.33±0.67a	9.51±0.12a	37.59±0.34a
Se100	28.33±0.88b	8.97±0.11b	33.25±0.55c
O-Se	32.33±1.45a	9.37±0.04a	37.89±0.39a

2.3 不同类型硒肥对春小麦物质积累与分配的影响

表2 不同类型硒肥施用对春小麦群体干物质分配的影响

处理	干物质分配量(kg/hm ²)			干物质分配比例(%)		
	茎秆+叶片+叶鞘	穗轴+颖壳	籽粒	茎秆+叶片+叶鞘	穗轴+颖壳	籽粒
Se0	1 908.8±41.5b	3 994.3±41.3b	2 818.9±68.8b	21.89±0.56b	45.80 ±0.45a	32.32±0.68b
Se50	2 026.6±101.2a	4 303.7±59.9a	3 105.4±53.2a	21.46±0.85b	45.63 ±1.06a	32.91 0.22b
Se100	1 903.8±38.5b	3 910.8±113.5b	2 781.3±78.6b	22.16±0.14a	45.49 ±0.15a	32.35±0.12b
O-Se	1 926.8±31.4b	4 085.9 ±234b	2 953.2±189.7a	21.59±1.04b	45.53 ±0.53a	38.88±0.76a

2.4 不同类型硒肥对春小麦籽粒Se含量的影响

硒肥的施用显著提高了春小麦籽粒中Se的含量。从图2可以看出,在Se50、Se100和O-Se处理下,小麦籽粒中Se含量分别为0.17、0.30、0.89 mg/kg,显著高于对照处理,这说明在小麦孕穗期通过喷施外源Se肥的方法可以显著提高籽粒中Se的含量。

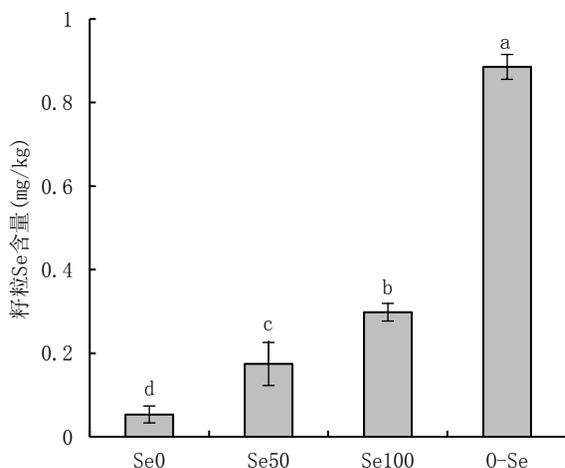


图2 不同类型硒肥对春小麦籽粒硒含量的影响

3 讨论与结论

Se作为植物生长的有益元素,通过叶面喷施一定浓度的外源Se有利于促进植物对N、P等元素的吸收,从而提高作物的产量^[9,15]。本研究结果表明,通过喷施50 g/hm²的与100 g/hm²的无机硒肥(Na₂SeO₃)与6 g/L的有机硒(O-Se)均能显著影

响春小麦的生物量和籽粒产量,喷施低浓度(50 g/hm²)Na₂SeO₃对小麦的生长有一定的促进作用,但是喷施高浓度(100 g/hm²)的Na₂SeO₃显著降低了春小麦生物量和籽粒产量,表现出明显的抑制效果。从产量性状分析,高浓度的无机硒处理,显著降低了春小麦的穗粒数和千粒重,但是对穗长等性状无显著影响。李志强等^[16]研究表明,北疆冬小麦叶面喷施浓度为90 mg/kg的亚硒酸钠时也表现出明显的抑制效应,这与本研究结果基本一致。不同Se肥施用显著影响了春小麦群体干物质的分配,Se50处理显著增加干物质在茎秆+叶片+叶鞘、穗轴+颖壳中的分配量,O-Se处理显著提高了干物质在籽粒中的积累量和分配率。表明低浓度的无机Se和有机Se均能提高春小麦干物质在茎秆+叶片+叶鞘中的积累量,但是施用有机硒更有利于提高籽粒中干物质的分配比例。

表2 不同类型硒肥施用对春小麦群体干物质分配的影响

Se肥的浓度和类型是影响作物吸收富集Se的重要因素。一般情况下,籽粒中的硒含量在0.1~1.0 mg/kg范围内被认为是安全的,而籽粒Se浓度在0.15~0.3 mg/kg范围内即可视为富硒小麦^[17]。本试验结果表明,在50 g/hm²和100 g/hm²的Na₂SeO₃以及有机硒(O-Se)叶面喷施处理下,小麦籽粒Se浓度范围为0.17~0.89 mg/kg,达到了国家富硒小麦的质量标准要求,而且是在安全的Se富集浓度范围内。因此,在吉林省中部地区通过叶面喷施硒肥可以显著提高小麦籽粒中Se的含量,无机硒肥亚硒酸钠推荐用量为(下转第46页)

同品种对稻瘟病的抗性存在差异,不同年份间抗性也存在差异。总体来看,吉林省水稻区试品种(系)抗性较好,但近两年抗性有下降的趋势,特别是2019年,各时期的稻瘟病抗病率较其他年份都低,稻瘟病的发生较其他年份都要重一些,要进一步加强预防和材料抗性的筛选工作。

纵观近5年水稻平均抗病率,不同生育期的抗病率也存在着明显差异。针对不同生育期的稻瘟病,叶瘟的抗性好于苗瘟和穗瘟。从分蘖期到抽穗期,存在很大的防治空间,应采取有效的预防和防治措施,如喷施诱抗剂、无人机定期喷药预防和控制稻瘟病,可大大提高穗瘟的抗病率,从而减少产量损失。

参考文献:

- [1] 孙国昌,杜新法,陶荣祥,等.水稻稻瘟病防治策略和21世纪研究展望[J].植物病理学报,1998,28(4):289-292.

- [2] 陈利锋,徐敬友.农业植物病理学[M].北京:中国农业出版社,2005:21-35.
- [3] 曾凡松,苏军,陈建民,等.251份水稻品种(系)对稻瘟病的抗性鉴定及抗性多样性分析[J].植物病理学报,2011,41(4):399-410.
- [4] 何烈干,马辉刚,肖叶青,等.江西省水稻品种对稻瘟病的抗性鉴定与评价[J].江西农业大学学报,2015,37(2):278-283.
- [5] 李莉,郭晓莉,刘晓梅,等.吉林省水稻主栽品种抗稻瘟病基因型鉴定[J].吉林农业科学,2010,35(6):37-39,42.
- [6] 张俊华,常浩,陈宇飞,等.水稻响应稻瘟病菌胁迫的cDNA-AFLP分析[J].东北农业科学,2016,41(4):70-74.
- [7] 肖友伦,郭新华,易卫平,等.湖南水稻主栽品种稻瘟病抗性的评价与利用[J].湖南农业科学,2010(23):106-108.
- [8] 颜群,韦鸿若,罗志勇,等.广西岑溪田间自然诱发稻瘟病菌圃的建立及水稻品系的抗瘟性评价[J].中国农学通报,2011,27(27):255-259.
- [9] 中华人民共和国农业部. NY/T2646-2014 水稻稻瘟病鉴定技术规范[S].北京:中国标准出版社,2014.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第8页)50 g/hm²。此外,从无机Se和有机Se吸收富集效果来看,有机Se转化富集能力明显优于无机Se肥,这与不同类型Se肥在植物体内运输代谢途径存在差异有关^[18]。

参考文献:

- [1] Jiang C, Zu C, Lu D, et al. Effect of exogenous selenium supply on photosynthesis, Na⁺ accumulation and antioxidative capacity of maize (*Zea mays* L.) under salinity stress [J]. Scientific reports, 2017(7): 42039.
- [2] 袁丽君,袁林喜,尹雪斌,等.硒的生理功能、摄入现状与对策研究进展[J].生物技术进展,2016,6(6):396-405.
- [3] 范轶欧,胡小琪,何宇纳,等.中国成年居民营养素日常摄入量的研究[J].营养学报,2011,33(4):376-379,384.
- [4] Jones G D, Droz B, Greve P, et al. Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2017, 114(11): 2848-2853.
- [5] 付强,王冬艳,李月芬,等.吉林中部黑土区土壤硒元素土壤地球化学研究[J].世界地质,2014,33(1):102-111.
- [6] 戴慧敏,宫传东,董北,等.东北平原土壤硒分布特征及影响因素[J].土壤学报,2015,52(6):1356-1364.
- [7] 陈雪,沈方科,梁欢婷,等.外源施硒措施对水稻产量品质及植株硒分布的影响[J].南方农业学报,2017,48(1):46-50.
- [8] 张妮.不同价态外源硒对小麦硒吸收与转运的影响[D].

石河子:石河子大学,2016.

- [9] 聂兆君,李金峰,赵鹏,等.磷硒肥对冬小麦幼苗磷吸收和转运的影响[J].西南农业学报,2019,32(1):122-127.
- [10] 郝玉波,刘华琳,慈晓科,等.施硒对两种类型玉米硒元素分配及产量、品质的影响[J].应用生态学报,2012,23(2):411-418.
- [11] 匡恩俊,迟凤琴,张久明,等.叶面喷硒对不同作物籽粒硒含量及产量的影响[J].中国土壤与肥料,2018(4):133-136.
- [12] 孙崇延,李德安,冯杰,等.施加硒化肥对麦粒的化学元素及氨基酸含量的影响[J].微量元素与健康研究,1995,12(3):39-40.
- [13] 刘敏,张瑞瑞,郑韵英,等.影响作物吸收硒的土肥因素研究进展[J].土壤,2018,50(6):1100-1104.
- [14] 张城铭,周鑫斌.不同施硒方式对水稻硒利用效率的影响[J].土壤学报,2019,56(1):188-196.
- [15] 方勇,陈曦,陈悦,等.外源硒对水稻籽粒营养品质和重金属含量的影响[J].江苏农业学报,2013,29(4):760-765.
- [16] 李志强,田铃枝,林霞,等.叶面施硒对北疆冬小麦生长、产量及富硒作用的影响[J].新疆农垦科技,2018,41(11):30-31.
- [17] 刘慧,杨月娥,王朝辉,等.中国不同麦区小麦籽粒硒的含量及调控[J].中国农业科学,2016,49(9):1715-1728.
- [18] Gupta M, Gupta S. An overview of selenium uptake, metabolism, and toxicity in plants[J]. Frontiers in plant science, 2016, 7: 2074.

(责任编辑:刘洪霞)