

优质小麦不同生育时期梯度吸收转化外源硒效应研究

成东梅¹, 赵伟峰¹, 尹国红¹, 王铁良², 彭涛¹, 杜空军¹, 高燕¹, 于金林¹, 黄莎莎¹, 郝玲玲¹

(1. 济源市农业科学院, 河南济源 459000; 2. 河南省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 河南郑州 450000)

摘要 [目的]明确优质小麦吸收转化外源硒的最佳时期以及不同外源硒效果, 为优质富硒功能小麦简化高效生产应用提供参考指导。[方法]以大田生产上推广种植的郑麦 366、郑麦 7698 优质小麦品种和单一亚硒酸钠、复配亚硒酸钠 2 种外源硒为材料, 设置小区和大区试验; 于小麦拔节期、抽穗期、始花期、始花第 5 天、始花第 10 天、始花第 15 天、始花第 20 天、始花第 25 天共 8 个生育时期, 分别进行叶面喷施 1 次亚硒酸钠含量为 30 g/hm² 的 2 种外源硒, 分析不同喷施时期小麦籽粒硒含量。[结果]小麦始花后第 10~15 天是吸收转化外源硒的最佳时期, 且叶面喷施复配亚硒酸钠液肥效果显著优于单一亚硒酸钠。[结论]在优质富硒小麦生产应用中, 可选择在小麦始花后第 10~15 天、叶面喷施 1 次含亚硒酸钠 30 g/hm² 左右的复配外源硒的处理方法, 从而达到简化、经济、高效的目的。

关键词 优质小麦; 生育时期; 富硒; 硒含量

中图分类号 S512.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)17-0037-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application and Practice of Green and High-quality Selenium-rich Wheat Production Technology

CHENG Dong-mei, ZHAO Wei-feng, YIN Guo-hong et al (Jiyuan Academy of Agricultural Sciences, Jiyuan, Henan 459000)

Abstract [Objective] To identify the best period for high-quality wheat to absorb and transform exogenous selenium and the effects of different exogenous selenium, and to provide reference guidance for simplified and efficient production and application of high-quality selenium-enriched functional wheat. [Method] With 2 high-quality wheat varieties and 2 exogenous selenium fertilizers as the research objects, we set up small and large area trials respectively at the 8 growth periods of wheat jointing, heading, flowering, the 5th day of flowering, the 10th day of flowering, the 15th day of flowering, the 20th day of flowering, and the 25th day of flowering. Two kinds of exogenous selenium with a sodium selenite content of 30 g/hm² were sprayed once respectively. Selenium content in wheat grains at different spraying periods was analyzed. [Result] The 10th to 15th day after the first flowering of wheat was the best time to absorb and transform exogenous selenium, and the effect of spraying compound sodium selenite liquid fertilizer was significantly better than single sodium selenite. [Conclusion] In the production and application of high-quality selenium-enriched wheat, we could select the treatment of the 10th to 15th days after the wheat begins to flower, foliar spraying of compound exogenous selenium containing about 30 g/hm² of sodium selenite once, so as to achieve the purpose of simplification, economy and efficiency.

Key words High-quality wheat; Growth period; Selenium-enriched; Selenium content

随着硒的功能被越来越多的人所认识和接受, 富硒功能性农产品日益受到人们的关注和青睐, 且市场发展前景较为广阔。对于人体而言, 无机硒具有毒性较大、不易被吸收和利用等缺点; 而通过生物转化之后形成的有机硒对人类较为安全, 且容易被利用^[1]。谷物类及其制品为中国低硒地区的人口提供了硒摄入量总量的 70% 左右^[2]。小麦是世界范围内的重要粮食作物之一, 也是全球 1/3 以上人口的主要口粮。小麦制品在人们饮食结构中占有重要地位。小麦作为对硒集聚能力最强的谷类作物^[3], 能将外界环境中的无机硒转化为人体利用率较高的有机硒, 通过叶面施硒途径提高小麦籽粒硒含量, 能有效解决因土壤低硒导致小麦制品硒缺乏问题, 是人体和动物补硒的有效途径, 对保证人们膳食营养健康意义重大^[4]。

有关小麦喷硒最佳时期的研究, 所得结论不尽一致^[5]。宋家永等^[6-7]认为小麦孕穗期比灌浆期效果好, 而灌浆中期比灌浆初期效果好; 史芹等^[8]认为在小麦灌浆初期喷硒效果最佳; 马玉霞等^[9]认为小麦灌浆期比孕穗期喷硒效果显著。唐玉霞等^[10]认为小麦叶面喷硒效果以灌浆初期最好, 其次

是抽穗期, 灌浆中期效果较差。关于小麦喷施外源硒最佳时期, 目前相关文献报道说法不一, 而且选择的喷施时期不够精细, 所以在实际应用中, 很难精准地指导富硒小麦生产。

该研究以大田生产上推广种植的郑麦 366 和郑麦 7698 优质小麦品种和单一亚硒酸钠、复配亚硒酸钠 2 种外源硒为材料, 把小麦生育时期细分为 8 个阶段, 即小麦拔节期、抽穗期、始花期、始花第 5 天、始花第 10 天、始花第 15 天、始花第 20 天、始花第 25 天, 在大田分别设置小区和大区试验, 开展小麦不同生育时期梯度叶面施硒试验研究, 旨在明确优质小麦吸收转化外源硒的最佳时期以及不同外源硒效果, 为大田优质富硒功能小麦简化高效生产应用提供参考指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2018—2019 年度在河南省济源市轵城镇柏树庄试验基地进行。基地处于冬小麦种植区, 年均气温 14.3 ℃, 平均温度 ≥ 5 ℃ 的活动积温 5 061 ℃, 年均降雨量 646.4 mm。试验土壤肥力中上水平, 排灌方便, 前茬作物为玉米; 耕层土壤 pH 8.62、含有机质 16.5 g/kg、全氮 1.19 g/kg、有效磷 13.1 mg/kg、速效钾 166 mg/kg、总硒 0.24 mg/kg。

1.2 试验设计 供试品种为河南省农业科学院育成的国审优质中强筋小麦品种郑麦 7698 和强筋小麦品种郑麦 366; 外源硒为单一亚硒酸钠(分析纯度 99.9%)液肥和复配亚硒酸钠液肥(以亚硒酸钠为硒原料混合其他微量元素、腐殖酸等

基金项目 国家重点研发计划项目(2016YFD0100500); 河南省农科院“四优四化”科技支撑行动计划小麦子课题项目(SYSH20200107007); 济源市科技攻关项目(19021001)。

作者简介 成东梅(1970—), 女, 河南济源人, 副研究员, 硕士, 从事小麦及富硒功能农业研究。

收稿日期 2021-01-27; **修回日期** 2021-02-25

复配的液肥,含亚硒酸钠 25 g/L)。

共设 2 组试验,试验 1 为喷施时期和外源硒 2 因素小区处理试验(表 1),小区面积 20 m²(4.0 m×5.0 m),设置 24 个处理,随机区组排列,3 次重复。试验分别以郑麦 366、郑麦 7698 为对象,喷施时期设拔节期(B1 处理)、抽穗期(B2 处理)、始花期(B3 处理)、始花第 5 天(B4 处理)、始花第 10 天(B5 处理)、始花第 15 天(B6 处理)、始花第 20 天(B7 处理)、始花第 25 天(B8 处理)8 个处理;外源硒设单一亚硒酸钠(含亚硒酸钠 30 g/hm²,A1 处理)、复配亚硒酸钠液肥(1 200 mL/hm²,含亚硒酸钠 30 g/hm²,A2 处理)和对照(不喷施,A3 处理)3 个处理(各处理表述采用表 1 处理代码字母)。

试验 2 为不同生育时期梯度喷施大区处理试验,大区面积 200 m²(4.0 m×50 m),设置 9 个不同时期处理(含对照),2 次重复。试验分别以郑麦 366、郑麦 7698 为对象,在不同时期梯度分别喷施 1 次单一亚硒酸钠液肥(含亚硒酸钠 30 g/hm²)和复配亚硒酸钠液肥(1200 mL/hm²,含亚硒酸钠 30 g/hm²)。

试验于 2018 年 10 月 16 日播种,播量 187.5 kg/hm²;外源硒按试验要求用量对水 225 kg/hm²,选择在阴天或无风的晴天 08:00—10:00 或 16:00 以后进行,用小型喷雾器均匀喷洒在小麦叶部和穗部。试验地施肥、浇水、化学除草、病虫害防治等田间管理均按优质小麦大田生产要求进行。2019 年 6 月 5 日收获。

表 1 喷施时期和外源硒 2 因素小区处理试验设计

Table 1 The experiment design of spraying period and exogenous selenium

因素 Factor	A ₁	A ₂	A ₃
B1	A1B1	A2B1	A3B1
B2	A1B2	A2B2	A3B2
B3	A1B3	A2B3	A3B3
B4	A1B4	A2B4	A3B4
B5	A1B5	A2B5	A3B5
B6	A1B6	A2B6	A3B6
B7	A1B7	A2B7	A3B7
B8	A1B8	A2B8	A3B8

1.3 样品采集与测定 小麦成熟后,人工分小区收获、脱粒、晾晒。籽粒硒含量测量方法为 GB5009.93—2017,由农业农村部农产品质量监督检验测试中心(郑州)检测。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2003 进行数据整理计算和作图,使用 DPS 分析软件的 Duncan's 新复极差法对试验数据进行差异显著性分析比较。

2 结果与分析

2.1 不同生育时期梯度小区和大区试验小麦籽粒硒含量变化 从图 1 郑麦 366、图 2 郑麦 7698 小区和大区试验籽粒硒含量变化柱状图可以看出,随着生育时期的延长,小麦吸收转化外源硒的效果基本呈先逐渐增高后慢慢下降的变化趋势;小区试验的籽粒硒含量普遍高于大区试验,叶面喷施复配亚硒酸钠液肥的籽粒硒含量普遍高于叶面喷施单一亚硒酸钠液肥。

中华人民共和国供销合作行业标准 GH/T 1135—2017《富硒农产品》规定,谷物类总硒含量限值为 0.10~0.50 mg/kg。从图 1 可以看出,叶面喷施亚硒酸钠含量 30 g/hm² 的 2 种外源硒液肥,无论小区试验或是大区试验,2 个品种从小麦始花第 5~25 天得到的籽粒硒含量,除郑麦 366 始花第 10、15 天小区试验超出了 0.50 mg/kg 的限值外,其余均在 0.10~0.50 mg/kg 范围内,尤其以小麦始花第 10~15 天获得的籽粒硒含量最高;同等条件下,郑麦 366 的获得籽粒硒含量又普遍高于郑麦 7698。

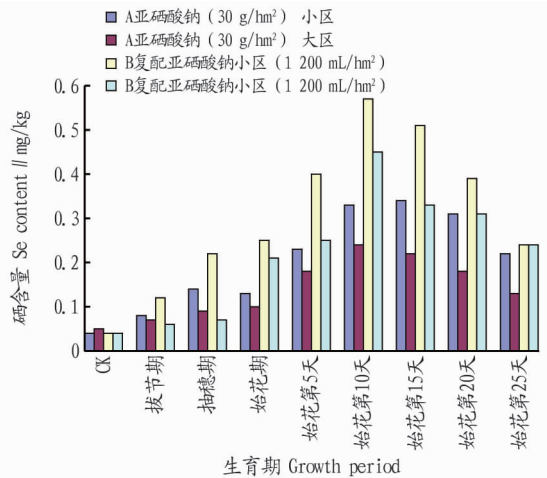


图 1 郑麦 366 不同生育时期梯度小区和大区试验籽粒硒含量变化

Fig. 1 Changes of selenium content in grains of Zhengmai 366 in different growth periods

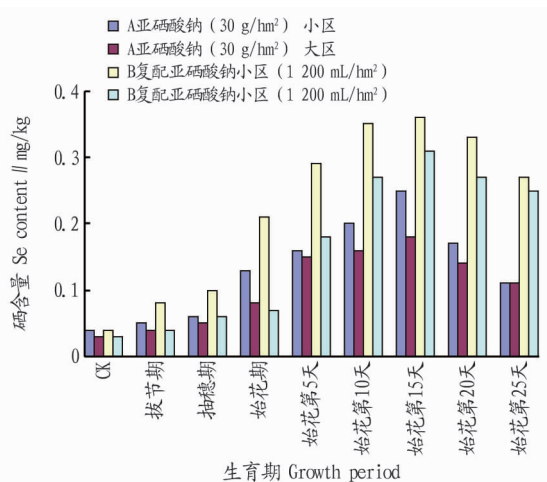


图 2 郑麦 7698 不同生育时期梯度小区和大区试验籽粒硒含量变化

Fig. 2 Changes of selenium content in grains of Zhengmai 7698 in different growth periods

2.2 不同喷施时期对小麦籽粒硒含量的影响 由表 2 可知,郑麦 366 始花第 10 天(B5 处理)和第 15 天(B6 处理)喷施外源硒,获得的籽粒硒含量极显著高于始花第 20 天(B7 处理)和始花期第 5 天(B4 处理),而始花第 20 天(B7 处理)和始花期第 5 天(B4 处理)又极显著高于拔节期(B1 处理)、抽穗期(B2 处理)、始花期(B3 处理)和始花第 25 天(B8 处

理);郑麦 7698 始花第 15 天(B6 处理)和始花第 10 天(B5 处理)喷施外源硒,获得的籽粒硒含量极显著高于始花第 20 天(B7 处理)和始花期第 5 天(B4 处理),而始花第 20 天(B7 处理)和始花第 5 天(B4 处理)又极显著高于拔节期(B1 处理)、抽穗期(B2 处理)、始花期(B3 处理)和始花第 25 天(B8 处理)。

在该试验条件下,尽管在小麦始花期至始花第 25 天叶面喷施外源,籽粒硒含量均值处于 0.12~0.31 mg/kg,均达到了富硒小麦标准,但以小麦始花第 5~20 天吸收转化外源硒效果较好,其中以小麦始花第 10~15 天为最佳时期。

表 2 喷施时期对小麦籽粒硒含量的影响

Table 2 Effect of spraying period on selenium content in seeds

喷施时期处理 Treatment of spraying period	郑麦 366 籽 粒硒含量 Selenium content of Zhengmai 366/mg/kg	喷施时期处理 Treatment of spraying period	郑麦 7698 籽 粒硒含量 Selenium content of Zhengmai 7698/mg/kg
B1 (03-25)	0.08±0.03 eD	B1 (03-25)	0.06±0.02 eD
B2 (04-15)	0.14±0.08 dC	B2 (04-20)	0.07±0.03 eD
B3 (04-20)	0.14±0.09 cdC	B3 (04-25)	0.12±0.08 dC
B4 (04-25)	0.22±0.16 bB	B4 (04-30)	0.16±0.11 cB
B5 (14-30)	0.31±0.24 aA	B5 (05-05)	0.20±0.14 bA
B6 (05-05)	0.30±0.21 aA	B6 (05-10)	0.22±0.14 aA
B7 (05-10)	0.25±0.16 bB	B7 (05-15)	0.17±0.13 cB
B8 (05-15)	0.17±0.10 cC	B8 (05-20)	0.14±0.10 dC

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.05 水平差异极显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at the 0.01 level

2.3 不同外源硒对小麦籽粒硒含量的影响 由表 3 可知,无论是郑麦 366 还是郑麦 7698,叶面喷施复配亚硒酸钠液肥(A2 处理)效果都极显著优于喷施单一亚硒酸钠液肥(A1 处理)和对照(A3 处理)。

表 3 外源硒对小麦籽粒硒含量的影响

Table 3 Effect of exogenous selenium on selenium content in wheat grain

外源硒 Exogenous selenium	郑麦 366 籽粒硒含量 Selenium content of Zhengmai 366/mg/kg	外源硒 Exogenous selenium	郑麦 7698 籽粒硒含量 Selenium content of Zhengmai 7698/mg/kg
A1	0.22±0.10 bB	A1	0.14±0.07 bB
A2	0.34±0.15 aA	A2	0.25±0.11 aA
A3(CK)	0.04±0.01 cC	A3(CK)	0.04±0.01 cC

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.05 水平差异极显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at the 0.01 level

2.4 喷施时期和外源硒互作效应对籽粒硒含量的影响 从表 4 可以看出,郑麦 366 在 A2B5 和 A2B6 处理组合籽粒硒含量最高,与其他处理差异均达到 $\alpha=0.01$ 显著水平;即在郑麦 366 始花第 10~15 天喷施外源复配亚硒酸钠液肥处理效果最好;郑麦 7698 在 A2B6、A2B5 处理组合籽粒硒含量最高,其次是 A2B7,与其他处理差异均达到 $\alpha=0.01$ 显著水

平;即在郑麦 7698 始花第 10~20 天喷施外源复配亚硒酸钠液肥处理效果最好。在总硒含量 0.24 mg/kg 的碱性土壤条件下,未喷施外源硒的小麦籽粒硒含量间无显著差异,均值分别在 0.03~0.05 mg/kg,均未达到富硒小麦 0.1 mg/kg 的低限值。

表 4 喷施时期和外源硒互作效应对籽粒硒含量的影响

Table 4 Effect of spraying period and exogenous Selenium interaction on selenium content of wheat grains

郑麦 366 Zhengmai 366	籽粒硒含量 Selenium content of grain/mg/kg	郑麦 7698 Zhengmai 7698	籽粒硒含量 Selenium content of grain/mg/kg
A2B5	0.57±0.10 aA	A2B6	0.36±0.04 aA
A2B6	0.51±0.02 aA	A2B5	0.35±0.05 abA
A2B4	0.40±0.05 bB	A2B7	0.33±0.01 bA
A2B7	0.39±0.05 bcBC	A2B4	0.29±0.01 cB
A1B6	0.34±0.06 cdBC	A2B8	0.27±0.01 cdB
A1B5	0.33±0.04 cdBC	A1B6	0.25±0.02 dB
A1B7	0.31±0.01 dCD	A2B3	0.21±0.03 cC
A2B3	0.25±0.04 eD	A1B5	0.20±0.02 eC
A2B8	0.24±0.07 eD	A1B7	0.17±0.01 fD
A1B4	0.23±0.04 eD	A1B4	0.16±0.02 fDE
A2B2	0.22±0.01 eD	A1B3	0.13±0.01 gEF
A1B8	0.22±0.03 eD	A1B8	0.11±0.01 ghFG
A1B2	0.14±0.02 fE	A2B2	0.10±0.01 hiFGH
A1B3	0.13±0.02 fEFG	A2B1	0.08±0.00 ijGHI
A2B1	0.12±0.01 fEFG	A1B2	0.06±0.01 jkHIJ
A1B1	0.08±0.02 fgEFG	A1B1	0.05±0.01 kIJ
A3B8(CK)	0.05±0.01 gFG	A3B1(CK)	0.05±0.01 kIJ
A3B7(CK)	0.04±0.02 gFG	A3B2(CK)	0.04±0.01 kJ
A3B2(CK)	0.04±0.02 gFG	A3B4(CK)	0.03±0.01 kJ
A3B3(CK)	0.04±0.02 gFG	A3B6(CK)	0.04±0.01 kJ
A3B1(CK)	0.04±0.01 gFG	A3B8(CK)	0.03±0.01 kJ
A3B5(CK)	0.04±0.00 gFG	A3B5(CK)	0.03±0.01 kJ
A3B6(CK)	0.04±0.02 gFG	A3B3(CK)	0.03±0.01 kJ
A3B4(CK)	0.03±0.01 gG	A3B7(CK)	0.03±0.00 kJ

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.05 水平差异极显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at the 0.01 level

3 结论与讨论

小麦始花期至始花第 25 天,叶面喷施含亚硒酸钠 30 g/hm² 的 2 种外源硒液肥,籽粒硒含量均值处于 0.12~0.31 mg/kg,均达到了中华人民共和国供销合作行业标准 GH/T 1135—2017《富硒农产品》规定谷物类总硒含量 0.10~0.50 mg/kg 的要求;总体看来,以小麦始花第 5~20 天期间吸收转化外源硒效果较好,其中尤其以小麦始花第 10~15 天为最好,是小麦叶面施硒的最佳时期。小麦生育后期喷洒硒肥籽粒中硒含量显著提高,灌浆期比孕穗期喷洒效果显著,这可能与籽粒蛋白质合成时易与硒螯合有关^[8]。此外,同等条件下处理的强筋小麦郑麦 366 籽粒硒含量要高于中强筋小麦品种郑麦 7698,赵淑章等^[4,9] 研究认为,强筋小麦对硒的吸收能力明显高于普通小麦;向东山^[11] 研究认为,富硒小麦体内,硒主要以有机态形式存在,约占含硒量的 83.34%,其
(下转第 42 页)

2.2.2 社会效益。由于存在田间管理不方便、机械化统一收获难、产量不高等原因,传统的玉米大豆套作逐年被当地农民群众淘汰。河南省郑州市农业技术推广站通过引进玉米大豆带状复合种植模式,通过核心技术和配套技术应用,破解了间作套种作物不能高产的难题,同时采用该技术配套的种肥播种机、分带喷雾机、小型收获机,也基本实现了全程机械化,在提高经济效益的同时降低了劳动成本,得到当地群众的一致好评,提高了农民和大户采用此模式的积极性。

2.2.3 生态效益。大豆根部具有固氮作用,除为自身提供充足的氮素营养外,也能为玉米提供一部分氮素养分,可有效减少施氮量;大豆由于玉米的遮挡可避免部分害虫的侵害,减少农药使用量。

3 结论

玉米大豆带状复合种植模式可有效提高土地的利用率,更好地利用光能、空间资源,从而提高产量和经济效益,实现玉米大豆双丰收^[3-6]。该试验表明,在玉米大豆带状复合种植模式下,玉米产量与净作玉米相当,多收大豆 1 864.2 kg/hm²,效益比单作玉米高出 6 123.84 元/hm²,增收 39.27%。同时,通过采用该技术模式配套的种肥播种机、分带喷雾机、小型收获机,基本实现了全程机械化,在提高经济效益的同时,降低了劳动成本。另外,该种植模式利用大豆根瘤菌固氮作用,起到培肥土壤效果,有效减少尿素使用量,降低使用肥料的成本^[7]。该研究结果显示,玉米大豆带状复

合种植模式可作为当前保障玉米生产能力、提高大豆自给的新途径、新方式,在当地具有较好应用推广前景。该技术模式的核心技术为增加播种密度,提高玉米有效穗数和大豆有效株数^[8],下一步需研究的重点是筛选适宜该种植模式的紧凑型玉米和耐荫型大豆品种,合理进行田间配置,改善群体通风透光条件,提高大豆产量^[9-10],研究适用的玉米大豆田间除草剂及施药机械等。

参考文献

- [1] 杨文钰,杨峰,雍太文.我国间套作大豆研究方向和发展对策研讨会纪要[J].大豆科技,2011(1):35-36.
- [2] 孙世彦.淮北市玉米生产现状及产业发展对策[J].安徽农学通报,2013,19(14):42-44.
- [3] 李诚永,汪成法,王俊杰,等.大豆玉米间作带状复合种植技术与效益初探[J].农村经济与科技,2019,30(7):64-65.
- [4] 吕爱淑,刘坤侠,寇辉.玉米、大豆带状复合种植技术示范与应用[J].基层农技推广,2015,3(1):31-32.
- [5] 罗艳,赵健,段晓红,等.玉米-大豆带状复合种植模式研究初报[J].宁夏农林科技,2020,61(12):1-3.
- [6] 孙加威,郎梅.成都市玉米大豆带状复合种植技术[J].四川农业科技,2020(12):23-25.
- [7] 胡文志.大豆玉米间作带状复合种植技术探索[J].湖北农机化,2019(17):57.
- [8] 王小春,杨文钰.实现玉米套大豆双丰收的玉米栽培关键技术[J].四川农业科技,2011(4):15.
- [9] 李春红,王迪,姚兴东,等.辽宁省玉米大豆带状复合种植示范研究[J].大豆科学,2017,36(2):219-225.
- [10] 高凤菊,田艺心,曹鹏鹏.玉米-大豆间作种植技术推广的现状与建议:以德州地区为例[J].安徽农业科学,2020,48(2):27-29.

(上接第 39 页)

中蛋白质的硒含量较高,是有机态硒结合的主要形式;这些研究说明蛋白质含量高的强筋小麦品种吸收硒的能力要优于蛋白质含量低的小麦。该试验还表明叶面喷施复配亚硒酸钠液肥效果极显著优于喷施单一亚硒酸钠液肥,所以在富硒小麦实际生产应用中,要根据品种特点以及外源硒种类的不同而把握好叶面喷施量;针对蛋白质含量高的强筋小麦,在小麦始花 10~15 d 期间采用复配亚硒酸钠液肥喷施时,要注意酌情降低施用量。另外小区试验得到的籽粒硒含量均高于大区试验,这应与小区面积小、实际操作存在一定误差有较大关系。

随着人们对绿色、优质、保健等农产品的消费需求越来越旺盛,在符合绿色条件、低富硒区域和优质小麦生产区域,通过应用富硒技术生产绿色优质富硒小麦,不仅可以有效解决因土壤低硒导致的小麦硒含量不足问题,赋予传统小麦产品以营养保健功能,进一步提高其经济附加值,而且可以有效解决一般小麦产品质量差、价格低、销售难等问题,有利于促进小麦产业供给侧结构性改革,促进农民增收和农业增

效,因此绿色优质富硒小麦产业发展前景广阔。

参考文献

- [1] 李升和,靳二辉,周金星,等.有机硒在人和动物应用方面的研究进展[J].安徽科技学院学报,2013,27(1):1-5.
- [2] TAMÁS M, MÁNDOKI Z, CSAPÓ J. The role of selenium content of wheat in the human nutrition. A literature review[J]. Acta universitatis sapientiae, alimentaria, 2010, 3: 5-34.
- [3] 王海红,宋家永,朱喜霞,等.硒对小麦生理功能的影响之研究进展[J].中国农学通报,2007,23(9):335-338.
- [4] 彭涛,于金林,成东梅,等.不同喷施硒时期和次数对小麦产量及硒含量的影响[J].安徽农业科学,2015,43(17):104-105,108.
- [5] 赵淑章,王绍中,武素琴,等.小麦富硒研究概述与展望[J].中国农学通报,2015,31(24):33-36.
- [6] 宋家永,王海红,朱喜霞,等.叶面喷施对小麦抗氧化性能及籽粒硒含量的影响[J].麦类作物学报,2006,26(6):178-181.
- [7] 宋家永.硒肥对小麦花后旗叶生理特性和子粒含硒量及产量的影响[J].华北农学报,2006,21(6):68-71.
- [8] 史芹,高新楼.不同时期喷施富硒液对小麦子粒硒含量及产量的影响[J].山地农业生物学报,2011,30(6):562-564.
- [9] 马玉霞,杨胜利,赵淑章.强筋小麦富硒技术研究初报[J].河南职业技术师范学院学报,2004,32(3):9-10.
- [10] 唐玉霞,王慧敏,杨军方,等.河北省冬小麦硒的含量及其富硒技术研究[J].麦类作物学报,2011,31(2):347-351.
- [11] 向东山.富硒小麦籽粒中硒分布规律的研究[J].食品科学,2008,29(9):52-54.