

叶面喷施微肥对晋南小麦产量和微量元素含量的影响

王 丽¹, 毛平平¹, 党建友³, 裴雪霞^{3*}, 武雪萍^{2*}, 张永清¹

(1. 山西师范大学地理科学学院, 山西 临汾 041000; 2. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 3. 山西省农业科学院小麦研究所, 山西 临汾 041000)

摘 要: 在山西临汾盆地石灰性褐土进行冬小麦田间试验, 在底施 NPK 肥的基础上, 研究了在拔节中期和抽穗前期叶面喷施锌、铁和硒对“济麦 22”产量及其构成因素、成熟期地上部分各器官微量元素含量和分配比例的影响。结果表明: 叶面喷施 3 种微肥提高了小麦产量及其构成因素, 增产效果为 Fe > Se > Zn, 喷施铁肥与喷施清水相比差异显著; 叶面喷施微肥使籽粒、茎叶和颖壳中对应微量元素的含量提高, 其中喷施硒肥效果最为明显, 喷施锌肥次之; 籽粒对 3 种元素的吸收相互影响, 铁对锌单向拮抗, 锌与硒、铁与硒相互促进; 叶面喷施微肥使锌在籽粒中分配比例稍高于茎叶 + 颖壳, 铁在籽粒中分配比例仅 6.87% ~ 8.25%, 硒在籽粒中的分配比例稍低于茎叶 + 颖壳。建议临汾盆地在小麦拔节中期和抽穗前期对冬小麦叶面喷施 0.4% ZnSO₄ · 7H₂O 溶液 750 kg/hm² 和 0.017% Na₂SeO₃ 溶液 750 kg/hm², 可显著提高籽粒中的锌、硒含量, 从而改善籽粒品质; 叶面喷施 0.3% FeSO₄ · 7H₂O 溶液 750 kg/hm² 对产量有一定的提升作用。

关键词: 叶面喷施; 锌、铁、硒; 产量; 分配比例; 小麦

中图分类号: S144; S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673 - 6257 (2016) 05 - 0085 - 06

由微量元素缺乏所引起的“隐性饥饿”而导致的作物营养不良已成为困扰我国种植业的首要问题^[1]。小麦是中国和全球大多数人主要的食物和矿物元素来源^[2], 锌 (Zn) 和铁 (Fe) 为小麦不可或缺的微量元素, 硒 (Se) 为小麦重要的微量元素^[3], 小麦的锌含量低于 20 mg/kg 时就会出现缺锌症状^[4-6], 人体缺锌则会出现侏儒症、糖尿病等疾病^[7-9]。大多数植物含铁量在 100 ~ 300 mg/kg 之间, 且多分配在茎叶中, 籽粒中较少, 小麦缺铁会出现黄叶病, 人体缺铁会引起缺铁性贫血等疾病^[10]。1957 年以前, 对硒的研究主要停留在其毒性方面^[11], 现已确认硒是人和动物机体不可缺少的微量元素, 具有延缓人体衰老的功能^[12-13], 硒含量过少易引发大骨节病、克山病^[14]等疾病, 故增加小麦中的微量元素含量迫在眉睫。

目前国内外增加小麦微量元素的方法主要为播前施于土壤中、叶面喷施和拌种^[15], 前人研究表

明, 叶面喷施比施于土壤的增产效果好^[16], 在小麦叶面喷施锌、铁、硒 3 种微肥, 都会使小麦增产^[17-18], 增加籽粒中对应元素的含量^[19], 其中锌、硒含量显著增加^[20], 且小麦对 3 种元素的吸收相互影响, 锌、铁相互促进, 锌、铁与硒相互拮抗^[21]。

山西石灰性褐土有效铁、锌含量普遍较低, 有效锌绝大多数为极缺, 且各地差异较大^[22-23], 本试验中土壤有效锌含量在 0.5 ~ 2.08 mg/kg 之间, 属于低水平, 有效铁含量在 6.41 ~ 8.16 mg/kg 之间, 属于中等水平。吴俊兰^[24-25]在山西太谷对玉米、小麦和棉花进行微肥试验表明, 以拌种为基础, 结合叶面喷施可提高作物中对应微量元素的含量。康瑞昌等^[26]研究了硼、锰、锌、铜、钼、铁 6 种微量元素在山西省土壤中含量的分布, 并制定了相应的微肥推广应用方案, 此方案表明, 山西临汾盆地褐土属冬小麦夏玉米缺锌区。本试验以“济麦 22”为材料, 研究了小麦叶面喷施 3 种微肥对产量及其构成因素, 成熟期地上部分各器官中 3 种微量元素含量及其分配比例的影响, 旨在为山西省微肥的合理施用及提高微量元素在籽粒中的含量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地点位于山西省临汾市尧都区吴村镇洪堡

收稿日期: 2016 - 05 - 18; 最后修订日期: 2016 - 06 - 26

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项 (CARS - 03 - 2 - 7); 国家科技支撑计划 (2015BAD22B03)。

作者简介: 王丽 (1990 -), 女, 山西孟县人, 硕士研究生, 研究方向为土地生态与土地利用, E - mail: 18703470650@163.com。

通讯作者: 武雪萍, E - mail: wuxueping@caas.cn; 裴雪霞, E - mail: peixuexia@163.com。

村农场 (36°13.228'N, 111°33.711'E), 属于黄淮海冬麦区, 温带大陆性半干旱季风气候, 年均温 13℃, 石灰性褐土, 试验地 0~20 cm 土层的 pH 值 8.07, 有机质 20.82 g/kg, 硝态氮 30.09 mg/kg, 铵态氮 1.27 mg/kg, 有效磷 (P) 36.13 mg/kg, 速效钾 (K) 114.8 mg/kg, 二乙基三胺五乙酸 (DTPA) -Zn 为 2.08 mg/kg, DTPA -Fe 为 8.16 mg/kg, 有效硒含量为 19.69 μg/kg。试验地 20~40 cm 土层的 pH 值为 8.26, 有机质 11.2 g/kg, 硝态氮 22.3 mg/kg, 铵态氮 0.25 mg/kg, 有效磷 (P) 3.18 mg/kg, 速效钾 (K) 74.1 mg/kg, DTPA -Zn 为 0.5 mg/kg, DTPA -Fe 为 6.41 mg/kg, 有效硒含量为 26.83 μg/kg。

1.2 试验设计

本试验设 4 个处理: (1) CK: 叶面喷施清水 750 kg/hm²; (2) 喷 Zn: 叶面喷施 0.4% ZnSO₄·7H₂O 溶液 750 kg/hm²; (3) 喷 Fe: 叶面喷施 0.3% FeSO₄·7H₂O 溶液 750 kg/hm²; (4) 喷 Se: 叶面喷施 0.017% Na₂SeO₃ 溶液 750 kg/hm²。完全随机区组排列, 小区面积 7.5 m × 4 m = 30 m², 3 次重复。在拔节中期 (2015 年 4 月 12 日) 和抽穗前期 (2015 年 5 月 4 日) 各喷施 1 次, 均选择在晴天的傍晚进行, 2 次喷施后均未遇降雨。供试小麦品种为“济麦 22”, 2014 年 10 月 5 日播种, 播量 187.5 kg/hm², 采用宽幅机播 (播幅 8 cm、行距 24 cm)。NPK 肥施用: 纯 N 225 kg/hm², P₂O₅ 135 kg/hm², K₂O 105 kg/hm², 70% N 肥和全部磷、钾肥基施, 其余 N 肥拔节期随灌水施入。浇 2 水: 越冬水 (2014 年 12 月 15 日) 和拔节水 (2015 年 3 月 20 日)。2015 年 6 月 20 日收获。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 产量及其构成

收获前, 在各小区内避开小麦边行和两端的小麦, 随机选取 2 个 1 m 长样段内的全部植株, 去除穗粒数小于 5 粒的小穗后调查有效成穗数与每穗粒

数, 取平均值作为穗粒数; 各处理选调查取样之外的 3 个 1 m² 的样方, 风干称重, 平均值为生物产量, 脱粒称取籽粒重, 取平均值为籽粒产量; 每小区数 250 粒称重, 换算成千粒重, 3 次重复取平均值。

1.3.2 土壤、籽粒、颖壳和茎叶中铁锌硒含量测定

在成熟期, 每个小区取调查样方外的 20 个单株装入密封纸袋带回室内, 沿根茎结合处减去根系, 将地上部分按照茎叶、颖壳、籽粒分开, 90℃ 下杀青 30 min, 70℃ 烘 24 h 至恒量, 称干重, 干样研磨后用塑料袋密封备用, 防止污染。土壤微量元素的测定采用 DTPA 浸提, 原子吸收分光光度法。籽粒、颖壳、茎叶的锌、铁、硒含量采用微波消解, 电感耦合等离子体原子发射光谱法 (ICP - AES) 测定。

1.3.3 收获指数

小麦收获指数 = 籽粒产量/生物产量

1.4 数据处理

用 Excel 进行数据整理, 采用 SPSS 17.0 用 LSD 多重比较法进行方差分析和差异显著性检验 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 叶面喷施微肥对冬小麦产量及构成因素的影响

从表 1 可知, 叶面喷施微量元素肥料使冬小麦增产 0.71% ~ 3.36%, 增产效果为 Fe > Se > Zn, 叶面喷施铁肥与 CK 差异达显著水平, 喷施硒肥和锌肥与 CK 间差异不显著。叶面喷施微肥使冬小麦地上部分生物量增加, 其中喷施铁肥与其他处理相比差异显著。喷施微肥使成穗数、穗粒数和千粒重均增加, 其中喷 Fe 肥成穗数最高, 喷施锌肥次之; 喷 Se 肥穗粒数最高, 与 CK 和喷 Fe 肥处理差异显著, 与喷 Zn 肥处理差异不显著; 千粒重各处理间差异不显著。

表 1 喷施微肥对冬小麦产量及其构成因素的影响

处理	成穗数 (穗/hm ²)	穗粒数 (粒/穗)	千粒重 (g)	地上生物量 (t/hm ²)	收获指数	籽粒产量 (kg/hm ²)
CK	698 ± 15.0b	24.3 ± 0.2b	40.7 ± 0.32a	14.97 ± 0.35b	0.448 ± 0.01a	7 713 ± 75.08b
Zn	740 ± 24.0a	26.6 ± 1.9ab	41.9 ± 1.52a	15.60 ± 0.66b	0.447 ± 0.01a	7 768 ± 100.02ab
Fe	752 ± 39.5a	25.2 ± 0.2b	41.6 ± 0.51a	16.80 ± 0.60a	0.441 ± 0.02a	7 972 ± 159.03a
Se	711 ± 9.5b	28.1 ± 1.8a	41.0 ± 0.87a	15.70 ± 0.64b	0.439 ± 0.04a	7 792 ± 112.62ab

注: 同列数字后不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2 叶面喷施微肥对小麦地上部分各器官微量元素含量的影响

2.2.1 叶面喷施微肥对小麦籽粒锌、铁、硒含量的影响

与CK相比,叶面喷施微肥后籽粒中锌和硒含量均达到显著性差异水平,铁含量差异不显著(图1),其中硒含量比CK增加了25倍,锌、铁含量分别增加了29.55%和2.45%。说明喷施3种微肥促

进了籽粒中对应微量元素含量的增加。喷施锌肥后籽粒中的铁、硒含量分别增加了3.64%和22.94%,喷施硒肥后籽粒中的锌、铁含量分别增加了7.9%和0.2%,喷施铁肥后籽粒中锌含量差异不显著。说明叶面喷施3种微肥不仅显著增加了籽粒中对应微量元素的含量,且籽粒对3种元素的吸收相互影响,其中锌与硒、铁与硒相互促进,锌对铁单向促进,铁对锌单向拮抗。

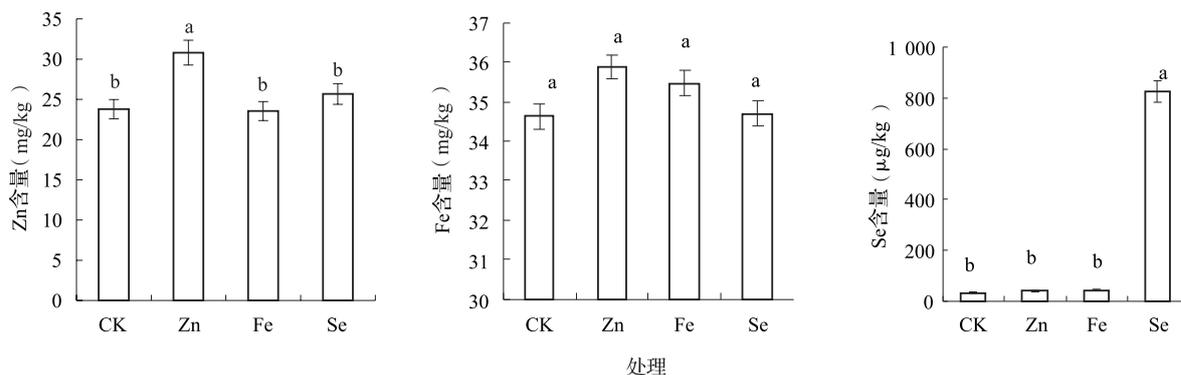


图1 叶面喷施微肥后小麦籽粒中锌、铁、硒含量

2.2.2 叶面喷施微肥对小麦颖壳锌、铁、硒含量的影响

与CK相比,叶面喷施微肥后颖壳中锌和硒含量均达到显著性差异水平,铁含量差异不显著(图2),其中硒含量比CK增加了16倍,锌含量增加了51.17%,说明喷施3种微肥促进小麦颖壳中锌、硒含量的增加。喷施锌肥后颖壳中铁、硒含量分别

增加了1.35%和11.72%,喷施硒肥后颖壳中的锌、铁含量分别增加了7.43%和3.47%,喷施铁肥后颖壳中的锌含量增加了17.6%,硒含量差异不显著。说明叶面喷施3种微肥不仅显著增加了颖壳中锌和硒的含量,且颖壳对3种元素的吸收相互影响,其中锌与铁、锌与硒相互促进,硒对铁单向促进,铁对硒单向拮抗。

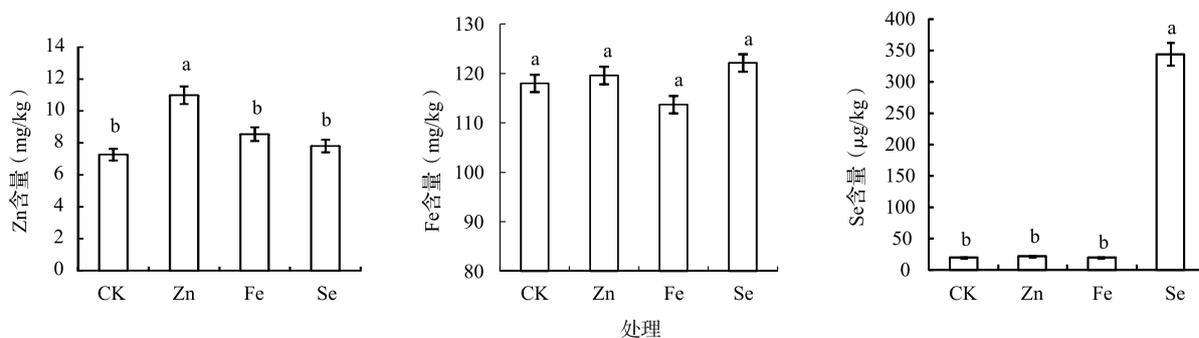


图2 叶面喷施微肥后小麦颖壳中锌、铁、硒含量

2.2.3 叶面喷施微肥对小麦茎叶锌、铁、硒含量的影响

与CK相比,叶面喷施微肥后茎叶中对应元素含量均达到显著性差异水平(图3),其中硒含量比对照增加了55.7倍,锌、铁含量分别增加了220.83%和10.68%。说明喷施3种微肥都促进了茎叶中对应微量元素含量的提高。喷施锌肥后茎叶

中铁、硒含量分别增加了3.02%和88.57%,喷施硒肥后茎叶中锌、铁含量分别增加了47.92%和8.98%,喷施铁肥后茎叶中的锌、硒含量分别增加了138.96%和72.86%,说明叶面喷施3种微肥不仅显著增加了茎叶中对应微量元素的含量,而且锌、铁、硒相互促进,加强了小麦茎叶对非对应微量元素含量的吸收。

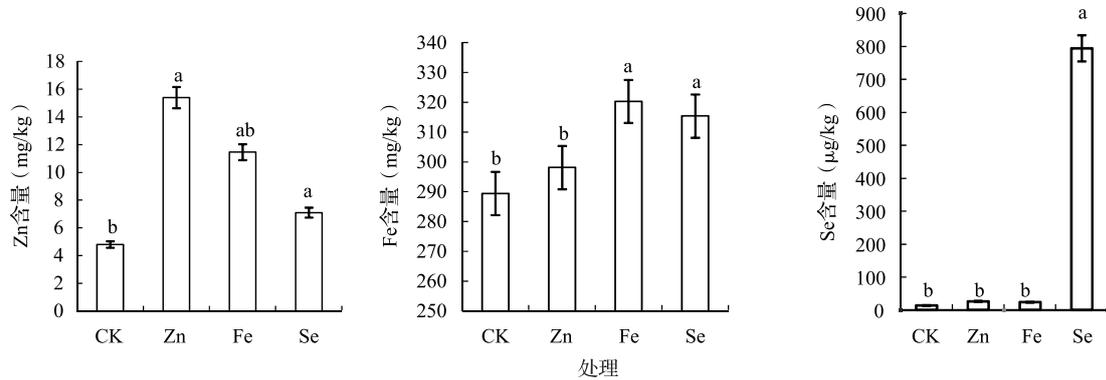


图3 叶面喷施微肥后小麦茎叶中锌、铁、硒含量

2.3 微量元素在小麦地上部位不同器官间的分配

成熟期3种微量元素在小麦各器官间的含量与分配比例均不同(表2)。喷施微肥后,锌含量和分配比例均为籽粒>茎叶+颖壳,铁和硒含量和分配比例均为籽粒<茎叶+颖壳,其中锌、铁和硒在籽粒中的分配比例分别为51.52%~

67.60%、6.87%~8.25%和41.7%~50.37%,喷施微肥后锌、铁和硒在籽粒和茎叶+颖壳的绝对含量均提高,但在籽粒中的分配比例降低。CK中硒在籽粒中的含量和分配比例均高于茎叶+颖壳,说明喷施微肥改变了小麦地上各器官中的分配比例。

表2 小麦各器官3种微量元素含量及其分配比例

处理	器官名称	锌含量及其分配比例		铁含量及其分配比例		硒含量及其分配比例	
		含量 (mg/kg)	百分比 (%)	含量 (mg/kg)	百分比 (%)	含量 (µg/kg)	百分比 (%)
CK	籽粒	23.56	67.60	34.63	8.25	32.82	50.37
	茎叶+颖壳	6.04	32.40	203.70	91.75	17.12	49.63
Zn	籽粒	30.82	53.67	35.89	7.85	40.35	44.96
	茎叶+颖壳	13.20	46.33	208.87	92.15	49.00	55.04
Fe	籽粒	23.79	51.52	35.48	6.87	43.06	47.14
	茎叶+颖壳	10.01	48.48	217.00	93.13	21.80	52.86
Se	籽粒	25.67	62.91	34.71	7.25	826.72	41.70
	茎叶+颖壳	7.46	37.09	218.75	92.75	569.40	58.30

3 讨论与结论

关于叶面喷施微肥对小麦产量的影响的研究存在差异。有研究表明,喷施锌、铁、硒对小麦产量及其构成无显著影响^[17];也有研究表明,喷施铁肥能显著增加成穗数,但3种微肥只有硒肥增产作用显著^[18];孟丽梅等^[19],鲁璐等^[20-21]认为,不同地区和品种的小麦在喷施3种微肥后增产效果存在差异,施铁肥显著增加成穗数,增产1.8%~12.9%,喷施锌肥和硒肥增产1.1%~1.3%,增产效果比铁肥低;造成差异的可能原因是供试土壤肥力水平、种植地域、小麦品种和气候条件等不同。本研究表明,叶面喷施3种微肥使冬小麦增产

0.71%~3.36%,其中喷施铁肥后成穗数显著增加,籽粒增产效果为Fe>Se>Zn。

叶面喷施3种微肥对小麦籽粒对应微量元素含量有显著影响。张纪元等^[17]研究表明,喷施硒肥后小麦籽粒中硒含量提高43倍,锌含量提高24.6%,铁含量提高不显著。张晓等^[18]和孟丽梅等^[19]认为,喷施3种微肥都较显著的提高了籽粒中对应微量元素的含量。鲁璐等^[20-21]认为,小麦对各种元素的吸收相互影响,锌、铁相互促进,锌、铁与硒相互拮抗。本研究表明,叶面喷施锌肥和硒肥均显著提高了籽粒、茎叶和颖壳中对应元素的含量,叶面喷施铁肥仅显著提高了茎叶中铁的含量;且不同部位3种元素影响方式不同,籽粒中铁

对锌单向拮抗, 锌与硒、铁与硒相互促进; 颖壳中铁对硒单向拮抗, 锌与铁、锌与硒相互促进; 茎叶中锌、铁、硒相互促进。

不同微量元素在小麦植株各器官的分配比例不同。锌为籽粒 > 茎和叶^[3]; 铁为茎叶 > 籽粒^[24], 同一器官不同品种间铁、锌含量与积累量差异显著^[27-28]; 小麦不同器官间硒的分配为籽粒 > 叶片 > 根 > 颖壳 > 叶鞘 > 茎^[29-30]。研究表明, 在小麦地上各器官中, 锌主要分配在籽粒中, 为 51.52% ~ 67.60%, 铁主要分配在茎叶中, 籽粒中含量很少, 仅 6.87% ~ 8.25%, 这与前人研究结果一致。硒在 CK 中含量分配为籽粒 > 茎叶 + 颖壳, 喷施微肥后分配比例均为籽粒 < 茎叶 + 颖壳。

建议临汾盆地在小麦拔节中期和抽穗前期对冬小麦叶面喷施 0.4% ZnSO₄ · 7H₂O 溶液 750 kg/hm² 和 0.017% Na₂SeO₃ 溶液 750 kg/hm², 可显著提高籽粒中的锌、硒含量, 从而改善籽粒品质。而叶面喷施 0.3% FeSO₄ · 7H₂O 溶液 750 kg/hm² 对产量有一定的提升作用。

致谢: 微量元素测定得到西北农林科技大学王朝辉教授的大力支持, 特此致谢!

参考文献:

[1] 刘正辉, 刘大钧. 小麦铁锌营养品质研究进展 [J]. 麦类作物学报, 2007, 27 (01): 172-175.

[2] 胡嵩堂. 植物营养学 (下册) [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1995. 70-91.

[3] 杨莉琳, 刘小京, 徐进, 等. 小麦籽粒微量元素含量的研究进展 [J]. 麦类作物学报, 2008, 28 (06): 1113-1117.

[4] 徐卫河, 陈复生. 小麦中微量金属元素的分析 [J]. 食品科技, 2008, (12): 273-275.

[5] 徐兆飞. 山西小麦 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005. 40-41.

[6] 褚天铎, 刘新保, 王淑惠, 等. 小麦施锌肥效果及使用技术的研究 [J]. 土壤肥料, 1987, (04): 24-26.

[7] 裴雪霞, 党建友, 王姣爱, 等. 钾、锌、锰配施对冬小麦产量及品质的影响 [J]. 麦类作物学报, 2002, 22 (2): 60-64.

[8] Hewitt E J. Inorganic micronutrients in physiology and agriculture [J]. Nature, 1959, 4 (11): 1009.

[9] 赵蓉蓉. 氮素供应及衰老对小麦铁锌转移及其在籽粒中累积的影响 [D]. 北京: 中国农业大学, 2014.

[10] 莫尔维德 J J [美]. 农业中微量营养元素 (第1版) [M]. 中国农科院土壤研究所译. 北京: 农业出版社, 1984.

[11] 吴耀明, 杨玉爱. 硒的土壤化学及其生物有效性 [J]. 广

东微量元素科学, 1996, 3 (7): 14-20.

[12] 于丽敏, 薛艳芳, 高华鑫, 等. 小麦富硒研究进展 [J]. 山东农业科学, 2015, 47 (6): 137-144.

[13] 侯军宁. 硒的土壤化学研究进展 [J]. 土壤学进展, 1987, (1): 10-19.

[14] 谭见安, 侯少范, 朱文郁, 等. 我国低硒带与克山病、大骨节病病因关系的研究 [J]. 环境科学, 1986, (4): 89-104.

[15] 程炳高. 微量元素对小麦的影响 (摘要) [J]. 西北农业科学, 1958, (1): 61.

[16] 谷秋荣. 氮、磷、钾及微量元素对小麦生长发育的作用 [J]. 河南农业, 2009, (5): 53.

[17] 张纪元, 张平平, 马鸿翔, 等. 喷施微肥对小麦产量、品质及籽粒微量元素含量的影响 [J]. 江西农业科学, 2012, 24 (3): 64-66.

[18] 张晓, 卜冬宁, 李瑞奇, 等. 叶面喷施微肥对冬小麦产量和品质的影响 [J]. 麦类作物学报, 2012, 32 (4): 747-749.

[19] 孟丽梅, 杨子光, 张珂, 等. 喷施微肥对小麦籽粒产量及微量元素含量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42 (14): 4283-4285.

[20] 鲁璐, 季英苗, 李莉蓉, 等. 不同地区、不同品种 (系) 小麦锌、铁和硒含量分析 [J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16 (5): 646-649.

[21] 鲁璐, 吴瑜. 3种微量元素对小麦生长发育及产量和品质的影响研究进展 [J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16 (3): 435-439.

[22] 刘蝴蝶, 赵国平, 李晓萍, 等. 山西主要耕作土壤微量元素现状及变化规律 [J]. 农业技术与装备, 2009 (6): 13-16.

[23] 王海啸, 吴俊兰, 张铁金, 等. 山西石灰性褐土的磷、锌关系及其对玉米幼苗生长的影响 [J]. 土壤学报, 1990, 27 (3): 241-249.

[24] 吴俊兰. 石灰性褐土冬小麦微量元素的肥效 [J]. 土壤通报, 1980, 11 (5): 24-27.

[25] 吴俊兰. 山西石灰性土壤主要农作物施用微量元素肥效的研究 [J]. 山西农业大学学报, 1984, (1): 61-71.

[26] 康瑞昌, 郑家焯, 胡省平, 等. 山西省土壤微量元素含量及应用区划 [J]. 土壤肥料, 1992, (3): 8-12.

[27] 咎亚玲. 氮磷对旱地冬小麦产量、养分利用及籽粒矿质营养品质的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.

[28] 王小丽. 小麦对 Fe、Zn、Pb、Cu 吸收分配特性的研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2009.

[29] 陈玉鹏. 氮素对小麦硒吸收、转运及分配动态变化特征的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.

[30] 邵云, 姜丽娜, 李春喜, 等. Zn 在小麦植株中吸收、分配和累积的动态变化规律. [J]. 麦类作物学报, 2005, 25 (1): 82-85.

[下转第 123 页]

- 响及分析 [J]. 石河子大学学报 (自然科学版), 2004, 22 (4): 285 - 288.
- [16] 马国胜, 薛吉全, 路海东. 不同类型饲用玉米品种干物质的积累与运转规律研究 [J]. 玉米科学, 2005, 13 (4): 66 - 69.
- [17] 戴明宏, 陶洪斌, 王利纳, 等. 不同氮肥管理对春玉米干物质生产分配及转运的影响 [J]. 华北农学报, 2008, 23 (1): 154 - 157.
- [18] 徐祥玉, 张敏敏, 翟丙国, 等. 不同夏玉米品种生育后期干物质及氮素积累分配的研究 [J]. 西北植物学报, 2006, 26 (4): 772 - 777.
- [19] 隋方功, 葛体达, 刘鹏起, 等. 干旱对夏玉米碳素同化、运转与分配的影响研究 [J]. 中国生态农业学报, 2006, 14 (3): 234 - 237.

Effects of mulching on dry matter accumulation and distribution in maize-pea intercrop

LI Wei-qi, SUN Jian-hao*, ZHAO Jian-hua (Institute of Soil Fertilizer and Water-saving Agriculture Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070)

Abstract: The study aimed to explore the contributions of dry matter accumulation and distribution, and yield advantage of pea-maize intercropping system, based on with and without plastic cover on maize and pea stripe in field experiments. The result showed that plastic cover increased yield significantly. The yields of maize and pea with plastic covered increased 9% and 21% compared to those without plastic system. The economic output of maize increased 11.70% for the treatment of the maize with plastic and pea without plastic system production, compared to maize and pea without plastic system. The economic output of pea in the maize and pea with plastic intercropped increased 24.40% compared to maize and pea without plastic system. Land equivalent ratios (LER) of maize without plastic and pea with plastic intercropping system was less than 1. The LER of the other intercropping types varied from 1.09 to 1.24, which indicated that intercropping greatly increased land use efficiency. The dry matter translocation of stem had the greater contribution than leaf, and the film mulching modes obtained advantage yield by improving dry matter accumulation and translocation to grains. The dry matter translocation of maize and pea with plastic intercropped had the greatest contribution and translocation. The maize with plastic and pea without plastic system was the best mode in this study. The maize without plastic and pea with plastic system was not conducive to the accumulation of maize yield pea intercropping system.

Key words: different stripe mulching modes; pea-maize intercropping system; dry matter accumulation and distribution; yield; land equivalent ratios

[上接第 89 页]

Effect of foliar fertilizer on wheat yield and content of trace elements

WANG Li¹, MAO Ping-ping¹, DANG Jian-you³, PEI Xue-xia^{3*}, WU Xue-ping^{2*}, ZHANG Yong-qing¹ (1. School of Geographic Science, Shanxi Normal University, Linfen Shanxi 041000; 2. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, CAAS Beijing 100081; 3. Research Institute of Wheat, Shanxi Academy of Agricultural Science, Linfen Shanxi 041000)

Abstract: It was conducted with Jimai 22 to study the effects of foliar fertilizer applied at the middle of wheat jointing stage and heading stage on the wheat yield and its components, the content of zinc (Zn), iron (Fe), and selenium (Se) and the distribution proportion of trace elements content in different organs on the basis of the application of NPK. The results showed that foliar fertilizer improved the wheat yield and its components, the effect of increasing yield was spraying Fe > spraying Se > spraying Zn. Compared with CK, the difference of spraying Fe was not significant. It increased the content of corresponding trace elements in grain, stem leaf and glume shell. The effect of Se fertilizer was the most obvious, and the Zn fertilizer was the second. The absorption of wheat grains to the 3 elements affected each other, Zn and Se, Fe and Se promoted each other, while Fe inhibit the absorption of Zn. The proportion of Zn in grain was slightly higher than that in stem and leaf, and proportion of Fe in grain was only 6.87% ~ 8.25%, and the ratio of Se in grain was slightly lower than that in stem and leaf. It indicated that spraying 0.4% ZnSO₄ · 7H₂O 750 kg/hm² and 0.017% Na₂SeO₃ 750 kg/hm² on winter wheat leaf surface at the middle of the wheat jointing stage and heading stage in Linfen basin significantly increased the content of Zn and Se in the grain to improve its quality. And spraying 0.3% FeSO₄ · 7H₂O 750 kg/hm² on leaf surface improved the yield to some extent.

Key words: foliar spraying; zinc (Zn), iron (Fe), selenium (Se); yield; distribution proportion; wheat