

余小兰,张 静,邹雨坤,等. 不同施硒量对辣椒硒、磷、钾含量及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):146-149.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.035

不同施硒量对辣椒硒、磷、钾含量及产量的影响

余小兰^{1,2}, 张 静^{1,3}, 邹雨坤^{1,2}, 李光义^{1,2}, 李勤奋^{1,2}

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南海口 571101; 2. 农业农村部儋州农业环境科学观测实验站, 海南儋州 571737;
3. 华中农业大学资源与环境学院, 湖北武汉 430070)

摘要:采用杭椒 2 号为材料进行田间试验, 研究硒肥施用水平对辣椒果实硒含量、产量及各器官中磷、钾含量的影响。结果表明, 施硒肥不会影响辣椒不同生育期根、茎、叶、花芽中的磷、钾含量。但辣椒株高、茎粗、产量和果实中的硒含量随施硒量的增加呈先升高后降低的趋势, 且各指标在施硒量为 20 kg/hm² 时达到最高值, 该处理下株高为 32.26 cm, 茎粗为 7.29 cm, 产量为 954 g/株, 果实中硒含量为 128.81 μg/kg。因此, 适量施硒可促进辣椒生长, 提高果实硒含量和产量。但过量施硒则不利于辣椒生长和产量形成。

关键词:辣椒; 硒; 产量; 磷; 钾

中图分类号:S641.301 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)24-0146-03

硒是人体和动物必需的微量元素之一, 参与生物体内谷胱甘肽过氧化物酶、硫氧还蛋白还原酶等含硒酶的代谢过程^[1]。硒具有生物效应两面性, 一方面适量摄硒可提高机体免疫力, 有效预防心脏疾病、克山病、水肿病等相关疾病^[2], 另一方面过量摄取硒又会导致硒中毒^[3-4]。世界卫生组织研究表明, 食物中硒的正常含量为 0.1~5.0 mg/kg, 过高或过低都会对人体造成伤害^[5]。自然膳食和补充硒保健品是人体摄取硒的主要来源, 其中自然膳食是公认的最直接有效且最安全的补硒途径。辣椒是典型的富硒作物, 其果实中的硒含量最高可达 5 mg/kg; 富硒辣椒营养丰富, 且具有较高的医疗保健价值, 深受广大消费者和种植户的喜爱^[6-7]。

硒虽然不是作物生长所必需的养分物质之一, 但近年来不少研究发现, 适量施硒可以促进作物富硒、增产、改善品质及养分吸收等^[8]。如葡萄叶面喷施适量硒肥, 可增加果实硒含量^[9]。外源增施适量硒肥可增加生菜茎粗^[10], 提高生菜叶绿素含量^[11]。用硒浓度低于 0.1 mg/L 的溶液种植小白菜和菠菜, 与未施硒相比, 可分别增加产量为 9.68%、19.25%^[12]。此外, 在豌豆、胡萝卜、马铃薯、猕猴桃^[13-16]等作物上的研究, 也发现了硒在作物富硒、增产、改质等方面的作用。鉴于目前硒在辣椒增产、品质提升及养分吸收等方面作用的研究较少, 本研究采用杭椒 2 号为材料进行田间试验, 研究基施不同浓度硒肥对辣椒果实硒含量、产量及不同器官磷、钾含量的影响, 以期对富硒辣椒的生产提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

收稿日期: 2018-08-17

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(编号: 201503137); 中国热带农业科学院基本科研业务费专项(编号: 1630042018005)。

作者简介: 余小兰(1985—), 女, 广西桂林人, 硕士, 研究实习员, 主要从事农业废弃物循环利用研究。E-mail: 2005myschool@163.com。

通信作者: 李勤奋, 博士, 研究员, 主要从事土壤环境修复、保育及农业废弃物资源化利用研究。E-mail: qinfenli2005@163.com。

供试辣椒品种: 杭椒 2 号。

供试肥料: 尿素(N 含量 ≥ 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 含量 ≥ 16%)、硫酸钾(K₂O 含量 ≥ 51%)、硒酸钠(Na₂SeO₄, 分析纯)。

1.2 试验区概况

试验地设在海南省澄迈县群珠村, 该村位于澄迈县西北部。土壤类型为砖红壤, pH 值为 5.46, 有机质含量为 16.85 g/kg, 全硒含量为 1.66 mg/kg, 全磷含量为 890 mg/kg, 全钾含量为 550 mg/kg。

1.3 试验设计

采用随机区组设计, 共设 6 个处理, 纯硒施用量分别为 0 kg/hm² (CK)、5 kg/hm² (处理 1)、10 kg/hm² (处理 2)、15 kg/hm² (处理 3)、20 kg/hm² (处理 4)、25 kg/hm² (处理 5), 每处理重复 3 次, 试验小区面积为 37.5 m², 每小区种植辣椒 12 株。硒肥作底肥 1 次性施入土壤, 此外, 为保证辣椒正常生长发育, 施用底肥 600 kg/hm² 尿素、200 kg/hm² 过磷酸钙、300 kg/hm² 硫酸钾。辣椒于 2016 年 10 月 14 日种植, 2017 年 5 月 14 日收获, 种植期间采用当地农户常规管理。分别于辣椒花芽分化期(2016 年 11 月 22 日)、开花期(2017 年 1 月 31 日)和结果期(2017 年 3 月 25 日), 采集植株样品, 进行磷、钾含量指标测定。辣椒果实于 2017 年 4 月 5 日分批采摘, 共采摘 10 次, 并将 10 次采摘的果实混合为一个样品用于硒含量测定。于收获期测产。

1.4 测定项目和方法

1.4.1 硒含量测定 辣椒果实中硒含量的测定参照 GB 5009.93—2010《食品安全国家标准 食品中硒的测定》。

1.4.2 植株磷、钾含量测定 植株样品用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 土壤样品用浓 H₂SO₄ 消煮, 待测液中全磷含量用钼蓝比色法测定, 全钾含量用火焰光度计测定, 具体参照鲍士旦的《土壤农化分析》第 3 版^[17]进行。

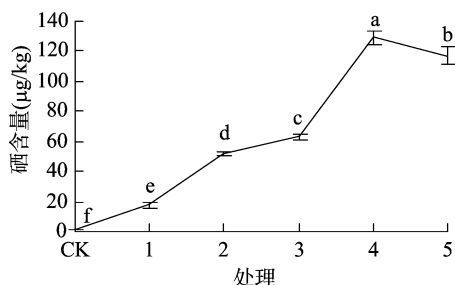
1.5 数据分析

采用 Excel 分析数据并绘图, 并用 SPSS 16.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 施硒对辣椒果实中硒含量的影响

从图 1 可以看出,施用硒肥可显著提高辣椒果实硒含量,且辣椒果实硒含量随土壤中施硒量的增加,呈现先升高后降低的趋势,且当土壤中施硒量为 20 kg/hm^2 时,辣椒果实中硒含量达到最高值,为 $128.81 \mu\text{g/kg}$ 。与不使用硒肥相比,辣椒果实中硒含量增加了 $127.09 \mu\text{g/kg}$ 。



不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

图1 不同施硒量对辣椒果实中硒含量的影响

2.2 施硒对辣椒农艺性状及产量的影响

施用硒肥对辣椒生长性状及产量的影响见表 1,可以看出,与不施硒处理相比,土壤中施用硒肥可促进辣椒长高和增粗,且当硒肥施用量为 20 kg/hm^2 时,辣椒株高茎粗最大。施用硒肥能显著提高辣椒产量。当硒肥用量为 20 kg/hm^2 时,单株产量达到最大值,为 954 g/株 ,与未施入外源硒肥相比,辣椒单株产量增加 448 g 。

2.3 施硒对辣椒不同器官磷含量的影响

施硒对辣椒不同器官磷含量的影响见图 2 至图 5。不同

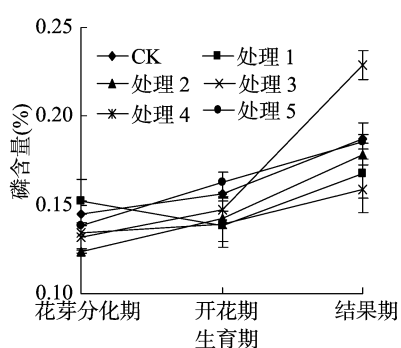


图3 不同施硒量对辣椒茎磷含量的影响

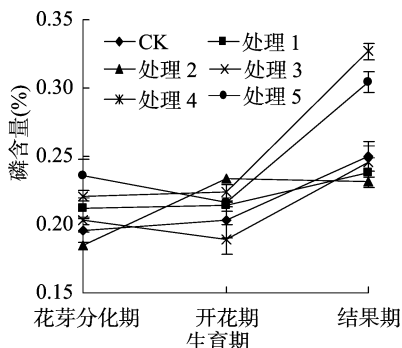


图4 不同施硒量对辣椒叶磷含量的影响

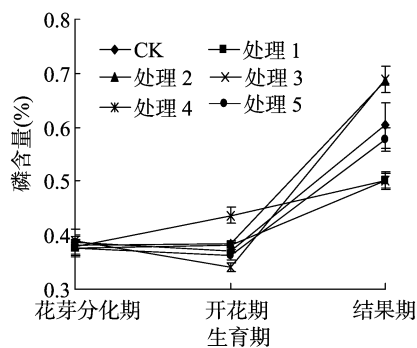


图5 不同施硒量对辣椒花芽磷含量的影响

2.4 施硒对辣椒不同器官钾含量的影响

施硒对辣椒各部位钾含量的影响见图 6 至图 9。总体上,不同硒肥施用量处理对辣椒根、茎、叶、花芽钾含量影响差异不大。辣椒根系中钾含量相对较低,为 $1.68 \sim 1.92\%$,叶、花芽钾含量相对较高,普遍高于 4% 。随着辣椒生育进程的推进,辣椒各部位钾含量总体呈下降趋势。这可能是由于在辣椒果实成熟过程中,部分其他器官的钾被转移至果实。

3 讨论与结论

3.1 施硒对辣椒果实硒含量的影响

作物硒含量与外源添加硒肥密切相关^[18-20]。高海娜等的研究表明,使用紫阳高硒土种植不同品种辣椒,其根、茎、叶、果实中硒含量均高于普通土壤^[21]。陈淑芳的研究表

表 1 不同施肥量对辣椒农艺性状及产量的影响

处理	株高 (cm)	茎粗 (cm)	产量 (g/株)
CK	$26.67 \pm 3.57b$	$5.86 \pm 0.37c$	$506 \pm 66c$
1	$27.16 \pm 4.69b$	$6.14 \pm 0.26c$	$524 \pm 12c$
2	$29.92 \pm 2.37ab$	$6.85 \pm 0.24b$	$604 \pm 36b$
3	$31.43 \pm 3.70a$	$7.00 \pm 0.22ab$	$720 \pm 17b$
4	$32.26 \pm 3.51a$	$7.29 \pm 0.34a$	$954 \pm 71a$
5	$31.79 \pm 4.98a$	$7.08 \pm 0.33ab$	$688 \pm 60b$

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

明,不同硒浓度处理后,辣椒各器官中硒含量显著增加,且不同品种间硒含量增加量存在差异,其中辣椒91-126在

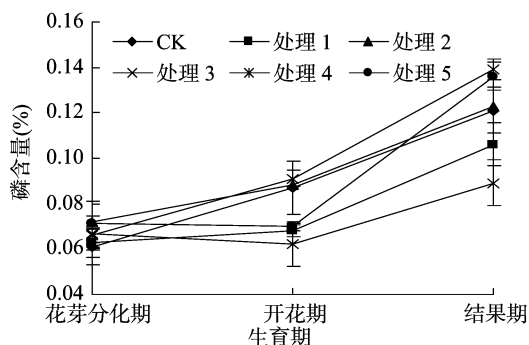


图2 不同施硒量对辣椒根系磷含量的影响

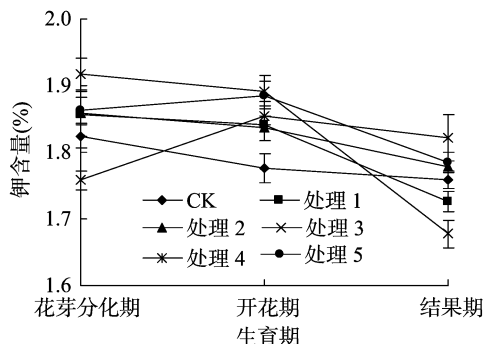


图6 不同施硒量对辣椒根系钾含量的影响

明,不同硒浓度处理后,辣椒各器官中硒含量显著增加,且不同品种间硒含量增加量存在差异,其中辣椒91-126在

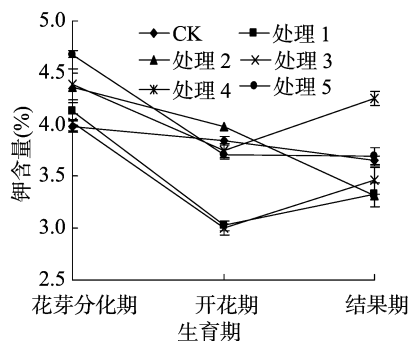


图7 不同施硒量对辣椒茎钾含量的影响

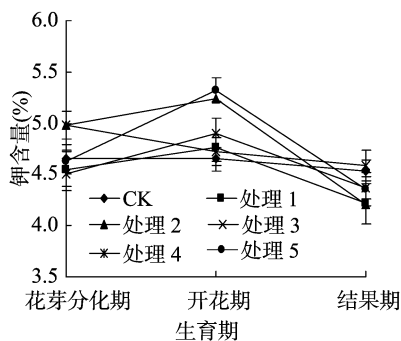


图8 不同施硒量对辣椒叶钾含量的影响

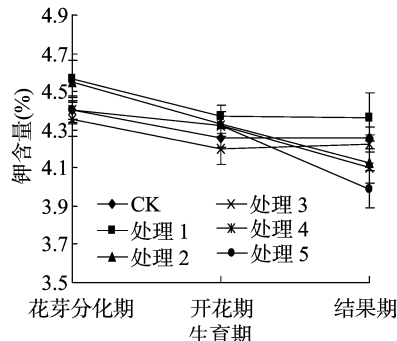


图9 不同施肥量对辣椒花芽钾含量的影响

0.6 mg/kg 硒水平处理下硒累积量最多,而中椒 7 号则在 1.2 mg/kg 硒水平处理下最多^[22]。本研究结果表明,土壤中适量施硒能显著提高辣椒果实硒含量,这与上述研究结果一致。

3.2 施硒对辣椒农艺性状及产量的影响

硒虽然不是作物生长发育的必需元素,但硒元素参与作物光合作用、呼吸作用过程,可提高作物抗逆能力,为作物生长创造良好条件,从而间接影响作物的生长^[23]。与氮磷钾复合肥料相比,施用富硒菌渣有机肥,可使辣椒株高、总产量提高 13.38%、67.95%^[24]。使用紫阳高硒土种植辣椒,可改善辣椒株高等农艺性状,增加辣椒产量,且增产幅度达 29.7%~43.4%^[21]。同样,叶面喷施硒肥,能使水稻增产 4%~20%^[25-26]、玉米增产 7.5%~10.0%^[19]、马铃薯增产 6%~16%^[15]。本研究结果表明,外源增施硒肥可增加辣椒株高、茎粗,提高辣椒产量,与上述研究结果基本一致。

3.3 施硒对辣椒各器官磷含量的影响

大量研究表明,硒与磷、钾存在交互作用^[27-30]。磷肥管理不当会造成低硒地区粮食中硒的匮乏,而外源补硒可能引起硒毒害。一定量的硒可以促进稻株生长,当施硒过量时,无论供磷量多少,都会对植株造成伤害^[31]。小白菜施磷能促进其对亚硒酸盐的吸收,且在高硒处理下,磷可以抑制硒从地下部向地上部转运^[32]。本试验结果表明,总体上施硒对辣椒不同生育期各部位磷含量没有太大影响。

3.4 施硒对辣椒各器官钾含量的影响

硒与钾虽然不是同族元素,但是也表现出一定的相关性。生产中施用钾肥可显著提高马铃薯块茎及全株硒含量^[33];施硒能提高水稻不同器官硒、氮和钾的含量^[27];在对四叶参进行不同浓度硒处理时发现,0.5、1.0 mg/kg 硒处理有利于四叶参根、茎、叶、花和果实中钾的积累,2.0 mg/kg 的硒处理使茎的钾含量降低,其他部位的钾含量仍增加^[34]。也有研究表明,总体上施硒对作物钾吸收量影响不明显^[29,35]。本试验结果表明,总体上施硒对辣椒不同生育期各部位钾含量没有较大影响。

总体上施用硒肥对辣椒不同生育期根、茎、叶、花芽中磷、钾含量没有较大影响。然而,辣椒果实硒含量、株高、茎粗和产量随土壤中施硒量的增加,均呈现先升高后降低的趋势。可见,适量施硒可促进辣椒生长,提高果实硒含量和产量,但过量施硒则会抑制其生长。

参考文献:

[1] White P J. Selenium accumulation by plants[J]. Annals of Botany,

2016,117(2):217-235.

- [2] Jr C G, Clark L C, Turnbull B W. Reduction of cancer risk with an oral supplement of selenium[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 1997, 10(2/3): 227-234.
- [3] 徐辉碧, 杨祥良, 刘琼, 等. 硒的生物效应的两面性[C]//中国营养学会微量元素营养学术会议, 2001.
- [4] Zhao C Y, Ren J G, Xue C Z, et al. Study on the relationship between soil selenium and plant selenium uptake[J]. Plant and Soil, 2005, 277(1/2): 197-206.
- [5] Jin F I, Nie Z J, Zhao P, et al. Research progress on selenium nutrition in the soil-plant system[J]. Journal of Southern Agriculture, 2016, 47(5): 649-656.
- [6] Shekari L, Kamelmanesh M M, Mozafarian M, et al. Beneficial effects of selenium on some morphological and physiological trait of hot pepper (*Capsicum annuum*) [J]. Majallah - i Ulum - i Bughbani, 2016, 29(4): 256-259.
- [7] Zhao Y, Chaoxi M A, Yan N, et al. Effects of different selenium treatments on selenium content and quality in single-bearing pod pepper[J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2018(10): 72-74.
- [8] 郭艳, 张江萍, 刘和. 微量元素硒在园艺植物中的生理功能研究进展[J]. 中国农学通报, 2013, 29(1): 76-79.
- [9] 王海波, 王孝娣, 姚秀业, 等. 氨基酸硒叶面肥在玫瑰香葡萄上的应用效果[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2011(5): 47-49.
- [10] Xue T L, Hartikainen H, Piironen V. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing lettuce[J]. Plant and Soil, 2001, 237(1): 55-61.
- [11] 刘华山. 番茄和生菜施硒效应和累积特性[D]. 扬州: 扬州大学, 2009.
- [12] 李登超, 朱祝军, 韩秋敏, 等. 硒对菠菜、小白菜生长及抗氧化活性的研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2003, 21(1): 5-8.
- [13] 郁建锋, 王立新, 张海芸, 等. 硒对铅胁迫下豌豆幼苗生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2009(3): 30-33.
- [14] 杨会芳, 梁新安, 常介田, 等. 叶面喷施硒肥对不同蔬菜硒富集及产量的影响[J]. 北方园艺, 2014(11): 158-161.
- [15] 殷金岩, 耿增超, 孟令军, 等. 不同硒肥对马铃薯产量、硒含量及品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(9): 122-127.
- [16] 李亚敏, 姬海宁. 猕猴桃对硒的吸收、分布、积累特性的研究[J]. 河北林果研究, 2011, 26(4): 385-388.
- [17] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [18] 何文静, 郑威, 罗耀美, 等. 硒矿粉对早稻陵两优 211 富硒效果的影响[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(1): 24-26.

赵景文,陆岱鹏,李治国,等. 结球甘蓝机械化生产技术规范[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):149-152.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.036

结球甘蓝机械化生产技术规范

赵景文¹, 陆岱鹏², 李治国¹, 王士林², 李 凯¹, 唐玉新²

(1. 北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079;

2. 江苏省农业科学院农业设施与装备研究所/农业部长江中下游设施农业工程重点实验室, 江苏南京 210014)

摘要:围绕甘蓝在机械化生产各环节中农机与农艺融合的问题,提出了甘蓝机械化生产技术规范。该技术规范依据现有国家和行业标准,提出了对结球甘蓝生产中的一般要求、耕整地、播种育苗、移栽、田间管理、收获、净园等环节的机械化作业技术要求。适用于结球甘蓝机械化生产,收获仅适用于圆头型甘蓝。其他甘蓝类蔬菜(青花菜、花椰菜等)机械化生产可参考采用,为促进现代农机与农艺以及信息化的深度融合提供理论指导。

关键词:结球甘蓝;机械化生产;技术规范;蔬菜机械化

中图分类号: S635.098⁺6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0149-04

蔬菜产业是农业的重要组成部分,其发展可促进农业结构的调整、优化居民的饮食结构、增加农民收入、提高人民的生活水平。近年来,随着设施蔬菜产业的持续高速发展,我国基本实现了蔬菜的周年均衡生产和供应,至2015年设施蔬菜播种面积达400万hm²以上,产值约9800亿元,约占农业总产值的17.9%^[1]。据《中国农业统计资料:2016》统计,2015年我国蔬菜播种面积2232.83万hm²,产量7.98亿t,占全国

农作物总播种面积的14.76%。蔬菜及其加工出口产业在我国农产品出口贸易中占有重要的席位,2015年蔬菜及其加工制品出口量达到1010.6万t,出口额129.2亿美元,占我国农产品出口贸易总额的18.3%,位居第二。据统计,2015年我国蔬菜总产值超过2万亿元,稳居农产品之首,占种植业总产值的35%^[2-5]。蔬菜生产成为农民收入的重要来源,2015年蔬菜生产收入对全国农民人均纯收入贡献1000多元,占农民人均收入的10%。蔬菜产业是吸纳农民就业的重要行业,估计全国约有超过1亿人口从事蔬菜生产、经营、加工等蔬菜产业活动。蔬菜产业不仅是农业的一大支柱产业,也成为国民经济的一个重要产业,成为关系社会稳定的民生产业^[6-7]。

随着我国工业化、城镇化快速推进,农村劳动力特别是青壮年劳动力大量转移到非农产业,农村劳动力结构性短缺的矛盾日益突出,在需求刚性增长、城郊基地不断减少、高素质劳动力不断减少的三重压力之下,保障蔬菜供应数量安全、质

收稿日期:2019-09-17

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(19)2023、CX(18)3050];北京市农委科技项目(编号: PXM2017_036231_0000015);江苏省重点研发计划(现代农业)重点项目(编号: BE2017303)。

作者简介:赵景文(1966—),男,高级农艺师,研究方向为蔬菜机械化栽培。E-mail: beijingshucai2000@163.com。

通信作者:唐玉新,副研究员,主要从事农机与农艺融合技术规范、农业设施与装备研究。E-mail: tang@jaas.ac.cn。

[19]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.

[20]黄青青,杜威,王琪,等. 水稻对不同土壤中硒酸盐/亚硒酸盐的吸收和富集[J]. 环境科学学报,2013,33(5):1423-1429.

[21]高海娜,张百忍,王朝阳,等. 紫阳高硒土对不同品种辣椒含硒量的影响[J]. 北方园艺,2014(6):42-44.

[22]陈淑芳. 硒对辣椒幼苗生长发育及耐热性的影响[D]. 太谷:山西农业大学,2003.

[23]王丽霞. 硒元素的植物生理作用及生理机制研究进展[J]. 安徽农业科学,2010,38(1):31-32,47.

[24]魏云辉,李胜杰,胡中娥,等. 富硒芦笋杆菌渣有机肥在辣椒上的应用研究[J]. 食用菌,2016,38(2):79-81.

[25]魏丹,杨谦,迟凤琴,等. 叶面喷施硒肥对水稻含硒量及产量的影响[J]. 土壤肥料,2005(1):39-41.

[26]叶斌,谭新国,王小磊,等. 叶面喷施硒肥对稻米含硒量及产量的影响[J]. 现代化农业,2013(8):9-11.

[27]肖利杰,刘春梅,李梅,等. 施硒对水稻硒·氮·磷·钾含量及产量的影响[J]. 安徽农业科学,2015,43(34):59-61.

[28]胡春香,张丽. 宁夏硒砂瓜对氮磷钾的吸收累积规律[J]. 内蒙古农业科技,2015,43(6):51-52.

[29]赵洁,樊文华. 施硒对大豆植株中N、P、K含量的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2009,29(1):66-69.

[30]邢海峰,高炳德,樊明寿. 钾肥、覆膜对马铃薯硒素吸收分配及硒肥吸收率的影响[J]. 中国土壤与肥料,2012(6):57-61.

[31]刘勤. 磷肥和硒施用对稻米硒、钙、锌等营养累积的影响[J]. 广东微量元素科学,2003,10(6):20-24.

[32]赵文龙,胡斌,王嘉薇,等. 磷与四价硒的共存对小白菜磷、硒吸收及转运的影响[J]. 环境科学学报,2013,33(7):2020-2026.

[33]邢海峰. 硒肥、氮磷钾化肥、覆膜对马铃薯硒素吸收分配及产量、品质的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2005.

[34]王勇,焦天颖,祝丽香,等. 硒处理对四叶参氮磷钾吸收累积的影响[J]. 中国林副特产,2012(1):15-18.

[35]周建利,王孟,吴东梅,等. 硒肥与氮磷钾肥配施对营养生长期水稻生长及硒吸收的影响[J]. 南方农业学报,2016,47(12):2041-2046.