

黑钙土增施中微量元素对玉米生长的影响

展文洁^{1,2}, 刘永权³, 袁静超², 张洪喜², 张水梅², 刘剑钊^{2*}, 任 军^{2*}

(1. 吉林农业大学, 长春 130118; 2. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所/农业农村部东北植物营养与农业环境重点实验室, 长春 130033; 3. 榆树市农业技术推广服务中心, 长春 130400)

摘 要:本研究以吉林省黑钙土为供试土壤, 通过盆栽试验探讨增施9种中微量元素对玉米产量的影响, 旨在为黑钙土区养分平衡管理和科学施肥提供依据。结果表明, 镁、钼、铜和锌元素均对四单19和吉单209的株高、干物质积累及产量形成产生明显促进作用, 增幅均在7.6%以上。其中, 四单19加施镁、硫、钼和锌元素对其苗期干物质积累较为显著, 增幅为9.3%~18.5%, 加施锌、硅、铜和硼元素对提高籽粒产量较为显著, 增幅为9.4%~16.6%。吉单209加施硫、铜、镁和铁元素对其苗期干物质积累较为明显, 增幅为18.3%~31.8%, 加施锰、镁、硫和钼元素对提高籽粒产量较为显著, 增幅为20.4%~33.2%。综上, 增施中微量元素一般均会对玉米生长产生促进作用, 但不同生育时期对元素种类的响应程度不同, 且品种间亦有显著差异。

关键词:玉米; 黑钙土; 中微量元素

中图分类号: S513

中图分类号: A

文章编号: 2096-5877(2021)01-0047-05

Study on the Status of Trace Elements in Chernozem on Maize Growth

ZHAN Wenjie^{1,2}, LIU Yongquan³, YUAN Jingchao², ZHANG Hongxi², ZHANG Shumei², LIU Jianzhao^{2*}, REN Jun^{2*}

(1. Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Agricultural resources and Environment Institute / Key Laboratory of Plant Nutrition and Agro-Environment in Northeast Region, Changchun 130033; 3. Agricultural Technology Extension Service Center of Yushu, Changchun 130400, China)

Abstract: In this paper, potted experiment of medium and microelement fertilizers was carried out in the chernozem area by planting different maize varieties to provide basis for nutrient balance management and scientific fertilization in the chernozem area. The results showed that Mg, Mo, Cu and Zn had significant effects on plant height, dry matter accumulation and yield formation of the two cultivars, with an increase of more than 7.6%. For SD 19, adding Mg, S, Mo and Zn can significantly promote dry matter accumulation at seedling stage, with an increase of 9.3%–18.5%; Adding Zn, Si, Cu and B can significantly increase grain yield, with an increase of 9.4%–16.6%. For JD 209, the addition of S, Cu, Mg and Fe could significantly promote dry matter accumulation at seedling stage by 18.3%–31.8%. The addition of Mn, Mg, S and Mo could significantly increase seed yield by 20.4%–33.2%. Comprehensive analysis showed that the addition of most medium and trace elements significantly promoted the plant height, dry matter accumulation and yield formation of maize, but there were significant differences among varieties.

Key words: Maize; Chernozem; Medium trace element

黑钙土是吉林省主要的土壤资源^[1], 黑钙土区是重要的农业生产基地和国家级商品粮基地^[2-4], 耕地面积2 166万亩, 占全省总耕地面积的27.0%,

黑钙土区的粮食产量直接影响吉林省的粮食总产量。近几年黑钙土土地利用强度不断增大^[5], 土壤肥力退化明显, 制约我省农业可持续发展^[6]。多年来农民在施用化肥时, 多重视氮磷钾等大量元素, 而轻视中微量元素, 造成了土壤氮、磷、钾元素和中微量元素养分的不平衡, 作物产量受到限制^[7-8]。因此, 中微量元素的增产效应日益受到广泛重视^[9-11]。目前, 前人研究主要集中在某种中微量元素肥料对玉米生长发育的影响^[12-13], 关于多种中微量元素肥料对玉米生长发育的研究鲜有

收稿日期: 2019-04-28

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0300602); 吉林省科技厅重点研发项目(20180201077NY)

作者简介: 展文洁(1994-), 女, 在读硕士, 从事养分资源管理研究。

通讯作者: 刘剑钊, 男, 博士, 副研究员, E-mail: justin0117@yeah.net

任 军, 男, 博士, 研究员, E-mail: renjun557@163.com

报道。本研究以吉林省中西部黑钙土为供试土壤,通过对增施不同中微量元素后玉米生长情况及土壤养分变化的研究,以期为我省黑钙土区玉米中微量元素施用提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验地基本概况

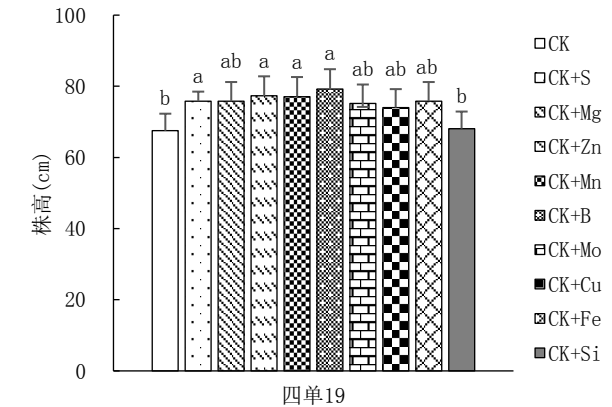
试验地土壤类型为黑钙土,耕层土壤基本理化性状为:速效氮 109.3 mg/kg,速效磷 24.7 mg/kg,速效钾 199.4 mg/kg。

1.2 试验设计

试验为两因素,主因素设 10 个处理,分别为对照(CK)、增施硫肥(CK+S)、增施镁肥(CK+Mg)、增施锌肥(CK+Zn)、增施锰肥(CK+Mn)、增施硼肥(CK+B)、增施钼肥(CK+Mo)、增施铜肥(CK+Cu)、增施铁肥(CK+Fe)、增施硅肥(CK+Si),每个处理分别种植四单 19 和吉单 209 两个玉米品种,每个处理重复 3 次。CK 处理为每盆底肥施复合肥(16-16-8)7.5 g,6 展叶期追施尿素 7.5 g。其他处理是在对照区的基础上增施中微量元素底肥,并在出苗 28 d 追施中微量元素底肥量的 1/2,施入方法同底肥。具体种类和数量见表 1。

表 1 底肥种类及施入方式

处理	种类	用量	施入方式
CK	复合肥	7.5 g/盆	拌土施入
CK+S	单质硫	1.5 g/盆	溶于水后液体施入
CK+Mg	碳酸镁	2.5 g/盆	拌土施入
CK+Zn	氯化锌	0.5 g/盆	溶于水后液体施入
CK+Mn	氯化锰	0.5 g/盆	溶于水后液体施入
CK+B	硼酸	0.5 g/盆	溶于水后液体施入
CK+Mo	钼酸铵	6.0 g/kg	溶于水后液体拌种
CK+Cu	氯化铜	0.5 g/盆	溶于水后液体施入
CK+Fe	硫酸亚铁	0.5 g/盆	溶于水后液体施入
CK+Si	硅酸	2.5 g/盆	拌土施入



1.3 试验方法

采用盆栽试验的方法,盆底用碎石铺 10 cm,然后每盆装风干土 15 kg,顺序排列,3 次重复,催芽坐水种后覆膜,出苗后揭膜,每盆留苗 8 株,其中 6 株测苗期生物产量,剩余 2 株秋收后测产,整个生育期各处理定期等量灌水。

1.4 测定指标

于玉米出苗 36 d 在各盆选取 6 株长势均匀的植株,取植株地上部,株高采用米尺测量,105℃杀青,80℃烘干至恒重,测定干物质重;测产时记录实际收获穗数。土壤速效氮采用凯氏定氮法、速效磷采用碳酸氢钠法、速效钾采用火焰光度计法测定。

1.5 数据处理

试验数据采用 Excel 2019 软件处理,用 DPS 21.0 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 中微量元素对苗期株高及干物质质量的影响

2.1.1 苗期各处理间的株高差异

从品种间相同处理的株高均值来看,与对照组相比,不同中微量元素处理的株高均显示一定幅度的增加,其整体趋势表现为:硼>镁>钼>铜>铁>锌>锰>硫>硅>对照。但在品种间相同处理的株高增幅不同(图 1),与对照相比,玉米四单 19 各处理的增高量为 0.59 ~ 11.70 cm,增长了 0.9% ~ 17.4%,其中加施硼、锌、锰元素的三个处理增高明显,增高 9.68 ~ 11.7 cm,增长了 14.4% ~ 17.4%;硅元素的增幅最小,仅增长 0.59 cm;吉单 209 加施中微量元素的各处理增高量为 5.07 ~ 16.15 cm,增长了 7.3% ~ 23.2%,其中加施镁处理最高,增加 23.2%,铜次之,增加 19.9%,硅处理最低,增加 7.3%。说明本研究内的中微量元素对玉米苗期株高均具有明显的调节作用,而由于品种遗传特

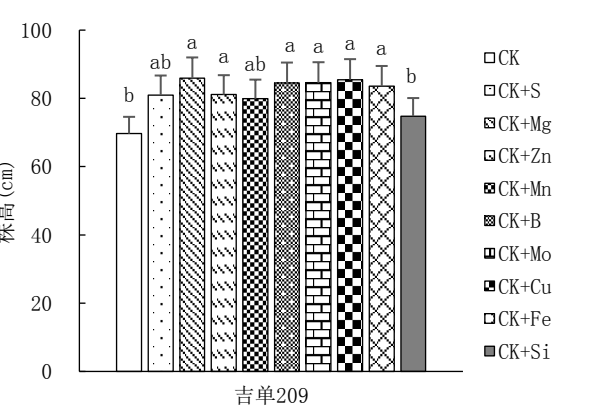
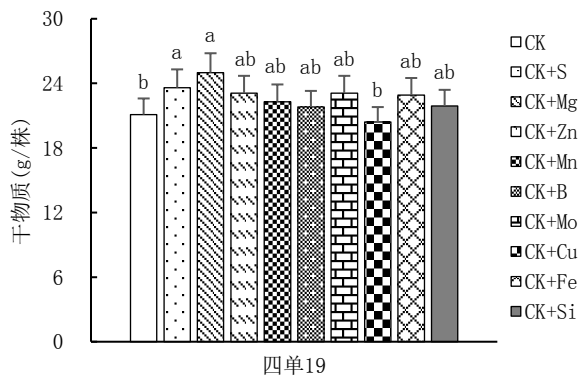


图 1 玉米出苗 36 d 的株高

性的不同,其对中微量元素反应的程度不同。

2.1.2 苗期干物质积累量

干物质积累量不但与玉米苗后36 d的株高有关,而且通过植株干物质积累量的多少可以反映出植株生长的苗壮程度。从两品种相同处理间的干物质积累量均值来看,与对照相比,加施不同中微量元素均对玉米出苗36 d的干物质积累具有促进作用,其整体趋势表现为:镁>硫>铁>锌>铜>钼>锰>硼>硅>对照。



如图2所示,同一元素对不同品种的干物质积累量增幅有所不同。在玉米四单19的各处理中,干物质积累量最高的是加施镁处理,增重18.5%,积累量最低的是硼和铜处理,加施硼处理增重3.3%,加施铜处理减重3.3%;在吉单209中加施硫处理干物质积累量最高,为26.1 g,增施硅处理最低,仅为20.3 g,且与对照无差异。说明硫、镁和锌元素均对两品种玉米苗期干物质生产具有较大提升作用,而硅元素无显著差异。

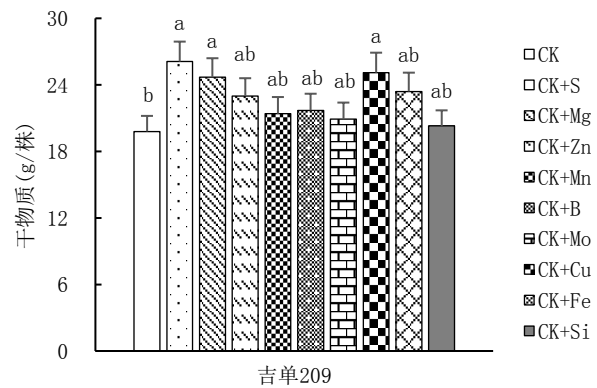


图2 出苗36 d的干物质积累量

2.2 中微量元素对籽粒产量的影响

由两品种的籽粒产量均值可知,大部分中微量元素均可提高玉米籽粒产量,其整体趋势表现为:镁>硫>钼>铜>锌>硅>硼>锰>对照。

两品种在加施中微量元素下的籽粒产量结果分析表明(图3),两品种对同一元素的响应程度

不一致。与对照组相比,四单19加施锌和硅元素的两个处理产量较高,每盆增重15.1%和16.6%;加施镁和铁元素的两处理籽粒产量与对照无显著差异;而加施锰元素的处理明显减产,籽粒产量仅为对照区的82.8%。

吉单209由于植株生长后期个别盆出现不渗

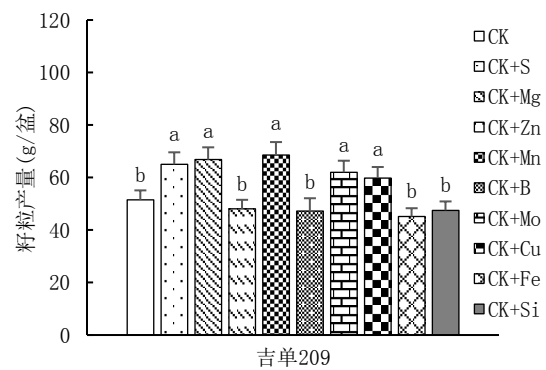
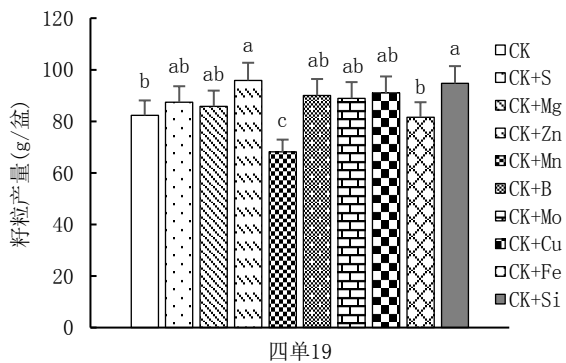


图3 不同处理间的籽粒产量

水现象,有的处理只收获两次或一次重复,试验误差较大。与对照相比,加施锰、镁、硫、钼、铜元素的5个处理增产16.1%~33.2%;加施锌、硅、硼元素的三个处理略有减产;加施铁元素的减产较明显,每盆籽粒产量仅为对照的87.6%。

2.3 收获后各处理对土壤速效养分消耗和积累的影响

以播前基础土壤样品养分含量为对照,两品

种的各个处理均出现对耕前土壤养分耗竭的现象,这说明对照组中施入的氮、磷、钾肥用量不足,未能满足植株的需求。从两品种的土壤速效养分含量均值来看,其对土壤速效氮的总体耗竭程度表现为:硅>钼>锰>镁>硫>铜>对照>硼>铁>锌,速效磷的总体耗竭程度表现为:对照>镁>铁>硼>锰>锌>钼>铜>硅>硫,速效钾的总体耗竭程度表现为:镁>硫>对照>锌>锰>硼>钼>铜>硅>铁。

2.3.1 不同处理对土壤速效氮的影响

由图4可知,与播前土壤速效氮含量相比,四单19加施锰、硼和硫元素的三个处理对土壤速效氮耗竭程度较高,每盆耗竭11.5~13.5 mg/kg,减少了10.5%~12.4%,铁元素对土壤速效氮的耗竭程度最小,为0.1 mg/kg。吉单209的所有处理对土壤速效氮的耗竭量均减少14.3%以上。

2.3.2 不同处理对土壤速效磷的影响

在玉米四单19的各处理中,加施硫元素和钼元素的两个处理对土壤速效磷的耗竭量均为1.9

mg/kg,减少了7.7%,其他处理对土壤速效磷的耗竭量均减少了10.5%以上。吉单209的各处理对土壤速效磷的耗竭量均在14.7 mg/kg以上,减少了59.5%以上,耗竭明显。

2.3.3 不同处理对土壤速效钾的影响

四单19的各处理对土壤速效钾的耗竭程度明显,均在47.6 mg/kg以上,减少了23.9%以上。吉单209的各处理对土壤速效钾的耗竭量均在72.9 mg/kg以上,减少了36.6%以上。

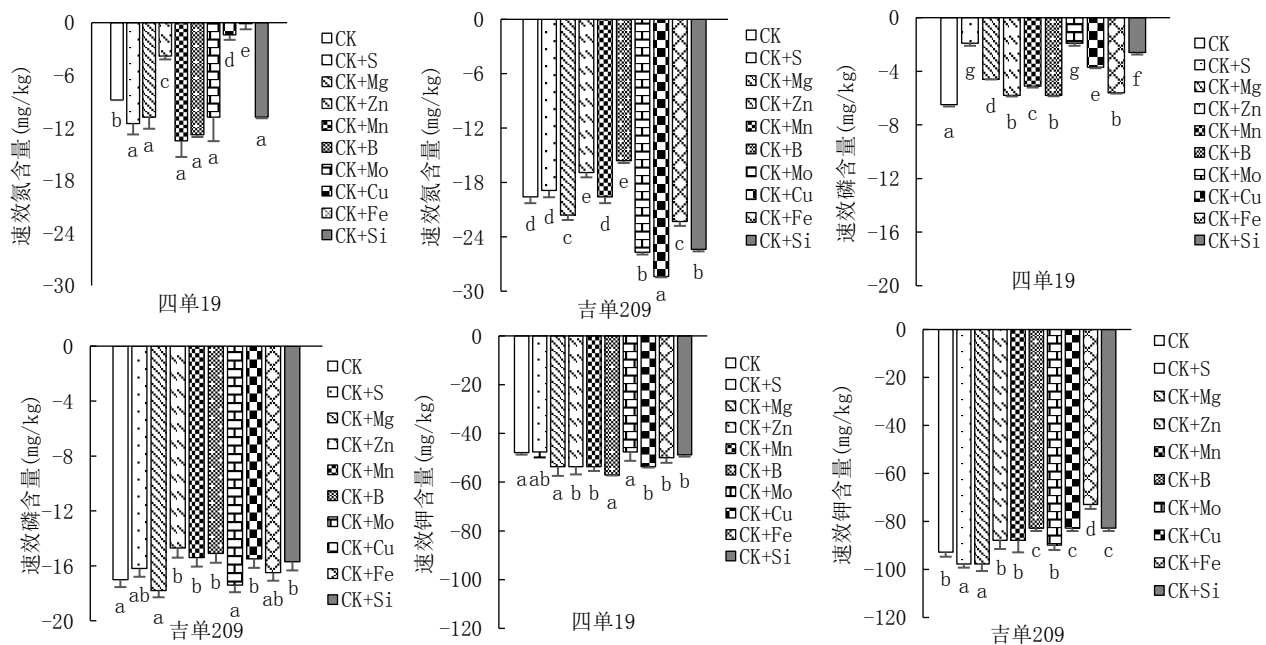


图4 不同处理间的土壤速效养分耗竭量

3 讨论

玉米整个生育期需要中微量元素的量虽少,但有可能成为玉米生长发育某个阶段的障碍因子,从而影响到玉米产量的提高^[14-15]。

两品种相同处理间作均值的结果分析表明,加施硼、镁、钼和铜元素对玉米营养生长期的株高具有明显促进作用,加施镁、硫、铁和锌元素对玉米营养生长期的干物质积累具有明显促进作用,加施镁、硫、钼和铜元素可促进玉米籽粒产量的提高。加施中微量元素的玉米在各个生育期的总体表现存在差异性,但大部分中微量元素在增产效果上有一定表现,这与前人研究结果相同^[16]。由于不同玉米品种的基因型存在差异,不同品种在矿质营养的吸收利用上存在明显的遗传多样性^[17-20],这与本研究结果相同。对四单19而言,加施硼、锌、锰和硫元素可明显促进苗期株高,增幅为12.4%~17.4%;加施镁、硫、钼和锌元

素可明显促进苗期干物质积累,增幅为9.3%~18.5%;加施锌、硅、铜和硼元素可明显提高籽粒产量,增幅为9.4%~16.6%,加施锰元素明显减产,每盆的籽粒产量仅为对照区的82.8%。对吉单209而言,加施镁、铜、钼和硼元素可明显促进苗期株高,增幅为21.2%~23.2%;加施硫、铜、镁和铁元素对苗期干物质积累具有明显促进作用,增幅为18.3%~31.8%;加施锰、镁、硫和钼元素可明显提高籽粒产量,增幅为20.4%~33.2%,加施铁元素减产较明显,每盆籽粒产量仅为对照的87.6%。

本研究中的各处理均出现收获后土壤养分耗竭现象,说明试验中氮、磷、钾肥施用量不足,未能满足作物养分需求。不同中微量元素对土壤的养分耗竭程度不同,可能是由于元素间产生了相互作用^[21],且同一元素在品种间的养分耗竭程度也不同,这可能是由于玉米品种间的基因型差异所导致^[17-20]。

4 结 论

本研究结果表明,加施大部分中微量元素均对玉米株高、干物质积累及产量形成产生明显促进作用,但品种间差异较为显著。加施镁、钼、铜和锌元素均对吉单 209 和四单 19 两品种全生育期具有促进作用。其中,加施锌、硅、铜、硼、钼和硫元素可明显提升四单 19 的籽粒产量,加施锰、镁、硫、钼和铜元素可明显提升吉单 209 的籽粒产量。

参考文献:

- [1] 赵松乔. 中国综合自然地理区划的一个新方案[J]. 地理学报, 1983(1): 1-10.
- [2] 冶明珠, 郭建平, 袁 彬, 等. 气候变化背景下东北地区热量资源及玉米温度适宜度[J]. 应用生态学报, 2012, 23(10): 2786-2794.
- [3] 张建平, 赵艳霞, 王春乙, 等. 气候变化情景下东北地区玉米产量变化模拟[J]. 中国生态农业学报, 2008(6): 1448-1452.
- [4] 徐新良, 刘纪远, 曹明奎, 等. 近期气候波动与LUCC过程对东北农田生产潜力的影响[J]. 地理科学, 2007(3): 318-324.
- [5] 刘传玉, 郭 强. 论现代农业的发展趋势[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 436-438.
- [6] 张琦珠, 孙云秀, 王志华. 黑钙土垦后肥力演变的探讨[J]. 干旱区研究, 1985(3): 25-30.
- [7] 刘晓永. 中国农业生产中的养分平衡与需求研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [8] 余陇辉, 段春萍, 闫宏生. 春玉米平衡施肥技术[J]. 农业与技术, 2018, 38(24): 66.
- [9] 李兆林, 王建国, 许艳丽, 等. 微量元素肥料组合对不同基因型大豆产量和品质影响[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004(4): 281-284.
- [10] 黄 河, 蒋 琼, 杨志珍, 等. 微量元素肥料对柑桔产量及品质的影响[J]. 广西农业科学, 2005(3): 236-237.
- [11] 张媛华. Cd胁迫对绿豆幼苗生长, 光合作用及微量元素代谢的影响[J]. 东北农业科学, 2016, 41(1): 35-37.
- [12] 吴荣华, 李俊庆, 庄克章, 等. 几种微量元素对玉米产量及其经济效益的影响[J]. 现代农业科技, 2014(19): 15.
- [13] 杨系玲, 杨克军, 李佐同, 等. 锌对不同基因型玉米幼苗光合特性及锌积累的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(3): 571-579.
- [14] 蔡红光, 张秀芝, 闫孝贡, 等. 吉林省春玉米土壤中、微量元素“潜缺乏”初探[J]. 玉米科学, 2013, 21(3): 71-75.
- [15] 闫孝贡, 武 巍, 陈 颖, 等. 玉米施用中微量元素肥料效果的研发[J]. 吉林农业科学, 2007, 32(2): 33-35.
- [16] 张宪良, 高 巍, 金今子, 等. 玉米中微量元素施用效果试验报告[J]. 吉林农业, 2011(7): 67.
- [17] Duan Y H, Zhang Y L, Ye L T, et al. Responses of rice cultivars with different nitrogen use efficiency to partial nitrate nutrition[J]. Annals of Botany, 2007, 99(6): 1153-1160.
- [18] Zhou J, Li J Q, Zhang B, et al. Difference of nitrogen uptake and use efficiency in conventional indica rice cultivars with different nitrogen use efficiency for grain output[J]. Agric. Sci. & Tec., 2008, 9(6): 68-73, 141.
- [19] Cheng J F, Jiang H Y, Liu Y B, et al. Methods on identification and screening of rice genotypes with high nitrogen efficiency[J]. Rice Sci., 2011, 18(2): 127-135.
- [20] Mina R, Chaichi M R, Jahansou M R, et al. Forage quality, water use and nitrogen utilization efficiencies of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) grown under different soil moisture and nitrogen levels[J]. Agricultural water management, 2011, 98(10): 1607-1614.
- [21] 王 正. 重视元素间互作镁营养综合管理[N]. 农资导报, 2018-01-23(C04).
- (责任编辑: 刘洪霞)
-
- (上接第 46 页)
- [21] 牛 东. 连续水稻秸秆还田年限对麦季土壤养分含量及温室气体排放的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2017.
- [22] 赵海成, 郑桂萍, 靳明峰, 等. 连年秸秆与生物炭还田对盐碱土壤理化性状及水稻产量的影响[J]. 西南农业学报, 2018, 31(9): 1836-1844.
- [23] Iqbal T. Rice straw amendment ameliorates harmful effect of salinity and increases nitrogen availability in a saline paddy soil[J]. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2016, 17(4): 445-453.
- [24] 耿玉辉, 柴立涛. 不同碱性条件对苏打盐碱土无机磷组分的影响[J]. 水土保持学报, 2016, 30(6): 226-229.
- [25] 肖小平, 汤海涛, 纪雄辉. 稻草还田模式对稻田土壤速效氮、钾含量及晚稻生长的影响[J]. 作物学报, 2008(8): 1464-1469.
- [26] 李秀双, 师江澜, 王淑娟, 等. 长期秸秆还田对农田土壤钾素形态及空间分布的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2016, 44(3): 109-117.
- [27] 郑 悦. 生物炭与秸秆还田对盐碱地水稻土壤理化性状及产量的影响[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2015.
- [28] 王崇华, 王喜枝, 王立河, 等. 秸秆腐熟剂在河南粘质潮土麦田上的应用效果研究[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(3): 33-36.
- [29] 胡 瑶, 王学春, 王红妮, 等. 油菜秸秆覆盖还田及磷肥调控对水稻生长及产量的影响[J]. 东北师范大学学报(自然科学版), 2018, 50(3): 114-123.
- (责任编辑: 刘洪霞)