

文章编号:1003-8701(2014)05-0038-05

玉米秸秆粉碎不同量级还田对土壤养分的影响

郑洪兵^{1,2}, 郑金玉¹, 罗 洋¹, 李瑞平¹,
李伟堂¹, 孙彦娣³, 刘武仁^{1*}, 齐 华^{2*}

(1. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033; 2. 沈阳农业大学农学院, 沈阳 110866;
3. 通化市二道江区经济合作局, 吉林 通化 134003)

摘 要:为明确不同秸秆还田量对土壤养分的影响, 于2010年在公主岭市范家屯镇香山村长期定位田, 设计1/2倍量、1倍量、2倍量和4倍量秸秆粉碎还田试验, 通过对全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷、速效钾、有机质和pH等养分指标的测定, 结果表明, 秸秆还田显著提高土壤全氮和水解性氮的含量, 有机物料归还土壤, 在一定程度上会引起土壤中氮含量增加; 其次, 秸秆粉碎还田显著促进土壤磷和钾含量的增加, 而且两种模式均表现出相同的规律; 另外, 秸秆粉碎还田有效增加土壤有机质, 均匀垄提高幅度为9.79%~24.55%, 宽窄行提高幅度为4.52%~11.22%, 而土壤pH值随秸秆还田量的增加呈下降趋势, 表明秸秆还田后提高有机质对土壤pH值有一定的调控作用, 形成良好土壤环境, 促进土壤养分积累, 增强土壤缓冲性能, 培肥土壤提高地力。

关键词: 秸秆; 土壤养分; 玉米

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

Effect of Different Magnitudes of Maize Straw Returned into Field on Soil Nutrients

ZHENG Hong-bing^{1,2}, ZHENG Jin-yu¹, LUO Yang¹, LI Rui-ping¹,
LI Wei-tang¹, SUN Yan-di³, LIU Wu-ren^{1*}, QI Hua^{2*}

(1. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University 110866, Shenyang; 2. Research Institute of Agricultural Resources and Environment, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033;
3. Bureau of Economic Cooperation of Erdaojiang District, Tonghua 134003, China)

Abstract: In order to understand the effect of different magnitudes of straw returned into field on soil nutrients, the experiment was conducted in 2010 in long-term located experimental field of Gongzhuling under different planting systems. The experimental straw amounts included 1/2 times, 1 times, 2 times and 4 times. The nutrient indicators including total N, available N, total P, available P, total K, available K, soil organic matter and pH were measured. The results showed that the contents of total N, available N increased with of straws because straws were returned into field. In addition, P and K in soil increased significantly in two planting systems with increase of straw magnitudes. Meanwhile, straw returned into field improved soil organic matter from 9.79% to 24.55% and from 4.52% to 11.22% under conventional tillage and wide-narrow lines, respectively. Soil pH decreased with of increase of straws. It indicated that increasing of soil organic matter would moderate pH effectively. For this reason, soil nutrients were improved, capacity of soil was enhanced and sequestering C capacity was increased because of good soil environment formed by straws returned into field.

Key words: Straw; Soil nutrient; Maize

收稿日期: 2014-04-10

基金项目: 国家科技支撑粮丰课题(2012BAD04B02); 公益性行业专项课题(201103001-03)

作者简介: 郑洪兵(1980-) 男, 助理研究员, 在读博士, 主要从事土壤耕作制度研究。

通讯作者: 刘武仁, 男, 研究员, E-mail: liuwuren571212@163.com

齐 华, 男, 博士, 教授, E-mail: qihua10@163.com

玉米秸秆是吉林省第一大作物秸秆,年产秸秆总量约为3600万t,约占全国秸秆总量的11.8%^[1],秸秆还田或秸秆还田配施化肥有利于土壤有机质的积累^[2]。可见,农作物秸秆和其他有机肥料一样,在培肥土壤,提高地力等方面,已经成为不可或缺的重要资源^[3-4]。

然而,由于在现有的秸秆利用条件下,利用秸秆的费用成本较高,经济上不合算^[5]。同时,利用秸秆的机会成本较高,农民在秸秆利用投劳的比较效益低^[6]。此外,秸秆还田机具不配套,切割质量差,影响播种质量^[7];秸秆还田腐解困难,病虫害发生严重难于控制,影响玉米生长发育及产量形成^[8]。因此,吉林省每年秸秆还田只有500万t,不足秸秆总量的15%^[9],导致农田地力持续下降,制约农业可持续发展。

因此,针对吉林省农业生产中秸秆大量剩余,秸秆安全还田困难,导致地力持续下降,黑土层变薄,耕地质量恶化等问题,开展秸秆还田试验研究,以期明确秸秆还田后土壤养分变化规律,最终实现秸秆安全还田,为农田持续高效耕作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于吉林省公主岭市范家屯镇香山村(N43°45',E125°01')吉林省农业科学院黑土耕作农业示范基地。该区气候属于中温带大陆性季风气候,海拔180~220m,年平均气温4~6℃,≥10℃积温2860℃·d,无霜期140d。常年平均降雨量567mm,主要集中在6~9月。土壤类型为中层典型黑土,壤质黏土,0~20cm表层土壤pH6.5。

1.2 试验设计

试验于2010年在宽窄行和均匀垄2个种植模式下,分别设对照(CK)、1/2倍量(T1)、1倍量(T2)、2倍量(T3)和4倍量(T4)5个处理,每个处理面积约200m²。玉米秸秆粉碎长度约5cm左右,按照玉米公顷产秸秆总量折算成不同比例,于6月25日前人工均匀施于田间,随深松与土壤混合,试验品种为当地生产主推品种。种植模式操作如下:

(1)均匀垄:春季用播种机播种,结合播种进行侧深施种肥,秋季玉米收获后用灭茬机灭茬整地,以备翌年春季播种。

(2)宽窄行:将传统65cm的垄改成宽行90cm(作为深松带)窄行40cm(作为苗带),春季在

上一年的宽行机械播种,结合播种施入种肥,在拔节期用V型深松铲松上一年的苗带,结合深松进行追肥(深松35cm)。玉米收获后,用旋耕机对上一年的苗带进行旋耕,准备下一年种床。

1.3 样品采集与测定

1.3.1 样品采集

2012年春季播种前用铲子取0~20cm土壤,每个处理取5点混合后,将土壤掰成小块取1kg土样,装入土袋带回试验室,放在阴凉处自然风干,用于测定土壤全氮、全磷、全钾和有机质等养分指标。

1.3.2 测定分析

土壤有机质采用重铬酸钾容量法-外加热法,土壤全氮采用半微量开氏法,土壤全磷采用HClO₄-H₂SO₄法,土壤全钾NaOH熔融,光焰光度法,水解性氮采用碱解扩散法,有效磷采用化学浸提法,速效钾采用NaOH熔融,光焰光度法,土壤pH采用混合指示剂比色法永久色阶比色法和电位测定法^[10]。

1.4 数据分析

采用Excel 2003处理数据,显著性差异采用方差分析中的LSD检验,显著水平分别为0.05和0.01。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田对全氮和水解性氮的影响

从图1和图2可以看出,均匀垄和宽窄行种植方式下秸秆不同量级还田处理土壤中全氮和水解性氮含量均随秸秆还田量的增加呈上升趋势,且不同处理间差异显著(P<0.05)。从土壤中全氮含量来看(图1),均匀垄种植方式下提高幅度为7.33%~20.15%,平均提高15.83%,宽窄行种植方式下提高幅度为5.36%~17.86%,平均提高13.51%。从土壤中水解性氮含量来看(图2),均匀垄种植方式下提高幅度为3.38%~20.28%,平均提高11.81%;宽窄行种植方式下提高幅度为3.96%~17.88%,平均提高12.66%。此外,秸秆还田相同量级间比较,宽窄行种植方式下土壤中全氮和水解性氮含量均高于均匀垄,差异明显。

2.2 秸秆还田对全磷和有效磷的影响

从图3和图4可以看出,均匀垄和宽窄行种植方式下不同处理土壤中全磷和有效磷含量均随秸秆还田量的增加呈上升趋势,且不同处理间差异显著(P<0.05)。从土壤中全磷含量来看(图3),均匀垄种植方式下提高幅度为9.79%~24.55%,平

均提高 18.05% ,宽窄行种植方式下提高幅度为 1.24% ~ 12.82% ,平均提高 7.44%。从土壤中速效磷含量来看(图 4) ,均匀垄种植方式下提高幅度为 15.91% ~ 33.13% ,平均提高 27.59% ;宽窄行种

植方式下提高幅度为 1.35% ~ 40.94% ,平均提高 24.53%。此外 ,秸秆还田相同量级处理间比较 ,宽窄行种植方式下全磷和速效磷含量均高于均匀垄 ,差异明显。

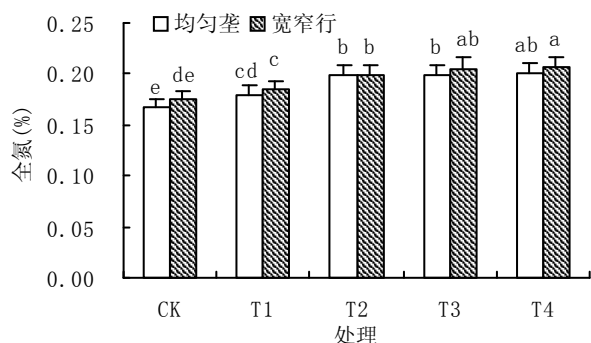


图1 玉米秸秆还田对土壤全氮含量的影响

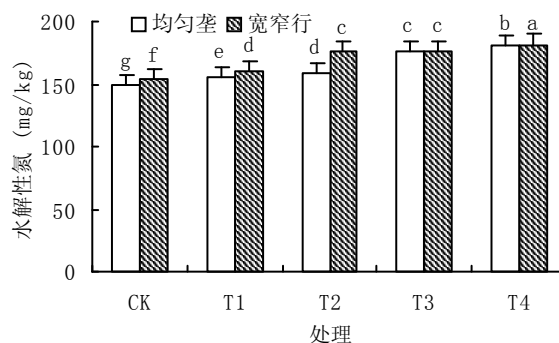


图2 玉米秸秆还田对水解性氮含量的影响

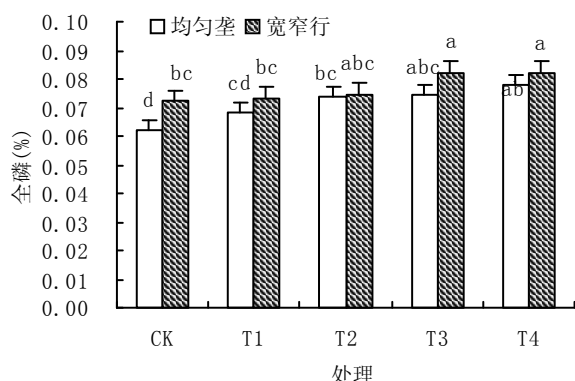


图3 玉米秸秆还田对土壤全磷含量的影响

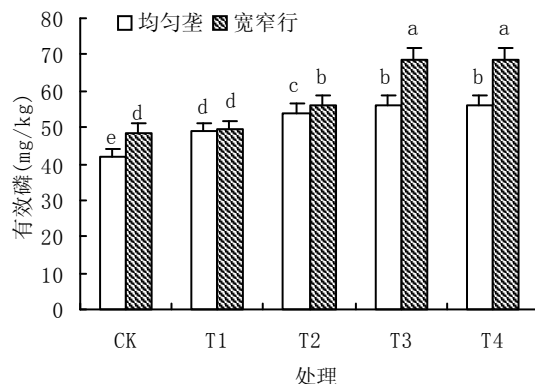


图4 玉米秸秆还田对有效磷含量的影响

2.3 秸秆还田量对全钾和速效钾的影响

从图 5 和图 6 可以看出 ,均匀垄和宽窄行种植方式下不同处理土壤中全钾和有效钾含量均随秸秆还田量的增加呈上升趋势 ,且不同处理间差异明显。从土壤中全钾含量来看(图 5) ,均匀垄种植方式下提高幅度为 3.13% ~ 13.34% ,平均提高 8.6% ,宽窄行种植方式下提高幅度为 1.70% ~

8.99% ,平均提高 5.36%。从土壤中速效钾含量来看(图 6) ,均匀垄种植方式下提高幅度为 14.60% ~ 29.56% ,平均提高 20.96% ;宽窄行种植方式下提高幅度为 1.44% ~ 28.58% ,平均提高 10.34%。此外 ,秸秆还田相同量级处理间比较 ,宽窄行种植方式下全钾和速效钾含量均高于均匀垄 ,差异明显。

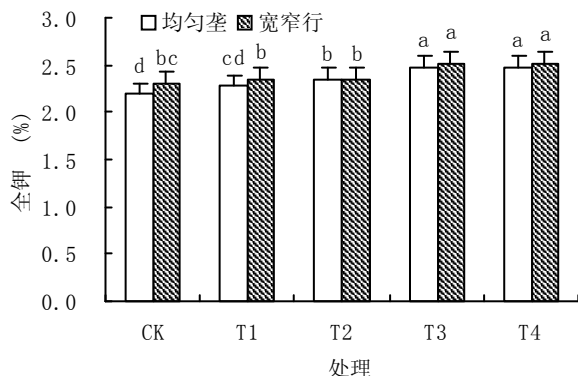


图5 玉米秸秆还田对土壤全钾含量的影响

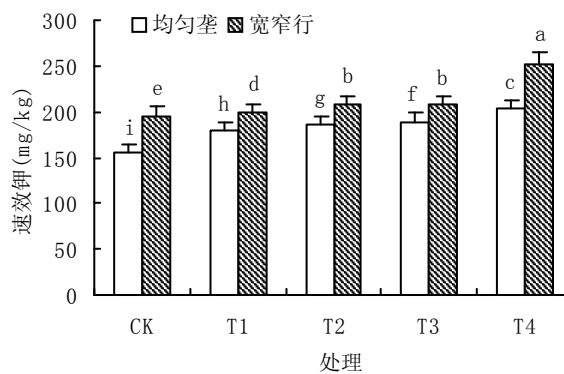


图6 玉米秸秆还田对土壤速效钾含量的影响

2.4 秸秆还田对有机质和pH值的影响

均匀垄和宽窄行种植方式下不同处理土壤中

有机质含量随秸秆还田量的增加呈上升趋势 ,均匀垄种植方式下提高幅度为 15.30% ~ 30.64% ,平

均提高 24.74%, 宽窄行种植方式下提高幅度为 3.59% ~ 25.50%, 平均提高 12.27%。而均匀垄和宽窄行种植方式下土壤 pH 值随秸秆还田量的增加呈下降趋势, 均匀垄种植方式下降低幅度为 4.08% ~ 10.77%, 平均降低 7.10%; 宽窄行种植方

式下降低幅度为 4.52% ~ 11.22%, 平均降低 6.51%。此外, 秸秆还田相同量级处理间比较, 宽窄行种植方式下有机质含量和 pH 值均高于均匀垄, 差异明显。

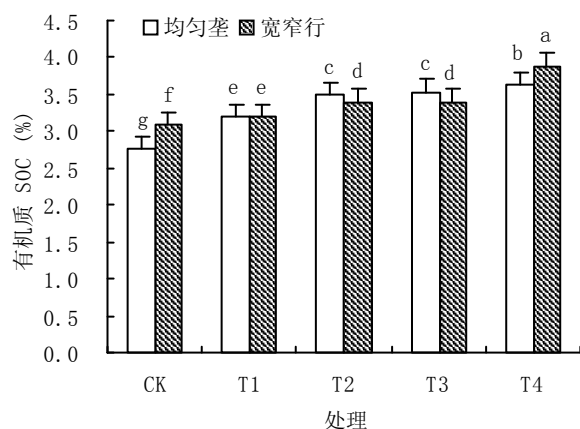


图7 玉米秸秆还田对土壤有机质含量的影响

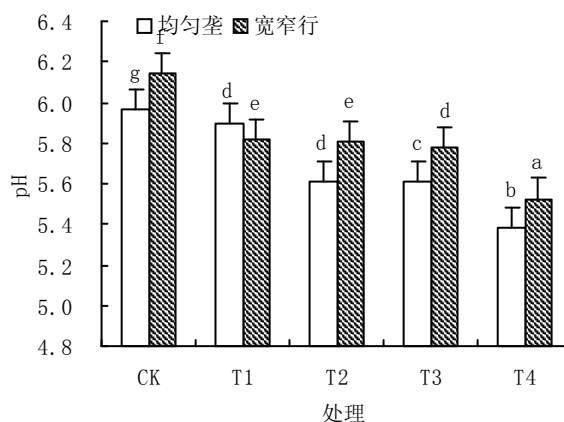


图8 玉米秸秆还田对土壤pH值的影响

3 讨论

土壤养分是指土壤提供的植物生活所必需的营养元素, 是评价土壤自然肥力的重要因素之一^[11]。本文研究表明, 秸秆粉碎还田影响土壤中的养分含量变化, 随秸秆还田量的增加而显著提高, 秸秆还田显著提高土壤全氮和水解性氮的含量, 特别是高倍量下增加显著, 说明秸秆还田后由于有机物料归还土壤, 在一定程度上会引起土壤中氮含量增加, 但也有人认为秸秆腐解过程中也有可能消耗一部分氮素, 导致土壤氮素短期下降^[12], 但长期实施秸秆还田后, 土壤无机氮由净固定转向净释放, 弥补了由微生物分解所消耗的氮素。

另外, 玉米秸秆中富含磷和钾, 有研究表明玉米秸秆内含磷量为 0.27%, 含钾量为 2.28%^[13], 秸秆还田后土壤中磷、钾养分含量都有增加, 其中钾素增加最为明显^[13]。本研究与前人研究结果一致, 随玉米秸秆还田的增加土壤中全磷、速效磷、全钾和速效钾含量显著提高, 特别是秸秆高倍量还田增加显著, 说明秸秆还田雨后快速腐解, 秸秆中丰富的磷和钾释放到土壤中, 使土壤养分得到提高。

秸秆还田后土壤有机质含量明显增加, 尤以表层差异显著^[14-15]。而且, 土壤有机质在土壤肥力和植物营养中具有重要作用, 赵林萍^[12]通过长期定位试验研究认为, 秸秆还田可以增加土壤有机质, 起到培肥土壤的作用。本研究结果得出, 秸秆还田使土壤有机质含量明显增加, 这与前人

研究结果基本一致^[12-14]。

籍增顺等^[16]认为, 秸秆还田对土壤 pH 值影响不大, 也有研究表明, 免耕覆盖 6 年的地比常规耕作 0 ~ 5 cm 土层 pH 值低 0.19^[13]。本文研究表明, 秸秆还田后 pH 值显著降低, 其原因是 pH 值的下降与有机质含量增加有关, 有机质增加有效提高土壤缓冲能力, 对 pH 值有一定的调控作用, 使其控制在适宜范围内, 形成良好的土壤环境, 促进土壤养分的转化与积累。

4 结论

秸秆还田后土壤养分得到补偿, 提高土壤有机质, 调控土壤 pH 值在适宜范围内, 促进土壤养分积累与转化, 培肥土壤提高地力, 有利于形成土壤良好结构, 增加土壤碳库, 提高土壤的缓冲能力和生产能力。

参考文献:

- [1] 王立祥, 廖允成. 中国粮食生产能力提升及战略储备(第1版)[M]. 银川: 阳光出版社, 2012: 301-302.
- [2] 钟华平, 岳燕珍, 樊江文. 中国作物秸秆资源及其利用[J]. 资源科学, 2003, 25(4): 62-67.
- [3] 龚振平, 杨悦乾. 作物秸秆还田技术与机具(第1版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012: 39-40.
- [4] 潘根兴, 李恋卿, 张旭辉, 等. 中国土壤有机碳库量与农业土壤碳固定动态的若干问题[J]. 地球科学进展, 2003, 18(4): 609-618.
- [5] 陈新锋. 对我国农村焚烧秸秆污染治理的经济学分析[J]. 中国农村经济, 2001(2): 47-52.

- [6] 毕于运. 中国秸秆资源综合利用技术[M]. 北京: 中国农村科技出版社, 2008: 145-146.
- [7] 李少昆, 王克如, 冯聚凯, 等. 玉米秸秆还田与不同耕作方式下影响小麦出苗的因素[J]. 作物学报, 2006, 32(3): 463-465.
- [8] 刘武仁, 郑金玉, 罗洋, 等. 玉米宽窄行种植技术的研究[J]. 吉林农业科学, 2007, 32(2): 8-10, 13.
- [9] 朴香兰. 吉林省农作物秸秆资源的现状及综合利用[J]. 延边大学农学学报, 2003, 25(1): 60-64.
- [10] 鲍士旦. 土壤酸化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1981: 101-102.
- [11] 张星杰, 刘景辉, 李立军, 等. 保护性耕作对旱作玉米产量及土壤理化性质的影响[A]. 中国农作制度研究进展[C]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2008: 374-379.
- [12] 赵林萍. 中国种植大观(肥料卷)[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2001: 207-215.
- [13] 严洁, 邓良基, 黄剑. 保护性耕作对土壤理化性质和作物产量的影响[J]. 中国农机化, 2005(2): 31-33.
- [14] Sommerfeldt T G, Chang G, Entz T. Long-term annual applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ration[J]. Soil Science Society of America Journal, 1988, 52(6): 1668-1672.
- [15] 袁家富. 麦田秸秆覆盖节水效应研究[J]. 生态农业研究, 2001, 4(3): 61-65.
- [16] 籍增顺, 张树梅, 薛宗让, 等. 旱地玉米免耕系统土壤养分研究 I 土壤有机质酶及氮变化[J]. 华北农学报, 1998, 13(2): 42-47.

(上接第22页)

- [42] Fichtner K, Quick W P, Schulze E-D, et al. Decreased ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase in transgenic tobacco transformed with antisense rbcS[J]. Planta, 1993, 160(1): 1-9.
- [43] Stitt M, Schulze E D. Does Rubisco control the rate of photosynthesis and plant growth? An exercise in molecular ecophysiology[J]. Plant, Cell and Environment, 1994(17): 465-487.
- [44] Matt P, Krapp A, Haake V, et al. Decreased Rubisco activity leads to dramatic changes of nitrate metabolism, amino acid metabolism and the levels of phenylpropanoids and nicotine in tobacco antisense RBCS transformants[J]. The Plant Journal, 2002, 30(6): 663-677.
- [45] 秦银林, 方兴, 陶建平, 等. 三峡库区两种阔叶树幼苗对不同光环境的响应[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2009, 26(2): 54-57.
- [46] 陈亚军, 张教林, 曹坤芳. 两种热带木质藤本幼苗形态、生长和光合能力对光强和养分的响应[J]. 植物学通报, 2008, 25(2): 185-194.
- [47] 袁野. 光氮互作对番茄碳氮代谢的影响[D]. 东北农业大学, 2008: 7-8.
- [48] 何欣, 张攀伟, 丁传雨, 等. 弱光下硝铵比对小白菜氮吸收和碳氮分配的影响[J]. 土壤学报, 2009, 46(3): 452-458.

(上接第33页)

- [5] Jin Xi, Luo Bo-xiang, Chen Shou-yi, et al. Breeding and Traits Evaluation of BADH and Bar Gene Transgenic Rice. Life Science Research, 2011, 15(3): 209-217.
- [6] Eckardt N A, Berkowitz G A. Functional Analysis of Arabidopsis NHX Antiporters: the Role of the Vacuole in Cellular Turgor and Growth[J]. The Plant Cell, 2011, 23(9): 3087-3088.
- [7] Dong Chun-lin, Zhang Ming-yi, Zhang Yan-qin, et al. Transformation of Trehalose Synthase Gene (TPS Gene) into Corn Inbred Line and Identification of Drought Tolerance[J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(68): 15253-15258.
- [8] Roy S J, Negrão S, Tester M. Salt resistant crop plants[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2014(26): 115-124.
- [9] Tripathi P, Rabara R C, Rushton P J. A systems biology perspective on the role of WRKY transcription factors in drought responses in plants[J]. Planta, 2014, 239(2): 255-266.
- [10] Gill S S, Tuteja N. Polyamines and abiotic stress tolerance in plants[J]. Plant Signal Behav, 2010, 5(1): 26-33.
- [11] Christou A, Manganaris G A, Papadopoulos I, et al. Hydrogen sulfide induces systemic tolerance to salinity and non-ionic osmotic stress in strawberry plants through modification of reactive species biosynthesis and transcriptional regulation of multiple defence pathways[J]. Journal of experimental botany, 2013, 64(7): 1953-1966.