

施肥模式对靖江香沙芋生长和产量的影响

申民群^{1,2}, 李建刚¹, 吴东乾³, 孙剑霞³, 李玲¹, 侯金凤^{1,2}, 侯迪鸣³, 董元华^{1*} (1. 中国科学院土壤环境与污染修复重点实验室南京土壤研究所, 江苏南京 210008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 靖江市经济作物指导站, 江苏靖江 214500)

摘要 [目的]研究不同施肥模式对香沙芋生长和产量的影响。[方法]针对靖江香沙芋种植过程中严重的连作障碍和当地施肥不合理的问题,利用土壤调理剂对当地施肥方案进行改良,通过连续2年试验探究不同施肥模式对香沙芋生长、产量、病害发生率和淀粉含量的影响。[结果]2种改进施肥方案均可促进香沙芋生长发育,处理Ⅱ使叶龄增加了2.03,还能促进茎粗、株高和叶片厚度的增加;改进施肥方案显著提高了香沙芋产量,其中处理Ⅰ2年增产率分别为16.67%和16.19%,处理Ⅱ为22.17%和19.37%;采用改进施肥方案后,香沙芋的病害发生率显著降低,处理Ⅰ2年防效分别是38.63%和51.60%,处理Ⅱ达到50.75%和62.62%;同时,淀粉含量也得到了显著提高。[结论]该研究为控制香沙芋连作病害提供了技术手段,对促进靖江香沙芋的生产具有重要的指导意义。

关键词 靖江香沙芋;连作障碍;土壤调理剂;产量;连作病害

中图分类号 S506.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)04-0025-03

Effects of Different Fertilization Modes on the Growth and Yield of Jingjiang Taro

SHEN Min-chong^{1,2}, LI Jian-gang¹, WU Dong-qian³, DONG Yuan-hua^{1*} et al (1. Key Laboratory of Soil Environment and Pollution Remediation, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210008; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. Jingjiang Economic Crop Guidance Station, Jingjiang, Jiangsu 214500)

Abstract [Objective] To research the effects of different fertilization modes on the growth and yield of Jingjiang taro. [Method] According to the problems of continuous cropping obstacle and improper fertilization in the process of Jingjiang taro planting, we improved the local fertilization strategy with a soil conditioner, and investigated the effects of different fertilization modes on the growth, yield, disease incidence and starch content of Jingjiang taro by two-year-long experiment. [Result] Both two improved fertilization strategies of treatments I and II could promote the growth and development of Jingjiang taro. Treatment II increased the leaf age by 2.03, which could promote plant growth by increasing stem diameter, plant height and leaf thickness. The improved fertilization strategies significantly enhanced the yield of taro, which increased by 16.67% and 16.19% in the years of 2014 and 2015 in treatment I, respectively. In treatment II, the rate of yield increased by 22.17% and 19.37% in two years, respectively. The disease incidence decreased significantly in two improved fertilizations. Treatment I had effective influence on suppressing soil-borne diseases with the control efficacies of 38.63% and 51.60% in two years, respectively. While treatment II could reach up to 50.75% and 62.62%, respectively. Furthermore, the starch content of taro was observably enhanced as well. [Conclusion] The research provides technological means in controlling continuous cropping diseases, and offers important directions for promoting the production of Jingjiang Taro.

Key words Jingjiang taro; Continuous cropping obstacle; Soil conditioner; Yield; Continuous cropping disease

芋头[*Colocasia esculenta*(L.) Schott]是天南星科芋属多年生草本植物,在我国南北各地均有栽培,其中长江流域栽培面积较大,且栽培的品种类型主要为多子芋^[1]。农业生产中,芋头常做1年栽培,其营养价值高,具有丰富的营养和保健成分。芋球茎富含淀粉、蛋白质、脂类、B族维生素、维生素C,以及钙、磷、铁等矿物质。此外,芋球茎中的多糖成分具有增强人体免疫的功能,深受消费者喜爱^[2]。靖江香沙芋具有农产品地理标志,其香味独特,营养丰富,粮菜兼用,深受广大消费者青睐。靖江香沙芋现有种植面积1333 hm²,年产鲜芋2万多吨,远远不能满足市场的需求。泰州市及靖江市政府把靖江香沙芋作为农民增收的主导产业,支持靖江香沙芋产业的快速发展。

近年来,由于香沙芋的经济效益较好,农民经常在同一块地连续种植香沙芋,造成严重的连作障碍问题,芋头产量下降,土传病害发生严重,农民被迫使用大量的农药;同时为了追求高产,土壤中投入过量化肥,且肥料品种单一,肥料投

入严重不平衡,使肥料利用率降低,土壤养分严重失衡,土壤质量持续下降,土壤功能遭到破坏,香沙芋的产量和品质下降,难以实现优质高产。因此,探索改良连作土壤性质的技术和方法具有重要的现实意义^[3]。土壤调理剂能够改善土壤理化性状^[4-5],增强作物抗病、抗旱能力^[6],提高作物品质和产量^[7-9],具有成本低、效果好、无毒副作用的特点^[10]。近年来,一些天然产物提取物已经在土壤改良中得到了广泛的应用^[9]。该研究针对靖江香沙芋存在的严重连作障碍问题,通过使用天然材料的土壤调理剂对连作芋头土壤进行调理,以期恢复退化土壤功能,控制芋头连作病害,增加芋头产量。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在江苏省靖江市马桥镇祖师村芋头种植基地进行(120°11'2.30" E;32°3'8.88" N)。海洋性季风区,温和湿润,四季分明,年平均降雨量1033.10 mm。

1.2 试验材料 试验所用有机肥购于南京宁粮生物工程有限公司,其中N含量2.1%,土壤调理剂购于陕西赛众生物科技有限公司,其中有效硅42%、氧化钾8%、氧化镁3%。所用复合肥的N、P₂O₅和K₂O含量均为15%。

1.3 试验方法 试验共设3个处理,分别为对照(CK,当地施肥方案),处理Ⅰ和处理Ⅱ,每个处理3次重复,随机排列。各处理小区面积1 m×10 m,双行60株香沙芋。连续试验2年,具体施肥方案见表1。芋头淀粉含量的测定采用

基金项目 国家重点研发计划(2016YFD0200305);泰州市农业科技支撑项目(TN201613);中国科学院南京土壤研究所“一三五”计划和领域前沿项目(ISSASIP1634)。

作者简介 申民群(1990—),男,山东青州人,在读博士,研究方向:土壤生态。*通讯作者,研究员,博士,从事土壤生态与污染生态研究。

收稿日期 2016-12-15

GB/T5009.9—2008的方法。香沙芋种植过程中容易出现疫病,试验对不同处理中芋头的发病情况进行了统计,并按照如下公式对病情指数和防治效果进行计算:

$$\text{病情指数} = [\Sigma (\text{病级株数} \times \text{代表级数}) / \text{植株总数} \times \text{最高代表级值}] \times 100$$

$$\text{防治效果} = (\text{对照病情指数} - \text{处理病情指数}) / \text{对照病情}$$

指数 $\times 100\%$

病情分级 0~5级:0级,无症状;1级,叶片轻微萎蔫,茎上开始出现褐色斑点;2级,整个植株的30%~50%有病状;3级,整个植株的50%~70%有病状;4级,整个植株的70%~90%有病状;5级,整株死亡。

表1 香沙芋种植的施肥方案

Table 1 Fertilization strategies of taro planting

处理 Treatment	基肥 Base fertilizer	追肥 Topdressing fertilizer
对照 Control	复合肥 1 125 kg/hm ²	5叶期,施复合肥 225 kg/hm ² ;10叶期,施复合肥 750 kg/hm ²
I	复合肥 750 kg/hm ² 固体调理剂 750 kg/hm ²	5叶期,施复合肥 225 kg/hm ² ;10叶期,施复合肥 525 kg/hm ² , 硫酸钾肥 225 kg/hm ²
II	有机肥 7 500 kg/hm ² , 复合肥 750 kg/hm ² , 固体调理剂 750 kg/hm ²	5叶期,施复合肥 225 kg/hm ² ;10叶期,施复合肥 525 kg/hm ² , 硫酸钾肥 225 kg/hm ²

1.4 数据统计与分析 采用 Excel 2003 和 SPSS 16.0 软件分析不同处理间的平均值、标准差以及检验显著性。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对香沙芋生长的影响 通过分析连续2年不同施肥处理对香沙芋生长情况的影响,发现施肥处理对

香沙芋叶龄、茎粗、株高和叶片厚度均有影响,且与对照差异显著(表2)。施肥处理 I 和 II 都能促进香沙芋的生育进程,特别是处理 II,叶龄从对照的 11.40 增加到 13.43。同时,2种处理均增加了植株茎粗、株高和叶片厚度。其中,施肥处理 II 对香沙芋上述 4 个指标的影响更显著。

表2 不同施肥处理对香沙芋生长的影响

Table 2 Effects of different fertilization strategies on taro growth

处理 Treatment	2014年 Year of 2014				2015年 Year of 2015			
	叶龄 Leaf age	茎粗 Stem diameter mm	株高 Plant height cm	叶片厚度 Leaf thickness mm	叶龄 Leaf age	茎粗 Stem diameter mm	株高 Plant height cm	叶片厚度 Leaf thickness mm
对照 Control	11.40 ± 0.46 a	6.23 ± 0.05 a	92.13 ± 1.51 a	22.43 ± 0.15 a	11.23 ± 0.16 a	7.70 ± 0.10 a	47.73 ± 2.42 a	23.50 ± 0.10 a
I	12.40 ± 0.35 b	7.20 ± 0.10 b	98.17 ± 1.00 b	26.96 ± 0.55 b	12.14 ± 0.47 b	8.43 ± 0.06 b	52.59 ± 1.52 b	28.13 ± 0.06 b
II	13.43 ± 0.21 c	7.40 ± 0.10 b	99.43 ± 1.22 b	27.63 ± 0.45 b	11.69 ± 0.31 ab	9.23 ± 0.06 c	52.99 ± 1.56 b	30.63 ± 0.51 c

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 不同施肥处理对香沙芋产量的影响 不同施肥处理下香沙芋产量的统计信息进行分析显示,与对照相比,施肥处理 I 和 II 均显著提高了其母芋、子芋、孙芋的产量。由表3可知,处理 II 的增产效果较好,2014年母芋、子芋、孙芋比对照

分别增产 5.10%、20.45%、65.74%;2015年3类芋分别增产 28.93%、37.02%、91.20%;连续2年的总产量增产率分别为 22.17% 和 19.37%。处理 I 的增产效果也比较明显,2014年的母芋、子芋、孙芋相比对照分别增产 6.95%、7.36%、73.31%;

表3 不同施肥处理对香沙芋产量性状的影响

Table 3 Effects of different fertilization strategies on taro yield

处理 Treatment	2014年 Year of 2014				
	母芋 Mother taro//kg	子芋 Son taro//kg	孙芋 Grandson taro//kg	总产量 Total yield//kg	增产率 Yield increasing rate//%
对照 Control	325.14 ± 2.54 a	572.78 ± 3.09 a	149.94 ± 7.26 a	1 047.86 ± 7.01 a	—
I	347.75 ± 5.28 b	614.95 ± 8.21 b	259.86 ± 7.72 b	1 222.57 ± 7.00 b	16.67
II	341.73 ± 6.84 b	689.91 ± 7.55 c	248.51 ± 2.56 b	1 280.15 ± 12.73 c	22.17
处理 Treatment	2015年 Year of 2015				
	母芋 Mother taro//kg	子芋 Son taro//kg	孙芋 Grandson taro//kg	总产量 Total yield//kg	增产率 Yield increasing rate//%
对照 Control	324.50 ± 35.02 a	519.28 ± 8.61 a	137.35 ± 13.33 a	981.13 ± 48.60 a	—
I	391.76 ± 30.73 ab	545.86 ± 29.58 a	202.38 ± 16.13 b	1 139.99 ± 14.82 b	16.19
II	418.37 ± 9.23 b	711.52 ± 24.15 b	262.62 ± 13.05 c	1 171.21 ± 182.75 c	19.37

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2015 年 3 类芋分别增产 20.73%、5.12%、47.35%；连续 2 年的总产量增产率分别为 16.67% 和 16.19%。

2.3 不同施肥处理对香沙芋病害发生的影响 由于试验地连年种植芋头,土传病害发生严重。由表 4 可知,连作 2 年后,芋头的发病率比第 1 年严重,对当地芋头的品质和产量

造成较大影响。研究结果发现,不同施肥处理对香沙芋病害的发生有较大影响,施肥处理 I 和 II 明显降低病情指数,对病害发生具有显著的防治作用。其中,处理 I 2014、2015 年的防效分别为 38.63% 和 51.60%,处理 II 的防效较好,分别达到了 50.75% 和 62.62%。

表 4 不同施肥处理对香沙芋病害发生情况的影响

Table 4 Effects of different fertilization strategies on disease occurrence of taro

处理 Treatment	2014 年 Year of 2014		2015 年 Year of 2015	
	病情指数 Disease index	防效 Control efficiency//%	病情指数 Disease index	防效 Control efficiency//%
对照 Control	57.73 ± 5.55 a	—	65.00 ± 5.00 a	—
I	35.43 ± 4.10 b	38.63	31.46 ± 3.40 b	51.60
II	28.43 ± 3.37 b	50.75	24.30 ± 3.80 b	62.62

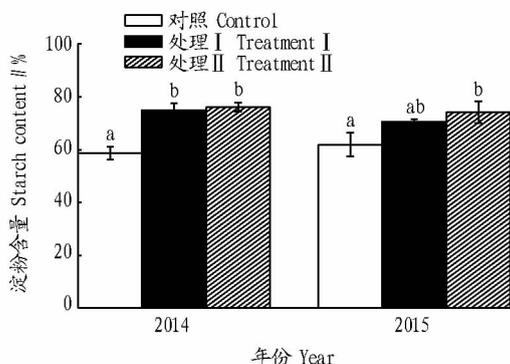
注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.4 不同施肥处理对香沙芋淀粉含量的影响 对不同施肥处理下香沙芋淀粉含量的测定发现,施肥处理 I 和 II 都能显著提高香沙芋的淀粉含量。由图 1 可知,2 个处理间差异不显著,但处理 II 的效果较好,可以将淀粉含量从对照的 58.74% 提高到 76.22%。连作第 2 年处理 I 和 II 对提高淀粉含量的效果略有降低。

育,与对照相比,处理 I 和 II 的叶龄分别增加了 1.00 和 2.03,这对于香沙芋提前进入分株期并更好地吸收利用土壤中的养分有较大益处。同时,2 种处理使植株长势更加健康,提高自身免疫力,从而对抗病性的提升也起到一定作用。该研究表明,处理 I 和 II 的总产量第 1 年分别增加 16.67% 和 22.17%,第 2 年分别增加 16.19% 和 19.37%。在连作障碍严重,后续产量普遍下降的情况下,该研究施肥处理不仅得到了较大的增产率,而且第 2 年处理组的产量(分别为 1 139.99 和 1 171.21 kg)均超过了第 1 年对照组的产量(1 047.86 kg),给当地带来良好经济效益的同时也对香沙芋种植具有很好的实际应用价值。除了产量,香沙芋的品质性状也与其经济价值直接相关,淀粉含量是影响芋头甜度、营养成分和口感的重要因素。该研究通过对不同施肥处理下香沙芋淀粉含量的测定发现,处理 I 和 II 可以将淀粉含量从对照的 58.74% 分别提高到 74.92% 和 76.22%。其中,连作第 2 年 2 个处理对提高淀粉含量的效果略有降低,产量和品质性状受连作病害影响严重。研究结果还表明,采用处理 I 和 II 的施肥方案可显著降低香沙芋病害的病情指数,提高防治效果。其原因可能是固体调理剂的施用补充了香沙芋植株对中微量元素的需求,促进植株健康生长,提高了其自身免疫力和抗病能力。同时,调理剂进入土壤后,也会改变土壤养分结构,影响土壤微生态环境,随着土壤微生物群落结构的改变,病原菌对香沙芋植株的致病性会得到一定程度的抑制^[14]。

根据统计数据显示,对香沙芋生长和产量的有益效果从高到低依次为处理 II、处理 I、对照。这主要是由于各处理的施肥配方组合不同导致的。与对照相比,处理 I 在基肥中多施加了 1 种固体调理剂,同时减少了复合肥的投入,另外 10 叶期追肥时将一定占比(30%)的复合肥换成硫酸钾肥。而处理 II 比处理 I 在基肥中多了 1 种有机肥。这样设计与当地的土壤养分结构以及香沙芋的种植需求有关。对照采用的当地施肥方案完全利用复合肥的方式,肥料品种单一,土壤中养分投入与利用严重不平衡,一定程度上破坏了土壤功能,造成香沙芋产量和品质下降。调理剂的添加,一方面补



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases indicated significant difference between treatments at 0.05 level

图 1 不同施肥处理的淀粉含量

Fig. 1 Starch contents in different fertilization strategies

3 讨论

靖江市拥有优质长江岸线 54 km,当地土壤多为富含水分的沙壤土,特别适合芋头的生长^[11]。支链淀粉含量高,营养丰富^[12],具有宽肠、益胃、软化血管等功效的香沙芋早已成为靖江市特色农产品^[13]。由此带来的当地芋头连年种植以及化肥单一化、过量化等问题,严重影响了芋头品质和产量,使土壤养分失衡,土壤质量下降。

该研究基于上述连作现象和当地施肥处理存在的问题,对当地施肥处理进行改良,提出了处理 I、II 共 2 种施肥方案,通过使用天然材料的土壤调理剂对连作芋头土壤进行调理,以恢复退化土壤功能,控制芋头连作病害,增加芋头产量。研究表明,2 种处理对香沙芋的生产均有显著益处。

通过对香沙芋叶龄、茎粗、株高、叶片厚度 4 个生长指标的统计发现,改良的 2 种施肥处理均能促进香沙芋的生长发

- [3] 陈利平,宋增军,马兴庄,等. 嫁接对日光温室黄瓜产品品质的影响[J]. 西北农业学报,2004,13(2):170-171.
- [4] 闫立英. 不同南瓜品种对嫁接黄瓜幼苗生长及抗寒性的影响[J]. 河北职业技术师范学院学报,1999,13(4):29-31.
- [5] 王艳飞,庞金安,马德华,等. 黄瓜嫁接栽培研究进展[J]. 北方园艺,2002(1):35-37.
- [6] 邢国明,亢秀萍,姬青云,等. 茄果类蔬菜嫁接栽培研究进展[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):144-146.
- [7] 吴翠云,阿依买木,程奇,等. 不同嫁接方法对黄瓜成活率及幼苗生长的影响[J]. 塔里木农垦大学学报,2003,15(3):1-3.
- [8] 别之龙. 国际蔬菜嫁接新趋势与我国蔬菜嫁接发展若干问题探讨:“2011 蔬菜嫁接国际会议”的启示[J]. 中国蔬菜,2012,1(11):1-4.
- [9] 刘芬,向长萍. 黄瓜不同砧木嫁接效应比较[J]. 长江蔬菜,2009(4):45-47.
- [10] 黄益鸿,雷东阳. 不同砧木嫁接番茄抗青枯病效果研究[J]. 江西农业学报,2013,25(1):73-75.
- [11] 丁潮洪,王雪武,包崇来,等. 不同砧木嫁接对高山黄瓜生长的影响[J]. 浙江农业学报,2007,19(3):241-244.
- [12] 吴旭江,陈银根,吕文君,等. 嫁接对山地黄瓜品质及产量的影响[J]. 长江蔬菜,2015(14):51-53.
- [13] 杨宏福,黄宛春,黄巧华. 水果、蔬菜制品可溶性固形物含量的测定折射仪法:GB 12295-90[S/OL]. (2003-09-12)[2016-05-21]. <http://news.foodqs.cn/jobz04/200391221725.htm>.
- [14] 费雨兰,王晶,沈佳,等. 不同砧木嫁接对黄瓜长势及果实品质的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):147-149.
- [15] 张红梅,金海军,余纪柱,等. 不同南瓜砧木对嫁接黄瓜生长和果实品质的影响[J]. 内蒙古农业大学学报,2007,28(3):178-181.
- [16] 莫云彬,冯春梅,陈海平,等. 不同砧木对嫁接黄瓜性状的效果研究

- [J]. 中国蔬菜,2005(9):38.
- [17] 焦自高,王崇启,董玉梅,等. 嫁接对黄瓜生长及品质的影响[J]. 山东农业科学,2000(1):26.
- [18] 孙艳,黄伟,田雷鸿,等. 黄瓜嫁接苗生长状况、光合特性及养分吸收特性的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(2):181-185.
- [19] 王汉荣,茹水江,王连平,等. 黄瓜嫁接防治枯萎病和疫病技术的研究[J]. 浙江农业学报,2004,16(5):336-339.
- [20] 王秀峰. 陈振德. 蔬菜工厂化育苗[M]. 北京:农业出版社,2000:161-162.
- [21] 王玉彦,蒋先华,于广建,等. 不同砧木嫁接黄瓜亲和性及其应用效果[J]. 北方园艺,1994(3):16-18.
- [22] LEE J M. Cultivation of grafted vegetables, I. current status, grafting methods, and benefits[J]. Hort science, 1994, 29(4): 235-239.
- [23] TRAKA-MAVRONA E, KOUTSIKA-SOTIRIOU M, PRITSA T. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.)[J]. Scientia horticulturae, 2000, 83(3/4): 353-362.
- [24] 朱进,别之龙,徐容,等. 不同砧木嫁接对黄瓜生长、产量和品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2006,25(6):668-671.
- [25] 高彦魁,李欣,赵志军. 不同砧木对黄瓜产量、果霜及抗病性的影响[J]. 北方园艺,2008,10(8):5-7.
- [26] 陈振德,王佩圣,周英,等. 不同砧木对黄瓜产量、品质及枯萎病抗性的影响[J]. 中国蔬菜,2010(10):51-54.
- [27] 刘绍渚,展广民,左星海. 不同南瓜砧木对黄瓜接穗共生亲和性及产量的影响[J]. 中国蔬菜,1998(2):5-9.
- [28] 翁祖信,李宝栋,冯东昕. 嫁接黄瓜防病与增产效果的研究[J]. 中国蔬菜,1993(3):11-15.
- [29] 刘新智,尤丽群. 黄瓜嫁接试验与示范[J]. 农村科技,2008(9):57-58.

(上接第 27 页)

充了土壤的中微量元素,改善了土壤养分结构,另一方面也可能活化土壤中未被利用的大量元素,提高肥料利用率。同时,调理剂的施用也会改善土壤微生态环境,改变土壤微生物组成结构,调整土壤中病原菌与有益细菌的结构比例向更有利于植物生长的方向发展。有机肥富含多种有机酸、肽类、氮、磷、钾等营养物质,对于平衡土壤养分、改善土壤微生态环境、恢复地力有很大帮助。10 叶期追肥时将 30% 的复合肥用量改为硫酸钾肥是针对香沙芋一般从 10 叶期开始分株,之后分株鲜重加速增加而设计的,该时期是子芋、孙芋鲜重增加和品质提升的关键阶段^[15]。钾元素作为植物体内光合作用、呼吸作用、蛋白质合成等多种重要生理过程所需酶的活化剂,对提高作物抗病抗倒伏等抗逆性以及提高淀粉含量都有促进作用,所以在香沙芋 10 叶期适当补充钾素是很有必要的。

综上所述,在香沙芋种植过程中需在基肥中施加调理剂(中微量元素矿质肥),同时也可适当添加有机肥。在追肥过程中应根据香沙芋生长发育关键时期补充相应营养元素。该方法不仅可以促进香沙芋的生长情况,提高其品质性状,增强抗病性,达到增产的目的,而且对土壤养分平衡、恢复和维持地力、促进土地资源可持续利用有重要的意义。

参考文献

- [1] 宋春风,徐坤. 氮钾配施对芋头产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(2):167-170.
- [2] 李洁英,臧玉文,蒋芳玲,等. 基质配比、有机肥添加比例和营养钵体积对红香芋幼苗生长及球茎产量的影响[J]. 江西农业学报,2014,26(1):6-11.
- [3] 魏莎,李素艳,孙向阳,等. 土壤调理剂对连作切花菊品质和土壤性质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(20):206-211.
- [4] 李道林,何传龙,闫晓明. 不同土壤调理剂在砂姜黑土上应用效果研究[J]. 土壤,2000,32(4):210-214.
- [5] 陈少坤,孟庆瑞,李颜慧,等. 土壤调理剂对杏园土壤性状及根系分布的影响[J]. 果树学报,2008,25(6):832-836.
- [6] 王小彬,蔡典雄,张树勤. 土壤调理剂对旱、盐条件下草种萌发的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(4):462-466.
- [7] 杨旭,张源,胥国华. 土壤调理剂对大棚西葫芦产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2008,36(31):13603-13604.
- [8] 曹世彪,陈双臣,李志娟. 土壤调理剂对温室番茄产量品质的影响[J]. 山东农业科学,2005(3):59-60,63.
- [9] 李剑,孙锐锋,肖厚军,等. 不同调理剂改良黄泥土的效应研究[J]. 贵州农业科学,2007,35(3):67-69.
- [10] 曹晓燕,张宝成,张虹. 一种蔬菜保护地土壤调理剂的应用初报[J]. 中国生态农业学报,2002,10(2):115-116.
- [11] 施帅,李志方,瞿桂香,等. 泰州芋头营养成分及其淀粉性质的研究[J]. 食品工业科技,2016(05):82-85,90.
- [12] 陆晓荣,孙旭明,展旭东,等. 靖江香沙芋高产高效配套栽培技术[J]. 上海农业科技,2002(01):94,86.
- [13] 汪敏,赵永富,张培通,等. 设施栽培对香沙芋生长、产量构成及商品性的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):203-205.
- [14] 李建刚,张卫国,李东方,等. 不同施肥模式对新疆棉花产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):55-58.
- [15] 殷剑美,韩晓勇,张培通,等. 靖江香沙芋生长发育的动态特征[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):154-156.