

磷肥不同用量对设施辣椒生长及产量效益影响分析

王 丽¹, 孙丽芳², 纪立东³

(1. 银川市农业技术推广服务中心, 宁夏 银川 750004; 2. 中国林业科学研究院 华北林业实验中心, 北京 102300;

3. 宁夏农林科学院 农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002)

摘 要:银川平原设施内多注重氮肥的投入,对磷肥的投入较少,以银川设施内广泛种植的“长剑”辣椒为研究对象,设定磷肥的不同用量试验,分析了磷肥对辣椒生长、产量及经济效益的影响,确定最佳磷肥施用量。结果表明:初果期前增施磷肥能显著促进辣椒株高增长;适宜的低磷投入能促使辣椒植株健壮;75~225 kg·hm⁻² P₂O₅ 用量能促进冠幅显著增加,更高则产生反作用;磷肥用量与辣椒产量表现为典型的抛物线式,当 P₂O₅ 用量低于 225 kg·hm⁻² 时,随磷肥用量的增加,辣椒产量增加,但进一步增加的磷肥用量导致产量下降。该地区最高产量 P₂O₅ 施用量为 211.64 kg·hm⁻²,最大经济效益 P₂O₅ 用量为 187.14 kg·hm⁻²。

关键词:辣椒;设施;磷肥用量;品质

中图分类号:S 641.306⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)13-0050-05

随着社会经济的快速发展,设施农业作为一个高新技术产业得到长足发展。宁夏设施农业在政府的支持下得到了快速发展,但目前设施农业栽培技术多遵循传统的方法,水肥需求量大,肥料利用率低。如何根据当地的气候条件、通过正确的施肥方式和有效的施肥量等提高作物产量,降低生产成本,确保设施作物高效栽培具有重要意义。

辣椒种植效益较高,农民种植积极性高,已成为宁夏设施类的主要栽培作物。磷肥能显著促进辣椒生长发育和果实品质的形成,增施磷肥不仅能促进辣椒提前开花,还有利于辣椒素的合成,提高辣椒品质^[1-2]。但长期以来,农民对肥料品种、用量、施用时期均不清楚,导致肥料用量过高、比例不合适,致使肥料利用率较低,极大的加重了辣椒生产成本^[3]。刘黎等^[4]研究发现相同磷肥的不同用量下,高磷量处理比低磷量处理增产效果好,孙权等^[5]发现了肥料对宁夏日光温室辣椒产量贡献大小的顺序为氮>有机肥>磷>钾,且当有机肥与磷肥配合条件下增产效果更佳,当 P₂O₅ 用量为 75 kg·hm⁻² 时,辣椒产量最高。沙海宁等^[6]发现磷肥对番茄株高、冠幅、叶绿素等影响不大,但对茎粗和叶面积影响显著,磷肥用量与产量呈典型的抛物线分布关系。也有学者认为对辣椒施用磷肥,在一定范围内能显著增加辣椒的产

量,但当 P₂O₅ 用量在 100~200 kg·hm⁻² 时,磷肥用量的增加对辣椒增产的贡献率不高^[3]。

针对宁夏设施辣椒优质高效栽培的目标,通过研究磷肥用量对设施辣椒生长发育和产量以及经济效益的影响,以肥效方程为基础,揭示磷肥与辣椒产量的关联度,提供设施辣椒优质高效栽培的磷肥最佳施用量,旨在为保障宁夏设施辣椒可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在宁夏银川市兴庆区昆仑设施园区日光温室内进行,该地区昼夜温差大,气候干燥,无霜期 185 d,年均气温 8.5℃,年均降水量约 200 mm,年均日照时数 2 800~3 000 h,是最适合开展设施栽培的气候类型区之一。土壤类型为灌淤土,土质为中壤,其基本理化性质为 pH 8.22,全盐 0.64 g·kg⁻¹,有机质 8.53 g·kg⁻¹,全氮 0.19 g·kg⁻¹,全磷 0.82 g·kg⁻¹,碱解氮 30.53 mg·kg⁻¹,有效磷 35.34 mg·kg⁻¹,速效钾 101.32 mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料

供试辣椒品种“长剑 1 号”由山东乐丰种子公司提供。

1.3 试验方法

试验于 2015 年 3 月 15 日定植,9 月 20 日拉秧。株距 45 cm,行距 50 cm,垄宽 1.4 m,垄长 6.5 m。每 5 垄为 1 个小区,单个小区面积 45.5 m²,重复 5 次。

采用单因素 6 水平(NP₀K、NP₁K、NP₂K、NP₃K、NP₄K、NP₅K)随机区组设计,全生育期 P₂O₅ 施用量为 0、75、150、225、300、375 kg·hm⁻²,磷钾肥全部基施,氮

第一作者简介:王丽(1980-),女,硕士,农艺师,现主要从事设施蔬菜水肥需求规律等研究工作。E-mail:547256716@qq.com.

基金项目:宁夏农业综合开发资助项目(YCKJ1405,YCKJ1408)。

收稿日期:2016-02-14

肥 1/3 基施,其余 2/3 氮肥分 8 次以水溶液追施,氮钾施用量分别为 $N\ 600\ kg \cdot hm^{-2}$, $K_2O\ 300\ kg \cdot hm^{-2}$,其中氮肥品种为尿素($N\ 46\%$)、磷肥品种为重过磷酸钙($P_2O_5\ 36\%$)、钾肥品种为硫酸钾($K_2O\ 50\%$)。

1.4 项目测定

测定辣椒株高、茎粗、冠幅和叶绿素含量。株高用钢卷尺测定从辣椒基部到顶端的垂直高度,用数显游标卡尺测定辣椒离地 5 cm 处的茎粗,冠幅采用直尺测定辣椒垂直投影的范围,采用 SPAD-502 叶绿素仪器测定辣椒叶片叶绿素值含量,辣椒产量通过对各小区单次记产后累加,折合公顷产量。

1.5 数据分析

采用 SAS 8.1 软件对试验数据进行显著性检验($P < 0.05, n=5$)。

2 结果与分析

2.1 磷肥用量对设施辣椒株高的影响

由图 1 可知,辣椒幼苗期难以利用土壤养分,磷肥不同用量辣椒的株高与对照差异不显著。进入苗期后,辣椒幼根萌发,对磷肥反应明显,辣椒株高迅速增加,但磷肥不同用量下株高差异并不显著。随着辣椒营养生长向生殖生长的转移,对磷肥的吸收量不断增加,辣椒株高迅速增加,随磷肥用量增加辣椒株高增加。在 $75 \sim 225\ kg \cdot hm^{-2}$ 范围内磷肥对辣椒的株高促进作用显著,但过量的磷肥投入($300 \sim 375\ kg \cdot hm^{-2}$)抑制了辣椒的营养生长。

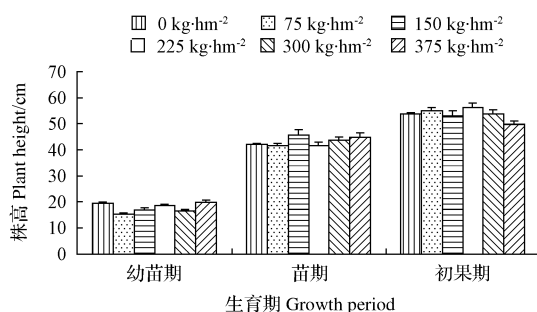


图 1 磷肥用量对设施辣椒株高的影响

Fig. 1 Effect of phosphorous application dosage on plant height of greenhouse pepper

2.2 磷肥用量对设施辣椒茎粗的影响

由图 2 可知,磷能明显促进辣椒的营养生长,幼苗期辣椒茎粗随磷肥用量的增加而增加。苗期各处理与对照茎粗均有增加,且均达 1% 极显著差异水平,低磷量辣椒茎粗最大,与其它处理比达 5% 显著差异水平,说明适宜的低磷投入能促使辣椒植株健壮,有利于形成高产。辣椒初果期的茎粗,不同磷肥处理与对照差异显著,辣椒茎粗随磷肥用量增加而增加。但 $375\ kg \cdot hm^{-2}$ 的高磷肥施用量使茎粗下降,与其它磷肥处理达 5% 显著

差异水平。表明磷肥不同用量均能不同程度的促进植株茎粗生长,随着磷肥用量的增加,辣椒茎粗相应增加,高磷肥处理茎粗增长慢,但在生长过程中, $75\ kg \cdot hm^{-2}$ 处理的辣椒茎粗与其它处理相比显示出一定的优势。

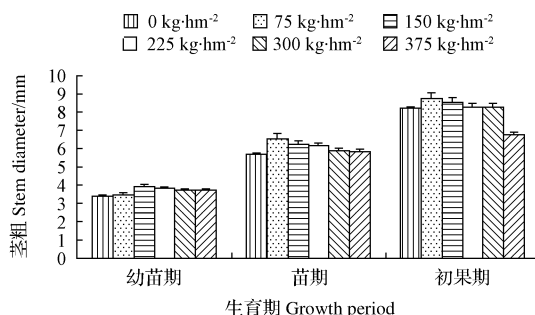


图 2 磷肥用量对设施辣椒茎粗的影响

Fig. 2 Effect of phosphorous application dosage on stem thick of greenhouse pepper

2.3 磷肥用量对设施辣椒冠幅的影响

由图 3 可知,冠幅大小与磷肥用量高低有密切关系,幼苗期根系吸收能力弱,各处理变化不明显,苗期磷肥处理对辣椒冠幅影响较大, $75 \sim 225\ kg \cdot hm^{-2}$ 磷促进冠幅显著增加,更高的磷量则产生反作用。初果期,各磷肥处理与对照间差异显著,冠幅随着磷肥用量增加而增加,当磷肥用量达到 $225\ kg \cdot hm^{-2}$ 时冠幅最大,磷肥用量大于 $225\ kg \cdot hm^{-2}$ 时,冠幅随磷肥用量增加而逐渐减小。由于初果期辣椒生长旺盛,当冠幅增大到一定程度时,由于群体效应使辣椒在高磷肥用量条件下延长了营养生长。

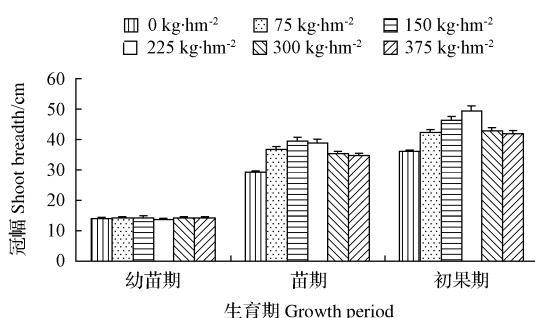


图 3 磷肥用量对设施辣椒冠幅的影响

Fig. 3 Effect of phosphorous application dosage on shoot breadth of greenhouse pepper

2.4 磷肥用量对设施辣椒叶绿素的影响

由图 4 可以看出,在辣椒生长过程中,磷肥不同用量处理对叶绿素相对含量(SPAD 值)有很大的影响,从苗期到初果期叶绿素含量逐渐增加,各施磷处理辣椒叶片叶绿素含量均显著高于对照。苗期随着磷肥用量的增加,叶绿素含量也逐渐增加。进入生殖生长阶段,辣椒叶片叶绿素含量同样随磷肥用量的增加而显著增加,但磷肥不同用量之间叶绿素含量差异不显著。

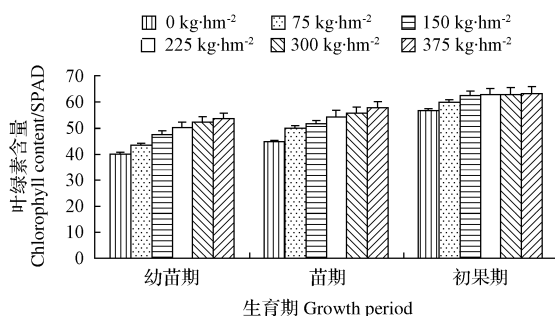


图4 磷肥用量对设施辣椒叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effect of phosphorous application dosage on chlorophyll content of greenhouse pepper

2.5 磷肥用量对设施辣椒产量的影响

由图5可以看出,每次采摘产量的最大值出现在不同的磷肥用量,首次采摘(4月21日)辣椒产量随磷肥的增加而增加,各施磷处理均高于对照处理,但不同处理间差异不显著。当磷肥用量超过 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时产量下降,呈现典型的抛物线性关系,符合肥料效应的报酬递减规律。

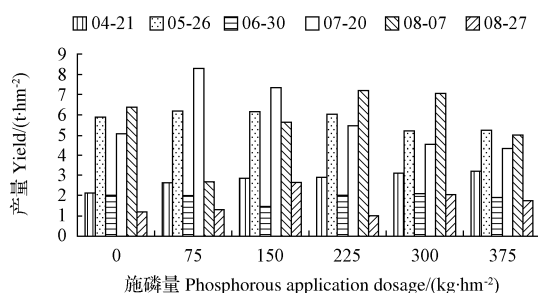


图5 磷肥用量对设施辣椒生育期内产量的影响

Fig. 5 Effect of phosphorous application rate on whole growing period yield of greenhouse pepper

由于供试土壤含磷量相对较低,增施磷肥对促进辣椒产量的增加有显著作用。由图6表明,磷肥用量与辣椒产量表现为典型的抛物线式,即磷肥用量低于 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,随磷肥用量的增加,辣椒产量增加,但进一步增加的磷肥用量导致产量下降。施磷量为 75、150、225、300 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 辣椒产量比不施磷肥的对照处理分别增产 30.3%、47.3%、66.9% 和 43.2%。施磷量为 $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 产量比 75、150、225、300 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$

分别减产 4.6%、15.6%、25.6%、13.2%。说明设施辣椒生产中合理的磷肥用量是获得高产的关键因素之一。

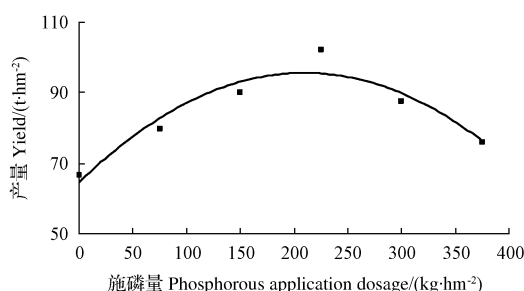


图6 磷肥用量对设施辣椒产量的影响

Fig. 6 Effect of phosphorous application rate on yield of greenhouse pepper

2.6 设施辣椒磷肥合理施用量及经济效益分析

对试验条件下磷肥用量与辣椒产量之间的关系进行了模拟,得到二者之间的相关关系为: $y = 667.579 + 0.2963x - 0.0007x^2$, $R^2 = 0.9043$ 。磷肥的一次项系数为正,二次项系数为负,呈现典型的抛物线性关系,符合肥料效应的报酬递减规律,决定系数表明,辣椒产量的高低 90% 依存于磷肥用量。

根据边际分析原理, $\partial y / \partial x = 0$ 时,辣椒产量最高,并可计算最高产量磷肥用量 $P_2O_5 \text{ max} = 211.64 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 而 $\partial y / \partial x = p_x / p_y$ 时,经济效益最大,并可以计算最大经济效益磷肥用量。当季磷素单价为 $P_x = 6200 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$, 而辣椒单价仅 $P_y = 2000 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$, 从而得到最大经济效益磷肥用量 $P_2O_5 \text{ opt} = 187.14 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

施肥是促进作物增产的主要手段,而施肥成本约占农业生产成本的 50%,提高肥料的经济效益就能够提高种植业的经济效益。该试验中肥料成本为 $N 3.9 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$, $P_2O_5 6.2 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$, $K_2O 8.4 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$, 辣椒平均售价为 $2.0 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。不同磷肥用量下设施辣椒的经济效益见表1。施肥后增产效果显著, $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理下,增产率最高达 66.94%,辣椒产值达到 $204200 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$, 直接经济效益 $190040 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。当施肥量达到 $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,肥料成本增加,但产量却降低,产投比和经济效益也随之降低。

表1

磷肥用量对设施辣椒经济效益的影响

Table 1

Effect of phosphorous application dosage on profits of greenhouse pepper

磷肥用量 /($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	平均产量 /($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	增产率 /%	肥料成本 /($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)	产值 /($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)	经济效益 /($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)	产投比
0	61.16	0	12765	122317	109552	9.58
75	79.70	30.31	13230	159400	146170	12.05
150	90.10	47.32	13695	180200	166505	13.16
225	102.10	66.94	14160	204200	190040	14.42
300	87.60	43.23	14625	175200	160575	11.98
375	76.00	24.26	15090	152000	136910	10.07

3 讨论与结论

辣椒产量的形成是吸收矿物质、水分和二氧化碳的营养过程。土壤中的磷素能促使根系和地上部加快生长,加快植物体内各种代谢作用,促进花芽分化^[7]。该研究发现辣椒幼苗期难以利用土壤养分,进入苗期后,对磷肥反应明显,辣椒株高迅速增加,进入生殖生长阶段,辣椒叶片叶绿素含量同样随磷肥用量的增加而显著增加。通常磷素首先向生长中心运输,此外,它还参与碳水化合物的代谢与运输,有利于辣椒果实的生长。辣椒在全生育期都吸收磷,进入结果期后吸磷量大幅度增加,以成熟期吸收磷量最多^[8]。该研究发现适宜的低磷投入($75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)能促使辣椒植株健壮,有利于形成高产。 $75 \sim 225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 磷促进冠幅显著增加,更高的磷量则产生反作用。辣椒进入生殖生长后,随着磷肥施用的增加,辣椒的株高、冠幅、茎粗均呈上升趋势,生殖生长旺期,磷肥的作用越明显^[9]。该研究得出在辣椒始花期后,辣椒对磷的需求加速,随着磷肥施入的增加,开花数增多,单株果数也相应增多。但不施磷肥或施磷肥不足时,其落花落果情况较为严重,直接影响产量。

从经济效益与成本投入角度考虑,在单位面积上取得相同净产值的情况下(仅以肥料为唯一成本核算)低投入的肥料组合为较理想方案^[10]。当施磷量适宜时辣椒最高产量能达到 $19\ 615 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[3]。施入过多的磷肥并不能完全将吸收的磷转变为产量的提高,形成辣椒对磷肥的奢侈吸收^[11]。该研究也认为随着辣椒营养生长向生殖生长的转移,在 $75 \sim 225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 范围内磷肥对辣椒的株高促长作用显著,但过量的磷肥投入($300 \sim 375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)抑制了辣椒的营养生长。合理的养分管理是以作物的生长和磷素吸收规律为中心,保证作物生长必要的耕层土壤磷素水平,实现土壤—作物体系磷素的输出输入过程的平衡^[12],让农民在减少投入的情况

下,保证作物的产量和品质不受到影响,而经济效益和环境效益增加。该研究发现辣椒产量的高低 90% 依存于磷肥用量,当磷肥用量超过 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时产量下降,呈典型的抛物线性关系,符合肥料效应的报酬递减规律。

在满足辣椒对氮肥、钾肥需求的前提下,在一定用量范围内,随磷肥用量的增加可明显提高辣椒果实的长度、肩宽和果肉厚度,从而提高辣椒的产量。通过边际分析原理可以确定该地区设施辣椒最高产量 P_2O_5 施用量为 $211.64 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,最大经济效益 P_2O_5 施用量为 $187.14 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

参考文献

- [1] 高树涛,黄玲,赵凯,等. 磷肥不同用量对辣椒品质的影响[J]. 山东农业科学,2009(1):82-83.
- [2] 黄科,李宾. 辣椒功能保健成分研究进展[J]. 辣椒杂志,2006(3):6-8.
- [3] 陈珊珊,张恩让,刘春成. 磷肥对辣椒生长和产量的影响[J]. 耕作与栽培,2009(3):39-40.
- [4] 刘黎,孙锐锋,肖厚军,等. 不同磷肥品种及用量在辣椒上的施用效应[J]. 湖北农业科学,2012,51(14):2943-2944.
- [5] 孙权,郭鑫年,李建设,等. 宁夏引黄灌区日光温室辣椒高产施肥量及配比研究[J]. 西北农业学报,2010,19(4):110-114.
- [6] 沙海宁,孙权,李建设,等. 不同施磷量对设施番茄生长,产量的影响及最佳施用量研究[J]. 长江蔬菜,2010(20):59-62.
- [7] 周开芳,杨淑涯. 磷、钾肥不同施用量对辣椒生长及产量的影响[J]. 长江蔬菜,2015(6):16.
- [8] 杨红,姜虹,赖卫,等. 水肥耦合对辣椒产量和品质协同提高的研究[J]. 长江蔬菜,2009(6):53-56.
- [9] 王彦飞,曹国瑶. 不同施肥方式对辣椒产量和经济效益的影响研究[J]. 中国农学通报,2010,26(20):234-237.
- [10] 郭鑫年,孙权,李建设,等. 氮磷钾配比对设施辣椒产量和效益的影响[J]. 长江蔬菜,2010(22):57-59.
- [11] 吴晓丽,马婷慧,郝永祯. 宁南山区肥料施用量对设施辣椒产量的影响[J]. 北方园艺,2013(2):43-45.
- [12] 梁运江,依艳丽,许广波,等. 水肥耦合效应对辣椒植株生长发育的影响[J]. 中国农村水利水电,2009(4):42-45.

Effect of Different Phosphate Dosage on Greenhouse Pepper Grown and Production Efficiency

WANG Li¹, SUN Lifang², JI Lidong³

(1. Yinchuan Agricultural and Technical Extension and Service Center, Yinchuan, Ningxia 750004; 2. Experimental Center of Forestry in North China, Chinese Academy of Forestry, Beijing 102300; 3. Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

Abstract: People usually pay more attention to nitrogen fertilizer input but less investment in phosphate fertilizer in Yinchuan greenhouse. Based on the widely cultivated pepper in Yinchuan as the research object, setting the different dosage of phosphate fertilizer experiment, through the analysis of phosphate fertilizer effect on pepper growth, yield and economic benefit to screen the optimum applying phosphorus content. The results showed that increasing phosphate fertilizer could significantly promote the pepper plant growth during the early fruiting period. Suitable low phosphorus inputs could cause pepper plants robust. $75 \sim 225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ phosphorus pentoxide dosage could promote the crown

DOI:10.11937/bfyy.201613015

不同氮钾用量对设施西瓜产量和品质的影响

诸海焘¹, 徐四新¹, 余廷园¹, 林天杰², 范红伟², 蔡树美¹

(1. 上海市农业科学院 生态环境保护研究所, 上海市设施园艺技术重点实验室, 农业部上海农业环境与耕地保育科学观测实验站, 上海 201403; 2. 上海市农业技术推广服务中心, 上海 201103)

摘要:以西瓜为试材,通过不同氮钾用量试验,研究了不同肥料用量对西瓜生长发育、产量和品质的影响。结果表明:在一定范围内,随着氮用量的上升,西瓜产量增加。当每667 m²氮用量达到10 kg以后,西瓜产量开始呈下降趋势;钾对提升西瓜品质有较大作用,高钾处理(每667 m²施用16 kg K₂O)比低钾处理(每667 m²施用14 kg K₂O)糖酸比提高4.57%~6.27%。该试验条件下每667 m²氮、钾推荐用量分别为6.73 kg和16 kg。

关键词:西瓜;氮;钾;产量;品质

中图分类号:S 651.606⁺.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)13-0054-03

西瓜是上海市场的重要果品,也是市民最喜爱、最普遍食用的瓜果品种,更是上海郊区种植业结构调整中最主要的高效经济作物之一。据统计,2010年全市西瓜生产面积约1.32万hm²,总产量约45万t,总产值约12亿元,是上海郊区种植业中农民增收最大的项目之一。西瓜生长在偏碱的砂性壤土中品质较好,上海地区在沿海、沿江地区种植西瓜产量高、瓜甜、汁水多、爽口,品种上以中小型西瓜为主:如“早佳(8424)”“早春红玉”等,其中,2008年春季“早佳(8424)”的种植面积0.56万hm²,占西瓜种植总面积的59.1%^[1]。

氮、磷、钾是西瓜生长发育必需的三要素,对促进西瓜植株的光合作用,加速糖分的运转和积累具有重要作用^[2],适时适量施用氮磷钾肥料,对促进西瓜生长发育、

提高产量和品质都具有重要意义。课题组进行了西瓜氮磷钾三要素的不同施用量配比试验研究,以期得出西瓜高产优质的氮、钾合理比例和用量,指导科学生产。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在上海浦东六灶瓜果有限公司内进行,供试西瓜品种为“早佳(8424)”。

1.2 试验方法

试验方案见表1,共设7个处理,每667 m²施用氮设0、8、10、12 kg 4个水平;每667 m²施用磷为7 kg;每667 m²施用钾设0、14、16 kg 3个水平,每处理3次重复,共21个小区,每小区面积20 m²,随机排列,株距35 cm,每667 m²栽500株。

供试土壤基础肥力中等,有机质含量2.34%,全氮含量0.19%,碱解氮139.28 mg·kg⁻¹,有效磷13.90 mg·kg⁻¹,速效钾140.0 mg·kg⁻¹,pH 7.61。2013年7月17日施基肥,9月29日第1次追肥,10月8日第2次追肥。除施肥外,其它用药、整枝等管理措施严格一致。

采样时期及株数:幼苗期8月22日,移栽前(20株);伸蔓前期9月2日,第5片叶平展(5株);伸蔓后期9月12日,第10片叶平展(5株);坐果期9月27日,授

第一作者简介:诸海焘(1980-),男,本科,副研究员,现主要从事植物营养与施肥等研究工作。E-mail:htzhu123@163.com。

责任作者:蔡树美(1984-),女,博士,副研究员,现主要从事蔬菜肥水调控等研究工作。E-mail:caishumei@saas.sh.cn。

基金项目:上海市农委科技兴农推广课题资助项目(沪农科推字2013第1-3号);科技部农业科技成果转化资金资助项目(2014GB2C000073);上海市西瓜甜瓜产业技术体系建设专项资助项目;上海市农委科技攻关重点资助项目(沪农科攻字2013第5-9号)。

收稿日期:2016-02-14

significantly increased but more had the opposite effect. The relationship between phosphate dosage and hot pepper production performance was a typical parabolic type, when the dosage of phosphorus pentoxide was less than 225 kg·hm⁻², with the increase of the dosage of phosphate fertilizer, the hot pepper production increased, but further increase dosage of phosphate fertilizer, leading to decline in output. The highest yield applying phosphorus pentoxide content was 211.64 kg·hm⁻², but the maximum economic benefit phosphorus pentoxide dosage of the region was 187.14 kg·hm⁻².

Keywords: hot pepper; greenhouse; phosphate dosage; quality