

水肥一体化对红辣椒生长发育的影响

张松婷, 王超楠, 宋述尧*, 毛立宝, 张传伟

(吉林农业大学园艺学院, 长春 130118)

摘要: 本试验以‘金塔’红辣椒为试验材料, 研究比较不同的水肥条件下对红辣椒的生长、光合性能及产量等性状的效应。结果表明: 灌水下限值为70%的田间持水量, 施氮肥量 12.5 kg/667 m²、钾肥量 17.5 kg/667 m² 处理红辣椒干物质积累量、净光合速率、产量显著高于其他水肥处理, 分别比对照提高 23.22%、10.15%、10.15%。

关键词: 红辣椒; 水肥一体化; 产量

中图分类号: S641.3

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)05-0052-04

Effect of Integrative Water and Fertilizer on the Growth and Development of Hot Pepper

ZHANG Songting, WANG Chaonan, SONG Shuyao*, MAO Libao, ZHANG Chuanwei

(College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Using ‘Jinta’ as the test material, effects of different conditions of water and fertilizer on hot pepper growth, photosynthetic performance and yield were studied in the experiment. The results showed that when the irrigation low limit values for 70% of field water holding capacity and nitrogenous fertilizer rate was 12.5 kg/667 m², and potassium fertilizer 17.5 kg/667 m², dry matter accumulation, net photosynthetic rate and yield were significantly higher than other water and fertilizer treatments, which were 23.22% and 10.15% and 10.15% higher than that of the control, respectively.

Key words: Hot pepper; Water and fertilizer integration; Yield

红辣椒是我国重要的蔬菜产品之一, 主产区多为干旱或半干旱地区, 如新疆、宁夏、甘肃等^[1-3]。这类地区空气湿度小, 红辣椒病害轻, 人工灌溉成为高产的关键, 因此节水栽培是红辣椒主产区的一项重要技术措施。吉林省西部地区为典型的半干旱地区, 近年来红辣椒逐渐发展成为当地的主要特色产业^[4], 2015年栽培面积达15万亩, 其中80%实现了膜下滴灌, 具备了水肥一体化栽培的硬件条件。因此, 研发新的肥水管理技术对吉林省红辣椒节本增效栽培具有重要意义。

自1974年水肥一体化技术首次应用在棉花上取得了增产、节水、省肥的效果后^[5], 陆续证实小麦、水稻、玉米等大田作物应用水肥一体化技术可以促进生长, 增加产量15%~20%, 节约用水40%以上, 节省肥料20%以上^[6]。番茄、黄瓜等设

施栽培蔬菜, 不仅促进其生长, 增加产量10%~20%, 还能节省水肥30%~40%^[7]。目前, 对水肥一体化技术在辣椒上的研究主要集中在设施栽培及甜椒栽培^[8-9], 而水肥一体化对红辣椒的研究却鲜见报道。因此, 本试验以红辣椒为研究对象, 探索水肥一体化技术对红辣椒生长发育的影响效应, 为其规模化生产应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验辣椒品种为‘金塔’, 是吉林省西部地区主栽品种, 干鲜兼用型。温室穴盘育苗, 苗龄70 d。

1.2 试验设计

试验设置3个水分处理(A₁: 100%FC~95%FC、A₂: 100%FC~70%FC、A₃: 100%FC~45%FC), 5个施肥处理(B₁、B₂、B₃、B₄、B₅)采用随机区组设计, 盆栽栽培(直径为25 cm, 高30 cm), 每个处理12桶, 3次重复。试验设置对照为CK, 常规灌水, 常规施肥。灌水量和施肥量见表1。

收稿日期: 2016-05-03

作者简介: 张松婷(1990-), 女, 在读硕士, 主要从事蔬菜栽培生理研究。

通讯作者: 宋述尧, 男, 教授, E-mail: sysongjia@126.com

表 1 不同处理的灌水下限值与肥料施用量

处理	灌水上限值-灌水下限值	肥料施用量 (kg/667 m ²)		处理	灌水上限值-灌水下限值	肥料施用量 (kg/667 m ²)	
		N	K ₂ O			N	K ₂ O
A ₁ B ₁	100%FC-95%FC	25	35	A ₂ B ₄	100%FC-70%FC	25	17.5
A ₁ B ₂	100%FC-95%FC	12.5	17.5	A ₂ B ₅	100%FC-70%FC	0	0
A ₁ B ₃	100%FC-95%FC	12.5	35	A ₃ B ₁	100%FC-45%FC	25	35
A ₁ B ₄	100%FC-95%FC	25	17.5	A ₃ B ₂	100%FC-45%FC	12.5	17.5
A ₁ B ₅	100%FC-95%FC	0	0	A ₃ B ₃	100%FC-45%FC	12.5	35
A ₂ B ₁	100%FC-70%FC	25	35	A ₃ B ₄	100%FC-45%FC	25	17.5
A ₂ B ₂	100%FC-70%FC	12.5	17.5	A ₃ B ₅	100%FC-45%FC	0	0
A ₂ B ₃	100%FC-70%FC	12.5	35	CK	常规灌水	25	35

水分处理:灌水量用田间最大持水量的上限值和下限值作为调控指标。田间最大持水量的上限值和下限值采用土壤水分张力计读数来表示。通过预试验,本试验使用的土壤水分张力计的读数(y)与田间最大持水量(x)的关系为 $y=-49.968x+55.202$ ($R^2=0.9931$)。

肥料处理:各肥料处理均施入 N 5 kg/667 m², K₂O 12.5 kg/667 m²作为基肥,与营养土搅拌均匀后分装栽培桶中,栽培桶内土壤类型为黑钙土,取自吉林农业大学园艺学院蔬菜基地。试验中各处理共追肥 2 次,第一次追肥在门椒盛花期(门椒开花 60% 以上,之后简称盛花期)按表 1 进行施肥,第二次追肥在门椒盛果期(门椒坐果 60% 以上,之后简称盛果期),试验所用的肥料为尿素(N 46%)和全水溶硫酸钾(K₂O 50%)。

试验在吉林农业大学园艺学院蔬菜基地实施,试验区设置遮雨棚,将盆栽辣椒置于遮雨棚内。

1.3 测定指标及方法

叶绿素含量采用乙醇-丙酮浸泡法测定^[10];净光合速率采用 Li-6000 便携式光合仪进行测定;初霜前一次性采收辣椒果实,自然风干后测定产量。

2 结果与分析

2.1 不同水肥处理对红辣椒生长的影响

由表 2 可知,相同水分处理中,红辣椒施肥的生长量显著高于不施肥处理(B₅),施氮肥量为 12.5 kg/667 m²、施钾肥量为 17.5 kg/667 m²时,植株的株高、茎粗、干物质积累量最大,氮肥或磷肥为常规用量时(盛花期施 N 25 kg/667 m²,K₂O 35 kg/667 m²),均导致红辣椒生长量低于 CK。

表 2 不同水肥处理对红辣椒植株生长量的影响

处理	株高(cm)	茎粗(cm)	干物质量		处理	株高(cm)	茎粗(cm)	干物质量	
			果实(g/株)	全株(g/株)				果实(g/株)	全株(g/株)
A ₁ B ₁	83.73h	1.358f	94.289f	191.7h	A ₂ B ₄	83.77h	1.511cd	116.409c	243.4c
A ₁ B ₂	107.16a	1.582b	116.303c	241.2d	A ₂ B ₅	67.01n	1.375ef	91.852g	185.4i
A ₁ B ₃	99.54b	1.516c	104.049d	203.4f	A ₃ B ₁	74.53n	1.413e	77.950j	142.1m
A ₁ B ₄	89.87e	1.418e	100.787e	204.1f	A ₃ B ₂	92.53d	1.482b	79.968i	154.8j
A ₁ B ₅	75.47l	1.394ef	83.481h	145.8l	A ₃ B ₃	87.78g	1.474d	74.503k	148.3k
A ₂ B ₁	77.99j	1.512cd	104.707d	199.7g	A ₃ B ₄	82.11i	1.375ef	73.051l	146.8l
A ₂ B ₂	94.23c	1.655a	130.319a	280.2a	A ₃ B ₅	66.01n	1.312g	65.770m	128.5n
A ₂ B ₃	89.39f	1.606b	121.959b	252.1b	CK	76.38k	1.532c	115.895e	227.4e

相同肥料条件下,不同水分对红辣椒生长影响不同(详见表 2)。B₁(盛花期施 N 25 kg/667 m², K₂O 35 kg/667 m²)、B₂(盛花期施 N 12.5 kg/667 m², K₂O 17.5 kg/667 m²)、B₃(盛花期施 N 12.5 kg/667 m², K₂O 35 kg/667 m²)、B₄(盛花期施 N 25 kg/667 m², K₂O 17.5 kg/667 m²)、B₅(盛花期不施肥),红辣椒株高最大值均为 A₁(灌水下限值为 95% 田间最大

持水量),分别为 83.73 cm, 107.16 cm, 99.54 cm, 89.87 cm, 75.47 cm, 较 CK 分别增加 9.62%、40.30%、30.32%、17.66%、-1.19%。相同肥料条件下,茎粗达最大时的水分处理为 A₂(灌水下限值为 70% 田间最大持水量),与 CK 相比茎粗的增长高达 8.03%。水分对干物质积累量的影响大小表现为 A₂>A₁>A₃(灌水下限值为 45% 田间最大持

水量)。

在不同水肥处理下,株高最大的为A₁B₂,与其他处理间比较差异显著($p<0.05$),较CK提高40.30%;株高较小为A₂B₅、A₃B₁、A₃B₅,较CK分别降低12.27%、2.42%、13.58%。A₂B₂的茎粗、干物质积累量与各处理比较差异显著($p<0.05$),茎粗较CK提高5.52%,果实、全株的干物质积累量较CK分别提高12.45%和23.24%。A₁B₅的茎粗最小,较CK降低14.36%;干物质质量最少的是A₃B₅,果实干物质质量较CK下降43.25%,全株干物质质量较CK降低43.49%。由不同处理的株高、茎粗、干物质质量可知,利于红辣椒生长的处理为A₂B₂。

2.2 不同水肥处理对红辣椒光合性能的影响

由表3可知,A₁水平下,光合性能最优的为B₂,叶绿素a含量、叶绿素b含量及净光合速率较CK分别提高3.92%、-1.54%、13.57%;光合性能最小的为B₅,叶绿素a、叶绿素b较CK分别降低

14.63%、20.32%,净光合速率较CK增加0.56%。A₂处理中,叶绿素a含量、叶绿素b含量及净光合速率最大的为B₂,较CK分别提高5.38%、10.69%、10.15%;光合性能最小的为B₅,该处理中叶绿素a含量、叶绿素b含量、净光合速率较CK分别下降10.26%、21.00%、2.49%。灌水量为A₃时,红辣椒光合性能达最大为B₂,较CK叶绿素a含量降低25.39%,叶绿素b含量及净光合速率分别增加5.01%、3.61%;光合性能最小为B₅,叶绿素a含量、叶绿素b含量及净光合速率较CK分别降低39.62%、20.42%、8.84%。

A₁B₂、A₁B₃、A₂B₂、A₂B₃叶绿素含量差异不显著,较其他水肥处理差异显著,且显著高于其他处理。净光合速率达最大为A₁B₂、A₂B₂,净光合速率最小为A₁B₅、A₂B₅、A₃B₅。通过光合色素及净光合速率的差异比较可知,光合性能较优的处理为A₁B₂和A₂B₂。

表3 不同水肥处理对红辣椒光合性能的影响

处理	叶绿素a (mg/g)	叶绿素b (mg/g)	净光合速率 (μmol/mol)	处理	叶绿素a (mg/g)	叶绿素b (mg/g)	净光合速率 (μmol/mol)
A ₁ B ₁	3.328ef	0.904e	16.61cd	A ₂ B ₄	3.916b	1.033c	16.59cd
A ₁ B ₂	3.921ab	1.022b	18.24a	A ₂ B ₅	3.386de	0.820f	15.66ef
A ₁ B ₃	3.824ab	1.033c	17.53b	A ₃ B ₁	2.408h	0.877e	15.24f
A ₁ B ₄	3.490cd	0.971d	16.85c	A ₃ B ₂	2.815g	1.090b	16.64c
A ₁ B ₅	3.221f	0.827f	16.15de	A ₃ B ₃	2.729g	0.985d	16.04e
A ₂ B ₁	3.561c	0.957d	15.85e	A ₃ B ₄	2.673g	0.909e	15.74e
A ₂ B ₂	3.976a	1.149a	17.69b	A ₃ B ₅	2.278h	0.826f	14.64g
A ₂ B ₃	3.926ab	1.078b	16.86c	CK	3.773b	1.038c	16.06e

2.3 不同水肥处理对红辣椒产量的影响

由表4可知,A₁处理下,产量达最大为B₂,较CK提高5.44%;产量较小为B₅,较CK降低0.80%。A₂处理中,产量优于其他处理的为B₂,较CK提高10.15%;产量最小为B₅,较CK增加3.57%。灌水

量为A₃时,产量最大处理为B₂,较CK增加2.90%;产量最小为B₄,较CK下降2.81%。

在本试验处理下,A₂B₂的单株果重为205.76g、产量为686.2kg/667m²。其他处理相比差异显著,均高于其他处理;通过单株结果数及产量的

表4 不同水肥处理对红辣椒产量的影响

处理	单株果重(g)	产量(kg/667 m ²)	增产率(%)	处理	单株果重(g)	产量(kg/667 m ²)	增产率(%)
A ₁ B ₁	183.14i	610.8gh	-1.95	A ₂ B ₄	195.38d	651.6cd	4.60
A ₁ B ₂	196.97c	656.9bc	5.44	A ₂ B ₅	193.46ef	645.2de	3.57
A ₁ B ₃	193.61e	645.7de	3.65	A ₃ B ₁	192.17f	640.9e	2.88
A ₁ B ₄	186.84g	623.1f	0.01	A ₃ B ₂	192.20f	641.0e	2.90
A ₁ B ₅	185.31h	618.0fg	-0.80	A ₃ B ₃	187.02g	623.7f	0.12
A ₂ B ₁	197.57bc	658.9bc	5.76	A ₃ B ₄	181.56j	605.5h	-2.81
A ₂ B ₂	205.76a	686.2a	10.15	A ₃ B ₅	182.37ij	608.2h	-2.38
A ₂ B ₃	198.68b	662.6b	6.37	CK	186.81g	623.0f	0.00

比较分析可知,产量达最优的处理为A₂B₂。

3 讨论与结论

本试验研究表明,当灌水量为70%田间最大持水量,施肥量为施氮肥12.5 kg/667 m²,施钾肥17.5 kg/667 m²时,红辣椒各项生长发育性状优于其他水肥处理,该条件下达到阈值,继续增加肥、水施用量,导致红辣椒的生长发育性状下降。关于水肥一体化技术对蔬菜生长发育的影响,前人做了大量研究。研究表明,应用水肥一体化作物的生产中水、肥施用量存在一定阈值,低于此阈值时增加肥、水施用量促进生长,高于此阈值时增加肥、水施用量对作物生长的影响不大^[10-11]。高方胜等研究表明,番茄茎粗在土壤田间最大持水量为80%时达最大,茎粗为1.36 cm^[12]。本试验中茎粗达最大时,灌水量为土壤田间最大持水量的70%,茎粗为1.655 cm,二者存在差异主要由于栽培蔬菜种类不同导致,该水分下盛花期施氮肥量为12.5 kg/667 m²,钾肥量为17.5 kg/667 m²,株高、茎粗、干物质积累量较常规管理分别提高23.37%、8.03%、23.22%,说明该水肥管理的植株生长量优于其他处理。

光合性能在适宜的肥料条件下可以提高红辣椒的根系发育、增加对水分的吸收、提高净光合速率^[13],在适宜水分条件下,增加肥料施用量利于叶绿素的合成,进而增强光合作用,促进红辣椒的生长发育^[14]。本试验灌水量为土壤田间最大持水量的70%,盛花期施氮肥量为12.5 kg/667 m²,钾肥量为17.5 kg/667 m²时,光合性能优于其他处理,叶绿素a、叶绿素b、净光合速率较常规管理分别增加5.38%、10.69%、10.15%。

本试验中产量达最大为686.2 kg/667 m²,较常规管理增产10.15%,该水肥管理模式为70%田间最大持水量,盛花期施氮肥12.5 kg/667 m²,钾肥17.5 kg/667 m²。灌水和施肥过多或过少均不利于产量的形成,与刘世全等^[15]研究一致。

综合水、肥对红辣椒生长发育和产量的影响,得出70%田间最大持水量,盛花期施氮肥12.5 kg/667 m²,钾肥17.5 kg/667 m²的处理更适于

红辣椒应用水肥一体化技术的管理,且在该处理条件下与常规管理相比可有效节水、省肥(此处较常规灌溉相比节水2.18%,节省氮肥55.56%,钾肥53.85%,该结果另行撰文阐述)。

参考文献:

- [1] 葛菊芬,颜 彤,欧阳炜,等.新疆辣椒产业现状及发展对策建议[J].辣椒杂志,2010(2):8-10,16.
- [2] 杨 飞,高艳明,李建设.宁夏设施沙培辣椒引种试验[J].北方园艺,2013(10):44-47.
- [3] 陈 平,杜太生,王 峰,等.西北旱区温室辣椒产量和品质对不同生育期灌溉调控的响应[J].中国农业科学,2009,42(9):3203-3208.
- [4] 袁 丽,魏新平.从设施农业用水角度谈我国节水灌溉的发展[J].中国农村水利水电,2013(9):48-51.
- [5] 管 瑶,张忠学,王贵作,等.水肥耦合效应研究与新疆棉区可持续发展[J].水土保持研究,2006,13(4):226-227.
- [6] 高祥照,杜 森,钟永红,等.水肥一体化发展现状与展望[J].中国农业信息,2015(2):14-19,63.
- [7] 薛守政,钱 峰.设施蔬菜的水肥一体化技术[J].吉林蔬菜,2010(4):98.
- [8] 李翊华,张芬琴,陈修斌,等.温室水肥耦合对甜椒生长和果期叶片光合特性的影响[J].江苏农业学报,2015,31(2):415-421.
- [9] 李尚蔚,田军仓,马 波.膜下滴灌定额对无土栽培辣椒光合作用和产量影响[J].灌溉排水学报,2014,33(2):54-57.
- [10] 张治安.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004:66-68.
- [11] 王殿武,刘树庆,文宏达,等.高寒半干旱区春小麦田施肥及水肥耦合效应研究[J].中国农业科学,1999,32(5):62-68.
- [12] 高方胜,徐 坤,徐立功,等.土壤水分对番茄生长发育及产量品质的影响[J].西北农业学报,2005,14(4):69-72.
- [13] 李生秀,李世清,高亚军,等.施用氮肥对提高旱地作物利用土壤水分的作用机理和效果[J].干旱地区农业研究,1994(1):38-46.
- [14] 高 静,梁银丽,贺丽娜,等.水肥交互作用对黄土高原南瓜光合特性及其产量的影响[J].中国农学通报,2008,24(5):250-255.
- [15] 刘世全,曹红霞,杨 慧,等.水氮供应与番茄产量和生长性状的关联性分析[J].中国农业科学,2014,47(22):4445-4452.

(责任编辑:王 昱)