



# 不同追肥配比对陕西关中温室辣椒生长的影响

韩晓萍<sup>1</sup>, 胡旭莹<sup>1</sup>, 刘 凌<sup>1</sup>, 孟 延<sup>2</sup>

(1. 富平县农业技术推广中心, 陕西 富平 711700; 2. 渭南市农业科学研究所, 陕西 渭南 714000)

**摘要:**为探究富平辣椒产区适宜的水溶肥追施量,以当地农户常规用量为对照,在辣椒的生长前期、结椒期和盛椒期分别设计了氮、钾肥的减量处理。结果表明:不同阶段的减肥处理辣椒产量和采收数都高于常规追肥量。产量以辣椒生长后期减氮、减钾 30% 的处理(C<sub>3</sub>)最高,采收数以辣椒移栽至开花期减氮 30% 的处理(C<sub>2</sub>)最高;肥料农学效率以 C<sub>3</sub> 处理最高,肥料偏生产力表现为 C<sub>3</sub> 和各阶段都减肥 30% 的 C<sub>4</sub> 处理较高。结合土壤基础状况,建议在辣椒生长前期应稳施氮肥,在结椒至盛椒期应少施钾肥。

**关键词:**辣椒; 温室; 追肥; 生长

陕西是西北农业优势区,也是西北设施蔬菜面积最大的省份<sup>[1]</sup>。截止 2016 年全省设施种植总面积 20 余万 hm<sup>2</sup>,其中日光温室 4.13 万 hm<sup>2</sup>,大中拱棚 9.87 万 hm<sup>2</sup>,小拱棚 5 万 hm<sup>2</sup>,分别占比 22%、52% 及 26%,设施结构分布日趋合理。产业布局也不断优化,尤其是关中地区特色农业凸显,形成了以阎良、灞桥、长安为主的大棚西瓜

甜瓜产区,以大荔、潼关、临渭为主的日光温室蔬菜产区和以兴平、武功为主的时令水果及清水莲藕产区<sup>[2]</sup>。渭南市位于陕西关中平原东部,地处暖温带,四季分明,地势平坦,也是陕西乃至西北地区重要的瓜、果、菜产区和设施农业优势区<sup>[3]</sup>。2016 年全市瓜菜面积 11.33 万 hm<sup>2</sup>,生产效益明显,给当地农民致富、农业增收带来了显著作用<sup>[4]</sup>。

目前在渭南设施农业主产区,除部分旱塬山地水肥管理采用传统“一炮轰”之外,具有灌溉条件的地区利用沟施、微喷灌或者滴灌将水溶肥进

收稿日期:2018-03-13

第一作者简介:韩晓萍(1974-),女,农艺师,从事植物保护与技术推广。E-mail:335680625@qq.com。

- [3] Cai Q, Long M L, Zhu M, et al. Food chain transfer of cadmium and lead to cattle in a lead-zinc smelter in Guizhou[J]. China. Environmental Pollution, 2009, 157(11): 3078-3082.
- [4] 樊霆, 叶文玲, 陈海燕, 等. 农田土壤重金属污染状况及修复技术研究[J]. 生态环境学报, 2013, 22(10): 1727-1736.
- [5] 解文艳, 樊贵盛. 土壤质地对土壤入渗能力的影响[J]. 太原理工大学学报, 2004(5): 537-540.
- [6] 殷飞, 王海娟, 李燕燕, 等. 不同钝化剂对重金属复合污染土

壤的修复效应研究[J]. 农业环境科学学报, 2015, 34(3): 438-448.

- [7] 葛楠楠, 石芸, 杨宪龙, 等. 黄土高原不同土壤质地农田土壤碳、氮、磷及团聚体分布特征[J]. 应用生态学报, 2017, 28(5): 1626-1632.
- [8] 游松财, 邸苏闯, 袁晔. 黄土高原地区土壤田间持水量的计算[J]. 自然资源学报, 2009, 24(3): 545-552.

## Effects of Soil Texture and Alkali Degree on Adsorption of Heavy Metals

LI Ting, HUANG Dong-ya, YAN Jin-ting, CAI Xin, YANG Yong

(Testing and Monitoring Center of Agricultural Products Quality and Security, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** In order to promote the application and promotion of new adsorbent materials, we selected 30 soil samples for texture and acid and alkaline analysis. Comparative analysis of loam, sandy loam, acidic loam and alkaline loam was used to study the influence of soil texture and pH on the adsorption effect of heavy metal to cadmium and nickel. The results showed that the adsorption effect of Cd and Ni in sandy loam was higher than that in loam. The adsorption effect of Cd and Ni on acid soil was higher than that in alkaline soil.

**Keywords:** soil texture; soil pH; adsorption material; adsorption effect

行果菜的追施,使水溶肥的应用越来越普及<sup>[5-6]</sup>。因此,本试验以辣椒为供试作物,利用施肥桶、微型加压泵与滴灌带连接实现水肥一体化,在渭南市富平县日光温室对比了水溶肥的不同养分配比对辣椒生长的影响,为当地的设施辣椒水肥管理提供参考借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在渭南市富平县留古镇惠高村日光温室进行(N34°75',E109°28')。该地区属温带大陆性季风气候,日照充足,平均气温 10.5~13.3℃,降水量 533.3 mm,土壤类型为壤土<sup>[7]</sup>。试验前耕层 0~20 cm 土壤的基本指标结果如下:有机质 13.50 g·kg<sup>-1</sup>,全氮 0.14 g·kg<sup>-1</sup>,速效磷 135.28 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 265.38 mg·kg<sup>-1</sup>,pH8.12。

1.2 材料

辣椒品种为国花 1 号螺丝椒。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验开始前底肥统一施用,用量如下:尿素 300 kg·hm<sup>-2</sup> (N 46%),磷酸二铵 750 kg·hm<sup>-2</sup> (N 18%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%),“康宝来”微生物菌肥 750 kg·hm<sup>-2</sup>。辣椒移栽后共设 4 个不同追肥处理:当地农户常规追肥量(C<sub>1</sub>);移栽-开花

期氮肥较常规减少 30%(C<sub>2</sub>);结椒期和盛椒期氮、钾肥较常规减少 30%(C<sub>3</sub>);除盛花期外其余阶段氮、钾肥均较常规减少 30%(C<sub>4</sub>)。氮肥追施用尿素,钾肥用“普罗施旺”水溶性纯钾肥(K<sub>2</sub>O, 52%)。盛花期统一追施苏贝尔“16-30-10”型水溶肥。具体施肥量见表 1。

每个追肥期将肥料溶于施肥桶后,利用手提式微型加压泵与田间滴灌带连接,使肥料随水滴灌,各处理每次追肥的用水量均为 60 L。每个处理 3 个重复,共 12 个小区,每个小区 2 垄,面积 20.04 m<sup>2</sup>,每垄双行定植,行距 40 cm,株距 30 cm,每行栽 17 株。供试辣椒于 2017 年 1 月 18 日移栽定植,5 月 2 日起至 7 月 18 日分批次采收。

1.3.2 测定项目与方法 每个小区选取 10 株具有代表性的辣椒植株挂牌标记。每次采收后计算产量并统计每小区辣椒采摘个数,以辣椒的颜色变深、表面光亮、果实稍硬为采收标准。同时根据总施肥量和最终产量计算肥料农学利用率和偏生产力。

肥料农学利用率(kg·kg<sup>-1</sup>)=(施肥区作物产量-对照区作物产量)/施肥量;

肥料偏生产力(kg·kg<sup>-1</sup>)=施肥区作物产量/施肥量

表 1 辣椒不同生长期追肥用量

Table 1 Topdressing rates in different pepper growth period

处理 Treatments	追肥量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) Topdressing rates			
	移栽-开花期 Planting toflowering stage	盛花期 Full-bloom stage	结椒期 Fruiting stage	盛椒期 Full fruit stage
C <sub>1</sub>	N 37.50	复合肥 120	N 60,K <sub>2</sub> O 120	N 90,K <sub>2</sub> O 120
C <sub>2</sub>	N 26.25	复合肥 120	N 60,K <sub>2</sub> O 120	N 90,K <sub>2</sub> O 120
C <sub>3</sub>	N 37.50	复合肥 120	N 42,K <sub>2</sub> O 84	N 63,K <sub>2</sub> O 84
C <sub>4</sub>	N 26.25	复合肥 120	N 42,K <sub>2</sub> O 84	N 63,K <sub>2</sub> O 84

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2007 和 SAS 8.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同追肥对比对辣椒产量的影响

分别计算了辣椒每次收获期的产量,从表 2

可以看出,C<sub>3</sub>处理在第 1、3、5 次收获期产量都最高,C<sub>2</sub>处理在第 4 收获期产量最高,C<sub>4</sub>处理在第 2、7 次产量最高。从每次产量和来看,第 7 次产量和显著高于前 6 次,达 52 179.77 kg·hm<sup>-2</sup>,这与辣椒盛椒期充分结实有关。对比不同处理 7 次

收获的总产量,从高到低依次为  $C_3 > C_2 > C_4 > C_1$ 。1.85%。  
 $C_1$ ,前三者产量分别比  $C_1$  高 9.23%、6.22%、

表 2 不同收获期辣椒产量

Table 2 Pepper yield in different harvest times

采收批次 Harvesting times	时间/年-月-日 Time	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield				产量和 Sum of yield
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	
1	2017-05-02	5171.58 a	5669.50 a	6586.13 a	4984.86 a	22412.07
2	2017-05-09	7242.48 ab	5839.25 b	5595.94 b	8187.39 a	26865.06
3	2017-05-18	4837.75 a	4786.82 a	5194.21 a	3638.21 a	18457.00
4	2017-06-01	4956.57 ab	6676.66 a	4447.33 b	5697.79 ab	21778.35
5	2017-06-13	3846.43 b	3779.67 b	5833.59 a	2880.02 b	16339.70
6	2017-06-30	7910.14 a	6393.75 ab	5273.43 bc	4311.54 c	23888.85
7	2017-07-13	9630.23 bb	13160.94 a	14688.64 a	14699.96 a	52179.77
各处理总产量 Total yield		43595.17	46306.57	47619.27	44399.77	

表中每一行不同字母表示处理间差异达 0.05 显著水平。下同。  
Different letters in the same row indicate significant difference at 0.05 level,the same below.

2.2 辣椒采收个数

分别在辣椒每次收获同时统计了成熟椒的采收个数(表 3)。结果发现  $C_3$  处理在第 1、5 次采收数最多, $C_4$  处理在第 2、7 次采收数最多,这与产量结果有所对应。常规处理在第 6 次采收数显著高于其它处理,但第 7 次 3 种减肥处理的采收数又显著高于常规,其中  $C_4$  处理是常规的 1.63 倍。各处理采收总数表现为  $C_2 > C_3 > C_4 > C_1$ 。

2.3 辣椒肥料利用率

肥料农学效率表示单位施肥量与对照相比对

作物产量增加的贡献,是评价肥料增产效益常用的指标。本试验以常规追肥量为对照,由表 4 结果可以看出, $C_3$  处理的氮、钾肥农学效率最高,且与  $C_2$  都明显高于  $C_4$  处理,表明  $C_3$ 、 $C_2$  与常规相比增产显著;肥料偏生产力表示单位投入的养分含量所能生产的作物量,是计算经济效益的参考指标。结果表明  $C_3$ 、 $C_4$  的偏生产力都较高,且二者钾肥偏生产力明显高于  $C_2$  和  $C_1$ ,表明  $C_3$ 、 $C_4$  在不同生长阶段减肥尤其是减钾肥之后,单位投入的施肥量增产效率高,即田间投入产出比高。

表 3 辣椒不同收获期每小区采收个数

Table 3 Pepper picking quantity per plot in different harvest times

采收批次 Harvesting times	时间/年-月-日 Times	采收个数 Pepper picking quantity				每次总数 Total for each time
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	
1	2017-05-02	306 a	331 a	419 a	301 a	1358
2	2017-05-09	440 ab	388 ab	333 b	528 a	1689
3	2017-05-18	354 a	397 a	331 a	308 a	1389
4	2017-06-01	365 ab	515 a	338 b	428 ab	1646
5	2017-06-13	333 ab	308 ab	435 a	247 b	1324
6	2017-06-30	859a	496 b	462 b	349 b	2167
7	2017-07-13	947 b	1403 a	1444 a	1541 a	5177
合计 Total		3604	3837	3763	3704	

表 4 不同处理肥料农学效率和偏生产力

Table 4 Fertilizer agronomic efficiency and partial productivity

处理 Treatments	肥料农学效率/(kg·kg <sup>-1</sup> )		肥料偏生产力/(kg·kg <sup>-1</sup> )	
	Fertilizer agronomic efficiency		Fertilizer partial productivity	
	N	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O
C <sub>1</sub>	-	-	210.91	150.59
C <sub>2</sub>	13.87	10.76	236.92	183.76
C <sub>3</sub>	24.89	22.36	294.49	264.55
C <sub>4</sub>	5.35	4.47	295.41	246.92

3 结论与讨论

本试验表明,与当地常规追肥量相比,无论是辣椒生长前期减施氮肥,还是生长后期减施氮、钾肥,辣椒总产量均高于常规处理,并且 C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 分别比常规增产 6.22% 和 9.23%,证明了常规追肥在辣椒生长期尤其是后期存在过量的现象。从辣椒采收数来看,3 种减肥处理的采收数也高于常规,且 C<sub>2</sub> 处理最高,表明在该辣椒移栽至开花期减少氮肥用量可以在一定程度上提高结椒数。

肥料农学效率的结果与产量结果相一致。氮钾偏生产力的结果表明,辣椒成熟期以后减少钾肥用量的效果比减少氮肥更显著。C<sub>2</sub> 处理农学效率的增产效果虽然比 C<sub>4</sub> 明显,但偏生产力低于 C<sub>4</sub>,表明 C<sub>4</sub> 处理的单位投入产出比优于 C<sub>2</sub>。另外多数研究也已证实北方土壤钾素含量丰

富<sup>[8-10]</sup>,本试验开始前土壤速效钾测定结果为 265.38 mg·kg<sup>-1</sup>,按照黄绍文提出的设施果菜养分丰缺五级标准<sup>[11]</sup>,该值处于较高水平。因此针对富平县国花 1 号辣椒过量追肥带来的投入成本多、养分效率不高等现象,建议在辣椒移栽后稳施氮肥,在结椒后少施钾肥。

参考文献:

[1] 刘梦龙,赵伟,杨圆圆,等.关中东部不同设施蔬菜对低温的响应[J].中国农学通报,2016,32(22):51-56.

[2] 罗创国,张俊丽,李五建.陕西特色现代农业发展探析[J].安徽农学通报,2016,22(6):11-12.

[3] 陕西省农业勘察设计院.陕西农业土壤[M].西安:陕西科学技术出版社,1982.

[4] 孟延,问亚军,郝平琦,等.渭南市西瓜甜瓜生产现状与发展建议[J].中国瓜菜,2017,30(2):38-40.

[5] 闫春丽,王会宁,高红兵,等.渭南市设施蔬菜施肥现状与对策[J].农业与技术,2014(12):141-142.

[6] 樊红科,杜志辉,吴岱彦,等.渭北高原不同施肥方案土壤效应及对再植苹果生长发育的影响[J].干旱地区农业研究,2009,27(1):56-61.

[7] 梅畅和.渭南土壤[M].北京:天则出版社,1990.

[8] 郭兆元.陕西土壤[M].北京:科学出版社,1992.

[9] 王志勇,白由路,杨俐苹,等.低土壤肥力下施钾和秸秆还田对作物产量及土壤钾素平衡的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(4):901-907.

[10] 林英,彭福田,肖元松.中国北方桃园的施肥状况及钾素营养分析[J].落叶果树,2012(6):6-9.

[11] 黄绍文,王玉军,金继运,等.我国主要菜区土壤盐分、酸碱性 and 肥力状况[J].植物营养与肥料学报,2011,17(4):906-918.

Effect of Different Topdressing Ratio on Pepper Growth in Greenhouse in Guanzhong of Shaanxi

HAN Xiao-ping<sup>1</sup>, HU Xu-ying<sup>1</sup>, LIU Ling<sup>1</sup>, MENG Yan<sup>2</sup>

(1. Fuping Agricultural Technology Promotion Center, Fuping 711700, China; 2. Weinan Institute of Agricultural Sciences, Weinan 714000, China)

**Abstract:** In order to explore suitable dressing ratio of water-soluble fertilizer in Fuping pepper producing area, this experiment set different chemical N and K water-soluble fertilizer treatments in the early growth, fruiting and full fruiting stage of pepper, and the local normal topdressing rate was chosen as control. The results showed that pepper yield and picking quantity in all fertilizer reduction treatments were higher than the control treatment. The yield of treatment with 30% nitrogen and 30% potassium fertilizer reduction applied at pepper late growth stage(C<sub>3</sub>) was the highest. Picking quantity of treatment with 30% nitrogen reduction applied at planting to flowering stage(C<sub>2</sub>) was highest. Fertilizer agronomic efficiency of C<sub>3</sub> treatment was the highest and fertilizer partial productivities were higher in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> treatment. Combined soil basic condition, we suggested that nitrogen fertilizer should be stable applied in pepper early stage, and potassium fertilizer should be less applied from pepper fruiting to full fruit stage.

**Keywords:** pepper; greenhouse; top dressing; growth