

# 高海拔冷凉区西芹高效栽培技术研究

田 曦<sup>1,2</sup>, 王晓巍<sup>2</sup>, 张玉鑫<sup>2</sup>

(1. 甘肃农业大学 资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**在甘肃河西走廊沿祁连山高海拔冷凉气候区开展西芹种植密度、节水灌溉及有机肥施用技术研究。结果表明:该区域西芹最佳种植密度为 7 411 株/667m<sup>2</sup>, 垄植沟灌, 垄面宽 40 cm、垄沟宽 20 cm、每垄种 2 行、株距 30 cm。应用隔沟交替灌溉(灌水量为正常灌水量的 80%)对西芹的生长和产量无显著影响, 水分利用率为 75.1 kg/m<sup>3</sup>, 较对照增加 16.0%。配施矿物质有机肥可以显著降低西芹硝酸盐含量, 提高单重和产量, 增加效益; 在当地最佳施肥水平下减量 10% 并配施矿物质有机肥 150 kg/667m<sup>2</sup> 与当地最佳施肥水平处理的西芹产量没有显著性差异。

**关键词:**西芹; 种植密度; 隔沟交替灌溉; 有机肥; 高海拔冷凉区

**中图分类号:**S 636.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)06-0032-03

西芹是甘肃省高原夏菜的主要种类之一, 在河西走廊沿祁连山冷凉气候区广泛种植。由于各地西芹种植起步较早, 广大农户养成了传统经验型的种植制度, 种植密度过大、肥水管理不科学, 影响产量、商品性状和高效上市。播种密度是作物栽培技术的重要环节, 对产量和品质影响较大<sup>[1-2]</sup>。隔沟交替灌溉是控制性分根交替

灌溉技术在田间的一种实现形式, 该技术从作物的生理特性出发, 通过水分在作物根区空间的优化分配和根源脱落酸对叶片气孔开度的调控作用达到提高作物水分利用效率和改善品质的目的。矿物质有机肥是有机肥与高效矿物质添加剂组合而成的肥料, 兼有补充土壤中的常量及中微量元素, 提高土壤有机质, 改善土壤物理性状; 控制土壤中营养元素缓慢释放, 提高肥料利用率; 有效吸附土壤中有毒、有害物质, 如重金属、放射性元素等, 提高农产品安全性, 对于提高产品质量, 减缓单一施用化肥对生态环境的影响具有有益作用, 是一种新概念和新技术产品。为进一步提高西芹栽培水平和提升产品质量, 该试验在河西走廊高海拔冷凉气候条件下, 开

**第一作者简介:**田曦(1986-), 女, 甘肃兰州人, 在读硕士, 研究方向为农业生态学。E-mail: tx860226118@sina.com。

**责任作者:**王晓巍(1968-), 男, 甘肃宁县人, 研究员, 现主要从事蔬菜栽培与节水技术研究工作。E-mail: wangxw1968@sina.com。

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2007BAD52B01)。

**收稿日期:**2011-12-28

[3] 李敏, 孟祥霞, 孙海燕, 等. 彩色甜椒果实发育及品质形成研究[J]. 莱阳农学院学报, 2002(3): 187-190.

[4] 张志轩. 荷兰彩色甜椒品种简介[J]. 长江蔬菜, 2000(9): 24-25.

[5] 宋元林. 彩色蔬菜栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 122-123.

[6] 李春艳, 杨凤林, 李耀昇. 早熟彩椒无土栽培比较试验[J]. 北方园艺, 2009(5): 86-87.

[7] 陈秀虎, 唐小富, 杨敏. 不同品种彩色甜椒比较试验[J]. 中国农村小康科技, 2007(1): 36-37.

## Comparison Experiment of Color Sweet Pepper Varieties

HE Yong-ming<sup>1</sup>, HE Jin-yong<sup>2</sup>, LU Wen-ke<sup>3</sup>

(1. Guangxi State Farms Agribusiness(Group) Corporation, Nanning, Guangxi 530000; 2. Teng Country Jinmao Plastic Sheeting of Vegetables Professional Cooperatives, Wuzhou, Guangxi 543314; 3. Liuzhou Agricultural Sciences Research Institute, Liuzhou, Guangxi 545003)

**Abstract:** The phenophase, the botany character, fruit quality, yield of the 4 cultivars of color sweet peppers were compared in Guangxi. The results showed the plant growth vigor, fruit quality good, high yield, large-fruited of 'Red-Susan' and 'Yellow-Elegant'. The compact dwarf plants, internode short, middle-fruited of 'Century-red' which could be cultivated in high-density, the maturity of 'Yellow-Oubao' was the earliest, the fruit type was middle. Therefore, could choose different varieties according to the market demand.

**Key words:** color sweet pepper; comparison experiment; commodity nature; yield

展了西芹种植密度、节水灌溉及矿质有机肥施用技术研究,以期在西芹优质高产栽培提供理论依据和实践指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试西芹品种为“文图拉”;矿质有机肥为“攀宝”牌有机肥。

### 1.2 试验区概况

试验于2009年5~8月在甘肃省永昌县焦家庄乡红庙墩村四组进行。试验地海拔1996 m,属大陆性冷凉干旱气候,年平均气温4.8℃,年降水量188 mm,无霜期130 d,年日照时数2933 h。试验地土壤为灌漠土,肥力中等,河水灌溉。

### 1.3 试验方法

1.3.1 密度试验 共设6个处理,见表1。小区随机区组排列,3次重复,小区面积15 m<sup>2</sup>。采用垄植沟灌,每垄种2行,其它管理同常规管理。

表1 不同种植密度处理

处理	垄幅/cm	垄面宽/cm	沟宽/cm	株距/cm	667 m <sup>2</sup> 株数
M1	50	30	20	20	13 340
M2	50	30	20	25	10 672
M3	60	40	20	25	8 893
M4	60	40	20	30	7 411
M5	70	50	20	30	6 352
M6	70	50	20	35	5 444

1.3.2 节水灌溉试验 试验设置常规沟灌(CFI)和隔沟交替灌溉(AFI)2种灌溉方式,设4个处理:CFI、AFI1(80%CFI灌水量)、AFI2(70%CFI灌水量)、AFI3(60%CFI灌水量)。3次重复,试验采用随机区组排列,小区面积为24 m<sup>2</sup>,小区四周均以2层塑料薄膜相隔,隔离深度为60 cm,以防水分侧渗。灌水时常规沟灌处理,即每条灌水沟均灌水;隔沟交替灌溉处理,即第1次灌1、3沟,第2次灌2、4沟,交替进行。采用垄植沟灌,沟深20 cm,沟宽30 cm,垄宽40 cm,每垄种2行,株距为35 cm。定苗后开始水分处理,CFI灌水量是保持土壤含水量下限为田间持水量70%的灌水量,计划湿润土层深度为40 cm。各灌水量由灌水软管末端的水表控制,各处理锄草、施肥等田间管理措施保持一致。各处理的灌溉时间和水量见表2。

表2 不同灌水处理下西芹全生育期灌水情况

灌水	667 m <sup>2</sup> 灌水定额/m <sup>3</sup>							总灌水	灌水平
处理	5-28	6-10	6-25	7-15	8-4	8-18	9-5	量/m <sup>3</sup>	数/次
CFI	22	22	22	22	22	22	22	154	7
AFI1	22	22	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	132	7
AFI2	22	22	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	121	7
AFI3	22	22	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	110	7

1.3.3 矿质有机肥应用试验 试验设5个处理:T1为当地当前最佳施肥水平(CK,尿素40 kg/667m<sup>2</sup>+过磷

酸钙80 kg/667m<sup>2</sup>+硫酸钾30 kg/667m<sup>2</sup>);T2氮、磷、钾肥施量同T1,配施矿物质有机肥150 kg/667m<sup>2</sup>;T3氮、磷、钾肥施量较T1减量10%,配施矿物质有机肥150 kg/667m<sup>2</sup>;T4氮、磷、钾肥施量较T1减量20%,配施矿物质有机肥150 kg/667m<sup>2</sup>;T5氮、磷、钾肥施量较T1减量30%,配施矿物质有机肥150 kg/667m<sup>2</sup>;小区面积33.6 m<sup>2</sup>,3次重复,随机区组排列。采用育苗移栽,其它管理同常规管理。

## 2 结果与分析

### 2.1 种植密度对西芹经济性状的影响

由表3可知,种植密度对西芹株高无显著影响。西芹单重与密度成反比,随着种植密度的增加,西芹单重明显降低。产量与种植密度间无显著线性关系,产量随密度的增大先升高后降低,其中以处理M4(7411株/667m<sup>2</sup>)产量最高,效益最好。处理M3与M4产量间无显著差异,但M4单重显著高于M3。

表3 不同种植密度下西芹的经济性状

667 m <sup>2</sup> 种植	M1	M2	M3	M4	M5	M6
株数/株	13 340	10 672	8 893	7 411	6 352	5 444
株高/cm	77.3 a	78.4 a	78.8 a	78.2 a	75.9 a	77.9 a
单重/kg	1.29 d	1.39 d	1.54 c	1.71 b	1.79 ab	1.91 a
667 m <sup>2</sup> 产量/kg	8 003.0 d	9 672.9 bc	10 584.1 a	10 645.3 a	10 308.6 ab	9 407.8 c
667 m <sup>2</sup> 产值/元	4 801.8	5 803.7	6 350.5	6 387.2	6 185.2	5 644.7

注:表中的小写字母表示横排数字在5%水平下差异显著。

### 2.2 不同灌溉方式对西芹经济性状和水分利用效率的影响

由表4可知,隔沟交替灌溉AFI1处理下西芹株高、单重、产量与常规灌溉CFI间无显著差异,但水分利用效率比CFI提高了16%。隔沟交替灌溉AFI2、AFI3处理下西芹单重、产量均显著低于CFI和AFI1,水分利用效率明显高于CFI。所以,隔沟交替灌溉均增大了西芹水分利用效率。以AFI1灌溉为佳,即运用隔沟交替灌溉,灌溉量为常规灌溉CFI的80%,产量仅比CFI减少了57.4 kg/667m<sup>2</sup>,但水分利用效率提高了16%,实现节水22 m<sup>3</sup>/667m<sup>2</sup>。

表4 不同灌溉处理对西芹经济性状和水分利用效率的影响

处理	灌水量	株高	单重	667 m <sup>2</sup> 产量	667 m <sup>2</sup> 产值	水分利用效率
	/m <sup>3</sup>	/cm	/kg	/kg	/元	/kg·m <sup>3</sup>
CFI	154	79.9 ab	1.68 a	9 969.2 a	5 981.5	64.7
AFI1	132	82.5 a	1.67 a	9 911.8 a	5 947.1	75.1
AFI2	121	79.8 ab	1.56 b	9 243.8 b	5 546.3	76.4
AFI3	110	77.5 b	1.32 c	7 820.9 c	4 692.5	71.1

注:同一列后小写字母表示方差分析在5%水平上差异显著,下同。

### 2.3 配施矿质有机肥对西芹生长与产量的影响

由表5可知,各施肥处理对西芹的株高无显著影响。当地最佳施肥水平和化学肥料减少10%的基础上配施矿质有机肥(T2和T3)可显著增加西芹单重和产

量,产量分别比对照增加了 14.9%和 7.1%;当地最佳施肥水平减少 20%的基础上配施有机肥(T4),西芹单重和产量与对照无显著差异;在化学肥料减少 30%的基础上配施有机肥(T5)处理显著降低了西芹的单重和产量,产量较对照降低了 9.6%。随化学肥料施用量的减少,西芹硝酸盐和粗纤维含量逐渐降低,T2、T3 处理西芹硝酸盐和粗纤维含量分别比对照减低了 2.9%和 4.4%、13.5%和 7.0%。T2、T3、T4 施肥处理下西芹产值和利润均明显大于对照,利润分别比对照增加了 682.8、417.8、237.1 元。T5 处理下产值和利润明显小于对照,分别比对照减少了 539.5、473.1 元。说明,在当地最佳施肥水平下减量 10%并配施矿物质有机肥的施肥方式,既保证作物高产,又不会造成肥料的大量积累及损失,达到经济效益和环境效益的统一。

表 5 矿质有机肥对西芹经济性状的影响

处理	株高 /cm	单重 /kg	硝酸 /mg·kg <sup>-1</sup>	粗纤维 /g·kg <sup>-1</sup>	产量 /kg	产值 /元	投入 /元	利润 /元
T1(CK)	81.7a	1.58 c	203.0	6.40	9 289.2c	5 573.5	221.5	5 352.0
T2	83.0a	1.82 a	197.1	6.12	10 677.3a	6 406.4	371.5	6 034.9
T3	83.9a	1.69 b	175.5	5.95	9 948.6b	5 969.2	199.4	5 769.8
T4	83.4a	1.64 bc	162.4	5.70	9 610.5bc	5 766.3	177.2	5 589.1
T5	83.7a	1.43 d	153.5	5.72	8 389.9d	5 034.0	155.1	4 878.9

### 3 结论

通过对西芹经济性状的对比分析,采用垄植沟灌,垄幅宽 60 cm、垄面宽 40 cm、垄沟宽 20 cm、每垄种 2 行、株距 30 cm、定苗密度 7 411 株/667m<sup>2</sup> 为西芹最佳种植密度和方式,单株重达 1.71 kg,产量达 10 645.3 kg/667m<sup>2</sup>。隔沟交替灌溉(灌水量为正常灌水量的 80%)对西芹的生长和

产量无显著影响,水分利用率为 75.1 kg/m<sup>3</sup>,较对照提高 16.0%,在高海拔冷凉干旱区西芹上应用隔沟交替灌溉技术具有较大的节水增产潜力。

只要采用科学合理的配套措施,化肥减量是可行的<sup>[7]</sup>。该试验结果表明,当地最佳施肥水平或用量减少 10%~20%的基础上,配施有机肥 150 kg/667m<sup>2</sup>,可显著增加西芹单重,明显减低硝酸盐含量、显著提高产量,增加效益。在当地最佳施肥水平上增施有机肥,西芹单重比对照增加了 0.24 kg,产量增加了 14.9%,利润增加了 682.8 元。

### 参考文献

- [1] 杨加银,徐海风. 播期、密度对菜用大豆鲜荚产量及性状的影响[J]. 大豆科学,2006,25(2):186-187.
- [2] 李孟良,郑琳,杨安中,等. 播期、密度对“双低油菜”菜苔营养成分及菜籽产量的影响[J]. 草业学报,2008,17(3):137-141.
- [3] 胡焕焕,刘丽平,李瑞奇,等. 播种期和密度对冬小麦品种河农 822 产量形成的影响[J]. 麦类作物学报,2008,28(3):490-495.
- [4] 曹琦,王树忠,高丽红,等. 交替隔沟灌溉对温室黄瓜生长及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(1):47-53.
- [5] 李本银,黄绍敏,张玉亭,等. 长期施用有机肥对土壤和糙米铜、锌、铁、锰和镉积累的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(1):129-135.
- [6] 王开峰,彭娜,王凯荣,等. 长期施用有机肥对稻田土壤重金属含量及其有效性的影响[J]. 水土保持学报,2008,22(1):105-108.
- [7] 黄鹏,侯叔音,陈兴文. 配施矿物质有机肥及化肥减量对玉米水肥资源利用率的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(9):295-298.
- [8] 张刚,王德建,陈效民. 稻田化肥减量施用的环境效应[J]. 中国生态农业学报,2008,16(2):327-330.
- [9] 谢文法,叶惠华. 化肥减量增效田间试验[J]. 安徽农业科学,2007,35(22):6868-6875.

## Study on Efficient Cultivation Techniques of Celery in High-altitude Cold Areas

TIAN Xi<sup>1,2</sup>, WANG Xiao-wei<sup>2</sup>, ZHANG Yu-xin<sup>2</sup>

(1. College of Resource and Environmental Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** Techniques on planting densit, high-efficient water-saving irrigation methods and organic fertilizer application of celery in Hexi corridor high-altitude cold area were studied. The results indicated that the best planting density was 7 411 plant/667m<sup>2</sup>. Using the ridge and furrow irrigation, row spacing was 40 cm, furrow width was 20 cm, planting distance was 30 cm. Alternate furrow irrigation (AFI, neighboring two furrows alternatively watered) had no significant effect on plant weight and yield. AFI reduced 'luxury' transpiration, resulting in higher water use efficiency. Furthermore, about more than 14.3% of water could be saved, while water use efficiency was improved by 16.0% as compared with CFI. It was concluded that AFI was a feasible method of celery cultivation in Hexi corridor high-altitude arid areas. The plant weight and yield at combined application of mineral organic and fertilizer significant higher than no mineral organic. There was no significant between combined application of mineral organic, fertilizer reduce 10% and local best fertilization treatments.

**Key words:** celery; planting density; alternate furrow irrigation; mineral organic fertilizer; high-altitude cold area