

## 干制辣椒双株宽窄行丰产栽培技术研究

杜磊<sup>1</sup>, 赵水灵<sup>2</sup>, 桂敏<sup>1</sup>, 袁恩平<sup>2</sup>, 钟秋月<sup>1</sup>, 张雪廷<sup>2</sup>, 张芮豪<sup>1</sup>, 龙洪进<sup>1\*</sup>

(1. 云南省农业科学院园艺作物研究所, 云南昆明 650205; 2. 文山州农业科学院, 云南文山 663000)

**摘要** [目的] 研究干制辣椒双株宽窄行丰产栽培技术, 探索适合干制辣椒的丰产栽培技术。[方法] 试验设 3 个因素, 12 个处理水平, 对辣椒不同栽培模式的产量进行比较, 并进行方差分析和多重比较。[结果] 辣椒每穴栽培双株, 株距 30 cm, 小区净厢面宽 1.7 m、长 3.0 m, 沟宽 30 cm, 60/40 cm 宽窄行交替种植 4 行辣椒的情况, 辣椒长势最好、产量最高。[结论] 该研究为干制辣椒的产业可持续发展提供理论依据和技术支持。

**关键词** 干制辣椒; 双株宽窄行; 方差分析

**中图分类号** S641.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)33-0034-03

### High-yield Cultivation Technology of Double Planting in Wide/Narrow Row of Dry Chili

**DU Lei<sup>1</sup>, ZHAO Shui-ling<sup>2</sup>, GUI Min<sup>1</sup>, LONG Hong-jin<sup>1\*</sup> et al** (1. Horticultural Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205; 2. Wenshan Academy of Agricultural Sciences, Wenshan, Yunnan 663000)

**Abstract** [Objective] To research the high-yield cultivation technology of double planting in wide/narrow row of dry chili, and to explore the proper high-yield cultivation technology for dry chili. [Method] A total of 3 factors and 12 treatments were designed. The yields of chili under different cultivation modes were compared, and variance analysis and multiple comparison were carried out. [Result] Two plants of chili were planted in each hole with 30 cm row spacing, 1.7 m plot width and 3.0 plot length, 30 cm rill width and 60/40 cm wide/narrow row of 4 rows of chilli. Under this condition, chili had the highest growth vigor and yield. [Conclusion] This research provided theoretical basis and technical support for the sustainable development of the dry chili.

**Key words** Dry chili; Double planting in wide/narrow row; Variance analysis

辣椒作为园艺业的一部分, 在世界上已有悠久的种植历史, 在我国已有 400 余年。其中干制辣椒作为辣椒产业化生产的主要原料, 在辣椒产业中占据重要位置, 目前在云南省的栽培面积已经达到 6.67 万  $\text{hm}^2$ , 在农业增收和农民致富中起着非常重要的作用。其生产模式主要是露地栽培且以春秋收获为主, 主产区为云南、贵州、陕西、江西、湖南、四川等 16 个省。

长期以来在贵州、陕西、云南等主产区, 干制辣椒的栽培水平总体偏低, 生产上因盲目加大种植密度和肥料用量以提高产量, 导致生产成本上升、病虫害严重、产量偏低、质量不稳定, 制约了干制辣椒生产及产业的可持续发展。双株宽窄行合理密植技术可较好地提高作物产量, 目前该技术已应用于水稻、玉米、小麦等作物的栽培上<sup>[1-2]</sup>, 但应用于干制辣椒的研究尚鲜见报道。鉴于此, 笔者通过运用双株宽窄行栽培技术对云南省文山州传统特色“丘北辣椒”进行试验研究, 以期对干制辣椒生产提高配套栽培技术提供理论依据。

## 1 材料与方

**1.1 试验地概况** 试验在云南省辣椒主产区砚山县蔬菜示范基地内进行, 区域海拔 1 400 ~ 1 630 m, 年平均气温 16.1  $^{\circ}\text{C}$ , 正常年降雨量 1 008 mm, 全年无霜期 250 ~ 320 d。土地为旱地, 肥力中等, 前茬作物为玉米。

**1.2 试验材料** 试验品种为云南本地干制辣椒主栽品种丘北辣椒。

**基金项目** 农业部公益性行业科研专项(200903025-05); 云南省科技惠民计划-农业(2014RA057); 特色蔬菜产业技术体系(CARS-24-G-21)。

**作者简介** 杜磊(1983-), 男, 山西灵石人, 助理研究员, 硕士, 从事辣椒育种与栽培研究。\* 通讯作者, 研究员, 从事辣椒育种与栽培研究。

**收稿日期** 2017-09-21

**1.3 试验设计及统计工具** 试验设 3 个主要因子, 12 个试验处理, 2012 和 2013 年连续 2 年不同地块进行, 每年 3 次重复, 数据通过 DPS 统计软件进行分析。

试验设计如下: A 因子: 单/双株栽培。A<sub>1</sub>: 每穴栽培单株, A<sub>2</sub>: 每穴栽培双株; B 因子: 植株株距。B<sub>1</sub>: 株距 30 cm, B<sub>2</sub>: 株距 35 cm; C 因子: 植株行距。C<sub>1</sub>: 小区净厢面宽 2 m、长 3 m, 沟宽 30 cm, 等行距种植 5 行辣椒; C<sub>2</sub>: 小区净厢面宽 1.7 m、长 3 m, 沟宽 30 cm, 60 cm/40 cm 宽窄行交替种植, 4 行辣椒; C<sub>3</sub>: 起垄, 垄宽 90 cm、沟宽 30 cm, 70 cm/50 cm 宽窄行交替种植, 2 行辣椒, 3 个垄为 1 个试验小区。

**1.4 田间管理** 辣椒分别于 2012 年 3 月 1 日和 2013 年 2 月 25 日播种, 撒播苗床育苗移栽, 都于 5 月上旬移栽露地, 移栽浇定根水。移栽前整地、开厢、施肥。开厢做高畦, 沟施农家肥 30 000  $\text{kg}/\text{hm}^2$  和复合肥 750  $\text{kg}/\text{hm}^2$  作基肥, 畦面覆盖地膜后定植秧苗, 麦秆覆盖畦面前先定植辣椒秧苗, 麦秆切成长 17 cm 左右, 均匀地铺盖在植株周围和畦面上。生长期追肥 2 次, 尿素 90  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 复合肥 75  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。病虫害防治 3 次, 主要防治地老虎、疫病、炭疽病、蚜虫和茶黄螨。

## 2 结果与分析

**2.1 丘北辣椒不同栽培模式产量的比较** 通过连续 2 年在辣椒试验基地内进行田间试验, 最终产量以采收红熟果计产, 干椒折干率按 3:1 计算。从表 2 可以看出, 处理①(CK) 按照传统农户种植方式, 每个重复的产量都较低。当采用双株宽窄行密植技术处理后, 整体产量得到提升。试验结果表明, 连续 2 年不同地块相同的试验处理, 在采用处理⑧(双株栽培、30 cm 株距、60/40 cm 宽窄行交替种植) 的情况下, 折后干椒产量为 3 342.0  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 位居全部 12 个处理第一名, 比对照处理①产量提升 1 倍以上。因此, 传统的干制

辣椒种植模式已无法适应新形势下的市场要求,要提升丘北辣椒的产量和影响力,需通过对其不断的试验研究,得出最适合的栽培种植模式,才能巩固和扩大丘北辣椒的影响力。

表 1 试验处理设计

Table 1 Design of experimental treatments

处理编号 Treatment code	组合 Combination	处理内容 Treatment content
①(CK)	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	每穴栽培单株,株距 30 cm,小区净厢面宽 2 m、长 3 m,沟宽 30 cm,等行距种植 5 行辣椒
②	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	每穴栽培单株,株距 30 cm,小区净厢面宽 1.7 m、长 3 m,沟宽 30 cm,60/40 cm 宽窄行交替种植,4 行辣椒
③	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	每穴栽培单株,株距 30 cm,起垄,垄宽 90 cm、沟宽 30 cm,70/50 cm 宽窄行交替种植,2 行辣椒,3 个垄为 1 个试验小区
④	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	每穴栽培单株,株距 35 cm,小区净厢面宽 2 m、长 3 m,沟宽 30 cm,等行距种植 5 行辣椒
⑤	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	每穴栽培单株,株距 35 cm,小区净厢面宽 1.7 m、长 3 m,沟宽 30 cm,60/40 cm 宽窄行交替种植,4 行辣椒
⑥	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	每穴栽培单株,株距 35 cm,起垄,垄宽 90 cm、沟宽 30 cm,70/50 cm 宽窄行交替种植,2 行辣椒,3 个垄为 1 个试验小区
⑦	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	每穴栽培双株,株距 30 cm,小区净厢面宽 2 m、长 3 m,沟宽 30 cm,等行距种植 5 行辣椒
⑧	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	每穴栽培双株,株距 30 cm,小区净厢面宽 1.7 m、长 3 m,沟宽 30 cm,60/40 cm 宽窄行交替种植,4 行辣椒
⑨	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	每穴栽培双株,株距 30 cm,起垄,垄宽 90 cm、沟宽 30 cm,70/50 cm 宽窄行交替种植,2 行辣椒,3 个垄为 1 个试验小区
⑩	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	每穴栽培双株,株距 35 cm,小区净厢面宽 2 m、长 3 m,沟宽 30 cm,等行距种植 5 行辣椒
⑪	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	每穴栽培双株,株距 35 cm,小区净厢面宽 1.7 m、长 3 m,沟宽 30 cm,60/40 cm 宽窄行交替种植,4 行辣椒
⑫	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	每穴栽培双株,株距 35 cm,起垄,垄宽 90 cm、沟宽 30 cm,70/50 cm 宽窄行交替种植,2 行辣椒,3 个垄为 1 个试验小区

表 2 2012—2013 年丘北辣椒不同栽培模式产量结构的比较

Table 2 Comparison of dry chili yield under different modes in Qiubei from 2012 to 2013

处理编号 Treatment code	组合 Combination	平均产量 Average yield//kg/hm <sup>2</sup>	折合干椒产量 Converted dry yield//kg/hm <sup>2</sup>	位次 Rank
①(CK)	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	4 056.0	1 351.5	12
②	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	4 978.5	1 659.0	11
③	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	6 276.0	2 092.5	5
④	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5 164.5	1 722.0	8
⑤	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	5 116.5	1 705.5	9
⑥	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	5 005.5	1 668.0	10
⑦	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	6 457.5	2 152.5	4
⑧	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	10 026.0	3 342.0	1
⑨	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	5 859.0	1 953.0	6
⑩	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5 256.0	1 752.0	7
⑪	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	8 088.0	2 695.5	3
⑫	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	9 198.0	3 066.0	2

## 2.2 丘北辣椒栽培模式试验方差分析结果

**2.2.1** 3 个主要因素方差分析。对田间数据进行方差分析显示,由于  $F_A = 103.7753 > F_{1-\alpha}(r-1, rst(m-1)) = F_{0.95}(1, 60) = 4.0012$ ,  $F_C = 21.7756 > F_{1-\alpha}(t-1, rst(m-1)) = F_{0.95}(2, 60) = 3.1504$ , 所以在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下,主要因子 A 和 C 都对结果有非常显著影响。因此,单/双株栽培模式、植株间行距大小的不同水平都对辣椒的产量有非常显著影响。

由于  $F_{AC} = 12.753 > F_{1-\alpha}((r-1)(t-1), rst(m-1)) = F_{0.95}(2, 60) = 3.1504$ ,  $F_{BC} = 5.7354 > F_{1-\alpha}((s-1)(t-1), rst(m-1)) = F_{0.95}(2, 60) = 3.1504$ , 所以在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下,主要因子 A 与 C 互作和主要因子 B 与 C 互作都对结果有非常显著影响。因此,单/双株栽培模式与植株间行距、植株间株距与植株间行距的交互作用都对辣椒产量有非常显著影响。

表 3 辣椒栽培模式的方差分析

Table 3 Variance analysis of chilli under different cultivation modes

变异来源 Variation source	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom (df)	均方 Mean square	F 值 F value
A	S <sub>A</sub> = 453 590.025 8	1	MS <sub>A</sub> = 453 590.025 8	F <sub>A</sub> = 103.775 3
B	S <sub>B</sub> = 67.977 8	1	MS <sub>B</sub> = 67.977 8	F <sub>B</sub> = 0.015 6
C	S <sub>C</sub> = 190 357.430 9	2	MS <sub>C</sub> = 95 178.715 5	F <sub>C</sub> = 21.775 6
AB	S <sub>AB</sub> = 111.601 8	1	MS <sub>AB</sub> = 111.601 8	F <sub>AB</sub> = 0.025 5
AC	S <sub>AC</sub> = 111 483.643 6	2	MS <sub>AC</sub> = 55 741.821 8	F <sub>AC</sub> = 12.753
BC	S <sub>BC</sub> = 50 137.808 9	2	MS <sub>BC</sub> = 25 068.904 5	F <sub>BC</sub> = 5.735 4
ABC	S <sub>ABC</sub> = 205 781.128 9	2	MS <sub>ABC</sub> = 102 890.564 5	F <sub>ABC</sub> = 23.54
误差 Error (E)	S <sub>E</sub> = 262 253.19	60	M <sub>SE</sub> = 4 370.886 5	
总和 Sum total (T)	S <sub>T</sub> = 1 273 782.808	71		

由于  $F_{ABC} = 23.54 > F_{1-\alpha}((r-1)(s-1)(t-1), rst(m-1)) F_{0.95}(2, 60) = 3.1504$ , 所以在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下, 主要因子 A、B、C 共同互作对结果产生非常显著影响。因此, 单/双株栽培、植株间株距及植株间行距的交互作用共同对辣椒的产量有非常显著影响。

但由于  $F_B = 0.0156 < F_{1-\alpha}(s-1, rst(m-1)) = F_{0.95}(1, 60) = 4.0012$ , 所以在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下, 主要因子 B 对结果影响不显著, 因此, 植株间株距的不同水平都对辣椒的产量无显著影响。由于  $F_{AB} = 0.0255 < F_{1-\alpha}((r-1)(s-1), rst(m-1)) = F_{0.95}(1, 60) = 4.0012$ , 所以在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下, 主要因子 A 与 B 互作对结果影响不显著。因此, 单/双株栽培与植株间株距互作对辣椒产量无显著影响。

**2.2.2 主要因子 C 各水平间差异显著性检验。** Tukey 法多重比较结果表明, 主要因子 C 的 3 个水平下  $C_2$  对辣椒产量的影响最大, 通过对主要因子 C 差异显著性检验, 在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下,  $C_2$ 、 $C_3$  与  $C_1$  差异显著。在  $\alpha = 0.01$  显著性水平下,  $C_2$ 、 $C_3$  与  $C_1$  差异达极显著。但在  $\alpha = 0.05$  显著性水平下,  $C_2$  与  $C_3$  差异不显著。因此, 干制辣椒栽培过程中适当采用宽窄行处理, 会对辣椒产量的影响显著。 $C_2$  水平的产量均值在 3 个水平中最高, 为 470.125 kg。因此,  $C_2$  水平较其余 2 个水平均对干制辣椒的产量有非常显著影响。

表 4 Tukey 法多重比较结果

Table 4 Multiple comparison result of Tukey method

处理 Treatment	均值 Mean	$C_2$	$C_3$	$C_1$
$C_2$	470.125 0 aA		0.240 5	0.000 1
$C_3$	438.991 7 aA	31.133 3		0.000 1
$C_1$	348.868 3 bB	121.256 7	90.123 3	

注: 下三角为均值差, 上三角为显著水平

Note: Lower triangular was mean difference; and upper triangular was significant level

### 3 结论与讨论

云南是我国辣椒的主要产区之一, 种植历史悠久, 由于严格的地域性和优越的自然条件, 造就了丘北辣椒的独特性, 其产品具有个体均匀、色泽鲜艳、质厚肉多、辣香味适中等特点, 深受国内外广大消费者的青睐, 在云南省干制辣椒产业中占据着极其重要的地位。但是, 在该省辣椒产业的发展过程中, 品种混杂退化严重, 农户种植水平参差不齐, 导致整体产量偏低。近年来由于丘北辣椒产量偏低, 单位面积效

益较低, 农户种植热情不高, 导致丘北辣椒影响力逐渐减弱。

丘北辣椒是云南特有的干制线椒, 单果质量对整体产量的影响较小, 产量构成主要是依靠单株结果数和单位面积株数, 传统丘北辣椒采用每穴单株栽培或多株栽培(3、4株), 很大程度上取决于农户的种植经验, 过稀或过密都直接影响丘北辣椒的产量, 因此在干制辣椒种植过程中需适当、合理地增加种植密度, 由单株改为双株栽培, 利用宽窄行栽培技术提高辣椒生产过程中的光能利用率、透光性。合理密植可有效提高干制辣椒的产量和品质。

通过连续 2 年在云南辣椒主产区进行试验研究, 结果表明植株间株距对辣椒产量的影响不显著; 单/双株栽培与植株间株距互作对辣椒产量影响不显著。但单/双株栽培与植株间行距, 植株间株距与植株间行距的交互作用对辣椒的产量有非常显著影响; 每穴栽培单株或双株、植株间株距大小及植株间行距大小 3 个因子的交互作用对辣椒产量有非常显著影响。通过对田间试验数据采集分析, 并对主要因子植株间行距大小 3 个水平进行显著性检验, 总结得出在辣椒每穴栽培双株, 株距 30 cm, 小区净厢面宽 1.7 m、长 3 m, 沟宽 30 cm, 60/40 cm 宽窄行交替种植 4 行辣椒的情况, 辣椒长势最好、产量最高。因此, 要提高云南干制辣椒的产量, 每穴栽培密度、植株间株距和植株间行距 3 个因子都需要进行合理的选择, 同时要兼顾每穴栽培密度与植株间行距、植株间株距与植株间行距互相作用的影响。该试验通过对云南丘北辣椒丰产栽培技术的研究总结得出, 只有把双株宽窄行合理密植技术推广应用于生产实践上, 才可显著影响干制辣椒的产量。该试验可为今后干制辣椒的研究提供理论基础和技术依据。

### 参考文献

- [1] 刘朝巍, 张恩和, 谢瑞芝, 等. 玉米宽窄行交替休闲保护性耕作的根系和光分布特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(2): 203-209.
- [2] 孙良, 祝建彬, 张国凤, 等. 水稻插秧机异形非圆锥齿轮宽窄行分插机构研究[J]. 农业机械学报, 2015, 46(9): 54-61.
- [3] 李石开, 龙洪进, 陶婧, 等. 吸湿-回干处理对干制辣椒幼苗抗旱性的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(31): 184-187.
- [4] 吴跃勇, 吴康云, 王天文. 辣椒不同覆盖栽培方式效果研究[J]. 耕作与栽培, 2015(4): 29-30.
- [5] 梁桂夏, 刘建军, 史佳音, 等. “福顺红”干制辣椒高产优质栽培技术[J]. 吉林农业, 2011(3): 151.
- [6] 郭萍. 有交互影响的三因素方差分析原理及应用[J]. 曲阜师范大学学报, 2015, 41(4): 15-18.
- [7] 李云, 赵水灵, 王绍祥, 等. 干制丘北辣椒高产栽培技术研究[J]. 辣椒杂志, 2010(3): 44-47.
- [8] economic results[J]. Folia horticultrae, 2004, 16(2): 49-55.
- [9] JOHNSON M S, FENNIMORE S A. Weed and crop response to colored plastic mulches in strawberry production[J]. HortScience, 2005, 40(5): 1371-1375.
- [10] BAHADUR A, SINGH A K, SINGH K P. Effect of planting systems and mulching on soil hydrothermal regime, plant physiology, yield and water use efficiency in tomato[J]. Indian journal of horticulture, 2013, 70(1): 48-53.
- [11] 姜媛媛. 冬季防护措施与南面喷施剂处理对茶树扦插苗生根及发育的影响[D]. 青岛: 青岛农业大学, 2012.

(上接第 18 页)

- [12] 包开花, 蒙美莲, 陈有君, 等. 覆膜方式和保水剂对旱作马铃薯土壤水热效应及出苗的影响[J]. 作物杂志, 2015(4): 102-108.
- [13] 张学娟, 李宝深, 马翠凤, 等. 香蕉覆膜防寒效果研究[J]. 农业研究与应用, 2016(5): 12-15.
- [14] 曾令琴, 刘垚. 水稻覆膜节水栽培示范技术与效果分析[J]. 耕作与栽培, 2012(5): 46, 53.
- [15] 胡杰, 王军峰, 王超, 等. 不同覆盖方式对玉米幼苗生长及根冠比的影响[J]. 西南农业学报, 2015, 28(6): 2451-2454.
- [16] SIWEK P, LIPOWIECKA M. Cucumber cultivation under plastic covers-e-