

不同定植密度对朝天椒生理指标及产量的影响

郭振升¹, 皇甫自起¹, 张慎举¹, 韩明志², 王旭倩³

(1. 商丘职业技术学院, 河南 商丘 476005; 2. 柘城县工业信息化和科技局, 河南 柘城 476200;

3. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 为探讨朝天椒高产栽培最佳定植密度和群体生理指标, 以豫欣 12 号春椒为研究对象, 通过 7 个定植密度试验, 研究了不同定植密度对朝天椒生长发育时期、植株性状、叶面积系数、光合生产率、干物质积累及产量的影响。结果表明, 豫欣 12 号春椒以 18 万株/hm² 处理的产量最高 (5 740.5 kg/hm²), 始收期最大叶面积系数为 7.35, 光合生产率达到了 2.55 g/(m²·d), 盛收期叶面积系数为 6.61, 平均光合生产率 2.36 g/(m²·d)。在 6 万~24 万株/hm² 定植密度范围内, 定植密度与产量呈二次曲线关系, 经计算, 最佳定植密度为 18.57 万株/hm², 产量 5 703.0 kg/hm², 与实际产量十分吻合。

关键词: 朝天椒; 定植密度; 群体生理; 生长发育; 产量

中图分类号: S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)06-0103-04

Effect of Plantation Density on Growth and Yield of Chili Peppers

GUO Zhen-sheng¹, HUANG FU Zi-qi¹, ZHANG Shen-ju¹, HAN Ming-zhi², WANG Xu-qian³

(1. Shangqiu Vocational and Technical College, Shangqiu 476005, China; 2. Zhecheng Industry Information and Technology

Bureau, Zhecheng 476200, China; 3. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to investigate the optimal plantation density and the group physiological indexes of chili peppers, the effect of different plantation density on growth period, plant character, leaf area index, photosynthetic productivity, dry matter accumulation and yield of chili pepper Yuxin 12 were studied using 7 plantation densities. The result showed that the yield of spring pepper Yuxin 12 was highest (5 740.5 kg/ha) when treated with 180 thousand strains/ha; the maximum leaf area index and photosynthetic productivity reached 7.35 and 2.55 g/(m²·d) in earlier harvest period, and in harvest period leaf area index was still maintained at 6.61 with the average photosynthetic productivity of 2.36 g/(m²·d). As for the plantation density in the range of 60—240 thousand strains/ha, there was a relation of quadratic curve between plantation density and yield; $\hat{y}=136.88+39.28x-1.59x^2$ ($F=3\,466.39^{**}$), the best plantation density was 185.7 thousand strains/ha and the highest yield was 5 703 kg/ha, which was consistent with the actual production.

Key words: chili peppers; plantation density; population physiological characters; growth and development; yield

柘城县是全国重要的优质朝天椒生产基地, 常年种植面积 2.7 万 hm² 左右。朝天椒适宜密植^[1-2], 适当增加种植密度是夺取高产的关键技术之一^[3-5]。据报道, 各地朝天椒适宜的种植密度在 6.00 万~32.87 万株/hm²^[3-10], 差异很大, 而对于朝天椒高产栽培群体生理指标方面未见报道。为了明确朝天椒高产栽培的适宜定植密度, 选用朝天椒豫

欣 12 号进行定植密度试验, 探讨朝天椒高产栽培群体生理指标, 以期确定朝天椒最佳定植密度, 为朝天椒高产栽培合理密植提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验于 2011 年在柘城县陈青集镇吕关村(柘城

收稿日期: 2013-02-06

基金项目: 2010 年国家科技富民强县专项行动计划项目(201086)

作者简介: 郭振升(1963-), 男, 河南虞城人, 副教授, 硕士, 主要从事作物栽培生理方面的教学与研究工作。E-mail: sqzygzs@163.com

县工业信息化和科技局新品种示范基地)进行。供试朝天椒品种为豫欣 12 号,由河南省天丰辣椒研究所提供。试验地土壤类型为黄潮土,两合土质,pH 值 7.2,土壤容重 1.39,肥力中上等。春季耕翻整地前取样化验,试验地耕层(0~25 cm)土壤养分含量为:有机质 15.56 g/kg,全氮(N)1.49 g/kg、碱解氮(N)83.21 mg/kg,全磷(P)0.83 g/kg、有效磷(P_2O_5)12.92 mg/kg,全钾(K)33.69 g/kg、有效钾(K_2O)123.31 mg/kg,有效硫(S)23.73 mg/kg、有效铁(Fe)13.87 mg/kg、有效锰(Mn)14.36 mg/kg、有效锌(Zn)1.17 mg/kg。排灌条件良好。前茬为玉米,平均产量 9 567 kg/hm²。秋耕冻垡,冬闲。

采取双膜一苫覆盖小拱棚育苗,2011 年 2 月 28 日播种,运用标准化育苗技术^[11],培育出了健壮均匀符合试验要求的椒苗。采用优化配方施肥技术,底施优质腐熟农家肥 45 000 kg/hm²、氮磷钾三元素(15-15-15)复合肥 1 050 kg/hm²、硫酸锌 30 kg/hm²。底肥撒施于地面随即机耕深翻,机耙平整后做畦。5 月 2 日移栽定植,准确保证定植密度。平畦栽培,成活率 100%。5 月 22 日浇一次催苗水。6 月 16 日、7 月 8 日浇灌抗旱水,随浇水追施氮磷钾三元复合肥 450 kg/hm²。及时防治病虫害,结合喷药喷施硫酸锌、硼砂、磷酸二氢钾和稀土微肥。其他栽培管理措施同大田生产。

1.2 试验设计

试验设 7 个密度处理,编号 1—7 分别为 6 万、9 万、12 万(CK,常规定植密度)、15 万、18 万、21 万、24 万株/hm²。行距 30 cm,株距按定植密度调整。小区面积 20 m²(1.80 m×11.11 m),随机区组排列,重复 3 次。

1.3 生育及生理指标调查

生育期间观察生长情况,记载主要生长发育进程、鲜椒采摘时间及其数量、生长发育性状、产量构

成因素等^[12]。收获前每小区随机定点选取 10 株朝天椒,调查植物学及经济性状。分小区统计实际收获产量。根据 NY/T 944—2006《辣椒等级规格》测定一级果率。

在定植期(5 月 2 日)、始花期(6 月 20 日)、封垄期(7 月 15 日)、始收期(8 月 10 日)、盛收期(9 月 10 日)、终收期,从每个小区中取样,每个小区取 5 株(定植期取 10 株)。采用 Yaxin-1241 叶面积仪测定叶面积。采用烘干法测定干物质质量,105℃杀青 30 min,80℃烘干至恒定质量。计算 4 个时期的叶面积系数、4 个阶段(5 月 2 日—6 月 20 日、6 月 20 日—7 月 15 日、7 月 15 日—8 月 10 日、8 月 10 日—9 月 10 日)的光合势和光合生产率^[13]。试验数据采用 Excel 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同定植密度对朝天椒生育期和植株性状的影响

从表 1 可以看出,在同一天定植的情况下,豫欣 12 号朝天椒始花期、盛花期、始收期、盛收期随着定植密度的增加而延迟,封垄期、终收期却随着定植密度的增加而提前。与处理 1 相比,其他处理的始花期、盛花期延迟 1~5 d,始收期延迟 0~10 d,盛收期延迟 0~7 d,封垄期提前 6~24 d,终收期提前 0~8 d。实现 6 月底 7 月初封垄,是朝天椒丰产栽培的重要技术指标之一^[1-2,14-15]。除处理 1、2 外,其余各处理均于 6 月底 7 月初封垄,适当提前封垄能提高群体光合效率,早搭丰产架。从表 1 可以看出,不同处理的植株性状变化较大,与处理 1 相比,处理 2—7 株高增加 4.9~37.6 cm,茎粗减少 0.06~0.35 cm,现蕾节位减少 0.6~4.4 节,侧枝减少 0.92~4.23 个,开展度减少 14.9%~69.1%。豫欣 12 号朝天椒现蕾节位平均为 23.04 节,与大辣椒相比,属极晚熟品种^[16-17]。

表 1 不同定植密度下朝天椒的生育性状

处理	生育期/(月-日)							植株性状				
	定植	始花	盛花	封垄	始收	盛收	终收	株高/ cm	茎粗/ cm	现蕾 节位/节	侧枝/ 个	开展度/ cm
1	05-02	06-22	07-09	07-17	08-15	09-11	09-30	81.6	1.56	25.0	4.23	40×48
2	05-02	06-23	07-10	07-11	08-15	09-11	09-30	86.5	1.50	24.4	3.31	38×43
3	05-02	06-24	07-11	07-06	08-15	09-14	09-26	89.8	1.44	23.8	2.47	35×38
4	05-02	06-25	07-12	07-01	08-20	09-14	09-26	97.6	1.38	23.3	1.66	32×33
5	05-02	06-26	07-13	06-28	08-20	09-16	09-26	103.7	1.33	22.8	0.82	30×29
6	05-02	06-26	07-13	06-25	08-23	09-16	09-22	110.3	1.27	21.4	0.11	28×26
7	05-02	06-27	07-14	06-23	08-25	09-18	09-22	119.2	1.21	20.6	0.00	27×22

2.2 不同定植密度对朝天椒产量性状的影响

在本试验定植密度范围内,豫欣 12 号朝天椒单株结果个数、椒果长度、椒果直径、单果鲜质量、

单果干质量、单株干椒质量均随着定植密度的增加而减少。其中单株结果个数、单株干椒质量各处理间差异显著;椒果长度、直径及单果鲜质量、

干质量各处理间差异不显著。与处理1相比,处理2—7单株结果个数减少20.1~54.7个,单株干椒质量减少14.51~44.74 g。红果率以处理5最

高,达到96.6%;处理1最低,仅90.2%。椒果1级果率以处理5最高,达80.3%;处理7最低,为69.6%(表2)。

表2 不同定植密度下朝天椒的产量性状

处理	密度/ (万株/hm ²)	单株结果 数/个	椒果长/ cm	椒果直径/ cm	单果鲜 质量/g	单果干 质量/g	单株干椒 质量/g	红果率/ %	1级果率/ %
1	6	98.7a	4.93a	1.26a	2.28a	0.68a	67.18a	90.2	71.6
2	9	78.6b	4.89a	1.25a	2.20a	0.67a	52.67b	92.3	72.3
3	12	67.2c	4.84a	1.23a	2.08a	0.65a	43.68bc	93.6	73.8
4	15	59.5cd	4.77a	1.22a	1.95a	0.62a	36.87c	94.7	76.9
5	18	55.0d	4.65a	1.21a	1.81a	0.58a	31.89cd	96.6	80.3
6	21	48.0de	4.61a	1.20a	1.73a	0.56a	26.86d	95.3	75.2
7	24	44.0e	4.31a	1.16a	1.57a	0.51a	22.44d	93.2	69.6

注:同列不同大、小写字母分别表示差异达极显著($P<0.01$)、显著水平($P<0.05$),下同。

2.3 不同定植密度对朝天椒叶面积系数、光合势的影响

叶面积系数实质是光合面积指数,它是衡量作物密植程度的一种标志;而光合势则是反映作物群体某一段生长期单位土地面积进行干物质生产的光合叶面积指数及其所延续的时间。在一定密度范围内,朝天椒的叶面积系数越大,延续时间

越长,光合势就愈大。由表3可知,豫欣12号朝天椒各定植密度处理的叶面积系数随着生育进程而增加,8月10日(始收前)均达到最大值,此后开始降低,各生育时期的不同定植密度处理间差异显著;各定植密度处理的光合势也随着生育进程而增加,9月10日(盛收期)达到最大值,各生育时期的处理间差异显著。

表3 不同定植密度下朝天椒的叶面积系数与光合势

处理	6月20日		7月15日		8月10日		9月10日	
	叶面积 系数	光合势/ (m ² ·d/hm ²)	叶面积 系数	光合势/ (m ² ·d/hm ²)	叶面积 系数	光合势/ (m ² ·d/hm ²)	叶面积 系数	光合势/ (m ² ·d/hm ²)
1	2.13d	619 800f	3.56d	711 600f	4.65d	1 026 750g	4.21d	1 373 985f
2	2.76cd	838 320e	4.16cd	865 440e	5.32c	1 185 585f	4.82cd	1 572 480e
3	3.39c	1 056 825d	4.77c	1 020 510d	5.99c	1 345 680e	5.43c	1 770 990d
4	4.03bc	1 277 445c	5.35bc	1 173 090c	6.68bc	1 504 500d	6.02bc	1 969 470c
5	4.64b	1 491 735b	5.96b	1 325 670b	7.35b	1 664 580c	6.61b	2 164 875bc
6	5.26ab	1 708 155a	6.55ab	1 476 990a	8.02a	1 822 155b	7.20a	2 360 280b
7	5.87a	1 922 460a	7.13a	1 625 820a	8.68a	1 977 240a	7.86a	2 564 970a

2.4 不同定植密度对朝天椒干物质积累、光合生产率及产量的影响

从表4可以看出,朝天椒定植密度低的处理,光合生产率较高,干物质积累量较低。随着定植密度的增加,光合生产率降低,前期各处理之间差异显著,而后期差异不显著。干物质积累量随定植密度的增加而增加,各生育时期各处理之间差异

显著。处理5(18万株/hm²)与处理1(6万株/hm²)相比,4个时期光合生产率分别减少0.78、0.46、0.03、0.33 g/(m²·d),干物质积累量却分别增加1 379、2 760、4 418、6 165 kg/hm²。适宜的定植密度能减少朝天椒生育前期的田间漏光,提前封垄截获更多阳光,有利于形成和积累较多光合产物,从而获得更高产量。

表4 不同定植密度下朝天椒的干物质积累与光合生产率

处理	6月20日		7月15日		8月10日		9月10日		平均光合 生产率/ [g/(m ² ·d)]
	干物质质量/ (kg/hm ²)	光合生产率/ [g/(m ² ·d)]	干物质质量/ (kg/hm ²)	光合生产率/ [g/(m ² ·d)]	干物质质量/ (kg/hm ²)	光合生产率/ [g/(m ² ·d)]	干物质质量/ (kg/hm ²)	光合生产率/ [g/(m ² ·d)]	
1	1 818e	2.33a	4 115f	3.23a	6 870f	2.58a	10 653e	2.88a	2.76
2	2 126a	1.99a	4 767e	3.05a	7 937e	2.57a	11 900d	2.52a	2.53
3	2 432c	1.78b	5 417d	2.93a	8 999d	2.56a	13 476c	2.53a	2.45
4	2 739c	1.64b	6 071c	2.84a	10 068c	2.55a	15 065b	2.54a	2.39
5	3 197b	1.55b	6 875b	2.77a	11 288b	2.55a	16 818b	2.55a	2.36
6	3 354ab	1.48b	9 377b	2.72b	12 206b	2.55a	18 242a	2.56a	2.33
7	3 660a	1.43c	8 021a	2.68b	13 263a	2.55a	19 817a	2.55a	2.30

不同定植密度朝天椒产量结果见表 5, 经方差分析, 处理间 $F=336.27^{**} > F_{0.01}=4.28$, 表明处理间差异达极显著水平。其中以处理 5 的产量最高, 为 $5\,740.5\text{ kg/hm}^2$, 除与处理 6 产量差异不显著外, 与其他处理差异均达极显著水平; 其次是处理 6, 产量为 $5\,640.0\text{ kg/hm}^2$; 以处理 1 产量最低, 为 $4\,030.5\text{ kg/hm}^2$, 最高产量比最低产量增产 $1\,710.0\text{ kg/hm}^2$, 增产率 42.4% , 差异达极显著水平。

表 5 不同定植密度下朝天椒产量

处理	小区产量/kg				产量/ (kg/hm ²)
	I	II	III	平均	
5	11.59	11.39	11.46	11.48	5 740.5aA
6	11.25	11.41	11.18	11.28	5 640.0aAB
4	11.18	11.04	10.96	11.06	5 530.5bB
7	10.57	10.96	10.78	10.77	5 385.0cC
3	10.36	10.61	10.47	10.48	5 241.0dD
2	9.55	9.52	9.37	9.48	4 740.0eE
1	8.04	8.11	8.03	8.06	4 030.5fF

以栽植密度为自变量(x), 辣椒产量为因变量(y), 用 Excel 2003 对表 5 数据进行回归分析, 密度与产量呈二次曲线关系, 趋势线见图 1, 回归方程为 $\hat{y}=136.88+39.28x-1.59x^2$ 。对回归方程进行显著性检验, $F=3\,466.39^{**}$, 达极显著水平, 表明回归方程所表示的回归关系成立。根据回归方程计算, 得最佳定植密度为 18.57 万株/hm^2 , 最高产量为 $5\,703.0\text{ kg/hm}^2$, 与实际产量十分吻合。

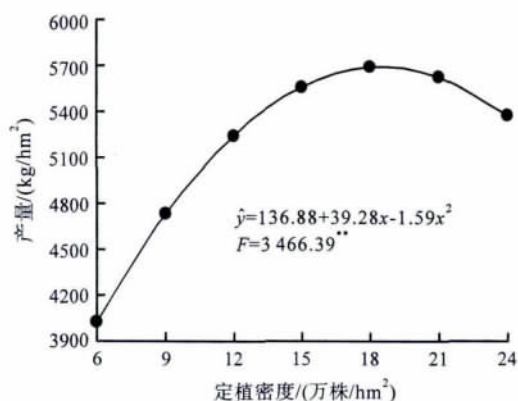


图 1 豫欣 12 号朝天椒定植密度与产量的关系

3 结论与讨论

周全奎等^[3]进行了天鹰椒定植密度试验, 在密度 32.87 万株/hm^2 的条件下, 干椒产量最高达到 $3\,987.0\text{ kg/hm}^2$ 。李世江等^[4]进行了绥阳朝天椒适宜种植密度试验, 绥阳朝天椒的种植密度以 $15\text{ 万} \sim 18\text{ 万株/hm}^2$ 较为适宜, 16.5 万株/hm^2 干椒产量最高 ($3\,333.0\text{ kg/hm}^2$)。刘发万等^[5]进行了丘北辣椒栽培密度试验, 9.48 万株/hm^2 干椒产量最高

($4\,313.4\text{ kg/hm}^2$)。本研究与上述研究在品种类型、地理气候、生态环境、地力水平等方面都有明显差异, 但可为黄淮海地区朝天椒高产栽培提供借鉴。

本研究首次探讨了朝天椒高产栽培的群体生理指标。在豫东黄潮土区单株定植方式下, 春植豫欣 12 号朝天椒 $6\text{ 万} \sim 24\text{ 万株/hm}^2$ 定植密度范围内, 以 18 万株/hm^2 处理的产量最高, 较处理 6 万株/hm^2 增产 42.4% , 差异极显著; 比对照 (12 万株/hm^2) 增产 9.5% , 差异显著。该处理始收期叶面积系数为 7.35 , 光合生产率达到 $2.55\text{ g/(m}^2 \cdot \text{d)}$, 盛收期叶面积系数为 6.61 , 平均光合生产率 $2.36\text{ g/(m}^2 \cdot \text{d)}$ 。经计算, 定植密度与产量呈二次曲线关系, 当定植密度达 18.57 万株/hm^2 时, 干椒最高产量为 $5\,703.0\text{ kg/hm}^2$, 超过此定植密度, 产量呈下降趋势, 这一结果与实际产量十分吻合。

参考文献:

- [1] 皇甫自起, 张慎举, 潘一展. 朝天椒无公害生产技术 [M]. 2 版. 郑州: 中原农民出版社, 2008.
- [2] 宋德友, 随魁亮, 常守乾. 朝天椒良种及栽培关键技术 [M]. 北京: 中国三峡出版社, 2006.
- [3] 周全奎, 尚兴甲, 张金琢, 等. 天鹰椒密度对产量、单株椒数、单椒重的影响 [J]. 辣椒杂志, 2005(3): 31-33.
- [4] 李世江, 王光敏, 田斌, 等. 绥阳朝天椒田间种植密度试验研究 [J]. 辣椒杂志, 2008(1): 40, 47.
- [5] 刘发万, 韦延恩, 张丽琴, 等. 不同栽培密度对丘北辣椒产量及效益的影响 [J]. 云南农业科技, 2010(4): 18-19.
- [6] 王忠书, 蒋华. 韩国朝天王 (2 号) 辣椒不同密度试验 [J]. 现代农业科技, 2009(2): 27.
- [7] 顾圣林, 汤菊芳. 地膜小辣椒适宜种植密度初探 [J]. 上海蔬菜, 2004(4): 33.
- [8] 牟东岭, 郑元红, 王慧, 等. 定植密度与复合肥互作对辣椒产量的影响 [J]. 长江蔬菜, 2011(8): 66-68.
- [9] 游冲. 朝天王不同密度栽培对产量及效益的影响 [J]. 耕作与栽培, 2008(6): 44.
- [10] 毛钟警, 蒋雪林, 陈海红, 等. 指天椒杂交种引种试验初报 [J]. 湖北农业科学, 2011(6): 1175-1178.
- [11] 张慎举, 皇甫自起. 朝天椒无公害标准化生产技术 [J]. 长江蔬菜, 2010(5): 47-49.
- [12] 程明, 周继华, 安顺伟, 等. 不同灌溉方式对辣椒生长、产量和水分生产效率的影响 [J]. 中国蔬菜, 2011(22/24): 92-95.
- [13] 魏建军, 罗庚彤, 张力, 等. 超高产大豆主要群体生理参数与经济产量关系的研究 [J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(3): 272-276.
- [14] Li W X, Lu J W, Chen F, et al. Effect of NPK application on yield, nutrients and water utilization under sudangrass and ryegrass rotation regime [J]. Agricultural Sciences in China, 2010, 9: 1026-1034.
- [15] Bacon C W, Hinton D M. Endophytic and biological control potential of bacillus mojavensis and related species [J]. Biological Control, 2002, 23: 274-284.
- [16] 邹学校. 中国辣椒 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [17] 熊海蓉, 蒋利华, 黄忠良, 等. 辣椒种衣剂理化性质及应用效果初探 [J]. 中国蔬菜, 2012(12): 78-82.