

种植密度对大棚辣椒生长、品质及产量的影响

顾桂兰, 张雪平, 陈建芳, 张瑞花, 靳艳革

(濮阳市农林科学院 河南濮阳 457000)

摘要: 为了探明种植密度对早春大棚辣椒生长、品质和产量的影响, 以辣椒新品种濮椒 6 号为试验材料, 采用单因素随机区组试验, 设置 5 个种植密度处理, 研究了不同种植密度对早春大棚辣椒植株、果实、叶绿素含量、光合特性、品质和产量的影响。结果表明, 随着种植密度增加, 辣椒株高逐渐增加, 而株幅、茎粗、果宽、果长则逐渐减少。随着种植密度的增加, 辣椒盛果期叶片的叶绿素含量、净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)和蒸腾速率(T_r)呈逐渐降低趋势, 而辣椒叶片胞间 CO_2 浓度(C_i)则逐渐升高; 辣椒果实可溶性蛋白、可溶性糖、维生素 C 含量逐渐降低, 但对辣椒素含量没有显著影响。随着种植密度的增加, 辣椒单果质量和商品果数呈逐渐降低趋势, 而产量呈先升高后降低的趋势, 当种植密度处理 A2 为 2223 株·667 m² 时, 其产量显著高于其他处理。综上所述, 2223 株·667 m² 为早春大棚辣椒濮椒 6 号的适宜种植密度。

关键词: 辣椒; 大棚; 种植密度; 光合特性; 生长; 产量; 品质

中图分类号: S641.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)07-119-06

Effects of planting density on growth, quality and yield of pepper in greenhouse

GU Guilan, ZHANG Xueping, CHEN Jianfang, ZHANG Ruihua, JIN Yange

(Puyang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Puyang 457000, Henan, China)

Abstract: In order to find out the effects of planting density on the growth, quality and yield of pepper in early spring greenhouse, Pujiao No. 6 was used as the experimental material, and five density treatments were set up to study the effects of different planting density on plants, fruits, chlorophyll content, photosynthetic characteristics, quality and yield of pepper in early spring greenhouse. The results showed that with the increase of planting density, the plant height increased significantly, but the plant width, stem diameter, fruit width and fruit length decreased gradually. With the increase of plant density, the chlorophyll content, net photosynthetic rate (P_n), stomatal conductivity (G_s) and transpiration rate (T_r) of pepper leaves showed a significant decrease trend, but the change trend of intercellular CO_2 concentration (C_i) was opposite to that of net photosynthetic rate (P_n). The soluble protein content, soluble sugar content, and vitamin C content of pepper fruit decreased gradually, but the capsaicin content had no significant effects. The single fruit mass and commercial fruit number of pepper decreased with the increase of planting density, while the yield increased first and then decreased. When the planting density treatment was 2223 plants·667 m², the yield was significantly higher than other treatments. In summary, the appropriate density of Pujiao No. 6 is 2223 plants·667 m² in early spring greenhouse.

Key words: Pepper; Greenhouse; Planting density; Photosynthetic characteristics; Growth; Yield; Quality

辣椒是一种重要的蔬菜作物和调味品, 具有适应性强、风味多样、营养丰富、产业链长等优点。我国辣椒栽培面积达 223 万 hm², 总产量约 6400 万 t, 年产值在 2700 亿元以上, 播种面积和产量均居蔬菜首位^[1-2]。早春大棚栽培是辣椒生产的主要茬口之一, 但当前设施辣椒生产存在栽培技术不规范、

单产低、效益不稳定等突出问题。因此, 探索科学的栽培措施、增加辣椒产量和效益对促进辣椒产业可持续发展具有重要意义。

种植密度是影响作物生长及产量的重要因素之一^[3-5]。研究表明, 合理密植可提高辣椒光能利用效率, 形成最佳群体结构, 以发挥其增产潜力, 是实

收稿日期: 2024-03-14; 修回日期: 2024-05-09

基金项目: 河南省大宗蔬菜产业技术体系建设(HARS-22-07-G1); 濮阳市重大专项(220210); 河南省科技攻关项目(212102110436)

作者简介: 顾桂兰, 女, 助理研究员, 研究方向为蔬菜遗传育种与推广应用。E-mail: guguilan013@163.com

通信作者: 陈建芳, 男, 研究员, 研究方向为蔬菜遗传育种与推广应用。E-mail: chenjianf@sina.com

现高产稳产的关键^[6-7]。种植密度影响着辣椒的光合作用,低密度种植无法发挥辣椒的生产潜能,过高密度种植会使辣椒的果长、果横径、单果质量降低,从而导致产量下降^[8-9]。种植密度不仅影响到辣椒的光合特性,还影响到辣椒株高、结果数以及辣椒的品质和产量^[10-11]。关于辣椒种植密度与产量的关系研究甚多^[12-19],但不同生态环境、不同品种、不同栽培茬口对种植密度要求也不尽相同。为了探明种植密度对早春大棚辣椒生长、品质和产量的影响,笔者结合河南早春大棚辣椒的生态条件,以濮椒6号辣椒为试验材料,研究了种植密度对早春大棚辣椒生长、品质及产量的影响,以期对早春大棚辣椒的优质高效栽培提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于2023年1—7月在濮阳市农林科学院王助试验基地进行,试验为钢架塑料大棚,长度60 m,跨度8 m。试验地为砂壤土,土层深厚,地势平坦,肥力均匀,前茬作物为蒜苗,耕层土壤有机质含量(w ,下同)20.12 g·kg⁻¹,全氮含量1.78 g·kg⁻¹,有效磷含量24.07 mg·kg⁻¹,速效钾含量162.35 mg·kg⁻¹,pH值7.2。

1.2 材料

供试材料为辣椒品种濮椒6号,由濮阳市农林科学院选育,果实为牛角椒,长势强,早熟,连续坐果能力强,适宜早春设施栽培,在河南、陕西、湖北等地已累计推广面积,约8000 hm²。

1.3 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,一般早春大棚辣椒种植密度在1600~2500株·667 m²,结合生产实际和品种特性,设5个密度处理,种植密度处理如下:A1. 1778株·667 m²(株行距为58 cm×65 cm);A2. 2223株·667 m²(株行距为46 cm×65 cm);A3. 2540株·667 m²(株行距为40 cm×65 cm);A4. 2964株·667 m²(株行距为35 cm×65 cm);A5. 3510株·667 m²(株行距为29 cm×65 cm)。小区面积10.4 m²,3次重复,四周设置保护行。2023年1月25日干籽播种,采用72孔穴盘育苗,3月15日定植,7月28日试验结束。定植前每667 m²施充分腐熟的优质农家肥3000 kg,氮、磷、钾复合肥40 kg,生物菌肥40 kg,有机硅肥20 kg,深翻整地后均匀施入田间,生长期间管理按常规进行。

1.4 指标测定

1.4.1 生长指标测定 生长期,参照李锡香等^[20]《辣椒种质资源描述规范和数据标准》,每个处理随机选取10株,用卷尺测量株高、株幅、果长,用游标卡尺测量果宽、茎粗、果肉厚度等。

1.4.2 叶绿素与光合指标的测定 于辣椒盛果期(定植后90 d),选取长势一致的辣椒功能叶,称取0.1 g,采用80%丙酮浸提法,利用721型分光光度计比色,测定663 nm、645 nm波长处的吸光值,按以下公式计算叶绿素a、叶绿素b含量(w ,下同)^[21]。

$$w(\text{叶绿素 a})(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=(12.72A_{663}-2.59A_{645})\times V_s/1000W;$$

$$w(\text{叶绿素 b})(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})=(22.88A_{645}-4.67A_{663})\times V_s/1000W;$$

V_s :提取液总体积(mL), W :鲜质量(g)。

光合指标测定:于辣椒盛果期(定植后90 d),选择晴天的上午9:00—11:00,使用LI-6400光合仪(北京力高泰科技有限公司)测定辣椒中下部功能叶片的光合参数,参数设置为流速500 μmol·s⁻¹,测定1000 μmol·m²·s⁻¹下叶片净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、蒸腾速率(T_r)和胞间CO₂浓度(C_i)^[7],每个处理重复3次。

1.4.3 品质测定 盛果期每个处理选择达到商品果标准的辣椒果实5个,洗净、擦干后切碎混合均匀后测定品质指标,每个处理3次重复。参考高俊凤^[21]《植物生理学实验技术》的方法,采用2,6-二氯酚靛酚钠滴定法测定果实维生素C含量;利用721型分光光度计,采用考马斯亮蓝比色法测定可溶性蛋白含量,采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量。参照GB/T 21266—2007《辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质测定及辣度表示方法》,利用高效液相色谱分析仪测定辣椒素含量^[22]。

1.4.4 产量测定 每个小区辣椒适时采收,产量经过分批采收结束后统计小区产量,换算成每667 m²产量。

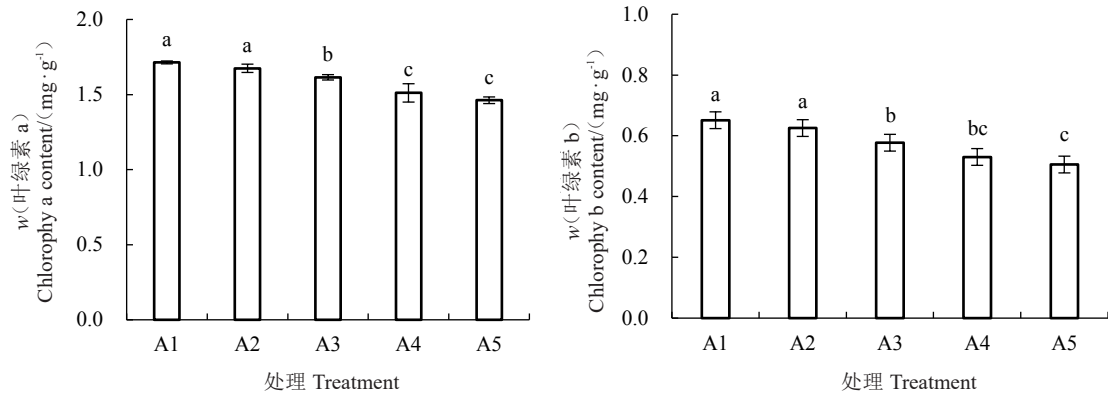
1.5 数据分析

采用Microsoft Excel 2010进行数据整理及作图,采用IBM SPSS Statistics 23.0进行数据分析,并利用Duncan进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度对大棚辣椒盛果期叶片光合色素含量的影响

由图1可以看出,不同种植密度处理下,辣椒



注:不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatment at 0.05 level. The same below.

图 1 种植密度对辣椒叶片光合色素含量的影响

Fig. 1 Effects of planting density on photosynthetic pigment content in pepper leaves

盛果期叶片的叶绿素含量不同。随着种植密度的增加,辣椒叶片叶绿素 a 含量逐渐减少,其中 A1 和 A2 低密度处理的叶绿素 a 含量均显著高于 A3、A4 和 A5 处理,A1 和 A2 处理的叶绿素 a 含量比高密度 A5 处理分别增加了 16.89%和 14.16%。另外,随着种植密度增加,辣椒叶绿素 b 含量也呈降低趋势,A1 和 A2 低密度处理的叶绿素 b 含量显著高于 A3、A4 和 A5 处理,其中 A1 和 A2 处理的叶绿素 b 含量比高密度 A5 处理分别增加了 26.80%和 23.53%。

2.2 种植密度对大棚辣椒盛果期叶片光合作用的影响

由图 2 可见,随着种植密度的增加,盛果期辣椒叶片的净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)和蒸腾速率(T_r)均呈显著降低趋势。A1、A2 和 A3 处理的净光合速率(P_n)分别较高密度 A5 处理显著提升了 15.53%、13.83%和 9.50%,叶片气孔导度(G_s)分别显著提升了 36.34%、33.13%和 28.11%;叶片蒸腾速率(T_r)各处理之间差异均达显著水平,且 A1>A2>A3>

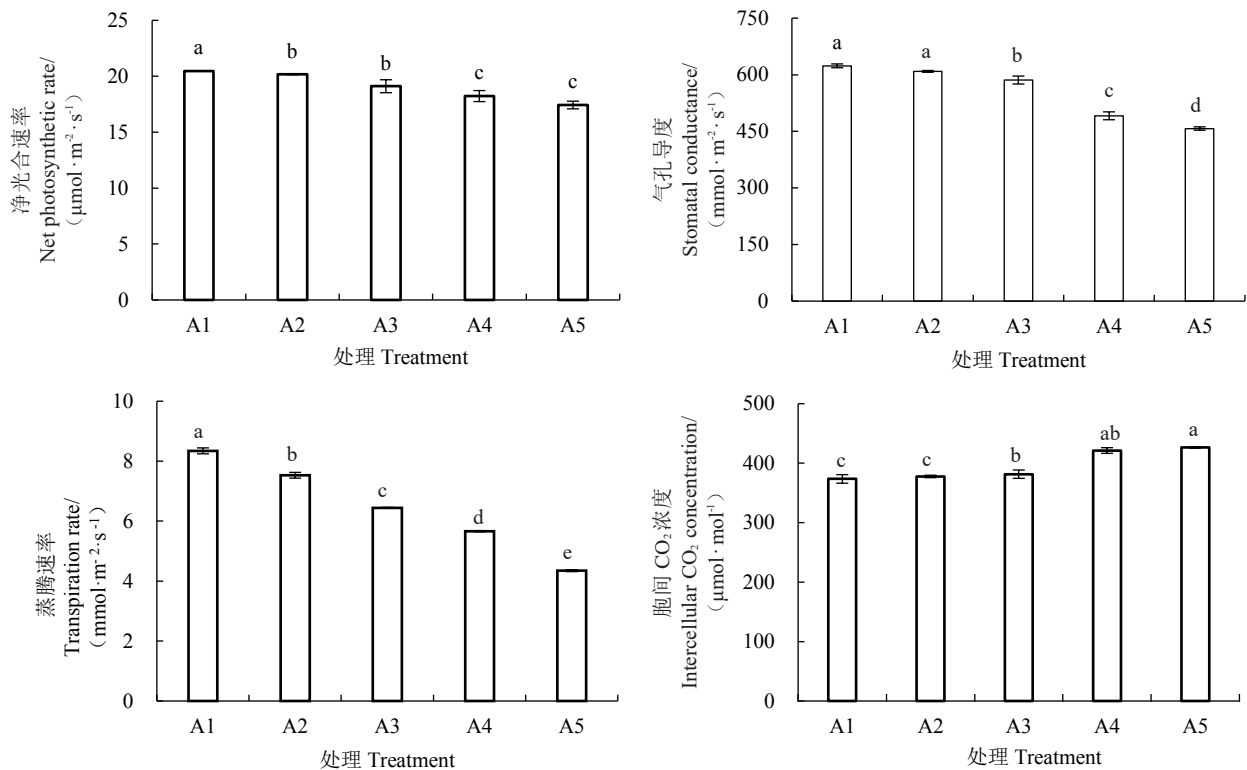


图 2 种植密度对辣椒盛果期叶片光合作用的影响

Fig. 2 Effects of planting density on photosynthesis of pepper leaves

A4>A5。辣椒叶片胞间 CO₂ 浓度(C_i)变化趋势与叶片的净光合速率(P_n)变化趋势相反,A1 和 A2 处理叶片胞间 CO₂ 浓度(C_i)显著低于 A3、A4 和 A5 处理。

2.3 种植密度对大棚辣椒农艺性状和品质的影响

2.3.1 种植密度对大棚辣椒农艺性状的影响 由表 1 可以看出,不同种植密度处理对大棚辣椒的株高、株幅、茎粗、果宽、果长和果肉厚度均产生一定的影响。随着种植密度的增加,辣椒株高逐渐增加,变化幅度在 81.12~85.89 cm,依次为 A5>A4>A3>A2>A1,A4、A5 处理的株高显著高于 A1、A2 和

A3。辣椒植株的株幅随种植密度的增大而呈逐渐下降趋势,其中 A1 处理的株幅最大,为 79.23 cm,显著高于 A3、A4、A5。茎粗的变化趋势则与株高相反,随密度增加呈逐渐减小的趋势,A1、A2 和 A3 之间差异不显著,分别为 1.63、1.62、1.60 cm,但均显著大于 A5。

由表 1 还可以看出,随着种植密度的增加,辣椒果宽逐渐减小,A1 处理显著大于其他处理,A2、A3 处理又显著大于 A4 和 A5;而果长也随着种植密度的增加逐渐减小,A1、A2 处理显著大于 A3、A4

表 1 种植密度对辣椒农艺性状的影响

Table 1 Effects of planting density on agronomic characters of pepper

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	株幅 Plant width/cm	茎粗 Stem diameter/cm	果宽 Fruit width/cm	果长 Fruit length/cm	果肉厚度 Flesh thickness/cm
A1	81.12 c	79.23 a	1.63 a	5.22 a	20.36 a	0.35 a
A2	81.21 c	78.77 ab	1.62 ab	5.14 b	19.80 a	0.35 a
A3	83.25 b	77.85 bc	1.60 ab	5.10 b	19.02 b	0.34 a
A4	85.39 a	77.06 cd	1.56 bc	4.85 c	18.55 bc	0.33 a
A5	85.89 a	76.61 d	1.53 c	4.81 c	18.39 c	0.32 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters in the same column indicate significant difference among different treatment at 0.05 level. The same below.

和 A5 处理。对果肉厚度而言,随着种植密度的增加,果肉厚度有减小的趋势,但各处理间果实肉厚无显著差异。

2.3.2 种植密度对大棚辣椒营养品质的影响 由表 2 可以看出,随着种植密度的增加,辣椒维生素 C 含量呈逐渐降低趋势,低密度 A1 处理的维生素 C 含量最高,且显著高于 A3、A4 和 A5 处理。随着种植密度增加,辣椒可溶性糖含量也呈降低趋势,低密度 A1 处理分别较 A4 和 A5 处理增加 17.02%和 22.91%,且各处理间均达到显著差异水平。随着种植密度的增加,辣椒可溶性蛋白含量也逐渐降低,A1 和 A2 处理显著高于 A3、A4 和 A5 处理,其中 A1 和 A2 处理分别较高密度 A5 处理显著增加了 23.21%和 17.86%。然而,种植密度对辣椒果实辣椒素含量影响不显著,各处理辣椒素含量在 8.93~9.51 μg·g⁻¹ 之间。

2.4 种植密度对大棚辣椒产量的影响

由表 3 可见,随着种植密度的增加,辣椒的单果质量呈降低趋势,A1 和 A2 处理的单果质量分别为 90.25、90.16 g,均显著大于 A3、A4 和 A5 处理。随着种植密度的增加,商品果数逐渐降低,A1 和 A2 处理的单株商品果数分别比 A5 处理增加 5.27 个

表 2 种植密度对辣椒营养品质的影响

Table 2 Effects of planting density on nutritional quality of pepper

处理 Treatment	w(维生素 C) Vitamin C content/ (μg·100 g ⁻¹)	w(可溶性糖) Soluble sugar content/ %	w(可溶性蛋白) Soluble protein content/ (mg·g ⁻¹)	w(辣椒素) Capsaicin content/ (μg·g ⁻¹)
A1	111.33 a	4.40 a	1.38 a	9.51 a
A2	107.77 ab	4.26 b	1.32 a	9.47 a
A3	105.73 b	4.06 c	1.24 b	8.93 a
A4	96.84 c	3.76 d	1.18 b	9.22 a
A5	95.57 c	3.58 e	1.12 c	9.03 a

和 4.60 个。随着种植密度的增加,每 667 m² 辣椒产量变化表现为先增加后逐步降低的趋势,产量由高到低依次为 A2>A1>A3>A4>A5,其中,处理 A2 产量为 3 951.36 kg·667 m²,显著高于其他处理。

2.5 不同种植密度的大棚辣椒农艺性状及产量的相关性分析

在不同种植密度下,辣椒株高、单果质量等农艺性状与辣椒产量存在一定的相关性。由表 4 可见,辣椒的株高与产量呈极显著负相关;辣椒产量与茎粗、果长、果宽、果肉厚度、商品果数和单果质量均呈正相关,其中株高、果肉厚度、单果质量与产

表3 种植密度对辣椒产量的影响

Table 3 Effects of planting density on the yield of pepper

处理 Treatment	单果质量 Single fruit mass/kg	单株商品果数 Single plant of commercial fruit number	小区产量 Plot yield/kg	产量 Yield/(kg·667 m ²)
A1	90.25 a	22.70 a	59.11 b	3 782.83 b
A2	90.16 a	22.03 a	61.74 a	3 951.36 a
A3	89.08 b	18.17 b	56.78 c	3 634.13 c
A4	85.12 b	17.57 c	54.36 d	3 478.83 d
A5	79.42 c	17.43 c	52.79 d	3 378.35 d

表4 不同种植密度的大棚辣椒农艺性状及产量的相关性分析

Table 4 Correlation analysis between planting density and pepper yield

指标 Index	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	果长 Fruit length	果宽 Fruit width	果肉厚度 Flesh thickness	商品果数 Commercial fruit number	单果质量 Single fruit mass	产量 Yield
株高 Plant height	1							
茎粗 Stem diameter	-0.967**	1						
果长 Fruit length	-0.935*	0.928*	1					
果宽 Fruit width	-0.957*	0.980**	0.929*	1				
果肉厚度 Flesh thickness	-0.978**	0.994**	0.927*	0.959*	1			
商品果数 Commercial fruit number	-0.822	0.826	0.970**	0.839	0.816	1		
单果质量 Single fruit mass	-0.966**	0.990**	0.887*	0.983**	0.981**	0.763	1	
产量 Yield	-0.976**	0.919*	0.868	0.878	0.953*	0.728	0.919*	1

注:*表示在 0.05 水平显著相关;**表示在 0.01 水平极显著相关。

Note:* means significant correlation at 0.05 level; ** means extremely significant correlation at 0.01 level.

量的相关系数分别为-0.976、0.953 和 0.919,相关性达极显著或显著水平。另外,各个农艺性状之间也存在显著或极显著的相关关系。

3 讨论与结论

种植密度影响作物的生理状况和冠层结构,从而影响作物对光温资源的利用率,调控植株的生长发育,进一步影响干物质积累和产量形成^[23]。合理的冠层结构可增加群体透光性,提高光能利用率,种植密度过高可降低群体冠层碳同化量和叶片对光的截留效率,单株作物光合作用效率大幅下降^[24]。随着种植密度增加,辣椒植株上部叶片竞争加剧,功能叶的光合面积和光合能力不断下降^[7]。本试验结果表明,随着种植密度的增加,盛果期辣椒植株叶片相互遮蔽,辣椒叶片叶绿素含量、净光合速率、气孔导度和蒸腾速率不断降低,严重影响辣椒植株的光合产物积累,这与侯超等^[6]、苏丹等^[7]的研究结果基本一致。

合理的种植密度可以平衡营养生长和生殖生长的关系,创造良好的植株生长环境,进一步促进果实的生长发育和产量的形成,种植密度过高或过低均不利于作物获得高产^[25-27]。唐瑞永等^[28]研究认

为,辣椒种植密度较大时,由于植株间的竞争与相互影响,株高与果实畸形率显著增高,株幅、有效分枝数与单果质量显著减小。本试验结果表明,种植密度对辣椒农艺性状有不同程度的影响,辣椒种植密度与株高呈正相关,而与茎粗呈负相关;且随着种植密度的增加,果宽、果长均逐渐减低;辣椒的产量与茎粗、果长、果宽、果肉厚度、单株商品果数和单果质量均呈正相关,这与王静静等^[9]、胡建超等^[13]的试验结果基本一致。种植密度不仅影响辣椒果实的生长发育,而且对果实营养品质也产生一定影响。本试验结果表明,低密度时有利于果实发育,而随着种植密度的增加,辣椒果实维生素 C 含量、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量也逐渐降低,但对辣椒素含量无显著影响。这与孟凯等^[29]、聂宁等^[30]、李雪芬^[31]在其他作物上的研究结果基本类似。

李艳兰等^[32]研究表明,豌豆产量随着种植密度的增加先呈上升趋势,当种植密度达一定程度时产量达最高值,之后在一定种植密度范围产量随种植密度增加而下降。本试验结果表明,随种植密度的增加,辣椒产量表现为先增加后降低的趋势,密度达到 2223 株·667 m²时,产量为 3 951.36 kg·667 m²,密度超过 2 540 株·667 m²后产量又不断降低,密度为

3 510 株·667 m²时产量最低,仅 3 378.56 kg·667 m²。这与王静静等^[9]、吴亚丽等^[18]、杨澍雨等^[27]的辣椒密度试验结果基本一致。

综上所述,不同种植密度影响到辣椒的光合作用、农艺性状及产量,种植密度过高,则通风透光性较差,辣椒光合速率受到影响,不利于植株的生长,其产量降低。而合理的种植密度可以促进早春大棚辣椒生长,增强光合作用,从而进一步提高辣椒品质和产量。综合大棚辣椒生长、光合指标、产量、品质等指标,建议辣椒品种濮椒 6 号的早春大棚栽培最佳种植密度为 2223 株·667 m²。

参考文献

- [1] 乔立娟,赵帮宏,宗义湘,等.我国辣椒产业发展现状、趋势及对策[J].中国蔬菜,2023(11):9-15.
- [2] 邹学校,杨莎,朱凡,等.中国高口感品质鲜食辣椒产业发展与未来趋势[J].园艺学报,2024,51(1):27-38.
- [3] 付一峰,唐丽,张泽锦.四川盆地番茄不同栽培密度对产量和品质的影响[J].中国瓜菜,2022,35(7):75-78.
- [4] 向悦丹,董佳文,罗安红,等.不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆生长及产量的影响[J].中国瓜菜,2023,36(8):71-76.
- [5] 王晓军,李晓慧,刘华.不同种植密度对茴香育苗生长及产量的影响[J].中国瓜菜,2024,37(2):118-123.
- [6] 侯超,陶承光,王丽萍,等.不同密度和整枝方式对辣椒光合特性、干物质分配及产量的影响[J].西北农业学报,2010,19(3):159-162.
- [7] 苏丹,胡明文,蓬桂华,等.种植密度对辣椒 DU01 光合特性及产量的影响[J].中国瓜菜,2022,35(2):67-71.
- [8] 彭思云,罗焱,谢挺,等.不同种植密度对遵椒 4 号产量的影响[J].辣椒杂志,2016,14(1):39-42.
- [9] 王静静,张自坤,常培培,等.密度和行距互作下色素辣椒产量及相关性状的多重分析[J].中国农学通报,2019,35(25):72-77.
- [10] 崔聪聪,王秀芝,曲宝茹,等.定植方式和穴距对露地辣椒农艺性状和产量的影响[J].北方农业学报,2018,46(2):99-102.
- [11] 阎淑滑,顾桂兰,张瑞花,等.不同种植密度对濮椒 7 号辣椒产量和产值的影响[J].长江蔬菜,2023(12):46-47.
- [12] 郑元红,肖莉,牟东岭,等.不同定植方式和密度对辣椒产量的影响[J].耕作与栽培,2010(5):28-29.
- [13] 胡建超,赵尊练,郭长美,等.不同定植密度对线辣椒根系发育及产量的影响[J].西南农业学报,2015,28(1):317-322.
- [14] 张晓梅,王秀芝,苏敏莉,等.不同栽培密度对大棚亮剑辣椒植株性状和产量的影响[J].辣椒杂志,2015,13(3):42-43.
- [15] 梁传静,邢丹,张爱民,等.不同栽培密度对辣椒产量及病害发生的影响[J].辣椒杂志,2020,18(3):14-16.
- [16] 罗焱,彭思云,谢挺,等.不同种植密度对遵辣 9 号产量与经济效益的影响[J].辣椒杂志,2021,19(2):24-28.
- [17] 成文荣,董亮,来有鹏,等.嫁接乐都长辣椒种植密度对产量的影响[J].北方园艺,2011(18):43-44.
- [18] 吴亚丽,陈东,赵仁全,等.杂交品种遵辣 9 号不同密度试验研究[J].耕作与栽培,2021,41(3):68-70.
- [19] 赵洪,顾小凤,罗鸿,等.种植密度对卓椒 8 号生长发育及经济效益的影响[J].贵州农业科学,2021,49(11):47-52.
- [20] 李锡香,张宝玺.辣椒种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [21] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [22] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质测定及辣度表示方法:GB/T 21266-2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [23] 杨吉顺,高辉远,刘鹏,等.种植密度和行距配置对超高产夏玉米群体光合特性的影响[J].作物学报,2010,36(7):1226-1233.
- [24] SETTER T L, LAURELES E V, MAZAREDO A M. Lodging reduces yield of rice by self-shading and reductions in canopy photosynthesis[J].Field Crops Research, 1997,49(2):95-106.
- [25] 王岩,牟玉梅,张爱民,等.不同种植密度对机采辣椒品种性状和产量的影响[J].热带作物学报,2021,42(5):1342-1347.
- [26] 赵洪,顾小凤,罗鸿,等.种植密度对卓椒 8 号生长发育及经济效益的影响[J].贵州农业科学,2021,49(11):47-52.
- [27] 杨澍雨,刘锡,黄仁权,等.栽培密度对“大方皱椒”农艺性状及产量的影响[J].辣椒杂志,2022,20(3):21-24.
- [28] 唐瑞永,梁更生,尹艳兰,等.辣椒种植密度对其农艺性状及产量的影响[J].甘肃农业科技,2019(4):32-36.
- [29] 孟凯,李星月,米福贵,等.种植密度对内蒙古中部地区苜蓿生长、饲草产量及营养品质影响[J].草业学报,2019,28(7):73-81.
- [30] 聂宁,陈兴懿.不同种植密度的全株青贮玉米发酵饲料品质和营养成分分析[J].中国饲料,2023(20):107-110.
- [31] 李雪芬.玉米栽培密度对营养成分及青贮品质影响的研究[J].营养研究,2021,44(23):127-129.
- [32] 李艳兰,杨进成,禹宗红,等.种植密度对鲜食粒豌豆产量构成因子的影响[J].中国农学通报,2023,39(13):52-57.