

doi:10.11937/bfyy.20171914

密度、苗龄和追肥对大棚甜椒生长、产量及经济效益的影响

崔聪聪, 王秀芝, 孟令强, 张晓梅, 曲宝茹, 李 杰

(赤峰市农牧科学研究所, 内蒙古 赤峰 024031)

摘 要:为研究北方越夏茬大棚甜椒高产配套栽培技术,以甜椒“红美人”为试材,采用 $L_{16}(4^3)$ 正交实验设计,比较不同水平密度(667 m^2 密度为 3 000~3 900 株)、苗龄(50~71 d)、追肥(667 m^2 施肥0~40 kg)处理对甜椒生长、产量及经济效益的影响。结果表明:影响甜椒不同性状的主导因子各不相同,苗龄对植株前期生长具有显著影响,对果实性状及产量影响不显著,57 d 苗龄最适于植株生长;密度及追肥量对单果质量、坐果总数、产量具有显著或极显著影响,单果质量最佳组合为 667 m^2 栽植密度 3 300 株、50 d 苗龄、追肥 40 kg,坐果数最佳组合为 667 m^2 栽植密度 3 600 株、57 d 苗龄、追肥 30 kg。产量最佳组合为 667 m^2 栽植密度 3 600 株、50 d 苗龄、追肥 30 kg。通过综合分析得出,该试验条件下甜椒获得最高产量及经济效益的组合为 667 m^2 栽植密度 3 600 株、57 d 苗龄、追肥 30 kg。

关键词:甜椒;密度;苗龄;追肥量;产量

中图分类号:S 641.304 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)23-0081-06

辣椒(*Capsicum annuum* L.)是人们生活中重要的蔬菜种类之一,在世界各地均有广泛种植。辣椒味道独特,营养丰富,无论作为调味品还是菜肴都深受人们喜欢。我国是世界上最大的辣椒种植国家,年播种面积约 133 万 hm^2 ,占世界栽培面积的 35%,其中赤峰市是北方地区鲜食辣椒的重要产地^[1]。辣椒在赤峰地区冬春日光温室和夏季塑料大棚均有大面积种植,而甜椒是越夏茬大棚的主栽作物之一,在农民增产增收中发挥着重要作用^[2]。众多试验研究表明,甜椒的产量、品质等与栽培措施有着密切关系^[3-5],如何通过培育适龄壮苗、合理密植、有效施肥来提高甜椒的产量和经济效益,提供良种配套高产栽培技术,成为育种人

员和农户关注的重要问题。该试验研究了苗龄、密度及追肥量对甜椒生长、果实性状及产量等的影响,筛选出三因素最优组合,以期对越夏茬大棚甜椒的优质高产栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试甜椒品种为“红美人”,是赤峰市农牧科学研究所选育的新品种;供试肥料为 GAT 肥料有限公司生产的大量水溶性肥料(20-20-20+TE);穴盘使用 187 孔,孔径为 4.0 cm×4.0 cm。

1.2 试验方法

试验于 2016 年在赤峰市农牧科学研究所 10 号试验地进行,栽培模式为塑料大棚越夏茬栽培。小区面积 4.5 m^2 ,畦宽 1.0 m,畦间用塑料薄膜隔开。每畦定植 2 行,单株定植,大小行距 60 cm×40 cm。塑料大棚整地前每 667 m^2 施腐熟的农家肥 5 m^3 、复合肥($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}\geq 54\%$) 40 kg,试验田

第一作者简介:崔聪聪(1980-),女,内蒙古赤峰人,硕士,副研究员,现主要从事设施蔬菜育种与栽培技术等研究工作。E-mail:congcong@126.com.

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-23-G21)。

收稿日期:2017-07-10

按常规管理,及时锄草、灌溉、防治病虫害等。

试验采用三因素四水平正交实验设计,使用 $L_{16}(4^3)$ 正交设计表共设16个处理,3次重复,试验因素及水平见表1。追肥采用逐株灌根方式分5次追施,门椒坐果后第一次追肥,此后每隔10 d追施1次。

表1 正交实验因素及水平

Table 1 Factors and levels of the orthogonal experiment

水平 Levels	因素 Factors		
	A-667 m ² 密度	T-苗龄	C-667 m ² 追肥量
	Density per 667 m ² /株	Seedling age/d	Fertilizing quantity per 667 m ² /kg
1	3 000	71	0
2	3 300	64	20
3	3 600	57	30
4	3 900	50	40

1.3 项目测定

1.3.1 生长指标及生物量的测定

始收期(7月2日)和盛收期(8月2日)在每处理中随机选取10株用卷尺测量株高,用游标卡尺测量茎粗;终收期(9月17日)每小区选取3株生长一致的植株,分别测定地上、地下部分鲜质量。

1.3.2 经济性状的测定

盛果期每小区采集10个果实测量纵径和横径,同时称量单果质量;采摘时每小区单独统计果

实个数并测产量,最后计算总产量,根据市场价格计算经济效益。

1.4 数据分析

采用DPS软件对试验数据进行分析 and 差异显著性检验(Duncan's 新复极差法)。

2 结果与分析

2.1 对甜椒生长的影响

2.1.1 生长发育

生长指标是评价甜椒长势的最直观指标。不同密度、苗龄及追肥量处理组合甜椒株高、茎粗及生物量测量结果见表2。对各处理不同时期株高和茎粗进行方差分析和多重比较(表3)可知,始收期苗龄对株高和茎粗的影响达到显著水平,密度和追肥量对其影响不显著,说明由于定植时间短,密度和追肥量的作用尚不明显,苗龄是影响始收期植株长势的主要因素。盛收期苗龄和追肥量对株高的影响达显著水平,追肥量对茎粗的影响达到显著水平,说明在盛收期追肥量是影响株高、茎粗的重要因素,苗龄的影响随着植株生长逐渐减弱,密度的影响不显著。方差分析和多重比较结果显示,盛收期大棚甜椒株高的最佳组合为 $A_4T_3C_3$,茎粗的最佳组合为 $A_1T_3C_4$ 。

表2

不同处理的植株性状及生物量

Table 2 Effect of different factors and levels on plant properties and biomass of pepper

处理 Treatment	始收期 First harvest time		盛收期 Full fruit period		鲜质量 Fresh weight/g	
	株高	茎粗	株高	茎粗	地上部	根系
	Shoot height/cm	Stem diameter/mm	Shoot height/cm	Stem diameter/mm	Aboveground	Underground
$A_1T_1C_1$	52.8	15.94	81.8	14.84	831.0	48.3
$A_1T_2C_2$	48.6	12.64	81.6	14.80	750.7	54.3
$A_1T_3C_3$	39.8	12.65	89.2	18.59	858.3	60.0
$A_1T_4C_4$	42.6	12.35	85.0	19.73	853.3	55.7
$A_2T_1C_2$	54.8	14.21	81.2	15.60	768.3	56.3
$A_2T_2C_1$	44.6	14.00	80.8	12.93	753.3	53.3
$A_2T_3C_4$	35.4	12.71	93.0	16.11	895.0	58.7
$A_2T_4C_3$	42.2	13.33	94.5	16.76	950.0	61.7
$A_3T_1C_3$	50.0	14.25	85.6	14.59	753.0	55.3
$A_3T_2C_4$	49.0	13.71	82.2	15.65	726.7	52.0
$A_3T_3C_1$	40.8	12.83	83.2	15.31	663.3	55.0
$A_3T_4C_2$	35.2	13.22	87.0	13.89	623.3	55.0
$A_4T_1C_4$	53.0	13.11	85.2	17.98	648.3	53.8
$A_4T_2C_3$	49.4	13.85	89.2	15.77	661.7	58.3
$A_4T_3C_2$	44.2	12.76	89.8	15.28	663.3	50.7
$A_4T_4C_1$	41.6	13.01	88.4	13.78	638.3	46.7

表 3 不同因素水平对生长指标的影响

Table 3 Effect of different factors and levels on growth indexes of pepper

水平 Levels	始收期 First harvest time						盛收期 Full fruit period					
	株高 Shoot height/cm			茎粗 Stem diameter/mm			株高 Shoot height/cm			茎粗 Stem diameter/mm		
	A	T	C	A	T	C	A	T	C	A	T	C
1	45.95a	52.65a	44.95a	13.39a	14.38a	13.95a	84.40a	83.45b	83.55b	16.99a	15.75a	14.22c
2	44.25a	47.90a	45.70a	13.56a	13.55ab	13.21a	87.37a	83.45b	84.90b	15.35a	14.79a	14.89bc
3	43.75a	40.05b	45.35a	13.50a	12.74b	13.52a	84.50a	88.80a	89.63a	14.86a	16.32a	16.43ab
4	47.05a	40.40b	45.00a	13.18a	12.97b	12.97a	88.15a	88.73a	86.35ab	15.70a	16.04a	17.37a
F 值	0.76	12.26*	0.04	0.20	3.79*	1.27	2.64	6.61*	4.78*	2.24	1.20	5.56*

注:表中大、小写字母分别表示在 1%、5%水平差异显著。下同。
Note: Different capital and lowercase letters in the table show that the significant differences at 0.01 and 0.05 levels, respectively. The same as below.

2.1.2 生物量

通过对地上及根系鲜质量进行方差分析和多重比较(表 4)可知,密度对地上部鲜质量的影响达到极显著水平,追肥量对其影响达到显著水平。由 F 值可知,三因素对地上部鲜质量影响顺序为密度>追肥量>苗龄;追肥量对根系鲜质量影响达到显著水平,密度与苗龄作用不明显。通过方

差分析和多重比较进行综合分析可知,对大棚甜椒生物量来讲,三因素最佳组合为 A₂T₃C₃。

2.2 经济性状

不同处理组合的果实横纵径、单果质量、坐果数及产量结果见表 5。

表 4 不同因素水平对生物量的影响

Table 4 Effect of different factors and levels on biomass of pepper

g

水平 Levels	地上部鲜质量 Shoot fresh weight			根鲜质量 Root fresh weight		
	A	T	C	A	T	C
1	823.3aA	750.2a	721.5b	54.6a	53.5a	50.8b
2	841.7aA	723.1a	701.4b	57.5a	54.5a	54.1ab
3	691.6bB	770.0a	805.8a	54.3a	56.1a	58.8a
4	652.9bB	766.3a	780.8ab	52.4a	54.8a	55.0ab
F 值	18.03**	0.93	4.89*	2.48	0.65	6.01*

表 5 不同处理的经济性状及产量

Table 5 Effect of different factors and levels on economic characters and yield of pepper

处理 Treatment	横径 Diameter/cm	纵径 Longitudinal diameter/cm	单果质量 Mean fruit weight/g	坐果数 No. of fruit setting/个	小区产量 Yield per plot/kg	667 m ² 产量 Yield per 667 m ² /kg
A ₁ T ₁ C ₁	8.2	8.8	235	139	35.28	5 880.00
A ₁ T ₂ C ₂	8.4	8.7	212	160	38.29	6 381.67
A ₁ T ₃ C ₃	9.1	9.3	249	150	38.16	6 360.00
A ₁ T ₄ C ₄	8.9	9.2	288	120	40.46	6 743.33
A ₂ T ₁ C ₂	8.6	8.9	243	152	42.10	6 315.00
A ₂ T ₂ C ₁	8.2	9.0	235	133	37.84	5 676.00
A ₂ T ₃ C ₄	8.6	9.7	300	155	44.79	6 718.50
A ₂ T ₄ C ₃	9.2	10.0	270	146	48.05	7 207.50
A ₃ T ₁ C ₃	9.5	9.3	259	188	54.16	8 477.22
A ₃ T ₂ C ₄	8.8	9.2	243	161	49.42	7 413.00
A ₃ T ₃ C ₁	7.8	8.3	204	170	40.80	6 386.09
A ₃ T ₄ C ₂	8.7	9.4	237	211	51.35	8 037.39
A ₄ T ₁ C ₄	8.6	8.8	243	171	50.17	7 826.52
A ₄ T ₂ C ₃	8.9	9.2	232	184	49.72	8 079.50
A ₄ T ₃ C ₂	8.0	9.1	211	188	44.32	6 913.92
A ₄ T ₄ C ₁	8.9	8.3	219	162	42.69	6 659.64

2.2.1 对果实横纵径、单果质量及坐果数的影响
对果实横纵径进行方差分析和多重比较(表6)可知,密度和苗龄对果实大小影响均不显著,追

肥量影响达到显著水平,表明追肥是促使果实膨大的重要因素,其中横径最佳组合为 $A_3T_4C_3$,纵径最佳组合为 $A_2T_4C_3$ 。

表 6

不同因素水平对经济性状的影响

Table 6

Effect of different factors and levels on economic characteristics of pepper

水平 Levels	横径 Diameter/cm			纵径 Longitudinal diameter/cm			单果质量 Mean fruit weight/g			坐果数 No. of fruit setting/个		
	A	T	C	A	T	C	A	T	C	A	T	C
1	8.6a	8.7ab	8.3b	9.0a	8.9a	8.6b	246.0ab	245.0a	223.3b	143.5b	162.5a	151.0b
2	8.6a	8.6ab	8.4b	9.4a	9.0a	9.0ab	262.0a	230.5a	225.8b	146.5b	157.0a	170.3a
3	8.7a	8.4b	9.2a	9.1a	9.1a	9.5a	235.8b	241.0a	252.5a	177.5a	169.5a	170.8a
4	8.6a	8.9a	8.7ab	8.9a	9.2a	9.2a	226.3b	253.5a	268.5a	176.3a	154.8a	151.8b
F 值	0.08	2.60	7.56*	2.00	0.51	4.82*	5.36*	2.09	10.90*	19.05*	2.42	6.83*

通过对单果质量及坐果数进行方差分析和多重比较(表6)可知,追肥量、密度对单果质量和坐果数的影响达到显著水平,苗龄对其影响不显著。由F值可知,对单果质量的影响大小顺序为追肥量>密度>苗龄,对坐果数的影响大小顺序为密度>追肥量>苗龄。表明对单果质量来说,追肥量为主要因素,密度为次要因素;对坐果数而言,密度为主要因素,追肥量为次要因素。由方差分析和多重比较结果可知,对单果质量来讲,三因素的最佳组合为 $A_2T_4C_4$,对坐果数来说,三因素的最佳组合为 $A_3T_3C_3$ 。

2.2.2 产量

由表5可知,16个试验处理的667 m²产量幅度为5 676.00~8 477.22 kg,处理组合 $A_3T_1C_3$ 的667 m²产量最高达8 477.00 kg, $A_2T_2C_1$ 的667 m²产量最低为5 676.00 kg。不同处理组合间产量达差异显著水平。由产量方差分析及多重比较结果(表7)可知,密度及追肥量对产量影响达极显著水平,二者是影响大棚甜椒产量的关键因子,苗龄对其影响不显著。三因素对产量的影响大小顺序为密度>追肥量>苗龄。667 m²密度在 $A_1\sim A_3$ 水平间变化时与产量呈正相关,即在此范围内产量随着密度增加而增加, A_3 (3 600株)时667 m²密度最高为7 578.43 kg,极显著高于 A_1 和 A_2 ,当密度高于 A_3 时产量有所下降。追肥量对产量的影响趋势与密度相同,即产量随着追肥量的增加而增加,在667 m²追肥

量为 C_3 (30 kg)时达到最大,随后呈下降趋势,但变化不显著。由方差分析和多重比较结果可知,对产量而言,密度、苗龄、追肥量的最佳组合为 $A_3T_4C_3$ 。

表 7 不同因素处理对 667 m² 产量的影响

Table 7

Effect of different factors and levels on yield of pepper per 667 m²

kg

水平 Levels	A	T	C
1	6 341.25bB	7 124.69a	6 150.43cB
2	6 479.25bB	6 887.54a	6 911.99bAB
3	7 578.43aA	6 594.63a	7 531.06aA
4	7 369.90aA	7 161.97a	7 175.34abA
F 值	15.75**	2.78	13.93**

2.2.3 经济效益

2016年越夏茬塑料大棚甜椒市场平均价格为1.5元·kg⁻¹。直接投入包括种苗、肥料(底肥+追肥)、机耕费、农药及设施折旧费5项。单株种苗价格为0.35元,667 m²底肥565元,大量水溶性肥料为24元·kg⁻¹,667 m²机耕费为150元,农药费用为480~624元,667 m²设施折旧924元。不同因素处理的投入成本,667 m²产值和经济效益差异显著性分析见表8。由多重比较及方差分析(表9)可知,密度对经济效益影响达到极显著水平,追肥量对经济效益影响达到显著水平,苗龄对其影响不显著,获得最佳经济效益的处理组合为 $A_3T_4C_3$ 。

表 8 不同处理 667 m² 直接投入及经济效益比较

Table 8 Effect of different factors and levels on direct input and output per 667 m²

元

处理 Treatment	直接投入 Direct input	产值 Production	经济效益 Economic benefit	处理 Treatment	直接投入 Direct input	产值 Production	经济效益 Economic benefit
A ₁ T ₁ C ₁	3 199	8 820.0	5 621.0deBC	A ₃ T ₁ C ₃	4 135	12 715.8	8 580.8aA
A ₁ T ₂ C ₂	3 679	9 572.5	5 893.5deBC	A ₃ T ₂ C ₄	4 375	11 119.5	6 744.5bcdeABC
A ₁ T ₃ C ₃	3 919	9 540.0	5 621.0deBC	A ₃ T ₃ C ₁	3 415	9 579.1	6 164.1cdeABC
A ₁ T ₄ C ₄	4 159	10 115.0	5 956.0deABC	A ₃ T ₄ C ₂	3 895	12 056.1	8 161.1abAB
A ₂ T ₁ C ₂	3 787	9 472.5	5 685.5deBC	A ₄ T ₁ C ₄	4 483	11 739.8	7 256.8abcdABC
A ₂ T ₂ C ₁	3 307	8 514.0	5 207.0eC	A ₄ T ₂ C ₃	4 243	12 119.3	7 876.3abcAB
A ₂ T ₃ C ₄	4 267	10 077.8	5 810.8deBC	A ₄ T ₃ C ₂	4 003	10 370.9	6 367.9cdeABC
A ₂ T ₄ C ₃	4 027	10 811.3	6 784.3bcdeABC	A ₄ T ₄ C ₁	3 523	9 989.5	6 466.5bcdeABC

注:直接投入=种苗+肥料+机耕费+农药+设施折旧费;667 m² 产值=667 m² 产量×平均价格;经济效益=667 m² 产值—直接投入。

Note:Direct input=germchit+manure+machine—cultivated fee+pesticides+facility depreciation;production value per 667 m²=yield per 667 m²×average price;economic benefit=production value per 667 m²—direct input.

表 9 不同因素处理对 667 m² 经济效益的影响

Table 9 Effect of different factors and levels on economic benefits of pepper per 667 m²

元

水平 Levels	A	T	C
1	5 772.88bB	6 786.02a	5 864.65bB
2	5 871.90bB	6 430.33a	6 527.00abAB
3	7 412.63aA	5 990.95a	7 215.60aA
4	6 991.88aAB	6 841.98a	6 442.03abAB
F 值	12.02**	2.78	5.53*

3 讨论与结论

辣(甜)椒的产量和经济效益与栽培技术有着密切的联系。密度、施肥、苗龄是辣(甜)椒栽培中的重要因素,对植株生长和产量有很大影响。葛晓光等^[6]研究表明,对甜椒生育和产量形成影响较大的因子是密度和肥料。彭诗云等^[7]研究了密度、氮、磷、钾肥对辣椒新品系‘ZJ1-12’产量和经济效益的影响,结果表明产量与适宜的密度和合理的施肥直接相关,其中密度对产量的影响最大,实现高产栽培的关键是进行合理的密植和施肥。刘韶焕等^[8]研究表明,甜椒穴盘苗老化程度与苗龄大小具有明显的相关性,苗龄过长会导致植株老化程度加剧,对外界环境适应能力下降;苗龄过短则植株各个器官发育不健全,使用 50 孔穴盘育苗的最佳苗龄为 50 d。该试验研究表明,苗龄在前期对植株生长影响显著,随着植株生长,苗龄的影响逐渐减弱,对经济性状及产量均无显著影响,密度和追肥量成为影响甜椒生长及产量形成的重要因素。盛收期 667 m² 追肥量在较高水平(30~40 kg)更有利于促进植株生长,苗龄以 57 d 最佳,此时密度对植株生长影响不显著。生物量分

析结果表明,667 m² 追肥能显著提高植株生物量,并在 667 m² 追肥 30 kg 时达到最大;密度对地上鲜质量影响达极显著水平,表明生长后期在有限的生长空间,密度增大到一定水平,由于通风、透光性下降,植株生长受到影响。

经济性状是甜椒栽培中最重要的指标,直接影响经济效益。何晓明等^[9]对影响辣(甜)椒产量的性状分析表明,单株坐果数对产量的直接影响最大,单果质量、果径通过胎座宽度对总产量也有较大间接作用。该试验研究中,随着密度增加,甜椒单果质量及坐果数均呈现先升后降的趋势,单果质量在 A₂(667 m² 密度为 3 300 株)水平最大,坐果数在 A₃(667 m² 密度为 3 600 株)水平最多。追肥量对单果质量、坐果数的影响趋势与密度一致,单果质量在 C₃~C₄(667 m² 追肥 30~40 kg)水平最高,二者差异不显著,坐果数 C₃ 水平最多。试验结果表明适宜的密度和较高的追肥量对提高单果质量、增加坐果数有促进作用。

很多研究表明,合理的种植密度与肥料配施能有效提高作物产量^[10-11]。该试验结果显示,密度、追肥量对产量的影响均达到极显著水平。产量随着密度的增加呈现先升后降的趋势,在 A₃(667 m² 密度为 3 600 株)时产量最高,随后下降。可见当种植密度过大时,植株光合能力下降,导致总产量随之下降,这与鄂利锋等^[12]、侯超等^[13]研究结果一致。追肥量对产量的影响与密度变化趋势相同,在 C₃(667 m² 施肥 30 kg)时产量最高,表明在一定范围内施肥量增加对甜椒产量提高具有显著作用,但 667 m² 施肥量超过 30 kg,产量出现下降,这与董洁等^[14]对大棚番茄施肥研究的结果一致。

综上所述,适合的苗龄对植株前期长势有显著影响,而密度、追肥量对甜椒生物量、单果质量、坐果数、产量及经济效益均有显著影响。由于产量与经济效益是甜椒栽培最重要指标,结合对其它指标的分析可知,该试验中 667 m² 密度、追肥量最佳水平分别为 3 600 株和 30 kg。苗龄在 50~57 d 生长指标及经济性性状表现较好,二者差异不显著,结合田间实际生长及综合表现,以 57 d 苗龄最佳。因此该试验条件下赤峰地区越夏茬大棚甜椒栽培中密度、苗龄及追肥量最佳组合为每 667 m² 密度为 3 600 株、苗龄 57 d、追肥 30 kg。但由于影响大棚甜椒生长及产量的因子较为复杂,在实际生产中有待进一步进行研究。

参考文献

- [1] 马艳青. 我国辣椒产业形势分析[J]. 辣椒杂志, 2011(1): 1-5.
- [2] 张晓梅, 王秀芝, 李红光, 等. 2015 年赤峰地区设施辣(甜)椒生产情况调研[J]. 中国蔬菜, 2016(4): 9-11.
- [3] 彭强, 李絮花, 王克安, 等. 减量控释氮肥对大棚甜椒产量及土壤硝态氮、铵态氮分布的影响[J]. 水土保持学报, 2012(6): 106-110.
- [4] 隋方功, 长友诚, 乌尼木仁. 滴灌施肥技术对大棚甜椒产量与土壤硝酸盐的影响[J]. 华中农业大学学报, 2001(4): 358-362.
- [5] 李翊华, 张芬琴, 陈修斌, 等. 温室水肥耦合对甜椒生长和果期叶片光合特性的影响[J]. 江苏农业学报, 2015(2): 415-421.
- [6] 葛晓光, 徐刚. 密度、施肥量和灌水量对甜椒生育及产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1989(4): 384-389.
- [7] 彭诗云, 罗毅, 谢挺, 等. 密度和施肥量对辣椒新品系 ZJ¹⁻¹² 产量和经济效益的影响[J]. 辣椒杂志, 2012(3): 24-28.
- [8] 刘韶焕, 赵瑞, 高凌娜, 等. 不同苗龄对甜椒穴盘老化苗形成的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(7): 103-106.
- [9] 何晓明, 王鸣. 辣椒若干性状的相关及通径分析[J]. 西北农业大学学报, 1988, 16(4): 90-95.
- [10] 杨丽云, 杨少华, 赵菊. 不同种植密度及施肥水平对三角叶薯蓣产量的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(1): 6-10.
- [11] 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.
- [12] 鄂利锋, 殷学贵, 王勤礼, 等. 不同品种和密度对加工型甜椒产量和产值的影响[J]. 北方园艺, 2006(4): 19-21.
- [13] 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.
- [14] 董洁, 邹志荣, 燕飞, 等. 不同施肥水平对大棚番茄产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2009(12): 38-41.

Effect of Planting Density, Seedling Age and Additional Fertilizer on Growth, Yield and Economic Benefits of Sweet Pepper in Greenhouse

CUI Congcong, WANG Xiuzhi, MENG Lingqiang, ZHANG Xiaomei, QU Baoru, LI Jie

(Chifeng Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Chifeng, Inner Mongolia 024031)

Abstract: To screen the high yield techniques for the new cultivar *Capsicum annuum* L. Hongmeiren over summer cultivation in plastic greenhouse, the effect of planting densities (667 m² planling density 3 000—3 900 plants), seedling age (50—71 days) and 667 m² fertilizing quantity (0—40 kg) on the growth, yield and economic benefits were analyzed through L₁₆(4³) orthogonal test. The results indicated that morphological and fruit characteristics of sweet pepper had different influencing factors. The variation ages of sweet pepper seedlings had significant effect on vegetative growing stage and had no significant effect on the fruit characteristics and yield. It was recommended that the age of sweet pepper seedlings was 57 days. The plant density and fertilizer levels had significantly affected fruit setting (FS), mean fruit weight (MFW) and yield of sweet pepper. The highest MFW was obtained by treatment of 667 m² planting density 3 300 plants; seedling age, 50 days; 667 m² fertilizing quantity, 40 kg. The highest FS was obtained by treatment of 667 m² planting density 3 600 plants; seedling age, 57 days; 667 m² fertilizing quantity, 30 kg. The highest yield of sweet pepper was obtained by treatment of 667 m² planting density 3 600 plants; seedling age, 50 days; 667 m² fertilizing quantity, 30 kg. Based on these results, the optimal combination was 667 m² planting density 3 600 plants; seedling age 57 days; 667 m² fertilizing quantity 30 kg.

Keywords: sweet peppers; density; seedling age; fertilizing quantity; yield