

DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2024.12.001

· 育种 · 生理 ·

基于正交试验的甜椒新品种赤研 30 号高产栽培参数研究

董 喆, 李 杰, 孟令强, 周艳芳, 曲宝茹, 王秀芝, 崔聪聪, 唐 雨, 边丽梅, 张晓梅
(赤峰市农牧科学研究所, 内蒙古 赤峰 024031)

摘要:选取苗龄、密度、追肥量 3 个影响产量的主要因素设计正交试验, 通过株高、茎粗、植株鲜重、果实横纵径、坐果数、单果重和产量等指标来考察不同组合的生长发育情况, 以期筛选出甜椒新品种赤研 30 号的最优栽培参数。结果表明: 以处理 7 ($A_2B_3C_4$) 的产量最高, 为 94 714.5 kg/hm²; 从极差值来看, 3 个因素对产量的影响表现为密度 > 追肥量 > 苗龄; 从 k 值来看, 最优组合为 $A_3B_3C_3$, 即密度为 4.80 万株/hm², 苗龄为 58 d, 追肥量为 180 kg/hm²。

关键词:正交试验; 赤研 30 号; 高产栽培

中图分类号: S641.3 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2024)12-0001-09

High-Yield Cultivation Parameters of New Sweet Pepper Variety 'Chiyan 30' Based on Orthogonal Experiment

DONG Zhe, LI Jie, MENG Lingqiang, ZHOU Yanfang, QU Baoru, WANG Xiuzhi,
CUI Congcong, TANG Yu, BIAN Limei, ZHANG Xiaomei

(Chifeng Research Institute of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Chifeng, Inner Mongolia 024031, China)

Abstract: Three main factors affecting yield, namely seedling age, density, and topdressing amount, were selected to design an orthogonal experiment. The growth and development status, as well as yield characteristics of different combinations, were examined through indicators such as plant height, stem diameter, fresh weight of plants, fruit height and width, number of fruit sets, single fruit weight, and yield, in order to identify the optimal cultivation parameters for the new sweet pepper variety 'Chiyan 30'. The results showed that treatment 7 ($A_2B_3C_4$) had the highest yield of 94,714.5 kg/hm²; based on the range of values, the impact of three factors on yield was found to be: density > topdressing amount > seedling age. From the perspective of the k value, the optimal combination was $A_3B_3C_3$, with a density of 48,000 plants/hm², a seedling age of 58 days, and a topdressing amount of 180 kg/hm².

Key words: Orthogonal experiment; Chiyan 30; High yield cultivation

中国地域辽阔, 光热水条件优越, 蔬菜种质资源丰富, 育种历史悠久, 经验丰富^[1]。辣椒是产业风险较低的蔬菜作物, 政府、企业、农业参与的积极性比较高, 产业发展迅速, 已成为中国产业规模最大的蔬菜作物, 近年, 我国的辣椒种植面积稳定在

210 万 hm² 以上^[2-3]。辣椒因其独特的风味和丰富的营养成分深受人们喜爱, 在满足鲜食与调味需求的同时, 在食品加工、休闲农业、出口贸易等领域都发挥着重要的作用^[4]。内蒙古是我国辣椒的優勢产区, 光照、土壤灌溉条件充足, 昼夜温差大, 生

收稿日期: 2024-03-14 修回日期: 2024-04-26

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目 (CARA-23-G21); “科技兴蒙”行动重点专项资助项目 (231); 农业重大协同推广计划资助项目。

第一作者简介: 董喆 (1987-), 女, 硕士, 副研究员, 研究方向为蔬菜栽培、育种及病虫害防治。

通信作者: 张晓梅。

产的辣椒外观品质和营养品质优于同类产品^[5-6]。赤峰市地处内蒙古东部,依托区域优势和产业发展,本地区辣椒(甜椒)种植以设施鲜食辣椒(甜椒)为主,在北菜南运的市场上占据较大的优势,具有广阔的发展前景^[7-8]。针对设施甜辣椒材料创新性不足,温室栽培的长季节辣椒国外品种占 90%^[9],适宜内蒙古、山西、黑龙江等地种植的甜椒品种较少,结合气候环境条件,赤峰市农牧科学研究所经过多年研究,选育出了甜椒新品种“赤研 30 号”^[10]。本研究在前期研究的基础上,选取密度、苗龄、追肥量为正交试验的 3 个因素,探索这 3 个因素对甜椒新品种赤研 30 号生长发育和产量性状的影响,确定适合本地区甜椒新品种高产高效栽培配套技术,以期为新品种的大面积推广提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地点位于内蒙古赤峰市喀喇沁旗西桥镇西桥村的赤峰市农牧科学研究所试验基地 C 区(41.30°N,118.87°E),海拔 545.7 m。试验地地势平坦,地力均匀,土壤类型为棕壤土,肥力中等。

1.2 试验材料

供试材料来源于赤峰市农牧科学研究所选育的甜椒新品种赤研 30 号。

1.3 试验设计

采用 $L_{16}(4^5)$ 正交表设置三因素四水平正交试验,各因素设置水平为:因素 A(密度),设置水平分别为 3.90 万株/hm²、4.35 万株/hm²、4.80 万株/hm²、5.25 万株/hm²;因素 B(苗龄),设置水平分别为 46 d、52 d、58 d、64 d;因素 C(追肥量),设置水平分别为 90 kg/hm²、135 kg/hm²、180 kg/hm²、225 kg/hm²(见表 1)。

表 1 正交试验因素及水平

水平	因素		
	A 密度(万株/hm ²)	B 苗龄/d	C 追肥量(kg/hm ²)
1	3.90	46	90
2	4.35	52	135
3	4.80	58	180
4	5.25	64	225

本研究于 2022 年在试验基地内进行。不同苗龄的处理在温室分期播种,播种后随机摆放在育苗

床架上,按常规育苗管理。5 月 7 日在塑料大棚中定植,完全随机区组排列,小区面积 18 m²,3 次重复,周边设保护行。畦宽 100 cm,双行、单株定植,大小行距 80 cm×40 cm。施腐熟的农家肥 75 m³/hm²、复合肥 600 kg/hm²,试验田按常规管理。门椒坐果后开始追肥,每次均匀随水滴肥,共进行 11 次滴施。

1.4 测定项目及方法

生长指标的测定:在始收期和盛收期随机选取连续 10 株采用精度为 0.1 cm 的直尺和 0.01 mm 的数显游标卡尺分别测定辣椒株高和茎粗。

植株鲜重的测定:终收期每小区选取 10 株生长一致的植株,分别测定地上、地下部分鲜重。

经济性状的测定:四门斗期每个处理采集 5 个果实采用精度为 0.1 cm 的直尺测量横径和纵径,并称量单果重;收获期按处理分别统计汇总产量。

1.5 数据统计与分析

采用 Excel2013 和 SPSS20.0 软件对数据进行极差分析、方差分析和多重比较分析(LSD 法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对赤研 30 号生长发育的影响

2.1.1 株高 由表 2 可知,16 个处理中,始收期株高以处理 12 最高,为 87.5 cm,处理 1 最低,为 76.4 cm,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对始收期株高的影响表现为密度>苗龄>追肥量,从 k 值分析,其最优组合为 $A_3B_4C_3$,即密度为 4.80 万株/hm²,苗龄为 64 d,施肥量为 180 kg/hm²。盛收期株高以处理 10 最高,为 123.8 cm,处理 16 最低,为 108.6 cm,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对盛收期株高的影响表现为密度>追肥量>苗龄,从 k 值分析,其较优组合为 $A_1B_2C_3$ 和 $A_1B_2C_4$,即密度为 3.90 万株/hm²,苗龄为 52 d,施肥量分别为 180 kg/hm² 和 225 kg/hm²。

2.1.2 茎粗 由表 3 可知,16 个处理中,始收期茎粗以处理 3 最大,为 15.86 mm,处理 9 最小,为 14.64 mm,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对始收期茎粗的影响表现为苗龄>密度>追肥量,从 k 值分析,其最优组合为 $A_1B_3C_2$,即密度为 3.90 万株/hm²,苗龄为 58 d,施肥量为 135 kg/hm²。盛收期茎粗以处理 2 最大,为 18.45 mm,处理 14 最小,为 16.85 mm,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对盛收期茎粗的影响表现为密度>追肥量>苗龄,从 k 值分析,其最优组合为 $A_1B_1C_2$,即密度为 3.90 万株/hm²,苗龄为 46 d,施肥量

为 135 kg/hm²。

表 2 不同处理的株高

处理	始收期				盛收期			
	A	B	C	株高/cm	A	B	C	株高/cm
1	1	1	1	76.4 f	1	1	1	116.0 cde
2	1	2	2	77.8 f	1	2	2	119.6 abc
3	1	3	3	82.2 cde	1	3	3	119.9 abc
4	1	4	4	82.3 cde	1	4	4	123.6 a
5	2	1	2	82.2 cde	2	1	2	110.9 fgh
6	2	2	1	82.8 cde	2	2	1	114.2 defg
7	2	3	4	81.7 de	2	3	4	113.5 efg
8	2	4	3	82.3 cde	2	4	3	118.5 bcd
9	3	1	3	84.7 abcde	3	1	3	122.8 ab
10	3	2	4	84.4 bcde	3	2	4	123.8 a
11	3	3	1	84.1 bcde	3	3	1	115.9 cdef
12	3	4	2	87.5 a	3	4	2	115.8 cdef
13	4	1	4	81.6 e	4	1	4	112.1 efg
14	4	2	3	84.8 abcd	4	2	3	112.0 efg
15	4	3	2	85.1 abc	4	3	2	110.4 gh
16	4	4	1	86.5 ab	4	4	1	108.2 h
K1	79.7	81.2	82.4		119.8	115.5	113.6	
K2	82.2	82.4	83.1		114.3	117.4	114.2	
K3	85.2	83.3	83.5		119.6	114.9	118.3	
K4	84.5	84.6	82.5		110.7	116.5	118.3	
R	5.5	3.4	1.1		9.1	2.5	4.7	

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下同。

表 3 不同处理的茎粗

处理	始收期				盛收期			
	A	B	C	茎粗/mm	A	B	C	茎粗/mm
1	1	1	1	15.54 abc	1	1	1	18.17 ab
2	1	2	2	15.72 abc	1	2	2	18.45 a
3	1	3	3	15.86 a	1	3	3	17.94 abcd
4	1	4	4	15.51 abc	1	4	4	17.41 bcde
5	2	1	2	15.22 cd	2	1	2	18.21 ab
6	2	2	1	15.50 abc	2	2	1	17.70 acde
7	2	3	4	15.43 abcd	2	3	4	18.03 abc
8	2	4	3	15.42 abcd	2	4	3	17.71 abcde
9	3	1	3	14.64 e	3	1	3	17.47 bcde
10	3	2	4	15.66 abc	3	2	4	17.35 bcde
11	3	3	1	15.26 bcd	3	3	1	17.28 cde
12	3	4	2	15.81 ab	3	4	2	17.60 abcde
13	4	1	4	14.92 de	4	1	4	17.06 de
14	4	2	3	15.40 abcd	4	2	3	16.85 e
15	4	3	2	15.75 abc	4	3	2	17.15 cde
16	4	4	1	15.44 abcd	4	4	1	16.87 e
k1	15.66	15.08	15.44		17.99	17.73	17.50	
k2	15.39	15.57	15.63		17.91	17.59	17.85	
k3	15.35	15.58	15.33		17.43	17.60	17.49	
k4	15.38	15.55	15.38		16.98	17.40	17.46	
R	0.31	0.50	0.30		1.01	0.33	0.39	

2.1.3 植株鲜重 由表 4 可知,16 个处理中,地上部植株鲜重以处理 8 最大,为 1 404 g,处理 16 最小,为 879 g,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对地上部植株鲜重的影响表现为追肥量>密度>苗龄,从 k 值分析,其最优组合为 A₂B₃C₃,即密度为 4.35 万株/hm²,苗龄为 58 d,施肥量为 180

kg/hm²。地下部植株鲜重以处理 8 最大,为 163 g,处理 12 最小,为 94 g,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对地下部植株鲜重的影响表现为密度>追肥量>苗龄,从 k 值分析,其最优组合为 A₂B₃C₃,即密度为 4.35 万株/hm²,苗龄为 58 d,施肥量为 180 kg/hm²。

表 4 不同处理的植株鲜重

处理	地上部				地下部			
	A	B	C	植株鲜重/g	A	B	C	植株鲜重/g
1	1	1	1	1 053 def	1	1	1	96 d
2	1	2	2	1 202 bcd	1	2	2	105 d
3	1	3	3	1 270 abc	1	3	3	108 d
4	1	4	4	1 261 abc	1	4	4	105 d
5	2	1	2	1 124 cde	2	1	2	120 bcd
6	2	2	1	1 013 def	2	2	1	115 d
7	2	3	4	1 355 ab	2	3	4	145 ab
8	2	4	3	1 404 a	2	4	3	163 a
9	3	1	3	1 131 cde	3	1	3	142 abc
10	3	2	4	1 179 bcde	3	2	4	121 bcd
11	3	3	1	1 090 cde	3	3	1	111 d
12	3	4	2	1 042 def	3	4	2	94 d
13	4	1	4	1 161 bcde	4	1	4	119 bcd
14	4	2	3	1 187 bcde	4	2	3	108d
15	4	3	2	997 ef	4	3	2	116 cd
16	4	4	1	879 f	4	4	1	96 d
k1	1 196	1 117	1 009		103	119	104	
k2	1 224	1 145	1 091		136	112	109	
k3	1 110	1 178	1 248		117	120	130	
k4	1 056	1 146	1 239		110	114	122	
R	168	61	239		33	8	26	

2.2 不同处理对赤研 30 号产量性状的影响

2.2.1 果实横纵茎 由表 5 可知,16 个处理中,果实横茎以处理 7 最大,为 8.7 cm,处理 15 最小,为 8.1 cm,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对果实横茎的影响表现为追肥量>密度、苗龄,从 k 值分析,其较优组合为 A₁B₁C₄ 和 A₁B₂C₄,即密度为 3.90 万株/hm²,苗龄为 46 d 和 52 d,施肥量为 180 kg/hm²。果实纵茎以处理 4 最大,为 9.5 cm,处理 1 最小,为 8.5 cm,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对果实纵茎的影响表现为追肥量>密度、苗龄,从 k 值分析,其最优组合为 A₂B₄C₄,即密度为 4.35 万株/hm²,苗龄为 64 d,施肥量为 225 kg/hm²。果实横茎、纵茎的密度和苗龄极差值较

小且相同,这与果实个体生长均匀,各处理间数值接近有关。

2.2.2 单果重和坐果数 由表 6 可知,16 个处理中,单果重以处理 10 最大,为 247.0 g,处理 6 最小,为 202.2 g,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对单果重的影响表现为追肥量>密度>苗龄,其最优组合为 A₃B₂C₄,即密度为 4.80 万株/hm²,苗龄为 52 d,施肥量为 225 kg/hm²。坐果数以处理 2 最多,为 25.2 个,处理 16 最少,为 18.0 个,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对坐果数的影响表现为密度>追肥量>苗龄,从 k 值分析,其最优组合为 A₁B₂C₃,即密度为 3.90 万株/hm²,苗龄为 52 d,施肥量为 180 kg/hm²。

表 5 不同处理的果实横纵茎

处理	横茎				纵茎			
	A	B	C	径长/cm	A	B	C	径长/cm
1	1	1	1	8.4 abcd	1	1	1	8.5 c
2	1	2	2	8.6 abc	1	2	2	8.7 bc
3	1	3	3	8.4 abcd	1	3	3	8.7 bc
4	1	4	4	8.6 ab	1	4	4	9.5 a
5	2	1	2	8.5 abcd	2	1	2	9.0 abc
6	2	2	1	8.4 abcd	2	2	1	8.9 abc
7	2	3	4	8.7 a	2	3	4	9.3 ab
8	2	4	3	8.2 cd	2	4	3	8.9 abc
9	3	1	3	8.4 abcd	3	1	3	9.0 abc
10	3	2	4	8.6 ab	3	2	4	9.0 abc
11	3	3	1	8.2 bcd	3	3	1	8.9 abc
12	3	4	2	8.5 abcd	3	4	2	8.7 bc
13	4	1	4	8.5 abcd	4	1	4	8.9 abc
14	4	2	3	8.5 abcd	4	2	3	8.9 abc
15	4	3	2	8.1 d	4	3	2	8.6 c
16	4	4	1	8.3 abcd	4	4	1	8.8 bc
K1	8.5	8.5	8.3		8.9	8.9	8.8	
K2	8.4	8.5	8.4		9.0	8.9	8.8	
K3	8.4	8.4	8.4		8.9	8.9	8.9	
K4	8.4	8.4	8.6		8.9	9.0	9.2	
R	0.1	0.1	0.3		0.1	0.1	0.4	

表 6 不同处理的单果重和坐果数

处理	单果重				坐果数			
	A	B	C	坐果数/个	A	B	C	坐果数/个
1	1	1	1	222.4 abc	1	1	1	22.8 ab
2	1	2	2	227.4 abc	1	2	2	25.5 a
3	1	3	3	232.2 ab	1	3	3	22.8 ab
4	1	4	4	233.8 ab	1	4	4	21.4 abc
5	2	1	2	215.6 bc	2	1	2	20.1 bc
6	2	2	1	202.2 c	2	2	1	21.5 abc
7	2	3	4	232.6 ab	2	3	4	21.3 abc
8	2	4	3	228.4 ab	2	4	3	22.3 abc
9	3	1	3	232.8 ab	3	1	3	21.8 abc
10	3	2	4	247.0 a	3	2	4	19.4 bc
11	3	3	1	220.0 bc	3	3	1	18.4 bc
12	3	4	2	224.0 abc	3	4	2	19.2 bc
13	4	1	4	233.0 ab	4	1	4	19.9 bc
14	4	2	3	235.2 ab	4	2	3	19.2 bc
15	4	3	2	218.0 bc	4	3	2	19.7 bc
16	4	4	1	215.8 bc	4	4	1	18.0 c
K1	229.0	226.0	215.1		23.1	21.2	20.2	
K2	219.7	228.0	221.3		21.3	21.4	21.1	
K3	231.0	225.7	232.2		19.7	20.6	21.5	
K4	225.5	225.5	236.6		19.2	20.2	20.5	
R	11.3	2.5	21.5		3.9	1.2	1.3	

2.2.3 产量 由表 7 可知,16 个处理中,产量以处理 7 最高,为 94 714.5 kg/hm²,处理 1 最低,为 60 808.5 kg/hm²,二者差异显著;从极差值来看,3 个因素对产量的影响表现为密度>追肥量>苗龄,从 k 值分析,其最优组合为 A₃B₃C₃,即密度为 4.80 万株/hm²,苗龄为 58 d,施肥量为 180 kg/hm²。

2.3 正交试验方差分析

对甜椒生长发育指标进行方差分析,结果显示

(表 8),始收期株高与密度和苗龄呈极显著相关;盛收期株高、地上部植株鲜重和地下部植株鲜重与密度和追肥量呈极显著相关;始收期茎粗与苗龄呈极显著相关;盛收期茎粗与密度呈极显著相关。

对甜椒产量性状进行方差分析,结果显示(表 9),果实横茎、纵茎与追肥量呈显著相关,单果重与追肥量呈极显著相关;坐果数和产量与密度呈极显著相关。

表 7 不同处理的产量

处理	A	B	C	产量(kg/hm ²)
1	1	1	1	60 808.2 d
2	1	2	2	79 150.7 c
3	1	3	3	78 372.5 c
4	1	4	4	80 596.5 bc
5	2	1	2	83 931.0 abc
6	2	2	1	82 152.0 abc
7	2	3	4	94 714.5 a
8	2	4	3	85 042.5 abc
9	3	1	3	92 490.0 ab
10	3	2	4	86 487.0 abc
11	3	3	1	85 710.0 abc
12	3	4	2	84 042.0 abc
13	4	1	4	74 704.5 c
14	4	2	3	84 598.5 abc
15	4	3	2	79 483.5 c
16	4	4	1	80 707.5 bc
K ₁	74 731.5	77 983.5	77 344.5	
K ₂	86 460.0	83 097.0	81 652.5	
K ₃	87 183.0	84 570.0	85 126.5	
K ₄	79 873.5	82 597.5	84 126.0	
R	12 451.5	6 586.5	7 782.0	

表 8 生长发育指标方差分析

	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
始收期株高	A	221.417	3	73.806	19.138	0.000**
	B	74.521	3	24.840	6.441	0.001**
	C	9.251	3	3.084	0.800	0.502
	误差	146.550	38	3.857		
盛收期株高	A	697.385	3	232.462	27.823	0.000**
	B	44.083	3	14.694	1.759	0.171
	C	236.473	3	78.824	9.434	0.000**
	误差	317.493	38	8.355		
始收期茎粗	A	0.752	3	0.251	2.395	0.083
	B	2.126	3	0.709	6.768	0.001**
	C	0.596	3	0.199	1.898	0.146
	误差	3.979	38	0.105		

续表 8 生长发育指标方差分析

	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
盛收期茎粗	A	7.893	3	2.631	13.295	0.000**
	B	0.669	3	0.223	1.128	0.350
	C	1.195	3	0.398	2.012	0.129
	误差	7.520	38	0.198		
地上部植株鲜重	A	215 445.937	3	71 815.312	6.021	0.002**
	B	22 282.688	3	7 427.563	0.623	0.605
	C	489 803.062	3	163 267.687	13.688	0.000**
	误差	453 269.625	38	11 928.148		
地下部植株鲜重	A	7 010.167	3	2 336.722	8.965	0.000**
	B	516.667	3	172.222	0.661	0.581
	C	5 149.500	3	1 716.500	6.586	0.001**
	误差	9 904.333	38	260.640		

注:表中“*、**”标记表示指标与因素显著相关($P<0.05$)、极显著相关($P<0.01$)。

表 9 产量性状方差分析

	源	III 型平方和	df	均方	F	Sig.
横茎	A	0.124	3	0.041	0.812	0.495
	B	0.189	3	0.063	1.238	0.309
	C	0.529	3	0.176	3.466	0.025*
	误差	1.933	38	0.051		
纵茎	A	0.336	3	0.112	0.986	0.410
	B	0.111	3	0.037	0.325	0.807
	C	1.371	3	0.457	4.027	0.014*
	误差	4.311	38	0.113		
单果重	A	874.110	3	291.370	1.776	0.168
	B	46.110	3	15.370	0.094	0.963
	C	3 495.030	3	1 165.010	7.101	0.001**
	误差	6 234.400	38	164.063		
坐果数	A	113.061	3	37.687	7.070	0.001**
	B	10.461	3	3.487	0.654	0.585
	C	13.296	3	4.432	0.831	0.485
	误差	202.566	38	5.331		
产量	A	1 248 995 303	3	416 331 768	7.895	0.000**
	B	291 389 078	3	97 129 693	1.842	0.156
	C	432 846 544	3	144 282 181	2.736	0.057
	误差	2 003 962 756	38	52 735 862		

2.4 各因素不同水平之间的多重比较分析

对甜椒生长发育指标进行多重比较分析,结果显示(表 10),密度对“赤研 30 号”始收期株高、盛收期株高、盛收期茎粗、地上部植株鲜重和地下部植株鲜重影响显著,苗龄对始收期株高影响显著,追肥量对盛收期株高、地上部植株鲜重和地下部植株鲜重影响显著;由此可知,各组合中始收期株高较高的为 $A_3B_4C_0$ 和 $A_4B_4C_0$ ($A_0B_0C_0$ 表示因素在任意水平均可,下同),盛收期株高较高的为 $A_1B_0C_3$ 、 $A_1B_0C_4$ 、 $A_3B_0C_3$ 和 $A_3B_0C_4$,始收期茎粗较大的为 $A_0B_2C_0$ 、 $A_0B_3C_0$ 和 $A_0B_4C_0$,盛收期茎粗较

大的为 $A_1B_0C_0$ 和 $A_2B_0C_0$,地上部植株鲜重和地下部植株鲜重较大的为 $A_2B_0C_3$ 和 $A_2B_0C_4$,这与极差分析结果基本一致。

对甜椒产量性状进行多重比较分析,结果显示(表 11),密度对“赤研 30 号”坐果数和产量影响显著,苗龄对产量影响显著,追肥量对果实横茎、纵茎、单果重和产量影响显著;由此可知,各组合中果实横茎和纵茎最大的均为 $A_0B_0C_4$,单果重较大的为 $A_0B_0C_3$ 和 $A_0B_0C_4$,坐果数最多的为 $A_1B_0C_0$,产量较高的为 $A_2B_3C_3$ 、 $A_2B_3C_4$ 、 $A_3B_3C_3$ 和 $A_3B_3C_4$,这与极差分析结果基本一致。

表 10 生长发育各因素不同水平间的多重比较分析

因素	水平	始收期株高 /cm	盛收期株高 /cm	始收期茎粗 /mm	盛收期茎粗 /mm	地上部植株鲜重 /g	地下部植株鲜重 /g
A	1	79.7 c	119.8 a	15.66 a	17.99 a	1 196 ab	103 b
	2	82.2 b	114.3 b	15.39 a	17.91 a	1 224 a	136 a
	3	85.2 a	119.6 a	15.35 a	17.43 b	1 110 bc	117 b
	4	84.5 a	110.7 c	15.38 a	16.98 c	1 056 c	110 b
B	1	81.2 b	115.5 a	15.08 b	17.73 a	1 117 a	119 a
	2	82.4 ab	117.4 a	15.57 a	17.59 a	1 145 a	112 a
	3	83.3 ab	114.9 a	15.58 a	17.60 a	1 178 a	120 a
	4	84.6 a	116.5 a	15.55 a	17.40 a	1 146 a	114 a
C	1	82.4 a	113.6 b	15.44 a	17.50 a	1 009 b	104 b
	2	83.1 a	114.2 ab	15.63 a	17.85 a	1 091 b	109 b
	3	83.5 a	118.3 a	15.33 a	17.49 a	1 248 a	130 a
	4	82.5 a	118.3 a	15.38 a	17.46 a	1 239 a	122 a

表 11 产量性状各因素不同水平间的多重比较分析

因素	水平	横茎 /cm	纵茎 /cm	单果重 /g	坐果数 /个	产量 (kg/hm ²)
A	1	8.5 a	8.9 a	229.0 a	23.1 a	74 731.9 b
	2	8.4 a	9.0 a	219.7 a	21.3 ab	86 459.9 a
	3	8.4 a	8.9 a	231.0 a	19.7 bc	87 182.4 a
	4	8.4 a	8.9 a	225.5 a	19.2 c	79 873.4 b
B	1	8.5 a	8.9 a	226.0 a	21.2 a	77 983.6 b
	2	8.5 a	8.9 a	228.0 a	21.4 a	83 097.1 ab
	3	8.4 a	8.9 a	225.7 a	20.6 a	84 569.9 a
	4	8.4 a	9.0 a	225.5 a	20.2 a	82 596.9 ab
C	1	8.3 b	8.8 b	215.1 b	20.2 a	77 344.3 b
	2	8.4 ab	8.8 b	221.3 b	21.1 a	81 652.0 ab
	3	8.4 b	8.9 b	232.2 a	21.5 a	85 125.8 a
	4	8.6 a	9.2 a	236.6 a	20.5 a	84 125.5 a

3 结论与讨论

崔聪聪^[11]试验表明,密度、施肥、苗龄是甜、辣椒栽培中的重要因素,对植株生长和产量有很大影响。该研究同样以密度、苗龄、追肥量设计 3 因素 4 水平的正交试验,通过株高、茎粗、生物量等指标来说明不同组合的“赤研 30 号”生长发育情况,通过果实横茎、纵茎、单果重、坐果数和产量来说明不同组合的“赤研 30 号”产量性状,以期筛选出“赤研 30 号”的最优栽培模式。结果表明:从 L₁₆(4⁵) 正交试验设计的 16 个处理来看,以处理 7 (A₂B₃C₄) 的产量最高,为 94 714.5 kg/hm²;从极差值来看,3 个因素对产量的影响表现为密度>追肥量>苗龄;从 k 值来看,最优组合为 A₃B₃C₃,即密度为 4.80 万株/hm²,苗龄为 58 d,追肥量为 180

kg/hm²;从各因素不同水平间的多重比较结果来看,密度、苗龄和追肥量对产量影响显著,表明这 3 个因素是影响产量的主要因素,其中各组合中产量最优的组合 A₂B₃C₃、A₂B₃C₄、A₃B₃C₃ 和 A₃B₃C₄。综合上述分析可知,“赤研 30 号”在种植密度为 4.80 万株/hm²,苗龄为 58 d,追肥量为 180 kg/hm² 时栽培模式最优。

苏丹,袁富春等^[12-13]在研究不同密度对辣椒生长及产量的影响中发现,种植密度对辣椒的光合利用率、生长发育、产量和经济效益影响较大,合理密植是辣椒增产增收的一项有效措施。阎淑滑等^[14]在研究中也发现适宜的种植密度是保证辣椒高产、稳产的重要因素之一,在单株定植模式下,种植密度过小,单位面积内种植的辣椒植株数减少,使得产量较低;种植密度过大,通风透光性减弱,光

照面积减小,影响植株光合速率,使植株光合能力下降,导致产量随之下降,只有合理密植,使单位面积达到一定的株数,才能获得最高的经济效益。本研究“赤研 30 号”在种植密度 3.90~5.25 万株/hm² 范围内,种植密度为 4.80 万株/hm² 时产量最高,这与崔聪聪的研究产量随着密度的增加呈先升后降的趋势一致。

李俊良等^[15]研究表明在农作物生长过程中,追肥不及时,植株会因为缺少养分而抑制生长发育,降低光合效率,造成作物减产和品质下降。付永强,牟勇等^[16,17]研究表明,辣椒的生长发育过程中追肥也至关重要,选择适宜的复合肥追肥,能提供辣椒生长发育过程所需充足的养分,促进干物质的积累和产量的形成;底肥+追肥的施肥方式与肥料一次性底施相比能显著增加辣椒产量,平均增产 15.79%。王翠丽等^[18]研究也表明,定植后多次少量追施肥料能够为辣椒正常生长提供适宜的施肥量,满足其后期生长,追肥处理辣椒各器官干物质积累量均显著高于不追肥处理。本研究“赤研 30 号”在追肥量为 90~225 kg/hm² 范围内,从极差值结果来看,随着追肥量的增加,株高、茎粗、植株鲜重和产量先增加后减少,这与董思琼等^[19]的研究结果一致。定植苗龄是直接影响辣椒挂果能力和产量的因素,赵艳宁,朱文超等^[20,21]研究表明适宜苗龄定植,可培育壮苗、提高辣椒苗的素质,减少根系受损从而影响辣椒植株的营养吸收。肖仕楼等^[22]研究也表明,不同苗龄定植对辣椒的产量影响较大,定植苗龄偏小前期营养生长较缓慢,较早过渡到生殖生长,虽然前期产量高,但由于作物群体总量偏小,影响了它持续挂果的能力,甚至出现早衰,总产量表现不佳;定植苗龄偏大,定植后活力下降。这与本研究的结果一致,综合方差分析和多重比较结果,苗龄对始收期株高、始收期茎粗和产量有显著影响,所以最适宜定植苗龄也是辣椒增产的关键因素之一。

参 考 文 献:

- [1] 方智远. 中国蔬菜育种科学技术的发展与展望[J]. 农学学报, 2018, 8(1): 12-18.
- [2] 邹学校, 马艳青, 戴雄泽, 等. 辣椒在中国的传播与产业发展[J]. 园艺学报, 2020, 47(9): 1 715-1 726.
- [3] 邹学校, 朱凡. 辣椒的起源、进化与栽培历史[J]. 园艺学报, 2022, 49(6): 1 371-1 381.
- [4] 乔丽娟, 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.
- [5] 侯琼, 薛起刚, 白美兰. 内蒙古农业气候资源潜力及开发利用对策[J]. 内蒙古气象, 2000(2): 33-36.
- [6] 杨志刚, 常海文, 胡栓红, 等. 内蒙古辣椒产业发展现状、存在问题及建议[J]. 中国蔬菜, 2023(12): 14-19.
- [7] 张晓梅, 王秀芝, 崔聪聪, 等. 2018 年赤峰地区设施辣椒生产与市场情况分析[J]. 中国蔬菜, 2019(3): 89-92.
- [8] 王永, 扈顺, 张俊, 等. 内蒙古冷凉蔬菜机械化生产推广的实践与思考[J]. 中国蔬菜, 2021(5): 15-19.
- [9] 王立浩, 张宝玺, 张正海, 等. “十三五”我国辣椒育种研究进展、产业现状及展望[J]. 中国蔬菜, 2021(2): 21-29.
- [10] 王秀芝, 周艳芳, 张晓梅, 等. 甜椒新品种赤研 30 号的选育[J]. 辣椒杂志, 2022(1): 27-30.
- [11] 崔聪聪, 王秀芝, 孟令强, 等. 密度、苗龄和追肥对大棚甜椒生长、产量及经济效益的影响[J]. 北方园艺, 2017(23): 81-86.
- [12] 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.
- [13] 袁富春, 袁志会, 袁必松, 等. 不同密度栽培对辣椒生长及产量的影响[J]. 长江蔬菜, 2021(8): 61-63.
- [14] 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]. 中国瓜菜, 2023(12): 46-47.
- [15] 李俊良, 崔德杰, 孟祥霞, 等. 山东寿光保护地蔬菜施肥现状及问题的研究[J]. 土壤通报, 2002, 33(2): 126-128.
- [16] 付永强, 希仁古丽·库迪热提, 喀斯木·司马义, 等. 不同追肥处理对辣椒产量的影响[J]. 安徽农学通报, 2022, 28(4): 49-51.
- [17] 牟勇, 水开云, 周富忠. 施壮缓控释蔬菜配方肥在辣椒上的应用效果[J]. 长江蔬菜, 2020(15): 70-72.
- [18] 王翠丽. 不同施肥方式对辣椒生长生理和养分利用的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.
- [19] 董思琼, 田军仓, 沈晖, 等. 不同再生水水质和追肥量对滴灌辣椒光合和产量的影响[J]. 节水灌溉, 2022(2): 34-39.
- [20] 赵艳宁, 高彪, 王陆州, 等. 朗县辣椒不同苗龄期定植对生长及产量的影响[J]. 农业与技术, 2022, 42(2): 57-59.
- [21] 朱文超, 范高领, 梁郢娜, 等. 综合防控辣椒徒长苗的方法[J]. 北方园艺, 2021(16): 176-177.
- [22] 肖仕楼, 邝美玲, 冯瑞安, 等. 不同苗龄定植对辣椒生长及产量的影响[J]. 农业科技通讯, 2021(4): 186-188.