

文章编号: 1674-7054(2011)04-0316-05

不同种植形式与密度对咖啡农艺性状的影响

李锦红, 周 华, 李桂琳, 胡永亮

(云南省德宏热带农业科学研究所, 云南 瑞丽 678600)

摘 要: 以小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963(F_6) 为材料, 就不同种植形式和密度对其主要农艺性状的影响进行了田间试验, 结果表明, 在本试验的种植形式及密度范围内, 对植株株高、茎粗和冠幅的年均增长无显著影响, 对钻蛀性害虫的危害率也差异不显著, 但对咖啡植株最长一分枝长度与最长一分枝节数比而言, 种植密度越小, 其系数越小, 果节越密, 单株产量就越高。株行距 $0.6\text{ m} \times 1.6\text{ m}$, 每公顷种植 10 395 株的种植形式的产量最高, 每公顷产干豆达 3 735.6 kg。综合考虑到单位面积产量、平均单株产量及农艺措施等因素, 笔者推荐在德宏地区全光照的条件下, 在坡地种植小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963(F_6) 的适宜种植形式为环山行定植, 株行距为 $0.8\text{ m} \times 1.8\text{ m}$ 或 $0.6\text{ m} \times 1.8\text{ m}$, 即种植密度为 $6\,930\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 或 $9\,240\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$; 在缓坡和平地种植小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963(F_6) 的适宜种植形式为篱笆式种植, 株行距 $0.8\text{ m} \times 2.0\text{ m}$ 或 $0.6\text{ m} \times 2.0\text{ m}$, 即种植密度为 $6\,240\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 或 $8\,325\text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

关键词: 种植形式; 咖啡; 农艺性状; 产量; 虫害

中图分类号: S 359.1

文献标志码: A

小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963(F_6) 是由葡萄牙热带科技研究所(IICT) 咖啡锈病研究中心(C1FC) 选育的。1988年由云南省德宏热带农业科学研究所引进该品种进行试种研究, 1996年推广生产使用^[1], 是云南咖啡种植区, 特别是德宏、保山、临沧的主要商业栽培品种, 与传统栽培种(波邦、铁皮卡、S288) 相比, 其具有植株矮生、节间短、分枝多、适应性强、抗锈病、高产稳产等特点。在国内, 吴坤南等^[2]在海南岛对墨西哥系列和巴西矮等品种的品种与种植密度效应作了研究, 李聪惠等^[3]在云南西双版纳做过 S288 的种植密度的试验; 在国外, NJORGE J M 等^[4,5]在肯尼亚作过修枝整形和种植密度对小粒种咖啡 Ruiru11 的生长、产量组分和产量的影响; CATHAARRA M P H 等^[6]在印度作过滴灌和种植密度对小粒种咖啡 SL28 产量和质量的影响研究; CARVALHO C H M 等^[7]在 2006 年报道了在不同灌溉制度下, 高密度和低密度种植的咖啡品种 Rubi(MG1192) 的生长情况; TUMORU Sera1 等^[8]报道了巴西抗锈、矮生小粒种 IPR98 的密度试验研究; CHANINKA C S M 等^[9]报道印度小生产者农户条件下不同种植群体咖啡生长和产量的评估; GICHIMU B M 等^[10]报道了肯尼亚不同环境和密度条件下 5 个新发展品种的早期特征。关于卡蒂姆 C1FC7963(F_6) 的密度试验至今尚未见报道, 为此, 笔者于 1999—2009 年对其进行不同种植形式与密度的试验, 以观察不同种植形式与密度对其农艺性状、产量、虫害的影响。

收稿日期: 2011-10-20

基金项目: 农业部热带作物种质资源保护项目咖啡种质圃(NO. 09RZZY-15); 农业部“热带香辛饮料作物产业技术研究与示范”项目(NO. 200903024-01)

作者简介: 李锦红(1969-), 男, 云南巍山人, 云南省德宏热带农业科学研究所高级农艺师。

通信作者: 周华(1965-), 女, 高级农艺师, 主要从事咖啡种质资源学研究, E-mail: zhoushua646@sohu.com。

① NJORGE J M, WAITHAKA K, CHWEYA J A, 等. 修枝整形和种植密度对小粒种咖啡鲁依鲁 11 的生长、产量组分和产量的影响 [J] // 杨湘江. 国外咖啡科技资料汇编. 云南省热带作物研究所, 1998: 96-99。

② NJORGE J M, KIMENIA J K. 整形和种植密度对小粒种咖啡鲁依鲁 11 的影响 [J] // 杨湘江. 国外咖啡科技资料汇编. 云南省热带作物研究所, 1998: 100-103。

③ GATHAARA M P H, KIARA J M, GITAU K M, 等. 滴灌和种植密度对小粒种咖啡产量和质量的影响 [J] // 陈建白. 国外咖啡科技资料汇编, 云南省热带作物研究所, 1998: 151-154。

1 材料与方法

- 1.1 试验地点与材料 试验地设于云南省德宏热带农业科学研究所瑞丽咖啡种质圃内,面积 0.27 hm²,该地位于瑞丽市郊,北纬 24°0′01″,东经 97°0′51″,海拔 790 ~ 800 m,年均气温 20.7 ℃,极端最高温 34.3 ℃,极端最低温 1.9 ℃,最冷月均温 13.3 ℃,年降雨量 1 400 mm,年均相对湿度 80%,年日照时数 2 351.1 h,土壤为花岗岩母质红土丘地类型的红壤,pH 值 4.7 ~ 5.6。试验地无荫蔽树,全光照种植,试验苗为 1998 年培育的卡蒂姆 CIFC7963(F₆) 袋装小苗,1999 年 6 月 25 日定植,试验区共植 947 株。受 1999 年末和 2000 年初的低温寒害的影响,2000 年 2 月 25 日调查,共死亡 116 株,死亡率为 12.3%,5 月 30 日全部重新补植,采用常规生产技术进行各项农艺措施的管理。
- 1.2 试验设计 试验采用随机区组设计,设 10 个处理(分别为 A ~ J) ,3 次重复,其中处理 A 为对照,每小区定植 25 株,中心 9 株为观测株。

表 1 种植形式和种植密度

处理	株行距/m	种植株数/ (株 · hm ⁻²)	处理	株行距/m	种植株数/ (株 · hm ⁻²)
A(对照)	1.0 × 2.0	4 995	F	0.6 × 1.8	9 240
B	0.8 × 2.0	6 240	G	1.0 × 1.6	6 240
C	0.6 × 2.0	8 325	H	0.8 × 1.6	7 800
D	1.0 × 1.8	5 550	I	0.6 × 1.6	10 395
E	0.8 × 1.8	6 930	J	(0.3 + 1) × 2.0	7 680

注: 处理 J 株行距(0.3 + 1) × 2.0,(0.3 + 1) 指两株为 1 丛,丛里的株距是 0.3 m,丛与丛之间的株距是 1 m,行距是 2.0 m。

- 1.3 观测项目与方法 定植后,观测 4 年的生长量数据及 3 年的产量数据,每年调查钻蛀性害虫的危害率。定植后 1 ~ 4 年内以小区为单位进行与植株生长有关的性状测定,计算其年均增长量。即
- 株高: 地面至植株顶端的自然高度,测量精度到厘米。
- 茎粗: 离地 15 cm 处主干的直径,用游标卡尺测量,测量精度到 0.01 cm。
- 分枝对数: 植株树脚至顶端之间主干上的分枝对数,测定精度到对。
- 冠幅: 树冠垂直投影到地面的最大距离,分为行间和株间 2 个方向测定的平均值,测量精度到厘米。
- 最长一分枝长度: 最长的一对一分枝长度,2 个枝条的平均值,测量精度到厘米。
- 最长一分枝节数: 最长的一对一分枝上长叶或结果的节点的数量,2 个枝条的平均值。
- 单株产量: 小区内单株的干豆(即带壳豆) 重量(kg) 。
- 单位面积产量: 单株产量与每公顷种植株数的积。
- 虫害: 按照咖啡天牛危害的分级标准,每年调查钻蛀性害虫的危害,累计危害率。

$$\text{虫害危害率} = \frac{\text{危害株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\%。$$

- 1.4 数据处理 采用国际标准统计软件 SAS8.01 进行。

2 结果与分析

- 2.1 不同种植形式对咖啡农艺性状的影响
- 2.1.1 不同处理对咖啡株高、茎粗和冠幅年均增长量的影响 各处理的咖啡植株株高、茎粗和冠幅年均净增量见表 2,经分析各处理之间的植株株高、茎粗和冠幅的年增长量无显著差异(见表 3) ,这说明在本试验株行距范围内,不同种植形式与密度对咖啡植株株高、茎粗和冠幅的生长无显著影响。

表2 不同处理对咖啡植株株高、茎粗和冠幅年均净增长量的比较

$\bar{x} \pm s$

处理	株高/cm	茎粗/cm	冠幅/cm
I	37.1 ± 3.95	0.83 ± 0.036	29.33 ± 2.20
H	35.2 ± 3.70	0.85 ± 0.105	27.64 ± 2.26
F	35.2 ± 6.13	0.82 ± 0.113	29.39 ± 3.48
E	35.0 ± 5.83	0.85 ± 0.098	27.83 ± 1.86
G	34.4 ± 3.40	0.85 ± 0.055	30.17 ± 1.94
D	34.1 ± 2.91	0.87 ± 0.045	27.85 ± 1.95
A	33.8 ± 1.36	0.87 ± 0.046	27.15 ± 2.33
C	33.6 ± 5.17	0.77 ± 0.046	28.22 ± 3.02
J	33.5 ± 3.79	0.76 ± 0.030	30.02 ± 0.52
B	32.1 ± 5.14	0.78 ± 0.030	27.37 ± 2.24

表3 不同种植形式与密度对咖啡植株株高、茎粗和冠幅年均增长影响的 F 值比较

变异来源	株高		茎粗		冠幅	
	F	F _{0.05}	F	F _{0.05}	F	F _{0.05}
区组	20.14	6.01	0.85	3.55	8.47	6.01
处理	0.84	2.46	0.95	2.46	1.25	2.46

2.1.2 不同处理对咖啡植株一分枝的影响 不同种植形式与密度对植株一分枝对数、最长一分枝的年增长量和最长一分枝年增长节数的影响(见表4)的方差分析结果表明,10 种植形式和密度,除了对最长一分枝长度与其节数的比值有显著影响外,对其他 4 个性状均无显著影响。就最长一分枝长度/节数的比值而言,处理 I 极显著高于处理 H,D,J,F,B,A 和显著高于处理 G;处理 H,D 极显著高于处理 A;处理 G 显著高于处理 B,A;处理 B 显著高于处理 A;处理 I 与处理 E,C,处理 G 与处理 H,D,J,F,处理 G 与处理 E,C,处理 B 与处理 H,D,J,F,差异均不显著。即处理 I,E,C,G 咖啡植株最长一分枝长度/最长一分枝节数的值较大,处理 H,D,J,F,B 次之,处理 A 系数最小,其值越小,果节越密,单株产量就越高。

表4 不同处理对咖啡植株分枝对数的影响

$\bar{x} \pm s$

处理	一分枝对数/对	最长一分枝年增长/cm	最长一分枝年增长节数/节	株高与分枝对数比/(cm·对 ⁻¹)	最长一分枝长度与最长一分枝节数比/(cm·节 ⁻¹)	差异显著性	
						5%	1%
I	9.44 ± 0.60	23.0 ± 0.64	6.8 ± 0.21	4.51 ± 0.21	3.38 ± 0.19	a	A
A	9.13 ± 0.78	22.0 ± 0.20	7.4 ± 1.02	4.34 ± 0.23	3.02 ± 0.43	d	C
D	9.07 ± 0.79	22.3 ± 1.17	7.0 ± 0.43	4.38 ± 0.26	3.20 ± 0.22	bc	B
H	9.04 ± 0.35	22.2 ± 0.35	7.0 ± 0.57	4.58 ± 0.18	3.21 ± 0.21	bc	B
G	8.97 ± 0.46	22.5 ± 1.41	6.9 ± 0.40	4.44 ± 0.11	3.26 ± 0.01	b	AB
F	8.87 ± 1.22	22.5 ± 0.95	7.2 ± 1.04	4.57 ± 0.09	3.16 ± 0.45	bc	BC
C	8.84 ± 1.02	21.8 ± 0.85	6.7 ± 0.19	4.46 ± 0.13	3.27 ± 0.22	ab	AB
E	8.81 ± 1.24	22.6 ± 0.79	6.9 ± 0.77	4.59 ± 0.09	3.31 ± 0.27	ab	AB
B	8.71 ± 0.81	21.1 ± 0.75	6.7 ± 0.50	4.35 ± 0.44	3.15 ± 0.19	c	BC
J	8.38 ± 1.12	22.3 ± 0.81	7.0 ± 0.15	4.65 ± 0.08	3.18 ± 0.17	bc	BC

注:不同小写字母表示在 5% 水平有差异,不同大写字母表示在 1% 水平有差异。

2.2 不同处理对咖啡产量的影响 试验结果(见表5)表明,各处理间有显著差异,即不同种植形式与密度对咖啡产量(干豆,以下产量均用干豆表示)的影响有明显差异。处理 I 极显著高于处理 J,B,A 和显著高于处理 D,C;处理 I 与处理 F,E,H,G,处理 F,E,H,G 与处理 D,C,J,B,A,差异均不显著。即处理 I 的平均产量最高,处理 F,E,H,G,D,C 次之,处理 J,B,A 的平均产量最低。

表 5 不同处理对平均单株产量及公顷产量的影响

$\bar{x} \pm s$

处理	单株产量 / kg	公顷产量 / (kg · hm ⁻²)	差异显著性	
			5%	1%
I	0.36 ± 0.08	3 735.6	a	A
F	0.36 ± 0.08	3 303.4	ab	AB
E	0.46 ± 0.15	3 156.9	ab	AB
H	0.39 ± 0.07	3 011.1	ab	AB
G	0.47 ± 0.04	2 912.0	ab	AB
D	0.49 ± 0.10	2 718.3	b	AB
C	0.31 ± 0.04	2 585.4	b	AB
J	0.30 ± 0.05	2 316.9	b	AB
B	0.37 ± 0.11	2 312.7	b	B
A	0.39 ± 0.06	1 960.3	b	B

注: 1. 以上数值为 2002—2004 年 3 年的咖啡产量; 2. 不同小写字母表示在 5% 水平有差异, 不同大写字母表示在 1% 水平有差异。

2.3 不同处理对咖啡钻蛀性虫害发生的影响 从对虫害危害率进行反正弦转换后作的方差分析结果 (见表 6) 可以看出, 不同种植形式与密度对咖啡植株钻蛀性虫害发生无显著影响。

表 6 不同处理对植株累计虫害发生危害的影响

处理	H	G	I	A	E	B	J	C	D	F
虫害危害率 / %	0.44	0.37	0.33	0.30	0.30	0.30	0.27	0.26	0.26	0.15

3 讨 论

1) 试验结果表明, 除咖啡植株最长一分枝长度与最长一分枝节数的比值外, 小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963 (F₆) 的农艺性状在不同处理 (种植形式与密度) 间的差异不显著, 说明不同种植形式与密度对此咖啡品种的主要农艺性状 (株高、茎粗、冠幅、分枝对数、最长一分枝及其节数、株高与分枝对数比) 的影响较小。这与文献 [7] 的观察主要试验点全部参变量的影响, 被测定的大多数变量中, 密度的处理是不显著的结论是一致的, 文献 [7] 认为这可能与 Catimor 的品种矮生、生势强的特性有关, 从而导致植株在不同密度的环境下能够自然的调节。试验结果还与文献 [8] 种植密度不影响冠幅的直径的结论相似。植株最长一分枝长度与最长一分枝节数的比值增加, 表明一分枝果节间长度越长, 单位长度的果节数就越少, 单株产量就越低, 本试验中, 处理 I 的最长一分枝长度与最长一分枝节数的比值最大 (3.38 cm · 节⁻¹), 处理 A 的最小 (3.02 cm · 节⁻¹), 这说明从理论上说, 处理 I 的单株产量最低, 处理 A 单株产量最高。虽然不同处理对植株茎粗、株高年均增长量的影响差异不显著, 但在均数排列中, 在行距相同的条件下, 植株茎粗年均净增长量随株距的缩小而减少, 植株株高年均净增长量随株距的缩小而增加, 这说明在密度过大的情况下, 咖啡产生的自身荫蔽使其一分枝和主干有徒长的趋势, 而且主干的直径变得更加纤细。

2) 试验结果表明: 处理 I 种植密度为 10 395 株 · hm⁻², 平均单株干豆产量 0.36 kg · 株⁻¹, 单位面积产量为 3 735.6 kg · hm⁻², 处理 A 种植密度为 4 995 株 · hm⁻², 平均单株干豆产量是 0.39 kg · 株⁻¹, 单位面积产量为 1 960.3 kg · hm⁻²。试验结果表明, 种植形式及密度与单株产量、单位面积产量呈高度相关, 在行距相同的条件下, 植株单株产量随株距的缩小而减少, 但单位面积产量随种植密度的增加而增加, 这是因为密度增加的效应大于单株产量减少的效应。这与 TUMORU Seral [9] 等在巴西对品种 IPR 98、Catuaí Vermelho IAC 81 和 Mundo Novo IAC 376 - 4 所作的研究得出的结果是类似的, 也和 NJOROGÉ J M^[2] 在肯尼亚对品种 Ruiru 的研究结论相似, 还与国内吴坤南^[2] 在海南对墨西哥系列品种和卡杜拉品种的研究结果相似。对于咖啡产量的测定, 如果有更多年份的数据来支持, 其结果会更加接近于生产实际。

3) 种植形式及密度与钻蛀性虫害的发生率没有显著的相关性, 但这一结果与本试验设计的初衷有很大的差异, 其原因有二: 一是此品种主要为一分枝结果, 采果后, 近果柄的叶片脱落, 导致阳光直晒主干, 钻蛀性虫害发生率高; 二是试验地为一块东西向的长方形平地, 植株行向呈南北走向, 太阳光线与之垂

直,钻蛀性虫害调查发现,处于东、西边的植株的受害率高于中部的植株。由此可见,环境对钻蛀性虫害发生率的影响大于种植形式及密度对其的影响,且环境因素中最主要的还是受光照强度及光照时间的影响,因此,选择阴坡地或种植荫蔽树对在德宏种植区降低咖啡钻蛀性虫害危害率是有效的。

(4) 虽然种植密度为 $10\,395\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的种植形式的单位面积产量是最高的,但考虑到单位面积产量、平均单株产量及农艺措施等因素,笔者推荐在德宏地区全光照的条件下,在坡地种植小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963(F₆) 的适宜种植形式为环山行定植,株行距为 $0.8\text{ m}\times 1.8\text{ m}$ 或 $0.6\text{ m}\times 1.8\text{ m}$,即种植密度为 $6\,930\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 或 $9\,240\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$;在缓坡和平地种植小粒种咖啡卡蒂姆 C1FC7963(F₆) 的适宜种植形式为篱笆式种植,株行距为 $0.8\text{ m}\times 2.0\text{ m}$ 或 $0.6\text{ m}\times 2.0\text{ m}$,即种植密度为 $6\,240\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 或 $8\,325\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$,而在李聪惠^[3]报道的品种 S288 的最适株行距是 $0.8\text{ m}\times 2.0\text{ m}$ 或 $1.0\text{ m}\times 2.0\text{ m}$,这是因为其具有较大尺寸的株型。种植密度中最具有决定因素的是行距,株距可以在咖啡生长后期的过程中通过锯干进行调节。

承蒙赵云翔、钊相仙、张孝云、林兴文、夏红云等同仁为农艺性状、产量测定提供长期不懈的帮助,高级农艺师李文伟、张洪波为本文提出宝贵意见,谨此一并致谢!

参考文献:

- [1] 段保亭. 小粒种咖啡良种卡蒂姆试种结果初报 [J]. 云南热作科技, 1993, 16(4): 13 - 15.
- [2] 吴坤南, 张籍香. 小粒种咖啡品种与密度的产量效应 [J]. 云南热作科技, 1996, 19(3): 16 - 18.
- [3] 李聪惠, 周华荣. 小粒种咖啡品种的种植密度 [J]. 云南热作科技, 1987, 10(4): 7 - 11.
- [4] CARVALHO C H M, COLOMBO A, SCALCO M S, et al. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio [J]. Ciênc agrotec Lavras, 2006, (2) 30: 243 - 250.
- [5] TUMORU Seral, GUSTAVO Hiroshi Seral, ROGÉRIO Manuel de Lemos Cardoso, et al. IPR 98: Rust-resistant dwarf Arabica coffee cultivar for dense spacing [J]. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 2008, 8: 242 - 244.
- [6] CHANIKA C S M, MAKONO R C J, KAYANGE O H. Evaluation of different plant populations on growth and yield of coffee under smallholder farmer conditions, Coffee section [J/OL] // Ministry of Agriculture and Food Security, Lilongwe, Malawi. Annual Report-Horticultural Commodity Group, 2008. [2011 - 02 - 06]. <http://www.cabi.org/gara/FullTextPDF/2008/20083323840.pdf>.
- [7] GICHIMU B M, OMONDI C O. Early performance of five newly developed lines of arabica coffee under varying environment and spacing in kenya [J]. Agric Biol J N Am, 2010, 1(1): 32 - 39.

Effects of Different Planting Pattern on Agronomic Characters, Yield and Pests of *Arabica coffee*

LI Jin-hong, ZHOU Hua, LI Gui-lin, HU Yong-liang
(Yunnan Dehong Tropical Agricultural Institute, Ruili 678600, China)

Abstract: In our report, the effects of different planting pattern and planting density on main agronomic characters and pests of *Arabica coffee* were analyzed. The results suggested that the difference is not significant, but for the length of the longest first branch and the number of the longest first branching node, the smaller the planting density was, the smaller the rate was, the more fruit nodes, the higher yield per plant. The highest yield obtained from the planting pattern with planting spacing of $0.6\text{ m}\times 1.6\text{ m}$ and the tree number of 693 per mu, and under which the yield per mu attained 249.04 kg dry parchment coffee.

Key words: planting pattern; *Arabica coffee*; agronomic character; yield; insect pest