

文章编号: 1674-7054(2013)02-0181-08

非离体条件下荔枝叶片面积的测定方法

周开兵, 万景刚, 王咏梅, 何欣, 徐冰

(海南大学热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室, 海南海口 570228)

摘要: 通过测定妃子笑荔枝叶片的实际面积(S)、叶长(a)和叶宽(b)经过校正系数(叶片实际面积与叶长、叶宽乘积的比值)的计算和线性回归分析, 构建了妃子笑荔枝叶片面积估算公式: $S = 0.65ab$, $S = 0.6488ab + 0.0018$ 。验证结果表明, 上述2个公式均能准确地估算出妃子笑荔枝的叶片面积。

关键词: 妃子笑荔枝; 叶片面积; 测定方法

中图分类号: S 667.1

文献标志码: A

果树叶面积是衡量果树生产能力大小的重要指标。一般果树叶片呈不规则的几何图形, 无精确的面积计算公式。求积仪法和坐标图纸印迹法较常见, 前者准确, 后者繁琐且误差较大, 这2种方法必须先要将叶片从植株上采摘下来才能测定, 无法对指定叶片开展生长发育动态观察, 也不能完全忠实于实际情况地测定光合速率、呼吸速率和作物经济系数。随着电脑技术的发展和运用, 已提出了诸如以数字图象视觉分析、CAD 图像处理和 GIS 空间分析等技术为基础的叶片面积非离体测定方法^[1-4]。这些方法能对数据批量、快速和准确地进行信息处理, 优点也很突出, 但要求具备高端仪器设备和配备相应的专业技术人才才能进行测定, 所以推广这些方法还有一定的困难。目前, 少数种类的热带果树已经建立了叶片面积的估算公式, 能在非离体条件下测定叶片面积^[5-7], 但是, 有关荔枝(*Litchi chinensis* Sonn) 叶片面积的测定方法尚未见报道。因此, 笔者探讨妃子笑荔枝叶面积的估算公式, 旨在寻找非离体条件下能准确、快速地测定妃子笑荔枝叶片面积的方法。

1 材料与方法

1.1 材料 于妃子笑荔枝采果期, 在健壮的16年生荔枝树上随机采集200片各种大小的成年叶片, 现采现用。其中, 随机挑选100片用于构建叶片面积的估算公式, 另100片用于检验叶片面积估算公式的适用性。

1.2 测定方法 用求积仪对所有样叶进行观测, 记录每片叶的面积, 因其准确性高, 本试验将其看作叶片实际面积; 叶片长度和宽度采用卷尺丈量, 在长度方向上相距最远的两点间距离为叶片长度, 在宽度方向上相距最远的两点间距离为叶片宽度。

1.3 试验设计方法 对用于构建叶片面积估算公式的样叶, 先求叶长和叶宽所决定的矩形面积, 再采用2种分析方法构建叶片面积估算公式。1) 校正法: 对每片样叶求出叶面积校正系数, 即叶片实际面积与上述矩形面积的比值, 计算所有100片样叶校正系数的平均值并构建叶面积估算公式: 叶面积 = 校正系数 × 叶长 × 叶宽。2) 直线回归法: 以叶片实际面积为依变量、矩形面积为自变量, 经线性回归分析构建线性回归方程, 该方程即为叶面积估算公式。

对用于验证估算公式适用性的样叶, 依据上述2个公式, 代入叶长和叶宽的观测值, 分别计算2种方

收稿日期: 2013-05-15

基金项目: 海南省教育厅高等学校科学研究项目(Hjkj2011-14); 海南大学教育教学研究项目(hdjy0927)

作者简介: 周开兵(1969-)男, 湖北浠水人, 海南大学园艺园林学院教授, 博士。

法测定的叶片面积, 然后对实际面积和 2 种方法估算的叶面积作 F 检验, 分析相互间的差异显著性, 进而说明所构建公式的适用性。

最后, 对用于验证公式适用性的 100 片样叶, 采取复置抽样方式, 随机抽取样本容量为 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 的样本共 10 个, 求出不同样本容量下采用公式法估算面积的相对误差, 以适用方法估算的叶面积相对误差 $\leq 3\%$ 为标准^[7], 确定不同公式适用的样本容量。

1.4 统计方法 采用 SAS 软件 REG 过程, 对求积仪法测定的叶片面积和叶长、叶宽所决定的矩形面积作线性回归分析, 采用 ANOVA 过程, 对采用不同叶面积测定方法测得的叶面积进行方差分析; 采用 DUN-CAN 法作多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 妃子笑荔枝叶片面积估算公式的构建 叶片的实际面积(S)、叶长(a)和叶宽(b)的观测值见表 1。在表 1 中求叶长和叶宽所决定的矩形面积(ab)、矫正系数(C), 经求矫正系数的平均值和线性回归分析后, 得到由矫正系数法和直线回归法构建的叶面积估算公式。矫正系数法构建的公式为: $S = 0.65ab$ 。

表 1 叶片面积、长和宽观测值以及矫正系数

Tab. 1 Area and length and width of leaves of lychee and corrected coefficient

序号 Code	叶片实际面积 S/cm^2 True area of leaves	叶长 a/cm Length of leaves	叶宽 b/cm Width of leaves	ab/cm^2	矫正系数 Corrected coefficient
1	60.16	17.00	5.40	91.80	0.66
2	58.87	18.12	5.02	90.96	0.65
3	52.32	15.78	4.97	78.43	0.67
4	51.48	13.95	5.48	76.45	0.67
5	51.32	14.62	5.12	74.85	0.69
6	50.15	15.72	4.75	74.67	0.67
7	47.92	14.05	5.28	74.18	0.65
8	47.41	15.71	4.72	74.15	0.64
9	46.64	15.59	4.67	72.81	0.64
10	46.25	15.10	4.80	72.48	0.64
11	45.38	15.88	4.52	71.78	0.63
12	45.15	14.05	5.08	71.37	0.63
13	45.02	15.27	4.58	69.94	0.64
14	44.89	13.70	5.10	69.87	0.64
15	43.68	13.82	4.92	67.99	0.64
16	42.91	14.82	4.52	66.99	0.64
17	42.67	13.90	4.80	66.72	0.64
18	42.35	14.22	4.68	66.55	0.64
19	42.03	15.58	4.25	66.22	0.63
20	40.86	14.52	4.42	64.18	0.64
21	40.62	13.08	4.80	62.78	0.65
22	40.38	13.85	4.52	62.60	0.65
23	40.31	13.31	4.65	61.89	0.65
24	40.26	12.95	4.65	60.22	0.67
25	38.86	13.57	4.42	59.98	0.65
26	38.25	13.49	4.41	59.49	0.64
27	38.02	14.88	3.98	59.22	0.64
28	37.87	13.00	4.50	58.50	0.65
29	37.77	12.92	4.52	58.40	0.65

(续表 1 Continued)

30	36.61	11.85	4.85	57.47	0.64
31	36.15	13.22	4.28	56.58	0.64
32	36.08	12.73	4.39	55.88	0.65
33	36.04	13.05	4.25	55.46	0.65
34	35.96	13.78	4.01	55.26	0.65
35	35.39	11.78	4.45	52.42	0.68
36	34.32	13.98	3.72	52.01	0.66
37	34.08	11.45	4.48	51.30	0.66
38	33.85	13.51	3.78	51.07	0.66
39	33.48	14.12	3.61	50.97	0.66
40	32.85	11.72	4.34	50.86	0.65
41	32.68	13.29	3.79	50.37	0.65
42	32.68	12.90	3.90	50.31	0.65
43	32.61	13.78	3.65	50.30	0.65
44	32.32	11.61	4.29	49.81	0.65
45	31.81	12.66	3.91	49.50	0.64
46	31.44	12.12	4.05	49.09	0.64
47	31.13	12.28	3.98	48.87	0.64
48	31.02	12.50	3.88	48.50	0.64
49	30.85	12.00	4.00	48.00	0.64
50	30.68	13.42	3.52	47.24	0.65
51	30.54	11.80	4.00	47.20	0.65
52	30.13	13.12	3.58	46.97	0.64
53	30.07	12.92	3.61	46.64	0.64
54	29.81	11.88	3.92	46.57	0.64
55	29.75	11.15	4.12	45.94	0.65
56	29.22	12.00	3.80	45.60	0.64
57	28.89	12.00	3.75	45.00	0.64
58	28.43	11.20	4.00	44.80	0.63
59	28.36	11.75	3.52	41.36	0.69
60	28.33	13.80	3.21	44.30	0.64
61	28.05	12.92	3.38	43.67	0.64
62	27.82	12.32	3.48	42.87	0.65
63	27.77	12.20	3.50	42.70	0.65
64	27.35	12.50	3.40	42.50	0.64
65	27.32	10.35	3.98	41.19	0.66
66	27.02	12.15	3.48	42.28	0.64
67	26.88	10.68	3.89	41.55	0.65
68	26.39	10.48	3.82	40.03	0.66
69	26.22	11.00	3.60	39.60	0.66
70	25.54	10.51	3.53	37.10	0.69
71	25.38	11.61	3.23	37.50	0.68
72	25.24	11.45	3.47	39.73	0.64
73	25.12	10.12	3.85	38.96	0.64
74	24.84	10.73	3.67	39.38	0.63
75	24.75	9.42	3.92	36.93	0.67
76	24.46	11.15	3.45	38.47	0.64

(续表 1 Continued)					
77	24.44	9.89	3.68	36.40	0.67
78	24.12	11.38	3.18	36.19	0.67
79	24.03	10.61	3.40	36.07	0.67
80	23.35	9.62	3.68	35.40	0.66
81	22.63	9.42	3.72	35.04	0.65
82	22.22	10.30	3.35	34.51	0.64
83	22.18	11.05	3.15	34.81	0.64
84	22.15	11.13	3.06	34.06	0.65
85	21.67	10.76	3.15	33.89	0.64
86	21.55	9.77	3.46	33.80	0.64
87	21.48	9.86	3.38	33.33	0.64
88	21.37	10.08	3.32	33.47	0.64
89	21.17	12.00	2.81	33.72	0.63
90	20.98	8.55	3.72	31.81	0.66
91	20.56	10.98	3.00	32.94	0.62
92	20.32	8.91	3.50	31.19	0.65
93	20.12	11.15	2.83	31.55	0.64
94	19.89	8.78	3.51	30.82	0.65
95	19.68	11.28	2.68	30.23	0.65
96	18.79	9.52	2.98	28.37	0.66
97	18.32	10.28	2.68	27.55	0.66
98	17.28	11.08	2.35	26.04	0.66
99	15.62	8.87	2.83	25.10	0.62
100	11.32	6.55	2.58	16.90	0.67
平均矫正系数 Average of corrected coefficient					0.65

以 ab 为自变量、 S 为依变量 ,作线性回归分析。
构建的叶面积估算公式为

$S = 0.6488ab + 0.0018$, $R^2 = 0.9954$,
回归关系极显著(见图 1) 。

2.2 妃子笑荔枝叶片面积计算公式的验证 将用于验证估算公式适用性的样叶观测值 ,如叶长(a) 和叶宽(b) 代入上述 2 个公式 ,分别估算其叶片面积 (见表 2) 。对 2 种方法估算的叶片面积与实际面积作方差分析。结果表明 ,实际面积平均值为 34.18 cm^2 2 种估算方法所得面积的平均值分别为 33.17 和 34.30 cm^2 2 种估算方法所得到的面积和实际面积均无显著差异($F = 0.32$ $P = 0.7271 > 0.05$) 。可见 2 种叶片面积估算公式均适用。

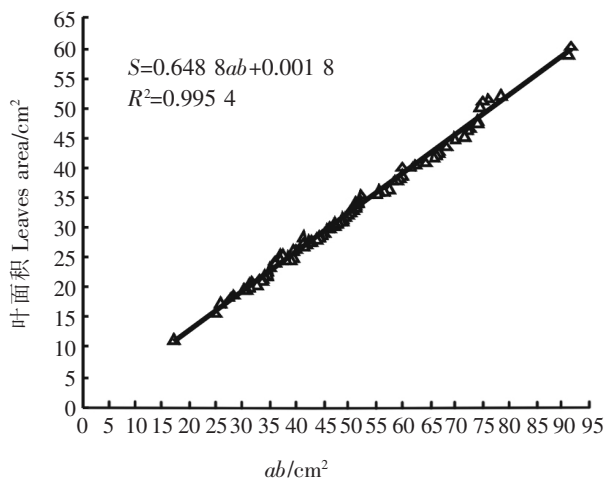


图 1 叶面积与叶长和宽乘积的线性回归分析
Fig.1 The analysis of linear regression equation of leaf area on the products of length and width

表2 2种测定方法测定的荔枝叶片面积比较

Tab.2 The comparison of area values of lychee leaf determined with different methods

序号 Code	叶片实际面积 S/cm^2 True area of leaves	叶长 a/cm Length of leaves	叶宽 b/cm Width of leaves	ab/cm^2	线性回归法/ cm^2 Method of linear regression	校正系数法/ cm^2 Method of corrected coefficient
1	38.35	12.14	4.87	59.12	39.60	38.36
2	38.48	13.76	4.31	59.31	39.73	38.48
3	23.05	10.08	3.55	35.78	23.97	23.22
4	29.03	10.26	4.38	44.94	30.10	29.16
5	39.11	13.5	4.55	61.43	41.15	39.85
6	40.07	13.34	4.63	61.76	41.37	40.07
7	28.12	10.83	4.01	43.43	29.09	28.18
8	40.19	13.8	4.49	61.96	41.51	40.20
9	51.18	13.69	5.76	78.85	52.82	51.16
10	33.91	11.99	4.36	52.28	35.02	33.92
11	32.96	11.07	4.59	50.81	34.04	32.97
12	26.05	11.88	3.39	40.27	26.98	26.13
13	59.32	17.43	5.29	92.20	61.76	59.82
14	46.12	14.08	5.06	71.24	47.72	46.23
15	28.66	12.34	3.59	44.30	29.68	28.74
16	28.14	12.32	3.52	43.37	29.05	28.14
17	38.92	12.82	4.68	60.00	40.19	38.93
18	43.02	13.48	4.92	66.32	44.43	43.03
19	28.45	11.36	3.86	43.85	29.37	28.45
20	23.44	10.49	3.46	36.30	24.31	23.55
21	35.36	13.61	4.01	54.58	36.56	35.41
22	43.11	15.46	4.31	66.63	44.63	43.23
23	42.22	13.31	4.91	65.35	43.78	42.40
24	28.44	12.45	3.53	43.95	29.44	28.52
25	35.23	12.08	4.51	54.48	36.49	35.35
26	32.08	10.72	4.62	49.53	33.18	32.13
27	20.66	8.39	3.85	32.30	21.64	20.96
28	31.25	12.25	3.98	48.76	32.66	31.63
29	34.11	14.19	3.72	52.79	35.36	34.25
30	30.25	13.61	3.45	46.95	31.45	30.47
31	28.38	11.89	3.69	43.87	29.39	28.47
32	22.24	10.33	3.34	34.50	23.11	22.39
33	31.45	13.01	3.76	48.92	32.77	31.74
34	30.26	11.62	4.06	47.18	31.60	30.61
35	38.46	11.62	5.14	59.73	40.01	38.75
36	28.86	11.92	3.76	44.82	30.02	29.08

(续表2 Continued)

37	28.42	12.12	3.68	44.60	29.88	28.94
38	35.12	11.65	4.69	54.64	36.60	35.45
39	41.24	13.34	4.80	64.03	42.89	41.55
40	24.22	10.32	3.71	38.29	25.65	24.84
41	29.12	11.18	4.07	45.50	30.48	29.52
42	20.87	10.95	3.01	32.96	22.08	21.39
43	29.43	10.39	4.39	45.61	30.55	29.59
44	46.55	13.21	5.46	72.13	48.31	46.80
45	37.05	11.98	4.78	57.26	38.36	37.15
46	52.76	14.96	5.46	81.68	54.72	53.00
47	42.22	14.21	4.59	65.22	43.69	42.32
48	34.23	12.31	4.35	53.55	35.87	34.74
49	24.78	9.81	3.9	38.26	25.63	24.82
50	24.84	12.41	3.09	38.35	25.69	24.88
51	65.19	16.29	6.17	100.51	67.33	65.21
52	43.18	13.39	4.97	66.55	44.58	43.18
53	26.86	9.61	4.31	41.42	27.75	26.87
54	27.48	12.39	3.42	42.37	28.38	27.49
55	21.75	10.63	3.16	33.59	22.50	21.80
56	34.66	11.79	4.53	53.41	35.78	34.65
57	43.12	12.93	5.14	66.46	44.52	43.12
58	33.02	12.15	4.19	50.91	34.10	33.03
59	27.26	10.89	3.86	42.04	26.16	27.27
60	29.31	12.58	3.59	45.16	28.10	29.30
61	29.24	12.49	3.61	45.09	28.06	29.26
62	39.14	12.38	4.88	60.41	37.59	39.20
63	40.74	13.53	4.64	62.78	39.06	40.73
64	31.25	13.20	3.65	48.18	31.97	31.26
65	25.97	10.03	3.99	40.02	26.56	25.97
66	40.43	13.40	4.65	62.31	0.00	40.43
67	24.03	11.19	3.31	37.04	0.00	24.03
68	32.04	11.25	4.39	49.39	33.08	32.04
69	26.78	12.12	3.41	41.33	27.48	26.82
70	29.74	11.29	4.06	45.84	29.75	29.74
71	44.82	13.99	4.94	69.11	45.96	44.84
72	32.55	11.71	4.31	50.47	31.41	32.75
73	18.42	8.98	3.16	28.38	18.87	18.41
74	36.66	12.07	4.68	56.49	0.00	36.65
75	25.03	11.56	3.34	38.61	0.00	25.05

(续表 2 Continued)						
76	20.88	9.76	3.31	32.31	20.97	20.96
77	57.48	15.6	5.68	88.61	59.36	57.49
78	27.75	11.41	3.75	42.79	28.66	27.76
79	31.48	10.91	4.45	48.55	32.52	31.50
80	60.06	16.12	5.75	92.69	62.09	60.14
81	25.98	10	4.01	40.10	26.86	26.02
82	44.75	14.31	4.82	68.97	42.92	44.75
83	36.81	12.64	4.49	56.75	36.83	36.82
84	23.41	11.11	3.25	36.11	24.19	23.43
85	34.02	13.31	3.94	52.44	35.13	34.03
86	36.05	14.05	3.98	55.92	37.46	36.28
87	20.77	10.29	3.12	32.10	21.31	20.83
88	24.72	10.78	3.54	38.16	25.56	24.76
89	57.85	15.73	5.74	90.29	0.00	58.58
90	51.67	14.81	5.38	79.68	49.58	51.70
91	23.87	10.93	3.39	37.05	24.05	24.04
92	34.59	11.69	4.55	53.19	33.10	34.51
93	43.78	14.09	4.79	67.49	43.80	43.79
94	34.15	12.25	4.31	52.80	35.37	34.26
95	27.49	11.54	3.67	42.35	28.37	27.48
96	36.43	14.07	3.99	56.14	37.61	36.42
97	33.39	13.59	3.79	51.51	34.50	33.42
98	20.46	10.68	2.96	31.61	21.18	20.51
99	51.87	15.81	5.1	80.63	54.01	52.32
100	33.96	12.04	4.35	52.37	35.08	33.98
平均 Average	34.18				33.17	34.30

2.3 2 种公式适合应用的样本容量条件 由图 2 可见 2 种估算方法的相对误差随样本容量变化的动态变化趋势基本一致; 样本容量在 10 ~ 100 之间, 其相对误差变化介于 0.28% ~ 0.57% 之间, 相对误差远低于 3%, 表明样本容量为 10 就能满足估算精度要求。通常情况下取样的样本容量为 30, 意味着一般情况下这 2 种估算公式均适用。

3 结 论

叶形是植物种和作物品种分类的重要形态性状之一, 遗传很稳定, 因此, 笔者构建的 2 种叶片面积估算公式, 适用于妃子笑荔枝叶片面积测定, 解决了在非离体条件下, 快速、准确地测定妃子笑荔枝叶片面积的问题, 可应用于妃子笑荔枝生长、结果习性、光合和呼吸生理、果实产量和品质形成的研究。

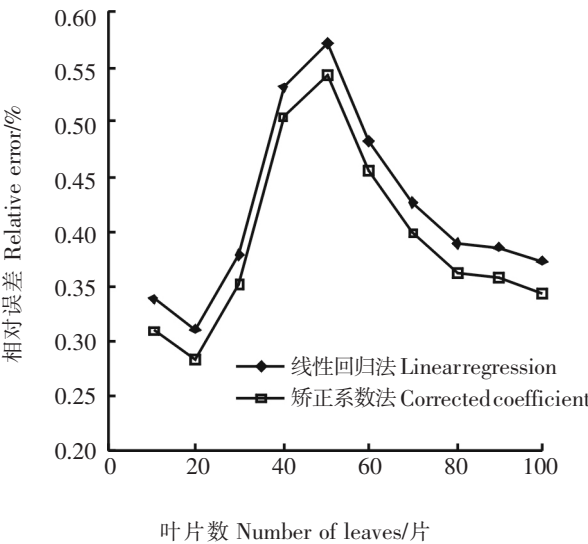


图 2 不同样本容量对叶面积相对误差的影响
Fig.2 The influences of different sample sizes on the relative error of leaf area

参考文献:

- [1] 曹志刚,冯仲科,龙春玲,等. 基于数字图像视觉分析的叶面积活体测定系统研究[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(2): 200-203.
- [2] 宋来庆,尹克林,赵珍珍,等. 利用计算机快速测定葡萄叶面积的方法研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(1): 1-6.
- [3] 程鸿,占军芬. CAD 图形处理技术在植物叶面积测量中的应用[J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 8(4): 467-470.
- [4] 刘玉华,贾志宽,史纪安,等. GIS 空间分析技术在苜蓿叶面积测定中的应用[J]. 草业学报, 2006, 15(2): 119-123.
- [5] 黄永敬,卢美英,何金光,等. 芒果叶面积测定方法的研究[J]. 广西热带农业, 2004(2): 1-3.
- [6] 王家保,林秋全,叶小德,等. 5 种测量热带果树单叶面积的方法研究[J]. 热带农业科学, 2003, 23(1): 11-15.
- [7] 周开兵,陈志霞. 人心果叶片面积测定方法[J]. 实验科学与技术, 2008, 6(1): 43-44.

Method of Measuring Leaf Area of Lychee on Tree

ZHOU Kaibing, WAN Jinggang, WANG Yongmei, HE Xin, XU Bing

(Ministry of Education Key Laboratory of Protection, Development and Utilization of Tropical Crop
Germplasm Resources, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: The true area (S), length (a) and width (b) of leaves of lychee Feizixiao were determined, and the corrected coefficients (the ratio of the true area to the product of the length and width of leaves) were calculated and analyzed in linear regression, based on which two formulas ($S = 0.65ab$ and $S = 0.6488ab + 0.0018$) were established to estimate the leaf area. The verification of these two formulas indicated that they both can be used for accurately estimating the area of the leaves of lychee Feizixiao through measuring the length and width of leaves.

Key words: lychee Feizixiao; leaf area; measuring method

(上接第 172 页)

Physiological and Biochemical Characteristics of Salt-tolerant Tomato

CHEN Zhi¹, SHI Jinhong¹, QU Ying², JIANG Xingyu¹, DENG Yongchuan¹

(1. College of Agronomy, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. Weihai Environmental Protection Monitoring Station, Weihai, Shandong 264200, China)

Abstract: Salt solution and fresh water were used to irrigate the salt-tolerant and control tomatoes. The control tomatoes were not introduced with exogenous DNA. The results showed that the salt-tolerant tomato plants grew better than the control when they were irrigated under salt stress, and the control tomato plants grew short. Additionally, the salt-tolerant tomatoes were obviously higher in the leaf content of vitamin C, proline, chlorophyll and soluble sugar than the control, but much higher in the leaf protein content and lower in the leaf MDA content than the control. Their leaf SOD activity declined slightly than that of the control. It was suggested that the salt-tolerant tomato had a high salt resistance.

Key words: salt-tolerant tomato; physiological and biochemical indexes; salt tolerance