

红毛丹 (*Nephelium lappaceum* L.) 生态适应性研究

唐文浩¹, 唐仕华², 饶义平¹, 黎新天³

(1. 华南热带农业大学农学院, 儋州 571737; 2. 中国热带农业科学院科技信息中心, 儋州 571737; 3. 海南保亭红毛丹(集团)有限公司, 海口 570310)

摘要: 采用欧氏距离统计方法, 对海南 18 县市与泰国、马来西亚红毛丹主产区的 7 个主要气候因子间的距离相似程度进行了分析, 发现海南岛保亭县是红毛丹最佳气候宜植区。这与海南试种结果完全吻合。通过实地调查、土样采集分析, 结合多年观察以及同泰国、马来西亚产区对比分析, 初步明确了引种红毛丹的生态环境条件要求。

关键词: 红毛丹; 生态环境; 气候因子; 土壤肥力

The ecological adaptability of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.)

TANG Wen-Hao¹, TANG Shi-Hua², RAO Yi-Ping³, LI Xin-Tian³ (1. South China Tropical Agricultural University, Danzhou 571737, China; 2. Techno-scientific Information Center, CATAS, Danzhou 571737, China; 3. Hainan Baoting Rambutan(Group)Co. Ltd. Haikou 570310)

Abstract: Rambutan is a new precious and rare tropical fruit grown in China. There has been little basic research on rambutan. So, it is significant to do researches on rambutan's ecological adaptability and that is the basic condition for its growth and high yield. Euclidean Distance Statistical Method was used to analyze the distance similarity in 7 main climatic factors (i. e. annual average temperature, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ available cumulative temperature, average temperature in the coldest month, annual minimum temperature, annual average rainfall, annual average wind speed, annual average number of typhoons and winds stronger than Grade 6) between the 18 counties or cities of Hainan Province and the main rambutan producing areas of Thailand and Malaysia. The results showed that Baoting County was the optimum place for the growth of rambutan in Hainan Island, which coincides with the result of rambutan trial growing in Hainan.

Investigations on the environmental characteristics of rambutan production areas in Hainan revealed that seasonal drought, low temperature and strong wind were the main climatic factors that affected normal growth of rambutan. Microenvironment can provide good climatic conditions for rambutan. The rambutan trees that can flower and fruit normally in Baoting County are those grown in the south to Daben Mountain and Qizhi Mountain, i. e. between $18^{\circ}23' \sim 18^{\circ}45' \text{ N}$ and $109^{\circ}20' \sim 109^{\circ}48' \text{ E}$, where the altitude is below 170 m generally. Most of the rambutan growing areas are surrounded with mountains on 3 sides, with one side open towards the south or southwest, and the vegetations in the mountains are conserved well, where the annual average temperature is $24 \sim 24.5^{\circ}\text{C}$, the annual active cumulative temperature is $8749 \sim 8789^{\circ}\text{C}$, the average temperature in the coldest month is $19.1 \sim 19.6^{\circ}\text{C}$, the average temperature in the hottest month is $27.3 \sim 27.8^{\circ}\text{C}$, the annual average frost days are 0.3 d, the annual average days below 5°C are 0.9 d, the annual rainfall is $1666.2 \sim 1941.1 \text{ mm}$, the annual sunshine hours are $1944.8 \sim 2091.8 \text{ h}$, the annual average humidity is 84% (variation ranges between 80% ~ 86%).

基金项目: 中国热带农业科学院和海南保亭红毛丹集团公司资助项目

收稿日期: 1999-08-14; 修订日期: 2000-03-28

作者简介: 唐文浩, 男, 四川南充人, 教授。主要从事农业资源与环境学科的教学科研工作。

The rambutan trees are planted in the lower part and the foot of mountains, leeward, with mist throughout the year and with convenient water source and good soil drainage. The mountains hinder the cold air from north and the strong wind from southeast, and the warm wet current from the South Sea can come through the opening into the rambutan growing areas. Thus the semi enclosed microenvironments are formed, which are suitable for rambutan growth. Soil analysis and many years of cultivation practice revealed that soil fertility and fertilizer application had great effect on rambutan yield and quality. The organic matter, total N, available P, rapidly available K and available Zn contents in the soil of high yielding orchards were obviously higher than those of moderate and low yielding orchards. There are great potentials to increase yield and improve quality through scientific application of fertilizer and irrigation.

Key words: *Nephelium lappaceum* L.; ecological environment; climatic factors; soil fertility

文章编号:1000-0933(2001)07-1158-05 中图分类号:Q948 文献标识码:A

红毛丹(*Nephelium lappaceum* L.)原产于马来西亚,是一种著名的热带珍稀水果,多年生常绿乔木植物,无患子科。红毛丹果实美观,果肉甜脆,肉质鲜嫩,营养丰富,“味似荔枝,胜似荔枝”,是我国热带水果新秀。海南岛自 1960 年开始从马来西亚引种,在琼山、琼中、文昌、白沙、保亭、儋州、东方等县试种,只有保亭 1967 年获得成功,1985 年通过鉴定^[1]。我国红毛丹基础研究还很薄弱,研究红毛丹的生态适应性,对扩大该名优水果面积,提高产量质量,避免盲目引种,盲目施肥,都具有十分重要的意义。

1 研究方法

1.1 气候相似性比较 红毛丹属典型热带果树,对温度、雨量、风速等气候生态环境要求苛刻,因此选用海南 18 县市相关的年均温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、最冷月均温、年极端低温、年降雨量、年均风速、年均 >6 级大、台风次数等 7 个主要气候因子分别与泰国、马来西亚红毛丹主产地气候因子之间进行距离统计分析来表达两地间气候相似程度^[2~5]。

1.2 在种植成功的保亭县红毛丹种植园进行实地生态环境调研

1.3 对保亭万亩红毛丹基地和新星农场的红毛丹果园土壤条件进行调查。按不同树龄、同龄果树不同产量水平,分别在果树根部分布密集区、施肥沟与树体间以及海拔高度 170m 以下已开荒待定植的自然土,用土钻多点采集土层 0~40cm 的农化混合样,进行土壤营养元素分析测试。

1.4 土壤样品分析方法 土壤有机质用重铬酸钾容量法(水合热法);土壤全 N 半微量开氏法($\text{H}_2\text{SO}_4\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-CuSO}_4\text{-Se}$ 消煮剂);土壤有效磷 0.03NNH₄F-0.025HCl 浸提(钼锑抗比色法);土壤速效钾、交换性钙,1N 中性醋酸铵浸提(原子吸收分光光度法);土壤有效铜、锌、铁 0.1NHCl 浸提(原子吸收分光光度法);土壤有效钼(硫氰酸钾比色法);土壤有效硼(姜黄素比色法);pH 值用无 CO₂ 水浸取,水土比 2 : 1,酸度计测定。

2 结果与分析

2.1 海南 18 县市主要气候因子与泰国、马来西亚主产地气候因子间距离

红毛丹作为较典型的热带水果,气候生态适应性是其生长和高产的基本条件。海南 18 县市与泰国、马来西亚红毛丹主产地主要气候因子及数量指标见表 1^[6,7]①。

将某地每一气候因子作为一维空间, n 种因子则构成了 n 维空间,某地就作为 n 维空间上的一个点,用它们之间的距离来衡量它们之间的靠近程度,分别计算海南各县市与泰国、马来西亚红毛丹主产地主要气候因子间的距离,距离愈小说明相似程度越高,反之则低。

为消除原始数据各行不同量纲,先将原始数据样本集用下式进行标准化处理。

$$X_{aj} = (X_{ai} - X_a) / S_a \quad (a = 1, \dots, 7) \quad (j = 1, \dots, 20)$$

万方数据

① 资料来源《保亭县农业区划报告集》,1983,67~68;《泰国、马来西亚红毛丹考察报告》,1996,1~5

式中 X_{aj} 为原样本集元素, X_a 为某气候因子的各地平均值, S_a 为该因子的均方差。得标准化数据列于表

2。再用欧氏距离公式 $d_{ij} = \sqrt{\sum_{a=1}^D (X_{ai} - X_{aj})^2}$ 分别计算海南各县市与泰国、马来西亚红毛丹主产地气候因子间距离。两地间对应距离关系列表于表 3。

表 1 各地气候因子

Table 1 Climatic factors of Thailand, Malaysia and the 18 counties or cities of Hainan

地点 ^① Site	年均温 ^② Average temperature	≥10℃ 积温 ^③ Available accumulated temperature	最冷月均温 ^④ Average temperature of the coldest month	年极端低温 ^⑤ Minimum temperature	年降雨量 ^⑥ Annual rainfall	年均风速 ^⑦ Annual average wind speed	年均 6 级大 风台风次数 Annual average times of winds stronger than grade 6
	(C)	(C)	(C)	(C)	(mm)	(m · s)	n
海口 HK	23.3	8689	17.0	2.8	1698	3.2	2.7
澄迈 CM	23.7	8655	16.9	1.1	1764	2.3	2.7
文昌 WC	23.9	8681	17.6	4.7	1741	2.8	2.5
临高 LG	23.4	8562	16.5	2.2	1447	2.9	2.7
屯昌 TC	23.4	8571	16.9	3.4	2009	2.0	0.8
定安 DA	23.8	8691	17.4	2.7	1961	2.6	2.7
儋州 DZ	23.1	8420	16.9	0.4	1826	2.5	2.0
万宁 WL	24.3	8886	18.5	6.2	2151	2.6	2.5
陵水 LS	24.7	8999	19.6	5.6	1624	2.4	2.4
东方 DF	24.5	8978	18.2	1.4	1012	4.3	2.7
三亚 SY	25.4	9255	26.8	5.1	1247	2.9	1.8
通什 TZ	22.4	8183	17.3	0.1	1689	2.0	2.2
乐东 LD	23.9	8718	18.8	1.1	1585	2.0	0.5
昌江 CJ	24.2	8847	18.5	4.2	1677	2.9	1.3
白沙 BS	22.7	8336	16.4	-1.4	1905	1.7	1.7
琼海 QH	24.0	8753	17.9	5.0	2070	2.7	2.9
琼中 QZ	22.4	8203	16.2	0.1	2463	1.2	1.4
保亭 BT	24.1	8808	19.6	2.2	1915	1.3	0.8
泰国	27.6	9800	26.8	1.3	2208	1.1	0
Thailand							
马来西亚 Malaysia	26.5	10070	25.9	20	2393	1.0	0

表 3 直观地反映出海南 18 县市与泰国、马来西亚气候因子间距离总趋势是各县市与马来西亚的距离相对较远,与泰国相对较近。保亭县与泰国、马来西亚气候因子间相对距离最小,分别为 4.95、5.61,也就是说对其余各县而言,保亭与泰国、马来西亚两地相似程度最高,这与海南岛试种结果完全吻合。

2. 2 红毛丹产区土壤环境条件

红毛丹对土壤条件的要求不苛刻,一般在土层深厚、富含有机质、保水保肥且排水良好的土壤上都能生长,土壤肥力条件和施肥对红毛丹产量和品质的影响较大。

2. 2. 1 不同树龄土壤肥力的变化 由表 4 可见,1、2、3 号土壤来自于三弓乡示范基地,该区地势平坦,土壤为花岗岩砖红壤,树龄分别为 11、7、3 a,除代换性钙和 pH 外,其余各营养元素变化趋势是与树龄成正比,其中变化幅度最大的是有效磷,代换性钙变化与树龄成反比,pH 变化幅度不大,略有降低。4、5、6 号土壤来自三弓乡基地,分布于番俄水库附近海拔高度 123~170m 的山坡地,土壤为花岗岩砖红壤,树龄分别为 2 a 和 1 a,自然土(已开垦待定植),由于果树年幼还未开始结果,肥力变化不大,除代换性钙与 pH 有随树龄增大而降低趋势外,其余各营养元素无明显变化规律。由自然土养分状况看,该区土壤特征:富钾、铁,其余各营养元素偏低,缺磷严重,土壤酸性,土壤有效磷随树龄增长而增加趋势明显,增加的原因是施肥作用。由于每年施肥不断地向土壤补充某些营养元素,每年采果又从土壤中带走大量的营养元素,因而引起土壤肥力的变化。

2. 2. 2 土壤肥力数据 保亭县三弓乡示范基地定植 11a 果树(HC3)按产量高、中、低分别取土样(0~40cm)。分析结果表明(表 5),果树土壤营养元素丰缺,直接与果树产量有关,高产果树,土壤有机质、全氮、

有效磷、速效钾、有效锌明显高于中、低产量果树。目前保亭地区红毛丹产量不高,进入稳产高产期 7a 以后的果树,单株产量最高 60kg,比起泰国、马来西亚红毛丹种植园 7a 以后高产稳产期平均株产达 80~100kg 的水平还有较大差距。据泰国东南部达拉特种植园介绍,该园土壤有机质含量达 3.05%,速效磷 125mg/kg,速效钾 143 mg/kg,pH5.65。据对保亭新星农场的一处高产果园的调查,在高肥力土壤条件下单株产量可达 150kg 以上。可见,增施有机肥,培肥土壤,合理施肥,具有较大的增产潜力。

表 2 各地气候因子标准化数据

Table 2 The standardized data of climatic factors of Thailand, Malaysia and the 18 counties or cities of Hainan

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
-0.596	-0.249	-0.573	-0.245	-0.340	1.085	0.926
-0.282	-0.321	-0.614	-0.593	-0.155	-0.024	0.926
-0.125	-0.266	-0.372	-0.144	-0.220	0.592	0.717
-0.517	-0.520	-0.752	-0.368	-1.045	0.715	0.926
-0.517	-0.500	0.614	-0.122	0.533	-0.395	-1.062
-0.204	-0.240	-0.441	-0.265	0.398	0.345	0.926
-0.752	-0.822	-0.683	-0.736	0.019	0.222	0.194
0.188	0.172	-0.060	0.451	0.931	0.345	0.717
0.502	0.413	0.320	0.329	-0.548	0.099	0.612
0.345	0.368	-0.164	-0.531	-2.266	2.441	0.926
1.050	0.959	0.734	0.226	-1.606	0.715	-0.016
-1.301	-0.328	-0.475	-0.798	-0.366	-0.395	0.403
-0.125	-0.187	0.043	-0.593	-0.657	-0.395	-1.376
0.110	0.088	-0.060	0.042	-0.399	0.715	-0.539
-1.066	-1.002	-0.786	-1.105	0.241	-0.764	-0.120
-0.047	-0.112	-0.268	0.206	0.704	0.469	1.135
-1.301	-1.382	-0.856	-0.798	1.807	-1.381	-0.434
0.031	0.0005	0.320	-0.368	0.269	-1.258	-1.062
2.774	2.122	2.809	1.844	1.610	-1.628	-1.899
1.912	2.698	2.497	3.277	1.610	-1.628	-1.899

表 3 海南各县与泰国、马来西亚气候因子距离

Table 3 Distances of climatic factors between the 18 counties or cities of Hainan and Thailand or Malaysia

	海口	澄迈	文昌	临高	屯昌	定安	儋州	万宁	陵水	东方	三亚	通什	乐东	昌江	白沙	琼海	琼中	保亭
	HK	CM	WC	LG	TC	DA	DZ	WL	LS	DF	SY	TZ	LD	CJ	BS	QH	QZ	BT
泰国 ^①	7.03	6.68	6.41	7.27	5.96	6.43	6.96	5.56	5.30	7.63	5.20	7.41	5.65	5.63	7.11	5.97	7.21	4.95
马来西亚 ^②	7.48	7.23	6.79	7.79	6.38	6.90	7.49	5.92	5.88	8.30	5.97	7.92	6.36	6.20	7.64	6.58	7.55	5.61

①Thailand; ②Malaysia

表 4 不同树龄土壤养分平均值

Table 4 Average nutrients in the soils grown with rambutan trees of different ages

序号	树龄	样本数	有机质	全氮	有效磷	速效钾	代换性钙	有效钼	有效铜	有效锌	有效铁	有效硼	pH	
No.	Age	samples	O.M	Total N	Available P	Olsen K	Exch. Ca	Available Mo	Available Cu	Available Zn	Available Fe	Available B		
		(n)	(%)	(%)	(mg/kg)									
1	11	6	1.41	0.09	13.87	69.8	400.3	0.03	3.3	5.7	225.4	0.09	5.14	
2	7	5	1.27	0.08	6.59	63.5	442.9	0.02	1.65	2.27	195.7	0.05	5.20	
3	3	6	1.10	0.07	2.61	35.6	871.0	0.02	1.35	2.19	166.8	0.03	5.26	
4	2	8	1.44	0.09	1.24	91.8	304.9	0.04	2.70	0.81	40.7	0.09	4.90	
5	1	5	1.66	0.10	0.77	162.7	547.5	0.03	0.92	3.4	26.3	0.08	5.48	
6	自然土	10	1.58	0.09	0.89	151.3	710.0	0.03	0.59	0.88	37.9	0.10	5.60	

2.3 红毛丹产区的生态环境特征分析

种植红毛丹成功率最大的保亭县位于海南岛南部内陆五指山南侧,18°23'~18°45'N,109°20'~109°48'E 之间,境内山岭连绵,地势西北高、东南低,绝大部分地区海拔高度在 300m 以下,地貌类型以低丘陵为主,地势平坦,土壤以地带性砖红壤为主,成土母质以花岗岩为主,气候温和,热量丰富,雨量充沛,季风明显,年平均气温 24~24.5℃,年活动积温 8749.1~8789.1℃,最冷月平均气温 19.1~19.6℃,最热月平

均气温 27.3~27.8℃,冬无严寒,年平均霜日 0.3d,年均小于 5℃气温 0.9d,年降雨量 1666.2~1941.1mm,日照时数达 1944.8~2091.8h,历年平均湿度为 84%,年际变化多在 80%~86%之间。

表 5 不同产量果树 0~40cm 土壤有效养分均值

Table 5 Average available nutrients in the 0~40cm soils grown with rambutan trees of different yields

产量等级	有机质	全氮	有效磷	速效钾	代换性钙	有效钼	有效铜	有效锌	有效铁	有效硼	pH
Yields	OM	Total N	Available P	Olsen K	Exch. Ca	Available Mo	Available Cu	Available Zn	Available Fe	Available B	
	(%)	(%)	(mg./kg)								
上 High	2.07	0.14	26.3	146	553	0.03	3.9	12.3	111	0.10	5.4
中 Medial	1.44	0.10	22.3	63	370	0.03	4.0	6.3	316	0.12	5.0
下 Low	1.11	0.07	6.0	48	562	0.03	2.6	2.3	413	0.05	5.3

2.3.1 地形地貌特征 据实地调查,保亭红毛丹果树能够正常开花结果的地方都在大本山和七指岭以南地区,海拔高度一般在 170m 以下,多数三面环山,开口朝南或西南方向,山上植被保持较好。果树定植于半山到山脚,背风,常年有雾,水源方便,土壤排水通畅。由于地形阻挡了来自北面的冷空气和来自东面的大风,又能承接来自南海的暖湿气流,造成了半封闭的适宜红毛丹生长的小气候环境。在遭遇 1999 年与 2000 年发生的百年未遇的寒流时,小生境中红毛丹果树仍然正常生长。

2.3.2 温度特征 红毛丹生境一般年积温在 8500℃以上,年均温 24℃以上,月均最低温 19.0℃以上,如出现低于 5℃的气温,对当年开花结果影响极大,甚至当年无果。据保亭热带作物研究所大田观察记载,小于 10℃的天气超过 2d,开花结果都出现不正常,影响程度与低温持续时间密切相关,时间越长,影响越大。

2.3.3 水分湿度要求 红毛丹生长对湿度要求较高,不仅要有充足的雨量(泰国、马来西亚产区降雨量都在 2200mm 以上,保亭种植区年均 1960mm 左右),而且要求雨量均衡。保亭县属热带季风气候,全年雨量分配不均,冬春干旱时有发生,每年 11 月份至 4 月份降水明显偏少,因此要靠人工灌溉。空气湿度对红毛丹产量和品质都有较大影响,相对湿度要求在 80% 以上,最好在 85%~88%。马来西亚全年雨量分配均匀,相对湿度适合红毛丹生长发育之需;泰国 1~4 月靠喷灌或滴灌技术达到丰产。保亭万亩基地也开始使用喷灌、滴灌技术。红毛丹对水份湿度虽要求高,但又最忌根区积水,既要保持供水充分,又要保持排水通畅,透气。据调查在地势低洼,土壤质地粘重,排水性差的地方,积水后出现树根腐烂,树木枯萎,甚至死亡。

2.3.4 风速特征 泰国、马来西亚红毛丹产区无台风影响。红毛丹生长要求静风,红毛丹抗风能力差,热带风暴过境,都造成风灾,特别是晚熟品种,受台风威胁最大,不仅影响当年收成,还会影响来年产量。年均风速大于 1.5m/s,对红毛丹生长不利。据实地调查发现,同一种植园,常年受风的果树生长明显较差,甚至同一株树常受风面竟会出现叶枯黄、叶落现象。

3 结论与讨论

(1) 本文通过应用欧氏距离统计方法,对海南 18 县市与泰国、马来西亚红毛丹主产区的 7 个主要气候因子间的距离相似程度进行了分析,发现海南岛保亭县是红毛丹最佳气候宜植区,这与海南试种结果完全吻合。证明保亭县是我国发展红毛丹果树的最佳生境区。

(2) 季节性干旱、低温、风速,是制约红毛丹正常生长的主要气候因子。因此,在选择定植区时,注意利用小地形环境,建设防护林等避风防风设施和喷灌、滴灌设施,可以弥补生态环境气候因子的不足。

(3) 土壤肥力条件和施肥技术对红毛丹产量和品质的影响较大。保亭红毛丹定植区土壤肥力普通低下,通过科学施肥,提高土壤肥力来达到增产和改善品质潜力较大。

(4) 在引种和品种选育上考虑高产优质的同时,还要注意品种的抗风、耐寒、耐旱等抗逆性状选育。

参考文献

- [1] 阮 龙. 红毛丹引种试种技术通过鉴定. 热带作物科技, 1985, (5): 103.
- [2] 魏淑秋. 作物气候三维相似分析及区划方法的探讨. 北京农业大学学报, 1983, (2): 1~3.
- [3] 周兆德. 海南岛与世界热带国家农业气候相似性研究. 热带作物学报, 1988, (5): 103~105.
- [4] 唐守正. 多元统计分析方法. 北京: 中国林业出版社, 1984. 13, 164.
- [5] 于费瑞. 一种植物生态分析与优化控制方法. 北京: 农业出版社, 1991. 69~75.
- [6] 广东省气象局. 1979~1984 年广东省地面气象年鉴. 广州: 广东省气象局, 1986.
- [7] Roldeman L. 东南亚湿润热带地区农业气候研究. 北京: 国家气象局, 1984. 3~33; 65.