

福建省太阳总辐射分布特征与提高 水稻的光能利用率途径*

蔡金录
(福建省气象科学研究所)

太阳辐射能是地球上最主要的能量来源。和所有绿色植物一样,水稻的生物产量,主要决定于对太阳能利用率的高低。水稻是典型的喜温好湿的高产粮食作物,适应性广,世界各洲均有栽培,其中百分九十五分布在亚洲季风气候区域。福建紧靠北回归线,东临太平洋,气候温暖湿润,年平均气温为17—21℃,年雨量在1,200—2,000毫米之间,太阳辐射能量充足,光、温水同季,而且主要是分配在水稻生长季节里,更有利于发挥水稻高产优势。本文试从光、温两方面结合起来,探讨福建水稻生产问题。

一、太阳总辐射分布特征

太阳总辐射是通过建立经验公式间接求算的。60年代,左大康、翁笃鸣研究提出了许多可行的计算公式。近年来,王炳忠等(1976)进一步分析比较,认为选用

$$Q = Q_0(a + b \cdot S)$$

的公式计算,最为简便准确,式中 Q 为欲求的月总辐射量, Q_0 为各高度、纬度、月份的理想大气的总辐射量, a 、 b 为不同月份的系数, S 为各月日照百分率。由于 Q_0 值是按求算的站点的年平均气压求得其高度上理想大气中的月总辐射量,所以又能获得不同海拔高度和纬度的总辐射分布值。我们采用福州1960年至1974年逐月日射资料与其同期月日照百分率,进行相关分析,求出系数 a 、 b 值,再按上列公式计算各地区逐月太阳总辐射量及全年累计值。经用福州、龙岩实测资料反算验证,误差在3%以下,说明上列公式在本省范围内是可行的。一共计算全省73个气象台站(哨)资料,现选其中有代表性的8个站点,列于表1。

表1 福建各地太阳总辐射量逐月分布值 (千卡/厘米²)

地 点	海拔 (米)	纬 度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全 年
东 山	56	23°47'	8.4	7.5	9.3	10.2	12.7	11.9	15.7	15.1	12.5	11.7	9.1	8.6	132.7
	63	24°27'	8.0	7.0	8.6	10.1	11.9	11.2	15.2	14.5	12.2	10.9	8.7	8.2	126.5
龙 岩	341	25°06'	7.7	6.3	7.5	9.3	11.0	8.9	13.2	13.1	11.6	10.1	8.4	8.0	115.1
	88	26°05'	7.0	5.7	7.6	9.1	10.4	9.7	14.4	13.8	10.7	8.7	6.5	6.2	109.8
福 建	185	27°20'	5.9	5.2	6.8	8.5	9.3	8.8	13.8	14.1	11.0	9.0	6.6	5.5	104.5
莆 田	10	25°26'	7.3	6.2	8.0	9.3	10.2	9.7	13.9	13.5	11.2	9.4	7.4	7.1	113.2
德 化	691	25°29'	7.4	6.2	7.7	9.0	10.3	9.4	13.4	12.8	10.8	9.5	7.9	7.5	111.9
九 仙 山	1,650	25°43'	7.4	6.9	7.4	8.3	7.3	8.4	12.0	10.5	8.2	9.3	7.8	8.0	101.5

* 本文承允溪县气象站、汤川农业气象试验站提供有关试验资料,曾庆信同志协助计算,陈祖珍同志绘制图表。本文初稿承南京大学龙斯玉、福建农学院卓仁松、南京气象学院翁笃鸣、郑步忠同志提出宝贵意见并给予具体帮助,特此一并致谢。

看出全省太阳年总辐射量分布在100—132千卡/厘米²之间,比台湾省(台中 133千卡/厘米²·年)略少,但与其他邻近诸省比,相差不多(参见表4),这在全国来说,太阳辐射量尚属丰富。其时空分布有如下三个特征(详见图1、2):

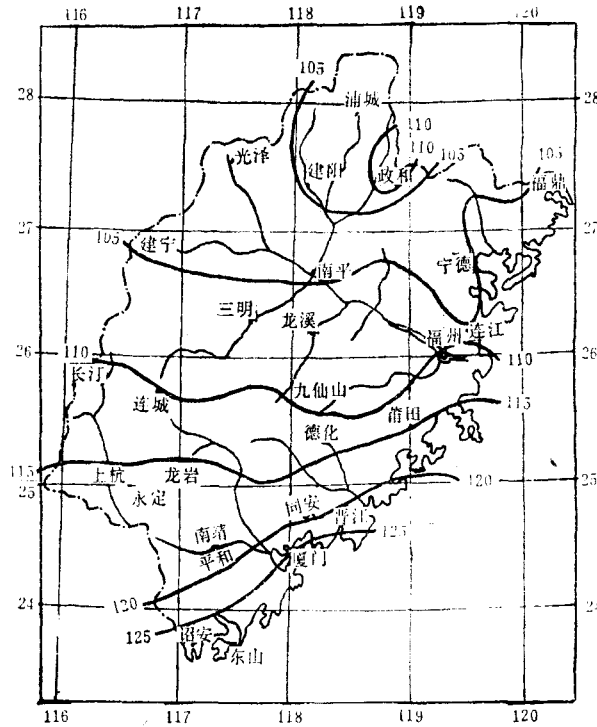


图 1 福建省太阳年总辐射分布图 (单位: 千卡/厘米²)

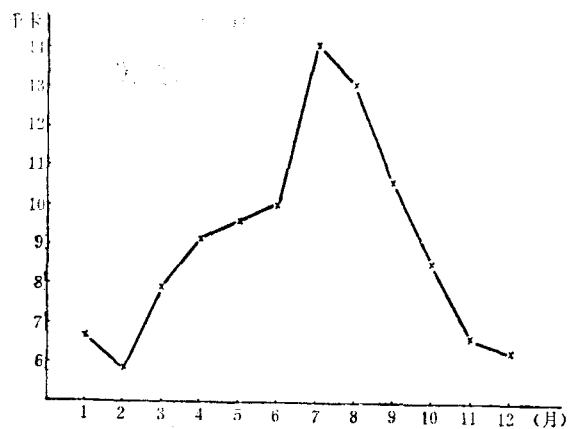


图 2 福州太阳总辐射逐月变化曲线图 (系 1960—1974年实测值)

1. 东南沿海多于西北山区;
2. 海拔较低地区大于海拔较高地区;

3. 时间分布为单峰型。

二、水稻生产潜力分析

作物光合作用过程中, 只吸收利用太阳光谱中380—710毫微米区间的能量, 通常称为生理辐射。它在直达辐射和散射辐射中所占比重不同, 采用莫尔达乌 (Молдау Х.) 和罗斯 (Росс Ю.) 等人提出的公式¹⁾:

$$Q = 0.43S + 0.57D$$

(式中: Q 为生理辐射, S 为直达辐射, D 为散射辐射) 对福州总辐射实测值的两部分计算得出, 各月生理辐射占总辐射量的48—50%, 本文取48%, 分别计算全省各地早稻、晚稻和单季稻本田生长期内的生理辐射总量。早稻指常年日平均气温稳定通过15℃的始日到7月31日, 晚稻指8月1日到日平均气温稳定通过15℃终日, 单季稻则统一按6月1日到9月30日, 计算结果见表2。照射到田间的生理辐射量, 被作物吸收利用于同化二氧化碳和水, 构

表2 生理辐射与光温潜值

地 区	生 理 辐 射 (千卡/亩×10 ⁸)				光 温 潜 值 (斤/亩)			
	水稻本田生长期 (≥15℃至≤15℃)	早 稻 (≥15℃至7/31)	晚 稻 (8/1至≤15℃)	单 季 稻 (6/1至9/30)	早 稻	晚 稻	合 计	单季稻
厦 门	3.102	1.557	1.545	1.696	2,565	2,545	5,110	2,795
福 州	2.600	1.357	1.243	1.557	2,235	2,045	4,280	2,565
建 阳	2.058	1.255	0.803	1.526	2,065	1,325	3,390	2,515
龙 岩	2.687	1.379	1.308	1.496	2,270	2,155	4,425	2,465

成植物质的估算, 各个专家分析不尽一致, 有的提出12—14%, 也有的提出16—20%。黄秉维 (1978) 研究, 估算光合潜力所含能量约为太阳总辐射的6.13% (相当于生理辐射量的13%)。根据龙斯玉 (1978) 分析, 在考虑呼吸作用、反射、漏射和农耗等能量损失以后, 可能联结于生物产量系数为10%。本文取10%。水稻经济产量系数取0.5 (实测杂优为0.49—0.61), 按每形成一克干物质需要4.25千卡的热量, 计算全省各地可能形成的经济产量, 称为“光合潜值”。“光合潜值”是指整个生长期内作物群体及其环境条件都处于最适状况下求得的数值, 它与生产实际有一定的距离, 福建水稻孕穗抽穗期间温度对结实率的影响, 就是一个突出因子, 另外本田初期, 水稻光合面积尚未达到群体光能利用率的最高值, 虽然没有把水稻秧田期所积累的干物质计算进去, 但仍不能抵消上述之差值, 因此必须加上一个订正系数。根据福建水稻生产实际情况, 我们假定这一部分差值占30%, 这样把订正后的数值称“光温潜值”, 即作为可能达到的最高理论产量。其计算公式:

$$\frac{\text{最高理论产量}}{(\text{光温潜值斤/亩})} = \frac{\text{本田生长期内生理辐射总量 (千卡/亩)} \times 0.1 \times 0.5 \times 0.7}{4.25 \times 500}$$

现将其计算结果详表2。

将现有单位面积上的经济产量所蓄积的化学潜能与其同面积上整个水稻本田生长期内所

1) 龙斯玉 1980 气候生产力的研究之一——气候生产力模式。农业气象 1980 (3)。

接受的生理辐射总量之比, 就是光能利用率。其计算公式:

$$\text{光能利用率(\%)} = \frac{\text{经济产量(斤)} \times 500 \times 4.25}{\text{本田生长期内生理辐射总量}} \times 100$$

现将1980年全省各地平均单产和光能利用率列于表3。

表3 1980年各地单产水平及其光能利用率

地 区	产 量* (斤/亩)			光 能 利 用 率 (%)		
	早 稻	晚 稻	合 计	单 季 稻	双 季 稻	单 季 稻
全 省	569	506	1,075	501	0.88	0.42
厦 门	591	649	1,240	315	0.85	0.22
福 州	659	657	1,365	545	1.12	0.45
建 阳	468	447	915	466	0.94	0.48
龙 岩	520	375	895	480	0.71	0.38

* 产量系由福建省统计局提供。

根据以上各项计算结果: 福建可能达到的最高理论产量, 闽南(厦门)最高, 双季稻亩产可达 5,110 斤, 单季稻 2,795 斤, 闽北(建阳)较低, 分别可达 3,390 斤和 2,515 斤, 但均比1980年全省各地平均产量高3—6倍。福建目前水稻全省平均亩产, 双季稻为 1,075 斤, 单季稻 501 斤, 比华东地区和各兄弟省(市)低, 也未达到全国平均水平, 详见表4。但必

表4 1977年全国各主要省(市)水稻单产水平与光能利用率

地 区	年平均气温 ¹⁾ (℃)	总 辐 射 量 ²⁾ (千卡/厘米 ² ·年)	产 量 ³⁾ (斤/亩)			光能利用率 (%)		
			早 稻	晚 稻	合 计	单 季 稻	双 季 稻	单 季 稻
全 国	—	—	486	412	898	556	—	—
华 东	13—22	100—130	498	411	909	536	0.7—1.2	0.3—0.7
上 海	15.7	113.8	674	597	1,271	652	1.15	0.59
浙江(杭州)	16.1	112.2	578	469	1,047	700	1.01	0.68
江西(南昌)	17.5	111.8	424	364	788	480	0.73	0.44
福建(福州)	19.7	113.5	418	430	848	403	0.69	0.33

1) 年平均气温为各地实测值。

2) 总辐射量统一采用王炳忠等(1976)的计算值。

3) 产量资料取自农业部《全国经济统计》。

须看到, 福建水稻生产蕴藏着极大潜力, 特别是气候条件优越, 稻作本田生长期长, 例如福州水稻本田生长期达 230 天以上, 而上海还不足 200 天, 所以认真搞好科学种田, 是比较容易获得大幅度增产的。几年来各地不断地涌现出许多高产典型, 为我们指出了提高单位面积产量的可能性, 详见表5。例如建阳地区农科所、龙海县黎明大队, 双季稻亩产都在 2,600 斤以上, 海拔近千米的政和县镇前良种场, 单季稻亩产也超过千斤。从解放三十二年来, 福建水稻生产发展的历史也证明这一点。如图3所示, 以双季稻为例: 1952年亩产 580 斤, 光能利用率 0.47%, 1965年升达 0.65%, 1976年反而降下来, 1977年开始大抓科学种田, 光能利用率又逐年上升, 到1980年, 达到 0.88%。实践证明, 提高水稻光能利用水平, 确是无疑的。因此, 我们要认真总结过去“毁林种稻”广种薄收, 破坏生态平衡的教训, 应该集中力量, 提高科学种田水平, 以促进水稻单产的提高。福建是八山一水一分田的“东南山国”,

表 5 福建各地水稻丰产田单产与光能利用率

单 位	双 (单) 季 稻	产 量 (斤/亩)			光 能 利用率 (%)	备 注
		早 稻	晚 稻	合 计		
建阳地区农科所 (北部谷地)	双 季 稻	1,198	1,415	2,613	2.70	1979年 早红410,晚汕优二号
龙海县黎明大队 (南部平原)		1,646	1,558	3,204	2.36	1979年 双季汕优二号
政和县镇前良种场 (山区: 海拔960米)	单 季 稻	1,085			1.27	1976年 四优二号
尤溪县光明大队 (山区: 海拔840米)		1,355			1.43	1977年 四优二号

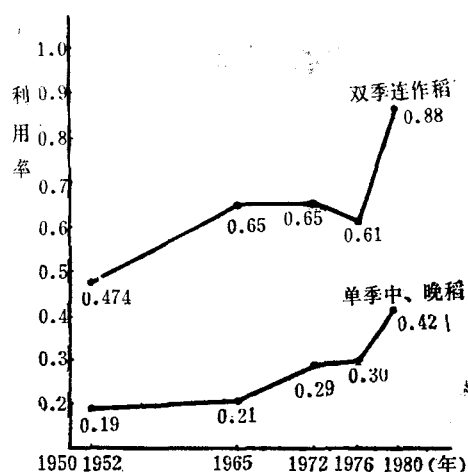


图 3 全省双季连作稻、单季中晚稻光能利用率变化曲线

在发展水稻生产的过程中,必须抓住这一特点,建立合理的农业结构,处理好山、田、水之间的关系,合理地利用自然资源,保持生态平衡。从福建实际出发,首先要抓住大面积平衡增产。近期目标:在十年内,把各地区双季稻光能利用率提高到福州地区目前已经达到的1.1%以上,单季稻提高到0.7%以上。这样,双季稻亩产可达1,350斤以上,单季稻达800斤以上。远期目标:向各地高产田看齐,逐步地把光能利用率提高到2%以上。这个目标实现时,全省各地水稻的单产,即可以提高一倍以上。

三、提高水稻光能利用率的主要途径

综上所述,说明福建太阳光能丰富,可以充分满足水稻最高光合效率的需要。因此,生产上关键问题,是在于认识和掌握光能分布特点及其与温度、水分等诸要素之间的相互关系,因时因地制宜,合理安排作物布局,采用先进的栽培技术,尽可能地使作物光合效能最高的生育阶段与当地光、温、水资源最丰富的时段相一致,提高光能利用率,促进增产,以取得最佳的经济效果。现就几年来在尤溪县汤川农业气象试验基点的工作体会,谈谈提高水稻光能利用率措施的几点看法,供讨论时参考。

1. 双、单季稻合理布局, 充分利用生长季节

许多地区, 地形和海拔不同, 气候差异显著。因而, 只有根据当地具体条件, 合理安排双季稻与单季稻生产, 才能扬长避短, 充分利用当地的气候资源, 使既延长光合时间, 又提高光合效率, 总的经济效益达最佳。这几年在尤溪县, 按统一的试验方案, 在各个不同海拔高度上, 进行水稻试验, 结果如表 6 所示。

表 6 尤溪不同海拔高度双单季稻试验产量与光能利用率比较

地 点 (海拔)	年平均气温 (℃)	本田生长期 ($\geq 15^{\circ}\text{C}$ — $\leq 15^{\circ}\text{C}$) 天 数	试 验 年 份	产 量 (斤/亩)				光能利用率(%)	
				早 稻	晚 稻	合 计	单季稻	双季稻	单季稻
大坪洋 (1,050米)	14.5	165	1978	—	200	—	960	—	1.17
				—	0.0	—	729	—	0.89
汤 川 (840米)	15.7	184	1978—1979 平均	684	304	988	987	1.20	1.20
下 村 (680米)	16.2	185	同上	862	270	1,132	1,021	1.19	1.08
黄 林 (570米)	16.7	187	同上	852.5	340	1,192.5	1,067.5	1.26	1.13
尤 溪 (126米)	18.8	214	同上	865	638	1,503	1,080	1.59	1.15
				912.5	635	1,547.5	991.5	1.38	0.88

注: 品种: 双季稻为红410, 单季稻为杂交水稻。产量: 系由试验小区申算为亩产。大坪洋点。

1978年晚季开始试验, 双晚迟插的一期齐穗时遇低温危害, 空壳率达 99.8%, 故只有一年完整资料。试验结果说明, 尤溪延长光合时间, 显著增产。可见低海拔地区, 应该种双季稻, 以延长光合时间取胜。大坪洋, 延长光合时间, 难于达到增加单产的目的, 遇到寒害, 反而“两季不如一季”。所以高海拔地区, 则应该选择最优播插期, 使水稻形成产量的关键期(抽穗至成熟)处于 7、8 月强光适温时段, 提高光合效率, 夺一季高产。1979 年汤川农业气象站实测: 7、8 两个月, 各旬平均光照强度为 9.35—4.53 万勒克司, 可充分满足水稻群体最大光合作用的需要, 各旬平均气温为 25.6—23.0℃, 恰好处在水稻光合作用最适温度(20—30℃), 却未达到呼吸作用最强温度(30—40℃), 这样积累多, 消耗少, 容易高产。这是高海拔山区, 向光要粮的“秘诀”。1977 年, 我们在海拔 840 米的光明大队, 搞一片 88 亩单季杂交水稻试验田, 平均亩产达 1,032 斤, 比 1976 年同地段的双季稻, 亩增 400 多斤(增产 40% 以上), 就是这个经验。黄林、下村、汤川三点, 双季稻比单季稻都有一定增产, 但增产数值和经济效益各不相同, 象这些地区, 种双季稻或单季稻, 不能搞“一刀切”, 而应该根据当地当年具体气候条件和劳力条件等, 合理安排双单比例, 争取总产达最高为准。例如汤川公社, 耕地面积 77% 是分布在海拔 800 米以上的地段, 22% 分布在海拔 500—800 米之间, 1% 在 500 米以下, 1976 年以前, 双季稻面积高达 24%, 季节紧张, 田管跟不上, 加剧了水稻寒害的程度, 往往有不少的双季稻, 颗粒无收。1977 年后纠正“双季稻爬高”的做法, 双季稻调整 10% 以下, 改变了顾此(双)失彼(单)的被动局面, 结合推广良种等措施, 取得连续大幅度的平衡增产, 据统计, 从 1977—1979 年, 全公社 34,000 亩耕地, 共增产 500 多万斤粮食, 平均每亩增产 150 多斤。不论单季稻、双季稻, 单产、总产均创历史最高纪录。

2. 搭配品种, 提高光合效率

从品种入手, 是提高水稻光能利用率的根本措施。我省目前生产上主要是使用籼型品种, 抗寒性较差, 寒害比较突出, 全省几乎每年都有几十万亩甚至一、两百万亩水稻, 受到“三寒”的威胁, 1976 年一次秋寒影响晚稻抽穗, 全省损失粮食达八亿斤。福建许多中高海拔

地区, 热量条件较差, 往往是一季有余, 两季不足, 却勉强种上两季, 结果遇冷年, 产量很低。因此, 在这些地区种双季稻, 最简单易行的办法, 就是适当搭配些抗寒性较强的粳糯稻品种, 做为早稻“开门种”和晚稻“关门种”, 以减轻春秋“两头”受寒害的威胁, 又可提高光合作用的效率。田间鉴定证明: 粳与籼抗寒能力相差约2—3℃, 例如孕穗期同处于20.0℃条件下, 黎明(粳)比红410空壳率减少18.5%, 抽穗期同处于20.0℃, 农虎6号(粳)比红410空壳率减少14.4%, 详见表7。

表7 不同品种类型孕穗抽穗期平均气温与空壳率关系1977汤川农气站

品 种 (型)	平均气温	空壳率	品 种	平均气温	空壳率	品 种	平均气温		空壳率	平均气温		空壳率
	(孕穗)	(%)		(抽穗)	(%)		(孕穗×抽穗)	%	(孕穗×抽穗)	%		
红410 (籼)	20.0	43.6	红410	20.0	32.8	红410	20.3	22.2	34.8	18.7	20.9	66.3
黎明 (粳)	20.0	25.1	农虎6号	20.0	18.4	嘉陵梗2号	20.3	22.2	18.4	18.7	20.9	34.4
差 值	0.0	18.5	差 值	0.0	14.4	差 值	0.0	0.0	16.4	0.0	0.0	31.9

3. 通过肥水措施, 控制光合面积适当发展

水稻绿色组织吸收太阳能, 进行光合作用, 把空气中的CO₂和土壤中的肥料水分合成有机物质, 形成稻谷。这里光和CO₂是分布在整个空间的, 人为是比较困难控制和增减的, 而肥料和水分, 则可以通过农业技术措施适当地加以调节。所以, 要获得水稻高产, 必须在培育壮秧的基础上, 根据水稻生育特性, 进行施肥和管水, 使水稻叶面积能保持在一个适当的水平上发展, 既不蹲苗, 也不徒长。我们是采取“前促、中控、后保”原则, 使叶面积系数变化符合高产的要求。以汕优6号为例, 移栽返青后, 叶面积系数在0.2—0.3, 返青后及早施上分蘖肥, 促早生快发, 使光合面积迅速扩大, 要求在幼穗分化初期达到5左右。并在此时即进行控肥烤田, 改善田间光照条件, 使秧苗生长稳健, 孕穗至抽穗期前后, 叶面积系数保持7—9。齐穗期前后, 采取根外追肥方法, 喷施氮、磷、钾以及钼、硼、增产灵等微量元素, 防止早衰, 使水稻生长后期仍保持青秆绿叶, 以加强其同化功能, 所以到黄熟期, 还保持着2.5左右的光合面积。实践证明, 抽穗期进行根外追肥的, 有增强其抗逆能力, 促进光合作用。如珍汕91抽穗期遇20℃左右低温影响, 施用0.1%的硼进行根外追肥的, 检查其结果: 定穗观测的空壳率比对照区减少5.8%, 定花观测减少5.4%, 千粒重增加0.4克, 增产10.9%。试验田掌握上述肥水管理原则, 亩产均在1,200斤左右。

4. 利用冬春光温资源, 促进水稻高产稳产

福建最冷的一月份平均气温, 闽南10—12℃, 闽北5—6℃, 从晚稻收获到第二年早稻插秧, 冬闲有110—150天, 积温1,500—1,700℃, 太阳总辐射量29—40千卡/厘米²(单季稻田休闲时闲更长)。这种条件, 种植油菜、蚕豆、豌豆、马铃薯等喜凉作物和紫云英绿肥等, 都很适宜, 冻害也轻, 即使发生, 我们的实践证明, 极端最低气温降到-6.8℃, 连续三天下雪结冰, 正在抽苔的甘蓝型油菜严重冻伤, 但通过及时追肥, 被救过来, 还获得亩产200斤左右的好收成。各地如以生理辐射量的2%所形成的生物产量计算, 油菜籽(经济系数取0.25), 亩产可达200—300斤, 紫云英鲜草重可达7,000—10,000斤, 因此在冬闲田上种植上述各种喜凉作物和绿肥, 是最有效地利用低温季节内的光能, 直接增加农业收益, 又提高

稻田土壤肥力,达到“以田养田”的目的,有利于农业生态向良性方向发展,促进水稻高产稳产。汤川农业气象站一片20亩试验田,原来土壤肥力不高,种稻常常坐苗,种麦更难生长,1977年秋收后,进行平整,种上油菜、蚕豆、马铃薯,第二年冬,又种紫云英、油菜、大小麦等,结果土壤越种越肥,作物越长越好。如油菜籽,1978年亩产153斤,1979年225斤;麦子1978年350斤,1979年400斤;单季杂交水稻,都在1,200斤左右。而与此毗邻的生产队水稻田,原来条件相近,只是平整后,冬季休闲,同样是单季杂优,亩产在900—1,000斤左右。这说明与栽培技术和冬季土地利用方式都有一定关系。1980年秋收后,测定耕作层土壤养分,试验田的有机质含量3.1%,水解性氮52.8ppm,速效磷1.8ppm,速效钾65ppm;而冬闲稻田则分别为3.0%、42.3ppm、0.5ppm、55ppm。群众称赞,冬种绿肥油菜籽,既增产又增收。

总之,福建具备发展水稻生产的优越气候条件,生产潜力全部发挥,可能达到的最高理论产量,双季稻亩产为3,390—5,110斤,单季稻为2,515—2,795斤。目前各地实际单产,双季稻达到上述最高理论产量的20—30%,单季稻仅10—20%。世界上多数国家,实际产量只达理论产量的12—15%,少数国家如日本,已达到30—40%¹⁾。可见,福建目前水稻生产水平比一般国家略高,但比水稻生产水平较高的日本则较低。不过,福建前述的水稻高产典型,双季稻产量已达最高理论产量的60—70%,单季稻达50—55%。这说明福建水稻大面积增产是可能的,同时也证明,变可能性为现实性是有根据的。因此,要充满信心,大力提高科学种田水平,争取持续增产。

参 考 文 献

- 王炳忠、张富国 1976年 青藏高原及其同纬度地区太阳总辐射计算方法初步探讨,我国太阳能资源及其计算。中国科学院自然资源综合考察组(编)第20—27页。
- 卢其尧 1980年 我国水稻生产光温潜力的探讨。农业气象(1)2—6。
- 龙斯玉 1978 我国的生理辐射分布及其生产潜力,农业现代化概念(光能与气候资源利用)。中国农林科学院科学技术情报研究所(编)第62—67页。
- 黄秉维 1978 自然条件与作物生产,农业现代化概念(光能与气候资源利用)。中国农林科学院科学技术情报研究所(编)第40—43页。

1) 见1979年3月13日人民日报,张结,探索水稻高产奥秘。

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ПРОВИНЦИИ ФУЦЗЯНЬ

Цэ Дин-лу

(Фуцзяньский Научный Институт Метеорологии)

Провинция Фуцзянь расположена в субтропической зоне. Климат тёплый и влажный. Свет и тепло находятся в сихронности. Все это создает благоприятные условия для роста и развития риса. Годовое суммарное количество солнечной радиации составляет 100—132 ккал/см², его распределение по территории таково: в юге-восточных приморских районах оно больше чем в северо-западных высокогорных районах; в районах с меньшей высотой над уровнем моря оно также больше чем в районах с более высокой высотой. По фотосинтетически активной радиации была рассчитана теоретическая урожайность риса, которая достигает 3390—5110 цзинь/му, а урожай в полях составляет только около 1000 цзинь. Коэффициент использования солнечной энергии состоит только 0.88%, а в некоторых высоко-урожайных участках он уже достигает 2.36—2.70%. Из этого следует, что в производстве риса в Провинции Фуцзянь имеется великий потенциал. Поэтому разрушение лесов для разведения риса должно неразрешиться чтобы экологический баланс не разрушаться. По конкретному условию в Провинции Фуцзянь мы должны рассматривать горы, поля и водную поверхность как единую систему, комплексно раскрывать и использовать природные ресурсы, повысить уровень научного земледелия и способствовать продолжительному повышению урожайности риса.