

通化市水稻丰歉鉴定试验

第三报：产量与主要气候因素的研究

柳金来 高德宇 张文海

(通化市农业科学研究所)

摘 要

本文以我所1972~1986年水稻丰歉鉴定试验资料为依据,分别分析了5月下旬~9月下旬的温度、光照与产量的关系。认为:热量条件是影响水稻产量的主导因素,其中,6月份的温度、9月份的光照是导致丰、平、歉年的主要气候因素。

通化市位于吉林省东南部长白山区或半山区,属于寒冷稻作区。由于气候条件复杂,年际间气温波动幅度大,直接影响着水稻稳产高产。为了摸清这种不稳产的因素,分析了我所(1972~1986年)水稻丰歉鉴定试验结果(供试品种通交17属中晚熟品种)和梅河口市气象台的同期气象资料,以探讨气候因素对水稻产量的影响。

一、丰、平、歉年间的温光变化特点及产量指数的分析

1. 温光状况与产量指数

在15年中大致分为3个气候类型,即丰、平、歉年。以当地5~9月大于0℃的活动积温2842℃以上的年份为丰年;2689~2842℃之间的年份为平年;2689℃以下的年份为歉年。即6个丰年,7个平年,两个歉年。丰、平、歉年间的5~9月温光与产量指数如表1。

表1 5~9月温光状况与产量指数

类型年份	5~9月积温(℃)		5~9月日照时数		产量指数(%)	年 度
	积 温	比历年差	日 照	比历年差		
丰 年	2871.3	+72.1	1180.0	62.7	106.2	1975、1977、1978、 1972、1983、1984
平 年	2774.4	-24.8	1066.1	-52.2	100.1	1973、1974、1979、 1980、1981、1985、1986
歉 年	2669.4	-129.8	1085.0	-32.3	81.4	1972、1976
历 年	2799.0	—	1117.3	—	100.0	计15年

从产量指数看:在当地5~9月的积温高,产量也高。丰、平、歉年间的产量波动幅度为25%,而丰(1975)、歉(1976)年前后之间的产量差异32.5%,对温度反应敏感的品种,丰、歉年之间的产量竟相差50.2%。因此在寒冷稻作区温度是影响产量的主导因素。

* 本试验由许哲鹤、刘贵设计并参加试验,参加试验的还有付荣玉、吴角男同志。本文承张明栋、李丽莲先生审阅并提出修改意见,特此致谢。

2. 气候变化的特点

为了进一步摸清丰、平、歉年间的气候变化特点，将丰、平、歉年5~9月各旬的旬平均气温（图1）和日照（图略）进行了统计比较。从图1看出：丰年和歉年的气温分布，在水稻生育前后期形成了鲜明的对比，即生育前期（5、6月）和生育后期（8、9月）的气温丰年则高，歉年则低。生育中期（7月）的气温丰年则低，歉年则高。丰、歉年的日照分布，在水稻生育前、中期的差异不十分突出，而成熟后期（9月中、下旬）的日照，丰年则高，歉年则低。如此的气候变化特点是造成寒冷稻作区水稻产量不稳的主要原因。

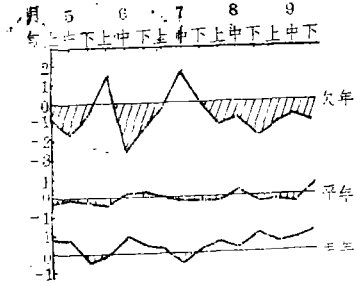


图1 丰、平、歉年气温变化示意图

3. 丰、平、歉年间的产量构成因素的比较

水稻产量是由穗数，每穗粒数和千粒重等因素构成的，这里将15年中的丰、平、歉年的产量性状列入表2。由表2看出：丰、平、歉年间的穗数差异不明显；每穗粒数在丰、歉年间变化20粒左右；混合千粒重和成熟度差异十分明显，其变化规律丰>平>歉年。由此说明寒冷稻作区进一步提高产量主要是增加千粒重和成熟度，而影响千粒重和成熟度的主要气候因子又是9月中、下旬的光照。

表2 构成产量因素

类型年份	每平方米穗数 (个)	每穗粒数 (粒)	混合千粒重 (g)	成熟度 (%)	产量 公斤/公顷
丰年	421.0	81.5	24.1	71.4	7769.9
平年	425.0	82.4	23.3	67.9	7326.1
歉年	421.5	66.5	20.1	63.0	5928.0
15年平均	422.9	80.0	22.9	69.5	7317.1

二、水稻产量与气候因素的分析

1. 相关分析

由于本试验地块固定、品种固定、栽培措施固定，在不同年际间的产量差异主要由气候因素所致。而气候因素，如气温、日照、降水、气温日较差等都在时刻变化着，在水稻生育过程中不断影响着水稻生长发育或产量的形成，导致了丰、平、歉年。为了摸清上述因素与水稻产量的关系，我们从5月下旬开始到9月下旬为止，以每旬为一个时段，依次顺序编号，然后以15年的产量与相应年度各旬的气候因子进行了相关分析，最后选出与产量呈显著相关的气温、日照列入表3。由表3看出：6月中、下旬的温度与产量呈显著和极显著正相关，是造成丰、平、歉年的主要原因之一。旬日照时数与产量的关系，只有9月中、下旬的日照与产量呈显著的正相关。说明9月中、下旬的日照是造成丰、平、歉年的另一个主要原因。如我市1986年5~9月大于0℃的活动积温2741.3℃，比历年低57.9℃，日照时数1035.3小时，比历年少84.2小时，是偏低温，寡照近似歉年。但本试验的产量结果比历年增产9%为丰年。其原因是6月中、下旬的气温比历年高0.9~2.5℃，9月下旬的日照时数比历年多10小时，气候变化基本符合上述条件，满足了水稻生长发育的要求，使我市水稻生产喜获丰收。

2. 积分回归分析

为分析气候因子在不断变化中对水稻产量的影响效应，明确每一气象单位对产量的贡

表 3

水稻产量与逐旬气候因素的相关系数

因 素	月 旬		6			7			
	编 号	下	上	中	下	上	中	下	
									因素号
产量与气温		-0.2490	0.0219	0.7682**	0.5076*	0.2291	-0.2112	0.0004	
产量与日照		-0.3543	-0.0163	-0.3283	0.4850	-0.1995	0.0259	0.2898	

因 素	月 旬		8			9		
	编 号	上	中	下	上	中	下	
								因素号
产量与气温		0.2906	0.4565	0.2621	0.1072	0.2203	0.2864	
产量与日照		0.2864	0.0902	-0.4214	-0.0403	0.5978*	0.5138*	

献大小, 采用了 Fisher 提出的积分回归模型, 以 5 月下旬~9 月下旬各旬的旬平均气温、旬日照时数中的每一旬为一个时段来分析气候因子对产量的影响效应。见图 2、3。

(1) 气候因素对产量的影响效应。气温、日照对产量的影响效应, 是通过各气候因素的影响系数 $d_j(t)$ 在不同时段的价值来反映的。如在 0 线以上它反映该时段因子平均值

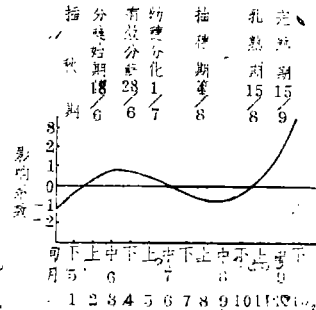
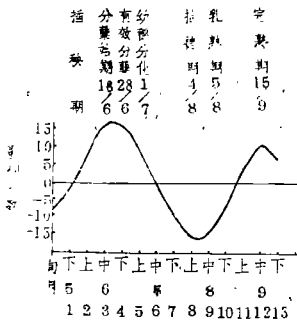


图 2. 旬平均温度增高 1°C 的产量效应。图 3. 旬日照时数增加 1 小时的产量效应

每增加一个单位, 产量相应地增加一定的值。在 0 线以下它反映该时段因子每增加一个单位产量相应地减少一定的值。从图 2 看出: 水稻从分蘖始期到有效分蘖终止期为明显的正效应 (6 月份), 此时气温高促进水稻早生快发, 增加生长速度, 提高生长量, 扩大营养体, 产量也相应的增加, 据统计此时段的气温比历年增高 1°C 可提高产量 3~6 公斤/亩。抽穗期前后的气温与产量表现负效应, 此时正是盛夏, 如果温度过高, 气温日差较小 (最高温度-最低温度), 增加呼吸作用, 对产量形成相当不利。后期成熟阶段气温对产量影响为正效应, 这时气温骤然下降, 水稻正是由蜡熟向完熟阶段转化, 此时温度高能保证后期安全成熟, 对提高产量有利。从图 3 看出: 自 6 月上旬到 7 月上旬日照对产量影响为正效应, 此时正是水稻分蘖始期到幼穗分化期, 叶面积逐渐增大, 需要一定的光照进行光合作用, 增加营养体。7 月下旬到 8 月下旬日照对产量影响为正效应, 可能是因日照增

多提高了温度，反而对营养物质累积不利。9月份的日照对产量影响呈明显的正效应，此时光照足，有利于光合作用，能提高千粒重和成熟度。

(2) 建立水稻产量气候模型。在统计的13个气候因素中，通过回归分析，得出产量与旬平均气温 (\hat{y}_{c1j})、旬日照时数 (\hat{y}_{c2j}) 两个最佳回归方程 (式中 x_n 编号与表3相同)，从而确定产量与气候因子的定量关系，两个回归模型如下：

$$\hat{y}_{c1j} = -1043.11 + 43.73x_3 + 87.75x_4 - 17.86x_6 + 19.54x_7 \quad [1]$$

$$N = 15 \quad F = 4.7^* \quad R = 0.978^{**}$$

$$\hat{y}_{c2j} = -2014.2 + 3.2x_2 + 0.9x_3 + 1.4x_6 + 4.3x_8 - 7.6x_{10} + 4.7x_{12} + 4.6x_{13} \quad [2]$$

$$N = 15 \quad F = 3.2^* \quad R = 0.992^{**}$$

从回归方程 \hat{y}_{c1j} 看出：6月中 (x_3)、下旬 (x_4) 的旬平均气温是主导因子，每增加1℃产量可提高3.3~6.5公斤/亩，其次是7月下旬 (x_7) 的温度每增加1℃可提高产量1.4公斤/亩。7月中旬 (x_6) 的温度每增加1℃可减产1.27公斤/亩，是因为温度高缩短了幼穗分化生育日数，导致颖花数目减少，而影响产量。如歉年7月中旬平均温度高于丰、平年，故粒数也最低。

从回归方程 \hat{y}_{c2j} 看出：9月中 (x_{12})、下 (x_{13}) 的日照是主导因子，每增加1小时光照可提高产量0.35~0.37公斤/亩，其次6月上 (x_2)、中 (x_3) 旬和7月中旬 (x_6)、8月上旬 (x_8) 的光照每增加1小时可提高产量0.07~0.31公斤/亩。

参 考 文 献

- [1] 许鹤鹤等：通化地区水稻丰歉鉴定第二报，《吉林农业科学》，1981，3。
- [2] 周定波：微型电子计算机在农业回归分析中的应用讲座，《衡阳农业科技通讯》，1984，9。
- [3] 吴全衍等：早稻产量形成与气象条件关系的分析，《农业气象》，1984，4。

(上接第84页)

of increase was about 10 percent. Five treatments (No. 1, 6, 15, 19, 22) were similar to the control in two years. Otherwise the yields of five treatments (No. 2, 4, 11, 13, 23) were decreased insignificantly compared with control for Changnong 4, but decreased significantly for Jilin 20. Treatment 8 and 27 were insignificant compared with control for Jilin 20, but decreased significantly for Changnong 4.

The maturity of most treatments were late than control based on the data of maturity time. Treatment 14, 20, 21, 29, 30 were late about 10 days, and No. 11, 12, 13, 18, 19, 26, 27, 28 about 3—8 days. Other treatments were different insignificantly compared with control in maturity time, but yet trended towards late-maturing.