



水稻的光温特性

雁 伍

水稻的原产地是热带和亚热带的沼泽地区，它的祖先是野生的籼稻。在长期系统繁殖的历史过程中，由于气候条件的限制，形成了喜温和适应于较短日照的特性。随着各地引种培育和自然选择的结果，使部分籼稻发生了变异，形成了粳稻与糯稻。

籼稻和粳稻对温度的要求不同。籼稻耐高温的性能较强，耐低温的性能较差。籼稻主要分布在华南，粳稻主要分布在华北、东北、西北以及西南高寒山区，而华中、华东则为籼、粳两类混栽区。

一、水稻的感温性和感光性

水稻的生育过程，与光、温、水、气、肥等外界环境条件有密切关系，其中，以温度和光照（白天长度）对其发育的影响最为明显。在较高温度和较短日照条件下，大部分品种的营养生长期缩短，幼穗分化期提前，这种特性称为水稻的感温性和感光性。由于各地品种离开源地的历史远近不一，移入地区的温、光条件又互不一致，在北半球水稻生长季节，南方的温度比北方高，日长比北方短，加上自然选择和人工选择的结果，水稻品种间感温性和感光性的差异是很明显的。一般可分为四类：一类为感温性强而感光性弱的品种，在适温范围内，幼穗分化随着温度的升高而显著提早。籼稻的大部分和粳稻的一部分属于这一类。另一类为感光性强而感温性也强的品种，幼穗分化的早迟与白天长度（简称日长）以及温度的高低密切相关。日长缩短，温度升高，都能促进幼穗分化提前。粳稻的大部分和籼稻的一部分属于这一类。第三类为感温性弱但感光性强的品种，当日长缩短时，幼穗分化提前或反而延迟。少数早籼和早粳品种属于这一类。第四类是中间性品种，其幼穗分化的早迟，对温度和日长的反应不太敏感，不论早播、晚播，播种到幼穗分化期的天数相对地都比较稳定。籼稻和粳稻的中熟品种中有一部分是属于这种类型。

我国各稻区基本品种的发育特性是不同的。原产东北和西北地区的水稻品种，由于在水稻生长季节气温较低，日长很长（14小时以上），以及生长季节短促的气候条件，形成了感温性强、感光性较为迟钝以及耐寒能力较强的特性。如把它引入南方种植，由于温度升高、日长缩短而促使提早抽穗。原产华北地区的水稻品种，其特性与东北品种类似，只是感温性比东北品种稍弱，感光性稍有增强而已，如把它引入南方种植，也有提早抽穗现象。

原产长江流域的水稻品种，其特性早稻与后季稻不同，早稻生长期，温度由低到高、白天逐渐变长，因此，具有感温性强而感光性弱的特性。而后季稻生长期，温度由高到低、白天逐渐缩短，因此，具有感光性和感温性都比较强，而抗寒能力都比较弱的特性。

原产华南地区的水稻品种，由于原产地生长季节长，温度自低到高，再到低（总的讲，偏高），日长自短到长，再到短（总的讲，偏短），因此形成感温感光特性各不相同的早、中、晚稻不同类型。如将华南水稻品种引入长江流域或北方地区种植，将由于温度偏低、日长变长而使生育期延长。

原产西南高寒山区的水稻品种，由于温度偏低，使感温性加强，而抗寒能力却大为增加。

不仅各稻区不同品种的特性有所不同，就是同一品种在不同地区种植，或在同一地区种植而播种季节不一，也会因温度和日长的不同，使生育期的长短发生差异。例如原产广东的早籼品种广陆矮4号，在用作双、三制早稻栽培的条件下，在两广的全生育期为95天左右，在浙江绍兴平均为109天，在上海平均为117天，而北至徐州则需125天左右。同在上海地区种植，如果播种期推迟，生育期也会相应缩短。例如广陆矮4号在3月中旬播种的全生育期约为140天，在4月中旬播种就缩短为117天，而在4月底以后乃至7月上旬播种，就只有100—105天了。因此，水稻生育期的长短，是随着纬度和播期的不同而有伸缩，年际之间也有差异，其原因，除了品种、秧龄和用肥等以外，主要是受到温度和日长的制约。研究证明，生育期的长短主要取决于幼穗分化期发生的早迟，幼穗分化早，主茎总叶数就会减少，生育期缩短，幼穗分化迟，则主茎总叶数增加，生育期延长。因此，研究幼穗分化的早迟或营养生长期的伸缩与气候条件的关系，掌握水稻生育特性，对于合理引种、育种，充分发挥品种优势，夺取高产稳产，是十分重要的一个环。

二、营养生长期的光温反应

从播种到幼穗开始分化，这一时期称为营养生长期。营养生长期按其对光温条件的不同反应，又可分为基本营养生长期和可变营养生长期两个部分。基本营养生长期随品种而异，但一般品种都比较稳定，不受光温制约。可变营养生长期则易受光温影响而有伸

缩。从幼穗分化直至成熟，这一时期，受光温影响使生育期伸缩的范围很小。例如：早籼稻广陆矮4号，无论在湖北或者广西作分期播种试验，其播种到抽穗的天数（因无幼穗分化始期观察，故计算到抽穗期），都随平均气温的升高而明显缩短；但抽穗到成熟的天数，则前后期差别不大，受温度影响很小。用感光性较强的晚粳品种农垦58为例，从播种到齐穗的天数，随播种期的推迟而缩短很多，但齐穗到成熟的天数，各期差别不大，都是40天左右。湖南农学院以农垦58作分期播种试验的结果（附图），说明感光性强的品种，早播与晚播生育期相差十分悬殊，而且只有当温度条件满足、日长处于缩短阶段时，幼穗才开始分化。因此生育期的差异主要发生在营养生长期，幼穗分化以后生殖生长期的长短，彼此差别不大。根据杨开渠等人

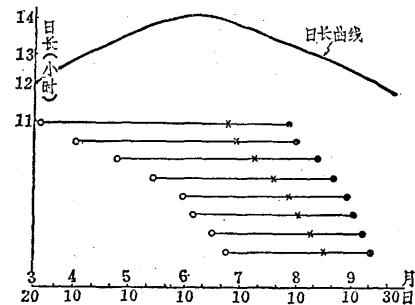
表1 广陆矮4号生育期资料

年份	播种期	抽穗期	成熟期	播种—抽穗		抽穗—成熟		全生育期	地点
				天数	平均气温	天数	平均气温		
1973	15/4	2/7	30/7	78	23.1	28	28.0	106	湖北
	25/4	5/7	2/8	71	23.3	28	28.6	99	省农科院
	6/5	11/7	8/8	66	24.0	28	29.0	94	
1974	29/1	23/5	21/6	114	18.9	29	27.3	143	广西
	13/2	22/5	21/6	98	20.3	30	27.6	128	南宁
	28/2	29/5	25/6	90	21.6	27	27.2	117	市气
	14/3	30/5	26/6	77	22.8	27	27.0	104	象台
	24/3	1/6	28/6	69	24.0	27	27.2	96	

表2 农垦58生育期资料
(湖南省桃江县灰山港区农科站气象哨1975年)

播种期	移栽期	秧龄	齐穗期	成熟期	播种—齐穗		全生育期
					齐穗(天)	成熟(天)	
5/6	22/7	47	13/9	23/10	100	40	140
10/6	22/7	42	14/9	24/10	96	40	136
15/6	22/7	37	15/9	25/10	92	40	132
20/6	22/7	32	18/9	29/10	90	41	131
25/6	22/7	27	20/9	31/10	87	41	128
5/6	4/8	60	14/9	24/10	101	40	141
10/6	4/8	55	16/9	25/10	98	39	137
15/6	4/8	50	17/9	27/10	94	40	134
20/6	4/8	45	19/9	30/10	91	41	132
25/6	4/8	40	21/9	2/11	88	42	130

用感光性较强的品种“川大洋尖”进行不同时期短日处理，发现出土后立即加以短日处理10天的，由于营养体过小，出土到出穗的生育期反而比对照有所延长。而出土后11—20日加以短日处理的，植株已有三、四张叶片，缩短的日数最为明显。此后每隔10天处理一期，发现处理期愈推后，出穗期也相应延长，营养



附图 农垦58不同播期生育期长短与日长关系
(根据湖南农学院1974年试验资料绘制)

○—播种期 ×—幼穗分化始期 ●—抽穗期

生长期愈接近对照。一般认为当植株具有四叶左右的营养体以后才有感光性和感温性，早日获得一定的短日和高温条件，就会提早结束营养生长而转入生殖生长，从而缩短生育期。一般讲，在光、温两个条件综合发生作用时，当短日条件满足，温度就成为左右生长期伸缩的主要因素，而当温度条件满足以后，短日就成为缩短生长期的主要因素了。

三、测定水稻光温特性的方法

测定水稻品种的基本营养生长期和可变营养生长期中的感光性和感温性的方法有几种，比较简便的一种需要作四个处理，然后计算得出近似数值。四个处理如在大田进行，可分为两组，一组在春播期进行，另一组在夏天高温季节进行。春播期一组分为两个处理：一是自然状态下种植的水稻，观测其出苗至幼穗分化的天数记为A。二是与一相同，但每天只给以10小时光照，观测其出苗至幼穗分化的天数记为B。夏天高温季节的一组也分为两个处理：一是高温季节自然状态下种植的水稻，观测其出苗至幼穗分化的天数记为C。二是与一相同，但每天只给以10小时光照，观测其出苗至幼穗分化的天数，记为D。

则：A为营养生长期，即基本营养生长期+可变营养生长期；

B为基本营养生长期+感温部分（短日条件已满足）；

C为基本营养生长期+感光部分（高温条件已满足）；

D为高温、短日条件都已满足的营养生长期，即基本营养生长期。

因此，可变营养生长期 = A - D

为短日所缩短的营养生长期 = A - B

为高温所缩短的营养生长期 = A - C

光、温互作效应 = (A - D) - [(A - B) + (A - C)]

我们根据江苏省农科所1973年对水稻主要品种的光温特性进行测定的结果选编成表3。其中“营养生长期”和“基本营养生长期”的天数，原表是用播种

表3 水稻光温特性参考资料

类 型	品 种	原 产 地	营 养 生 长 期 (天)	基 本 营 养 生 长 期 (天)	可 变 营 养 生 长 期 (天)	可变营养生长期中	
						为较高温度 缩 短 天 数	为短日照 缩 短 天 数
早 籼	二九南2号	浙 江	36	19	17	18	-1
	矮南早1号	浙 江	40	18	22	23	-1
	二九青竹莲矮*	浙 江	42	20	22	24	-2
	矮南早39号	浙 江	46	40	6	14	-8
	广陆矮4号	广 东	42	16	26	25	1
			51**	23	28	28	0
中 籼	南京11号	江 苏	58	29	29	21	8
	南京14号	江 苏	62	23	39	25	14
	691	引 进	82	48	34	11	23
早 粳	早梗22	浙 江	36	17	19	21	-2
	京引39	浙 引	37	20	17	21	-4
	农垦8号	辽 宁	37	19	18	22	-4
	千重浪	辽 宁	47	23	24	21	3
	早梗27	浙 江	34	10	24	14	10
中 梗 中 籼	南梗33	江 苏	74	22	52	32	20
	农垦57	浙 引	77	28	49	30	19
	京引15	辽 引	80	21	59	35	24
	桂花黄	苏 江	86	14	72	38	34
	加农482	上 海	87	21	66	38	28
晚 粳	沪选19	上 海	81	16	65	34	31
	农虎6号	浙 江	93	16	77	30	47
	农垦58	浙 引	93	16	77	32	45

* 我们根据湖北资料计算,

** 江苏农学院根据扬州资料补插。

至抽穗的天数代替，我们按双、三制幼穗分化到抽穗间隔日数的一般情况，早熟早籼和中梗中籼品种减去25天，晚熟晚梗品种减去29天，其余一律减去28天作为营养生长期的近似计算。上述方法测定的数据，只是一种相对值，因地区、播期和选取发育期的不同而有差异。但在本地统一标准的条件下，品比试验所测定的结果仍具有比较性，可以鉴定出各品种感光性和感温性的强弱。

四、水稻光温特性成因的探讨

低纬度水稻源地湿热短日的气候特点，形成了喜温怕寒和适应于短日照的光温特性。水稻感温性是由于生长发育过程中需要有高于起点温度的基本热量条件。在适温范围内，温度越高，生化反应越快，幼穗分化就早，生育期就会缩短。反之，生育期就会延长。关于水稻感光性的成因，到目前为止，还不是十分清

楚。据近年来研究报导，象水稻这种短日照植物的叶片，在一定温度和较短的日长条件下，会产生一种促进幼穗分化的物质，这些物质输送到茎的生长点去，到一定程度就会发生幼穗分化。这些物质的形成，可能和所谓光敏色素的蓝色物质有关。有两型光敏色素普遍存在于植物体内，一型为P660能吸收660毫微米波长的红光，另一型为P730能吸收730毫微米的远红光。这两型因昼夜的交替而相互转换：白天光照下，P660可以转变为P730型；夜间，P730型又转变为P660型。但夜间的转变过程进行得非常缓慢，约需8—10小时，在暗期中，只须短暂曝光，这种转变过程就不能完成。由此可见，水稻的感光性，实质主要是暗期的作用。如果日长缩短、夜间延长，则植物体内P660浓度增大，穗分化提早。而日长延长、夜间缩短，则P730浓度增加，穗分化推迟。常见灯光捕虫器附近水稻抽穗期特别迟的现象便是例证。