

# 后季稻品种的温光反应及安全播栽期

南京市农业科学研究所

## 摘要

后季稻由于播种栽插过晚,抽穗延迟,容易遇到秋季低温,造成空壳不实而减产;如播种栽插过早,抽穗过分提早,又会使营养生长期不足,形成穗小而减产。因每年气候变化不同,使播栽期不易掌握。本文用统计分析方法,提出了后季稻不同品种生育期的温光公式。应用此公式可以分析多年气候资料,从而,得到后季稻不同品种的安全播栽期。

## 问题的提出

无产阶级文化大革命以来,双熟、三熟制水稻面积不断扩大,对于粮食增产起了显著作用。但是,后季稻的产量还不够高不够稳,存在着翘穗与小穗问题。1972年南京地区有些社队后季稻播种、栽插偏迟,遇到秋季气温偏低,出现了比较多的翘穗(空瘪粒多、稻穗不沉头)。这些社队片面接受教训,1973年以来,过分提早播种,秧龄偏长,又出现了小穗。因此,合理地掌握播栽期,是争取后季稻高产稳产的重要问题。

我们通过多年来的试验与调查,基本上摸清了后季稻的安全齐穗期,这对后季稻的稳产高产有指导意义。但只知道安全齐穗期是不够的,还要求知道不同品种的安全播栽期,以保证在安全期之前(又不是过早)齐穗。现在主要是依靠人们的经验来确定播栽期,由于气候每年都不同,品种又常在变换,只凭少数年份的经验考虑播栽期往往并不可靠。因此迫切需要有一个方法,能够找出气候因素与不同水稻品种生育期的关系,然后再根据多年气候的变动确定当地不同品种的安全播栽期范围。在这个范围内进行播种栽插,加上其他措施得当,基本上能防止翘穗与小穗,而保证后季稻的高产、稳产。

## 水稻生育期的温光反应

### 1. 水稻生育期与温光条件的关系

我们调查总结了群众经验,认识到影响水稻生育期的因子是很多的,有温度、光长、秧龄、秧苗素质、栽插质量、肥水管理等,而主要是温、光与秧龄这三项。考虑到水稻不同品种需要一定的生育天数(内因),同时其生育天数又随温、光、秧龄等条件的变化(外因)而有一定的变化特性,因此,提出水稻生育期的温光公式如下:

生育天数 = 标准天数 + (感温系数 × 温度差) + (感光系数 × 播期差) + (秧龄订正值 × 秧龄差)。如用相应的符号表示,则为: 
$$N = N' + A\Delta t + B\Delta d + C\Delta r \quad (1)$$

(1) 标准天数 ( $N'$ ): 指在标准条件下的生育期(播种 → 齐穗)天数。所谓标准条件是: ① 生育期间平均温度  $30^{\circ}\text{C}$ 。采用  $30^{\circ}\text{C}$  为标准是考虑到  $28-30^{\circ}\text{C}$  左右水稻生长发育最快(品种间有些差异); 并且长江中下游地区高温年份 7—8 月的月平均气温为  $28-30^{\circ}\text{C}$

②夏至日(定为6月22日)为标准播种期。因夏至是一年中日照最长的一天。播种期距夏至前后的天数,可反映出光长的影响;③标准秧龄定为30天。这是通常适宜的秧龄(早籼稻作翻秋用则以20天为标准)。

(2)感温系数(A):指生育期间平均气温相差1°C,生育期天数的差值。

(3)温度差( $\Delta t$ ):指生育期平均气温与30°C的差值,比30°C低的取正值,比30°C高的,温度差为0。

(4)感光系数(B):指播期相差一天,生育期天数的差值。

(5)播期差( $\Delta d$ ):指播种期距夏至的天数,夏至前取正值,夏至后取负值。

(6)秧龄订正值(C):指秧龄超过30天后每超过一天,生育期天数的增加值。

(7)秧龄差( $\Delta r$ ):指秧龄超过30天的天数, $\leq 30$ 天(早籼翻秋 $\leq 20$ 天)则不作秧龄订正。

我们根据南京地区近年来的分期播栽试验,分析相同播期,不同秧龄条件下,播种到齐穗天数的变化,求出不同品种类型的秧龄订正值(表1)。秧龄订正值小,表示秧龄敏感度小,秧龄弹性大。表1不考虑超秧龄的情况。

表1 不同品种类型的秧龄订正值(C值)

品种类型	晚 粳	早熟晚粳	中 粳	早 籼
秧龄订正值	0.10	0.20	0.25	0.40

### 2. 标准天数与温光系数的求算

收集当地近2—3年来某一品种的不同播栽期的生育期资料,一个品种有10个以上即可,有20—30个资料则更好。年度之间温度的变幅要大一些,播栽期的变幅亦不要太小。资料的观测标准不同或有明显错误的不用。然后列成以下二表式。

序号	年份地点	播 期	栽 期	齐 穗 期	播→齐 天 数 Y	秧 龄 C· $\Delta r$	秧龄订正值 y	播→齐 总积温	播→齐 平均 温 $\bar{t}$	温 度 差 (30°C - $\bar{t}$ ) $\Delta t$ $x_1$	$\Delta t^2$ $x_1^2$	播期差 $\Delta d$ $x_2$
1 ⋮ N												
合 计 $\Sigma$	—	—	—	—	—	—	$\Sigma y$	—	—	$\Sigma x_1$	$\Sigma x_1^2$	$\Sigma x_2$
平 均 $\frac{\Sigma}{N}$	—	—	—	—	—	—	$\bar{y}$	—	—	$\overline{\Delta t}$	—	$\overline{\Delta d}$

序号	年份地点	$\Delta d^2$ $x_2^2$	$x_1 x_2$	$x_1 y$	$x_2 y$	理 论 天 数 $N = N' + A\Delta t + B\Delta d + C\Delta r$	理论数与 实际数差 $N - Y$	$(N - Y)^2$
1 ⋮ N								
合 计 $\Sigma$		$\Sigma x_2^2$	$\Sigma x_1 x_2$	$\Sigma x_1 y$	$\Sigma x_2 y$	—	$\Sigma(N - Y)$	$\Sigma(N - Y)^2$
平 均 $\frac{\Sigma}{N}$		—	—	—	—	—	—	

应用复回归分析的有关公式，求算感温系数(A)、感光系数(B)、与标准天数(N')各值如下：

$$A = \frac{(\sum x_2'^2)(\sum x_1'y') - (\sum x_1'x_2')(\sum x_2'y')}{\sum x_1'^2 \sum x_2'^2 - (\sum x_1'x_2')^2}$$

$$B = \frac{(\sum x_1'^2)(\sum x_2'y') - (\sum x_1'x_2')(\sum x_1'y')}{\sum x_1'^2 \sum x_2'^2 - (\sum x_1'x_2')^2}$$

$$N' = \bar{y} - A \cdot \bar{\Delta t} - B \cdot \bar{\Delta d}$$

### 3. 不同品种类型的温光特性与温光公式

我们在南京地区用以上方法分别求得几个主要代表性品种的标准天数与感温、感光系数(表2)。表2反映出不同品种类型在自然条件下的温、光反应特性。感光系数的变

表2 几个代表品种的标准天数及温、光系数

品 种	类 型	标 准 天 数 (N')	感 温 系 数 (A)	感 光 系 数 (B)	资 料 说 明
农虎6号	晚 粳	91.7	1.0	0.71	1970—1975年13个资料
沪选19	早熟晚粳	78.7	2.6	0.51	1972—1974年20个资料
南粳33	中 粳	71.1	3.0	0.35	1972—1974年28个资料
农桂69	早熟中粳	60.4	5.1	0.37	1972—1974年12个资料
二九青	早 籼	41.9	3.2	0.05	1972—1974年14个资料

化趋势与人工光照试验结果基本一致。感温性的大小，自然光长条件下与短光照有所不同。如晚粳在10小时光照下感温性较强，而在自然光长下感温性较小。这就说明温、光两个因素的作用不是孤立的，而是互相联系的。品种的强感光性在自然条件下起着支配作用，而掩盖了感温性的作用。晚粳品种生育期较长，增产潜力大，感温性小，抽穗期在本地区偏迟，所以产量不稳定，不宜推广。目前本地区生产上通用的后季稻品种为早熟晚粳与中粳，其特点是生育期中等、感温性中等、感光性中等，容易取得稳产高产。早中粳(如农桂69)生育天数较短，感光性中等，耐迟播，但感温性很强(比早稻感温性强，与全国水稻品种光、温试验结果相一致)，年度之间生育期不够稳定。早稻生育期短，可以迟播，但感光性甚小，感温性中等偏强，后期耐寒性差，因此必须早播早栽，以争取稳产。我们认为本地区后季稻品种理想的温光特性是生育期中等，感温性小(不同年份齐穗期稳定)，感光性较强(不同播期齐穗期接近)，秧龄弹性较大，后期耐寒性强。

由表1及表2可以得到各品种的温光公式如下(其应用实例见表3)：

表3 温光公式应用实例

年份地点	品 种	播 期	栽 期	齐 穗 期	播→ 齐天 数Y	秧 龄	C·Δr	A·Δt	B·Δd	理 论 天 数 N'+AΔt+BΔd +CΔr=N	理-实 N-Y
72. 江宁	沪选19	5/12	6/25	9/7	118	44	0.2×14	2.6×5.2	0.51×41	78.7+13.5+20.9 +2.8=115.9	115.9-118 =-2.1
73. 省农科所	南粳33	5/19	6/20	8/23	96	32	0.25×2	3.0×4.1	0.35×34	71.1+12.3+11.9 +0.5=95.8	95.8-96= -0.2
74. 本所	农桂69	7/7	8/8	9/21	76	32	0.25×2	5.1×4.0	0.37×(-15)	60.4+20.4-5.6 +0.5=75.7	75.7-76= -0.3
74. 本所	二九青	7/28	8/7	9/20	54	10	0	3.2×4.6	0.05×(-36)	41.9+14.7-1.8 +0=54.8	54.8-54= 0.8
74. 大厂	农虎6号	6/1	7/24	9/23	114	53	0.1×23	1.0×4.8	0.71×21	91.7+4.8+14.9 +2.3=113.7	113.7-114 =-0.3

$$\text{“沪选 19”}: N = 78.7 + 2.6\Delta t + 0.51\Delta d + 0.20\Delta r$$

$$\text{“南粳 33”}: N = 71.1 + 3.0\Delta t + 0.35\Delta d + 0.25\Delta r$$

$$\text{“农桂 69”}: N = 60.4 + 5.1\Delta t + 0.37\Delta d + 0.25\Delta r$$

$$\text{“二九青”}: N = 41.9 + 3.2\Delta t + 0.05\Delta d + 0.4\Delta r$$

$$\text{“农虎 6 号”}: N = 91.7 + 1.0\Delta t + 0.71\Delta d + 0.1\Delta r$$

按公式  $S_e = \sqrt{\frac{\sum(N - Y)^2}{N - 3}}$ , 计算由各品种的温光公式求得的理论天数与实际天数的

的误差分别如下:

表 4 温光公式的误差计算

品 种	农虎 6 号	沪选 19	南粳 33	农桂 69	二九青
误 差	±2.47	±1.94	±1.42	±0.83	±2.28

表 4 说明误差一般仅 ±1—2 天, 考虑到各地所观测的齐穗期都会有观测本身的误差, 以及其他条件影响的误差, 所以公式 (1) 的真正误差是很小的, 理论值相当符合实际值。再进行净回归的显著性检验, 以“沪选 19”与“南粳 33”为例(表 5)。

表 5 温光公式的方差分析

品 种	变异来源	自由度	平方和	平均方和	F	注
沪选 19	回 归	2	1004.87	502.44	134.522	$n_1 = 2$ $n_2 = 25$ $p = 0.01$ $F = 5.568$
	离回归	25	93.37	3.73		
	总变异	27	1098.24			
南粳 33	回 归	2	545.44	272.72	107.795	$n_1 = 2$ $n_2 = 17$ $p = 0.01$ $F = 6.1121$
	离回归	17	43.12	2.53		
	总变异	19	588.56			

以上检查 F 值均远大于  $P = 0.01$  的 F 值, 说明相关显著性很高。

一个地点求得的温光公式能否在相近地区应用呢? 我们根据南京资料求得的“沪选 19”与“南粳 33”的温光公式的系数, 用兴化、苏州等 11 个县市的播栽期及当地气象资料进行验证。结果“南粳 33”在 11 个县市的 14 例应用误差为 ±2.19, “沪选 19 号”在 7 个县、市的 17 例应用误差为 ±1.77。说明温光公式在纬度相近地区是可以通用的。至于纬度相差较大的地区, 由于日照长度变化, 感光系数会有出入, 感光系数怎样随纬度而改变, 还有待进一步研究。

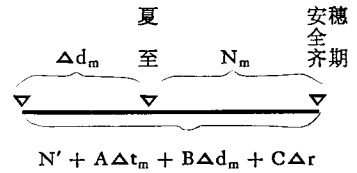
## 安全播栽期的确定

掌握了温光条件与水稻生育期之间的数量关系, 就有可能根据多年气候变化来确定当地不同品种的安全播栽期, 其步骤如下: 首先根据指标找出不同品种的安全齐穗期, 以  $N_m$  代表夏至到安全齐穗期(也可从夏至到其他所要求的齐穗期)天数。  $\Delta t_m$  代表本地区后季稻基本生育期间(在南京为 6 月 20 日—9 月 20 日), 几十年来 80% 保证的平均气温与 30°C 之差值,  $\Delta d_m$  代表所求安全播种期距夏至的天数。由下图可得

$$\text{公式: } N_m + \Delta d_m = N' + A\Delta t_m + B\Delta d_m + C\Delta r$$

移项而得：
$$\Delta d_m = \frac{N_m - (N' + A\Delta t_m + C\Delta r)}{B - 1} \tag{2}$$

已知： $N_m$ 、 $N'$ 、 $\Delta t_m$ 、 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $\Delta r$  代入公式(2)即可求得该品种的安全播栽期。以“沪选 19”为例，该品种在南京的安全齐穗期为 9 月 20 日。



$N_m=90$ 天(夏至到安全齐穗期天数,即 6 月 22 日—9 月 20 日)  $\Delta t_m = 4^\circ\text{C}$  (南京 26 年来 6 月 20 日—9 月 20 日期间, 80% 保证率的平均气温为  $26^\circ\text{C}$ ,  $26^\circ\text{C}$  与  $30^\circ\text{C}$  之差为  $4^\circ\text{C}$ )代入公式(2)

$$\Delta d_m = \frac{90 - (78.7 + 2.6 \times 4.0)}{0.5 - 1} = \frac{90 - 89.1}{-0.5} = \frac{0.9}{-0.5} \doteq -2$$

$\Delta d_m$  代表秧龄 30 天的安全播期距夏至天数,即 30 天秧龄的“沪选 19”,其安全播期是 6 月 22 日后两天即 6 月 24 日,也就是 6 月 24 日播,7 月 24 日栽,9 月 20 日齐穗。

根据公式(1)及各品种的有关系数,温度差用  $\Delta t_m = 4^\circ\text{C}$  可以计算出不同播期、不同秧龄的齐穗期,绘成图 1。从图 1  $26^\circ\text{C}$  各斜线与该品种安全齐穗期的交点,引垂直线向下到横坐标,就能直接读到不同秧龄的安全播期。图解法在基层站哨以及社队农技站应用比较方便。此图还可根据不同气温(如 40 天秧龄的三种温度),进行齐穗期预测。

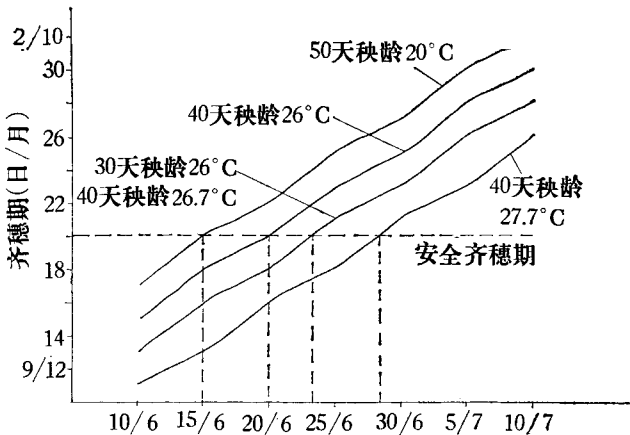


图 1 播期、气温、秧龄与齐穗期的关系  
(“沪选 19 号”)  $26.7^\circ\text{C}$  为南京常年 6/20—9/20 期间的平均气温

下面列出五个品种由不同秧龄推算出的播栽期,即安全播栽期。考虑到秧苗素质、肥水条件、栽培管理等方面的影响,生产上应用时还需根据条件灵活掌握,条件差的队可以在求算出的播种期前加 2 天幅度,使齐穗期更安全可靠(表 6)。

表 6 结果与几年来实践经验基本符合,由于考虑了品种对光、温、秧龄的反应及经 26 年气候变化的较为严格的计算,应当说这些播栽期更有科学根据了。

表 7 以“南粳 33”为例,说明根据多年气候变化求算常年安全播栽期的必要性。

“南粳 33 号”品种,近一、二年才开始推广,1973—1974 年安全齐穗期均偏迟(1973 年为 9 月 25 日,1974 年为 9 月 27 日),在 7 月 10—13 日播种也能安全齐穗,但是从 26 年气候分析计算则以 6 月底、7 月初播种为宜。这就是科学分析比只凭一、二年经验较为优越之处。

表 6 南京地区后季稻五个代表品种的安全播栽期

品 种	秧 龄 (天)	播 期 (日/月)	栽 期 (日/月)	安全齐穗期 (日/月)
农垦 58	50	7/6	28/7	24/9
	55	5/6	1/8	
沪选 19	30	24/6	24/7	20/9
	40	20/6	30/7	
	50	18/6	5/8	
农桂 69	30	4/7	3/8	18/9
	35	2/7	6/8	
南粳 33	30	2/7	1/8	20/9
	35	30/6	4/8	
二九青 (翻秋)	15	21/7	5/8	10/9
	直播	24/7		

表 7 “南粳 33” 的播栽期分析

年 份	安全齐穗期 (月/日)	6/20—9/20 平均气温(°C)	安全播栽期	
			30天秧龄(月/日)	35天秧龄(月/日)
1972	9/22	25.6	7/1—7/31	6/28—8/2
1973	9/25	26.7	7/12—8/11	7/10—8/14
1974	9/27	25.8	7/13—8/12	7/11—8/15
常年(26年) 80%保证率	9/20	26.0	7/2—8/1	6/30—8/4

## 在生产实践中的应用

以上研究结果,经几年来在生产上应用与验证,说明是符合实际的,对后季稻夺取高产稳产是有作用的。我市后季稻主要品种是早熟晚粳(“沪选 19”、“武农早”等)与中粳(“南粳 15”、“南粳 33”等)。早熟晚粳作晚三熟茬栽培,有些社队播种偏晚,抽穗偏迟,容易发生翘穗。上述研究指出,可用 50 天秧龄在 6 月 15—20 日播种,即“早播迟栽”。近二年来推广这个经验后,齐穗期稳定在 9 月 20 日左右,防止了翘穗问题。研究指出,这类品种在秧龄不超过 35 天的条件下,可以在 6 月 25 日到 7 月初播种,基本上不会翘穗。这个措施推广后对防止小穗起了积极作用。1975 年引进中糯“京引 15”10 万多斤作后季稻品种,领导与群众迫切要求了解安全播栽期的问题。我们经过调查研究,又采用上述方法分析后指出,抓紧在 7 月 3 日前播种,可以安全齐穗。各地及时播种,结果收成良好。1976 年秋季低温来得早,但大面积后季稻基本上都适时播栽,翘穗很少,普遍增了产。

## TEMPERATURE-LIGHT REACTION AND SAFE SOWING AND TRANSPLANTING TIME OF LATE VARIETY OF RICE

Nanking Institute of Agricultural Science

### ABSTRACT

Due to delayed sowing and transplanting and late earing, of the late season rice, it is easily damaged meets by low autumn temperature, resulting in empty seeds and decreased yield too early sowing and earing result in small ears and decreased yield due to insufficient vegetation period. Climatic conditions differ from year to year, it is difficult to determine the proper sowing and transplanting time of any one year. By the use of statistical analysis we arrived at a temperature-light formula for calculating the duration of growth period in different varieties of late season rice. Using this formula, one may analyze climatic data for a period of many years, to obtain safe sowing and transplanting time in different varieties of late season rice for any particular year.