

旱直播水稻的农业气象 条件研究

成励民 宋宝初 范德新

(江苏省南通市气象局, 226006)

薛有桂 何福金

(南通市港闸区农水局)

提 要

通过1990年、1991年连续两年的分期播种试验,分析了旱直播水稻的光温特性及其与空秕率的关系;并根据当地气候特点,提出旱直播水稻的最佳及安全播种期和抽穗期。

关键词: 水稻 旱直播 空秕率 农业气象指标

引 言

水稻旱直播是指常规水稻品种在免耕旱地状态下直接播种、三叶后水育的新型栽培方式。具有省工节本、充分利用气候土地资源、高产稳产等优点。为区别传统移栽水稻,此方式栽培的水稻称为旱直播水稻*。近年来,旱直播水稻种植面积在我市呈不断扩大趋势,因种植方式、播种时间等与常规稻不同,使其生育特点和生育进程以及各生育期所遇到的农业气象条件和对农业气象条件的反应都有别于传统水稻。因此有必要对旱直播水稻的农业气象条件进行分析,为大面积推广这一新的栽培方法提供科学依据。

1 农业气象条件分析及有关指标的确定

1.1 旱直播水稻的光、温特性

分析两年的试验资料(表1)发现,水稻的高温短日特性并没有因种植方式的改变而改变。在不同年份播期相近的条件下,高温年(1990年)旱直播稻从播种到抽穗所需时间少于低温年或正常年(1991年)。在同一年

中,随着播期的推迟,旱直播水稻生育期有缩短的趋势。为了确定播种期和抽穗期等农业气象指标,采用下式表示旱直播水稻的光温特性。

$$N = A - B_1(t - T) - B_2 \cdot N_1 \quad (1)$$

N 是播种至抽穗的日数; T 是常年我市6月中旬至9月上旬的平均气温, $T = 26.2^\circ\text{C}$; t 是某一播期从播种到抽穗之间的平均气温; N_1 为实际播期距6月10日的天数。播期提前,水稻生育期延长,故6月10日前播种规定为“-”,反之则为“+”; A 是旱直播水稻在播期和生长期温度正常的情况下,从播种到抽穗所需日数; B_1 、 B_2 分别为感温、感光系数。

根据试验资料,利用最小二乘法确定出 A 、 B_1 、 B_2 , 式(1)变为:

$$N = 90 - 6.24(t - 26.2) - 0.58N_1 \quad (2)$$

* 本文除特别说明外,所讲水稻均系 81-6922。

式(2)表明,在夏季气温正常时,6月10日播种的早直播水稻,从播种到抽穗约需90天。在播种日期确定的条件下,生长期日平均气温每升高1℃,抽穗期提前6天左右,在同一温度水平下,播期每提前2天,从播种到抽穗延长1天左右。回归结果同试验实况相当吻合,这主要是早直播水稻在生长过程中没有受到育苗移栽的影响,生长发育速度主要由自身的高温短日特性决定,从而使早直播水稻的生育期容易预测。

1.2 光、温因子对结实率的影响

分析各处理的空秕率资料(表1)及有关的气象资料可知,早直播水稻抽穗前半个月至抽穗后5天(计20天)的平均气温、抽穗后5日累计日照时数同空秕率存在着显著的相关关系(见图1)。

表1 两年早直播水稻的试验资料

处理	播期 月·日	t/℃	播种—抽穗		空秕率/%
			实际天数	估计天数	
90 I	6.1	27.5	87	89	6.8
90 II	6.11	28.0	80	80	4.5
90 III	6.21	27.9	73	74	4.8
91 I	6.10	26.1	92	92	4.1
91 II	6.20	26.4	84	84	5.4
91 III	6.30	26.3	79	79	18.6
91 IV	7.5	26.4	76	76	45.2*
91 V	7.10	26.3	73	73	69.9
91 VI	7.15	26.4	69	70	89.9

* 91 IV 抽穗后连续3天天气干燥,相对湿度低,造成“花干”不育,此时空秕率主要受湿度影响,因文中未讨论湿度因子,故舍去91 IV的数据。

由图可见,日照一定时,空秕率在某温度可达到最小值,温度升高或降低,空秕率均呈上升趋势;温度一定时,空秕率随着日照的减少而增加,且日照较小时增加幅度更明显。用下列函数表示空秕率同温度、日照的关系。

$$P_1 = A_1(t - t_0)^2 + C_1 \quad (3)$$

$$P_2 = A_2(e^{1/S} - 1) + C_2 \quad (4)$$

P_1 、 P_2 分别为温度、日照引起的空秕率; t 是抽穗前半个月至抽穗后5日的日平均气温; S 是抽穗后5日的累计日照时数; A_1 、 A_2 为系数; C_1 、 C_2 为常数; t_0 是定值,当 $t=t_0$ 时, P_1

最小。

温度和日照对空秕率 P 的综合影响可表示为:

$$P = m \cdot P_1 + n \cdot P_2 \quad (5)$$

m 、 n 分别表示温度、日照对早直播水稻空秕率的权重系数。将式(3)、(4)代入,得:

$$P = a(t - t_0)^2 + b(e^{1/S} - 1) + C \quad (6)$$

利用分期播种的试验资料进行统计回归,

$$P = 4.16(t - 26.5)^2 + 197.02(e^{1/S} - 1) - 5.75 \quad (7)$$

$$r = 0.98$$

日照条件一定时,抽穗前后共20天的日平均气温为26.5℃时,空秕率最小。正常年份我市8月中旬后期至9月上旬前期的平均温度在26.5℃左右,且日照充足,有利于水稻花粉母细胞的减数分裂和抽穗扬花,达到丰产要求。

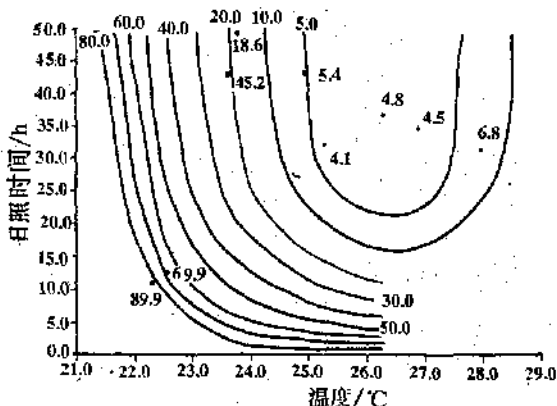


图1 温度、日照同空秕率关系曲线

1.3 安全抽穗期温度指标的确定

为实际应用方便,并结合当地的气候特点,选用抽穗后5天的日平均气温作为早直播水稻安全抽穗期的温度指标,绘制出它们与空秕率的散布图(图2)。

根据有关文献^[1],水稻空秕率>30%时表示没有安全抽穗。由图2得出,当抽穗后5日平均气温>22.2℃时,空秕率明显低于30%,而当5日平均气温<21.8℃时,空秕率明显高于30%,由此取抽穗后5日的平均气

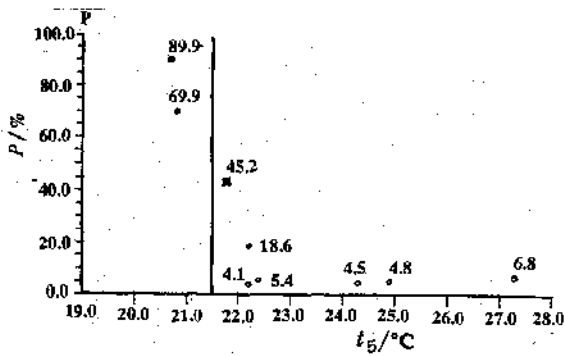


图2 抽穗后5日平均气温与空秕率散布图

温为21.5℃,作为判别旱直播水稻能否安全齐穗的温度指标。

1.4 最佳抽穗期温度指标的确定

我市正常年份8、9月日平均日照时数为7小时左右,5日累计日照35小时左右,将其代入式(7),得出 $P \leq 10\%$ 时,温度范围为25.0—28.0℃,即抽穗前半个月至抽穗后5天的平均气温在25.0—28.0℃时,空秕率 $\leq 10\%$,结实率高,水稻可看做达到丰产水平。

1.5 光、温对千粒重的影响*

水稻籽粒增重过程与同期积温呈S型曲线^[2,3],随温度的逐步积累,籽粒增重速度经历缓慢、迅速、再缓慢,最后趋于恒定,用下式表示。

$$w = c / (1 + e^{a+bx}) \quad (8)$$

x 为抽穗后逐日累积温度; w 为某积温水平上的籽粒千粒重; a 、 b 为系数; c 表示当地最高千粒重水平, $c=30g$ 。

利用观测资料统计回归得到各播期水稻籽粒重和累积温度间的S型函数,对各S型函数求一阶导数,可得各播期的灌浆速度与积温的关系。表2列出积温为某一定值时籽粒的灌浆速度。

1991年度灌浆期温度较高的I、II期在积温为450—500℃时灌浆速度达到最大值,而温度较低的第III期最大灌浆速度出现在600℃。在灌浆速度达到最大值之前,第I、II期的灌浆速度都大于相同积温条件下的第III期的灌浆速度。可见较高的温度有利于提高

灌浆速度,缩短灌浆时间,而温度较低,灌浆速度降低,灌浆时间延长。1990年第I、II期的最大灌浆速度出现在600—650℃左右,而III期在500℃左右,主要原因是9月17日前,日照严重不足,对水稻灌浆不利,17日之后,天气转晴,光照充足,灌浆速度达到最大,第I、II期自抽穗至此时的积温已达600—650℃左右,而III期抽穗较迟,至此时积温约为500℃左右。此后,气温明显下降,灌浆速度也逐渐降低,但由于日照的作用,后期的灌浆速度大于日照条件不足的前期的灌浆速度。对比两年的结果可见,日照充足的年份灌浆速度较快。

表2 旱直播水稻在各积温处的灌浆速度/ $g \cdot hr^{-1} \cdot 10^{-2}$

积温/℃	90 I	90 II	90 III	91 I	91 II	91 III
50	0.89	0.73	1.24	0.98	1.18	0.67
100	1.07	0.89	1.52	1.30	1.54	0.87
150	1.29	1.07	1.85	1.69	1.99	1.13
200	1.53	1.29	2.22	2.17	2.52	1.45
250	1.79	1.53	2.60	2.72	3.09	1.83
300	2.08	1.79	2.99	3.30	3.68	2.28
350	2.37	2.08	3.34	3.88	4.21	2.76
400	2.66	2.37	3.63	4.37	4.60	3.26
450	2.92	2.65	3.83	4.69	4.79	3.73
500	3.13	2.91	3.90	4.80	4.74	4.12
550	3.29	3.13	3.84	4.67	4.46	4.36
600	3.37	3.29	3.66	4.32	4.00	4.42
650	3.36	3.37	3.38	3.81	3.44	4.30
700	3.27	3.36	3.03	3.23	2.85	4.01
750	3.11	3.28	2.65	2.65	2.30	3.59
800	2.89	3.11	2.26	2.11	1.80	3.10
850	2.62	2.89	1.89	1.65	1.39	2.62
900	2.34	2.63	1.56	1.26	1.05	2.13
950	2.05	2.34	1.27	0.95	0.79	1.70
1000	1.76	2.05	1.02	0.71	0.59	1.34

对具有相似日照条件的1991年各期的试验结果进行分析,推导出既能保证较高的

* 在此讨论中未使用空秕率较大的91 IV、V、W的资料

灌浆速度又能有较长的灌浆期使千粒重达最大时的平均温度,用下式表示:

$$G = 29.7 - 0.71(x - 21.4)^2 \quad r = 0.94 \quad (9)$$

G 为千粒重, x 是抽穗后一个月平均气温。式(9)表明,抽穗后一个月的平均气温为 21.4℃时,千粒重达最大值 29.7g。当地历史上最大千粒重为 30g,两者相差较小说明本试验与分析的准确性较好。

2 推广旱直播水稻应注意的气候问题

2.1 最佳及安全抽穗期

根据上述分析结果,安全抽穗期的温度指标为抽穗后 5 日平均气温不低于 21.5℃,从当地 50 年的气候资料可知,5 日平均气温大于 21.5℃的终日 80% 保证率日期为 9 月 21 日。为使当地旱直播水稻在大部分年份能安全抽穗,不致失收,必须确保其在 9 月 16 日之前抽穗,否则容易遭受低温危害而减产。因此当地旱直播水稻的安全抽穗期为 9 月 16 日。

最佳抽穗期温度指标为抽穗前半个月至抽穗后 5 天的平均温度为 25.0—28.0℃,而有利于提高千粒重的温度指标是抽穗后一个月的平均气温为 21.4℃,当地满足这两项指标的抽穗时间分别为 9 月 5 日和 9 月 8 日,两个日期比较接近,表明当地气候在这段时间的温度条件对提高结实率和增加千粒重是有利的。将 9 月 8 日定为旱直播水稻的最佳抽穗期。

2.2 最佳及安全播种期

利用式(2)计算出假定播种到抽穗所需理论天数,并同假定播种日到 9 月 8 日的实际间隔天数比较,结果表明,6 月 15 日之前播种的旱直播水稻,从播种到抽穗间的理论天数小于从播种到 9 月 8 日的实际间隔天数,即正常年份下,当地 6 月 15 日之前播种的水稻能在 9 月 8 日之前抽穗扬花,使空秕率减小达丰产要求。所以当地旱直播水稻的最佳播种期定为 6 月 15 日。

同样,在当地正常温度条件下,当地 6 月底以前播种的水稻基本上能于 9 月 16 日之前安全抽穗。为避免早凉对水稻生育进程的影响,具有 80% 保证率的安全播种期为 6 月 25 日之前。

分析表明:旱直播水稻最佳抽穗期到安全抽穗期及最佳播种期到安全播种期之间的间隔时间较短。气候条件是造成这一现象的根本原因,我市 9 月份降温迅速,从 9 月初到 9 月底的一个月中,降温幅度接近 5℃,如此迅速的降温速度必然造成最佳抽穗期和安全抽穗期较接近,进而决定最佳播种期和安全播种期也较接近。

我市旱直播水稻前茬 85% 以上为小麦,其余为大、元麦和油菜,一般年景下,前茬作物于 6 月上旬全部收获完毕,这时距最佳播种期还有近 5—10 天左右的时间,这一段时期基本能保证旱直播水稻的适期播种,但余地不大。若遇少数早梅年份,往往给旱直播水稻在最佳播种期内完成播种带来一定的困难。从安全播期的角度看,在现有的种植制度下,我市旱直播水稻有较充裕的时间完成播种,以确保其安全抽穗。但不管怎样,从高产稳产的角度出发,旱直播水稻应在前茬作物离田后,力争早播。

3 结 论

通过试验和分析可以看出:在正常年份下,我市旱直播水稻于 6 月 15 日之前播种,基本能于 9 月 8 日之前抽穗扬花,气候条件最佳;6 月 25 日之前播种 80% 能确保安全抽穗。所以,从我市农业气候条件来看,旱直播水稻在本市进一步推广是可行的。

参考文献

- 1 陶炳炎、汤志成、彭钊琪、张定琪编著,杂交水稻与气象,1983 年 6 月版。
- 2 上海师范大学生物系、上海市农业学校编,水稻栽培生理,1979 年 7 月版。
- 3 南京气象学院编,《农业气象学》,油印讲义。

(下转第 55 页)

Research on Agrometeorological Conditions for Direct Seeding Rice in Dry Land

Cheng Limin Song Baochu Fan Dexin

(Nantong Meteorological Bureau, Jiangsu 226006)

Xue Yougui He Fujin

(Agricultural Bureau of Gangzha District, Nantong city 226006)

Abstract

Based on the group-after-group sowing experimental data of 1990 and 1991, the photosensitivity and thermosensitivity of the direct seeding rice in dry land and the relations between the percentage of the imperfect grain and the factors of illumination and temperature are analysed. And also some agrometeorological problems such as the best time for safe sowing, the best time for safe head sprouting, and ect. are resolved according to the local climate. All these results could provide scientific basis for further popularity of the direct seeding rice in dry land.

Key Words: rice direct seeding in dry land agrometeorological index