

两系杂交稻制种基地气候风险评估的研究*

殷剑敏 魏 丽 王怀清

(江西省气象科学研究所,南昌 330046)

提 要

通过对两系杂交稻制种气候风险的数学定义,根据江西省1◇25万地形数据和84个气象台站40年气候资料,在分析气候要素与海拔高度关系的基础上,运用地理信息系统的空间分析方法,对两系杂交稻制种气候风险进行评估,找出了最佳制种地理区域和季节。对农业生产具有重要的意义,分析结果在生产实际中得到证实。

关键词:两系杂交稻 制种基地 风险评估 地理信息系统

引 言

两系杂交水稻是我国首创的水稻杂交优势利用方式,是我国“863”高科技发展计划项目。从20世纪80年代后期到现在,我国已从多种水稻品种研究出光敏核不育系、温敏核不育系、光温敏核不育系等品种,特别是籼粳亚种间杂交取得了重大突破,两系杂交稻的品质、产量具有明显的优势。“九五”期间我国南方已开始大面积推广两系杂交稻,由于两系杂交稻制种对光、温、水等气象因子反应十分敏感,加上气候年际间存在一定的波动,给两系杂交稻制种带来一定的风险。在一些制种气候不稳定地区,曾多次出现制种失败,一度影响两系杂交稻的推广。在我国南方水稻生产省份,双季水稻生产气候资源优越,具有丰富多样的立体气候资源,有着许多适宜两系杂交水稻制种的气候区域。但面临的问题是在什么区域、什么海拔高度、什么季节安排制种才能充分利用气候资源,将气候风险降到最低程度。本研究通过对两系杂交稻制种气候风险的数学定义,运用地理信息系统中气候资源的空间分析方法,对江西省两系杂交稻制种气候风险进行了评估分析,得出了不同气候风险下的制种最佳空间区域(经度、纬度和海拔高度三维空间)和最佳时段(时间维),对指导农业生产有着重要的实际意义,已在一些制种县推广应用取得成功。

1 两系杂交稻制种气候风险识别

“风险”的数学定义为:风险 R 是事故发生概率 P 与事故造成的环境(或健康)后果 C 的乘积,即:

$$R[\text{危害} / \text{单位时间}] = P[\text{事故} / \text{单位时间}] \times C[\text{危害} / \text{事故}] \quad (1)$$

* 本文得到中国气象局“第三次农业气候区划”项目和中国气象局“青年气象科学基金”的共同资助。

2000-03-09 收到,2000-10-12 收到修改稿。

对任何风险进行评估时,首先要考察其风险存在的原因^[1]。两系杂交稻在制种时从气象角度主要考虑两个关键生育期,第1为不育系育性转换期,第2为亲本扬花授粉期,并给出了两个关键生育期适宜的气象指标如下^[2]:

不育系育性转换期,要求连续20天日平均气温 $\geq 24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,日最低气温 $\geq 21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,对光敏型品种同时要求天文可照时数 $\geq 13\text{ h}$ 。

亲本扬花授粉期,要求连续15天日平均气温在 $24\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,日最高气温 $\leq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,持续危害雨日 $\leq 2\text{ d}$ (日降水量 $> 1\text{ mm}$ 且日照时数 $< 3\text{ h}$ 的雨日称危害雨日,根据水稻生物学特性,当水稻扬花授粉时遇到下雨,颖花自动关闭,在一天中只要有 3 h 以上的日照就可完成授粉过程^[2])。

在两系稻制种过程中,若不能满足上述气象条件,则气象危害发生。江西省夏季温度、降水受副高进退、台风等影响,年际变化较大,不同地形、海拔高度等也影响气象要素空间分布,因此从气候角度看,两系杂交稻制种存在两种风险,一是制种失败风险,育性转换期遇到低温天气(日平均气温 $< 24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,或日最低气温 $< 21\text{ }^{\circ}\text{C}$)将使制种受到严重威胁甚至全部失败,经济损失严重。二是制种减产风险,而亲本扬花授粉期遇到高温(日平均气温 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$,或日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$)、低温(日平均气温 $\leq 24\text{ }^{\circ}\text{C}$)、多雨天气(持续危害雨日 $\geq 3\text{ d}$)将降低制种产量,甚至成本大于收入,出现亏损。怎样使两系杂交稻制种基地选择在气候风险最小的地区,是解决生产实际问题的关键。文献[3]用江西省84个气象台站30年的气候资料,利用气候资源随海拔高度的关系,计算了各地最适宜两系稻制种的海拔高度,但未能给出此适宜高度的具体地理位置和气候风险的大小。

2 两系杂交稻制种气候风险的定义

根据育性转换期制种适宜的气象条件指标,我们首先考虑育性转换期的受灾风险,因为它关系到制种成败与否,也称为制种失败风险。对某地 (x, y) (x, y 为地理坐标),若具有 M 年(本文用40年)气象资料,用5日滑动平均法 $T_j = (T_{j-2} + T_{j-1} + T_j + T_{j+1} + T_{j+2})/5$ 大于等于界限温度($j=1, 2, \dots, 365$, j 为一年中天数序号)逐年求算平均气温稳定通过 $24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的初日 C_{ti} 、终日 Z_{ti} 和最低气温稳定通过 $21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的初日 C_{tmi} 、终日 Z_{tmi} ($i=1, 2, \dots, M$)。

对温敏型品种,我们计算两者的适宜气象条件公共初日 C_i 和公共终日 Z_i ,算法为:

$$C_i = \max[C_{ti}, C_{tmi}] \quad (i=1, 2, \dots, M) \quad (2)$$

$$Z_i = \min[Z_{ti}, Z_{tmi}] \quad (i=1, 2, \dots, M) \quad (3)$$

对光敏型或光温敏型品种,还受日长的影响,必须满足日照时数 $\geq 13.0\text{ h}$ 的要求。适宜气象条件公共初日 C_i 和公共终日 Z_i 必须取三者的最大最小值,算法为:

$$C_i = \max[C_{ti}, C_{tmi}, C_s] \quad (i=1, 2, \dots, M) \quad (4)$$

$$Z_i = \min[Z_{ti}, Z_{tmi}, Z_s] \quad (i=1, 2, \dots, M) \quad (5)$$

其中 C_s 和 Z_s 为一年中日长 $\geq 13.0\text{ h}$ 的开始日和结束日,它可用天文可照时数计算公式,计算在当地纬度下的开始日 C_s 和结束日 Z_s 。

$$\sin \frac{1}{2} t = \sqrt{\frac{\sin(45 - \frac{\varphi - \delta - r}{2}) \sin(45 + \frac{\varphi - \delta + r}{2})}{\cos \varphi \cos \delta}} \quad (6)$$

式中 r 为太阳光线受空气屈折而产生的平折射度,即所谓蒙气差, φ 为当地纬度。依上式即求得太阳时角 t ,除以 15,即由度数化为小时,再以 2 倍之,即得一日中自日出至日没之日照时间。本式中蒙气差取 $r = 34'$ 之约数, δ 采用格林威治正午之太阳赤纬。

对某一年 (i 年),适宜气象条件的公共初日 (C_i) 与终日 (Z_i) 的间隔天数为

$$L_i = Z_i - C_i + 1 \quad (7)$$

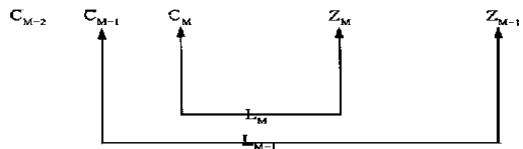
当 $L_i \geq 20$ d,则第 i 年育性转换期安排在这段时间,制种将成功。由于我们目前无法准确预测 20 d 以上的天气,只能对过去的历史资料进行分析,找出保证率最高的时段。因此在时间维 j ($j=1, 2, \dots, 365$) 上计算历年 i ($i=1, 2, \dots, M$, M 为资料年代数,本文中为 1960 到 1999 年,计 $M=40$ 年) 符合育性转换期指标的初终日之间的 t_{ij}

$$t_{ij} = \begin{cases} 1 & (C_i \leq j \leq Z_i) \\ 0 & (j < C_i, j > Z_i) \end{cases} \quad (8)$$

制成一张二维表,见表 1。表 1 中的元素 t_{ij} 表示在某一年 (i 年) 中属于适宜气象条件公共初终日之间的每一天的 t_{ij} 均为 1,其它日期 (小于初日或大于终日) 每一天 t_{ij} 均为 0。

表 1 历年符合育性转换期适宜气象条件的天数

资料年代 (i)	时间序号 (j)										
	1	2	...	180	181	182	...	210	220	...	365
1960 ($i=1$)	0	0			1	1		1	0		0
1961 ($i=2$)	0	0		1	1	1		1	1		0
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
1999 ($i=40=M$)	0	0		0	0	1		1	1		0
合计 T_j	0	0		$M-2$	$M-1$	M	M	M	$M-1$	$M-1$	0



将历年的 t_{ij} 相加得 $T_j = \sum_{i=1}^m t_{ij}$ (9)

我们定义:

$$C_M = j(T_j = M \text{ 且 } T_{j-1} = M-1); (C_M \text{ 为 } T_j = M \text{ 中序号 } j \text{ 最小的这一个 } j) \quad (10)$$

$$Z_M = j(T_j = M \text{ 且 } T_{j+1} = M-1); (Z_M \text{ 为 } T_j = M \text{ 中序号 } j \text{ 最大的这一个 } j) \quad (11)$$

$$L_M = Z_M - C_M + 1 (L_M \text{ 为 } T_j = M \text{ 的天数, 本文 } L_M = L_{40}, \text{ 即 } T_j = 40 \text{ 的天数}) \quad (12)$$

当 $L_M \geq 20$ d 时,根据育性转换期对适宜气象条件要达到 20 d 以上的要求,该地把育性转换期安排在 C_M 与 Z_M 之间,历年都没有出现不满足气象指标的天气,从概率统计上讲,可称该时段为无风险 ($P=0$) 下的可制种区。 C_M 、 Z_M 称为无风险下育性转换期最早初日和最迟终日, L_M 称为无风险下育性转换期最大长度。

当 L_M 不够 20 d 时, 同样定义:

$$C_{M-1} = j(T_j = M-1, \text{且 } T_{j-1} = M-2); (C_{M-1} \text{ 为 } T_j = M-1 \text{ 中序号 } j \text{ 最小的这一个 } j) \quad (13)$$

$$Z_{M-1} = j(T_j = M-1, \text{且 } T_{j+1} = M-2); (Z_{M-1} \text{ 为 } T_j = M-1 \text{ 中序号 } j \text{ 最大的这一个 } j) \quad (14)$$

$$L_{M-1} = Z_{M-1} - C_{M-1} + 1 \quad (L_{M-1} \text{ 为 } T_j = M-1 \text{ 的天数, 本文 } L_{M-1} = L_{39}, \text{ 即 } T_j = 39 \text{ 的天数}) \quad (15)$$

如 $L_{M-1} \geq 20$ d, 则把育性转换期安排在 C_{M-1} 与 Z_{M-1} 之间, 其风险为

$$P = 1/M \times 100\% \quad (16)$$

或称该地有 M 年 1 遇的风险, 或称在 M 年 1 遇风险下的可制种区。

依次判断 L_{M-2} 是否 ≥ 20 d, 如 $L_{M-2} \geq 20$, 则称该地有 M 年 2 遇的风险, 或为 M 年 2 遇风险下的可制种区, 风险为

$$P = 2/M \times 100\% \quad (17)$$

从表 1 不难看出, $L_M \leq L_{M-1} \leq L_{M-2} \leq \dots$, 无风险下可供选择的育性转换期要小于 40 年 1 遇风险下的可供选择的育性转换期, 又要小于 40 年 2 遇风险下的可供选择的育性转换期等等。因此某地的两系杂交稻制种失败风险可定义为:

$$P = \frac{K}{M} \times 100\% \quad (\text{当 } L_{M-K} \geq 20 \text{ 且 } L_{M-K-1} < 20, M \text{ 为资料年代数, } K = 0, 1, \dots, M) \quad (18)$$

称该地为 M 年 K 遇风险下的可制种区。该风险下的育性转换最早初日为 C_{M-K} , 最迟终日为 Z_{M-K} , 育性转换期最大长度为 L_{M-K} 。

如某地有 40 年的资料, 经计算无风险下的可选择的育性转换期 $L_{40} = 18$ d, 而 40 年 1 遇风险下的可选择的育性转换期 $L_{39} = 24$ d, 40 年 2 遇风险下的可选择的育性转换期 $L_{38} = 35$ d, 则该地两系稻制种失败风险为 40 年 1 遇, 因为 $L_{39} = 24 \geq 20$ d, 且 $L_{40} = 18 < 20$ d。

3 制种风险评估

按照上述风险度的定义, 可用气象台站几十年来的逐日平均气温、最低气温资料计算该地的风险度 P 值, 它仅代表气象台站周围有限范围的风险情况, 对以丘陵山区为主的南方省份, 地形气候十分明显, 水稻田块不同海拔高度均有分布, 但山区缺少气象观测资料而无法计算其制种风险, 用气象台站的 P 值来推算无测站地区的风险缺乏依据, 而气象要素是可根据地形来推算的, 因此推算 P 值, 还得从气象要素开始。

3.1 气象要素海拔高度模型

影响气象要素空间分布的地形因素很多, 如大山体、大水体、离海远近(经度)、太阳辐射的纬向分布(纬度)、海拔高度等。为化解问题, 首先考虑大山体、大水体对气候的影响, 在地理信息系统中把江西省按不同地形地貌数字化 4 个区, 即赣北的鄱阳湖区、赣西的井冈山地区、赣东的武夷山区和赣南的南岭山区(图略)^[4], 经大量的统计分析, 在每个区内温度的变化主要与海拔高度有关, 其相关系数均在 0.95 以上。因此在每一个地形气候区

内分别建立气象要素与海拔高度的关系, 这样把一个复杂的问题逐步分解为多个便于计算的简单问题, 为此计算了不同地形区、不同月份的温度随高度递减率, 见表 2。

表 2 江西省各地形区各月温度递减率

气候区	℃/100 m				
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
鄱阳湖区	0.54	0.58	0.67	0.68	0.64
井冈山山区	0.56	0.58	0.65	0.64	0.58
武夷山区	0.54	0.59	0.67	0.72	0.65
南岭山区	0.55	0.58	0.66	0.68	0.62

3.2 数字高程模型

根据上述气象要素与海拔高度地形因子的关系, 要推算某地的气象要素必须知道该地的海拔高度, 因此还要建立数字高程模型(DEM)。一般用等高线进行内插, 内插时必须给定网格大小, 也就是我们进行气候资源分析的精度, 或称分辨率; 网格越小, 分辨率越高, 描述性就越好, 但计算量增加。另外还须考虑原始图件(矢量) 的比例尺, 比例尺大, 网格可取小, 比例尺小, 网格不能太小, 否则误差很大; 我们考虑气候资源空间变化的连续性, 研究区域范围的大小、原始图件比例尺的大小、山区地形的复杂性, 用 1:25 万地形高程矢量数据在 Arc/info 地理信息系统中转成全省 500 m × 500 m 的网格高程数据(全省为 1261 行 × 987 列), 足以反映一个省农业气候资源的特征^[5]。

3.3 网格点上气象要素的计算

在同一地形气候区域内, 把该区域内各气象台站的温度资料根据其海拔高度和表 2 中的递减率将其订正到同一海平面高度上。

$$T_0 = T_k + \gamma h \quad (19)$$

T_0 为海平面气象资料, T_k 为台站气象资料, h 为台站海拔高度, γ 为表 1 中的递减率。

然后将同一海平面高度上的各台站 T_0 内插到与 DEM 相同分辨率的网格点, 在地理信息系统中一般采用距离加权平均法进行内插^[6], 计算公式为:

$$T_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^n T_k d_k^{-2}}{\sum_{k=1}^n d_k^{-2}} \quad (20)$$

式中 T_k 为网格点邻近第 k 个气象台站的气候要素值, d^{-2} 是网格点到邻近第 k 个气象台站距离的平方倒数值, 即距离权重, n 为网格点邻近气象站的个数, 一般取 3~5 个均可。从公式可知网格点与某个气象台站的相互位置越是接近, 其数据的相似性越强, 是符合天气气候规律的。这种距离内插也就考虑了经纬度对气候要素的影响。有了各网格点海平面上气象要素值, 再用网格点的海拔高度及气象要素的递减(增)率计算得到各网格点的实际高度上气象要素实际值。

$$T = T_0 - \gamma h \quad (21)$$

这里 T 为网格点实际高度气象要素值, T_0 为网格点海平面气象要素值, h 为网格点的海拔高度, γ 为表 1 中不同区域不同月份气象要素随海拔高度的递减率。

3.4 网格点上风险度 P 的计算及风险评估

风险度计算要从逐日资料开始, 网格点的逐日气象要素值按网格点所在地形气候区和不同月份的气象要素高度模型用公式(19)、(20)、(21)进行计算, 把每个网格点虚拟为

具有历年逐日气象资料的气象台站,再根据两系杂交稻制种风险 P 的定义,用公式(2)~(18)来计算该网格的风险值,待所有网格都计算完毕即成一幅图像,也就是风险评估图,在地理信息系统中,叠加其它地理信息(如行政区、居民点、公路、水系等)后一同打印出风险图。我们用江西省84个台站40年(1960~1999年)5月1日到9月30日逐日平均气温、逐日最低气温资料,按500 m×500 m的网格,在PⅡ计算机上进行15 h的计算,得出了江西省两系杂交稻制种育性转换期气候失败风险评估图,见图1。从图上可以看到光温敏型品种无风险区在赣东北的铅山、德兴、上饶的低海拔地区,对温敏型品种无风险区除上述地区外,赣南海拔较低的地区均为无风险制种区。全省大部分平原地区为40年一遇风险的制种区。越往山区制种失败的风险越大,直至不能制种。

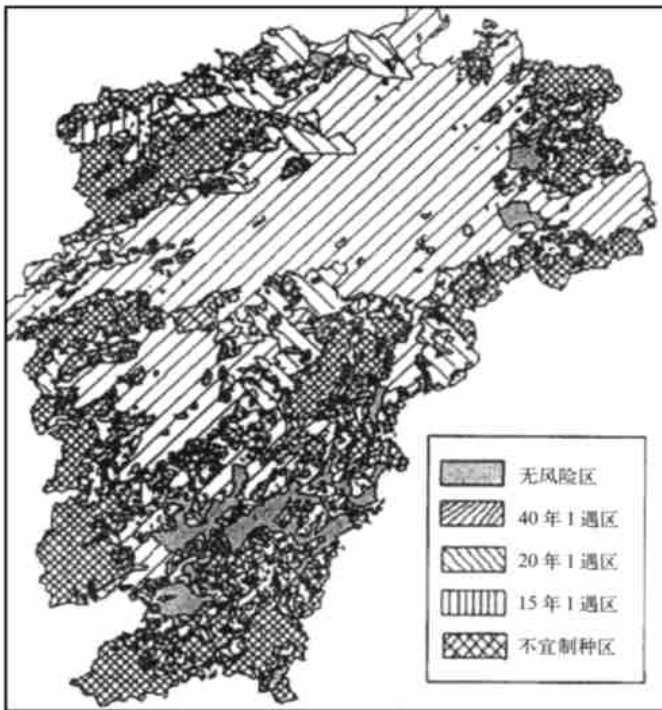


图1 江西省两系杂交稻制种基地气候风险区划

4 两系杂交稻制种减产气候风险

抽穗扬花期遇到不利天气(高温、低温、连阴雨等)会降低结实率,减少制种产量,首先考虑适宜气象条件指标, $24^{\circ}\text{C} \leq \text{日平均温度} \leq 30^{\circ}\text{C}$,对某地(X, Y)具有 M 年逐日气象资料(对江西每年仅需8、9月份的气象资料),用5日滑动平均法,求算历年 $\geq 24^{\circ}\text{C}$ 的终日 Z_i 。从秋季往夏季用5日滑动平均法倒推,求算历年日平均温度低于 30°C 的初日 C_i ,制作一张二维表,见表3,表中元素为 $t_{ij}(i=1, 2, \dots, M, j=8.1, 8.2, 8.3, \dots, 9.30)$

$$t_{ij} = \begin{cases} 1 & (C_i \leq j \leq Z_i) \\ 0 & (j < C_i, j > Z_i) \end{cases} \quad (22)$$

表3 历年符合抽穗扬花期适宜气象条件的天数

	8.1	8.2	...	8.31	9.1	9.2	...	9.30
1960 ($i=1$)	0	0		1	1	1	0	0
1961 ($i=2$)	0	0	1	1	1	1	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1999 ($i=40=M$)	0	0	1	1	1	1	0	0
合计 T_j	4	5	11	40	40	39	1	0

然后求算每日 t_{ij} 的 40 (M) 年合计值

$$T_j = \sum_{i=1}^m t_{ij} \quad (j = 8.1, 8.2 \dots, 9.30) \quad (23)$$

则我们定义每日受灾的气候概率为该日减产风险 R_j

$$R_j = \frac{M - T_j}{M} \times 100\% \quad (j = 8.1, 8.2 \dots, 9.30) \quad (24)$$

如表3中8月1日的减产风险 R_1 为 $(40 - 4)/40 \times 100\% = 90\%$, 9月2日的减产风险 R_{33} 为 $(40 - 39)/40 \times 100\% = 2.5\%$ 等等。对任意 15 d (完成抽穗扬花期的天数) 可计算该时段平均风险 R_{jj}

$$R_{jj} = \frac{\sum_{j=1}^{j+14} R_j}{15} \quad (j = 8.1, 8.2 \dots, 9.16) \quad (25)$$

称为该地抽穗扬花期的减产风险。

设某地在 P 风险 ($P = K/M \times 100\%$) 下可制种, 则存在该风险下育性转换期最早初日 C_{M-K} , 最迟终日 Z_{M-K} , 且 Z_{M-K} 与 C_{M-K} 之间的间隔天数 L_{M-K} 一定大于等于 20。当 $L_{M-K} \geq 20$ 时, 由于育性转换期要 20 d 才能完成, 因此在数学上育性转换期应有 $L_{M-K} - 19$ 种安排法, 如 $L_{M-K} = 20$, 有 $20 - 19 = 1$ 种安排; $L_{M-K} = 21$, 有 $21 - 19 = 2$ 种安排, 依此类推。对每一种安排, 育性转换期的失败风险都一样, 而紧随其后的减产风险 R_{jj} 是不一样的。其中最佳的安排为育性转换期之后的抽穗扬花期的平均减产风险达到最小, 从制种失败风险角度看, 此减产风险值可称为该制种失败风险 (包括 0 风险, 即无风险) 下的制种减产风险。

$$R_f = \min(R_{jj}) \quad (j = 8.1, 8.2 \dots, 9.16) \quad (26)$$

5 两系杂交稻制种减产风险评估

从减产风险的定义可看出, 抽穗扬花期安排在不同时段, 其减产风险值 R_f 不一样, 太早会受高温危害, 太迟受低温影响。另外, 两系杂交稻制种育性转换期完成后, 才进入抽穗扬花期。在某地制种, 首先要保证育性转换期的气象条件, 即在保证制种成功的基础上, 再考虑抽穗扬花期的气象条件 (影响产量高低)。因此减产风险区划是在某个失败风

险(包括0风险,即无风险)区划下的2级再区划。

在制种失败风险区划的基础上,选择某一失败风险下的可制种区,再进行减产风险区划。计算方法同失败风险区划一样,先将40年逐日气象要素(8、9月份温度)按前面的方法推算到500 m×500 m网格点上,把每个网格点虚拟为一个气象站,按照减产风险的定义,计算各网格点的减产风险 R_f ,即可制作出该制种失败风险下的制种减产风险区划图。

图2(略)为温敏型品种在全省40年1遇风险下的可制种区计算出的减产风险区划图,从图中可看出,虽然育性转换期的失败风险相同,但抽穗扬花期的减产风险仍有较大差别,反映了气候要素的随时间分布的不均匀性和变异性,因此两系杂交稻制种基地的选择应当优中选优,以达到稳产高产之目的。

6 讨 论

(1) 本文为运用地理信息系统技术对两系杂交稻制种气候风险进行了评估,并计算出了气候风险图,由于制种必须在水稻田里进行,如能结合遥感技术,用资源卫星解译出农田信息,与制种气候风险图叠加分析,则指导性更强。

(2) 本文计算的为一个省的制种气候风险图,采用500 m×500 m的网格分辨率,对某个制种县,尤其是丘陵山区必须采用更高的地形分辨率的地理数据,才能找出适合制种的小地形气候。

(3) 我们从1996年开始开展两系杂交稻制种气候决策服务,1998年开始用本文最新技术指导农业生产,已运用本文中的计算技术,在多个制种基地县取得制种成功。理论研究与实际相吻合。

(4) 公式(26)为某一制种失败风险下求得的最小减产风险,其中最小减产风险 R_{fj} 的 j 为抽穗开始日,根据不同父本、母本品种从播种到始穗的积温要求,结合当地多年气候资料,可反推出父本、母本的播种日期,更具实际应用意义。

参 考 文 献

- 1 Contini S, Servida A. Risk analysis in environmental impact studies. In: Colomha G, ed. Environmental Impact Assessment. ECSE, EEC, EAEC, 1992. 79~103.
- 2 潘熙淦,吴崇浩,曹华盖,等. 两系杂交水稻制种技术. 江西农业科技, 1996, (4): 1~4.
- 3 曹华盖,殷剑敏,魏丽. 充分发挥我省气候资源优势,调整两系杂交稻制种基地布局. 江西气象科技, 1997, (2): 25~26.
- 4 殷剑敏,魏丽,王怀清. 地理信息系统在农业气候资源评估和农业气候区划中的应用. 南昌大学学报, 2000, (3): 58~62.
- 5 殷剑敏. 江西省小网格热量资源图的分析与应用. 亚热带丘陵山区农业气候资源研究论文集. 北京: 气象出版社, 1988. 110~114.
- 6 张超,陈丙咸,乌伦. 地理信息系统. 北京: 高等教育出版社, 1997.

STUDY ON ASSESSMENT OF CLIMATE RISK FOR SEED-BREEDING BASE AREA OF BILINEAR HYBRID RICE

Yin Jianmin Wei Li Wang Huaqing

(*Meteorological Science Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330046*)

Abstract

The climate risk for seed breeding of bilinear hybrid rice is defined on the basis of Jiangxi geographical data on the scale of 1: 250000, climate data in 40 years of 84 observatory stations and analysis of the relationship between climate factors and height above sea level, using spatial analyzing method of GIS. The climate risk for seed breeding of bilinear hybrid rice is assessed and the best region and season for seed breeding is sought. It is important to agricultural production. Analyzing results were proved by the production practice.

Key words: Bilinear hybrid rice Seed-breeding base area Risk assessment GIS