

文章编号: 1000-2022(2000) 03-0356-05

影响我国水稻产量的主要气象因子的研究

邱新法, 曾 燕, 黄翠银

(南京气象学院环境科学系, 南京 210044)

摘要: 通过收集前人所作的全国各地水稻产量气象预报模型, 将所得到的资料按双季早稻、双季晚稻、单季稻进行分类, 并提取预报因子。通过定量化处理, 使用系统聚类分析方法, 以预报方程中的影响因子为指标, 讨论了各水稻分区(双季早稻分为 4 个区, 双季晚稻分为 2 个区, 单季稻分为 9 个区)水稻产量的主、次要影响因子和影响时期, 为大范围水稻产量预报提供了科学依据。

关键词: 水稻, 产量, 气象因子

中图分类号: S162.5⁺3 文献标识码: A

水稻是我国主要的粮食作物, 水稻最终产量的形成是它在整个生长过程中受外界环境因子综合影响的结果。我国的水稻主要有单季稻、双季早稻和双季晚稻, 它们都需要在适宜的气象条件下才能生长^[1]。影响它们的气象因子有水分、光照、温度等, 这些因子适宜与否都会影响到水稻的产量。单季稻的生育期是 4~9 月, 双季早稻的生育期一般是 3~8 月上旬, 双季晚稻的生育期是 6~11 月上旬, 了解这些时期的气象条件, 对照水稻的适宜生长条件, 对提高水稻产量有重要的意义^[2~6]。

近些年来, 不少学者对影响水稻产量的气象因子作了大量的研究, 但不同的研究目的和角度各不相同, 得出的结论也不尽一致; 研究方法也不尽相同, 有的是定量研究, 有的是定性研究; 研究的地域范围相差也较大。因此, 对前人的诸多研究成果有必要作一系统总结。本文在全面系统地总结水稻产量气象预报研究成果的基础上, 对其中影响水稻产量的气象因子经过整理和处理, 定量地分析了影响各地水稻产量的主要气象因子, 为大面积水稻产量监测和预报提供了科学依据。

1 资料来源

本文所收集的水稻产量预报模型资料来源于各种气象及农业刊物中所发表的有关水稻产量预报的文献, 查找的刊物包括《气象学报》、《南京气象学院学报》、《中国粮食产量气象预报研究》、《中国农业气象》、《气象》, 以及各省市的气象及农业气象刊物, 所涉及的省市有安徽、广西、湖北、宁夏、四川、贵州、河北、青海、广东、海南、江西、陕西、新疆、福建、河南、江苏、浙江、山东、云南、甘肃、辽宁、山西、天津、北京、上海。刊物出版年代从 70 年代至 90 年代。

2 研究方法

为了能比较详细的分析影响我国水稻产量的气象因子,对收集到的资料进行处理,将影响水稻产量的气象因子分为光照、温度、降水 3 种;在时间上,以旬为单位,将一年分为 36 旬,即每种影响因子的可能影响时间为 36 旬,则每个地区的可能影响因子确定为 $36 \times 3 = 108$ 个。对每一个地区将所有影响因子都转换为具体某一种气象条件及某一旬时间段的气象因子。在地域上,以市、县级范围为标准,地区级范围内的预报可通过查找原始资料,订正出该地区内可适用于预报方程的市或县级的站点。之后将影响因子定量化,其过程为:如果某一气象因子有一次被确定为影响因子,就将其值记为 '1',如果某一气象因子有两次被确定为影响因子,就将其值记为 '2',依此类推;如果一次都没有,就记为 '0'。为了能消除权重不均的影响,进一步做归一化处理,本文设置每个地区的因子整体权重为 100,对因子做归一化处理。最后,利用聚类分析的方法对本文所涉及到的 15 省、市、自治区的市、县进行分类,整个过程流程如图 1 所示。

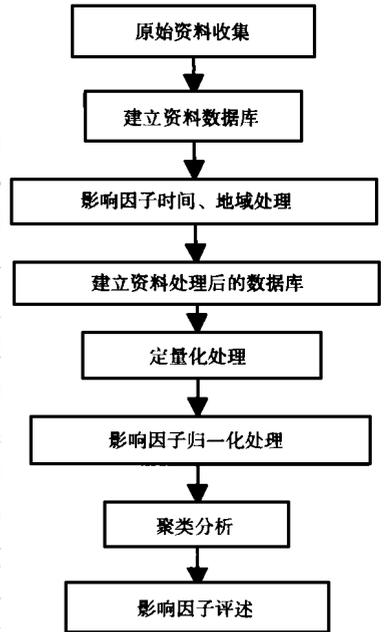


图 1 研究过程流程图

Fig.1 Flow chart of research procedure

3 结果分析

3.1 分类结果

用聚类分析方法对双季早稻、双季晚稻、单季稻预报模型中所涉及的几十个市、县予以分类。

(1) 双季早稻分为 4 个区

1 区: 广西、广东、湖南南部、福建西南部、江西南部; 2 区: 湖南北部、江西中部、福建中北部; 3 区: 湖北中部、安徽大部、江西东北部等长江中游沿岸; 4 区: 江苏、浙江及安徽东部。

(2) 双季晚稻分为 2 个区

1 区: 广西、广东大部、湖南中南部、福建大部、浙江、上海等地; 2 区: 湖南北部、江西、广东东北部、福建西北部、安徽东南部、江苏苏南一带。

(3) 单季稻分为 9 个区

1 区: 云南南部; 2 区: 云南北部地区及贵州省; 3 区: 浙江南部、福建东北部; 4 区: 浙江北部、江苏、安徽一带; 5 区: 四川东部、湖北等地及附近地区; 6 区: 四川成都平原; 7 区: 辽宁省; 8 区: 吉林省、黑龙江省; 9 区: 新疆西部伊宁一带。

3.2 结果分析

求各区内影响因子的平均值,确定各区影响水稻产量的主要气象因子。

(1) 影响各区双季早稻产量的主要气象因子

双季早稻的种植地区主要在云贵高原以东、华南、长江中下游地区,影响各区双季早稻产量的主要气象因子见表 1。

表 1 影响双季早稻产量主、次要气象因子

Table 1 Primary and secondary meteorological factors affecting yield for double-harvest early rice

区号	主要因子	次要因子
1	5月下旬和6月上旬的降水	5月上、中旬的温度
2	5月中旬的光照和降水	6月上、中旬的温度
3	6月下旬、7月上旬的降水	6月下旬温度和光照
4	6月份的降水	4月上旬~5月上旬的温度

影响第 1 区双季早稻产量的主要气象因子是 5 月下旬和 6 月上旬的降水量, 该区雨水丰沛, 这一时期该区正处于双季早稻的拔节到抽穗期, 各地降水偏多, 普遍在 200 mm 以上, 积温在 500 以下, 日照时数不足 100 h, 连绵阴雨不利于双季早稻孕穗。影响第 2 区双季早稻产量形成的主要气象因子是 5 月中旬的光照和降水, 这一时期正处于双季早稻分蘖期。据统计, 该区移栽一拔节期间降水量在 250 mm 以上, 江西部分地区多达 300~400 mm, 日照时数在 125~150 h 之间, 地处江南春雨区, 6 月上、中旬双季早稻拔节一抽穗期间, 积温仅 500 左右。过多的低温阴雨天气不利于双季早稻前期的生长、发育, 是限制该区双季早稻产量的主要气象因子。第 3 区位于长江流域, 影响该区双季早稻产量的主要气象因子是 6 月下旬~7 月上旬的降水, 其次为 6 月下旬的温度和光照。6 月下旬~7 月上旬正值双季早稻抽穗和灌浆初期, 恰逢梅雨期, 梅雨期持续时间的长短及稳定与否对双季早稻产量影响巨大。第 4 区位于东部沿海, 6 月双季早稻拔节一抽穗期间的降水不均, 影响双季早稻孕穗; 4 月上旬~5 月上旬双季早稻育秧、移栽期间多低温阴雨天气, 影响双季早稻栽后早发, 是影响该区双季早稻产量的主要气象因子。

(2) 影响各区双季晚稻产量的主要气象因子

我国双季晚稻的种植地区主要分布在云贵高原以东、长江以南的南方地区, 影响各区双季晚稻产量的主要气象因子见表 2。

表 2 影响双季晚稻产量的主、次要气象因子

Table 2 Primary and secondary meteorological factors affecting yield for double-harvest late rice

区号	主要因子	次要因子
1	9月上旬~10月下旬的温度	7月下旬温度、9月中旬~10月上旬光照
2	8月上旬~9月下旬的降水	9月下旬的温度、光照和7月份的温度

影响第 1 区双季晚稻产量的主要气象因子是 9 月上旬~10 月下旬的温度, 其次为 9 月中旬~10 月上旬光照和 7 月下旬的温度。9 月中旬~10 月上旬正值该区双季晚稻抽穗至灌浆期, 易受寒露风危害, 双季晚稻生长后期高温、晴朗的天气对该区双季晚稻的产量形成具有重大作用; 另外 7 月下旬移栽前后的高温天气, 对双季晚稻生长也有一定影响。影响第 2 区双季晚稻产量的主要气象因子是 8 月上旬~9 月下旬的降水, 其次是 9 月下旬的温度、光照。8 月上旬~9 月下旬该区双季晚稻处于分蘖至抽穗期, 受盛夏伏旱天气的影响, 全区拔节至抽穗期间的降水量普遍不足 100 mm, 部分地区在 80 mm 以下; 另外, 9 月下旬双季晚稻抽穗期间的秋季低温冷害及 7 月移栽返青期间的高温天气, 对双季晚稻生长、发育也有一定影响。

(3) 影响各区单季稻产量的主要气象因子

单季水稻主要分布在东北、华北及西南高原一带, 即分布在偏北或地势偏高的地区。华南和长江流域南部大多为双季稻所代替, 只有山区和少数地方还有栽培。影响各区单季稻产量的主要气象因子见表 3。

表 3 影响单季稻产量的主、次要气象因子

Table 1 Primary and secondary meteorological factors affecting yield for single-harvest rice

区号	主要因子	次要因子
1	8月上旬~9月下旬的降水	
2	6月下旬至8月下旬的降水	8月中、下旬温度, 4月上旬的降水和4月中旬温度
3	8月份的光照、9月份的温度	
4	6月下旬至7月中旬的温度	
5	5月中旬~6月下旬的降水和光照	4月中下旬温度, 7月中下旬光照
6	5月下旬~6月中旬的温度	4月下旬、7月中旬的温度
7	5月上旬~9月下旬的温度	
8	6月上旬~7月下旬的温度	9月中、下旬的光照
9	5月份和8月上旬~9月下旬的降水	

第 1 区位于云南南部, 8月上旬~9月下旬正值单季稻抽穗一成熟期, 期间降水量大于 300 mm, 日照时数仅 250 h 左右, 过多的阴雨天气不利于单季稻后期灌浆、成熟。第 2 区位于我国西南部, 阴冷的气候特征是影响该区单季稻产量的主要气象因子; 另外, 8月中、下旬单季稻抽穗期的低温和 4月上、中旬移栽期的春旱对单季稻的生长也有一定影响。影响第 3 区单季稻产量的主要气象因子为 8 月份的光照和 9 月份的温度, 8、9 月份该区单季稻正处于抽穗一成熟期, 受沿海秋季阴雨天气的影响, 期间积温在 950 左右, 略显不足, 日照时数在 250~300 h, 降水量约 100~150 mm, 是影响该区单季稻产量的主要气象因子。影响第 4 区单季稻产量的主要气象因子为 6 月下旬至 7 月中旬的温度条件, 单季稻抽穗前期的盛夏伏旱高温天气是影响该区单季稻产量的主要气象因子。影响第 5 区单季稻产量的主要气象因子是 5 月中旬~6 月下旬的降水和光照, 此时正处单季稻分蘖期, 连绵阴雨天气对该区单季稻产量影响巨大; 此外, 4 月中下旬单季稻播种期的低温和 7 月中下旬单季稻抽穗、扬花期的高温天气对单季稻的生长、发育也有一定影响。影响第 6 区单季稻产量的主要气象因子是 5 月下旬~6 月中旬的温度, 该区热量条件尚充足, 但单季稻关键生长季节缺乏高温天气是影响该区单季稻产量的主要气象因子。影响第 7 区单季稻产量的主要气象因子是 5 月上旬~9 月下旬的温度, 水稻移栽一成熟期的热量条件对该区单季稻产量影响巨大, 该区持续型低温冷害严重。第 8 区是我国单季稻种植最北地区, 播种一成熟期在 130 d 以下, 生长期短, 热量资源不足, 移栽一抽穗期的热量条件及灌浆期的光照条件是影响该区单季稻产量的主要气象因子。第 9 区位于我国最西部, 气候干旱, 只有灌溉条件良好的地区才能种植水稻, 5 月份播种期和 8 月上旬~9 月下旬抽穗一成熟期的降水条件是影响该区单季稻产量的主要气象因子。

4 结 论

(1) 通过对影响水稻产量的气象因子和影响时期进行分区讨论, 可以为水稻种植提供科学依据。对于不利的因子可及早采取措施抵御, 对于有利的因子加以利用, 为获得最终高产打下基础。

(2) 本文结果可为大范围水稻产量预报提供参考,在预报中可重点考虑使用各区的主要影响因子作为首选预报因子。

(3) 由于所参考的文献年代从 70 年代至 90 年代,70 年代的生产力水平与 90 年代的生产力水平不相一致,气候也存在着变化,同一地区 70 年代的预报方法与 90 年代的也会有所不同,但从整体上看,结论应该具有普遍意义。

(4) 本文资料涉及面广,地区跨度大,时间延续长,为各地提供了影响水稻产量的主要气象因子,各地在采用本文结论时可根据具体情况做适当订正。

参考文献

- [1] 龚绍先. 粮食作物与气象[M]. 北京: 北京大学出版社, 1988
- [2] 崔读昌, 刘洪顺, 闵谨如, 等. 中国主要农作物气候资源图集[M]. 北京: 气象出版社, 1984
- [3] 中国农业科学院中国农作物种植区划论文集编写组. 中国农作物种植区划论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1987
- [4] 李世奎. 中国农业气候资源和农业气候区划[M]. 北京: 科学出版社, 1988
- [5] 冯定原, 邱新法, 孙 娴. 水稻发育进程动态模拟[J]. 南京气象学院学报, 1996, 19(2): 215 ~ 219
- [6] 冯定原, 邱新法, 戴小笠. 水稻植株光合产物分配、转移规律和生长动态模拟[J]. 南京气象学院学报, 1996, 19(1): 50 ~ 56

Primary meteorological factors affecting rice yields in China

QIU Xin-fa, ZENG Yan, HUANG Cui-yin

(Department of Environmental Sciences, NIM, Nanjing 210044)

Abstract: Based on published rice yield-weather models for different cropping types in various areas of China, the obtained data fall into three classes according to double-harvest early rice, double-harvest late rice and single-harvest rice. Forecasting factors are extracted and quantitatively processed, from which rice is regionalized using clustering method as four ones for double-harvest early, two for double-harvest late and 9 for single-harvest. The primary and secondary affecting factors and their affecting periods are discussed, which may provide scientific basis for large-area rice field prediction.

Key words: rice, yield, meteorological factor