

专业气象服务

影响我国主要粮食作物产量的气象因子研究

曾 燕

邱新法 黄海智

(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101) (南京气象学院环境科学系)

提 要

通过收集前人主要粮食作物气象产量预报的研究成果,将所得到的资料按作物进行分类,并进行归一化处理,使用系统聚类分析方法,以预报方程中的影响因子为指标,分区找出各区主要粮食作物产量的主、次要影响因子和影响时期,为大范围作物产量预报提供了科学依据。

关键词: 粮食作物 产量 气象因子 聚类分析

作物产量的天气气候研究作为应用基础学科的一个分支,其实际应用比较广阔^[1]。最近十几年来最引人注目的是作物产量监测和预报,许多国家都已把它列入日常业务范围^[2]。本文拟在总结前人所做的气象产量预报模式基础上,以预报方程中的影响因子及影响时期为依据,在全国范围内,利用聚类分析,研究各区域主要粮食作物(双季早稻、双季晚稻、单季稻、冬小麦)产量主要影响因子

和影响时期,以供大范围作物产量预报参考。

1 资料来源及处理方法

1.1 资料来源

资料来源于70年代至90年代各种气象及农业刊物中所发表的有关粮食作物气象产量预报的文献,查找的刊物包括《气象学报》、《南京气象学院学报》、《中国农业气象》、《气象》以及各省市的气象刊物。涉及安徽、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、北京、天津、上海等省市。另外,还参考了《中国粮食产量气象预报研究》中的研究成果。

1.2 资料处理方法

整个资料处理的流程如图1所示。

1.2.1 原始资料收集及影响因子处理

将有关作物气象产量预报方程的文献查出,按预报省份、预报地区、预报的作物品种、影响因子、作者、刊物名称、期刊号、结果、备注一一列出。为了便于研究分析,采用 Microsoft Access 对每种作物各建立一个数据库(数据库结构样例如表1)。在建立数据库时将影响因子分为水分、光照、温度3大类,用关键字来表示。每一影响因子拆分为要素、时间、项目三部分。如某一影响因子为7月上旬的平均温度,可表示为温度、7月上旬、

平均温度3部分。少数难以拆分转化的综合因子,如台风影响指数、灾害影响指数、综合不利气象指数等,在资料处理时舍弃不用。

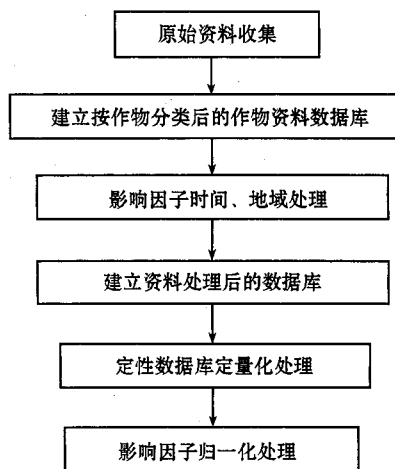


图1 资料处理流程图

表1 原始资料数据库样例

省份	市县	品种	因子号	因子(要素、时间、项目)	作者	期刊名	期刊号	结果
广西	南宁	早稻中熟	x_1	光照、出苗~移栽、总日照时数	吴金衍	农业气象	1984.4	$y = 352.6849 + 0.6455x_1 + 2.0098x_2 + 0.7061x_3 + 1.1864x_4$
广西	南宁	早稻中熟	x_2	光照、幼穗分化后15天、总日照时数				
广西	南宁	早稻中熟	x_3	光照、孕穗前后5天、累计日照时数				
广西	南宁	早稻中熟	x_4	温度、孕穗~乳熟后5天累计温度日较差				
广西	南宁	早稻迟熟	x_1	温度、出苗~抽穗、积温	吴金衍	农业气象	1984.4	$y = -2081.2224 + 1.2022x_1 - 17.4073x_2 + 1207.1274x_3$
广西	南宁	早稻迟熟	x_2	光照、幼穗分化后15天平均日照时数				
广西	南宁	早稻迟熟	x_3	温度、光照、抽穗~成熟、平均日照/平均温度				
广西	南宁	早稻	x_1	温度、3月~4月、大于0℃积温	陈靖	广西气象	1984.5	$y = 110.8887 - 0.0261x_1 + 0.5932x_2 + 2.4391x_3 - 2.4488x_4 - 0.0066x_5$
广西	南宁	早稻	x_2	光照、16/5~30/6、平均日照时数				
广西	南宁	早稻	x_3	温度、6/6~25/6、平均最高气温				
广西	南宁	早稻	x_4	温度、6/6~20/6、平均最低气温				
广西	南宁	早稻	x_5	水分、1/6~20/6、总雨量				

1.2.2 时间及地域处理

建立起原始资料数据库之后,首先,对影响因子进行时间处理。纵观温度、光照、水分等气象影响因子在时间上的分布是散乱的。因此,影响因子的时间必须用一个统一的尺度来表达。由于只有少数影响因子的时间具有具体日期,而用月来表示则显得太粗糙,时间跨度大,不易反映出影响因子的时间性。用具体生育期来表示也存在着时间跨度大的问题,而且存在有的影响因子对作物的影响

只是在某生育期内的一段时间,同种作物不同品种的各生育期不尽相同等问题。所以,本文采用了以旬作为时间尺度统一化的标准。对用具体生育期表示的影响因子按文献[3]订正成以旬表示的因子,对用具体日期表示的影响因子则近似地转化为该日期所在的旬。如23/9~10/10的日平均温度则可表示为9月下旬~10月上旬的日平均温度。在经过上述处理后,由于影响因子主要为温度、水分、光照,1年分为36旬,因此可分成108

个影响因子,其中温度、水分、光照各占36个。

与时间处理并行的是地域上的处理。在查得的各种预报方程中,预报所涉及的地域范围大小不一,大到全省范围,中到地区,小至市、县级。由于省级范围的预报方程,并未将各地区的气候差异区分开来,显得太粗糙,其预报资料仅作为辅助资料,在进一步因子权重处理中应用。地区级范围内的预报也存在着空间跨度较大的问题,但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,也就是将地区级的预报进一步划分为市、县级,以便与其它市、县级的预报方程达到地域跨度上的统一。由于市、县级地域范围小,地形和气候上大体相似,因此可作为资料处理中地域跨度上的统一标准。

1.2.3 定量化处理

在对原始资料进行时间和空间上的处理

表2 定量数据库样例

省分	市、县	作物品种	影响因子	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12(旬)								
广西	南宁	早稻	温度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17								
广西	南宁	早稻	水分	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
广西	南宁	早稻	光照	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.08	2.08	2.08	2.08	0.0	0.0								
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36(旬)
2.08	4.17	4.17	8.33	10.42	4.17	2.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	2.08	2.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	4.17	6.25	6.25	4.17	4.17	2.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2 研究方法与分析结果

本文采用系统聚类方法,对上述定量化后资料进行分析,将影响因子相似的站点归类,以提取各地区作物产量的主要影响因子。在对站点聚类分析及分区之后,可通过归一化处理后得出的各影响因子的平均值来确定区内的主要影响因子和影响时期,平均值大则为主要影响因子。

2.1 影响我国水稻产量的主要气象因子

根据各区影响因子的平均值,确定各区早稻、晚稻、单季稻的主、次要影响因子和影响时期,具体结果如下:

2.1.1 按影响因子分区结果

用聚类分析方法对双季早稻、双季晚稻、

后,再对每种作物建立处理后的数据库,在建立此数据库时还应考虑影响因子的表示方法,即将定性的资料转化为定量的资料。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’。同一地区不同研究者所建同一作物的预报方程中,如有相同的影响因子则将其累加;同一预报方程中相同的影响因子再次出现也将其累加。如“2”表示该旬的影响因子两次出现在不同的预报方程中或同一预报方程中出现两次。数值越大表示该影响因子被引用次数越多。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,对其因子做归一化处理。经上述处理后的定量数据库样例见表2。

单季稻预报模型中所涉及的几十个市、县予以分类。分类结果如下:

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。

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。

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。

2.1.2 影响各区水稻产量的主要气象因子

分析

我们分区研究了影响水稻产量的主要气象因子(见表3),下面以双季早稻为例进行讨论。

表3 影响作物产量主、次要气象因子一览表

区号	双季早稻		双季晚稻		单季稻		冬小麦	
	主要因子	次要因子	主要因子	次要因子	主要因子	次要因子	主要因子	次要因子
1	W _{5下} , W _{6上}	T _{5上中}	T _{9上-10下}	T _{7下} L _{9中-10上}	W _{8上-9下}		T _{1上-2上}	T _{11中下}
2	L _{5中} , W _{5中}	T _{6上中}	W _{8上-9下}	T _{9下} , L _{9下} T ₇	W _{6下-8下}	T _{8中下} W _{4上} T _{4中}	P ₁₂₋₅	T ₁ L ₅
3	W _{6下-7上}	T _{6下} L _{6下}			L ₈ T ₉		T _{4下-5下} L _{3上-4上}	L _{5中-6下}
4	P ₆	T _{4上-5上}			T _{6下-7中}		P _{4上-5中} T _{3中-4上}	L _{4中-5中}
5					W _{5中-6下} L _{5中-6下}	T _{4中下} L _{7中下}	T _{11上-2下}	P ₁₁ P ₃
6					T _{5下-6中}	T _{4下} T _{7中}		
7					T _{5上-9下}			
8					T _{6上-7下}	L _{9中下}		
9					W ₅ W _{8上-9下}			

表中:P、T、W、L 分别表示降水量、气温、水分、日照;下标中数字表示月份,11、12 表示前一年 11、12 月,其余为当年;上、中、下分别表示上旬、中旬、下旬。

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~抽穗期,各地降水偏多,普遍在200mm以上,积温在500℃以下,日照时数不足100小时,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月中旬的光照和水分,这一时期正处于双季早稻分蘖期,据统计,该区移栽~拔节期间降水量在250mm以上,江西部分地区多达300~400mm,日照时数在125~150小时之间,地处江南春雨区,6月上、中旬双季早稻拔节~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,限制该区双季早稻产量。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~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,影响该区双季早稻产量。

2.2 影响我国冬小麦产量的主要气象因子

2.2.1 按影响因子分区

采用以上的分析方法,将冬小麦产量预报模型中所涉及到的15个省、直辖市、自治区分割为5个区域。1区:北京、天津及河北北部山地;2区:华北平原大部;3区:新疆北部;4区:上海、浙江、江苏东南部、福建北部等地;5区:湖南、湖北、贵州长江流域。

2.2.2 影响各区冬小麦产量的主要气象因子分析

根据各区影响因子的平均值,确定各区影响冬小麦产量的主、次要气象因子(见表3)。

1区:本区靠近冬小麦种植北界,冬季严寒天气是影响该区冬小麦产量的关键因子。冬小麦越冬季节的冻害和冬前分蘖后期的寒潮天气对冬小麦生长影响重大。

2区:本区属强冬性冬小麦半干旱、半湿润气候区^[4],水分亏缺是影响该区冬小麦产量的主要气象因子。从头年12月~当年5月冬小麦越冬~抽穗期间,大部分地区降水量只有70~80mm,水分资源严重不足。此外,隆冬季节(1月)低温冻害和5月抽穗、灌浆期的干热风天气,对冬小麦产量也有一定影响。

3区:本区属强冬性冬小麦干旱区,影响冬小麦产量的主要气象因子是干旱,尤其是拔节~成熟期,各地降水不足30mm,是限制冬小麦产量的主要气象因子。该区应限制冬小麦的发展。

4区:本区属弱冬性冬小麦湿润、极湿润气候区,降水偏多是限制冬小麦高产的主要气象因子,特别是4月上旬~5月中旬冬小麦抽穗~成熟期间,各地降水量普遍在200mm以上,局部地区多达300mm,日照时数仅200h左右,湿害严重,有些年份易发赤霉病,严重影响冬小麦产量。此外,3月中旬~4月上旬冬小麦拔节~抽穗期间气温偏低且不稳定,易发生倒春寒,对冬小麦产量也影响较大。

5区:本区冬季气温偏高,冬小麦无稳定越冬期,受地形影响,冬季易受寒潮侵害。头年11月上旬~当年2月下旬的低温冻害对冬小麦产量影响严重。另外,11月份冬小麦出苗期和3月份抽穗前后水分偏多,有湿害,对冬小麦产量也有一定影响。

3 结论

本研究探讨了影响我国主要粮食作物产量的气象因子和影响时期,并进行了分区讨论,得出以下几点结论:

(1)通过对影响主要粮食作物产量的气象因子和影响时期进行分区讨论,可以为作物种植提供科学依据。对于不利的因子及早采取措施抵御,对于有利的因子加以利用,为获得高产打下基础。

(2)本文结果可为大范围主要粮食作物产量预报提供参考,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)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,为各地提供了影响主要粮食作物产量的气象因子,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 李世奎. 中国农业气候资源和农业气候区划. 北京: 科学出版社, 1988.
- 2 龚绍先. 粮食作物与气象. 北京: 北京大学出版社, 1988.
- 3 崔读昌, 刘洪顺, 闵谨如等. 中国主要农作物气候资源图集. 北京: 气象出版社, 1984.
- 4 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. 北京: 科学出版社, 1987.

Primary Meteorological Factors Affecting Major Cereal Crop Yields in China

Zeng Yan

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101)

Qiu Xinfu Huang Haizhi

(Department of Environmental Sciences, Nanjing Institute of Meteorology)

Abstract

Based on collecting of meteorological cereal crop yield forecasting models and quantitative analysis of meteorological cereal crop yield affecting factors, the configuration of meteorological factors are classified according to the different areas by methods of clustering analysis. The primary and secondary meteorological factors affecting major cereal crop yields in different areas of China and their affecting periods are found and discussed thoroughly. The conclusions can be used for forecasting of the large-area cereal crop yields.

Key Words: cereal crop yield meteorological factors clustering analysis