

气候变化对福建冬种小麦生产的影响

陈 惠 林添忠

(福建省气象科学研究所,福州 350001)

提 要

使用福建省 31 个县小麦产量资料及相应各地的气象资料,通过气象产量与经膨化处理后的气象因子进行相关分析,得知影响福建冬种小麦产量的关键气象因子是 3 月份的降水量和上年 11 月中旬至 12 月上旬的平均气温。分析了冬种小麦生长期气候资源变化及关键气象因子的年代变化,得出近年气候变化不利于福建冬种小麦的生产。最后对福建冬种小麦种植区重新进行了划分,对福建冬种小麦生产布局提出了建议。

关键词: 气候变化 冬种小麦 降水量 平均气温 种植区划

引 言

近年来,气候变化引起了各方面的重视,许多专家都在着手研究气候变化对农业的影响。小麦是福建省主要冬种作物,近年来,小麦单产及种植面积都有较大的波动,除经济效益差以及福建省小麦灌浆期(2月下旬至4月)适逢春雨期易引起小麦湿害,发生赤霉病,影响小麦灌浆、千粒重低造成产量低品质差以外,究竟小麦生产与近年来气候变化有何关系?本文从气候学角度出发,先找出影响其单产高低的关键气候因子,进而分析小麦生长期气候资源的变化及关键气候因子的变化,以及这些变化对小麦生产的影响,将福建省冬小麦生产划出可种植区和不可种植区,为农业部门制定生产规划提供科学依据。

1 气候对小麦产量的影响

1.1 资料来源

各县及全省有关小麦资料抄自福建省统计局,气象资料抄自福建省气象局气候中心。

1.2 资料处理

福建省小麦单产从较长时段来说是逐年增加的,但年际间存在较大波动。为消除品种更换、栽培技术改进、施肥水平提高等非气象因素对小麦产量的影响,一般都对作物产量进行时间趋势处理。即作物产量可分解为:

$$y = y_t + y_w + \epsilon \quad (1)$$

式(1)中 y 为作物实际产量, y_t 为作物时间趋势产量; y_w 为气象产量; ϵ 为随机误差,一般忽略不计。

先对各县小麦单产进行点聚图分析,发现都可采用下式进行分段模拟趋势产量,即

$$y_t = b_0 + b_1(t - 1949) + b_2(t - 1949)^2 \quad (1949 \leq t \leq 1965)$$

$$y_t = c_0 + c_1(t - 1966) \quad (1966 \leq t \leq 1996) \quad (2)$$

式(2)中 t 为年份,在 1965 与 1966 年之间分段与历史上文革开始相吻合。使用计算机可求得各县的系数值。这样各县各年的趋势产量可通过式(2)求得,则相应的气象产量则可通过下式求得

$$y_w = y - y_t$$

1.3 因子选择

1.3.1 普查因子

福建省冬种小麦常年播种期为 11 月上中旬,收获期为 4 月上中旬,在该时段内,将各县冬小麦气象产量 y_w 与相应县逐旬平均气温、气温日较差、降水量、日照时数进行单相关分析。为扩大因子信息量,对上述气象要素 X_i 以旬为单位进行膨化处理,以平均气温为例,则 11 月上旬至 4 月中旬的平均气温(用 X_1, X_2, \dots, X_{17} 表示)可看成是 17 个基

础预报因子,同样

$$X_1 + X_2, X_2 + X_3, \dots, X_{16} + X_{17}; X_1 + X_2 + X_3, X_2 + X_3 + X_4, \dots, X_{15} + X_{16} + X_{17}; \dots; X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_{17};$$

又可看成是基础因子经膨化后产生的新预报因子。通过各县与相应县各类要素值的基础预报因子以及膨化后的因子进行相关计算,得出各县一系列相关系数供因子选择

1.3.2 选择因子

根据以上普查结果,从中选取与冬小麦气象产量相关系数比较大的因子,即相关系数 $|r| \geq r_{0.10}$ ($|r| \geq r_\alpha$ 时,说明两者有相关,当 $\alpha = 0.001$ 时,表示相关极其显著;当 $\alpha = 0.01$ 时,表示相关显著;当 $\alpha = 0.1$ 时,表示有相关。下同)的气象因子,作为各县冬小麦气象产量逐步回归的候选因子。

1.4 冬小麦产量与气象因子的关系分析

为了阐明福建各地影响小麦产量的主要气候因子,根据以上普查结果,将候选因子与各县逐年小麦气象产量进行逐步回归,筛选因子,结果可知,各地气象产量回归方程(略)中气象要素各有不同,即影响小麦产量的气象因子各有特点,但可看出 11 月中旬 ~ 12 月上旬平均气温以及 3 月份降水量是影响福建省冬种小麦产量的主要气候因素。表 1 列出了冬小麦气象产量与这两个气象因子的相关系数(分别用 r_1, r_2 来表示)。这个结果对福建省冬种小麦生产布局及适种性是有参考价值的,与福建省小麦生产的实际是相吻合的。11 月中旬 ~ 12 月上旬,是福建省小麦的出苗分蘖初期,温度是影响小麦分蘖生长发育的重要因素。据研究^[1],当日平均温度在 3℃ 以下时,一般不会发生分蘖;3 ~ 6℃ 时,分蘖开始缓慢生长,以后分蘖随温度上升,生长加快;6 ~ 13℃ 是分蘖生长最稳健的温度,分蘖生长平稳、粗壮;分蘖生长最快的温度是 13 ~ 18℃,但易引起徒长;温度超过 18℃,分蘖的生长速度又减慢。在福建省冬小麦种植主要地区(集中于闽东南沿海一带),冬小麦产量与 11 月中旬 ~ 12 月上旬平均气温相关系数 r_1 呈负相关(见表 1),因为在这一带,11 月中旬 ~ 12 月上旬平均气温很少低于 13℃,所以温度越高,越不利于形成壮蘖。同时营养

生长期气温偏高,则播种到抽穗天数将明显缩短,造成前期生长量不足,植株矮小,营养器官发育不健全,过早抽穗穗小,影响产量。

表 1 各地小麦气象产量与气象要素的相关系数

| 地点 | r_1 | r_2 | 地点 | r_1 | r_2 |
|----|----------|------------|----|-----------|------------|
| 福州 | -0.3045* | -0.5178** | 漳州 | 0.2797 | -0.7702*** |
| 莆田 | -0.2980* | -0.5465*** | 同安 | -0.4006** | -0.7540*** |
| 仙游 | -0.2698* | -0.4714** | 诏安 | 0.0173 | -0.3961* |
| 南安 | -0.3954* | -0.6314*** | 龙海 | -0.2936* | -0.5959*** |
| 惠安 | -0.3289* | -0.6037*** | 平和 | -0.4385** | -0.7180*** |

* 表示 $r \geq r_{0.10}$; ** 表示 $r \geq r_{0.01}$; *** 表示 $r \geq r_{0.001}$

3 月,正是福建省冬小麦的籽粒灌浆期,此时多雨,往往会造成籽粒内淀粉水解而被雨水淋洗出来,从而使粒重和产量降低。从表 1 可见,各地小麦气象产量与 3 月份降水量的相关系数 r_2 均达显著或极显著(负相关)水平。同时统计表明,福建省各县 3 月份降水量与同期日照时数,呈较显著的反相关,说明 3 月份降水量减少,则 3 月份日照时数增加。小麦籽粒中的干物质 80% 以上来自抽穗以后植株绿色部分的光合作用,因此光照状况直接影响粒重。降水量少,日照时数多,粒重增加,产量增高,反之,降水量多,日照时数少,易引起小麦湿害,造成粒重轻,产量降低。3 月份降水量是决定福建省各地种麦成败的关键因子,3 月份降水量多的年份与地县常发生小麦湿害、赤霉病,造成欠收或绝收。

2 气候变化及其对冬种小麦生产的影响

下文分析冬小麦生长期(上年 11 月至当年 3 月)气候资源的变化,及影响冬小麦产量的关键气候因子(3 月份降水量及头年 11 月中旬 ~ 12 月上旬平均气温)的变化。主要是通过 1981 ~ 1990 年、1991 ~ 1996、1981 ~ 1996 年相对于前 30 年(1951 ~ 1980 年)平均气温差值及降水量和日照时数变化百分率进行对比分析。

2.1 生长期气候资源的变化

表 2 中 $\Delta T, \Delta R, \Delta S$ 及下标 1、2、3 分别表示 1981 ~ 1990 年、1991 ~ 1996 年、1981 ~ 1996 年 3 个时段各气候因子相对于前 30 年的变化(下表同此)。由表 2 可见,80 年代、90 年代冬种小麦生长期间气候资源与前 30 年比变化较大:平均气温增加、降水量增加、日照时数减少,而且温度和降水 90 年代变化幅度均比 80 年代变化幅度更大。平均气温 80

年代平均增加 0.02℃, 很小, 90年代增加 20.2% 和 23.2%, 日照时数各地减少 13.0% 左右。

表2 各地小麦生长期气候资源的变化

| 地点 | 平均气温变化/℃ | | | 降水量相对变率/% | | | 日照时数相对变率/% | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΔT_1 | ΔT_2 | ΔT_3 | ΔR_1 | ΔR_2 | ΔR_3 | ΔS_1 | ΔS_2 | ΔS_3 |
| 漳州 | 0.09 | 0.45 | 0.22 | 31.2 | 29.8 | 30.7 | -12.0 | -11.7 | -11.9 |
| 龙岩 | 0.13 | 0.51 | 0.27 | 23.7 | 26.7 | 24.9 | -12.2 | -13.8 | -12.8 |
| 福州 | 0.01 | 0.41 | 0.16 | 15.1 | 24.3 | 18.5 | -17.4 | -20.0 | -18.4 |
| 建阳 | -0.18 | 0.08 | -0.08 | 10.9 | 11.9 | 11.3 | -11.1 | -5.3 | -8.9 |
| 平均 | 0.02 | 0.36 | 0.14 | 20.2 | 23.2 | 21.4 | -13.2 | 12.7 | -13.0 |

2.2 关键气候因子的变化

表3 给出关键气候因子的气候变化

表3 3月份降水量(R)和上年11月中旬~12月上旬平均气温(T)的变化

| | R 相对变率/% | | | T 的变化/℃ | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΔR_1 | ΔR_2 | ΔR_3 | ΔT_1 | ΔT_2 | ΔT_3 |
| 漳州 | 55.8 | 62.4 | 58.3 | 0.16 | 1.03 | 0.49 |
| 龙岩 | 53.1 | 57.5 | 54.8 | 0.21 | 1.47 | 0.68 |
| 福州 | 37.3 | 37.4 | 37.4 | 0.17 | 0.87 | 0.43 |
| 建阳 | 12.2 | 42.1 | 23.4 | -0.08 | 0.67 | 0.20 |
| 平均 | 39.6 | 49.9 | 43.5 | 0.12 | 1.01 | 0.45 |

由表3可见,各站80年代、90年代3月份降水量增加,11月中旬~12月上旬平均气温增加,降水量增幅12.2%~62.4%,90年代增幅更大近50.5%。气温增幅0.12~1.47℃,90年代增温更为明显,平均增加1℃。

2.3 气候变化对冬小麦生产的影响

从冬小麦生长期气候资源变化看,生长期平均气温略有升高,而且90年代比80年代升温明显。据作者对各地冬小麦生长期与生长期内的平均气温关系分析得知,生长期平均气温每升高1℃,冬小麦整个生育期将缩短7天左右;冬小麦生长季的缩短,对单产的提高不利,但有利于后季双早的播插。生长期降水量增加,日照时数减少,则不利于小麦光合作用、干物质累积,也影响高产。

3月份降水量的大幅度增加,不利于小麦的灌浆,易引起小麦湿害,造成粒重轻,产量降低。11月中旬~12月上旬平均气温升高,不利于形成壮蘖。从表3还可看出,从闽北到闽南3月份降水量增幅是变大的,漳州90年代与1951~1980年比增加了62.4%,11月中旬~12月上旬平均气温增加1.03℃,种麦的气候条件大大变差,而且这种不利的变化是随着年代的推移越变越差。闽

南原是福建种麦最多的地区,近年来气候变化的结果提醒了决策部门不应盲目地要求农民扩大种麦面积,应根据气候变化规律,合理安排生产,也就是这个结果造成近年来福建省小麦产量不高、面积不稳。

2.4 气候变化对福建冬小麦种植区划分的影响

对照以前的小麦区划^[2](见图1实线),发现分区界线的走向呈NE→SW走向,与1951~1980年平均3月份降水量的等值线走向相一致。即120.0mm线是I、II区的分界、140.0mm是I、III区分界,III区降水量<190.0mm。也就是说1951~1980年3月降水量120.0mm是属于I区为较适宜种植冬小麦的地区,3月降水量在120.0~149.0mm之间的属于II区,为不太适宜种植冬小麦的地区,3月降水量>149.0mm的属于III区,为不适宜种植小麦的地区。

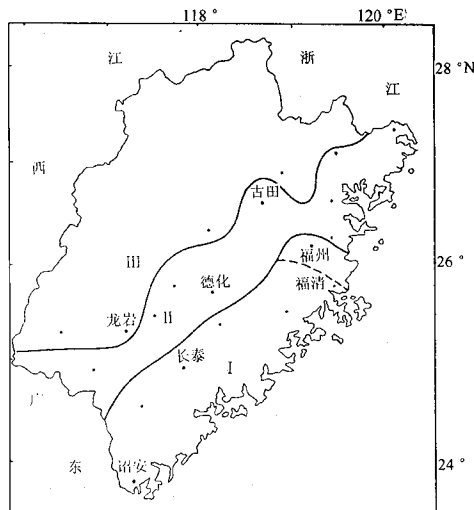


图1 福建省小麦种植分区图

根据我们对3月份降水量变化分析,发现1981~1996年3月份降水量与1951~1980年相比发生很大变化;原先在I区的仅诏安1981~1996年3月降水量仍<120.0mm,晋江以南的县市3月份降水量属于II区,晋江以北的县市3月份降水量除福清属于II区外,其它县市属于III区,原来I、II区的县市3月份降水量均大大超过149.0mm,大多都超过200mm,不适于冬小麦后期灌浆成熟,病害、湿害严重,造成绝收。因此,气候变化结果,使福建冬种小麦可种植区范围大大缩小。选用各地3月份降水量、11月中旬~12月上旬平均气温及冬种小麦单产3个因子,对福建冬小麦种植区重新进行划分,结果发现全省小麦由原来的3个种植区变为2个区,其分区线南部与以前I、II区的分区线相重,北部见图1虚线部分,仅福清以南的闽东南沿海为可种区,其它地区为不可种区。

3 对福建省冬种生产的几点建议

福建省冬小麦生长受气候条件(主要是灌浆结实期降水多易引起小麦湿害)的限制,特别是80年代以来的气候变化,使福建种麦气候条件恶化,重新进行分区,得出福建的气候没有适宜种冬小麦的地区,仅福建以南的闽东海沿海部分地区可种但仍属于不太适宜种麦的地区,因此决策者一定要根据这种气候变化规律安排农业生产,不宜再扩大冬小麦种植。同时根据优势种植的原则,对福建省冬春作物生产提出如下建议。

①在闽西北地区,原本区因全年热量不足,多种单季稻,每年从11月中旬至翌年4、5月,约有半年左右时间一般有1800~2500℃积温可资利用,应改变目前冬闲田面积大的局面,扩大冬种油菜、绿肥的面积,南部还可冬种马铃薯、大麦等。

②在福清以南的可种区,必须注意选用早熟、耐湿、抗感赤霉病品种,采取“稻底麦”等方法^[3,4]适时早播以便早收,避开结实、收获期的阴雨湿害。本区是福建冬小麦主要产区,但80年代后,特别是90年代以来种麦生长的气候条件变差。因此应根据气候变化规律,不可盲目扩大冬小麦种植面积。应以多种经营为主,同时可冬种牧草、绿肥、蔬菜等作物进行年际间的轮作,不仅效益高且提高地力。冬春季以收割牧草为主,实行农牧、种养结合,可以大幅度提高经济效益。

③在其它地区,冬种可由油菜、马铃薯、反季节瓜果蔬菜、蚕豆、大麦、柴云英等进行年际间的轮作,达到耕地的用养结合,以免地力衰退。

参考文献

- 1 黄详辉,胡茂兴.小麦栽培生理.上海:上海科技出版社,1984:72~76.
- 2 陈惠等.福建冬种小麦的气候适应性.福建气象,1994,(5):33~57.
- 3 洪汉洲.小麦高产综合栽培技术模式研究.福建稻麦科技,1991,(3):1~6.
- 4 刘思衡.十年来福建省大小麦科研的回顾和今后的展望.福建稻麦科技,1990,(1):39~45.

The Effect of Climatic Variation on Winter Wheat Production in Fujian Province

Chen Hui Lin Tianzhong

(Fujian Meteorological Institute, Fuzhou 350001)

Abstract

Based on the meteorological observation and the winter wheat yield in 31 counties of Fujian province, the correlation between the climatic yield and the relevant meteorological elements was analysed. The results show that precipitation in March and mean temperature in two dekads from last one of November to the first one of December were the key factors. According to climatic changing, the climate is unadvantageous for winter wheat production in Fujian, it pointed out the new plant division for winter wheat in Fujian.

Key Words: Climatic variation winter wheat precipitation plant division