

•经验交流•

内蒙古马铃薯产量预报方法的改进

陈 素 华

(内蒙古气象台, 呼和浩特 010051)

中图分类号: S532

文献标识码: B

文章编号: 1672-3635 (2004) 03-0163-03

1 前 言

由于内蒙古独特的自然环境和气候特点, 马铃薯的生产不仅在种植面积和总产量名列全国前茅, 而且因其形状好、品质佳、无污染和营养成分高而享誉全国及东南亚市场。随着市场销路的增加, 内蒙古马铃薯播种面积迅速增加, 至 2002 年, 全区已达 60 万 hm², 而 85% 又集中在乌盟地区, 这一地区热量条件有利于马铃薯种植, 水分缺乏是产量提高的重要限制因子。据统计全盟马铃薯旱地播种面积占马铃薯总播面积的 98% 以上, 年降水量 250~350 mm, 马铃薯主要发育期(5~8 月)平均降水量只有 200~280 mm, 而且年际间变率大, 旱灾是影响马铃薯产量的最重要灾害。随着全球气候变暖, 使得属于寒温带干旱气候的乌盟地区气温持续上升, 一方面高温天气对马铃薯的生育和产量形成不利, 另一方面, 高温加速了土壤水分蒸发强度和作物蒸腾系数, 旱灾发生的几率越来越多, 灾情逐年加重。因而, 单纯用历史气象资料建立的气象模式制作产量预报难度增大, 准确率波动也大, 为了提高预报准确率, 必须对温度增高、蒸发和蒸腾加大导致的旱灾程度进行重新订正。

乌盟地区马铃薯一般在 5 月初开始播种, 9 月上旬成熟, 5~8 月气象条件的好坏基本上决定了马铃薯产量的高低, 现以乌盟马铃薯主要产地察右中旗、商都、察右前旗、丰镇、四子王、兴和、卓资 7 个站的平均气象要素代表乌盟地区总的气象状况, 阐明自 1961 年以来气象条件的变化对乌盟马铃薯产量带来的影响。

收稿日期: 2003-12-03

作者简介: 陈素华(1964-), 女, 高级农艺师, 从事农业气象研究和服务工作。

2 气候变暖, 温度升高, 对马铃薯生育和产量形成不利

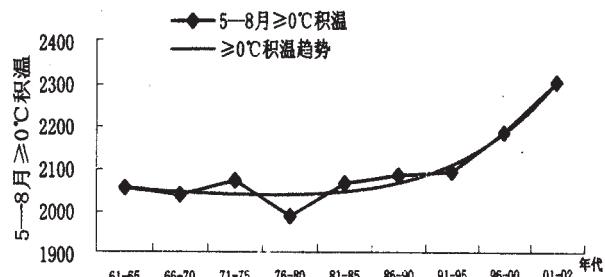


图 1 1961 至~2002 年 5~8 月平均 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温变化

从图 1 中乌盟地区马铃薯主要生长季 5~8 月 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温的历史变化曲线可以明显地看出, 5~8 月 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温变化可以分为四个阶段。

第一阶段为 1961~1975 年, 此阶段年际间积温平均变幅为 72.9°C 。

$$\Delta T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{i+1} - T_i)^2}{n}} \quad \text{计算}$$

式中 ΔT 为某时段积温变幅, T_i 为某时段第 i 年积温, n 为某时段年份, 具体计算结果如表 1。

表 1 各时段平均积温变幅 (°C)

| 时段 | 1961~1975 | 1976~1980 | 1981~1993 | 1994~2002 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 积温变幅 | 72.9 | 175.9 | 62.9 | 137.5 |

此阶段属于积温变化相对平稳期限, 热量条件基本能够满足马铃薯的生长。

第二阶段为 1976~1980 年, 属于积温极不稳定期, 平均 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温变幅高达 175.9°C , 自有气象记录以来, 乌盟共出现过 8 次低温冷害年,

此5年中就占了两年, 并且全属于严重低温冷害年, 其中1976年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温较历史平均年份偏少216 $^{\circ}\text{C}$, 是乌盟地区有气象记录以来积温最少的年份, 马铃薯播种后, 由于持续低温出苗缓慢, 部分种薯在土壤中烂掉, 没有烂掉的长势瘦弱, 缺苗断垄现象严重, 收获时单株块茎数量和块茎重量明显偏低, 1979年马铃薯生育期内乌盟地区再次出现类似于1976年的低温天气, 全盟马铃薯平均产量仅为1213.5 kg/ hm^2 , 较前5年平均产量减少35%, 给广大农民的生活带来了严重影响, 此5年的热量不足是当时马铃薯产量低的重要气象条件。

第三阶段为1981~1993年, 属于积温少变化期, 13年积温平均变幅仅为62.9 $^{\circ}\text{C}$, 此阶段积温给马铃薯生产提供了最佳的热量条件, 马铃薯播种面积和总产都取得了较大突破。

第四阶段为1994~2002年属于积温大幅度波动上升期, 平均 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温变幅为137.5 $^{\circ}\text{C}$, 仅次于1976~1980年, 且不断突破历史新高, 1994年5~8月 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温首次突破2150 $^{\circ}\text{C}$, 较1961~1993年平均值偏高139.4 $^{\circ}\text{C}$, 较此年以前的最高记录偏高60 $^{\circ}\text{C}$, 1997年较1994年升高了34 $^{\circ}\text{C}$, 1999年较1997年升高了76 $^{\circ}\text{C}$, 而2001年又较1999年升高了19 $^{\circ}\text{C}$, 1994~2002年5~8月 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 平均积温较1961~1993年平均值增加了268.3 $^{\circ}\text{C}$, 相当于5~8月日平均气温升高了2.2 $^{\circ}\text{C}$ 。马铃薯是喜凉怕热作物, 在高温环境栽培的马铃薯植株逐渐变得矮小瘦弱, 易染病退化, 产量显著降低。

马铃薯种薯通过休眠后, 当日平均气温稳定通过5~7 $^{\circ}\text{C}$ 时为马铃薯适播期, 土壤温度6~7 $^{\circ}\text{C}$ 时即可发芽, 平均气温10~12 $^{\circ}\text{C}$ 时叶芽生长迅速, 16~18 $^{\circ}\text{C}$ 时薯块膨大最快, 高于25 $^{\circ}\text{C}$ 膨大甚微, 高于30 $^{\circ}\text{C}$ 则块茎停止发育, 产量降低, 品质变劣。1997~2001年 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 温度日数显著增加, 尽管乌盟政府投入一定的人力和财力, 建立了良种繁育体系, 引进优良品种等措施, 但马铃薯产量低而不稳, 品质和商品率降低, 温度增加是其中的一个重要因素。

温度升高一方面直接影响了马铃薯发育和产量形成, 另一方面高温使土壤蒸发和叶片蒸腾加大, 造成土壤干旱化程度加重, 间接地影响了产量的形成。

3 干旱少雨, 限制了马铃薯产量的提高

受乌盟地理位置和大气环流背景的影响, 乌盟水资源极为贫乏, 降水量少, 干旱缺水是马铃薯产量提高的重要限制因子, 从图2和表2中可以看出, 在马铃薯主要生长季内(5~8月)全盟平均降水量为279.5 mm, 此降水量仅仅可以满足马铃薯生长对水分的最基本需要, 但是因年际间波动较大, 降水偏少的年份产量偏低, 1961~2001年42年间降水量不足200 mm的共有6年, 1961~1985年25年间只有1965年降水量不足200 mm, 为152.5 mm, 马铃薯减产幅度达39%; 而1986~2001年16年间共有5年降水量不足200 mm, 平均每3.2年就有一年属于严重大旱年。如表2。

表2 5~8月降水量不足200 mm的年份
及马铃薯产量情况

| 项目 | 1961~1985年25年间 | | | 1986~2001年15年间 | | |
|-------------------|----------------|--------|--------|----------------|--------|-------|
| 5~8月降水不足200 mm的年份 | 1965 | 1986 | 1989 | 1993 | 1999 | 2001 |
| 具体雨量 | 52.5 | 183.1 | 170.2 | 196.7 | 190.0 | 182.4 |
| 距平 | -45.4 | -34.5 | -39.1 | -29.6 | -32.1 | -34.7 |
| 马铃薯单产与前5年平均比 | -39% | -16.9% | -38.3% | 6.8% | -12.8% | -33% |

从图2中的距平柱形图还可以看出, 在有气象记录以来, 5~8月降水连续2年偏少的有4次, 分别为1965~1966, 1971~1972, 1980~1981, 1986~1987年。而连续3年出现降水偏少的年份只有一次, 那就是1999~2001年, 连续3年降水偏少, 使得地下水位迅速下降, 加上气温偏高, 蒸发量加大, 农田土壤含水量降低, 干土层加厚, 马铃薯因严重缺水而大幅减产。据统计, 乌盟1999年因降水偏少32%, 马铃薯单产较1998年减产21%, 2001年降水偏少35%, 马铃薯单产减产36%, 是90年代以来产量最低的一年。

4 温度升高, 旱灾加重, 原有马铃薯产量预报模型的订正

在农业气象产量预报模式建立中, 主要考虑并利用那些对马铃薯生长发育有直接影响的热量、降水和日照因子, 而乌盟日照非常充足, 关键是水分和热量条件, 选取1961~1998年马铃薯产量与气象

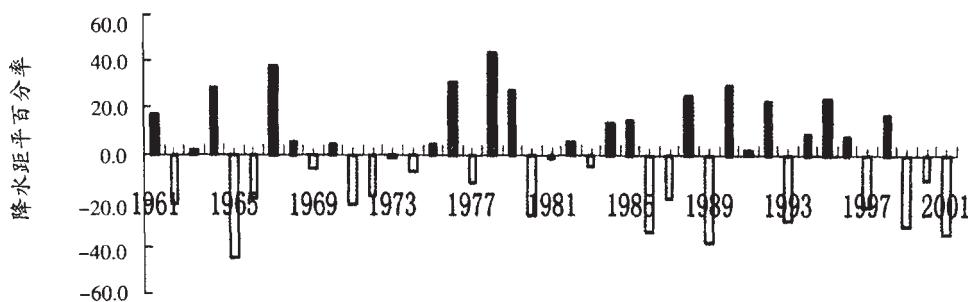


图 2 1961~2001 年 5~8 月降水距平百分率

因子建立模型

$$Y_w = -217.06 + 0.112 \sum T + 0.368 R \quad (1)$$

($r = 0.684$, $f=7.36$, $f_{0.01}=3.83$, $f>f_{0.01}$)。

式中 Y_w 为预报的气象产量; $\sum T$ 为 5~8 月 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温; R 为 5~8 月降水量。

此模型的历史拟合率达 95.1%, 最大拟合误差只有 $135 \text{ kg}/\text{hm}^2$ (相对误差 6.39%) 但在 1999~2002 年的马铃薯产量预报中, 其预测结果总是高于实际结果, 尤其是 1999 年和 2001 年其预测结果比实际情况分别高出 9.4% 和 10.2%, 针对此问题我们对气象产量分离、因子选取等方法进行了全面系统的分析后发现, 在 1996 年以前由于热量条件有限, 马铃薯生长季热量条件对其产量形成关系比较密切, 而随着气温的升高, 生长季热量条件大幅度增加, 热量条件已完全可以满足马铃薯生育所需。而土壤水分对马铃薯产量形成的限制作用却越来越突出, 即使在同样的降水条件下其受旱程度和损失都明显高于 1998 年以前, 为此我们对 5~8 月蒸发量与 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温进行对比分析发现, $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温越高, 蒸发量越大, 土壤含水量越低, 其对应关系可以用线性方程

$$Y = -70.62 + 0.51 \sum T - 0.6R$$

式中 Y 为蒸发量; $\sum T$ 为 5~8 月 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温; R 为 5~8 月降水量。

而且随着热量条件的增高, 马铃薯蒸腾系数也随之增多, 双方面共同作用, 势必导致土壤干旱化加剧, 马铃薯缺水日益严重, 为此单纯用历史资料进行统计所做的马铃薯产量预报模式必须进行干旱程度订正, 即将原有预报模式调整为

$$\text{式中: } Y_w' = Y_w - \varepsilon \times dy \quad (2)$$

Y_w' 为调整后的预报模型;

Y_w 为原有的预报模型;

ε 为系数。

dy 大小取决于 5~8 月 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温与蒸发量的多少, 具体为:

$$dy = \Delta \sum T \times M/R$$

$\Delta \sum T$ 为 5~8 月 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温距平

(注: 当 $\Delta \sum T \leq 50^\circ\text{C}$ 时 $dy=0$)

ΔM 为 5~8 月蒸发量距平;

R 为 5~8 月降水量。

利用订正后的预测模型(2)对 1961~1989 年进行拟合, 尽管拟合率为 94.8% 较原有模型稍有降低, 但对 1999~2002 年 4 年的试报却取得了非常好的效果, 如表 3。

表 3 1999~2002 年乌盟马铃薯产量预报效果对照
(kg/hm^2)

| 年份 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|----------|-------|------|-------|------|
| 实际产量 | 1808 | 2322 | 1488 | 2400 |
| 原模型预测结果 | 2001 | 2480 | 1646 | 2604 |
| 原模型预测误差 | 10.6% | 6.8% | 10.7% | 8.5% |
| 订正模型预测结果 | 1852 | 2284 | 1522 | 2532 |
| 订正模型预报误差 | 2.1% | 1.8% | 2.3% | 5.5% |

从表 3 可以看出, 利用订正前的模型所做预报其结果均高于实际结果, 其误差较大, 4 年中有两年误差超过 10%; 而利用订正模型所做预报其结果与实际值比较接近, 4 年中有 3 年误差不足 2.5%, 仅仅 2002 年误差超过了 5%, 达到 5.5%。说明利用此方法所做的订正模型是可行的。

利用此订正方法对内蒙古呼和浩特市、包头市马铃薯的统计预报模型进行订正也取得了同样的效果。