

气候暖干化对甘肃马铃薯生产的影响

姚玉璧^{1,2,3}, 邓振镛¹, 王润元^{1,2}, 王毅荣³, 蒲金涌⁴, 张秀云³

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020;
2. 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081; 3. 甘肃省定西市气象局, 甘肃 定西 743000;
4. 甘肃省天水农业气象试验站, 甘肃 天水 741010)

摘要:以1981~2000年甘肃全省71站点马铃薯产量和生长期气象资料为基础数据,用EOF、多元回归、积分回归等统计分析方法分析该省马铃薯产量年际及地域变化特征,以及不同气象因子对马铃薯产量的影响。结果表明:陇中和陇南山区产量序列与该空间型的时间系数序列的相关不显著,产量年际变幅小;其余地方产量序列与该空间型相关显著,产量年际变幅大。在降水量变化一定的条件下,马铃薯产量随温度的升高而降低,在温度变化一定的条件下,马铃薯产量随降水的增加而增加。

关键词:甘肃;马铃薯产量;气候变化;对策

中图分类号: S162 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0016-05

大气中CO₂等温室气体的增加造成全球气候变暖问题已引起国际社会的广泛关注,形成了蒙特利尔公约、联合国全球气候变化公约及京都议定书等一系列文件和研究计划^[1~5]。就气候变化对农业生产的影响而言国内已有不少研究,章基嘉等^[6]建立气象产量模型或气候生产力模型,对气候波动与作物产量或气候生产力之间的关系进行分析;王石立等^[7]根据GCMs模型的输出结果设置气候变化情景,用统计学方法评估气候变化对粮食产量的影响;金之庆等^[8,9]利用GCMs模型的输出结果与作物生长模型相结合,模拟气候变化对粮食产量的影响;杨文坎^[10]、李湘阁研究了气候变化对越南北方水稻生产的影响。目前,关于西北干旱和半干旱区气候变化对马铃薯影响的研究尚不多见。马铃薯适应性强,喜温凉气候,不耐高温、高湿,有一定耐旱、耐瘠能力,在甘肃省境内分布广泛,是仅次于小麦、玉米的第3大主要粮食作物。分析研究气候变化对马铃薯生产的影响,对当地农业可持续发展有非常重要的意义。

1 研究方法

本文所用资料主要为1981~2000年20 a甘肃全省71站点马铃薯产量和生长期(4~10月)气象资料。用EOF^[11](经验正交函数)分解提取产量场主要信息。对代表地区主要马铃薯生产地逐年(1980~2000年)单产进行滑动平均处理,提取气候

产量

$$y_w = y - y_t - y_\epsilon$$

其中, y_w 为气候产量; y 为实际产量; y_t 为由栽培技术、农业投入等因素决定的趋势产量; y_ϵ 为随机变化项(可忽略不计)。

对马铃薯逐年气候产量及相应年份马铃薯生长阶段的旬平均气温、降水量及日照时数资料进行积分回归处理^[12],计算不同时段各气象因子对马铃薯产量影响的 $\alpha(t)$ 值,分析不同气象因子对马铃薯产量的影响,同时对马铃薯生长关键时段的气温及降水因子与相应年份的气候产量进行相关分析,建立气候产量预测模型,研究气候变化的影响。

2 甘肃马铃薯的生物特性及产量时空分布特征

2.1 甘肃马铃薯的生物特性

马铃薯一般在4月上旬到5月上旬播种,由于受地域气候环境及海拔高度的综合影响,各地平均播种期相差近一个月,高海拔及地处西部的地方播种较早,海拔较低、地处东部的地区播种较迟。马铃薯播种出苗所需时间较长,为30 d,个别海拔、纬度较高的地方如河西的民乐,可达54 d。马铃薯出苗以后生长较快,分枝一花序形成需15 d左右,花序形成后很快就进入开花期,需12 d左右;开花一可收期是马铃薯后期块茎膨大、营养积累时期,需71~86 d。在适宜种植高度以内,一般海拔及纬度高

收稿日期:2005-08-23
基金项目:中国气象局气候变化专项(CCSF2005-2-QH26);甘肃省科学技术攻关计划项目(ZGS042-A44-017);科技部科研院所社会公益研究专项(2005DIB3J100);国家自然科学基金项目(40205014);干旱气象科学研究基金项目(IAM200414)
作者简介:姚玉璧(1962—),男,甘肃通渭人,高级工程师,主要从事应用气象和气候研究。E-mail: yaoyubi@163.com。
<http://www.cnki.net>

的地方时间较长。此时段越长,马铃薯块茎积累越充分,淀粉含量愈高,品质愈好。同一地区,高海拔的山区马铃薯品质也优于低海拔的川区^[13~14]。

2.2 甘肃马铃薯产量的时空分布特征

EOF 第一空间型(EOF1)反映马铃薯产量场主要变化特征,甘肃马铃薯产量的 EOF1 占总方差的 67.02%(图 1),说明全省马铃薯产量变化的一致性程度较高。种植区约 4/5 的地方有 36% 以上的局地方差,个别地方方差在 80% 以上。陇中盆地和陇

南山区部分地区数值较小,产量序列与该空间型的时间系数序列的相关不显著,产量年际变幅小;其余地方数值较大,产量序列与该空间型相关显著(图中阴影区),产量年际变幅大。马铃薯 EOF2 空间型解释了总方差的 15.55%,但产量序列与时间系数之间相关不显著。可见,EOF1 反映了甘肃马铃薯产量年际变化特征,即甘肃马铃薯产量变化的全省一致性程度高。

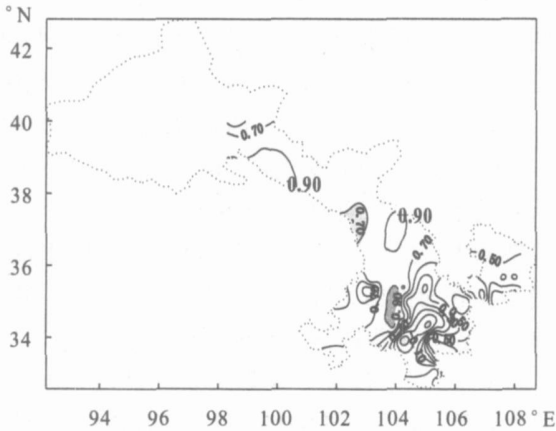


图 1 马铃薯产量 EOF 第 1 空间型空间分布

Fig. 1 Spatial structures of the 1st loading vectors from EOF (potato)

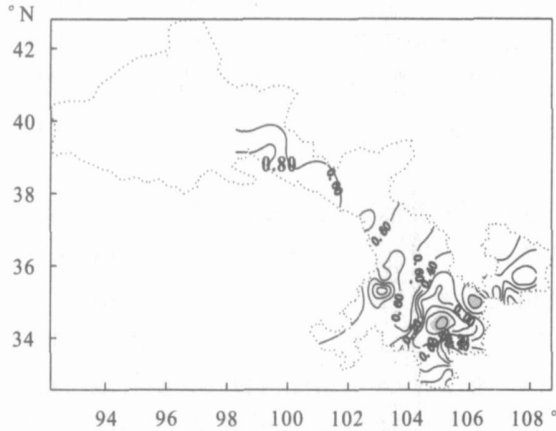


图 2 气温 EOF1 时间系数与马铃薯产量相关系数

Fig. 2 Correlation coefficients between crop output and the time coefficients from EOF1 of temperature (potato)

3 气候变化对甘肃马铃薯产量的影响

3.1 马铃薯产量对气候变化的敏感性

对马铃薯生长期 4~10 月平均气温进行 EOF 分解。EOF1 方差贡献为 88.34%,提取 EOF1 时间系数,计算其与各地马铃薯产量之间相关系数。图 2 给出相关系数空间分布(图中阴影部分达到 95% 显著性水平)。分析图 2 可以看到马铃薯产量对气温变化的敏感程度。在黄土高原的大部分地方、河西走廊中部部分地方、甘南高原部分地方相关系数低,呈现不相关,这些地方对气候变化不敏感;其余地方(图 2 中阴影区域)相关显著,对气候变化敏感。

3.2 主要气候因子对马铃薯产量形成的影响

受气象因子影响,马铃薯单产极不稳定,最低产量只及最高产量的 63%。选取古浪(代表河西地区)、定西(代表陇中地区)、北道(代表陇东南地区)、平凉(代表陇东地区)4 个地点的逐年单产及相应年份的旬平均气温、降水、日照时数资料进行积分回归,计算各气象因子不同时段对马铃薯产量影响的 $\alpha(t)$ 值。同时对以上 4 地马铃薯关键时段的气温、降水资料与相应时段逐年单产值进行相关计算分析,以进一步探讨气候变化对马铃薯生长发育的影

响。

3.2.1 热量条件对马铃薯生育的影响 经过休眠的马铃薯块茎在日平均气温 4℃ 时开始萌动、发芽, 7~8℃ 幼苗缓慢生长, 幼芽生长的最适气温为 10~12℃, 茎叶生长的最适气温为 18~21℃, 而块茎形成的最适气温为 16~18℃。只要播种适时, 各地温度都比较适宜幼苗及茎叶生长, 但块茎形成及膨大期的气温却明显地影响着产量的形成。从积分回归可知(图略), 在马铃薯播种伊始, 由于各地温度升速较慢, 而萌芽又需要足够的热量, 故气温对马铃薯的产量为正贡献, 且影响量较大, 气温升高 1℃, 产量可增加 100 kg/hm² 以上。马铃薯出苗以后, 热量的影响强度逐渐减少, 出苗至分枝前后, 是热量影响产量的最不敏感阶段, 也是由正影响转向负影响的转折阶段, 此阶段出现时间由于各地热量条件及马铃薯发育进程不一, 存在着较大差异。一般陇东南(北道)为 5 月下旬~6 月上旬; 陇东(平凉)为 5 月下旬~6 月上旬; 陇中(定西)为 6 月上旬~6 月中旬; 河西(古浪)为 5 月中~下旬。马铃薯分枝以后, 地上部分很快形成花序, 之后就进入开花期, 地下茎块也开始膨大, 此期间, 马铃薯需要凉爽气候, 气温过高, 地上茎节间距伸长, 叶片变小, 影响对光能的吸收利

用,地下块茎随之退化,而成畸形,产量降低。由于甘肃省处在温带季风气候区,河西到陇东南各地都存在着在马铃薯块茎膨大期气温过高而影响产量的农业气象问题。茎块形成膨大期有 90 d,气温对马铃薯产量的负贡献最明显期大概为 50~80 d,并非整个马铃薯茎块膨大期对“气温”都敏感。影响程度最大的负效应阶段,大部分地区一般在 7 月,气温下降 1℃,产量可增加 50 kg/hm² 左右。随着气温由高到低的变化,热量对马铃薯产量的干扰愈来愈小,由负影响向正影响过渡,此阶段出现期陇东南在 7 月中旬;陇东和陇中在 8 月中旬;河西在 9 月中旬。在这段时间内,气温下降速度较快,各地热量都呈欠缺状态,气温每升高 1℃,产量可增加 50~112 kg/hm²。

相关计算分析表明,马铃薯产量与块茎主要膨大期(7 月)平均气温呈负相关。古浪、定西、平凉、北道相关系数分别为: -0.5256*, -0.625**, -0.744**, -0.748** (* *: 通过 R_{0.01} 的信度检验; *: 通过 R_{0.05} 的信度检验)。说明各地马铃薯产量均有受高温影响而降低的现象,块茎膨大期如遇高温危害,产量则受到明显影响。负相关显著程度河东大于河西,说明河东,尤其是陇东南的高温导致减产的可能性最大。这与积分回归分析结果一致。

马铃薯是一种耐荫作物,≥10℃ 积温的多少只影响产量的高低,并不直接影响其能否成熟。其淀粉含量主要决定于块茎膨大期(7 月中旬~9 月中旬)的气温日较差 T_d。据临夏州农科所测定,淀粉含量与此期气温日较差 T_d 拟合方程为: y = -1.288 + 1.274 T_d (R = 0.982**)。

3.2.2 降水条件对马铃薯生育的影响 甘肃地域跨度较大,降水空间分布差异也较大,降雨对马铃薯产量的影响远不如气温那样一致(图略)。马铃薯发芽时,块茎本身贮有一定水分,并不过分依赖降水。在生长初期,由于植株矮小,蒸腾少,故比较耐旱,水分对产量的影响不大。茎叶主要生长期(出苗~花序形成)后,马铃薯由茎叶生长转到块茎迅速膨大生长,植株体内养分分配由供应地上部分为主转为供应地下块茎增长为主,这一时期不需要过多的水分及氮,否则易造成徒长,干扰体内养分分配,影响块茎养分积累。此后为马铃薯块茎膨大主期,需水量迅速增大,各地降水在一定程度上都不能满足需要,一般每增加 1 mm 降水,可增加产量 30~60 kg/hm²,为马铃薯供水效益最佳期。此期降雨时间分布由东南向西北依次后推,陇东和陇东南在 6 月~7 月中旬;陇中和河西在 6 月中旬~7 月下旬。马铃薯在

块茎膨大后期,由于河东各地降水增多,水分条件已不是产量的主要限制因子,相反过多的降水还会引起湿腐病,影响马铃薯的产量形成。这时降水量每增加 1 mm,产量降低 10~35 kg/hm²。由于各地降水时段不同,对马铃薯产量的负效应也不相同。陇东在 8 月中旬~9 月中旬;陇东南在 8 月下旬~9 月下旬;陇中为 9 月。河西由于降水较少,降水对马铃薯产量的影响各生物时段均为正效应,块茎主要膨大后期,正效应比较小。

相关计算表明,各地马铃薯产量与分枝~开花期(6~7 月)降水量呈正相关。古浪、定西、平凉、北道各地相关系数依次为: 0.439*、0.876**、0.641**、0.562* (* *: 通过 R_{0.01} 的信度检验; *: 通过 R_{0.05} 的信度检验),6~7 月为马铃薯主要营养及生殖生长期,对水分的要求比较敏感。马铃薯块茎膨大后期(8 月以后),北道 8~9 月降水量与产量呈显著的负相关(R = -0.513,通过 R_{0.01} 的信度检验),这进一步印证了积分回归的结果。

3.2.3 光照条件对马铃薯生育的影响 马铃薯是喜光作物,属长日照及中间型,营养器官在长日照下生育最好,但块茎在短日照下容易形成,其光合强度随光强增强而加大。从积分回归分析可见(图略),除甘南高原高寒阴湿区在马铃薯茎叶生长期和成熟期光照不足外,全省大部分马铃薯种植区光照能够满足马铃薯生长发育要求。

4 甘肃主要气象灾害对马铃薯的危害

4.1 干旱

干旱是影响农业生产的主要气象灾害。根据对 1950~2000 年甘肃旱灾受灾和成灾面积的统计,全省多年平均干旱受灾面积约为 63.1 万 hm²,约占播种总面积的 18%,其中多年平均干旱成灾面积约为 50.5 万 hm²,约占播种总面积的 14%。上世纪 50~90 各年代全省平均受旱面积依次为 25.8 万 hm²、56.5 万 hm²、59.3 万 hm²、63.8 万 hm²、99.8 万 hm²。从 1950~1979 年 30 a 间,超过 30%成灾率的年份有 1 a;而 1980~2000 年 21 a 间,有 5 a 成灾率达 30%以上,其中 1995 年达到了 45.3%,成灾率是近 50 a 来最大的。这表明随着气候的变化,旱灾的影响变得越来越严重,同时也表明了甘肃气候暖干化的趋势。近 50 a 来,甘肃省共发生成灾面积超过 100 万 hm² 的严重干旱 13 年次,而 90 年代以来就出现了 6 次,分别是 1991、1992、1994、1995、1997 和 2000 年。特别是 1995 年和 2000 年最为严重。成灾面积是 50 a 来最大。

近 50 a 中,春旱出现 7 次,春末初夏旱 4 次,伏旱 5 次,秋旱 8 次。春旱、春末初夏旱、伏旱和秋旱的发生频率都比较高。无旱仅有 11 a,占 22.5%;一个旱段的有 12 a,占 24.5%;2 个旱段的有 16 a,占 32.6%,3 个旱段的有 9 a,占 18.4%;4 个旱段的有 1 a,占 2%。2 个以上旱段的年份就超过 50%。

4.2 霜 冻

霜冻是春、秋两季易发生的气象灾害,各地均可发生。春(晚)霜冻平均结束日期随海拔和纬度增高而推迟,高山和高原比平原和平川盆地结束迟,东部比西部结束早。随着气候变暖,季节提前,霜冻的危害加剧。因霜冻每年全省受灾面积 2~16 万 hm²。

4.3 其它气象灾害

全省各地每年平均大风日数 3~69 d,浮尘日数 6 d 以上,扬沙日数 1~65 d,沙尘暴日数 1~26 d。局地暴雨 1~2 次。冰雹 2~4 d^[15]。

5 未来气候变暖对马铃薯生产的影响及对策

5.1 未来气候变暖对马铃薯生产的影响

5.1.1 对马铃薯种植界限的影响 由于 CO₂ 等温室气体浓度增加造成大气升温将使马铃薯适宜种植上限海拔高度提高,马铃薯苗期 0~20 cm 地温提高 2.2~2.5℃,出苗提前 13 d,种植上限提高 200 m,种植面积扩大,生长季延长^[16,17]。以甘肃中部为例,马铃薯适宜种植区上限海拔高度平均提高 100~200 m,全省复种马铃薯面积扩大。

5.1.2 对马铃薯产量的影响 分析马铃薯生长关键时段、关键气象因子对其产量的影响,依据积分回归及相关分析结果,对三个代表地区(河西属灌溉农业区故未选)主要马铃薯生产地逐年单产进行滑动平均处理,提取气候产量(y_w),以马铃薯块茎主要膨大期(7 月)平均气温 T、分枝~开花期(6~7 月)降水量 R 为主要因子,建立各地马铃薯气候产量预测模型,经检验效果显著(F_{0.01} = 6.70)。

陇中: $y_{w1} = 28.104 - 12.928 T + 1.681 R$ (2)
 $F = 48.6$

陇东: $y_{w2} = 38.95 - 13.6 T + 1.412 R$ (3)
 $F = 76.8$

陇东南: $y_{w3} = 52.16 - 14.8 T + 1.473 R$ (4)
 $F = 105.6$

从预测模型各因子系数权重可以看出,7 月份,气温对马铃薯产量影响最大的是陇东南地区,水分影响最大的是陇中的半干旱地区。这与前面的分析结果以及实际情况相吻合。根据气候产量模型,在

气温平均升高 1℃、2℃、3℃ 及降水量平均增减 10%、20%、30% 条件下,计算甘肃各地马铃薯气候产量的变化率,可知陇东南产量波动最大,陇东次之,陇中较小。在降水量变化一定的条件下,马铃薯产量随温度的升高而降低,当气温平均升高 1℃,陇东南产量降低 0.12%,陇东产量降低 0.011%,陇中产量降低 0.1%。若由于其他原因减产,其减产幅度也随温度升高而缩小。在温度变化一定的条件下,马铃薯产量随降水的增加而增加,当降水量增加 10%,陇中产量增加 0.28%,陇东南产量增加 0.23%,陇东产量增加 0.22%,河西产量增加极小。陇中增幅最大,陇东南次之,河西属灌溉农业区降水量对作物产量影响很小。

5.2 合理开发利用气候资源的对策

5.2.1 合理利用气候资源,调整作物布局 马铃薯适应性较强,各地应根据气候特点,合理布局种植。最适宜种植区应充分利用气候凉爽,水分较充沛的有利条件,扩大种植面积,建立马铃薯生产、加工及无病留种繁殖基地;适宜种植区应建立比较集中、规模较大的菜用型、淀粉加工型、专用型马铃薯产业经济开发区;可种植区马铃薯生产不利气候因素较多,应辅以一定的农业技术保障措施。

5.2.2 适当调整播种日期,躲避气象灾害影响 影响马铃薯产量的气象灾害主要表现在幼苗期的春霜冻、块茎形成期的高温危害及伏期干旱等。在次适宜种植区和可种植区适当推迟播种期,既可减少幼苗的春霜冻危害机率,又可躲避块茎膨大期的高温危害,提高产量和品质。

5.2.3 采取多种农业措施,扩大马铃薯种植面积 气温升高,热量资源增加,多熟制向北推移,复种指数提高^[17]。马铃薯属耐荫作物,对光照要求不甚严格,产量与积温有较好的相关关系,热量条件较好的地区应扩大复种面积或采取与豆类、玉米、小麦间套带种等多种种植形式;海拔较高的寒冷山区还可采取地膜覆盖的方法增加热量,扩大马铃薯种植面积。

6 结 论

1) 马铃薯产量 EOF1 分析表明,陇中和陇南山区数值较小,产量序列与该空间型的时间系数序列的相关不显著,产量年际变幅小;其余地方数值较大,产量序列与该空间型相关显著,产量年际变幅大。

2) 当气温升高,降水量变化时,陇东南产量波动最大,陇东次之,陇中较小。在降水量变化一定的条件下,马铃薯产量随温度的升高而降低,若由于其

他原因减产,其减产幅度也随温度升高而缩小。在温度变化一定的条件下,马铃薯产量随降水的增加而增加,陇中增幅最大,陇东南次之,河西属灌溉农业区降水量对作物产量影响很小。

3) 在次适宜种植区和可种植区适当推迟播种期,既可减少幼苗的春霜冻危害机率,又可躲避块茎膨大期的高温危害,提高产量和品质。

4) 热量条件较好的地区应扩大复种面积或采取与豆类、玉米、小麦间套带种等多种种植形式;海拔较高的寒冷山区还可采取地膜覆盖的方法增加热量,扩大马铃薯种植面积。

参考文献:

- [1] 马宗晋. 自然灾害与我国的减灾系统工程[A]. 国家科委全国重大自然灾害研究组. 共同走向科学(C). 北京: 新华出版社, 1997. 229—245.
- [2] Allen S G, Idso S B, Kimball B A, et al. Interactive effects of CO₂ enviroment on photosynthesis of Azolla[J]. Agri For Meteorol, 1988, 42(1): 209—217.
- [3] Brown R A, Rosenberg N S. Sensitivity of crop yield and water use to change in a range of climate factor and CO₂ concentrations; a simulation study apply Epic to the central USA[J]. Agri For Meteorol, 1997, 83(2): 171—203.
- [4] IPCC Working Group I. Scientific Assessment of Climate Change[R]. Cambridge: Cambridge Publishing House, 1992. 58—125.
- [5] 邓振镛. 干旱地区农业气象研究[M]. 北京: 气象出版社, 1999. 1—5.

- [6] 章基嘉, 徐祥德, 苗俊峰. 气候变化及其对农业作物生产潜力的影响[M]. 北京: 气象出版社, 1992. 3—6.
- [7] 王石立, 王馥棠. 气候变化对黄淮海地区小麦产量可能影响的模拟试验[J]. 气象学报, 1993, 52(2): 209—216.
- [8] 金之庆, 陈 华, 葛道阔, 等. 应用 GCMs 和历史气候资料生成我国在 CO₂ 倍增时的气候情景[J]. 中国农业气象, 1992, 13(5): 13—21.
- [9] 金之庆, 方 娟, 葛道阔, 等. 全球气候变化影响我国冬小麦生产之前[J]. 作物学报, 1994, 20(2): 186—197.
- [10] 杨文坎, 李湘阁. 气候变化对越南北方水稻生产的影响的[J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(1): 55—64.
- [11] 丁裕国. EOF 在大气科学研究中的新进展[J]. 气象科技, 1993, 3: 10—19.
- [12] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999. 115—131.
- [13] 蒲金涌, 邓振镛, 姚小英, 等. 甘肃省马铃薯生态气候分析及综合区划[J]. 华北农学报, 2004, 19(增刊): 243—246.
- [14] 姚玉璧, 朱国庆, 李巧珍. 陇中马铃薯气候生态条件分析及适生种植区划[J]. 甘肃科技, 2001, 17(5): 43—44.
- [15] 邓振镛, 董安祥, 郝志毅, 等. 干旱与可持续发展及抗旱减灾技术研究[J]. 气象科技, 2004, (3): 35—39.
- [16] 姚玉璧, 李耀辉, 王毅荣, 等. 黄土高原气候与气候生产力对全球气候变化的响应[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 202—208.
- [17] 姚玉璧, 杨树恭, 方德彪, 等. 甘肃高寒阴湿地区不同高度地膜马铃薯栽培农田气候效应及分区研究[J]. 甘肃科技, 1998, 专辑: 39—41.
- [18] 刘德祥, 董安祥, 陆登荣, 等. 中国西北地区近 43 年气候变化及其对农业生产的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 195—201.

The influence of climate changes on potato growth in Gansu province

YAO Yu-bi^{1,2,3}, DENG Zhen-yong¹, WANG Rong-yuan^{1,2}, WANG Yi-rong³,
PU Jin-yong⁴, ZHANG Xiu-yun³

(1. Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China; 2. Laboratory of Climate Studies, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China; 3. Meteorological Bureau of Dingxi, Dingxi 743000, China; 4. Agriculture observation station of Tianshui, Tianshui 741010, China)

Abstract: Based on the potato yield data and meteorological data during 1981~2000 from 71 stations of whole Gansu province, we analyzed the time-space characteristic of the potato yield change and the weather factors affecting the potato yield using the EOF, multivariate regression and integral calculus return to return etc., built up the weather-yield estimation model, put forward the corresponding countermeasures. The results showed that: the yield sequence and the time coefficient sequence of the space type in Longzhong and Longnan area were not significantly correlated. The yield change from year to year had a little scope. In the other areas, the yield sequences and the space types are significantly correlated, and the potato yield changed yearly greatly. Under condition with certain precipitation amount, the potato yield increased as the temperature went up, under condition with certain temperature, the potato yield increased as the precipitation rose.

Keywords: Gansu area; potato growth; climate change; countermeasure