

文章编号:1006-7639(2004)-03-0059-04

甘肃省谷子气候生态适应性分析及适生种植区划

马兴祥^{1,2}, 邓振镛¹, 魏育国², 朱国庆³, 郭江勇⁴

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020; 2. 武威农业气象试验站, 甘肃 凉州 733000;
3. 定西市气象局, 甘肃 安定 743000; 4. 庆阳市气象局, 甘肃 西峰 745000)

摘要:在分析谷子气候生态适应性的基础上, 建立不同气候区谷子气候产量模型。确定影响产量形成关键时段的关键气象因素是 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、8~9月平均气温、7月降水以及海拔高度和投入产出比等适生种植区划综合指标体系, 据此划分5个谷子气候生态种植区。并提出提高气候生态资源的开发利用途径。

关键词:谷子; 气候生态; 适应性; 种植区划

中图分类号:S162.2

文献标识码:A

引言

谷子是甘肃主要杂粮品种, 具有悠久的种植历史。谷子具有抗旱耐脊薄、耐盐碱的生物特性。在干旱缺水的甘肃, 受到广大农民的喜爱, 20世纪80年代以前种植面积较大, 90年代略有减少, 2000年全省种植面积4.36万 hm^2 , 总产达5670万 kg , 单产为1305 kg/hm^2 。近年来随着市场经济的发展, 谷子价格凸现, 按2003年市场价计, 比小麦、玉米高近2倍, 价格优势和市场竞争力再次引起农民重视, 在农业种植结构调整中占了应有地位, 种植面积逐步增加。生产实践证明, 春夏干旱严重年份, 其它作物无法出苗的情况下, 谷子遇到少量降水就可出苗, 并获得较好产量。同时也是补种救灾的好品种。甘肃自然灾害发生机率最高是干旱, 但谷子在干旱发生的年份是受危害程度最低的粮食品种之一, 因此, 发展谷子生产是一项抗旱减灾的重要措施。农业种植结构调整具有多样性, 只有保持种植作物的多样性, 才能有效合理利用当地的气候资源, 躲避多发的自然灾害, 降低灾害危害程度。分析谷子气候生态条件, 科学合理安排谷子种植面积, 对充分利用当地农业气候资源、趋利避害和种植多样性等方面有着重要的现实意义和发展意义。

1 气候生态适应性

甘肃东西跨度大, 气候差异明显, 谷子生育期气候生态条件也不相同。本文选择凉州代表河西绿洲灌溉区, 安定代表陇中半干旱旱作区, 西峰代表陇东半湿润旱作区, 对谷子气候生态进行分析。

1.1 热量对产量的影响

甘肃谷子多以春播为主, 一般在4月上中旬播种, 5月上旬出苗, 6月中下旬拔节, 7月中下旬抽穗开花, 9月中下旬成熟, 生育期一般在120~150 d , 早熟品种生育期较短在80~100 d 之间。谷子是喜温作物, 对热量条件要求较高。据武威农试站多年试验观测, 谷子全生育期需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温1700~2800 $^{\circ}\text{C}$ 。一般早熟品种需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温1700~2000 $^{\circ}\text{C}$; 中熟品种需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2000~2400 $^{\circ}\text{C}$; 晚熟品种需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2400~2800 $^{\circ}\text{C}$, 春播谷子大多数地区以中晚熟品种为主。甘肃热量分布具有垂直差异大的特点, 统计甘肃40个县区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温(Σt_{10})与海拔高度(H)有密切负相关, 相关系数为-0.9131, 通过0.01信度检验。回归式为:

$$\Sigma t_{10} = 4716.38 - 1.25H \quad (1)$$

计算表明, 海拔增高, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温减少, 海拔每增高100 m , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温减少125.0 $^{\circ}\text{C}$ 。说明低海拔地区积温多, 热量充足; 高海拔地区积温少, 热量条件较差。从谷子所需的热量条件看大多数地区能满足其生长需要。

收稿日期:2004-06-29; 改回日期:2004-08-06

基金项目:甘肃省科技攻关计划“西北干旱成因及其应用”(GS012-A45-118)项目资助。

作者简介:马兴祥(1955-), 男, 甘肃古浪县人, 高级工程师, 主要从事应用气象研究。

将谷子产量分解为气候产量和农业技术、栽培措施等影响的趋势产量,凉州用滑动平均分解,安定和西峰用多项式分解。

用积分回归分析旬平均气温对凉州、安定,西峰谷子气候产量的影响(图1),3地 $a(t)$ 曲线变化基本一致。在播种至出苗期, $a(t)$ 为负效应,进入5月后气温均为正效应, $a(t)$ 变化呈双峰型,第1峰值出现在5月中旬到6月上旬,3个代表点气温每增加 1°C ,产量提高 $46.11\sim 90.65\text{ kg/hm}^2$ 。第2峰值出现在8月中旬至9月上旬,气温每增加 1°C ,产量提高 $52.21\sim 73.88\text{ kg/hm}^2$ 。由图1可见,谷子苗期5月和灌浆后期气温呈明显不足。

普查谷子气候产量与旬、月平均气温相关,凉州8月气温通过0.05信度的显著检验,安定、西峰8~9月平均气温通过0.01信度的极显著检验。与积分回归结果基本一致。

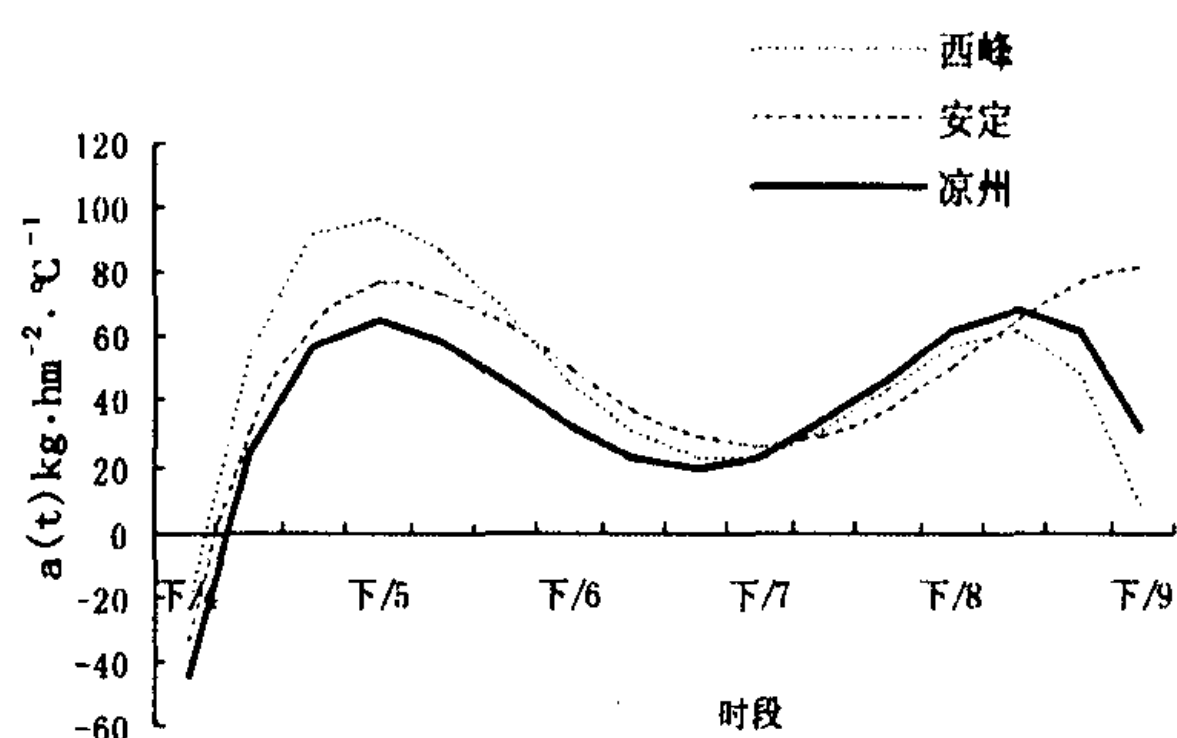


图1 旬气温与谷子气候产量积分回归

Fig.1 The integral regression between the average temperature of ten days and climatic yield of millet

1.2 水分对产量的影响

甘肃旱作区常因干旱缺水,使小麦、玉米等作物春播后不能正常出苗,而谷子发芽时需要的水量很少,仅需本身重量25%的水分,一般土壤含水量在11%~13%就可出苗,出苗后遇到干旱,土壤含水量在6%的情况下,仍能维持生存,遇雨后还能恢复生长,在生长过程中,蒸腾系数也较其它作物低,比小麦、玉米低26%~47%^[1]。

用谷子气候产量与各生育阶段的旬降水量作积分回归分析(图2),3地 $a(t)$ 曲线变化基本一致,呈一峰一谷型。正效应峰值出现在6月上旬到7月上旬,降水每增加1mm,气候产量增加 $9.42\sim 18.72\text{ kg/hm}^2$ 。负效应极值出现在8月下旬至9月上旬,降水每增加1mm,产量减少 $11.11\sim 13.23\text{ kg/hm}^2$ 。从3地降水总的影响趋势看,谷子生育前期需水较少,中期需水较多,后期需水不多。据研究早

作谷子一生需水分 $250\sim 300\text{ mm}$,灌溉地谷子需水分 375 mm 。其中拔节至抽穗占总耗水量的43.1%,这段时间谷子需水最多,水分对产量影响最敏感^[1]。积分回归结果中的正效应时段与谷子耗水量最大时段基本吻合。相关普查3地7月降水均通过0.01信度检验。说明这段时间是谷子需水高峰期和敏感期。

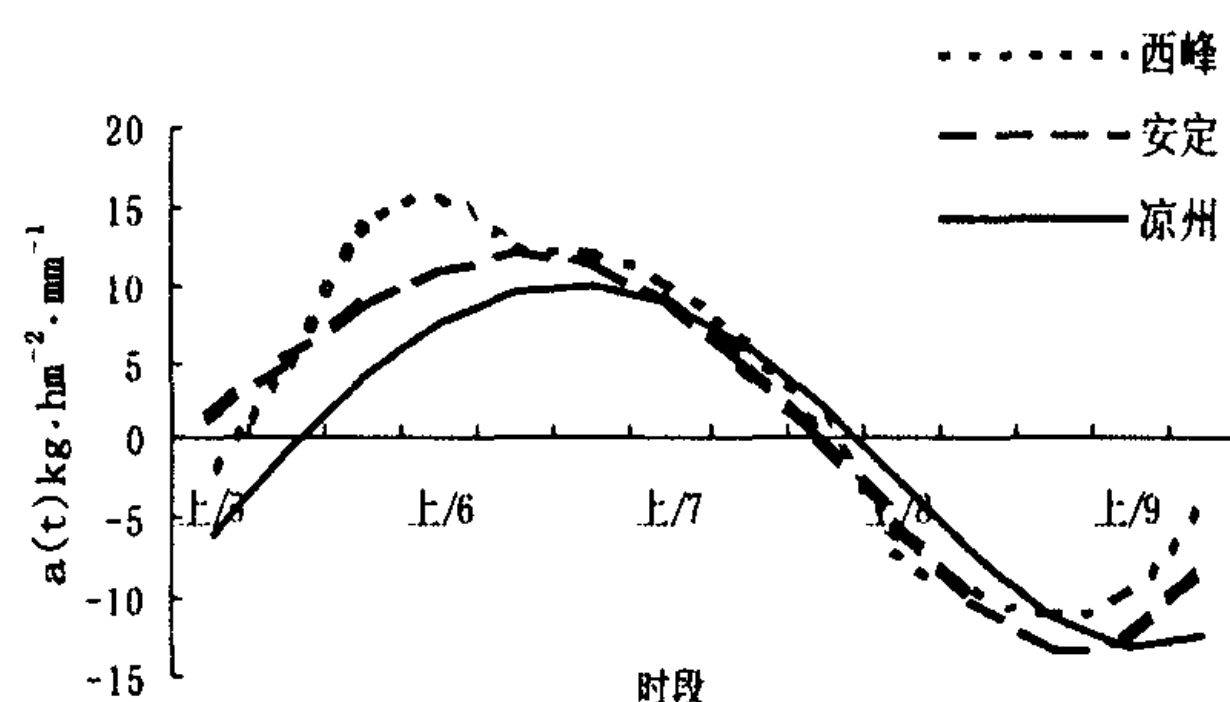


图2 旬降水与谷子气候产量积分回归

Fig.2 The integral regression between the average precipitation of ten days and climatic yield of millet

2 气候产量模型

分析谷子生长关键时段气象因子对产量的影响,依据积分回归及相关分析结果,以影响谷子气候产量(Y_w)较关键的7月降水(R)、凉州8月平均气温(t_8),安定和西峰8~9月平均气温(t)为模拟因子,建立谷子气候产量模型

$$\text{凉州 } Y_w = -23.35 + 1.09R + 1.03t_8$$

$$F = 10.26 \quad F > F_{0.01} \quad (2)$$

$$\text{安定 } Y_w = -1376.25 + 10.57R + 38.48t$$

$$F = 18.53 \quad F > F_{0.01} \quad (3)$$

$$\text{西峰 } Y_w = -197.29 + 1.61R + 23.26t$$

$$F = 9.23 \quad F > F_{0.01} \quad (4)$$

为比较回归方程中各自变量对气候产量的贡献,求算偏回归系数:

$$b = b_i(L_{ij}/L_{yy})^{1/2}$$

凉州7月降水偏回归系数为0.21,8月平均气温偏回归系数为0.14。安定7月降水偏回归系数为0.80,8~9月平均气温偏回归系数为0.09。西峰7月降水偏回归系数为0.59,8~9月平均气温偏回归系数为0.41。

偏回归系数的大小说明对产量贡献大小。3地降水比气温对谷子气候产量贡献都大,尤其安定最突出。说明降水对产量的影响至关重要。

3 气候生态适生种植区划

3.1 气候生态适生种植区划指标

在选取区划指标时,依据上述分析结果,河西绿洲灌区选取7月降水、8月平均气温;陇中半干旱旱

作区和陇东半湿润旱作区选取7月降水、8~9月平均气温以及年 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温、海拔高度,并考虑最大经济效益,引入生产资料和技术投入与产出比、产量组成区划综合指标体系(表1)。

表1 甘肃谷子气候生态适生种植区划综合指标体系及种植分区

Tab.1 The integrated index system of ecoclimate regionalization and planting division for millet in Gansu province

	I 最适种植区	II 适宜种植区	III 次适种植区	IV 可种植区	V 不宜种植区
$t_8(\text{ }^{\circ}\text{C})$	>21	19~20	18~19	17~18	<17
$t(\text{ }^{\circ}\text{C})$		>16.5	15.5~16.5	15.0~15.5	<15
$\sum t_{10}(\text{ }^{\circ}\text{C})$	2 600~2 800	2 300~2 600	2 000~2 300	1 700~2 000	$<1 700$
$R(\text{mm})$ 河西灌区	>50	40~50	30~40	20~30	<20
河东旱作区		>100	80~100	60~80	<60
$H(\text{m})$ 河西灌区	$<1 500$	1 500~1 700	1 700~1 900	1 900~2 100	$>2 100$
河东旱作区		$<1 700$	1 700~2 000	2 000~2 200	$>2 200$
投入产出比	>3.0	2.0~3.0	1.0~2.0	0.5~1.0	<0.5
产量 河西灌区	$>3 500$	2 500~3 500	1 500~2 500	1 000~2 000	$<1 000$
(kg/hm^2) 河东旱作区		$>2 000$	1 500~2 000	500~700	<500

在上述指标中,采用权重系数法综合评价。根据甘肃生产实际和农业生产实践,确定降水(R)的权重系数为0.30,8月平均气温(t_8)或8~9月平均气温(t)取0.20, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温($\sum t_{10}$)取0.20,海拔高度(H)取0.15,投入产出比取0.15,考虑到在投入产出比中已用了产量因子,故将产量作为参考指标。用上述综合指标将甘肃谷子划分为5级气候生态适生种植区(图3)。

作区。生长期热量充足,有灌溉条件,能保证谷子正常生长,该区谷子投入产出比 >3.0 ,产量在 $3 500\text{ kg}/\text{hm}^2$ 以上,是甘肃谷子高产区。由于这里种植其它作物,特别是经济作物的经济效益超过谷子,因此在一定程度上影响了谷子种植面积。

适宜种植区(II):这里属温和气候区。主要包括河西灌区的肃州、甘州、金昌、凉州、古浪等地海拔高度在 $1 500\sim 1 700\text{ m}$ 的地区;河东的景泰、白银、兰州、永登、皋兰、榆中、红古、安定、通渭、陇西、临洮、靖远、会宁、华池、庆阳、合水、西峰、镇原、正宁、宁县、崇信、崆峒、泾川、灵台、武都、宕昌、成县、文县、礼县等海拔高度 $<1 700\text{ m}$ 的地方,谷子生长期,热量条件好,局地有灌溉条件,没有灌溉条件的地方降水相对较多,气候条件对谷子生长适宜。

次适宜种植区(III):主要包括河西沿祁连山地带的甘州、山丹、永昌古浪、凉州以及和政、临夏、漳县、东乡、安定、临洮等县海拔高度 $1 700\sim 2 000\text{ m}$ 的地区。这里属温凉气候区,热量不及I、II区,因海拔较高,谷子灌浆期气温也相对较低,易受早霜冻危害。

可种植区(IV):主要包括河西沿祁连山地带的永昌、山丹、民乐等县海拔 $1 900\sim 2 100\text{ m}$ 的地区;青藏高原边缘地带的康乐、东乡、广河等县海拔 $2 000\sim 2 200\text{ m}$ 的地区。这里属温凉气候区, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温在 $1 700\sim 2 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,无霜期长,谷子生长期较短,产量低而不稳,灌浆期气温不足是影响谷子生长的主要因素,种植风险较大。

不宜种植区(V):包括祁连山区、青藏高原边

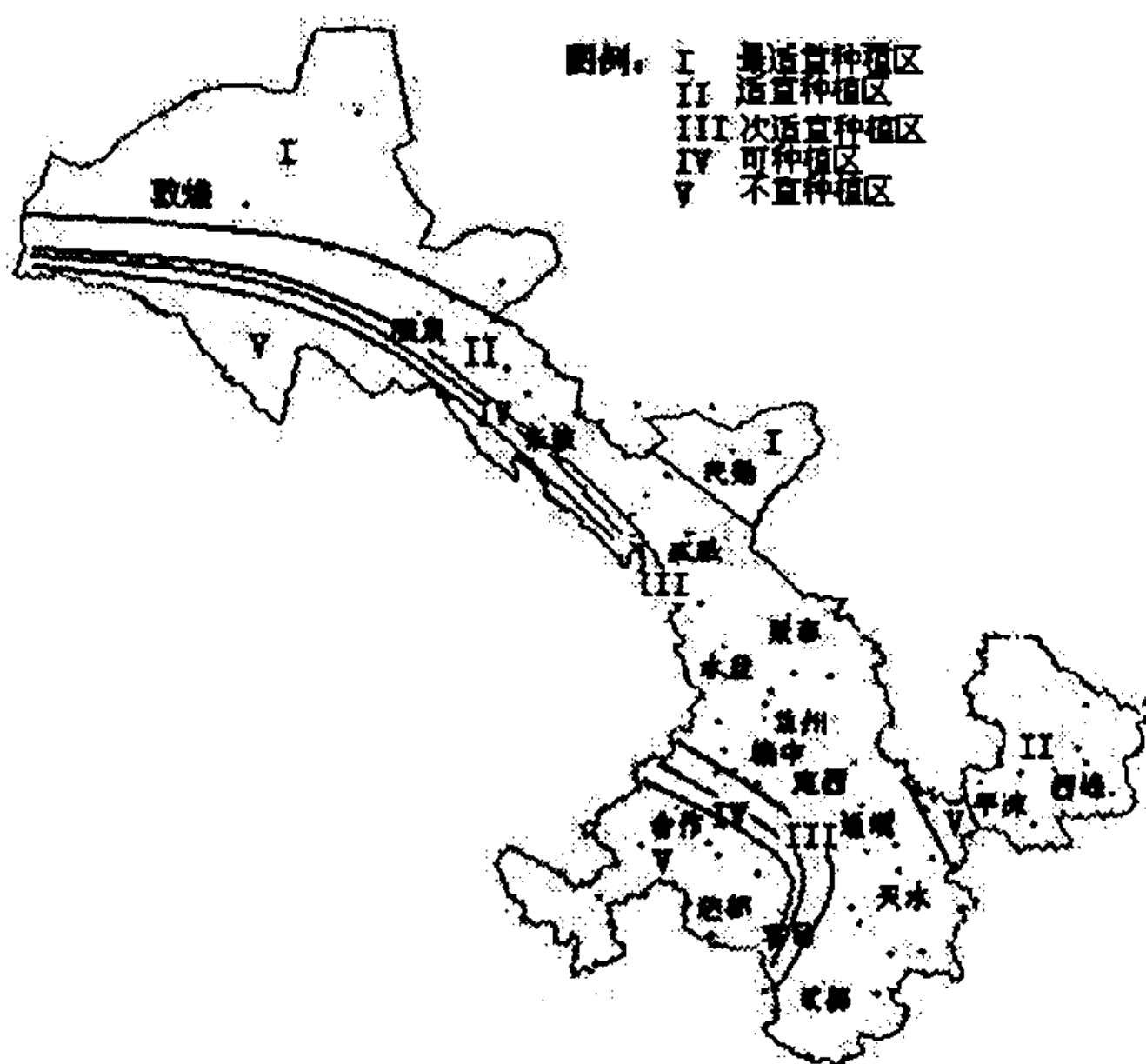


图3 甘肃谷子气候生态区划图

Fig.3 The ecoclimatic regionalization for planting millet in Gansu province

3.2 分区述评

最适宜种植区(I):主要包括河西的敦煌、安西、金塔、高台、临泽、民勤等县区,海拔高度 $<1 500$

缘地带、六盘山地等海拔高度超过 2 200 m 的地区。

4 提高气候生态资源的开发利用途径

(1) 充分利用本地气候资源优势,合理搭配谷子种植,调整好作物种植结构。甘肃是一个干旱发生机率较高的省份,尤其中部旱作区和干旱发生的年份,要合理调整种植结构,增加谷子种植比例,发挥谷子耐旱、抗旱能力强的优势,减轻干旱危害,增加农业收入。

(2) 适期播种,加强管理。谷子苗期和灌浆后期怕冻,各地要根据当地气候变化规律,选择适宜种植的谷子品种,适时播种,躲避早晚霜冻和灌浆期低温危害。海拔较高地区,选择早熟和中早熟品种种

植;后期不宜肥水过多,加强田间管理,提高谷子产量。

(3) 根据当地气候条件,利用市场价格优势,选择优良品种,提高产量和质量。谷子具有多种营养元素供人体需用,对增加营养提高健康水平,改变饮食结构,平衡营养供给十分有利。随着市场经济不断完善,谷子市场价格逐步凸现,按 2003 年市场价,比小麦玉米高近 2 倍,利用当地气候条件和谷子价格优势,种足种好谷子,是提高农民收入的一条有效措施。

参考文献:

- [1] 邓振镛. 干旱地区农业气象研究[M]. 北京:气象出版社,1999. 111-115.

Study on Ecoclimatic Applicability and Suitable Planting Division of Millet in Gansu Province

MA Xing-xiang^{1,2}, DENG Zhen-yong¹, WEI Yu-guo², ZHU Guo-qing³, GUO Jiang-yong⁴

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China;

2. Wuwei city Agro Meteorological Experiment Station, Liangzhou 733000, Gansu, China;

3. Dingxi Meteorological Bureau, Anding 743000, Gansu, China; 4. Qingyang Meteorological Bureau, Xifeng 745000, Gansu, China)

Abstract: Based on an analysis of ecoclimatic applicability for millet, the climatic yield model was established in different climatic region. The key meteorological factors affecting yield were confirmed, which included $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature, average temperature from Aug to Sep, precipitation in July, altitude, the rate between investment and yield and so on. An integrated index system of suitable planting division was given, and the eco-climatic planting division was divided into 5 grades. At the same time, the way to enhance utilizing efficiency of ecoclimate resources was brought forward.

Keywords: millet; eco-climate; applicability; planting division