

# 甘肃省春小麦生态气候适宜度在适生种植区划中的应用\*

马兴祥<sup>1)2)</sup> 邓振镛<sup>1)</sup> 李栋梁<sup>3)</sup> 陈雷<sup>2)</sup> 魏育国<sup>2)</sup> 朱国庆<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>(中国气象局兰州干旱气象研究所,兰州 730020) <sup>2)</sup>(武威市农业气象试验站,武威 733000)

<sup>3)</sup>(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,兰州 730000) <sup>4)</sup>(定西市气象局,定西 743000)

## 摘要

用甘肃省春麦区 31 个县 1970 ~ 2000 年的旬平均气温、旬日照时数、旬降水量、 $\geq 0$  °C 积温、海拔高度等建立春小麦生态气候适宜度隶属函数和综合适宜度,结果表明:春小麦对海拔高度适宜度在 0.15 ~ 0.85 之间,最小出现在定西和古浪,最大值在金塔和敦煌。 $\geq 0$  °C 的积温适宜度与海拔高度适宜度趋势基本一致。旬平均气温适宜度在 0.35 ~ 0.56 之间,说明气温对春小麦生产较适宜。用积分回归分析春小麦在不同气候类区不同生育时段生态气候条件的贡献系数,温和平川绿洲灌区光、温、水要素的平均贡献系数最高,温暖沿沙漠绿洲灌区次之,冷凉浅山半灌溉区、温凉半干旱旱作区最小。用生态气候适应性对春小麦的影响程度和依赖度及产量,确定生态气候区划综合指标体系将春小麦划分出 5 级适生种植区划,并提出利用和开发生态气候资源有效途径。

关键词:春小麦 生态气候 适宜度 适生区划

## 引言

甘肃近年粮食生产在农业宏观调控和市场经济刺激下,生产数量、质量、多样性方面发生了明显的变化。春小麦是甘肃省主要粮作品种,2000 年种植面积为 47 万  $\text{hm}^2$ ,占小麦面积的 40%,占粮食面积的 17%,占农作物面积的 12%。春小麦总产占小麦的 52%,占粮食作物的 20%,平均单产为 3000  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。春小麦在粮食生产中具有举足轻重的作用。气候环境适宜程度直接制约着春小麦物质循环、能量流动、信息传递和价值增生。对于干旱缺水的甘肃来说,气候环境的影响更为突出,起着其他条件不可替代的作用。以往研究春小麦适生气候区划<sup>[1~8]</sup>,大多采用对比、相关、相似、聚类等方法找出作物全生育期、关键期需求的气候条件,以此定出指标,划分气候种植区,这种区划与精准农业要求和作物生长动态、生物量、产量、特别是品质等要素综合评价尚有差距,似乎缺乏严格的数学物理分析,难以将不同量纲的气候、地理、小麦产量、品质等生态因子建立统一数学模式。分析研究春小麦生态气候适宜度,在综合气候、地理、产量、品质等因素动态、量化评价方面比以前区划有较大改进,对合理开发利用生态气候资源,培育经济转化率,持续高效快速发展经济,进一步合理调整农业种植结构等方面具有重要意义。

\* “西北干旱半干旱区主要农作物对气候变化的响应”项目(CCSF2005-2-QH26)和甘肃省科技攻关计划“西北干旱成因及其应用”项目(CGS012-A45-118)共同资助。

2004-08-02 收到,2005-03-25 收到再改稿。

## 1 生态气候适宜度

### 1.1 研究方法

春小麦从播种到成熟需要经历 120 多天, 在各生育阶段, 既有自身的生理变化特点, 又受生态气候环境的影响, 在各生育时段配置是否合理适宜, 对其生长发育有不同程度影响, 通过对生态气候环境条件的适应, 获取必要的物质和能量, 并通过能量转换, 体现生长快慢和产量高低, 在这个转换过程中存在着许多中间状态的模糊概念, 由于气候条件本身也在不断变化, 对春小麦的影响不是等价和同步的, 不能简单地用二值逻辑来判断, 需用多值模糊逻辑来判断。为客观定量描述春小麦生长过程中生态气候环境的多值适宜程度, 建立模糊数学集合, 来评价春小麦生长过程<sup>[9~11]</sup>。

设某气候要素  $r$  从春小麦播种到成熟生态气候属性特征的数量范围(即由该要素构成的一维生态气候因子空间)为该要素的定义域, 当要素  $r$  的定义域为  $[a, b]$  时适宜度就在  $[a, b]$  上取值为  $[0, 1]$  的模糊子集, 记作:

$$S_r \subset [a, b] \quad (1)$$

$$S_r = \overset{\Delta}{\mu}_{S_r}(r) \rightarrow [0, 1] \quad (2)$$

式(1)中,  $S_r$  为  $r$  的适宜度模糊子集; 式(2)中  $\overset{\Delta}{\mu}_{S_r}(r)$  为  $S_r$  的隶度函数,  $S_r$  为生态因子  $r$  对  $S_r$  的隶属性。

在农业生态环境中, 各种生态气候因子对春小麦生长发育过程的综合影响效果并不是各个生态气候因子单独作用的简单累加, 每种生态气候因子的特征属性对春小麦影响程度是不同的, 对其需求也各不相同, 是不能互相替代的。就春小麦生长发育来说, 都有生态气候因子  $X_i (i=1, 2, \dots, n)$  适宜度子集  $S_{X_i}$ , 隶属性记为:

$$S_{X_i} = \mu_{S_{X_i}}(X_i) \quad (3)$$

式(3)中, 隶属性由下式确定:

$$S_X = \mu_{S_X}(X) = \sum_{i=1}^n a_i \mu_{S_{X_i}}(X_i) \quad (4)$$

式(4)中,  $0 < a_i < 1 (i=1, 2, \dots, n)$  为各生态气候因子所占的权重数, 它满足  $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 。

本文利用 1970~2000 年甘肃春麦区农气观测站春小麦发育和生物量资料, 分析生态气候因子与春小麦有机体增长之间的关系, 并应用已有研究成果<sup>[12~13]</sup>, 建立春小麦生育时段主要生态气候因子隶属函数:

旬平均气温( $T$ )

$$S_T = \mu_{S_T}(T) = \begin{cases} 0 & T < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 1/5 + 1/850 T^2 & 0 \text{ } ^\circ\text{C} \leq T \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 0 & T > 30 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases} \quad (5)$$

旬日照时数( $I$ )

$$S_I = \mu_{S_I}^-(I) = \begin{cases} 0 & I < 60 \text{ h} \\ I - I/3800 (I - 120)^2 & 60 \text{ h} \leq I \leq 130 \text{ h} \end{cases} \quad (6)$$

旬降水量(  $R$  )

$$S_R = \mu_{S_R}^-(R) = \begin{cases} 1 & R > 20 \text{ mm} \\ (R - 5)/15 & 5 \text{ mm} \leq R \leq 20 \text{ mm} \\ 0 & R < 5 \text{ mm} \end{cases} \quad (7)$$

$\geq 0$  °C积温(  $\sum T$  )

$$S_{\sum T} = \mu_{S_{\sum T}}^-(\sum T) = \begin{cases} 0 & \sum T < 1500 \text{ °C} \\ (\sum T - 1500)/3000 & 1500 \text{ °C} \leq \sum T < 3000 \text{ °C} \end{cases} \quad (8)$$

海拔高度(  $H$  )

$$S_H = \mu_{S_H}^-(H) = \begin{cases} 1 & H < 1000 \text{ m} \\ 1 - (2700 - H)/1800 & 1000 \text{ m} \leq H \leq 2700 \text{ m} \\ 0 & H > 2700 \text{ m} \end{cases} \quad (9)$$

品质(  $pn$  )

$$S_{pn} = \mu_{S_{pn}}^-(pn) = \begin{cases} 1 & p \geq 10\%, n > 50\% \\ 0 & p < 10\%, n \leq 50\% \end{cases} \quad (10)$$

式(10)中,  $p$  为蛋白质含量,  $n$  为淀粉含量。

## 1.2 计算结果及分析

### 1.2.1 春小麦生态气候适宜度

根据建立的隶属函数,计算敦煌、安西、玉门镇、酒泉、金塔、临泽、张掖、山丹、民乐、民勤、武威、古浪、天祝、景泰、白银、靖远、会宁、定西、临洮、华家岭、通渭、渭源、陇西、岷县、漳县、迭部、临夏、康乐、东乡、永登、皋兰 31 个县(区)气象站 1970~2000 年平均生态气候因子适宜度(表略)。结果表明,春小麦对海拔高度适宜度在 0.15~0.85 之间,最小出现在定西和古浪,最大值在金塔和敦煌。 $\geq 0$  °C 的积温适宜度与海拔高度适宜度趋势基本一致。旬平均气温适宜度在 0.35~0.56 之间,说明气温对春小麦生产较适宜。降水适宜度差距在上述因子中最悬殊,河西西部最小,低于 0.06,而定西、兰州、临洮、岷县等地则高达 0.64~0.90,具有西低东高的变化特点。日照适宜度则呈西高东低,品质适宜度河西平川区比河东高,大多在 0.4~0.65 之间。这种变化反映了本区生态气候因子对春小麦生产的适宜程度和依赖性。

### 1.2.2 春小麦综合适宜度

通过上述各要素的适宜度分析,依据当地不同气候类型拟订甘肃雨养农业区和灌溉农业区春小麦综合适宜度(  $\gamma$  )。根据甘肃生态气候条件对春小麦的影响程度(参考不同气候区光、温水等气候条件对产量的积分回归贡献表略)和多年生产经验,确定综合适宜度权重系数,用下式计算:

$$\begin{aligned} \gamma_{x_i} &= \mu_{S_{x_i}}^-(T, I, R, \sum T, H, (pn)) \\ &= 0.2 \mu_{S_T}^-(T) + 0.1 \mu_{S_I}^-(I) + 0.4 \mu_{S_R}^-(R) \\ &\quad + 0.05 \mu_{S_{\sum T}}^-(\sum T) + 0.15 \mu_{S_H}^-(H) + 0.1 \mu_{S_{(pn)_i}}^-(pn) \end{aligned} \quad (11)$$

## 灌溉农业区

$$\begin{aligned}
 y_{x_i} &= \mu_{s_{x_i}}(T, I, R, \sum T, H, (pn)) \\
 &= 0.25 \mu_{s_{T_i}}(T) + 0.1 \mu_{s_{I_i}}(I) + 0.25 \mu_{s_{R_i}}(R) + \\
 &\quad 0.15 \mu_{s_{\sum T_i}}(\sum T) + 0.15 \mu_{s_{H_i}}(H) + 0.1 \mu_{s_{(pn)_i}}(pn) \quad (12)
 \end{aligned}$$

计算结果, 综合适宜度较大的地区主要出现在雨养农业区, 以定西最大, 大多数地区在 0.42 ~ 0.85 之间, 其他地区在 0.32 ~ 0.65 之间。灌溉区的冷凉区和浅山区在 0.6 ~ 0.8 之间, 温和平川区、沿沙漠灌区在 0.35 ~ 0.55 之间, 高山区综合适宜度 < 0.3。这种情况基本上反映了甘肃春小麦气候依赖程度。

## 2 主要生育阶段生态气候适应性

### 2.1 气温对幼穗分化期的影响

春小麦小穗数的多少主要取决于幼穗分化期气温高低。用武威农业气象试验站多年分期播种试验资料计算幼穗分化期生物学下限温度为 6 ~ 8 °C, 温度为 9 ~ 12 °C 时, 结实小穗数最多, 气温高于 12 °C, 小穗数减少。幼穗分化期持续时间与气温有关, 当气温高于 12 °C 时, 气温每升高 1 °C, 幼穗分化期缩短 1.9 d<sup>[13~14]</sup>。可见, 幼穗分化期气温不宜过高。根据甘肃春麦区小麦幼穗分化期出现时间及对应的旬平均气温, 结合上述分析建立春小麦幼穗分化期气温适宜度隶属函数:

旬平均气温( $T$ )

$$S_T = \mu_{s_T}(T) = \begin{cases} 0 & T < 6 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 1 - \sqrt{(12 - T)/5} & 6 \text{ } ^\circ\text{C} \leq T \leq 12 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 1 - \sqrt{(T - 12)/3} & 12 \text{ } ^\circ\text{C} < T < 20 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases} \quad (13)$$

计算结果表明, 冷凉浅山半灌溉区幼穗分化期气温适宜度在 0.72 ~ 0.89 之间, 温和平川绿洲灌区气温适宜度在 0.65 ~ 0.71 之间, 温暖沿沙漠绿洲灌区和温凉半干旱旱作区气温适宜度在 0.42 ~ 0.64 之间, 说明甘肃春麦区大多数地区幼穗分化期气温较适宜。

### 2.2 气温对灌浆期的影响

灌浆期是决定春小麦粒重的关键时期。据武威农试站多年试验研究, 灌浆期适宜的气温为 16 ~ 19 °C, 气温适宜千粒重就高, 反之则低。当气温高于 30 °C 后, 灌浆受阻, 千粒重下降 1 ~ 3 g/d<sup>[15]</sup>。分析不同气候区小麦灌浆期的日平均气温, 温暖沿沙漠绿洲区气温在 23 ~ 25 °C, 温和平川绿洲区气温在 19 ~ 23 °C, 冷凉浅山区在 16 ~ 19 °C, 温凉半干旱区在 18 ~ 21 °C。从气温出现范围看, 除沿沙漠区气温较适宜温度高 2 ~ 5 °C 外, 其他区域基本在适宜范围内, 说明春小麦区高温、干热风影响主要在沿沙漠区, 其次为平川区, 冷凉区和半干旱区几乎没有危害。从灌浆期持续时间看, 冷凉区灌浆期气温相对较低, 持续时间较长。沿沙漠区灌浆期平均为 32 d 左右, 平川区为 35 d 左右, 冷凉区为 40 d 左右, 半干旱区为 38 ~ 40 d, 而千粒重最大值出现在冷凉区, 最高达 57 g, 多数年份在 50 g 以上, 其他区域相对偏低。

### 3 生态气候适生种植区

选用生态气候适宜度为主导指标,幼穗分化期和灌浆期平均气温为辅助指标,以及产量、品质为参考指标,确定为春小麦生态气候区划综合指标体系(表1),把甘肃省春小麦生态气候适生种植区划分5个区域(图1)。

表1 甘肃省春小麦生态气候适生种植区划综合指标体系及种植分区

	I 最适宜种植区		II 适宜种植区		III 次适宜种植区		IV 可种植区		V 不宜种植区
	I 1	I 2	II 1	II 2	III 1	III 2	IV 1	IV 2	
气候适宜度	0.60 ~ 0.85		0.50 ~ 0.59		0.35 ~ 0.49		0.20 ~ 0.34		< 0.20
幼穗分化期 平均温度/℃	9 ~ 13		13 ~ 15		15 ~ 17		8 ~ 9		< 8
灌浆期 平均温度/℃	16 ~ 19		19 ~ 21		21 ~ 24		14 ~ 16		< 14
品质(蛋白含量 p/%, 淀粉含量 n/%)	面包型 p:10 ~ 12.5 n: ≥ 65		面条型 p:12.5 ~ 18 n: < 65		混合型 p:10 ~ 14 n:50 ~ 70		面包型 p:8 ~ 10 n:50 ~ 60		
产量/(kg·hm) <sup>-2</sup>	7500 ~ 9000	3750 ~ 4500	6000 ~ 7500	3000 ~ 3750	4500 ~ 6000	2250 ~ 3000	1500 ~ 2250	750 ~ 2250	< 750
地域 范围	河西的 玉门、酒泉、 张掖、山丹、 民乐、永昌、 凉州、古浪、 天祝等沿山 和浅山地带, 海拔1700 ~ 2400 m	中部的 积石山、临 夏、和政、 广河、康乐、 渭源、河谷 盆地、相间 的丘陵山地, 海拔1900 ~ 2500 m	河西的 玉门、嘉峪关、 酒泉、张掖、 山丹、永昌、 凉州等平川 绿洲区,海拔 1400 ~ 1700 m	中部的临 洮以及东乡 南部,海拔 800 ~ 2400 m 地区,岷县 及漳县西南 部,海拔1500 ~ 2500 m 地区,	河西的 敦煌、安西、 玉门、金塔、 张掖、临泽、 高台、民勤 等沿沙漠平 川绿洲区,海 拔1100 ~ 1400 m	中部的兰 州、会宁、定 西、榆中、通 渭、渭源北 部、东乡和 永靖南部,每 海拔1500 ~ 2400 m地 区,陇西、通 渭南部、漳 县北部,海拔 为1400 ~ 2300 m	河西的 民乐、肃南、 山丹、永昌、 凉州、古浪、 天祝等浅山 地带,海拔 2400 ~ 2700 m	中部的绿 曲、夏河、卓 尼、临潭等 县海拔2500 ~ 2800 m青 藏高原边缘 地带;景泰、 靖远、白银、 皋兰、永登、 永靖北部,海 拔为1400 ~ 1800 m地 区	肃南、民乐、天 祝等祁连山 地和甘南高 原大部、临 夏州少部分地区, 海拔 ≥ 2700 ~ 2800 m

I1 和 I2 区气候冷凉,热量适中,光温配合好,幼穗分化和灌浆期气温适宜,利于穗分化充分,小穗数多,灌浆期长,籽粒饱满,产量高。河西年降水量 160 ~ 220 mm,中部为 500 ~ 650 mm,对小麦生长十分有利,是最佳种植区。III 区气候温和,气温基本适宜,光照充足,年降水量为 100 ~ 160 mm,有轻微的高温和干热风影响。II2 区气候温凉,气温适宜,光照较充足,年降水量为 450 ~ 550 mm 和 590 ~ 640 mm,海拔较低春末夏初干旱较明显。III1 区气候温暖,热量丰富,光照充足,年降水量为 40 ~ 100 mm,幼穗分化

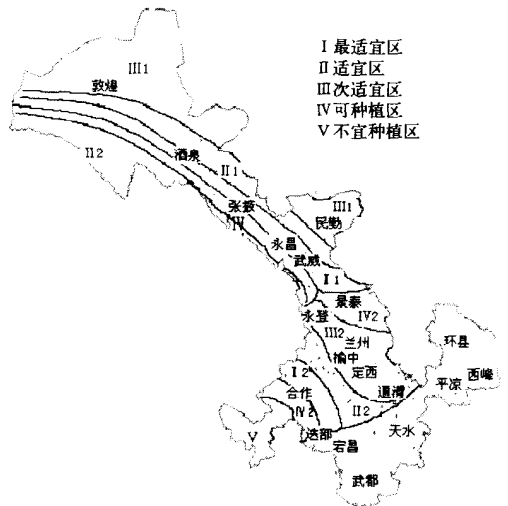


图1 甘肃省春小麦生态气候适生种植区划图

和灌浆期气温略高,后期高温、干热风有一定危害。III<sub>2</sub>区气候温凉和温和,气温基本适宜,光照较充足,年降水量为300~450 mm和450~550 mm,春末夏初干旱最为突出,是影响产量主要矛盾。IV<sub>1</sub>区气候阴冷,热量不足,生长期短,降水量虽多,大多地方灌溉条件差,旱地面积大,降水少的年份干旱明显。IV<sub>2</sub>区海拔高的地带气候阴冷,热量不足,尤其后期低温阴雨影响产量;海拔低的地区气候温和,热量较充足,年降水量200~350 mm,大部无灌溉,干旱突出。IV<sub>2</sub>区气候寒冷,热量严重不足,超过种植上限,不能满足小麦生长需要。

#### 4 提高生态气候资源利用途径

根据春小麦生理生态气候特点,选择适宜当地种植的优良品种。甘肃能栽培春小麦的地域辽阔,但从生态气候适应性综合分析,在最适宜种植区,尤其I区和II<sub>1</sub>区作为重点建设春小麦生产基地,发展高产高效种植区。河西热量条件好,光照充足,降水稀少,病虫害危害较轻,灌溉条件优越,农业科技含量较高。应选择千粒重大,光合效率高,经济系数大的中矮秆品种,如种植甘春20号、甘春18号、张春6号、张春17号、永良4号等品种,可充分利用光热水资源,发挥幼穗分化期和灌浆期气温适宜、灌浆期长、穗大粒多、千粒重高的优势。中部降水不多,有许多地方主要靠自然降水供给小麦生长,由于降水季节变幅大,受干旱危害几率较高,病虫害危害比河西多,因此应选择抗旱性能好、抗病虫性能强的品种,如种植定春24号、定春35号、陇春20号等品种,才能发挥生态气候优势。化验结果表明,春小麦蛋白质含量与海拔高度呈负相关,与 $\geq 0$ ℃积温呈正相关;脂肪含量与海拔高度、 $\geq 0$ ℃积温呈负相关;水分含量则随海拔增高、积温减少而增加。可见,在春小麦最适宜区应选择高淀粉含量的优良品种,发展面包型春小麦种植基地;在适宜区则应选择高蛋白高面筋的优良品种,发展面条型春小麦种植基地。依托生态气候资源优势,提高品质和产量,增加经济效益。

增加农业和科技投入,开发生态气候生产潜力,提高生产效率。甘肃春麦区跨越几个气候带,气候差异大,应根据不同地区生态气候特点,增加农业和科技投入,大力推广优良品种,因地制宜推广地膜覆盖,合理密植,温暖沿沙漠绿洲灌区和温和绿洲灌溉区大力发展间作套种带田种植形式。积极开发生态气候生产潜力,把生态气候潜力尽快转化成生产力。在管理上,不同气候年型采用不同促控措施。主要使用浇水和施肥的迟早以及次数等“调节器”进行有机的促控。在正常气候年型,根据麦苗长势和当时气象条件,采取“壮前、控中、促后”的管理办法;在低温年则应采用“促前、稳中、控后”的管理办法,使之形成一个良好的生态环境。

调节水资源,提高水分利用效率。甘肃水资源十分匮乏,要合理利用有限的水资源,就必须人为调节。在旱作区,除充分发挥好旱农耕作蓄水保墒技术外,在年降水量为300~800 mm的地域推广集雨节灌农业技术具有普遍意义<sup>[16]</sup>,把无效降水调节到农作物需水的关键期,是一项提高产量和品质的有效途径。做到空中水、地下水、地表水三水齐抓,使有限水资源用在农作物最需水的关键季节。有灌溉条件的地区要大力发展滴灌、喷灌、渗灌和定量灌溉,最大限度发挥水资源效率。

适时恰当早播,巧用气候规律,趋利避害。甘肃自然灾害频繁,春小麦生育期间,常遇到干旱、高温、干热风、低温、连阴雨等多种灾害,适时早播,能躲避灾害多发、重发时段。

同时,使春小麦生长在自身需要的生态气候环境之中,如使穗分化期和灌浆期在适宜的温度范围内进行。据试验,春小麦适宜播种期在气温稳定通过  $0 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 。山区以能种即播,大约在3月下旬至4月上旬;平川区大约在3月上中旬。

## 5 结 语

使用1970~2000年旬平均气温、旬日照时数、旬降水量、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、海拔高度和小麦品质等要素建立甘肃省春小麦生态气候适宜度隶属函数及综合适宜度,计算结果表明,综合适宜度较大的地区主要出现在雨养农业区,以定西最大,大多数地区在0.42~0.85之间,其他地区在0.32~0.65之间。灌溉区的冷凉区和浅山区在0.6~0.8之间,温和平川区、沿沙漠灌区在0.35~0.55之间,高山区低于0.3,这种情况基本上反映了甘肃春小麦气候依赖程度。

用生态气候适应性对春小麦的产量、品质等影响程度和依赖度,确定生态气候区划综合指标体系,划分出春小麦最适宜、适宜、次适宜、可种植、不宜种植5级适生种植区,相应提出了可持续利用和开发甘肃春小麦生态气候资源的途径:首先要根据春小麦生理生态气候特点,选择适宜当地种植优良品种;其次是增加农业和科技投入,开发生态气候生产潜力,提高生产效率;第三,调节水资源,提高水分可持续利用效率,甘肃水资源十分匮乏,要合理利用有限的水资源,就必须多渠道、多方位调节和节约用水;第四,适时恰当早播,巧用气候规律,趋利避害。甘肃自然灾害频繁,春小麦生育期间,常遇到干旱、高温、干热风、低温、连阴雨等多种灾害,适时早播,能躲避灾害多发、重发时段。通过这些途径使甘肃春小麦生产保持稳定持续发展。

## 参 考 文 献

- 1 吕德康,张克映.云南南部热量指标随海拔高度的变化规律及垂直-水平气候(热量)带的划分.地理学报,1982,37(4):407~419.
- 2 全国农业区划委员会.中国综合农业区划.北京:农业出版社,1981.231~241.
- 3 甘肃省气象局科学研究所.甘肃省综合农业气候区划.兰州:甘肃省气象局科学研究所,1982.70~95.
- 4 陆枚.宁夏冬小麦种植区气象条件的综合评判.宁夏气象系统模糊数学应用文集.银川:宁夏回族自治区气象局,1982.44~58.
- 5 丘宝剑.中国农业气候区划.地理学报,1983,38(2):154~161.
- 6 陈明荣.试论中国气候区划.地理科学,1990,10(12):18~24.
- 7 小麦干热风协作组.北方小麦干热风气候区划.气象,1981,9(5):11~15.
- 8 邓振镛,尹东,张毅.甘肃省小麦生态气候适生种植区的研究.气象科技,2000,29(1):36~40.
- 9 徐建华,艾南山,蔡光柏.农业生态环境适宜度理论及其在干旱区应用的初步研究.干旱区农业研究,1989,7(4):54~62.
- 10 王石立,娄秀荣.气候变化对华北地区冬小麦水分亏缺状况及生长影响.应用气象学报,1996,7(3):308~315.
- 11 王效瑞,田红.山区作物气候生产力估算和修正问题.应用气象学报,1996,7(4):500~506.
- 12 邓振镛,林日暖.河西沿祁连山冷凉区春小麦气候生态的研究.气象学报,1987,37(3):346~353.
- 13 邓振镛,林日暖.河西气候与农业开发.北京:气象出版社,1993.117~129.
- 14 马兴祥.河西地区春小麦幼穗分化期的形态特征、气象条件及管理措施.甘肃农业科技,1988,(5):11~13.
- 15 马兴祥,陈昌毓.武威气温对春小麦籽粒增重的影响及数学模式模拟.农业科技情报,1987,(2):17~19.
- 16 邓振镛,张毅,郝志毅.半干旱半湿润气候区实施集雨节灌农业技术的研究.中国农业气象,2003,23(4):17~22.

## STUDY ON ECO-CLIMATE APPLICABILITY OF SPRING WHEAT FOR CONDIGN PLANTING DIVISION IN GANSU PROVINCE

Ma Xingxiang<sup>1)2)</sup> Deng Zhenyong<sup>1)</sup> Li Dongliang<sup>3)</sup>

Chen Lei<sup>2)</sup> Wei Yuguo<sup>2)</sup> Zhu Guoqing<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> (Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020)

<sup>2)</sup> (Wuwei Agrometeorological Experimental Station, Wuwei 733000)

<sup>3)</sup> (Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Institute,  
CAS, Lanzhou 730000)

<sup>4)</sup> (Dingxi Meteorological Bureau, Dingxi 743000)

### Abstract

Based on Meteorological data, such as 10-day average temperature, sunlight times, precipitation, accumulated temperature ( $\geq 0$  °C), altitude above the sea level and etc, an integrated contribution index and a function of eco-climate applicability for spring wheat are established. Results show that the applicability of spring wheat to altitude is between 0.15—0.85 with minimum values in Dingxi and Gulang, maximum values in Jinta and Dunhuang; the applicability to accumulated temperature ( $\geq 0$  °C) has the same tendency with altitude; applicability to 10-day average temperature is with 0.35—0.58, which indicates the temperature is suitable to the spring wheat growing. Afterwards, by the way of integral regression, the contributive coefficients in different climate regions and growth phases are analyzed for spring wheat. It suggests that the average contribution coefficients of sunlight, temperature and water has maximum values at moderate plain, oasis irrigated area; medium values at warm desert oasis irrigated area; and minimum values at cold hill half-irrigated area. The influence and relying of spring wheat on eco-climate applicability is studied too. Finally, the integrated division index of eco-climate is confirmed, the planting division of eco-climate applicability is divided into 5 grades. Also, an effective approach of exploiting and developing the eco-climate resources is proposed.

**Key words:** Spring wheat Eco-climate Applicability Consign planting division