

# 甘肃临夏地区油菜生态气候适应性 分析与适生种植区划

孙玉莲<sup>1,2</sup>, 尹宪志<sup>2</sup>, 边学军<sup>2</sup>, 石登科<sup>2</sup>, 黄成秀<sup>2</sup>, 刘辉<sup>2</sup>, 杨文凯<sup>2</sup>

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省临夏州气象局, 甘肃 临夏 731100)

**摘要:**采用数理统计方法,分析了临夏地区甘蓝型油菜的气候生态条件,建立了气候生态适生种植区划综合指标体系。根据临夏地区1971~2009年油菜生长季气候要素分析,表明影响该地区油菜生长发育的主要气候要素为降水、气温和日照,并根据建立的油菜气候区划指标对临夏地区油菜种植进行区划。将临夏油菜种植区划分为5个区域,康乐、和政、积石山、临夏县大部川塬区及西南部,东乡县西南部等地区为最适区;临夏市东、西川,广河县广通河下游,康乐、积石山东北部,东乡东塬等为较适区;临夏其他地方为可种植区。

**关键词:**油菜; 气候生态; 适应性; 适生区划

**中图分类号:**P46:S16

**文献标识码:**A

## 引言

临夏回族自治州位于甘肃省中南部,地处青藏高原东北侧边坡区和黄土高原沟壑过渡区,约为100万 $\text{hm}^2$ ,农业种植面积为16.7万 $\text{hm}^2$ 。近年来,油菜种植面积逐年扩大。1987年油菜成为主产经济作物,播种面积为1.042万 $\text{hm}^2$ ,到2009年,油菜成为主导经济作物,种植面积扩大至1.9万 $\text{hm}^2$ 。随着社会发展,对农作物品种和产量的需求不断增加,但是在气候变化和极端天气事件增多的情况下,影响农业生产的很多因素也将具有更大的不确定性<sup>[1]</sup>。油菜受气候条件影响较大,不同地区由于气候特点、播种季节以及品种不同,对油菜生产影响的关键生育期和关键气候因子也存在差异<sup>[2-6]</sup>。临夏地区地处典型的高寒阴湿地区,是最适宜种植油菜的地区之一<sup>[2]</sup>。但水分短缺是世界上许多地区作物生产中最大的限制因子<sup>[7]</sup>。临夏州油菜播种期干旱少雨,开花结荚期多雨寡照等都是影响油菜生产的关键气候因子,是油菜产量波动的重要原因<sup>[8]</sup>。为了揭示油菜产量与气象条件的内在联系,本文以农业气象学和农业气候学为指导,选用主要品种甘蓝型双低油菜为研究对象,采用历年临夏甘蓝型双低油

菜产量与气象资料进行分析,结合生产调查和部  
分物候资料重点分析影响甘蓝型油菜生长的关键  
生育期的气候条件,进行生态农业区划<sup>[9]</sup>。

## 1 数据采集与计算方法

### 1.1 数据来源

气象数据主要来自临夏州干旱区(永靖县)、半干旱区(临夏市)、二阴气候区(和政县)1971~2008年的农业气象观测站实测资料。产量和种植面积来自临夏州统计局和农业局。

### 1.2 数据处理

主要采用多元回归方法,建立油菜各生育期油菜产量与当地气象因子相关关系方程;对临夏州油菜各生长季节进行分析,把油菜各生育期进行划分(表1)。资料采集长度为1971~2008年,计算时间段为1995~2008年。

## 2 临夏州双低油菜各生育期气候区划指标

双低油菜喜凉爽、耐湿润,适宜于二阴气候区生长。临夏地处高原寒冷地带,冷凉的气候特征十分

收稿日期:2011-04-22;改回日期:2011-08-17

作者简介:孙玉莲(1967-),女,北京大兴人,高级工程师,主要从事应用气象、气候变化和农业气象研究. E-mail:bjysl199@163.com

有利于油菜的生长发育和油分的积累<sup>[10]</sup>,高原高寒地区的光照、热量等气候条件特别适合油菜生长<sup>[11]</sup>。我们把双低油菜从春播到成熟,划分为5个

生育时期,即春播发芽期、苗期、蕾薹期、开花期和角果成熟期<sup>[12]</sup>。不同生育期的生育特性以及对气象条件的要求有明显差异(表1)。

表1 临夏地区1989~2008年双低油菜气候生态

Tab.1 The climatic factors in different growth stage of *Brassica napus* in Linxia of Gansu Province from 1989 to 2008

发育期	气候要素	永靖古城	东乡锁南	积石山吹麻滩	临夏市西川	广河城关	和政城关	康乐附城
	≥0℃的日期	2月28日	3月23日	3月19日	3月14日	3月11日	3月19日	3月13日
	≥5℃的日期	3月21日	4月24日	4月16日	4月5日	4月11日	4月14日	4月9日
春播期	降水量/mm	4.9	19	27.5	12.1	9.8	19.5	10.7
	气温/℃	5.4	2.1	1.9	4	4.7	3.3	4.1
苗期	降水量/mm	51.4	97.7	110.7	85.2	92.4	105.6	99.7
	气温/℃	15.7	10.3	11	12.8	12.5	11.1	12
花期	降水量/mm	73.7	132.2	130	113.3	110.3	126.8	118.9
	气温/℃	20.6	15.5	16.2	17.6	17.8	16	17
	日照/h	322.8	306.9	268.9	304.3	336.7	318.5	301.3
角果	降水量/mm	60.8	105.4	121.7	95.1	77.6	89.7	89.9
成熟期	气温/℃	21.7	16.8	17.5	19	18.6	17.4	18.6
	日照/h	163.9	154.1	143.3	153	167.5	160.8	151.8
全生育期	降水量/mm	171	311	359.4	289.5	268.4	316	299.6
	≥0℃临界积温	2 291.7	1 524.3	1 635.3	1 857.4	1 800	1 623.9	1 753.9
	≥5℃临界积温	2 116.7	1 413.5	1 519.6	1 735.9	1 711.6	1 487	1 643.2
	日照	1 167.1	967.1	871.5	1 005.5	1 123.1	1 006.2	997.6

## 2.1 春播发芽期气候生态

双低油菜分为秋播和春播。双低油菜种子遇到适宜的条件就会发芽,根据多年油菜分期播种气候资源与产量计算,气温稳定通过0℃时播种产量最高;0~5℃时播种产量稳产几率大,变幅较小;5~10℃时播种产量变幅较大,稳产几率小;≥10.0℃时播种产量最低。计算结果表明,早播有利于营养生长期延长,低温发育充分,可以躲过花期高温和季节性干旱,有利于高产。由此确定,双低油菜最适宜播种期为气温稳定通过0~5℃时段。并且通过多元回归分析计算,春播期,油菜产量与3月降水,尤其是3月中旬和4月中旬降水及4月上旬气温呈显著正相关。

通过显著性检验, $F=0.42$ ,判别系数0.55,自由度 $n=10$ ,建立春播期方程:

$$y = 0.44 X_1 + 2.06 X_2 + 3.72 X_3 + 85.39 \quad (1)$$

$y$ 代表亩产量; $X_1$ 代表4月中旬降水量; $X_2$ 代表3月中旬降水量; $X_3$ 代表4月上旬气温。利用方程(1)对1995~2008年的产量进行回报检验,其回报预测准确率 $T_s=71.4\%$ 。

从临夏各地气候条件看,气温稳定通过0℃平均初日,永靖县古城为2月28日,其余各地为3月11~23日;气温稳定通过5℃初日,永靖县古城为3月21日,其余各地为4月5~24日。可以得出,以永靖古城为代表的种植高度在1700m以下地方的最佳春播期为3月上中旬;1900~2500m种植区最佳播种期为3月中旬至4月中旬。

## 2.2 苗期气候生态

出苗至现蕾期称为苗期。对于临夏而言,主要生长时段为4月下旬至5月下旬。苗期温度条件则是决定苗期生长发育的关键因素,油菜幼苗期耐旱抗冻能力比较强,初期能抗-3℃左右低温,经过一定的低温锻炼,能抗-15℃的低温<sup>[13]</sup>。苗期要求

适宜的气温为 10.0 ~ 12.0 °C, 下限温度为 5.0 ~ 6.0 °C。

现蕾抽薹期适宜的气温为 12.0 ~ 14.0 °C。经分析, 临夏州油菜苗期产量与 5 月上旬气温、降水和 5 月中旬日照时数呈正相关。

通过显著性检验,  $F = 1.70$ , 判别系数 0.34, 自由度  $n = 10$ , 建立苗期产量预测方程:

$$y = 0.48 X_1 + 0.43 X_2 + 0.8 X_3 + 66.55 \quad (2)$$

$y$  代表亩产量;  $X_1$  代表 5 月上旬降水量;  $X_2$  代表 5 月中旬降水量;  $X_3$  代表 4 月降水量; 利用方程 (2) 进行历史数据检验, 预测 1995 ~ 2008 年的产量, 其预测准确率  $T_s$  为 80.9%。

油菜苗期临夏州各地平均气温为 10.3 ~ 12.2 °C, 降水量为 51.4 ~ 110.7 mm, 气候条件完全适宜于苗期生长发育。

### 2.3 花期气候生态

花期是营养生长与生殖生长同时进行的阶段, 临夏州双低油菜花期生长主要在 5 月下旬至 6 月下旬。分析表明, 花期油菜生长与 6 月中旬降水量呈正相关, 但与 6 月相对湿度和 6 月中旬日照时数呈负相关。

选用 6 月中旬、7 月中旬降水量, 通过  $F$  检验,  $F = 3.44$ , 判别系数 0.38, 自由度  $n = 11$ , 建立花期产量预测方程:

$$y = 0.55 X_1 - 0.87 X_2 + 138.99 \quad (3)$$

$y$  代表亩产量;  $X_1$  代表 6 月中旬降水量;  $X_2$  代表 7 月中旬降水量。利用方程 (3) 进行历史数据检验, 预测 1995 ~ 2008 年的产量, 经回报检验, 其预测准确率  $T_s = 90.5\%$ 。

从临夏多年气候资源看, 北部永靖县 5 月下旬至 6 月下旬平均气温为 18.9 °C, 受高温影响, 不利于花期生长发育。州内其余大部分地方花期平均气温为 13.5 ~ 15.6 °C, 降水量为 87.1 ~ 110.9 mm, 日照时数为 286.2 ~ 324.4 h。说明临夏大部地方花期温度和降水适宜, 日照充足, 是双低油菜花期生长发育最理想的气候生态。

### 2.4 角果成熟期气候生态

临夏州双低油菜从终花到角果成熟期, 主要生长时段为 7 月上旬至 8 月中旬。

本期主要是角果发育、种子形成, 体内营养物质向种子运输积累等营养生长为主, 是争取籽粒饱满和提高含油率的关键期。选用 3 ~ 8 月的旬平均气温、旬降水量、旬日照时数和 8 月份  $\geq 0.1$  mm 的降水日数进行  $F$  检验, 通过  $F$  检验。这一段时期, 油菜对气象条件的要求是天晴、温适、水足。在角果成熟期, 通过分析计算, 油菜生长主要与当地 7 月中旬降水量呈反相关, 与 7 月日照时数, 尤其与 7 月下旬至 8 月上旬日照时数有良好的正相关。

选用 8 月降水量, 8 月降水量  $\geq 0.1$  mm 日数和 9 月上旬气温, 通过  $F$  检验,  $F = 1.10$ , 判别系数 0.47, 自由度  $n = 17$ , 建立角果成熟期产量预测方程:

$$y = 0.17 X_1 - 5.73 X_2 + 1.55 X_3 + 148.19 \quad (4)$$

$y$  代表亩产量;  $X_1$  代表 8 月降水量;  $X_2$  代表 8 月降水量  $\geq 0.1$  mm 日数;  $X_3$  代表 9 月上旬气温。利用 (4) 式进行历史数据检验, 预测 1995 ~ 2008 年的产量, 经回报检验其预测准确率  $T_s$  为 85.7%。

## 3 临夏州双低油菜适生气候区和发展空间划分

### 3.1 临夏州气候生态

临夏双低油菜种植海拔高度为 1 650 ~ 2 500 m, 全生育期为 137 ~ 144 d,  $\geq 0$  °C 积温为 1 524.3 ~ 2 291.7 °C,  $\geq 5$  °C 积温为 1 413.5 ~ 2 116.7 °C, 降水量为 171.0 ~ 359.4 mm, 日照为 871.5 ~ 1 167.1 h。临夏气候类型以温凉、雨多、日照强为主。良好的气候资源为双低油菜生长发育提供了有利条件, 适宜双低油菜种植, 是甘肃省适产区。

### 3.2 适生种植区划

临夏州双低油菜能否种植和取得高产, 主要取决于气象因子。在双低油菜适生种植区划中, 首先选择了以下气候指标。选用苗期温度和降水量, 主要考虑它是决定双低油菜能否正常生长发育的重要条件; 选择花期温度和日照, 它是决定油菜花粉受精, 提高结实率的关键要素; 选择角果成熟期温度和日照, 是考虑影响角果籽粒数和产量的重要热量和光照指标。油菜从营养生长转为生殖生长, 对光照的要求越来越高, 阳光充足、降水量少有利于油菜的开花结荚<sup>[6]</sup>; 选用  $\geq 0$  °C 积温是考虑双低油菜生长适宜性和布局的必须热量指标; 选择  $\geq 5$  °C 积温, 它是决定双低油菜种植上限高度的重要指标; 选全生育期降水量, 是不

能忽略水分条件对产量的影响,降水多容易造成油菜的洗花,使油菜不能正常授粉,增加空秕率<sup>[8]</sup>。根据

以上农业气候指标,具体进行了科学划分(表2)及种植区划(图1)。

表2 临夏地区双低油菜适生种植区划

Tab.2 The suitable planting area of *Brassica napus* in Linxia area of Gansu Province

项目	可种植区	次种植区	适宜区	可种植区	可种植区
地形类别	河谷区	川区	浅山、川塬、沿山区	山区	高寒山区
海拔高度/m	< 1 700	1 800 ~ 1 900	1 900 ~ 2 400	2 400 ~ 2 500	2 500 ~ 2 700
苗期温度/°C	> 15	12 ~ 14	10 ~ 12	7 ~ 10	≤ 6
降水量/mm	≥ 50	> 80	> 100	> 110	> 130
花期温度/°C	> 20	18 ~ 20	16 ~ 18	14 ~ 15	< 14
日照/h	> 300	> 300	> 330	> 270	< 250
角果期温度/°C	> 22	20 ~ 22	18 ~ 20	15 ~ 18	< 12
日照/h	> 150	> 150	> 160	> 140	< 130
≥ 0 °C 积温/°C	≥ 2 300	≥ 1 900	> 1 650	> 1 500	< 1 400
≥ 5 °C 积温/°C	≥ 2 100	≥ 1 800	> 1 500	> 1 400	< 1 200
全生育期降水量/mm	> 200	> 280	300 ~ 350	≥ 350	> 400
作物品种	可兼种	中、晚熟为主	中早熟为主	早熟为主	早熟

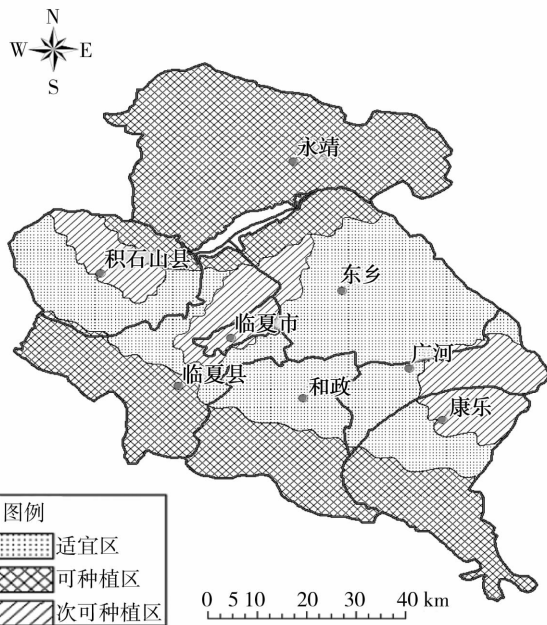


图1 临夏地区油菜种植区划

Fig.1 Planting area regionalization of *Brassica napus* in Linxia area

## 4 结论

(1)降水、气温和日照条件是临夏地区双低油菜生长的关键气候因子。春播发芽期、苗期、蕾薹

期、开花期和角果成熟期对气象条件的要求有明显差异。

(2)临夏双低油菜最适宜播种期为气温稳定通过 0 ~ 5 °C 时段。

(3)康乐、和政、积石山、临夏县大部川塬区及西南部,东乡县西南部等地区为最适区;临夏市东西川,广河县广通河下游,康乐、积石山东北部,东乡东塬等为较适区。临夏其他地方为可种植区。

(4)根据气候区划指标和种植区划指标,科学制订种植结构调整规划,并根据气候因子,指导调整双低油菜的种植面积,促进农业增效、农民增收。

### 参考文献:

- [1] 尹东. 农业产量预报技术的研究和应用[J]. 干旱气象, 2007, 25(2): 12 - 15.
- [2] 张惠玲, 邓振镛, 尹宪志, 等. 甘肃省油菜生态气候适应性分析与适生种植区划[J]. 中国农业气象, 2004, 25(4): 51 - 55.
- [3] 邢君, 费俊杰, 杨建群, 等. 安徽省油菜主要气象灾害与防御技术对策[J]. 安徽农学通报, 2004, 10(4): 58 - 63.
- [4] 戴清明, 吕爱钦, 何维君, 等. 洞庭湖区油菜主要气象灾害发生规律与减灾避灾对策[J]. 作物研究, 2006, 20(1): 37 - 42.
- [5] 秘晓东, 张旭东, 倾继祖, 等. 运用“3s”技术制作张掖甘蓝型油菜区划方法初探[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 19 - 22.
- [6] 余兆海. 气候条件对油菜产量的影响[J]. 中国农业科学, 1981(5): 64 - 70.

[7] 赵鸿,李凤民,熊友才,等. 土壤干旱对作物生长过程和产量影响的研究进展[J]. 干旱气象,2008,26(3):67-70.

[8] 黄淑娥,祝必琴,李晓青,等. 鄱阳湖地区油菜生产气象条件分析与种植气候区划[J]. 江西农业大学学报,2009,31(6):946-947.

[9] 安华银,姚玉璧,尹东,等. 甘南高原生物气候资源及其生态农业区划[J]. 干旱气象,2007,25(1):67-72.

[10] 聂战声,王耀. 高海拔山区油菜高产栽培技术[J]. 作物杂志,2009(1):125.

[11] 孙淑梅. 甘肃油菜生产现状分析. 蜜源植物与授粉[J]. 中国蜂业,2009,60(6):32-33.

[12] 余松烈. 作物栽培学[M]. 重庆:重庆出版集团,2001.

[13] 王龔,薛景轩,王璉. 陇东冬油菜的气象条件分析[J]. 甘肃农业,2005(3):91.

### Analysis of Eco - Climate Suitability of *Brassica napus* and Its Suitable Planting Area in Linxia of Gansu Province

SUN Yulian<sup>1,2</sup>, YIN Xianzhi<sup>2</sup>, BIAN Xuejun<sup>2</sup>, SHI Dengke<sup>2</sup>, HUANG Chengxiu<sup>2</sup>, LIU Hui<sup>2</sup>, YANG Wenkai<sup>2</sup>

(1. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China;  
2. Linxia Meteorological Bureau of Gansu Province, Linxia 731100, China)

**Abstract:** This paper analyzed the physiological characteristics of *Brassica napus* and its eco - climate condition in Linxia of Gansu Province by using the mathematical statistic method, and established the comprehensive index system of suitable planting area of *Brassica napus*. The precipitation, temperature and sunshine hours were main factors influencing *Brassica napus* growth by analyzing climatic factors during *Brassica napus* growth season from 1971 - 2009 in Linxia area. At the same time, the *Brassica napus* planting area was regionalized according to the climatic indexes system established in Linxia area. The planting region can be divided into 3 areas, the best suitable planting area (Kangle county, Hezheng county, Jishishan county, southwest of Linxia county, and southwest Dongxiang county), the better suitable planting area ( East and west irrigation land of Linxia, the lower reaches of Guangtonghe River, northeast Kangle and Jishishan county and east Dongxiang county), and in other areas of Linxia the *Brassica napus* just can be planted.

**Key words:** *Brassica napus*; eco - climate; suitability; planting area; regionalization

(上接第 491 页)

[16] 左大康,王懿贤,陈建绥. 中同地区太阳总辐射的空间分布特征 [A]. 郑度. 左大康地理研究论文选[C]. 北京:科学出版社, 1993. 168 - 185.

[17] 李林,张国胜,汪青春,等. 黄河上游流域蒸散量及其影响因子研究[J]. 地球科学进展. 2000,15(3):256-259.

[18] 蔡英,李栋梁,汤懋苍,等. 青藏高原近 50 年来气温的年代际变化[J]. 高原气象,2003,22(5):464-470.

[19] 王建兵,王振国,吕虹. 黄河重要水源补给区草地退化的气候背景分析[J]. 莫业科学,2008,25(4):24.

[20] 杨东,郭盼盼,易凤佳,等. 甘南州近 35 年蒸发量时空演变特征及对环境的影响[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(6):147-153.

[21] 王素萍,张存杰,韩永翔. 甘肃省不同气候区蒸发量变化趋势及其影响因子研究[J]. 中国沙漠,2010,30(3):675-680.

### Trends of Potential Evapotranspiration in Maqu County of Gansu Province in Recent 40 Years

WANG Zhigui<sup>1</sup>, WANG Jianbin<sup>1</sup>, FENG Jingchang<sup>1</sup>, WANG Suping<sup>2</sup>

(1. Gannan Meteorological Bureau of Gansu Province, Hezuo 747000, China;  
2. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** Based on meteorological data during 1971 - 2010 from Maqu weather station, the monthly potential evapotranspiration was calculated by using the Penman - Monteith method, and the trends of potential evapotranspiration in Maqu were analyzed by using statistical analysis, Mann - Kendall method and wavelet analysis. The results indicated that the annual variation of potential evapotranspiration presented a significant increasing trend with the rate of 12.0 mm/10 a, and there was quasi - 10 and quasi - 5 years change period. The trend of pan - evaporation was similar to the potential evapotranspiration in Maqu. Monthly mean of the potential evapotranspiration presented single peak with increase from January to July and going down from August. The maximum of monthly mean potential evapotranspiration occurred in July. The seasonal distribution of potential evapotranspiration was consistent with precipitation and temperature in Maqu.

**Key words:** Maqu; potential evapotranspiration; variation