

徐淮地区冬小麦叶龄与有效积温的样条模式

武金岗 高 革 汤志成 陶炳炎

(江苏省气象局, 南京 210008)

提 要

分析冬小麦越冬前后叶龄变化, 温度有效性随播期、发育期变化及其对叶龄的影响。用样条回归方法, 建立了叶龄与有效积温模式, 并用该模式确定冬小麦适播期以及插补缺测的叶龄。

关键词: 冬小麦 叶龄 有效积温 样条模式

引 言

徐淮地区是江苏省冬小麦主要种植区, 该区处于我国东部季风区中, 季风气候特征明显, 各种农业气象灾害频繁, 冬小麦产量受气象条件影响甚大。从气象条件着手, 分析冬小麦生长、发育和产量形成, 不仅具有为夺取冬小麦高产、稳产提供科学依据的实践意义, 而且具有农业气象学科应用基础理论的研究意义。凌启鸿等对叶龄及叶蘖同伸关系进行了基础研究, 明确了叶龄作为一种生理形态指标的意义^[1]。陶炳炎等就气象条件对叶龄变化的影响做了进一步分析和研究^[2-4]。本文拟深入分析叶龄与有效积温的关系, 进一步揭示影响叶龄变化的主导因子和规律性。

1 资料来源

本研究所用资料来自江苏省三麦气象研究协作组 1982—1985 年田间试验资料, 共有 3 个年度 6 个播期的早、晚播小麦的叶龄资料, 以及相应的气象资料。

田间试验采用分期播种方法, 供试品种为徐淮地区当时主要品种济南 13 号(冬性品种)。种子由协作组统一提供, 小区设计, 播种日期, 播种量, 播种方式, 施肥水平, 观测项目等均按试验方案统一规定执行, 以保证田间试验资料的准确性和可比性。

2 叶龄模式

2.1 叶龄动态分析

叶龄作为反映小麦生长发育的一种生理形态指标, 具有简单、明确的特点。叶龄变化除有内在生长规律外, 还受外界气象条件影响。据研究^[4]在徐淮地区温度条件是影响小麦叶龄变化的主要因素, 但由于分期播种, 在越冬期间温度对叶龄的有效性在各播期之间是不相同的, 同一播期在越冬前后表现亦不尽相同。

从整个生育过程来看, 较早播种的小麦, 因生育期长, 有效积温多, 总叶片数多于晚播小麦。温度对叶片生长的影响较为明显, 呈现越冬期抑制叶片生长的典型特点。

以每生长一片叶片所需大于等于 1℃ 有效积温 $\sum T$ (度·日) 作为指标^[4], 指标值越高说明温度有效性越低。以徐州 1983—1984 年度为例, 不同播期小麦越冬前后温度指标的变化如表 1。

表 1 不同播期冬小麦 $\sum T$ 的动态变化

时间	早 播		晚播	
	LA/片	$\sum T$ /度·日	LA/片	$\sum T$ /度·日
越	3.0—4.0	74.7		
冬	4.0—5.0	91.4		
前	5.0—6.0	111.8		
越	6.5—8.5	67.9	2.5—5.0	55.4
冬	8.5—10.5	81.6	5.0—7.5	83.1
后	10.5—12.5	98.5	7.5—10.0	124.8
平均		87.7		87.8

由表1看出,小麦开始生长和春季返青恢复生长时,温度有效性较高;进入越冬期,叶片生长受到低温抑制,温度有效性降低。但无论早播还是晚播,就全部生长过程而言,每生长一片叶片所需有效积温大致相同^[4],因而可以用有效积温作为影响小麦叶龄变化的主要因子。

2.2 叶龄与有效积温的样条模式

根据叶龄变化的动态分析可知,如果设计一段函数进行模拟,模式在越冬期中的节点处就未必达到数学连续,而且,越冬后叶龄

$$LA = \begin{cases} B_0 + B_1 \sum T + B_2 (\sum T)^2 & \text{当 } \sum T \leq \sum T_w \text{ 时} \\ B_0 + B_1 \sum T + B_2 (\sum T)^2 + B_3 (\sum T - \sum T_w)^2 & \text{当 } \sum T \geq \sum T_w \text{ 时} \end{cases}$$

其中, LA 为叶龄, $\sum T$ 为播种后有效积温, $\sum T_w$ 为冬前有效积温, B_0, B_1, B_2, B_3 为系

变化与越冬前有效积温对叶片生长的影响密切相联,在所建模式中应能体现前后模式参数间联系。为此,引入样条回归方法^[5]建立叶龄与有效积温模式^[4],以确保模式的数学连续性。样条回归法最早用于对多样本点的最小波动误差回归,以使回归曲线接近最优而又保持曲线的光滑和连续性。

早播小麦叶龄动态在越冬前后为一连续过程,返青后叶片生长除与当时温度条件有关外,还与冬前生长密切相关,根据样条回归方法,设计早播小麦的叶龄模式如下:

数,显然,有

$$\left. \frac{dLA}{d\sum T} \right|_{\sum T = \sum T_w} = \left. \frac{dLA}{d\sum T} \right|_{\sum T = \sum T_w^+}$$

成立。该式表示上述叶龄模式对积温 $\sum T$ 的微分在 $\sum T = \sum T_w$ 两侧相等,即表示该叶龄模式在越冬前后是数学连续的。这样用样条模式就能保证在此点是数学连续的。

晚播小麦叶龄动态则为一持续过程,不存在明显的越冬期,所以晚播小麦的叶龄模式可简化为 $LA = B_0 + B_1 \sum T + B_2 (\sum T)^2$ 。

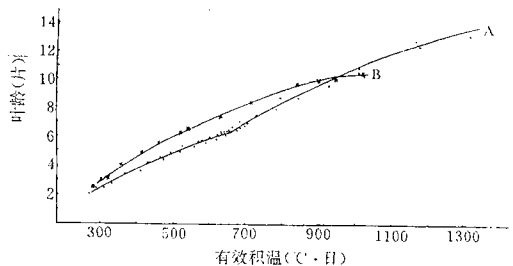
利用徐州 1982—1984 年叶龄与有效积温资料,求得模式系数如表 2,模式拟合结果见附图。

3 应用与讨论

3.1 利用叶龄与有效积温的样条模式,可以插补叶龄的缺测资料。因样条模式参数具有可比性,通过同年度播期资料建立模式,内插参数可组建待测模式,达到内插或补缺目的。徐州实际资料中缺少 1983—1984 年度 10 月

20 日播期叶龄资料,计算得到补缺资料如表 3。

由表 3 看出,由样条模式计算的 1983—1984 年度 10 月 20 日播期的叶龄变化与 1982—1983 年度叶龄基本一致。



附图 叶龄随有效积温的变化
A 为早播小麦; B 为晚播小麦

表2 叶龄模式系数表

	B_0	B_1	B_2	B_3	T_w	误差/%
早播	2.1×10^{-1}	6.1×10^{-3}	5.5×10^{-6}	19.8×10^{-6}	660	2.1
晚播	-2.955	2.3×10^{-2}	-9.3×10^{-6}			1.8

表3 补缺叶龄变化与1982—1983年度比较

$\sum T(\text{度} \cdot \text{日})$	1983—1984年度 LA(片)	1982—1983年度 LA(片)
540	5.7	5.7
620	6.9	6.8
700	7.9	7.8
780	8.9	8.5
860	9.9	9.2
940	10.1	10.2
1020	11.4	11.0
1100	12.1	11.8

3.2 确定适播期

小麦济南13号于徐淮地区栽培,冬小麦冬前培养壮苗要求叶片达到5—6片。叶片过少形成弱苗,分蘖少,则不利于形成较高有效穗数,从而影响未来产量;叶片过多,冬前发育过旺,易造成冬前拔节而遇冻害。一般徐州进入越冬期为12月20日前后,而每生长一片叶片需有效积温平均为87℃左右,从而可得生长5—6片叶片所需的有效积温数,因此,从该越冬期向前推算就可得到适宜播种期为10月16日至10月20日,此结果与实际情况相一致。在实际应用时,确定适宜播种

期还须视播种时土壤墒情及其它情况而定。

参考文献

- 1 凌启鸿等. 水稻品种不同生育类型的叶龄模式. 中国农业科学, 1983, 1.
- 2 乔建华. 水热条件对冬小麦叶蘖及同伸关系效应研究. 农业气象, 1980, 3.
- 3 乔建华. 小麦“叶龄指标促控法”中叶龄的理论预报及其依据. 农业气象, 1982, 9.
- 4 陶炳炎等. 积温对冬小麦茎、叶及生物学产量形成的影响. 南京气象学院学报, 1987, 10(3).
- 5 安鸿志等. 统计模型与预报方法. 北京: 气象出版社, 1986.

A Spline Regression Model on the Leaf Age with the Accumulated Effective Temperature for Winter Wheat in Xuhuai Region of Jiangsu Province

Wu Jingang Gao Ping Tang Zhicheng Tao Bingyan

(Meteorological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing, 210008)

Abstract

A spline regression model was used to describe the relationship between the leaf age and the accumulated effective temperature, based on analysing the change of leaf age of winter wheat during the pre-and post-overwinter period. Interpolation of leaf age data was made and the optimal seeding date was decided with this model.

Key Words: spline regression model leaf age accumulated effective temperature