

气象因素与麦类赤霉病群体流行波动研究

张 汉 琳

(浙江省湖州市气象局)

提 要

本文以日常栽培管理情况下,常年种植的一般大小麦品种为对象,着重讨论1960—1980年气象因素与长江中下游麦类赤霉病群体流行波动之间的关系。

统计发现:在一般年份,大、小麦赤霉病病情间具有同步级的相关性,且小麦赤霉病病情比大麦略有偏重的特点,这种病情关系对赤霉病的防治有参考价值。

分析发现:麦类花期暖雨湿天的变化对麦类赤霉病群体波动起着主导作用;由于长江中下游各地间四月份的气候具有同一性变化,因而导致赤霉病群体变化趋势的一致性;这是由于不同的大型天气系统支配的结果。因此,只要掌握花期气候(或大型天气系统)变化规律,即可作出麦类赤霉病的预报,为防病或避病提供重要依据。

一、前 言

麦类赤霉病,系真菌侵害所引起,它不仅能造成麦类严重减产和品质低劣,还能带来翌年缺种和人畜食后中毒。因此世界各国都把它列为麦类生产上的主要病害之一,由于它的发生与气候密切相关,有些人称它为“气候型”病^[1,2]。

赤霉病的研究迄今已有60多年,但其发病气象学的机理尚未明了^[3];对病害群体流行关键时期的气象因素研究甚少;尤其是如何提早到麦子冬播前就作出发病趋势预报更属少见。本文对长江中下游大小麦赤霉病流行规律与气象因素间的关系及其病害长期预报问题进行了初步探讨^[1]。

二、麦类赤霉病流行的主导因素

麦类赤霉病^[2]的成因问题,目前认识尚不一致,有曰:田间早期稻桩带菌率与大、小麦赤霉病发生有一定关系^[4];有曰:大麦抽穗前稻桩、稻草、玉米茬秆上带菌率及其成熟度,对预测大麦发病程度有指导意义^[5];日本上田进(1976)根据4月中旬赤霉病菌的子囊孢子数来估算赤霉病是否需要防治的界限;有曰:作物感病生育阶段的气候条件则是左右该病流行程度的决定因素^[6];作者认为:菌源是基础,花期是感病的关键,花期暖雨湿天是左右赤霉病流行的主导因素^[7]。

1. 菌源是感病的基础

* 本文于1984年7月24日收到,1986年4月15日收到修改稿。

1) 资料用原加兴地区农科所新丰病虫测报站(1973—1985年)作相关统计,其相关系数为0.878(即 $r > r_{0.01} = 0.684$)达99%以上的可信度,其中同步的为13年,同级的为11年,相反的1年。

2) 大小麦赤霉病之间具有同步、同级的相关性变化,故统称为麦类赤霉病。

病原菌和感病品种的存在,是赤霉病发生的基础。菌源,贝纳特认为:只要有允许麦类生长的温度,赤霉病的孢子就可萌发,菌丝就可生长。安德森将接种的麦穗放在 20°C 和 25°C 的温度下,保湿 48 h,每个病穗上就会发生 300—400 万个分生孢子。苏州农科所测定:当稻丛带菌率为 10% 时,则田间孢子密度已达到 65 万个/m³。浙农大测得稻桩带菌率 ≥ 5% 时,即可导致赤霉病的流行。据统计太湖流域常年稻桩带菌量(3 月底 4 月初)为 14—16% 左右。由此可以说明江南气候温和,病菌越冬成活率高,各地菌源都比较充足。但根据历史资料分析,早期稻桩带菌量与其病发趋势的相关系数(1957—1982 年)仅为 0.313($r < r_{0.01} = 3.888$),证实两者间并无内在的必然性联系。

2. 花期是感病的关键

很多试验表明花期是寄主感病期。因附在麦株上的各种花粉及蚜虫分泌物是赤霉病很好的培养基^[8],而花药中的胆碱、甜菜碱,则是真菌生长的刺激素^[9],世界各国大量的调查和观测材料证明麦类的残留花药是病菌侵染麦穗的桥梁^[7],而花期则是最为感病的关键时期,故称之为“危险期”。

3. 花期“暖雨湿天”是左右赤霉病的主导因素

由图 1 发现:1975 年 4 月 7 日、19 日前后出现二次“雨峰”(≥ 24 mm)之后,相继出现二次“孢峰”(孢子达 50 个左右);而在 4 月 1—4 日、11—13 日期间的晴好天气(无雨)里,孢子数随即减少至 5 个以下,甚至几乎不见。可见雨峰是第一位原因,孢峰是第二位原因,故麦子抽穗后的降雨次数,是赤霉病发生的致命环境因素^[3]。

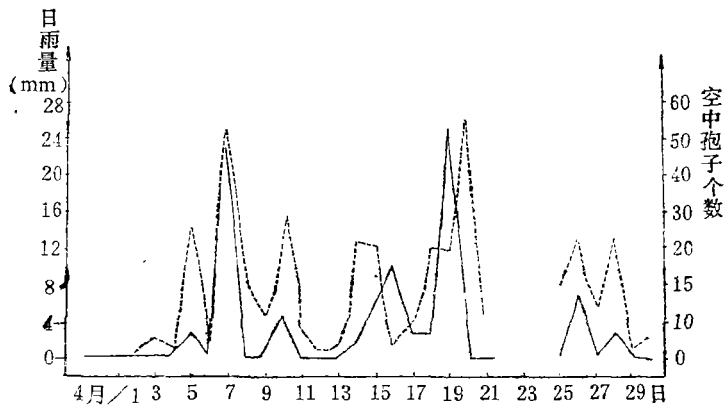


图 1 日雨量与空中孢子数的关系

(资料是嘉兴市新丰病虫测报站 1975 年向地玻片 18×18 mm, 距地 4 市尺。图中实线为雨量值, 虚线为空中孢子数。)

由表 1 看出:同是花期多雨,但冷暖不同,麦类赤霉病情发生也不同。如大麦花期暖(冷)雨湿型天气(三年平均、下同):雨日同为 6 d、湿度 94(90)%相近,而气温 14.7(11.6)°C 不同,病穗率 52(10)%差异就甚大;小麦花期暖(冷)雨湿型天气(二年平均):雨日 6 d 和湿度 87% 均相同,唯其温度 16.6(13.2)°C 差异大,病穗率 33.9(2.7)% 也截然不同。这说明雨湿条件基本满足而又相同的情况下,温度对赤霉病的流行起主导作用;其病害流行区界温度:以 1963 年的 16.2°C 为小麦暖雨湿型的下限温度,以 1962 年的 14.4°C 则为冷雨湿型的上限温度取其平均数的 15.3°C 左右。大麦为暖雨湿型(1967 年)下限

表 1 花期不同天气类型对麦类赤霉病的影响(嘉兴市)

麦类种别	天气类型	年 代	花期影响最大的天气		天气项目和数值		发 病 状 况	
			时 段	天 数	要 素	数 值	病穗率	名 称
大 麦	暖 雨 湿 型	1967	4月6—10日	5	温度平均 湿度平均 雨 日	13.3℃ 94% 5	45%	大 流 行
		1973	4月8—16日	9	温度平均 湿度平均 雨 日	15.8℃ 90% 8	50.9%	
		1975	4月15—19日	5	温度平均 湿度平均 雨 日	14.9℃ 98% 5	59.4%	
	冷 雨 湿 型	1953	4月9—15日	7	温度平均 湿度平均 雨 日	10.5℃ 90% 6	较轻*	病 轻 和 极 轻
		1962	4月5—12日	8	温度平均 湿度平均 雨 日	12.6℃ 88% 7	5%	
		1966	4月7—14日	8	温度平均 湿度平均 雨 日	11.7℃ 92% 6	15%	
小 麦	暖 雨 湿 型	1963	4月22—29	8	温度平均 湿度平均 雨 日	16.2℃ 90% 6	35%	流 行
		1977	4月24—30日	7	温度平均 湿度平均 雨 日	16.9℃ 83% 6	32.7%	
	冷 雨 湿 型	1962	4月29—5月7日	9	温度平均 湿度平均 雨 日	14.4℃ 86% 7	5%	极 轻
		1980	4月29—5月5日	7	温度平均 湿度平均 雨 日	12.0℃ (87)% 5	0.4%	

* 是资料补缺,来自杭州; () 是湖州市资料代用。

(13.3℃) 与冷雨湿型(1962年)上限(12.6℃)间的 13℃左右。浙江农科院研究得出: 大麦 13℃以上, 小麦 15℃以上为始病的温度条件, 以及日本石井博认为: 日平均气温在 13℃以上和降雨之后是子囊壳形成的盛期, 若在防治中遇有“冷雨”则可放心^[9]的标准和含义是与本文的分析基本相同的。

由上述分析定出花期暖雨湿天标准: 根据苗情资料, 长江中下游的大麦花期为 4月1—20日, 小麦为 4月21—5月10日, 但大小麦花期常交叉一起, 故以 4月1日—5月10日统称为花期; 其次看温度: 大麦为 $\geq 13^{\circ}\text{C}$, 小麦为 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 以此作为统计前提; 第三看雨湿标

准:(1) 湿度 $\geq 80\%$,日照 $< 5\text{ h}$;(2) 湿度 $\geq 86\%$,日照不计;(3) 湿度 $\geq 90\%$ 或日雨量 $\geq 10\text{ mm}$,则发病温度可降低 1°C 计。在花期如温度条件已符合,则只要碰上(1)–(3)中的任何一条雨湿条件,均可构成“花期暖雨湿天”。由图(略)分析得出:当花期暖雨湿天平均为 18.1 d 的1954,1958年(略),及1963,1964,1967,1973,1975,1977年,长江中下游一带小麦赤霉病(病穗率为 44.1%)就流行、大流行;花期暖雨湿天平均为 8.7 d 的1953,1955,1956(略)及1961,1978,1980年,长江中下游一带小麦赤霉病(病穗率为 5% 左右)就轻或极轻(基本上不发病)。若以花期暖雨湿天 $\geq 15\text{ d}$ 定为重病(病穗率 $\geq 25\%$)年,则有 $9/9$ 的年份相符; $\leq 14\text{ d}$ 定为轻病(病穗率 $\leq 24\%$)年,则有 $17/19$ 的年份相符;其总概括率为 $26/28$,即达 92.9% ,两者相关系数为 0.774 ,达 99% 以上的可信度。由此证实花期暖雨湿天是左右赤霉病流行起到主导作用。

三、花期暖雨湿天的气候振荡决定着 赤霉病群体年际波动

1. 长江中下游花期(四月)天气变化趋势基本相同

现设1为武汉、2为合肥、3为芜湖、4为南通、5为上海,以此五地(1961–1980年)天气变化作相关矩阵 R ,看出: R_1, R_2 中除 $r < 0.561$ 者外,其它均达到

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ & & r_{33} & r_{34} & r_{35} \\ & & & r_{44} & r_{45} \\ & & & & r_{55} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{降水距平百分} \\ \text{率相关矩阵} \end{matrix} R_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0.649 & 0.510 & 0.647 & 0.462 \\ & 1 & 0.541 & 0.622 & 0.596 \\ & & 1 & 0.742 & 0.543 \\ & & & 1 & 0.810 \\ & & & & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} \text{平均气温距} \\ \text{平相关矩阵} \end{matrix} R_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0.937 & 0.928 & 0.922 & 0.847 \\ & 1 & 0.968 & 0.919 & 0.864 \\ & & 1 & 0.977 & 0.953 \\ & & & 1 & 0.973 \\ & & & & 1 \end{bmatrix}$$

0.01 的显著性水平以上,尤以温度(R_2)变化更为一致,趋势相同最为明显。说明该地大区域性天气变化存在较好的相关(线性)关系。

2. 长江中下游赤霉病病情变化趋势一致

现以太湖流域 $\square$ 的发病率代入 R_3 矩阵,可看出:除1,4即武汉与南通赤霉病相关性($r_\alpha = 0.491, \alpha = 0.05$)

$$\begin{matrix} \text{长江中下游(五地,} \\ \text{另加太湖6)赤霉} \\ \text{病率代入相关矩阵} \end{matrix} R_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0.761 & 0.714 & 0.491 & 0.689 & 0.671 \\ 0.761 & 1 & 0.713 & 0.583 & 0.783 & 0.910 \\ 0.714 & 0.713 & 1 & 0.681 & 0.688 & 0.858 \\ 0.491 & 0.583 & 0.681 & 1 & 0.730 & 0.688 \\ 0.689 & 0.783 & 0.688 & 0.730 & 1 & 0.861 \\ 0.671 & 0.910 & 0.858 & 0.688 & 0.861 & 1 \end{bmatrix}$$

外,其它均达到 0.01 的显著性水平以上,其中尤以太湖流域与各地病情相关最佳,它最具有代表性。可见,长江中下游赤霉病病情变化趋势也相当一致。

3. 花期暖雨湿天气候振荡导致赤霉病群体流行发生波动

现将花期暖雨湿天与小麦赤霉病穗率各作 3 年滑动平均状态曲线,由图 2 看出:在 1956—1959, 1972—1978 及 1962—1964 年间、花期暖雨湿天分别出现波峰时,则麦类赤霉病穗率也相应呈现出高峰;而在 1960—1961, 1969—1971 年间,花期暖雨湿天出现波谷时,则赤霉病穗率亦相伴出现两个低谷;

1979 年前后降到最低点时,赤霉病病情也低至极轻程度;两者的变化曲线几乎达到重合状态,这说明花期暖雨湿天的气候振荡,决定着麦类赤霉病群体的年际波动。而这种规律的产生,乃是由于花期暖雨湿天影响和改变病原和寄主的生态关系,这就具有植物病理学和气候学的双重意义。

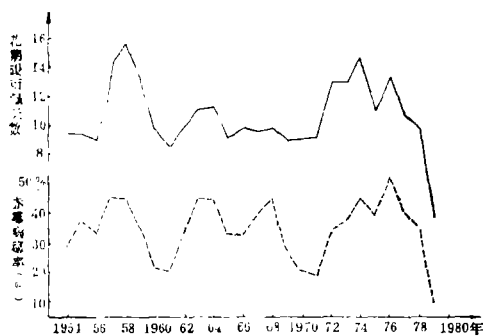


图 2 花期暖雨湿天与赤霉病病情年际波动
(病穗率取长江中下游五地,花期暖雨湿天为太湖流域(嘉兴市);图中实线为花期暖雨湿天,虚线为赤霉病穗率。)

四、大型天气系统支配着花期暖雨湿天和赤霉病流行的变化

花期暖雨湿天的气候振荡受大型天气的支配,现从赤霉病重病年中抽取 1958, 1973, 1975 年和轻病年中抽取 1961, 1974, 1978 年,以此六个样本制作花期(4 月 500 hPa)高空环流平均图进行对比分析,发现它们各自受着不同的大型天气环流特征的支配。

1. 东亚大槽偏西型为重病年型(图 3 a)

此型(1958, 1973, 1975 年)其东亚大槽位置偏西。槽位从苏联贝加尔湖经黄河河套南伸至孟加拉湾一线;在其大槽前方有从孟加拉湾、南海、东海面上源源不断吹来西南(或东南)暖湿气流与长江中下游一带低层冷空气接触,常造成阴雨连绵天气,温高湿大,病菌极易繁殖,故该型花期暖雨湿天(太湖流域指平均数,下同)达 18 d 之多,穗发病率(长江中下游五地平均,下同)高达 57.3%,导致赤霉病的流行、大流行。

2. 东亚大槽偏东型为轻病年型(图 3 b)

此型(1961, 1974, 1978 年)其东亚大槽位置偏东。槽位由鄂霍次克海经鞑靼海峡、日本海南伸至台湾海峡一线;则我国大陆和长江中下游一带常处在大槽后部西北干燥气流中,温低湿小,多晴朗天气,病菌难以繁殖;故该型花期暖雨湿天(10.7 d)大为减少,穗发病率低至 8.3%,导致赤霉病的轻病年和极轻年。

从表 2 的进一步分析中可以得出:

1) 东亚大槽偏西(折中)在 119°E 以西时,则花期暖雨湿天就偏多(17.3 d),赤霉病情(43.2%)就偏重。

2) 东亚大槽偏东(折中)在 119°E 以东时,则花期暖雨湿天(10.4)就明显偏少,赤霉

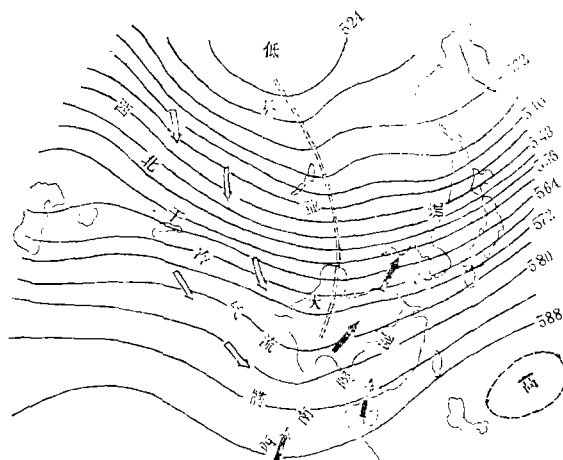


图 3a 重病年天气型,(由 4 月 500 hPa(1958,1973,1975) 3 年平均图)
(单实线是等高线, 双虚线是东亚大槽位置)

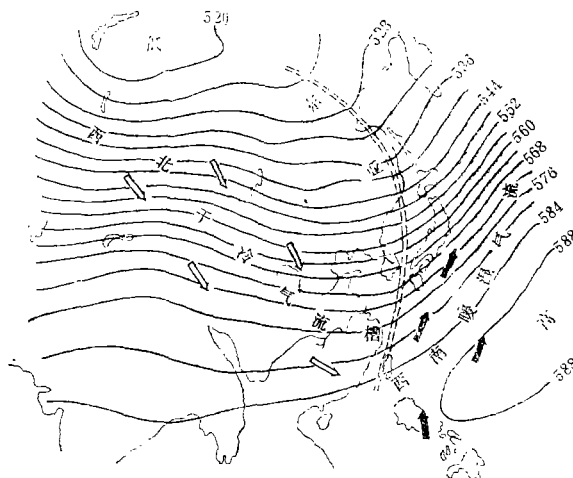


图 3b 轻病年天气型,(由 4 月 500 hPa(1961,1978, 1974) 3 年平均图)
(说明同 3a)

表 2 天气(东亚大槽)型与花期暖雨湿天、赤霉病发趋势及其预报值($\hat{y}$)情况*

年代		1975 1964 1963 1973 1972 1958						平	1974 1976 1971 1959 1970 1961 1962 1969 1960										平
项目	数 值							均											均
东亚大槽(4月)位置(E)		101	102	103	110	114	117	107.8	121	121	122	123	123	125	127	132	132	125.1	
花期暖雨湿天		18	18	18	18	13	19	17.3	10	13	9	10	8	11	9	14	10	10.4	
赤霉病穗率(%)		32	32	28	58	27	80	43.2	10	13	8	25	24	5	9	18	9	14.0	
赤霉病病情趋势		+	+	+	+	+	+	(+)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	(-)	
赤霉病病情趋势预报值 y (0.1)		1	1	1	1	1	1	"1"	0	0	0	1	0	0	0	0	0	"0"	

* ①东亚大槽位置(30—50°N, 85—145°E 范围内五个纬圆点平均而得) 在 1958—1976 年样本中,缺1965—1968年;②赤霉病病情趋势以病穗率 $\geq 25\%$ 为重病(+), $\leq 24\%$ 为轻病(-)年
③赤霉病预报当 $\hat{y}$ 值为“1”时表示重病年,为“0”时表示轻病年。

病情(14%)就偏轻。

这种大型天气系统控制着花期暖雨湿天的变化,而花期暖雨湿天的变化又直接制约了麦类赤霉病的流行动态规律。这就是麦类赤霉病年际变化的气象学机理,这为通过东亚大槽直接作出赤霉病病情预报提供了依据。

五、长江中下游麦类赤霉病群体病发趋势的隔年长期预报

为赤霉病的防治,需要做出正确的病情预报。本文从 1952—1976 (1959 年前由太湖流域资料补缺)年 25 个样本选赤霉病大发生前一年的大气环流、气候特征量与赤霉病发生趋势,经统计分析建立长江中下游赤霉病隔年(上年麦子冬播前)预报方程,选用预报因子 x_i 有:

x_1 ——上年 9 月上旬平均气温与上年 9 月副高面积 G 指数(125°E — 180°E , 10°N 以北范围,其中 10°N , 170°E ; 10°N , 180°E ; 20°N , 180°E ; 15°N , 175°E 四点除外);

x_2 ——上年 9 月上旬平均气温与上年 6 月下旬至 8 月中旬气温旬距平累积值;

x_3 ——上年 9 月平均气温与上年 9 月副高西伸脊点($^{\circ}\text{E}$)。

按数理统计学方法建立多元概率回归预报方程得:

$$\hat{y} = 0.92 x_1 + 0.852 x_2 + x_3$$

以预报方程拟合率达最高为原则,定出预报判据 $\hat{y}_c = 1.425$; 当 $\hat{y} > \hat{y}_c$ 报“1”,即重病年;当 $\hat{y} < \hat{y}_c$ 报“0”,即轻病年(见表 2)。其历史拟合率为 24/25 达 96%。

由 1977—1985 年试、实报结果: $\hat{y}$ 值顺序分别是 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1; 其实况值是 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0 (后五个数以太湖资料判定); 正确性为 8/9, 达 88.9%。证实用上年气候(或大气环流)特征量,对下年麦类花期的东亚大槽、暖雨湿天及赤霉病病发趋势作间接、直接的预报(表 2)方法简便直观,有实用价值。

六、讨 论

1. 由花期暖雨湿天、赤霉病情等一系列的分析表明,关键时期的气象因素,在赤霉病的发生发展中起主导作用,菌源只是发病的基础,而花期的暖雨湿天则是发病的必要条件,在长江中下游常年稻桩带菌量多,决定赤霉病的流行与否还是花期暖雨湿天的变化。

2. 引起大区域性花期气候(暖雨湿天)振荡导致赤霉病群体年际波动的变化规律是由于受到不同大型天气系统(东亚大槽)支配的结果。而地势低洼和管理粗放以及其它原因,只是造成局部田块发病严重的重要因素。诚然,掌握好各地病情的差异性,作出病情预报和进行自然气候、病率分布区划的研究是十分必要的。

3. 对大小麦赤霉病情具有“两同”(同步、同级)性的研究,本文尚缺乏多年多点资料作出论证,但这对小麦药剂防治可提供重要依据。

参 考 文 献

[1] 王焕如,国外小麦赤霉病研究情况和动向,浙江省麦类赤霉病科研资料选编, 93, 1977, 12。

- [2] 湖北省小麦赤霉病长期预报协作组,湖北省小麦赤霉病流行的统计学模式及长期预报方法的研究,中国农业科学(1),76,1983。
- [3] 卞上成信,小麦赤霉病的初侵染和子囊孢子扩散,罗舜炯译自《农业及园艺》35,1,91—92,1960。
- [4] 浙江省农业科学院植物保护研究所,大、小麦赤霉病的流行规律及其预防,科学研究成果简编,152,浙江省农业科学院,1978。
- [5] 浙江省麦类赤霉病科研协作组,浙江省麦类赤霉病科研协作座谈会纪要(1977年),浙江省麦类赤霉病科研资料选编,2,浙江省麦类赤霉病科研协作组编印,1977。
- [6] 湖北省农科院植物保护研究所等,小麦赤霉病的流行规律及长期预报初步探讨,湖北省科技情报,21,湖北省科技情报研究所,1979。
- [7] 张汉琳,气象因素与大小麦赤霉病的流行规律及其预报,嘉兴地区科技,20,浙江省嘉兴地区科学技术委员会情报站(1),1979。
- [8] 石井博,麦类赤霉病的流行与防治,罗舜炯译《农业及园艺》35,5,822—824,1960。
- [9] 斯特兰奇梅杰和史密斯,小麦花药和胚芽中能在体外刺激禾谷镰刀菌的两种主要成份胆碱和甜菜碱的分离和鉴定,梁训义等译《生理植物病理学》,4,277—290,1974。

A STUDY OF THE FLUCTUATION OF THE CEREAL'S GIBBERELLIN PREVALENCE AND THE WEATHER FACTORS IN THE MIDDLE AND LOWER CHANG-JIANG

Zhang Hanlin

(Huzhou Meteorological Observatory, Zhejiang Province)

Abstract

The article discusses the relation between the fluctuation of the cereal's gibberellin prevalence in the middle and lower reaches of the Chang-Jiang and the weather factors.

It is found through statistical analysis that wheat gibberellin and barley gibberellin development in the whole region are correlated, with similar speed and stage, while winter wheat is more susceptible to it.

The warm moist and rainy weather during the blooming period is the major cause leading to the fluctuation of the gibberellin prevalence. And the similarity of weather in the whole region in the large scale weather pattern causes the common trend of the disease.

Thus the forecast of gibberellin prevalence can be made either from the weather in blooming period or the change of weather patterns to provide the basis for the prevention and avoiding of cereal diseases.