

春油菜菌核病田间空中孢子量消长动态

陈士华^{1,2}, 吴兴泉¹, 辛惠普²

(1. 河南工业大学, 河南 郑州 450052; 2. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319)

摘要: 通过调查, 明确了寒地春油菜菌核病空中孢子量的田间消长动态, 利用逐步回归分析和通径分析对影响空中孢子量的各影响因子进行了研究。结果表明, 调查日前 3d 内的降水量和相对湿度及调查日子囊盘数量是影响田间空中孢子量的最主要因素。建立了空中孢子量的 10 因子逐步回归模拟方程, 模型的拟合效果很好。

关键词: 春油菜; 菌核病; 空中孢子量; 消长动态

中图分类号: S435.654 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2006)12-0046-05

Dynamic Change of *Sclerotinia sclerotiorum* Spore Amount on Spring Rapeseed in Field

CHEN Shi hua^{1,2}, WU Xing quan¹, XIN Hui pu²

(1. Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China;

2. Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China)

Abstract: The dynamic change of the spore amount in the air of *Sclerotinia sclerotiorum* on the spring rape in cold area was confirmed and the environmental factors influencing the number of spores in the air was studied by stepwise regression analysis and path analysis. The results showed that the rainfall and the relative humidity in the three days before investigation and the number of apothecium in investigation day were the key factors affecting the number of the spores in the air. The 10 factors stepwise regression equation model of the spores was established and the fitting validity was very good.

Key words: Spring rapeseed; *Sclerotinia sclerotiorum*; Spore amount; Dynamic change

油菜菌核病是一种世界性病害, 在世界各油菜种植地均有分布。油菜菌核病位居我国油菜三大病害之首, 在各油菜产区都有发生, 其中, 以长江流域油菜主产区发生最重, 直接经济损失数亿元^[1,2]。20 世纪 80 年代初, 黑龙江省西部地区开始引种春油菜, 由于当时油菜菌核病发病率很低, 因此, 未进行防治。至 80 年代后期, 随着春油菜种植面积扩大和年限的加长, 菌核病逐年加重, 成为当地油菜生产中的主要限制因子^[3,4]。

油菜菌核病以菌核的形式在土壤、种子中越冬, 它也能以菌丝形态潜伏种子中存活。菌核侵染油菜可通过 2 条途径, 一是菌核在环境条件适宜时萌发产生子囊孢子, 子囊孢子释放到空中后侵染油菜花

朵, 另外, 菌核也可萌发产生菌丝直接侵染油菜茎部。研究表明, 前者是主要初侵染途径, 病原菌侵染茎部的主要传染媒体是带菌花瓣, 油菜开花高峰期是病菌侵染花瓣的主要时期。落在花瓣上的子囊孢子的量, 被子囊孢子侵染的花瓣数目, 花瓣新鲜度以及环境的温度、湿度对侵染的发生和病害的发展起着重要作用^[5]。因此, 明确田间空中孢子量及其消长动态, 明确环境条件与田间空中孢子量的关系、建立田间空中孢子量的预测模型对预测病害的流行程度具有重要的意义。

1 材料和方法

本研究在黑龙江省北安农场管理局二龙山农场

收稿日期: 2006-06-18

基金项目: 黑龙江农垦总局科技攻关项目(9607)

作者简介: 陈士华(1972-), 女, 河南商丘人, 讲师, 硕士, 主要从事植物病理学与分子生物学研究。

试验站进行,调查时间为 1997 年 6 月中旬至 8 月上旬,1998 年和 2003 年 6 月中旬至 7 月中旬。调查品种为垦油一号。

1.1 田间空中孢子量调查

在油菜田中,沿田块对角线选取 3 点,每点设置一个孢子捕捉器,捕捉器上放一涂有凡士林的玻片来粘着孢子,玻片高度随油菜生长而上升,并保持高于油菜植株。每天定时更换玻片,将换下的玻片带回室内,在 160 倍的显微镜下镜检,随机测定记录 50 个视野内的孢子个数,以每视野内的平均孢子数做为当天的空中孢子量。

1.2 田间子囊盘数量调查

选择前茬为油菜的田块,采用棋盘式取样法选取 20 个点,覆盖全田。每点取 1m² 方形小区,做好标记。每隔 3~4d 调查 1 次,记录各小区内的子囊盘数,汇总后以 20 个点、20m² 中子囊盘的数量作为当天田间子囊盘数。

1.3 影响因子的测定

因所选试验田在农场试验站,而当地农场气象站就设在试验站内,因此,所需环境资料可直接利用气象站的观测数据。所选影响因子主要有:平均气

温、5cm 土温、降雨量、空气相对湿度、日照时数等。

1.4 数据分析与模型建立

本研究中的数据分析及预测模型的建立利用 DPS 数据处理系统进行,所用统计方法有逐步回归分析、通径分析等方法。

2 结果与分析

2.1 田间空中孢子量的发生情况分析

调查结果表明:油菜田间子囊孢子于 6 月中旬开始出现。孢子数量的变化情况在不同年份间差异较大(图 1、图 2、图 3)。

1997 年,空中孢子量在开始出现后呈现低水平发展,至 7 月中旬(7 月 11 日)出现第 1 次高峰,随后数量下降,7 月 14 日至 7 月 23 日维持在较低水平。7 月 26 日至 8 月 2 日再次出现高峰期。1998 年,空中孢子量在 6 月 24 日即进入高峰期,随后开始下降,至 7 月 6 日至 9 日再次出现高峰期,随后出现下降。2003 年,空中孢子量的总体发生水平较高,7 月 5 日和 7 月 30 日出现 2 次高峰。

2.2 田间空中孢子量与子囊盘数量关系分析

结合田间子囊盘数量消长情况进行分析,结果

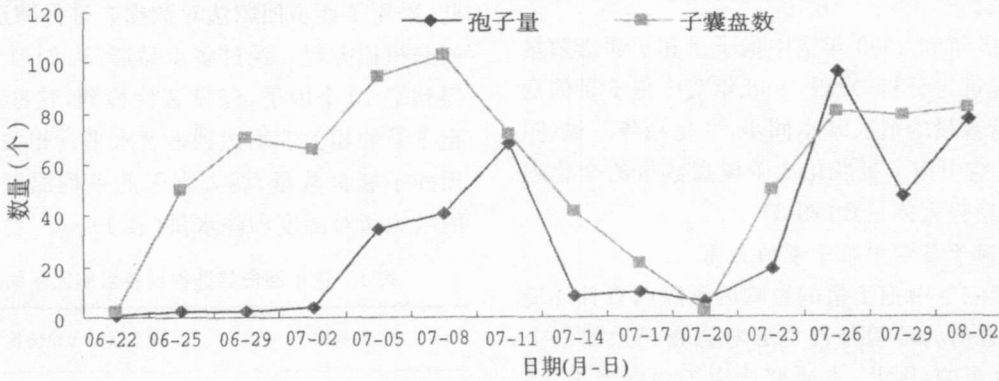


图 1 1997 年空中孢子量与田间子囊盘数量发生情况

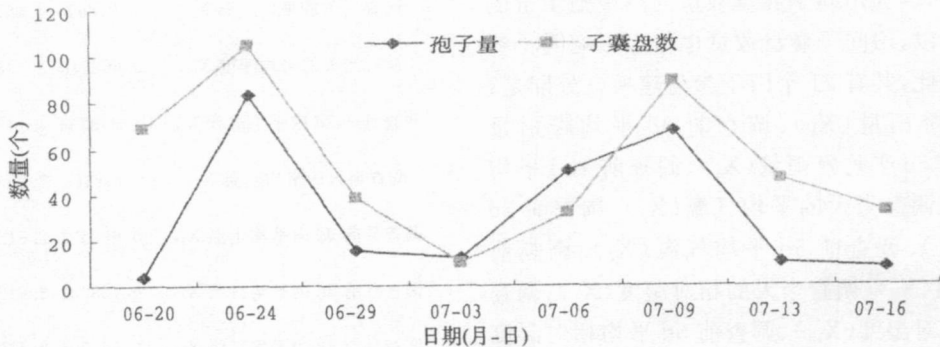


图 2 1998 年空中孢子量与田间子囊盘数量发生情况

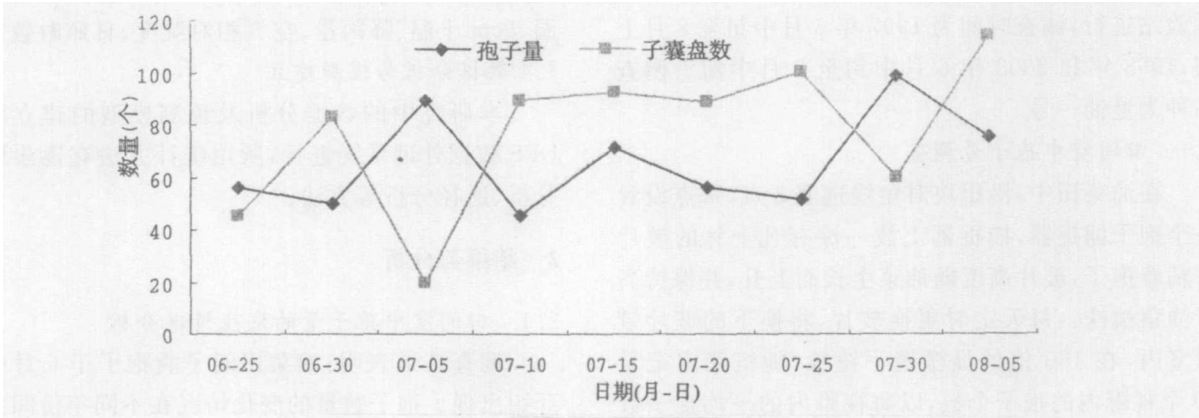


图 3 2003 年空中孢子量与田间子囊盘数量发生情况

表明,空中孢子数量的变化与田间子囊盘数量有一定的相关性。1997 年 6 月下旬至 7 月初,子囊盘数量进入快速增长期,而空中孢子量却维持较低水平,此时空中孢子量并未与田间子囊盘数保持同步增长。7 月 5 日以后,空中孢子量才进入快速增长期,空中孢子量变化比子囊盘数量的变化迟后,但后期空中孢子量的变化情况与子囊盘数量变化情况大体保持一致。分析其原因可能是初期子囊盘数量快速增长,而此时子囊盘未向空中释放子囊孢子,经过一定时间后,子囊盘进入孢子释放期,空中孢子量才出现快速增长。

对 1998 年和 2003 年空中孢子量和子囊盘数量的变化情况进行分析,发现 1998 年空中孢子量的变化与子囊盘数量的消长基本同步,变化趋势一致(图 2),2003 年空中孢子量变化比子囊盘数量的变化迟后,但变化趋势大体一致(图 3)。

2.3 影响因子与空中孢子量的关系

由于影响空中孢子量的影响因子除调查日环境条件外,调查前的环境条件也会对调查当天的空中孢子量产生影响,因此,本研究选用了调查当天、调查前 3d、前 5d、前 10d 内的平均降水量、平均 5cm 土温、平均气温、平均相对湿度、平均日照时数共 20 个因子,另外,因为田间子囊盘数量与空中孢子量也密切相关,所以,田间子囊盘数量也作为影响因子参加了建模,因此,共有 21 个因子参与建模。分别是:调查当天的降雨量(X_1)、调查前 3d 平均降雨量(X_2)、调查前 5d 平均降雨量(X_3)、调查前 10d 平均降雨量(X_4)、调查当天的平均气温(X_5)、调查前 3d 平均气温(X_6)、调查前 5d 平均气温(X_7)、调查前 10d 平均气温(X_8)、调查当天的相对湿度(X_9)、调查前 3d 平均相对湿度(X_{10})、调查前 5d 平均相对湿度(X_{11})、调查前 10d 平均相对湿度(X_{12})、调查当天的 5cm 土温(X_{13})、查前 3d 平均 5cm 土温(X_{14})、查前

5d 平均 5cm 土温(X_{15})、查前 10d 平均 5cm 土温(X_{16})、查当天的日照时数(X_{17})、查前 3d 平均日照时数(X_{18})、查前 5d 平均日照时数(X_{19})、查前 10d 平均日照时数(X_{20})、囊盘数量(X_{21})。建模时采用 1997 年、1998 年数据,预留 2003 年数据进行模型预测可行性检验。由于 1997 年前期子囊盘数量与空中孢子量明显无相关性,说明田间子囊盘尚未完全进入孢子释放期,因此,在分析中去除前期 6 月 22 日、6 月 25 日和 6 月 29 日的调查数据。

2.3.1 逐步回归分析 因为所选影响因子较多,因此,采用了逐步回归法对数据先进行筛选,然后建立回归模拟方程。经过多步筛选,从 21 个因子中筛选得到了 10 个因子,经显著性检测,这些因子与空中孢子量的相关性均达到显著水平。相关度最大的是田间子囊盘数量、调查当天的平均温度、调查前 3d 的平均相对湿度和降水量(表 1)。

表 1 逐步回归筛选得到各影响因子的显著性

影响因子	偏相关	t 检验值	显著水平 P
调查日前 3d 内平均降水量 X_2	0.839488	4.087530	0.003498
调查日前 5d 内平均降水量 X_3	-0.671960	2.451473	0.048780
调查当天的平均气温 X_5	0.878616	4.867970	0.001243
调查当天的平均湿度 X_9	-0.662110	2.448173	0.049859
调查日前 3d 内平均湿度 X_{10}	0.848734	4.246320	0.002813
调查当天的平均土温 X_{13}	-0.746160	2.965195	0.018003
调查日前 3d 内平均土温 X_{14}	0.689501	2.518687	0.035882
调查日前 3d 内平均日照 X_{18}	0.728982	2.817546	0.022579
调查日前 5d 内平均日照 X_{19}	0.681704	2.465212	0.039000
田间子囊盘数量 X_{21}	0.889853	5.160190	0.000863

利用上述影响因子建立田间空中孢子量的回归模拟方程:

$$Y = -364.283880 + 10.43669488X_2 - 4.83836815X_3 + 9.45623988X_5 - 0.847897525X_9 + 2.535782031X_{10} - 7.73126792X_{13} + 5.75159369X_{14} + 5.09384729X_{18} + 1.563321294X_{19} + 0.916102105X_{21}$$

该模拟方程总体相关系数 $r = 0.981446$, 剩余标准差, $S = 9.22053008$, F 值 = 18.3410, 显著水平 $P = 0.0004 < 0.01$, 达到极显著水平。利用该方程对 1997 年和 1998 年调查数据进行拟合分析, 结果较好, 预测结果与实测结果总体趋势一致(表 2)。

利用上述空中孢子量的 10 因子回归分析模型和 2003 年的气象资料对 2003 年空中孢子量进行预测, 分析该模型的预测准确度, 结果表明, 虽然该模型对 7 月 5 日和 7 月 30 日空中孢子量的预测值偏大, 但其对 2003 年空中孢子量消长动态的预测结果

与实测结果基本相符(图 4)。

表 2 环境因子与空中孢子量关系模拟方程拟合结果

日期 (月-日)	1997 年预测结果		日期 (月-日)	1998 年预测结果	
	实测值	拟合值		实测值	拟合值
07-02	4	3.8	06-24	83	86.7
07-05	35	31.0	06-29	15	6.1
07-08	41	51.3	07-03	12	7.5
07-11	68	55.5	07-06	50	51.6
07-14	8	17.9	07-09	67	66.9
07-17	10	10.3	07-13	10	9.4
07-20	6	8.4	07-16	8	17.1
07-23	19	18.3			
07-26	97	95.2			
07-29	48	44.5			
08-02	78	77.7			

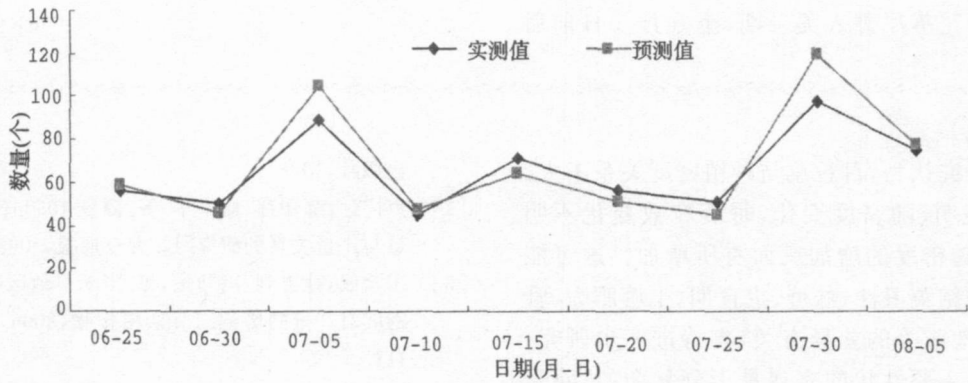


图 4 空中孢子量 10 因子预测模型对 2003 年的预测结果

2.3.2 途径分析 利用逐步回归分析中所选用的影响因子进行途径分析, 得到各因子对田间空中孢子量及子囊盘量的直接途径系数和间接途径系数。

环境因子对空中孢子量的决定系数为 0.96324, 剩余途径系数为 0.19174, 达到了显著水平。分析上述结果发现, 调查日前 3d 内平均降水量 (X_2) 对空中孢子量 (Y) 的直接途径系数最大。其次是调查当天的子囊盘数量 (X_{21}) 和调查日前 3d 的平均相对湿度 (X_{10})。

综合分析影响春油菜菌核病菌田间子囊盘数量和空中孢子量的环境因子发现, 调查日前 3d 内平均湿度 (X_{10})、调查日前 3d 内平均降水量 (X_2) 和调查当天的大气平均温度 (X_5) 对两者均有显著影响, 是影响春油菜菌核病菌病原菌田间发生情况的最重要的因子(表 3)。

表 3 影响子囊盘数量和空中孢子量的环境因子的对比

环境因子	对子囊盘数量的直接途径系数	环境因子	对空中孢子量的直接途径系数
3d 内平均湿度 X_{10}	1.346334	3d 内平均降水量 X_2	1.12776
3d 内平均降水量 X_2	-0.916483	当天子囊盘数量 X_{21}	0.95502
5d 内平均湿度 X_{11}	-0.652552	3d 平均湿度 X_{10}	0.70056
10d 内平均降水量 X_4	0.423332	当天平均温度 X_5	0.58195
10d 内平均气温 X_8	-0.324625	3d 内平均日照 X_{18}	0.52646
3d 内平均气温 X_6	-0.251093	当天平均土温 X_{13}	-0.50290
10d 内平均日照 X_{20}	0.145975	5d 内平均降水量 X_3	-0.49777
当日平均气温 X_5	0.046561	3d 内平均土温 X_{14}	0.40284
		当天平均湿度 X_9	-0.24470
		5d 内平均日照 X_{19}	0.21885

3 讨论

黑龙江省西北部油菜种植区油菜菌核病田间子囊孢子在 6 月中旬始见,在整个油菜生长期会出现几次高峰期。逐步回归分析和通径分析结果表明,调查日前 3d 的平均湿度和平均降水量对春油菜菌核病菌子囊盘数量和空中孢子量有显著影响。一般 7~8 月是黑龙江省的雨季,降雨日数多,田间水分充足。此时油菜植株较高大,即使是无雨日,植株间的空气相对湿度也较大,植株表面有露水凝结。此时如大气中的相对湿度大,植株冠层内高湿度的持续时间就长,利于菌核的萌发、子囊孢子的释放,因此,降雨量和空气相对湿度对空中孢子量均会产生明显影响。

黑龙江省春油菜播种期一般在 5 月 3 日左右,5 月 12 日前后出苗,6 月 11 日抽薹,6 月下旬为油菜初花期,7 月上旬为油菜盛花期,7 月 10 日为终花期,7 月 15 日花落尽进入荚果期,至 8 月 5 日前后

收获。调查发现,1997 年和 1998 年田间空中孢子量出现高峰的时间虽有不同,但在 7 月上旬均出现一次空中孢子量的高峰期,此时是春油菜的盛花期,又正值黑龙江省的雨季,因此,非常利于病菌的初侵染。这也可能是黑龙江省油菜菌核病持续保持较高发病率的原因。

参考文献:

[1] 郭学兰,江木兰,胡小加.油菜菌核病分子诊断的初步研究[J].中国油料作物学报,2003,25(3):64-66.
[2] 张立良,沈维冰,刘成社.油菜菌核病发生、危害与气象因子的关系[J].安徽农业科学,2000,28(6):776-793.
[3] 陈士华,吴兴泉,杜春梅,等.寒地春油菜菌核病的发病规律研究[J].植物保护,2004,30(1):39-41.
[4] 徐梅,刘振忠,辛惠普.春油菜菌核病流行强度的判别模型[J].中国油料作物学报,1999,21(1):56-58.
[5] 张夕林,张谷丰,孙雪梅.油菜菌核病灾变特点及其综防技术研究[J].上海农业科技,2003(2):38-40.

(上接第 45 页)

翟云龙等^[5]研究认为,百粒重与种植密度关系不大。而本试验则表明,随密度变化,每荚粒数变化不明显,而百粒重随密度的增加反而有所增加。这可能与大豆材料的结荚习性、株型、生育期、土壤肥力、管理水平、种植地区等的差异有关,有待进一步研究。这也说明大豆主要性状的表现是十分复杂的,除受品种自身的基因型控制以外,还与环境条件、栽培管理等密切相关。

张富厚等^[6]研究表明,大豆亚有限结荚类型的田间边际效应比有限结荚类型小,因而亚有限大豆群体中个体间竞争较小,较适宜于密植高产栽培。本试验也表明,在一定的密度范围内,亚有限大豆表现出较高的耐密植生产性能。

参考文献:

[1] 李卫东.河南大豆改良种质[M].北京:中国农业科技

出版社,1998.

[2] 卢广远,郝瑞莲,谢幸华,等.商豆 1099 不同密度、施肥量与产量关系的研究[J].大豆通报,2005(1):10-12.
[3] 丁希武,杜吉到,冯乃杰,等.半干旱地区不同品种大豆密度对产量的影响[J].杂粮作物,2006,26(2):110-111.
[4] 杨宛玉,常鸿杰,余丛文,等.不同种植密度对平豆一号产量及其成产因素的影响[J].河南农业科学,2003(8):24-25.
[5] 翟云龙,章建新,薛丽华,等.密度对超高产春大豆农艺性状的影响[J].中国农学通报,2005,21(2):109-111.
[6] 张富厚,郑跃进,申林江.大豆品种田间边际效应初探[J].河南农业科学,2001(4):12-13.