

李金堂. 双株定向栽培模式对玉米弯孢菌叶斑病空间传播的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(3): 136–139.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.036

# 双株定向栽培模式对玉米弯孢菌叶斑病空间传播的影响

李金堂

(潍坊科技学院植物病虫害研究所, 山东寿光 262700)

**摘要:**通过田间小区试验, 调查研究了双株定向栽培模式、常规栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病 [*Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn] 空间传播规律的差异。结果表明: 2 种栽培模式下病害均为中心式传播, 空间传播模型用幂指数模型 ( $X = a \times D^{-b}$ ) 拟合较好。双株定向的  $a$  系数 (传播发病后菌源中心处的子代病情) 显著高于常规栽培, 而  $b$  系数 (传播梯度) 则一般显著低于常规栽培, 说明双株定向栽培模式有利于弯孢菌叶斑病的发生和传播, 传播距离较常规栽培模式为远。根据田间小气候数据推断, 上述差异可能是由 2 种栽培模式下风速、温度、相对湿度等田间小气候因素不同引起的。

**关键词:**玉米弯孢菌叶斑病; 双株定向; 空间传播; 栽培模式

**中图分类号:** S435.131.4<sup>+</sup>9      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0136-04

玉米双株定向栽培模式是近年来在东北平原玉米种植区兴起的一种玉米种植栽培模式。该模式做法是每穴栽培 2 棵玉米, 其种子为同一玉米穗上同一穗轴连在一起的 2 粒种子, 种子遗传因素基本相同, 长出的幼苗整齐度非常接近, 果穗也均匀一致。田间试验表明, 该栽培模式下玉米增产显著, 较常规栽培模式增产 17.0%~44.3%<sup>[1]</sup>。近年来, 随着紧凑型玉米种植模式的大力推广以及气候条件、种植密度、肥水管理的变化, 玉米弯孢菌叶斑病 [*Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn] 的发生和危害也呈逐年加重的态势, 已成为我国继玉米大斑病、小斑病后又一突出的流行性病害, 对玉米产量造成严重影响。玉米双株定向栽培模式引起玉米植株空间分布的改变, 从而影响了病害的传播流行规律。本试验从植物病害流行学的角度出发, 采用田间小区试验方法, 研究双株定向栽培模式对玉米弯孢菌叶斑病空间传播规律的影响, 旨在为生产上减轻玉米双株定向栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病害提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试品种

玉米种植品种为浚单 20, 是山东省玉米产区的主要栽培品种之一, 麦后直播生育期 85~95 d, 中抗玉米弯孢菌叶斑病。

### 1.2 试验设计

田间小区位于潍坊科技学院玉米田实验基地, 南北垄向, 垄距 70 cm。株距: 常规栽培模式为 35 cm, 每穴种植 1 株; 双

株定向栽培模式为 70 cm, 每穴种植 2 株 (1 对双生种子)。小区面积为 36 m×36 m。小区外围种植丹玉 13 作为保护行。玉米播种时间分别为 2013 年 6 月 27 日、2014 年 6 月 14 日, 播种后常规管理。

### 1.3 病害接种及调查

采用菌粒接种的方法接种病害, 在 2 种栽培模式的试验区中心选 4 株玉米, 将 2 粒玉米弯孢菌叶斑病菌粒放入玉米的小喇叭口内, 接种时间分别为 2013 年 7 月 23 日、2014 年 7 月 3 日 (根据气象预报选择在降雨前放置)。发病后每隔 10 d (2013 年) 或 15 d (2014 年) 调查 1 次, 记录不同时期距离菌源中心不同距离的病情。为准确调查病情, 以玉米穗下叶为调查对象, 记录病斑数, 并将病斑数转化为病情指数<sup>[2]</sup>。

### 1.4 数据统计分析

采用 SAS 统计软件统计分析数据及模型拟合。

## 2 结果与分析

### 2.1 2 种栽培模式下病害空间传播情况

2013 年及 2014 年各进行 4 次空间传播梯度测定。2 年间的调查结果见表 1 及表 2。从表 1、表 2 可以看出: 菌源中心发病明显, 2013 年因降雨天数及降水量较多, 同时夏天高温适合病害发展, 病情普遍重于 2014 年。2 年间传播梯度较为明显, 均为中心式传播。北向各相应调查点的病情最高, 西向次之, 东向与南向差别较小。

### 2.2 模型拟合及数据分析

运用 SAS 统计分析软件对 2 年间病害传播梯度进行模型拟合, 曲线类型有指数模型及幂指数模型, 拟合结果表明: 幂指数模型的各指标 (决定系数  $R^2$ 、剩余平方和  $SSE$ 、 $F$  值等) 均优于指数模型, 故选用幂指数模型对田间传播梯度调查值进行拟合, 拟合图见图 1 (仅对每年度各方向最后 1 次的调查值进行拟合)。

收稿日期: 2015-03-08

基金项目: 山东省自然科学基金 (编号: ZR2012CQ037); 山东省高等学校青年骨干教师国内访问学者项目。

作者简介: 李金堂 (1979—), 男, 山东潍坊人, 博士, 副教授, 主要从事植物病害流行学和蔬菜病害病理学研究。E-mail: li\_jintang@163.com。

表 1 2013 年 2 种栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病空间传播梯度调查值

栽培方式	传播方向	调查时间 (月-日)	距菌源中心不同距离的病情指数						
			菌源	2.8 m	5.6 m	8.4 m	11.2 m	14.0 m	16.8 m
常规栽培	东	08-03	9.05	1.33	0.72	0.87	0.45	0.66	0.39
		08-13	27.43	8.17	6.32	3.89	3.77	4.29	2.10
		08-23	36.55	16.63	9.34	9.49	7.05	6.61	5.58
		09-03	48.88	23.48	17.22	11.36	10.13	7.49	8.33
	西	08-03	9.05	1.43	1.11	0.87	0.63	0.42	0.57
		08-13	27.43	9.11	5.35	7.78	5.57	3.49	3.18
		08-23	36.55	18.35	11.38	14.29	8.64	6.75	7.23
		09-03	48.88	26.55	19.79	16.84	14.77	9.22	7.05
	南	08-03	9.05	1.67	0.89	0.77	0.61	0.93	0.56
		08-13	27.43	9.11	6.79	4.45	3.84	3.67	4.21
		08-23	36.55	16.87	10.25	8.31	7.22	6.27	3.48
		09-03	48.88	22.55	18.42	13.06	8.74	10.58	7.17
	北	08-03	9.05	1.65	1.32	1.02	0.57	0.94	0.56
		08-13	27.43	9.36	6.60	5.11	5.97	3.85	3.48
		08-23	36.55	20.54	11.27	11.05	8.34	6.79	7.55
		09-03	48.88	30.52	18.33	15.75	14.07	7.64	9.78
双株定向	东	08-03	13.11	2.23	1.25	1.19	1.12	0.67	0.74
		08-13	30.71	12.55	7.31	6.24	4.46	4.38	3.75
		08-23	46.79	24.27	15.77	10.08	12.87	8.48	7.29
		09-03	57.34	30.26	21.55	13.67	15.89	12.64	10.39
	西	08-03	13.11	2.78	1.34	1.09	0.89	0.77	0.62
		08-13	30.71	15.42	8.97	7.03	6.61	3.89	4.22
		08-23	46.79	24.78	19.36	11.27	13.93	8.47	6.43
		09-03	57.34	33.21	23.88	17.97	15.02	12.06	14.08
	南	08-03	13.11	1.85	1.36	1.22	3.04	0.88	0.74
		08-13	30.71	13.36	8.47	6.23	4.85	4.37	4.08
		08-23	46.79	25.76	14.71	13.38	10.79	12.84	6.33
		09-03	57.34	28.46	20.05	12.74	11.36	13.97	8.86
	北	08-03	13.11	2.33	1.55	1.37	0.67	0.93	0.84
		08-13	30.71	14.25	7.37	8.21	5.23	5.15	4.38
		08-23	46.79	27.83	16.24	14.18	11.47	7.36	10.22
		09-03	57.34	37.23	26.77	19.46	17.36	12.56	15.73

2.3 玉米弯孢菌叶斑病传播梯度模型的检验

利用 SAS 软件对传播梯度拟合模型进行了检验,结果见表 3。由表 3 看出,各年度不同方向的传播梯度模型决定系数多在 0.96 以上,剩余 3 个拟合模型的决定系数也高于 0.82,且各模型的显著性均为显著,说明模型的拟合效果良好,可以较好地反映病害的传播规律。

2.4 2 种栽培模式下病害空间传播规律的推导与比较

幂指数模型的公式为  $X = a \times D^{-b}$ ,其中  $X$  为调查地的病情指数, $D$  为调查地到菌源中心的距离(m),系数  $a$  表示发病后菌源中心处的子代病情或发病概率,系数  $b$  为梯度系数<sup>[3]</sup>。由上式推导,传播距离  $D = e^{[(\ln a - \ln X)/b]}$ ,由上式可以看出,系数  $a$  越大且系数  $b$  越小,则病害的传播距离越远。对表 3 中同一年度同一传播方向不同栽培模式传播梯度拟合模型的  $a$  系数与  $b$  系数进行显著性分析,结果表明,不同栽培模式传播梯度拟合模型的  $a$  系数与  $b$  系数均差异显著。其中,除 2014 年西向的  $b$  系数为双株定向栽培模式高于常规栽培模式外,其余 7 对拟合模型中  $b$  系数均为双株定向栽培模式低于常规栽培模式,且所有 8 对拟合模型的  $a$  系数均为双株定向栽培模

式高于常规栽培模式。由此可以推断,双株定向栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病的传播距离一般远于常规栽培模式,较常规栽培更有利于病害的传播和发生。

3 结论与讨论

本研究结果表明,2 种栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病病害均为中心式传播,空间传播模型用幂指数模型拟合效果优于指数模型。双株定向的  $a$  系数(传播发病后菌源中心处的子代病情)显著高于常规栽培, $b$  系数(传播梯度)一般显著低于常规栽培,说明双株定向栽培模式有利于弯孢菌叶斑病的发生和传播,传播距离较常规栽培模式更远。双株定向栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病的空间传播规律与常规栽培模式相比出现了明显变化。通常来说,这是因为栽培模式的改变引起植株空间分布的变化,从而造成田间小气候发生变化,进而引起病害发生规律出现变化<sup>[4]</sup>。为查明 2 种栽培模式下田间小气候的差异,笔者利用气象数据测定记录仪对 2 种栽培模式下的田间小气候数据进行了测定记录,数据显示,双株定向栽培模式下的株间温度白天高于常规栽培模式 1.5~2.2℃,

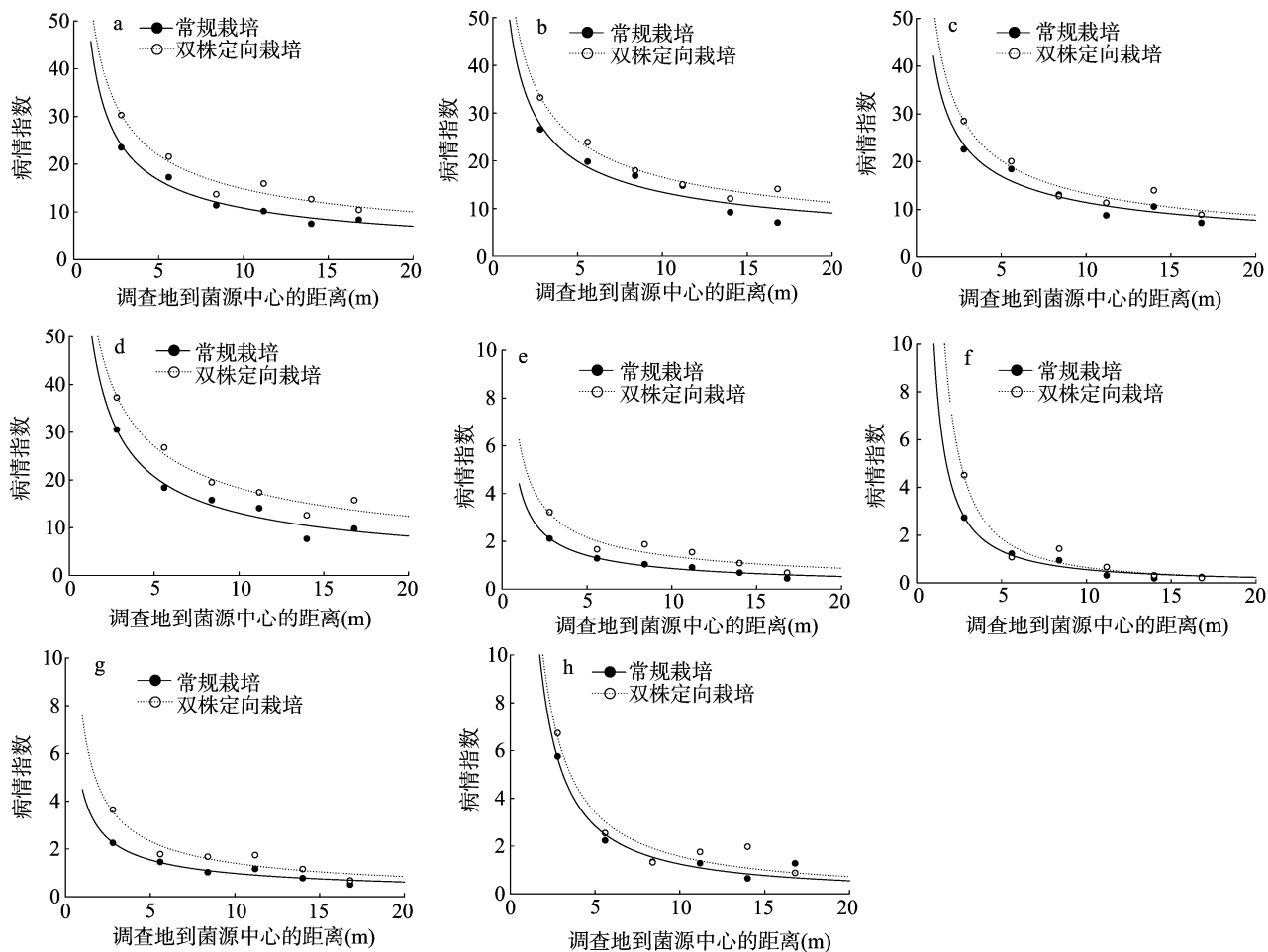
表 2 2014 年 2 种栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病空间传播梯度调查值

栽培方式	传播方向	调查时间 (月-日)	距菌源中心不同距离的病情指数						
			菌源	2.8 m	5.6 m	8.4 m	11.2 m	14.0 m	16.8 m
常规栽培	东	07-15	3.67	0.07	0.05	0.03	0.05	0.01	0.01
		07-30	13.22	0.20	0.11	0.09	0.07	0.11	0.06
		08-15	17.07	1.14	0.77	0.56	0.42	0.33	0.51
		08-30	23.41	2.11	1.28	1.03	0.90	0.68	0.44
	西	07-15	3.67	0.14	0.09	0.04	0.08	0.01	0.01
		07-30	13.22	0.67	0.33	0.34	0.08	0.05	0.06
		08-15	17.07	1.65	1.17	0.47	0.16	0.22	0.04
		08-30	23.41	2.73	1.22	0.94	0.31	0.19	0.24
	南	07-15	3.67	0.06	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
		07-30	13.22	0.23	0.12	0.10	0.08	0.05	0.04
		08-15	17.07	1.29	0.63	0.78	0.47	0.37	0.38
		08-30	23.41	2.25	1.45	1.02	1.16	0.77	0.50
	北	07-15	3.67	0.33	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01
		07-30	13.22	1.75	0.24	0.07	0.09	0.06	0.02
		08-15	17.07	2.18	0.63	0.38	0.21	0.32	0.27
		08-30	23.41	5.75	2.23	1.34	1.28	0.64	1.27
双株定向	东	07-15	6.79	0.16	0.09	0.04	0.01	0.01	0.01
		07-30	14.85	0.23	0.17	0.15	0.38	0.11	0.02
		08-15	19.23	1.67	1.06	0.54	0.72	0.63	0.39
		08-30	26.36	3.22	1.66	1.87	1.54	1.08	0.68
	西	07-15	6.79	0.56	0.27	0.31	0.15	0.05	0.03
		07-30	14.85	1.13	0.65	0.32	0.17	0.07	0.09
		08-15	19.23	3.47	0.78	0.64	0.35	0.13	0.07
		08-30	26.36	4.51	1.07	1.43	0.66	0.31	0.20
	南	07-15	6.79	0.18	0.10	0.03	0.01	0.01	0.01
		07-30	14.85	0.44	0.29	0.27	0.13	0.07	0.02
		08-15	19.23	1.89	1.20	0.71	0.81	0.61	0.42
		08-30	26.36	3.64	1.78	1.67	1.74	1.15	0.67
	北	07-15	6.79	0.79	0.09	0.04	0.01	0.02	0.01
		07-30	14.85	3.34	0.42	0.13	0.07	0.12	0.03
		08-15	19.23	4.22	1.04	0.78	0.33	0.67	0.24
		08-30	26.36	6.73	2.54	1.31	1.75	1.97	0.87

表 3 2 种栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病空间传播梯度模型及其检验

年份	统计量	栽培模式	东向	西向	南向	北向
2013	模型表达式	常规栽培	$X = 45.7259 \times D^{-0.6269}$	$X = 49.4644 \times D^{-0.5667}$	$X = 42.1145 \times D^{-0.5971}$	$X = 60.3968 \times D^{-0.6649}$
		双株定向	$X = 54.2475 \times D^{-0.5640}$	$X = 59.1705 \times D^{-0.5132}$	$X = 52.7651 \times D^{-0.5656}$	$X = 67.1646 \times D^{-0.5645}$
	决定系数 ( $R^2$ )	常规栽培	0.9604	0.8285	0.8935	0.8986
		双株定向	0.9071	0.9481	0.8752	0.9014
	剩余平方和 ( $SSE$ )	常规栽培	5.4354	23.5317	14.6173	13.9099
		双株定向	12.7432	7.1263	17.1178	13.5230
	$F$ 值	常规栽培	441.39	145.29	170.14	266.51
		双株定向	325.57	717.97	205.62	469.49
	显著性概率 ( $Pr > F$ )	常规栽培	<0.0001	0.0002	0.0001	<0.0001
		双株定向	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
2014	模型表达式	常规栽培	$X = 4.4083 \times D^{-0.7098}$	$X = 10.1046 \times D^{-1.2597}$	$X = 4.4828 \times D^{-0.7317}$	$X = 19.3319 \times D^{-1.1916}$
		双株定向	$X = 6.2453 \times D^{-0.6584}$	$X = 21.1350 \times D^{-1.5131}$	$X = 7.5580 \times D^{-0.6626}$	$X = 20.8675 \times D^{-1.1236}$
	决定系数 ( $R^2$ )	常规栽培	0.9997	0.9991	0.9992	0.9961
		双株定向	0.9971	0.9955	0.9968	0.9887
	剩余平方和 ( $SSE$ )	常规栽培	0.0391	0.1289	0.1082	0.5408
		双株定向	0.3928	0.6145	0.4329	1.5454
	$F$ 值	常规栽培	438.89	153.33	190.19	158.85
		双株定向	103.00	76.45	108.90	77.15
	显著性概率 ( $Pr > F$ )	常规栽培	<0.0001	0.0002	0.0001	0.0002
		双株定向	0.0004	0.0007	0.0003	0.0006

注: $D$  为调查地到菌源中心的距离(m); $X$  为调查地的病情指数。



a、b、c、d分别为2013年东、西、南、北发病情况；e、f、g、h分别为2014年东、西、南、北发病情况

图1 2种栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病空间传播梯度调查值及拟合模型

晚上温度则低于常规栽培  $0.2 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度上常规栽培略高于双株定向栽培，风速上双株定向栽培显著高于常规栽培，提高了  $18\% \sim 33\%$ 。上述田间小气候因素的改变有利于玉米弯孢菌叶斑病流行期的延长（另文发表），可能也利于病害的空间传播。有学者研究玉米灰斑病在不同密度下的发病情况，得出玉米种植密度越低发病越重的结论，低密度下风速变大，有利于病害的传播。弯孢菌叶斑病可能也是此类情况，风速变大，由风吹落的孢子数量可能会增多，孢子的传播距离也会扩大，遇到降雨，侵染的孢子数量可能增加，病害的传播距离也会变远，从而导致病害空间传播规律发生变化。

本试验结果表明，2种栽培模式下病害发病均以北向较重，这可能与试验地夏天的风向以东南风为主有关。玉米弯孢菌叶斑病在2种栽培模式下的空间传播梯度最适用幂指数模型描述，优于指数模型，此结果与傅俊范等研究结果有差

异，这可能与玉米品种、气候条件等因素有关<sup>[2]</sup>。2年试验中，经对试验品种的自然发病情况进行调查，该品种有自然发病现象，因自然发病菌源的二次传播等原因，对试验结果有一定影响，但仍可大致看出常规栽培与双株定向栽培模式下玉米弯孢菌叶斑病空间传播规律存在差异。

#### 参考文献：

- [1] 谭耀宇. 玉米双株定向栽培创高产[J]. 新农业, 2010(4): 22-23.
- [2] 傅俊范, 李海春, 白元俊, 等. 玉米弯孢菌叶斑病传播梯度模型[J]. 植物病理学报, 2003, 33(5): 456-461.
- [3] 肖悦岩, 季伯衡, 杨之为, 等. 植物病害流行与预测[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1998.
- [4] 于舒怡, 傅俊范, 周如军, 等. 不同栽培模式对玉米大斑病发生和流行的影响[J]. 玉米科学, 2011, 19(1): 132-135.