

# 玉米自交系对镰刀菌茎腐病 抗性的研究初报

朱友林 刘纪麟

(华中农业大学)

## 提 要

玉米自交系对镰刀菌茎腐病的抗性存在着广泛的遗传变异 ( $gcv = 18.37\%$ ), 并具有较高的遗传力 ( $h^2 = 84.87\%$ )。

随着玉米年龄的增大, 髓组织密度与髓组织含糖量间的相关系数的绝对值逐渐增大, 在抽雄后19天和28天, 正相关性达到了极显著水平。病害发展过程中各时期的髓组织密度对茎腐病级别的总效应和直接效应皆为负值; 不同时期的髓组织含糖量对茎腐病级别的总效应不同, 但其直接效应均为正值。

玉米自交系对镰刀菌茎腐病与赤霉菌茎腐病抗性间高度相关 ( $r = 0.82$ )。

**关键词** 玉米自交系, 串珠镰刀菌, 赤霉菌, 茎腐病, 髓组织密度, 髓组织含糖量

70年代以来, 玉米茎腐病(青枯病)在我国部分玉米产区发生较重, 对玉米生产已造成损失并有扩大蔓延加重危害的趋势<sup>[1,3]</sup>。据有关研究和调查表明, 由串珠镰刀菌(*Fusarium moniliforme*)和赤霉菌(*Gibberella zeae*)引起的茎腐病在国内分布较广<sup>[2,3]</sup>。故开展玉米对镰刀菌茎腐病和赤霉菌茎腐病抗性的研究, 在理论上和实践上具有重要的意义。

玉米品种、自交系和杂交种对茎腐病的抗性均存在广泛的变异<sup>[13]</sup>。60年代初 Pappelis 和 Smith<sup>[10,11]</sup> 把玉米对色二孢菌茎腐病和赤霉菌茎腐病的抗性与髓组织密度联系起来, 其他学者<sup>[4,6]</sup> 的研究也表明玉米对这两种茎腐病的抗性与髓组织状况有关。Craig 和 Hooker<sup>[4]</sup> 及其他学者<sup>[9,14]</sup> 的研究发现, 玉米对色二孢菌茎腐病的抗性与玉米后期的髓组织含糖量成正相关, 抗病自交系与吐丝后含糖量的稳定或上升相联系。但玉米对镰刀菌茎腐病的抗性与髓组织密度、髓组织含糖量间的关系, 髓组织密度与髓组织含糖量间的关系及其对茎腐病的影响等, 尚不很清楚。

本试验的目的在于探讨玉米自交系对镰刀菌茎腐病抗性的遗传和变异规律, 研究抗性与病害发展过程中不同时期的髓组织密度、髓组织含糖量间的关系。试图为茎腐病的防治和抗茎腐病育种提供理论和实践依据。

## 材 料 与 方 法

### 一、试验材料与设计

试验于1984—1985年在武昌本校试验农场进行。选取对镰刀菌茎腐病抗性具有广泛

本稿1987年收到, 1989年3月终审完毕

变异的有代表性的 16 份自交系为试验材料。采用单因素随机区组设计, 3 次重复。1984 年每小区种植 3 行, 每行 30 株。其中选留 15 株接种串珠镰刀菌, 其余的分期处理。60% 的自交系抽雄时 (7/1), 从各小区挑选 5 株测定髓组织密度和髓组织含糖量, 以后每隔 9 天 (7/10、7/19、7/28) 测定一次, 直到鉴定发病程度时止。1985 年每小区种植 6 行, 每行 5 株。其中 3 行用串珠镰刀菌接种, 另 3 行用赤霉菌接种。

## 二、接种鉴定方法

供试串珠镰刀菌和赤霉菌为本校植保系提供的湖北建始菌种和山东菌种。用小麦培养基扩大繁殖串珠镰刀菌, 用灭菌水冲洗孢子配成浓度为  $1 - 1.2 \times 10^7$  孢子/毫升的孢子悬浮液, 玉米抽雄后在支持根上第一完全伸长节间的中央, 用注射器注入 1 毫升悬浮液接种。将牙签反复煮沸, 除去树脂后, 置于小麦培养基内培养赤霉菌, 玉米抽雄后在支持根上第一完全伸长节间中央, 直接插入带菌的牙签接种赤霉菌。接种后 3—4 星期, 在与针孔或牙签孔垂直的方向纵剖玉米茎秆, 依下列标准记载发病程度<sup>[12]</sup>。

病级	描 述
0.0	接种的节间腐烂变色少于 1% ;
0.5	接种的节间腐烂变色 1 — 12% ;
1.0	接种的节间腐烂变色 13 — 25% ;
2.0	接种的节间腐烂变色 26 — 50% ;
3.0	接种的节间腐烂变色 51 — 75% ;
4.0	接种的节间腐烂变色 76 — 100% ;
4.5	接种节间同 4.0, 邻近节间变色少于 50% ;
5.0	接种节间同 4.0, 邻近节间变色多于 50% ;
5.3	3 个节间 (包括接种节间) 变色 ;
5.4	4 个节间 (包括接种节间) 变色 ;
5.5	5 个节间 (包括接种节间) 变色 ;
6.0	植株未熟早死。

## 三、髓组织密度和髓组织含糖量的测定

从中选单株上取一段茎秆 (包括支持根上第一完全伸长节间) 装入不透气的薄膜袋中密封, 放入 4℃ 的冰箱中保存并迅速测定。测定时去节去茎皮保留髓组织 (基本组织和维管束), 用 TN 型托盘式扭力天秤称重, 排水法测量体积。之后, 将髓组织先在 110℃ 恒温下杀鲜, 再在 80℃ 恒温下烘干至恒重, 采用蒽酮法测定可溶性总糖含量。据此算出髓组织密度 (鲜重 g/体积  $\text{cm}^3$ ) 和髓组织含糖量 (糖重 g/干重  $\text{g} \times 100\%$ )。

## 四、数据处理与分析

对试验数据均以小区平均值为单位分别进行方差分析、相关分析和通径分析, 并估计有关的遗传参数。有关计算在 Apple-II 型计算机上进行。

# 结 果 与 分 析

## 一、玉米自交系对镰刀菌茎腐病抗性的表现、遗传与变异

1984、1985 年对 16 份自交系抗性鉴定和髓组织密度测定的结果见表 1。

表1 玉米自交系对茎腐病的抗性和髓组织密度  
Table 1 Stalk rot resistance and pith densities in sixteen corn inbred lines

自交系 Inbred line	1984年			1985年	
	第一期髓组织密度 (鲜重 g/cm <sup>3</sup> ) Pith density at stage 1 (fresh weight g/cm <sup>3</sup> )	第四期髓组织密度 (鲜重 g/cm <sup>3</sup> ) Pith density at stage 4 (fresh weight g/cm <sup>3</sup> )	镰刀菌 茎腐病级别 <i>Fusarium</i> stalk rot rating	镰刀菌 茎腐病级别 <i>Fusarium</i> stalk rot rating	赤霉菌 茎腐病级别 <i>Gibberella</i> stalk rot rating
Mo17	1.03	0.89	1.73	2.13	3.12
HZ1276	0.85	0.64	2.39	2.92	4.00
NN <sub>14</sub> BHt <sub>2</sub>	0.99	0.57	1.78	2.28	3.17
525	0.98	0.47	2.65	2.67	3.83
减s	0.97	0.69	1.93	2.36	3.38
77	0.89	0.59	2.21	2.69	3.28
C103	1.01	1.02	1.70	2.00	3.17
自凤1	0.97	0.50	2.67	3.32	3.92
W <sub>64</sub> A	0.98	0.50	1.54	2.20	3.50
恢131rhm	0.79	0.61	2.67	—	—
二南24cms	0.93	0.63	1.97	2.00	3.17
总统3	0.95	0.70	1.80	2.55	3.67
二金11	0.92	0.68	1.82	2.63	3.25
OH43	0.94	0.55	2.47	2.44	3.42
英25	0.87	0.33	2.91	3.33	3.88
柏t79-1	0.92	0.59	2.08	2.19	3.12
平均 Mean	0.94	0.62	2.14	2.51	3.46

注: 表中的数值均为3个重复的平均值。

Note: The figures in the table are the mean values over the three plots.

以1984年的资料为主作方差分析(表2), 结果表明自交系对镰刀菌茎腐病抗性的遗传方差是极显著的。茎腐病级别的表型方差、遗传方差和环境方差分别为0.182、0.154和0.028, 表型变异系数、遗传变异系数和遗传力\*分别为19.94%、18.37%和84.87%。同时, 将1984、1985年16份自交系对镰刀菌茎腐病抗性的鉴定结果作年间相关分析, 其相关系数为0.80, 达到了极显著水平( $r_{0.01, 13} = 0.64$ )。由此反映了玉米自交系对镰刀菌茎腐病的抗性存在着较大的遗传变异并具有较高的遗传力。

## 二、髓组织密度和髓组织含糖量间的关系

各性状间表型、遗传和环境相关系数列于表3。从表3中可以看出性状间表型相关系数与遗传相关系数的符号基本一致, 遗传相关系数的绝对值一般略大于表型相关系数。本文以表型相关系数为主进行分析。

### 1. 髓组织密度、髓组织含糖量在不同期间的关系

表3中不同时期髓组织密度间的6个表型相关系数均为正值, 其中有4个达到了极显著

$$* \text{ 系基因型平均值遗传力, } h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{n}}$$

表2 玉米自交系对镰刀菌茎腐病抗性的方差分析

Table 2 Analysis of variance for the resistance to *Fusarium* stalk rot in corn inbred lines

变异来源 Source of variation	DF	SS	MS	F	EMS
区组间 Between blocks	2	0.336			
自交系间 Between lines	15	8.192	0.546	6.61**	$\sigma_e^2 + n\sigma_g^2$
误差 Error	30	2.479	0.083		$\sigma_e^2$
总变异 Total	47	11.007			

\*\* 表示达到1%的显著水平

\*\* Significant at  $P < 0.01$

水平。表明髓组织密度在不同时期的表现具有相对的一致性。在不同时期髓组织含糖量间的6个表型相关系数中5个为正值,一个为负值,仅后两期间的相关达到了极显著水平。说明髓组织含糖量在不同时期的表现具有一定的变异性。各性状在不同时期的相关均以相邻两期间的最大,间隔期数越多相关系数越小,以致接近零。由此反映了性状在不同时期表现的一致性和变异性受到间隔时间长短的影响。

## 2. 髓组织含糖量与髓组织密度间的关系

在各时期髓组织密度与各时期髓组织含糖量之间的相关阵(表3中)中,主对角线上的4个值0.263、0.110、0.701和0.825,分别为这两性状在4个时期的表型相关系数。从前期到后期其绝对值表现出逐渐增大的趋势。同时,相关阵中所有达到显著或极显著水平的相关系数均分布在矩阵中的右下半部分。可见,在玉米抽雄后前一段时期髓组织密度与髓组织含糖量间的关系并不明显;但随着玉米年龄的增大,两者间的关系越来越密切。在抽雄后19天和28天,其正相关性均达到极显著的水平,表明在玉米生长后期髓组织含糖量越高,髓组织密度越大。

## 三、玉米对镰刀菌茎腐病的抗性与髓组织密度、髓组织含糖量的关系

### 1. 相关分析

从表3可知,各时期髓组织含糖量与茎腐病级别间的表型相关系数,从前期到后期符号由正逐渐转变为负。表明髓组织含糖量与抗性间的关系在不同时期表现不同。在玉米生长后期含糖量与茎腐病级别间呈一定程度的负相关,即髓组织含糖量越高对茎腐病的抗性越强。这与Craig和Hooker等<sup>[4]</sup>对色二孢菌茎腐病研究的结果是一致的。

茎腐病级别与各时期的髓组织密度均存在一定程度的负相关。其中与第一、四期的相关分别达到了显著或极显著的水平。由此反映了在病害发展过程中,接种或鉴定时的髓组织状况对玉米抗病性的影响较大。

### 2. 通径分析

选择一、四两个时期的髓组织密度和髓组织含糖量,对茎腐病级别作通径分析,其结果列

表3 髓组织含糖量、髓组织密度和茎腐病级别等性状间表型(上)、遗传(中)和环境(下)相关系数

Table 3 Phenotypic (above), genotypic (mid) and environmental (below) correlation coefficients between sugar content of pith and pith density and stalk rot rating

$X_{ij}$	髓组织含糖量 $X_{i1}$ Sugar content of pith (%)				髓组织密度 $X_{i2}$ Pith density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )			
	$X_{11}$	$X_{21}$	$X_{31}$	$X_{41}$	$X_{12}$	$X_{22}$	$X_{32}$	$X_{42}$
$X_{21}$	0.388							
	0.587							
	0.085							
	0.241	0.259						
$X_{31}$	0.202	0.208						
	0.378	0.422						
	-0.021	0.003	0.704**					
$X_{41}$	-0.069	-0.132	0.807					
	0.074	0.193	0.476					
$X_{12}$	0.263	0.051	0.115	0.198				
	0.348	0.022	0.085	0.194				
	-0.059	0.161	0.305	0.246				
	0.293	0.110	0.268	0.252	0.900**			
$X_{22}$	0.345	0.067	0.258	0.239	0.960			
	0.120	0.309	0.352	0.385	0.355			
	0.206	0.107	0.701**	0.643**	0.635**	0.696**		
$X_{32}$	0.205	0.139	0.795	0.727	0.692	0.716		
	0.233	0.050	0.216	0.469	0.237	0.558		
	-0.231	-0.118	0.547*	0.825**	0.349	0.460	0.808**	
$X_{42}$	-0.305	-0.191	0.607	0.986	0.403	0.485	0.881	
	-0.007	0.027	0.272	0.444	0.352	0.323	0.437	
茎腐病级别	0.211	0.186	0.149	-0.330	-0.569*	-0.454	-0.481	-0.627**
Y	0.278	0.313	0.239	-0.291	-0.629	-0.507	-0.504	-0.729
	-0.010	-0.089	-0.306	-0.493	-0.162	-0.072	-0.346	-0.115

注: 1)  $X_{11}$ 、 $X_{21}$ 、 $X_{31}$  和  $X_{41}$  分别表示第 1、2、3 和 4 期髓组织含糖量。

$X_{12}$ 、 $X_{22}$ 、 $X_{32}$  和  $X_{42}$  分别表示第 1、2、3 和 4 期髓组织密度。

Y 表示镰刀菌茎腐病级别。

2) \*\* 表示 1% 的显著性, \* 表示 5% 的显著性。

Notes: 1)  $X_{11}$ ,  $X_{21}$ ,  $X_{31}$  and  $X_{41}$  denote sugar content of pith at stage 1, 2, 3 and 4 respectively.

$X_{12}$ ,  $X_{22}$ ,  $X_{32}$  and  $X_{42}$  denote pith density at stage 1, 2, 3 and 4 respectively.

Y denotes *Fusarium* stalk rot rating.

2) \*\* significant at  $P < 0.01$ .

\* significant at  $P < 0.05$ .

于表 4。

由表 4 可见, 第一、四期的髓组织密度对茎腐病级别的通径系数分别为 -0.392、-0.725, 与对应的相关系数的符号一致。表明各时期的髓组织密度对茎腐病级别的总效应

表4 有关性状对茎腐病级别的通径系数、通径链系数及相关系数  
Table 4 Path coefficients, path link coefficients and correlation coefficients  
of related characters with stalk rot rating

$X_{nk} \rightarrow X_{ij}$	$X_{ij} \rightarrow Y$				$r_{nky}$
	$X_{11} \rightarrow Y$	$X_{12} \rightarrow Y$	$X_{41} \rightarrow Y$	$X_{42} \rightarrow Y$	
髓组织含糖量 I $X_{11} \rightarrow$ Sugar content of pith I	0.154	-0.103	-0.007	0.167	0.211
髓组织密度 I $X_{12} \rightarrow$ Pith density I	0.040	-0.392	0.069	-0.286	-0.569
髓组织含糖量 IV $X_{41} \rightarrow$ Sugar content of pith IV	-0.003	-0.078	0.349	-0.598	-0.330
髓组织密度 IV $X_{42} \rightarrow$ Pith density IV	-0.035	-0.155	0.288	-0.725	-0.627

注:  $X_{11}$  和  $X_{41}$  分别表示第一期和第四期的髓组织糖含量。

$X_{12}$  和  $X_{42}$  分别表示第一期和第四期的髓组织密度。

Note:  $X_{11}$  and  $X_{41}$  denote sugar content of pith at stage 1 and 4 respectively.

$X_{12}$  and  $X_{42}$  denote pith density at stage 1 and 4 respectively.

和直接效应均为负值。髓组织密度越大, 茎腐病级别越低, 即对茎腐病的抗性越强。

第一、四期髓组织含糖量对茎腐病级别的通径系数分别为 0.154、0.349, 皆为正值, 而其对应的相关系数分别为 0.211、-0.330, 一正一负。表明不同时期髓组织含糖量对玉米抗病性的总效应不同, 但直接效应均为正值。由此说明在髓组织密度一定的条件下, 髓组织含糖量越低时, 对茎腐病的抗性越强。从表 4 中还可以看出, 第四期髓组织含糖量通过第四期髓组织密度对茎腐病级别有一个较大的负的间接效应 (-0.598)。

上述表明, 茎腐病发生的严重程度是病害发展过程中各时期的髓组织与病原菌相互作用的最后结果。各时期各性状对玉米抗性的相对重要性依次为第四期髓组织密度 ( $p = -0.725$ ) > 第一期髓组织密度 ( $p = -0.392$ ) > 第四期髓组织含糖量 ( $p = 0.349$ ) > 第一期髓组织含糖量 ( $p = 0.154$ )。

#### 四、玉米自交系对镰刀菌茎腐病与赤霉菌茎腐病抗性间的关系

1985 年鉴定了 16 份自交系对镰刀菌茎腐病和赤霉菌茎腐病的抗性 (表 1)。相关分析表明玉米自交系对这两种茎腐病的抗性高度相关 ( $r = 0.82$ ;  $r_{0.01, 13} = 0.64$ )。表明玉米自交系对这两种茎腐病的抗性表现是一致的, 对镰刀菌茎腐病表现出良好抗性的自交系, 同样对赤霉菌茎腐病也能表现出良好的抗性。

依据上述分析, 得到以下初步结论:

1. 玉米自交系对镰刀菌茎腐病的抗性存在着广泛的遗传变异 ( $GCV = 18.37\%$ ), 并具有较高的遗传力 ( $h^2 = 84.87\%$ )。

2. 髓组织密度、髓组织含糖量在不同时期存在不同程度的相关性。髓组织密度间的相关程度高于髓组织含糖量。它们均以相邻两期的相关系数最大, 间隔时期越长相关系数越

小。随着玉米年龄的增大,髓组织密度与髓组织含糖量的关系逐渐密切,在抽雄后 19 天和 28 天,正相关性达到了极显著水平。

3. 茎腐病发展过程中各时期的髓组织密度对茎腐病级别的总效应和直接效应皆为负值,不同时期髓组织含糖量对茎腐病级别的总效应不同,但其直接效应均为正值。髓组织密度越高,髓组织含糖量越低,对茎腐病的抗性越强。在玉米生长后期髓组织含糖量通过髓组织密度对茎腐病级别有较大的负的间接效应。

4. 玉米自交系对镰刀菌茎腐病与赤霉菌茎腐病的抗性间高度相关( $r=0.82$ )。

## 讨 论

通过研究病害发展过程中不同时期的髓组织密度与玉米对镰刀菌茎腐病抗性的关系,发现接种时和鉴定时的髓组织密度与抗病性的关系较密切。从表 1 可以看出,凡是在抽雄期髓组织密度低于  $0.90$  克/厘米<sup>3</sup> 的基因型,无论后期的密度如何,均较感病;在抽雄后 28 天髓组织密度高于  $0.60$  克/厘米<sup>3</sup>,且抽雄期不低于  $0.90$  克/厘米<sup>3</sup> 的基因型,则较抗病。本研究还表明这两个时期的髓组织密度间无显著相关。因此,根据髓组织密度的高低,在抽雄期(散粉前)淘汰髓组织密度较低的基因型,在乳熟期或乳熟末期再选择髓组织密度较高的基因型,在玉米抗茎腐病育种中可能是很有作用的。髓组织密度可以作为玉米抗茎腐病育种的间接指标之一。

玉米对镰刀菌茎腐病的抗性与对赤霉菌茎腐病和色二孢菌茎腐病的抗性一样,与髓组织密度成正相关。表明玉米对这三种茎腐病的抗性本质是相同的,至少是部分相同。这三种茎腐病的症状相似,均发生在玉米开花后到成熟之前<sup>[5, 8]</sup>。同时,有证据表明玉米对色二孢菌茎腐病与赤霉菌茎腐病的抗性间<sup>[7, 13]</sup>,对镰刀菌茎腐病与赤霉菌茎腐病的抗性间,均存在着高度相关。因此可以认为玉米对镰刀菌茎腐病、赤霉菌茎腐病和色二孢菌茎腐病的抗性表现是一致的<sup>[5]</sup>。这提供了一种可能性,即在抗病育种中,对其中一种茎腐病抗性进行改良,有可能同时获得对其它两种茎腐病的抗性。

髓组织中的糖一方面为病原菌的生长提供碳源,促进病害发展,这是直接作用;另一方面为髓组织细胞的代谢提供能源<sup>[4]</sup>,维持细胞活性,以阻止病原物生长,这是间接作用。玉米对镰刀菌茎腐病的抗性与髓组织含糖量间的关系,决定于这种直接作用和间接作用的大小与方向。由于糖的直接作用是促进病害发展,其直接效应为正值。而抽雄后一段时期髓组织含糖量与髓组织密度间无明显关系,髓组织含糖量并不是影响细胞活性的限制因素,其间接效应较小。因此髓组织含糖量对茎腐病级别的总效应与其直接效应一样为正值。随着玉米年龄的增大,髓组织含糖量与髓组织密度间的关系越来越密切,髓组织含糖量通过髓组织密度对茎腐病级别的间接效应也越来越大。由于间接效应与直接效应的符号相反,使髓组织含糖量对茎腐病级别的总效应值逐渐由正转变为负。在玉米生长后期(抽雄后 28 天)髓组织含糖量的总效应与其直接效应相反,就是因为此时髓组织含糖量通过髓组织密度对茎腐病级别有一个较大的负的间接效应。各时期髓组织含糖量对茎腐病级别的直接效应均为正值表明,在髓组织密度一定的条件下,髓组织含糖量越低对茎腐病的抗性越强。

Craig 等<sup>[4]</sup> 根据玉米对茎腐病的抗性与髓组织含糖量的正相关性,认为高产与抗病是不相容的。本研究结果提供了统一高产与抗病的可能途径— 在髓组织密度一定的前提下,选

择髓组织含糖量低的基因型。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 山东省农科院, 1973, 山东农业科学, 3, 42—43.
- [ 2 ] 张超冲等, 1983, 玉米青枯病菌的侵染及发病规律的研究, 广西农学院学报.
- [ 3 ] 曹铁民, 1981, 临汾地区农艺师论文选, 53—56.
- [ 4 ] Craig, Jeweus and A.L. Hooker, 1961, Phytopath., 51, 376—385.
- [ 5 ] Dodd, James L., 1977, Preceedings of 32nd annual corn and sorghum research conference, 32, 122—130.
- [ 6 ] Gates, L.F., 1970, Can. J. pl. Sci., 50(6), 679—684.
- [ 7 ] Hooker, A.L., 1956, Phytopath., 46, 379—384.
- [ 8 ] Jugenheimer, Robert W., 1976, Corn improvement, seed production, and uses. Printed in U. S. A., 259—326.
- [ 9 ] Martens, J. W., and D.C. Areny, 1967, Agron. J., 59, 332—334.
- [ 10 ] Pappelis, A.J., and F.G. Smith, 1963, Phytopath., 53, 1100—1105.
- [ 11 ] Pappelis, A. J., 1965, Phytopath., 55, 623—626.
- [ 12 ] Pappelis, A.J. et al., 1975, Cereal Research Communications, 3(3), 227—233.
- [ 13 ] Whihe, D.G., 1978, Plant Dis. Rep., 62, 1016—1018.
- [ 14 ] Wysong, David S., and A. L. Hooker, 1966, Phytopath., 56, 26—35.

## A Preliminary Study on the Resistance to *Fusarium* Stalk Rot in Corn Inbred Lines

Zhu Youlin      Liu Jilin

(Central China Agricultural University)

### Abstract

There is a wide range of genetic variation ( $gcv = 18.37\%$ ) and relatively high heritability ( $h^2 = 84.87\%$ ) with the resistance to stalk rot caused by *Fusarium moniliforme* in corn inbred lines.

The absolute value of correlation coefficient between pith density and sugar content increases gradually with the age of the corn plant, and the correlations are highly significant at about 19 to 28 days after tasseling. The total effect and the direct effect of the pith densities at various stages of development of stalk rot are all negative. The total effects of the sugar contents on stalk rot are different at the different stages, but the direct effects are all positive.

The resistances to stalk rots caused by *Fusarium moniliforme* and by *Gibberella zeae* are highly correlated ( $r = 0.82$ ).

**Key words**    Corn inbred line, *Fusarium moniliforme*, *Gibberella zeae*, Stalk rot, Pith density, Sugar content of pith