

水稻纹枯病病情调查与损失估计

沈永安 夏景岐* 高玉亮 孟祥伟 赵永哲

(吉林省通化市农科院,海龙 135007)

提 要 通过对水稻纹枯病的株发病率、病斑高率、穴发病率与病情指数间的相关分析,证明株发病率、病斑高率始终与病情指数呈高度正相关。并提出对藤系 138 的病害损失估计公式。

关键词 水稻;纹枯病;病情指数;损失估计;株发病率;穴发病率;病斑高率

关于水稻纹枯病的调查方法、损失估计已有许多报道,季伯衡等^[1]建议,穴发病率或株发病率均可转变成病情指数,公式是 $I = A_oB^{b_o}$ 或 $I = A_oH^{b_o}$,其中 I 是病情指数, B 是株发病率, H 是穴发病率, B 与 H 的值是 $0 \sim 1$, A_o 与 B_o 随植株生长而异。羽柴辉良^[2]用病斑高率 X 估测病情严重度 Y ,公式是 $Y = 1.62X - 32.4$, $X = 0.73Z - 4.13$, Z 是最高病斑对植株高度的比例,然后推导出产量损失/1000 m^2 ,即 $L = (41.3X - 826.2) \times A/1000$ kg, A 是穴发病百分率。尹为良等^[3]认为,病级 1~4 级,损失率几乎是 1:2:4:8。陈志谊等^[4]测定,如果病级为 1、2、3、4、5 级,损失率依次为 3.0%、5.2%、11.6%、16.4%和 22.2%。Chang Y.C. 通过对台南 5 号的测产,认为损失率与病级呈正相关,如果病级依次为 1、3、5、7、9,损失率则为 14.2%、26.9%、29%、32.9%和 40.2%^[5]。

因上述结论各异,为了搞清穴发病率、株发病率、病斑高率与病情指数的关系,搞清病情指数与损失率之间的关系,我们在 1990~1993 年进行了此项研究。

1 材料与方 法

1.1 调查品种

试验地调查品种为藤系 138,生产地调查品种为通系 103。

1.2 调查方法

试验地按栽培及插秧方式分成三大类:三早栽培(30 cm × 26.7 cm),大养稀[(50 + 30) cm × 20 cm]以及普通栽培(30 cm × 13.3 cm)。生产地是三早栽培(30 cm × 26.7 cm)。从 6 月 30 日起,每隔 5 d(生产地每隔 10 d)调查穴发病率、株发病率及病情指数。每隔 10 d 调查病斑高率,直至 9 月末病情停止发展为止。试验地 3 次重复,生产地 2 次重复。

秋后对藤系 138 测产,方法是对每个病级各采集 100 株,并逐一匹配高度与长相一致的健株进行测产并估计损失。

1.3 计算与分析方法

病情指数 = $\frac{\sum x_i \cdot n_i}{n_0 + n_1 + \dots + n_i} \times i \times 100\%$,其中 x_i 代表病级, n_i 代表病级为 i 的株数。我们主要用 5 级记载法,即 i 为 5。

相关分析:作相关分析时,取多次重复的平均值,之后检测与各重复间有无显著差异,如无显著差异,则方程可用。本文所列各方程均为可用方程。

2 结果与分析

2.1 株发病率与病情指数的关系

2.1.1 藤系 138 在不同栽培条件下的发病株率与病情指数的关系(见表 1~3)

表 1 三早栽培(30 cm × 26.7 cm)

| 调查日期(月·日) | 6·30 | 7·05 | 7·10 | 7·15 | 7·20 | 7·25 | 7·30 | 8·05 | 8·10 | 8·15 | 8·20 | 8·25 | 8·30 | 9·05 | 9·10 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 平均病株率(%) | 0.173 | 0.373 | 0.453 | 0.573 | 0.74 | 0.997 | 1.097 | 1.197 | 1.517 | 2.49 | 9.553 | 14.923 | 18.34 | 18.19 | 18.15 |
| 平均病情指数(%) | 0.03 | 0.073 | 0.091 | 0.113 | 0.147 | 0.2 | 0.263 | 0.3 | 0.407 | 0.867 | 4.21 | 9.533 | 11.67 | 11.6 | 11.6 |

$r \approx 0.995^{**}$, $a = -0.442008692$, $b = 0.65033041$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = -0.442008692 + 0.650330401 P$ 。

表 2 大养稀栽培[(50 + 30) cm × 20 cm]

| 调查日期(月·日) | 6·30 | 7·05 | 7·10 | 7·15 | 7·20 | 7·25 | 7·30 | 8·05 | 8·10 | 8·15 | 8·20 | 8·25 | 8·30 | 9·05 | 9·10 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 平均病株率(%) | 0.143 | 0.427 | 0.483 | 0.677 | 0.89 | 1.14 | 1.197 | 1.423 | 1.703 | 3.19 | 6.98 | 13.35 | 14.88 | 15.22 | 16.41 |
| 平均病情指数(%) | 0.028 | 0.086 | 0.097 | 0.133 | 0.177 | 0.233 | 0.257 | 0.347 | 0.463 | 1.097 | 3.76 | 8.23 | 9.37 | 9.59 | 10.32 |

$r \approx 0.998^{**}$, $a = -0.4494399745$, $b = 0.65197409$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = -0.449439745 + 0.65197409 P$ 。

表 3 普通栽培(30 cm × 13.3 cm)

| 调查日期(月·日) | 6·30 | 7·05 | 7·10 | 7·15 | 7·20 | 7·25 | 7·30 | 8·05 | 8·10 | 8·15 | 8·20 | 8·25 | 8·30 | 9·05 | 9·10 |
|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 平均病株率(%) | 0.071 | 0.203 | 0.22 | 0.56 | 0.65 | 1.00 | 1.04 | 1.17 | 1.45 | 2.43 | 6.41 | 11.33 | 12.70 | 12.60 | 12.75 |
| 平均病情指数(%) | 0.015 | 0.04 | 0.044 | 0.11 | 0.13 | 0.20 | 0.22 | 0.27 | 0.37 | 0.81 | 3.53 | 6.63 | 7.4 | 7.4 | 7.5 |

$r \approx 0.998^{**}$, $a = -0.247893136$, $b = 0.603324008$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = -0.247893136 + 0.603324008 P$ 。

2.1.2 通系 103 在三早栽培(30 cm × 26.7 cm)条件下发病株率与病情指数的关系(见表 4)

表 4 通系 103 在三早栽培条件下发病株率与病情指数的关系

| 调查日期(月·日) | 7·10 | 7·20 | 7·30 | 8·10 | 8·20 | 8·30 | 9·10 |
|-----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均病株率(%) | 0.1625 | 0.2465 | 0.479 | 0.605 | 0.810 | 0.890 | 0.910 |
| 平均病情指数(%) | 0.0325 | 0.0503 | 0.163 | 0.263 | 0.446 | 0.597 | 0.645 |

$r \approx 0.971^{**}$, $a = -0.159525059$, $b = 0.808805323$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = -0.159525059 + 0.808805323 P$ 。

上述四式中, \hat{y} 为病情指数, $P\%$ 为株发病率。包括藤系 138 与通系 103 两个品种, 其中藤系 138 从三种栽培方式综合看, 不同品种或同品种不同栽培方式间, 株发病率始终与病情指数呈高度正相关。

就藤系 138 而言, 采用三早栽培或大养稀栽培(两者插秧密度一致, 均为 12.5 穴/m²),

回归方程几乎一致。采用普通栽培(25穴/m²),回归截距比前二者大,回归系数较小。说明密植情况下,发病初期高叶位病斑较稀插多,随着病株率增加,这种差别缩小。

另外,从表1~3看,对比同期的株发病率及病情指数,稀插均比密植高。因此,我们认为水稻纹枯病在稀插及密插时,具有各自的发病特点,即稀插(尤其在发病早期)发病点多,但病级低,综合起来病情指数高。密插(尤其在发病早期)发病点少,但病级高,综合起来病情指数低。随着病害发展,稀插与密插之间的病级差异也缩小。形成这种动态变化的原因是:在水田,水稻纹枯病的初侵染源主要是菌核,菌核具飘浮性,稀插时,植株对菌核截留效果差,菌核更易全田分布,形成更多的发病中心。但由于稀植通风好,前期不利于垂直扩展,至生长后期,稀插的丛内小气候也利于垂直扩展,因此病斑上升也就快了。

此外,对比藤系138与通系103在三早栽培时的回归方程可以看出,尽管两个品种的株发病率与病情指数均呈正相关,但回归截距与回归系数各异。因此,由特定品种、特定栽培方式导出的水稻纹枯病株发病率与病情指数的回归方程仅对该品种、该栽培方式有意义。

2.2 穴发病率与病情指数的关系

表5 三早栽培(30 cm × 26.7 cm)

| 调查日期(月·日) | 6·30 | 7·05 | 7·10 | 7·15 | 7·20 | 7·25 | 7·30 | 8·05 | 8·10 | 8·15 | 8·20 | 8·25 | 8·30 | 9·05 | 9·10 |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 平均穴发病率(%) | 4.64 | 10.28 | 12.59 | 19.95 | 24.55 | 26.35 | 26.8 | 26.8 | 28.7 | 31.9 | 37.9 | 53.3 | 58.4 | 58.4 | 59.3 |
| 平均病情指数(%) | 0.03 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.15 | 0.2 | 0.26 | 0.3 | 0.41 | 0.87 | 4.21 | 9.53 | 11.67 | 11.6 | 11.6 |

$r \approx 0.924^{**}$, $a = -4.707472467$, $b = 0.253616484$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = -4.707472467 + 0.253616484 H$ 。

表6 大养稀栽培[(50+30) cm × 20 cm]

| 调查日期(月·日) | 6·30 | 7·05 | 7·10 | 7·15 | 7·20 | 7·25 | 7·30 | 8·05 | 8·10 | 8·15 | 8·20 | 8·25 | 8·30 | 9·05 | 9·10 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 平均穴发病率(%) | 3.17 | 11.91 | 13.49 | 21.43 | 27.78 | 27.78 | 27.78 | 27.78 | 29.36 | 30.95 | 37.7 | 49.6 | 52.78 | 53.97 | 54.36 |
| 平均病情指数(%) | 0.028 | 0.086 | 0.097 | 0.13 | 0.18 | 0.23 | 0.26 | 0.35 | 0.46 | 1.10 | 3.76 | 8.23 | 9.37 | 9.59 | 10.32 |

$r \approx 0.281813107 < r_{0.05}$, 亦不呈直线相关, 这时近于三次曲线, $\hat{y}(\%) = 0.53 - 0.175 H + 0.0051 H^2 + 0.00002575 H^3$ 。

表7 普通栽培(30 cm × 13.3 cm)

| 调查日期(月·日) | 6·30 | 7·05 | 7·10 | 7·15 | 7·20 | 7·25 | 7·30 | 8·05 | 8·10 | 8·15 | 8·20 | 8·25 | 8·30 | 9·05 | 9·10 |
|-----------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均穴发病率(%) | 1.74 | 5.17 | 5.65 | 12.35 | 14.6 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 16.08 | 18.09 | 21.81 | 29.81 | 36.17 | 36.66 | 36.89 |
| 平均病情指数(%) | 0.015 | 0.04 | 0.04 | 0.11 | 0.13 | 0.20 | 0.22 | 0.27 | 0.37 | 0.81 | 3.53 | 6.63 | 7.4 | 7.4 | 7.5 |

$r \approx 0.894^{**}$, $a = -2.356145041$, $b = 0.249898243$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = -2.356145041 + 0.249898243 H$ 。

上述三式中, \hat{y} 为病情指数, $H\%$ 为穴发病率, 试验用品种均为藤系138。其中三早栽培与普通栽培的穴发病率与病情指数呈直线相关, 但相关系数明显低于株发病率与病情指数的关系。而在大养稀栽培中, 穴发病率与病情指数并不呈直线相关。

究其原因, 主要是田间水稻纹枯病的发展, 有一个阶段穴发病率保持不变, 此时丛内的水平扩展(株间传染)与垂直扩展(株内向上发展)仍在进行, 因此, 病情指数仍在发展。如果这个阶段维持时间短(如表5的三早栽培仅从7月30日至8月10日), 穴发病率没有变化,

相关仍较显著;如果这个阶段维持时间较短(如表7的普通栽培从7月25日至8月5日),穴发病率保持不变,则仍呈直线相关,但相关不太显著;如果这个阶段维持时间更长(如表6的大养稀栽培从7月20日至8月5日),穴发病率保持不变,则不能呈直线相关。

三早栽培与大养稀栽培,插植密度一致,但插植方式不同。三早栽培插植呈均匀分布型,菌核较易全田分布,这就使三早栽培较大养稀栽培穴发病率、病情指数以至发病株率(见表1、2、5、6)呈略高趋势。

综上三式,得出穴发病率与病情指数间并不始终呈直线相关,而且,即使在某些情况下呈直线相关,但相关性仍低于株发病率与病情指数的关系。

2.3 病斑高率与病情指数的关系

表8 通系103病斑高度与植株最后高度比

| 调查日期(月·日) | 7·10 | 7·20 | 7·30 | 8·10 | 8·20 | 8·30 | 9·10 |
|-----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 平均病斑高率(%) | 0.02447 | 0.03196 | 0.7530 | 0.1740 | 0.3239 | 0.4323 | 0.480 |
| 平均病情指数(%) | 0.03250 | 0.05030 | 0.1633 | 0.2625 | 0.4463 | 0.5973 | 0.645 |

$r \approx 0.996^{**}$, $a = 0.025474675$, $b = 1.3060589$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = 0.025474675 + 1.3060589 h$ 。

表9 通系103病斑高度与植株当时高度比

| 调查日期(月·日) | 7·10 | 7·20 | 7·30 | 8·10 | 8·20 | 8·30 | 9·10 |
|-----------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 平均病斑高率(%) | 0.039 | 0.0474 | 0.0954 | 0.178 | 0.325 | 0.434 | 0.484 |
| 平均病情指数(%) | 0.033 | 0.0500 | 0.1630 | 0.263 | 0.446 | 0.597 | 0.645 |

$r \approx 0.997^{**}$, $a = 0.00299667$, $b = 1.3583591$, 得回归方程: $\hat{y}(\%) = 0.00299667 + 1.3583591 h$ 。

上述二式中, \hat{y} 是病情指数, $h\%$ 是病斑高率,即指最高位病斑高度比植株高度,再折成全田比值,可以看出相关都很显著。按病斑高度与植株最终高度比,计算起来比较简单。

2.4 病级与损失率之间的关系

通过对藤系138品种9个试验点的测产分析,病级为*i*(5级分类),损失率接近 2.628^{i-1} ,导出损失率(%) = $\sum_0^i 2.628^{i-1} \cdot X_i = 1.000X_1 + 2.628X_2 + 6.907X_3 + 18.151X_4 + 47.700X_5$ 。如果用9级分类,损失率(%) = $\sum_0^i 2.628^{\frac{i-1}{2}} \cdot X_i = 1.000X_1 + 2.628X_3 + 6.907X_5 + 18.151X_7 + 47.700X_9$, X_i 是*i*级病株在全田的百分率。

3 小结与讨论

综上所述,病株率及病斑高率与病情指数呈高度正相关,但回归系数因品种而异,这说明不同病级的病斑组成因品种而异。即使用同一品种,回归截距因栽插密度而异,越稀植,回归截距越小,说明稀植时,有更多的低叶位病斑。

病穴率与病情指数并不始终呈正相关,原因是病穴率有一段时期并不增加,但穴内水平扩展与垂直扩展仍在进行,因此病情指数仍在发展,如果这个阶段持续不长,两者相关显著,否则相关不显著。鉴于病穴率最易于调查,用它来表示防治指标比较简便。

损失率公式通过测产藤系 138 而得,未必适用于其它品种。尤其是低叶位病斑损失率明显低于其它报道(包括我们以前的报道^[6]),可见,即使是损失率,也是因品种而异。

另外,通系 103 发病很轻,在重病情况下,病斑高率与病情指数间的回归方程能否成立有待证实。建议今后要针对每一个主推品种,建立各自的病害调查及损失率估计公式。

参 考 文 献

- 1 季伯衡等. 水稻纹枯病预测和管理模型. 中国农业科学, 1991, 24(3): 65 - 73
- 2 羽柴辉良著, 吴尧鹏译. 稻纹枯病造成产量损失的估算和发病的预测模式. 国外农学——水稻, 1987, 2: 38 - 40
- 3 尹为良, 王三春. 水稻纹枯病流行速率及损失率测定初报. 植物保护, 1994, 4: 22 - 23
- 4 陈志谊, 过崇俭. 防治水稻纹枯病的新途径. 江苏农业科学, 1989, 4: 25 - 27
- 5 Chang Y C. Studies on the effect of disease severity of blight on rice yield. Journal of Agricultural Research of China, 1986, 35(2): 202 - 209
- 6 沈永安, 王 力. 吉林省水稻纹枯病发生及防治初报. 吉林农业科学, 1989, 3: 9 - 15

On Rice Sheath Blight Investigation and Yield Loss Estimation

SHEN Yong'an et al.

(Agricultural Science Research Academy of Tong Hua City, Hailong 135007)

Abstract By correlation analysis between ratio of infected plant, ratio of highest infected spot to plant highness, ratio of infected hole and disease index of rice sheath blight, we found that ratio of infected plant, ratio of highest infected spot to plant highness were highly positive correlative to disease index, and deduced yield loss formula of Teng Xi 138 caused by rice sheath blight.

Key words Rice, Sheath blight, Disease index, Yield loss estimation, Ratio of infected plant, Ratio of infected hole, Ratio of highest infected spot to plant highness

(责任编辑:张 瑛)