

广东水稻黄矮病初侵染源 和媒介昆虫的初步研究*

范怀忠 斐文益**

(植物保护系)

提 要

根据1964—1966年间的调查研究结果，水稻黄矮病毒只能侵染水稻，不能通过病稻的种子传给后代，用病叶汁液磨擦法不能传病，病株“恢复”后其体内仍保持有病毒。晚稻病株“再生稻”存活越冬后，其体内亦保持有病毒，所以越冬病株再生稻是本病在广东的一个初侵染源，但其重要性还有待进一步调查研究。

此病毒的媒介昆虫为大斑黑尾叶蝉和二点黑尾叶蝉（黑尾叶蝉当时无发现）。大斑黑尾叶蝉的最短获毒饲育期少于5分钟，循环期一般为11天左右，最短为4~5天，最长为27天。保毒虫能继续传毒至死；但在开始传毒1~2天后，有些个体有一天（个别二天）的间歇传毒现象。大斑黑尾叶蝉最短传毒饲育期少于3分钟。此病毒不能通过带毒叶蝉所产的卵而传给若虫。孵化后立即在病株上取食的若虫，在第二令以后就能传毒。若虫的传毒能力与成虫差异不大，其循环期似比成虫的稍短。由于媒介叶蝉在广东的冬季还可发生1~2代，不能以带毒若虫或成虫越过整个冬季，所以在广东的媒介叶蝉不成为本病的初侵染源，因而广东早稻往往发病较迟较少。1966年曾在广州华南农学院农场（1955年晚稻发病较多）进行大田带毒虫率调查，从2月至5月上旬没有发现任何带毒叶蝉。从5月13日开始才发现少数带毒虫，这进一步证明了广东当地越冬后的媒介叶蝉是不带黄矮病毒的。因此我们认为，作为初侵染源的媒介叶蝉从广东省邻近病区，例如从带毒若虫可以越冬的湖南、江西或从周年可以种植水稻的南方国家迁飞到广东来传病的这个可能性是值得考虑和研究的。

水稻黄矮病的潜育期因不同温度、不同水稻生育期和不同品种而有所不同。在6~9月高温季苗，稻苗在2~5片真叶期接种时，潜育期一般为10天左右，最短6天，最长17天。

*本文承林孔勋副教授提出宝贵意见，特此致谢。

**1963~1966年在华南农学院学习的越南研究生。

根据本病的症状特点、寄主范围、传染途径、媒介昆虫种类及其与病毒的相互关系以及病毒的形态特征，我们认为，水稻黄矮病和台湾省报道的水稻暂黄病有可能是相同的一种病毒或者是同一种病毒的不同株系，进一步研究特别是血清学研究是很必要的。

前　　言

水稻黄矮病最早于1964年在广东大面积发生流行。当年我们用大斑黑尾叶蝉进行传染试验成功，并且根据国内外已有报告的水稻病毒病的症状特点，认为此病是水稻一种新病毒病，建议命名为水稻黄矮病^{1,2}。从1964年至1966年此病在广东连续大发生流行期间，我们进行了比较广泛的调查研究，但当时未能及时发表，后于1972年在全国病毒会议上作了一个简报³。从1964年后，广西、云南、湖南、湖北、江西、浙江、江苏、安徽、福建等长江以南省区相继报告发生此病，而台湾省也于1965年报告发生了与黄矮病基本相同的“水稻短暂性黄化病”（简称暂黄病）⁴。这两年特别是1979年黄矮病在广东的湛江、肇庆、汕头等地区又发生较多。为了交流情报，特将1964年至1966年期间的研究结果整理发表，本文就是这个研究的第一个报告。

一、試　驗　材　料　和　方　法

试验在广州华南农学院植保系温室里进行。

供试植物：一般为感品种珍珠矮，少量为二九矮。稻种及其他作物种子都取自华南农学院农学系种子园；广州野稻取自华南农学院水稻生态室。稻苗有1～2片真叶时就移栽在直径20厘米、高25厘米的瓦盆内，每盆栽10苗，在2～5片真叶期接种。

供试昆虫：健虫（无毒虫）取自华南农学院第二桑园李氏禾（多次检定为免疫的）上，一部分健虫自己饲养。一般试验用的昆虫（不需用健虫的试验）则取自华南农学院实习农场稻田及杂草上。

供试毒源植物：1964年至1965年用电白县新华农场及华南农学院农场的水稻病株，1966年用华南农学院农场及在1965年保存下来的水稻病株。

接种方法：用养虫笼进行获毒饲育，传毒试验用修改的木村郁夫氏^{1,2}的玻璃筒法，但改用直径3～3.5厘米、长20～25厘米的煤油灯筒代替玻璃筒。其他按常规法进行。

二、試　驗　結　果

（一）关于症状的观察：

初期症状表现在接种后新长出来的全出嫩叶上。最初在叶尖部分（约占全叶的三分之一）有淡黄色小斑块，形成所谓“花叶”状，一般经3～5天后呈典型的黄化症状。在叶、茎、穗、根部的症状和文献报道的相同^{5,6}。

水稻分蘖后如果给分蘖接种，在接种的分蘖上表现症状后10天左右，主茎才开始出现症状。在生长前期和中期接种的植株，所有的分蘖都表现典型症状。病株的再生稻不一定都表现症状。1966年9～10月份在温室内的珍珠矮病株的再生稻80%以上都表现正常症状。

一些较抗病的高秆品种如溪南矮、木泉等，在2～5片真叶期接种时，初期也表现为淡黄色小斑块的“花叶”症，进一步呈淡黄色，但只有2～3片叶出现症状，以后新出叶无症状（“恢复”），到抽穗前后，有些植株表现症状（剑叶或剑叶下第一叶发黄），有些正常。

（二）汁液磨擦传染试验：

黄化类型病毒病一般都不易由汁液磨擦传染的，但我们依然于1964年10月用常规方法进行了3次试验，每次接种珍珠矮稻苗20株，共60株。结果经30天后全部没有发病，表明此病不能用汁液磨擦传染。

（三）种子带毒传病试验：

黄化类型病毒病一般不由种子带毒传病。1964年秋至1965年春我们和花县农科所的合作实验已经初步证明了本病是不由病株种子带毒传病的^{3/}。我们于1965～1966年间再进一步重复进行了下述试验：

试验1：本试验在严格防虫的无虫网室内进行，用1964年花县晚稻严重发病的品种“矮龙”的种子于1965年4月18日播种，在4～5片真叶时移植，10株一盆，其中有1186株是由沉在水中（即重量较重结实还较好）的稻谷长出的苗，199株是由浮在水面的轻谷长出的苗，共1385株；一直到6月下旬7月初抽穗时都毫无发病的迹象。

另一批于1965年6月20日播种，共二千多株，到8月下旬也全部没有发病。

试验2：用1966年6月5日人工接种发病严重的感病品种“珍珠矮”病株的种子，于1966年10月2日播种，其中174株用来插秧，到12月初全部无病；另有100株于10月8～22日放健康的大斑黑尾叶蝉进行获毒饲养，10月22～24日把虫转移到健康试株上（每株有3片真叶的珍珠矮苗放1头虫），到12月初全部没有发病。对照用病株进行获毒饲养，然后每1株健苗放1头虫，共10苗，结果到11月9日有9株发病。

上述试验结果进一步表明本病是不通过病株种子带毒传病的。

（四）传毒昆虫媒介种类试验：

从1965年起先后用大斑黑尾叶蝉（*Nephrotettix apicalis* Mots.）和二点黑尾叶蝉（*N. impicticeps* Ishihara = *N. bipunctatus* Fabr.）^{4/}、白翅叶蝉（小白翅）（*Erythroneura Subrata* Mots.）、大白叶蝉（*Tettigoniella spectra* Distant）、电光叶蝉（*Deltoccephalus dorsalis* Mots.）、褐飞虱（*Nilaparvata lugens* Matsumura）、白背飞虱（*Sagatella furcifera* Horvath）^{5/}、水稻蚜虫（未鉴定）进行传毒试验。黑尾叶蝉（*N. cincticeps* Uhler）在广州石牌没有发现，所以没有参加试验。在广州华南农学院温室进行试验过程中经常有些红蜘蛛（未鉴定）为害水稻健株和病株，但未发现有传染现象。供试昆虫都经

^{3/} 上述各种昆虫全由华南农学院昆虫教研组鉴定。

获毒饲育2~20天，并在获毒饲育后12~20天以上进行传毒饲育，一般传毒饲育2~3天。结果见表1。

表1 昆虫媒介接种试验结果

昆虫种类	病毒来源	试验日期	供试稻苗株数					发病率(%)
			1虫/株	3虫/株	5虫/株	10虫/株	20虫/株	
大斑黑尾叶蝉	学院病田	1966年6~10月	>500	>100	>20	>20	—	90~100
二点黑尾叶蝉	学院病田	1966年10月	—	—	—	—	10	100
同上	同上	1966年11月	—	—	—	7	—	100
同上	海康县病田	同上	—	18	—	—	—	88.88
电光叶蝉	学院病田 (再经获 毒饲育)	1965年8月	8	4	—	—	—	0
同上	同上	1965年9月	—	10	—	—	—	0
同上	秧田(再经 获毒饲育)	1966年7月	31	36	—	—	—	0
白翅叶蝉	学院病田	1965年9月	—	31	—	—	—	0
同上	同上	1966年7月	—	63	—	—	—	0
大白叶蝉	同上	1965年8月	2	3	3	—	—	0
同上	学院病田 (再经获毒 饲育)	1966年7月	5	2	—	—	—	0
白背飞虱	学院病田	1965年8月	—	—	—	5	2	0
褐飞虱	同上	1966年7月	—	10	—	—	—	0

从表1可看出：(1)电光叶蝉、白翅叶蝉、大白叶蝉、白背飞虱、褐飞虱、水稻蚜虫(未列表内)等都不能传毒；(2)大斑黑尾叶蝉和二点黑尾叶蝉传毒率都很高。

(五) 大斑黑尾叶蝉成虫的传毒规律：

1. 获毒所需的最短饲育期：试验用的健虫从田间捕回让其饥饿3~4小时后进行获毒饲育，经试验所要求的时间后取出，每试株(珍珠矮)放1头虫传毒，并每2天调换新稻苗一次，直到该虫死亡为止。对照虫放在健株上饲育试验重复一次，开始试验的日期：第一次为1966年5月18日，第二次为7月13日。试验结果经相关关系分析，第一次试验很明显，第二次试验有明显结果。试验结果综合于表2。

表2 大斑黑尾叶蝉成虫获毒所需饲育期试验①

开始试验时 获毒饲育时间 (分钟)	虫数 (头)	第一头虫能 传毒时的存 活虫数(头)	能传毒虫 的百分率 (%)	平均循回期 (天)	有50%存活个体能 传毒时的情况		有100%存活个体能 传毒时的情况	
					获毒饲育后 天数	存活虫数	获毒饲育后 天数	存活虫数
5分钟	75	37	27.02	12.4±2.5				
10分钟	78	36	30.55	13.0±3.6				
15分钟	81	21	28.57	12.3±3.3	19—21	4/8		
30分钟	89	39	35.89	12.8±3.2	17—19	6/11		
1小时	80	37	56.75	12.2±3.7	15—17	13/25		
2小时	30	24	54.16	12.0±3.4	15—17	8/17		
4小时	30	10	57.14	12.7±3.8	13—15	5/9	23—25	6/6
8小时	30	17	62.50	12.2±2.8	13—15	5/10	25—27	3/3
12小时	30	24	79.16	12.5±4.7	13—15	12/21	25—27	8/8
24小时	68	44	75.00	11.5±2.8	13—15	21/36	21—23	16/16
48小时	30	25	88.00	11.4±4.5	13—15	13/21	19—21	16/16

①试验日期：1966年5~7月。病株来源：学院病田 对照（健虫）；开始试验时虫数为85头，20天后还存活20头，全部试验植株无病。

能传毒虫数

②能传毒虫的百分率 (%) = $\frac{\text{能传毒虫数}}{\text{第一头虫能传毒时的存活虫数}}$

从表2可见，大斑黑尾叶蝉成虫最短的获毒饲育期少于5分钟。在获毒饲育5分钟时，获毒个体百分率已高达27.2%，1小时时即高达56.75%。但饲育长达48小时时，其个体获毒率则只达88%，看来其余12%很可能是与黄矮病毒没有亲和性的。

2. 传毒所需的最短饲育时间：大斑黑尾叶蝉成虫经获毒饲育15~20天后，让其饥饿3~4小时，然后每苗放1头虫传毒。这样，我们估计虫子会立即取食并进行传毒。1966年6~8月间我们共进行了4次试验，每次试验结果经相关关系分析都有明显的结果。试验结果综合在表3。

表3 大斑黑尾叶蝉成虫传毒饲育时间试验结果

传毒饲育时间	3分钟	5分钟	10分钟	15分钟	30分钟	1小时	2小时	4小时	8小时	12小时	24小时
供试虫数	22	27	26	27	26	26	15	13	13	14	57
发病率 %	18.18	22.22	30.77	44.44	46.15	53.84	53.33	57.90	69.23	71.43	73.68
潜育期 (天)	11.3 ±2.4	11.6 ±1.5	11.0 ±2.3	11.8 ±2.5	10.0 ±1.3	9.6 ±1.3	11.0 ±1.3	10.0 ±1.1	10.7 ±1.3	11.8 ±1.8	9.7 ±1.5

供试虫经获毒饲育15~20天，试验进行前先经饥饿3~4小时。对照用健虫26头，结果全部试验苗26株都不发病。

上述试验结果表明：(1)大斑黑尾叶蝉成虫附在稻苗上3分钟(即传毒饲育时间很可能少于3分钟)即有18.18%的个体能传毒。传毒时间越长则个体能传毒的百分率越高，到传毒饲育时间达24小时时即有73.68%的个体能传毒。传毒时间和传毒效能(即发病

表4 黄矮病毒在大斑黑尾叶蝉成虫体内的潜育期(试验一)

潜育期 (天)	个体叶蝉成虫代号																		新增传 毒虫数			
	1	7	13	25	34	40	41	42	45	47	51	53	56	57	59	60	61	63	65	66	67	68
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1
9	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2
10	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	4
11	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	4
12	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	4
13	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	0
14	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	1
15	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	2
16	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	2
17	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	0
18		+	+		+	+				+			-	+			-	+	+			1
19		+	+			+				+			-	+			-	+				0
20			+				+						-	+			-	+				0
21			+					+					-	+			-	+				0
22			+						+				-	+			-	+				0
23				+						+				+			+	+				1
24										+				+			+	+				0
25										+				+			+	+				0
26										+				+			+	+				0
27										+				+			+	+				0
28										+				+			+	+				0
29										+				+			+	+				0

①试验日期：1966年5~6月；获毒饲育2天(5月13~15日)。

②开始试验虫数：68头。表内只记录能通过潜育期而传毒的虫数共22头，“-”号为无病苗，“+”号为发病苗。

率)具有很明显的正相关关系; (2)传毒24小时的发病率只有73.68%, 有可能是因为有些个体和病毒没有亲和性, 但也有可能是因为有些个体在获毒饲育15~20天内, 其体内病毒还未通过循环期所致(此病毒在虫体内最长的循环期可达25~27天); (3)传毒饲育3分钟到24小时的潜育期是9.7~11.8天, 看来差异不大。

3. 病毒在大斑黑尾叶蝉成虫体内的循环期和持久性: 试验用的健虫经饲毒48小时, 以每株稻苗(品种为珍珠矮)放1头虫进行传毒, 并每天调换健苗1次到该虫死亡为止。每头虫每天所吸食的稻苗都分别标记好(如1₁、2₁、3₁……为第一次试验的, 1₂、2₂、3₂……为第二次试验的)。试验结果见表4和表5(只记录从有一头虫能传毒时开始能存活的传毒虫数)。

表5 黄矮病毒在大斑黑尾叶蝉成虫体内的潜育期(试验二)

潜育期 (天)	个体叶蝉成虫代号																		新增传 毒虫数				
	3	4	6	8	9	18	20	21	23	24	25	28	33	39	45	46	48	50	53	54	55	56	58
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	4
10	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	8
11	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	0
12	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	1
13	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	3
14	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	2
15	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	1
16	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	1
17	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	1
18	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
19	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
20	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
21	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
22	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	0

①试验日期: 1966年9月; 获毒饲育2天(8月27~29日)。

②开始试验时虫数为60头, 表内只记录能通过潜育期而传毒的虫子(共23头)。

“-”号为无病稻苗, “+”号为发病苗。

从表4和表5可以看出：（1）水稻黄矮病病毒是一种持久性病毒。大斑黑尾叶蝉获毒后，通过了循环期就能连续传毒（除个别有间歇传毒现象的外）到死亡时为止。但死亡前的最后一次传毒中，有些虫不能传毒（虫在转移后约5小时死亡，如表4的第7、51和59号虫，表5的第9、23、39号虫等），可能是因为此时叶蝉已不能吸食所

表6 黄矮病毒在大斑黑尾叶蝉若虫体内的潜育期

潜育期 (天)	个体若虫代号										新增传 毒虫数
	4	11	12	13	14	23	26	29	30		
3	**	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
5	-	-	-	-	*	-	-	-	-	0	
6	-	**	**	-	-	-	*	*	-	0	
7	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	
8	-	-	-	-	-	+	-	-	*	1	
9	-	-	-	-	-	+	-	-	+	1	
10	-	+	-	-	+	+	-	-	+	2	
11	-	+	+	-	+	+	-	*	-	1	
12	+	+	+	-	+	+	-	-	+	1	
13	+	+	+	+	+	+	-	-	+	1	
14	+					+	-	-	+	0	
15	+					+	-	-	-	0	
16	+					+	-	-	-	0	
17						+	+	-	-	1	
18						+	+	-	-	0	
19						**	**	+	+	0	
20						+	+	+	+	0	

①试验日期：1966年6月；获毒饲育2天（6月1～3日）。

②开始试验的若虫数为30头，表内只记录能通过潜育期的虫子（共9头）。“-”号为无病株，“+”号为病株，“*”号为脱皮，“**”号为羽化。

致。(2)病毒在大斑黑尾叶蝉体内的循环期，在5~6月间最短为7天，最长为22天，平均为 12.5 ± 3.4 天；在9月间最短为6天，最长为16天，平均为 11.2 ± 2.6 天。在前面有些试验中，最短的循环期有少到4~5天的，最长有达到25~27天的（见表3），但一般都以在9~12天内的最多。在这两次试验中，50%存活个体能传毒时所需的循环期为12~13天。(3)大斑黑尾叶蝉有些个体在开始传毒1~2天后，其传毒能力有间歇现象（即有1~2天不能传毒），如表5中的第20、23和24号虫。我们在前述“获毒所需的最短饲毒时间”的试验中，也观察到同样情况，获毒饲育时间短到5分钟以至长达48小时的各次试验基本上都有这种间歇现象发生（见表7）。

表7 大斑黑尾叶蝉在获毒饲育时间试验(表2)里表现有传毒间歇现象的虫数

获毒饲育时间	5分钟	10分钟	15分钟	30分钟	1小时	2小时	4小时	8小时	12小时	24小时	48小时
有传毒间歇现象的虫数	3/10	1/11	0/6	1/14	1/21	2/13	2/8	1/10	0/9	2/33	2/22
能传毒总虫数											

(六)大斑黑尾叶蝉若虫的传毒规律：

1. 若虫虫令与传毒作用：1966年5月中旬，我们用在病株上孵化1~2天后的若虫进行接种试验，每株稻苗放1头若虫，每天调换健苗1次，对照用在健株上孵化1~2天后的若虫。试验结果：在开始试验时的20头若虫中只有7头能活到通过循环期而传毒，其中在第二令和第三令已能传毒的各有2头，在第四令、第五令和羽化成虫后才能传毒的各有1头。（在五月时若虫通过第一令所需时间为4~6天，第二令为4~5天）。由此可见，在病田里若虫对“病窝”的形成所起的作用是很大的。

2. 循环期和持久性：在1966年6月1~3日开始，曾按照成虫循环期和持久性试验方法进行了本项试验。结果在30头若虫中，只有9头能活到通过循环期而传毒。象成虫一样，它们的传毒能力也是持久性的，但在这9头虫中没有出现传毒的间歇现象。循环期最短为6天，最长为16天，平均为 10.8 ± 2.9 天，似比在成虫体内的循环期稍短一些。若虫在第二、第三令时进行获毒饲育的，一般都在羽化前就具有传毒能力；而在第五令时才进行获毒饲育的，则要在羽化后才能传毒。对照的健虫12头中，15天后还有6头存活，全部试验苗没有发病。

(七)病毒通过虫卵遗传的试验：

本项试验先后曾进行了三次：

试验1：1965年9月下旬将保毒雌虫十多头（已证明是通过了循环期的）放在健

苗上，4天后将卵块与稻苗组织一起剪下，放在有2~3片真叶的稻苗（品种珍珠矮）上，到3~4令时仍有18个若虫，羽化后则只有14头成虫。以每株稻苗放3头虫进行传毒，并每5天调换健苗一次，调换4次后全部成虫死亡。试验从开始到最后共经过42天，共用了试验苗22株，到11月下旬全部试验苗都没有发病。

试验2：1965年12月9日将100多头（约一半是雌虫）经获毒饲育1个多月的大斑黑尾叶蝉成虫放饲在养虫笼中的李氏禾上，到1966年4月26日已经过两代（1966年2月初见有若虫，上一代的成虫全死亡；1966年2月23日见成虫；3月下旬见若虫；4月10日见成虫），以每株稻苗（珍珠矮）放1头或3头成虫进行传毒试验，传毒饲育4天。对照用健虫，试验方法相同。结果：每株稻苗放3头虫的共9株，每株稻苗放1头虫的共10株，50多天后全部没有发病，对照株全部亦健好无病。

试验3：1966年7月15日将获毒饲育20~30天的成虫20多头（约一半是雌虫）放饲在李氏禾上，让它们在李氏禾上产卵，10天后将成虫取出。到8月16日孵化的若虫已羽化为成虫，以每株稻苗（珍珠矮）放1头成虫进行传毒试验，并每2天调换稻苗一次，到8月28日共用了46株稻苗。结果到10月15日全部没有发病。1966年7月24日又将20多头经获毒饲育17天的成虫放饲在李氏禾上，15天后将成虫取出。到9月7日由卵孵化的若虫已羽化，以每株稻苗放1头成虫进行传毒饲育2天，共用了稻苗32株。结果到10月15日全部无病。

上述试验结果表明，水稻黄矮病病毒是不能通过保毒的大斑黑尾叶蝉的卵传给后代的。

（八）病株“恢复”后的回接试验：

1966年8月10日，我们用（1）发病表现“花叶”症后“恢复”正常的溪南矮植株（拔节期）和（2）发病后经移栽而“恢复”得较正常的珍珠矮植株（腊熟期）作毒源，以大斑黑尾叶蝉进行获毒饲育5天后，以每株稻苗（珍珠矮）放1头虫进行回接试验，并每2天调换健苗一次。（3）对照1用发病后10天的珍珠矮重病株作毒源（4）对照2用健虫。开始进行回接时的虫数分别为（1）42头、（2）40头、（3）39头和（4）30头。到有一头虫能传毒时的存活虫数分别为（1）20头、（2）25头、（3）8头和（4）20头，最后能传毒虫的百分率分别为（1）55%、（2）87.5%、（3）86.67%和（4）0%。

试验结果表明：（1）发病后“恢复”了的植株（接种后2个月）和正在发病的病株（对照1，发病后10天）都一样能回接成功，证明都一样含有病毒；（2）发病后“恢复”了的溪南矮植株（拔节期）的回接结果，和正在发病的珍珠矮病株（对照1）的回接结果差异不大，表明在这些病株中的病毒浓度有可能是差异不大的；（3）在腊熟期中的珍珠矮病株“恢复”后，回接结果较差，可能是在腊熟期时病毒的浓度较低。

（九）病株再生稻的回接试验：

1965年11月中旬我们把珍珠矮轻病株的再生稻移植在温室内，1966年4月初再生稻表现发黄症状时用大斑黑尾叶蝉成虫进行获毒饲育10天，然后把每3头虫放在1株珍珠矮健苗上进行传毒5天，20天后10株试验苗全部发病。对照的10株健苗用健虫进行试验全部没有发病。

1965年11月在植病教研组温室后面水泥池的试验稻受黄矮病为害较多。我们把发病较多的第一排的第二和第三池的再生稻留下。1966年4月初在第二排至第四排插植水稻，并在病株再生稻上放大斑黑尾叶蝉健虫20个。5月6日最靠近再生稻处的第二排的第三池开始有3株水稻发病。到5月24日，第二排的第二池和第三池稻苗发病的很多，而距离稍远的第二排的第一、四、五、六各池和第三排的第三、四各池发病很少，距离较远的第三排的第五、六两池和第四排的六个池全部无病。

上述试验结果表明，越冬后的病株再生稻仍保持有病毒，是本病一个初侵染源。

(十) 寄主范围试验：

在1964年至1966年水稻黄矮病大发生流行年间，我们在广东各地调查中，只曾发现在华南农学院农场几株稗草和在海康县南头公社南渡大队池塘边的膜稃草(又名灯芯草) [*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees] 有类似黄矮病的发黄现象。

从1965年8月到1966年8月，我们进行了此项寄主范围的人工接种试验，先后用经获毒饲育8~20多天的大斑黑尾叶蝉3头/株给下列植物进行传毒接种：(1)玉米：白玉米、金珠和紫色玉米三个品种，(2)小米：大王、鸡爪和红穗小米三个品种，(3)小麦：蚰子、从化2419号等三个品种，(4)李氏禾(*Leersia hexandra* L.)，(5)稗草：旱稗(*Echinochloa Crusgalli* var. *hispidula* (Retz.) Honda)和孔雀稗(*E. Crusgalli* var. *Cruspavonis*)两种，(6)绊根草(狗牙根) [*Cynodon dactylon* (Linn) Pers.]，(7)两耳草(*paspalum Conjugatum* Bergius)，(8)普通野稻(广州野稻) [*Oryza rufipogon* Griff (*O. Sativa* f. *Spont nana* Roschew.)]。上述野生禾本科植物*是在田埂上较常见的。其中孔雀稗、绊根草和两耳草只曾进行过一次传毒接种试验，各3~6株；其它植物都进行过2~4次传毒接种试验，每次5~10株不等。传毒饲育时间一般在5天以上。在观察时间一般在1~2个月以上。但除在1966年8月12~14日传毒接种的10株旱稗中有5株叶片有发黄表现外，其它植物全部没有表现任何症状。

1966年5月到10月，曾把1965年接种的孔雀稗、李氏禾以及1966年接种后30多天的旱稗(叶片有点发黄的)、李氏禾、广州野稻和取自海康县南兴公社的膜稃草等用大斑黑尾叶蝉进行回接。一般获毒饲育12天，有的20多天，然后每株稻苗(珍珠矮)放1头虫进行传毒饲育，每2天调换健苗1次，到虫死亡为止。各回接试验在20天后都存活10头虫以上。结果全部试株都没有表现症状的。

上述试验结果表明，上述栽培的和野生的禾本科植物很可能都不是水稻黄矮病毒的寄主植物。

(十一) 不同时期的田间虫子的带毒率调查：

从1966年2月下旬至9月中旬每10天左右，在华南农学院农场(1965年晚稻严重发

*由华南农学院植物学教研组鉴定。

表8 大斑黑尾叶蝉2—10月带毒率调查

试验日期	捕虫地点的 发病情况	大田寄主 植物	发病株数		虫子带毒率(%)
			试验株数		
1966年 2月21 日—4月1日	1965年晚稻 发病田的田 埂	李氏禾	0	109	0
	同上	同上	0	44	0
4月13日	1965年晚稻 发病田附近	野生稻	0	50	0
	同上	早稻	0	27	0
	同上	野生稻	0	18	0
4月24日	同上	李氏禾	0	40	0
	同上	同上	0	45	0
5月5日	同上	野生稻	0	15	0
	同上	李氏禾	2	40	5.0
5月13日	无病田水稻	水稻	0	20	0
	同上	同上	0	20	0
5月24日	零星发病田	同上	2	20	10.0
	无病田田埂	李氏禾	0	20	0
	无病田	抽穗的早稻	1	20	5.0
6月4日	轻发病田	同上	4	20	20.0
	同上，田埂 边	李氏禾	3	40	7.5
	同上	同上	1	38	2.6
6月14日	无病田	抽穗早稻	1	20	5.0
	病田	同上	11	40	27.5
6月24日	轻发病田	黄熟早稻	2	20	10.0
	同上，附 近田	晚稻秧田	3	20	15.0
	同上，田埂	李氏禾	2	40	5.0

续表 8

试验日期	捕虫地点的发病情况	大田寄主植物	发病株数 试验株数	虫子带毒率(%)
7月4日	同上	同上	2 40	5.0
	无病田	成熟的早稻	0 40	0
	无病田附近	晚稻秧田	1 20	5.0
7月14日	轻发病田	成熟的早稻	2 20	10.0
	同上, 附近	晚稻秧田	4 20	20.0
	收割后的田埂	李氏禾	3 40	7.5
7月23日	同上	同上	4 41	9.7
	无病田	成熟早稻	1 41	2.4
	无病田附近	晚稻秧田	2 20	10.0
8月9日	同上	同上	1 20	5.0
	无病晚稻田埂	李氏禾	0 40	0
	同上	同上	0 40	0
8月20日	无病晚稻田	水稻	1 20	5.0
	轻病晚稻田	同上	5 20	25.0
	同上, 田埂	李氏禾	2 40	5.0
8月29日	无病田田埂	同上	0 20	0
	中病田田埂	同上	2 20	10.0
	轻病晚稻田	水稻	4 20	20.0
9月9日	无病晚稻田	高秆水稻	0 20	0
	10月5日	中病晚稻田	矮秆水稻	22 46
				47.8

地点：广州华南农学院农场

生黄矮病)大斑黑尾叶蝉的寄主植物上采集大斑黑尾叶蝉。每株稻苗(珍珠矮)用1头虫进行传毒试验，传毒饲育12天。结果见表8。

从表8可见：(1)在田间早稻还未发现有发病前(1966年2月21日至5月5日)，从李氏禾和野生稻上采集了11次共321头虫，没有1头带毒，这进一步表明黄矮病毒是不通过虫卵传带的；(2)到5月13日从李氏禾上采集的40头虫中有2头带毒，随后在5月24日有一片早稻田才开始零星地发生黄矮病；从这片田采集的20头中有2头带毒，此后到6月4日，无论是从发病田、无病田或是田埂边的李氏禾上采集的虫都有带毒的，其百分率在发病田里可高达27.5%，在无病田和李氏禾上可高达5~7.5%；从6月24日到7月14日，从晚稻秧田和黄熟早稻田里采集的虫通常有较大量带毒的(5~20%)，而从李氏禾上采集的虫其带毒率在早稻割禾前基本上是5%左右，而在割禾后则上升到7.5~9.7%；(4)此后从8月20日至10月5日，轻病田田埂边的李氏禾上的虫子带毒率维持在0~10%，而轻病田里虫子带毒率则维持在20~47.8%；(5)从表8还可以看见一种情况，即凡发病田及其田埂边李氏禾上的虫子带毒率都较高，而无病田及其田埂边李氏禾上的虫子带毒率都较低甚至完全不带毒。这个调查结果表明，在病区里，晚稻发病田里带毒虫数量和带毒率是很高的，但经过一个冬季后，全部带毒虫都已死亡，新生的若虫和成虫是不带毒的。

(十二) 潜育期试验：

本病的潜育期因不同温度、不同水稻生育期和不同品种而有所不同(另文报告)。在6~9月高温季节，稻苗在2~5片真叶期接种时，潜育期一般为10天左右，最短6天，最长17天。

三、讨论和结论

根据我们在1964~1966年间的调查研究结果，水稻黄矮病在广东当地的初侵染源看来只有在广东南部冬季较温暖地区可以存活越冬的病株再生稻。

病株的种子不能传病，这是经我们的大量试验证明了的，而且也是由这十多年来各地的实践所进一步肯定了的。

水稻黄矮病毒迄今还只能侵染水稻一种植物。为了排除某些常见的田间植物是隐症寄主植物这个可能性，我们还把病区田间常见的禾本科杂草如李氏禾、旱稗、孔雀稗、绊根草、两耳草、普通野稻以及禾本科作物如小麦、玉米和小米等进行人工接种试验和回接试验，全部没有成功。浙江农科院陈声祥等对病区田间主要杂草如稗(*Echinochloa Crusgalli*)、看麦娘(*Alopecurus aequalis*)和千金子(*Leptochloa Chinensis*)进行人工接种也没有成功⁶。因此，虽然目前还不能绝对排除发现中间寄主的可能性，但这个可能性看来是不大的。

至于土壤特别是土壤寄生线虫和土壤真菌带毒越冬传病这个问题，虽然我们没有进行过任何试验研究，但根据1964~1966年以及这十多年来调查观察，我们认为基本上

也是可以否定的。

根据广东、湖南⁶、江西⁷以至浙江⁸各地研究结果，三种媒介叶蝉传递黄矮病毒属持久型，而我们的试验结果还表明此病毒不能通过保毒叶蝉所产的卵而传给后代。由于广东病区的媒介叶蝉在冬季还可继续发生1～2代，而不能以若虫形态越过整个冬季，这样我们就不难理解华中、华东各地早稻发病之所以较早较多^{6 7 8}，而广东早稻之所以迟迟不发病和发病很少。1966年我们在广州华南农学院农场（1965年发病较多）的调查研究结果，从2月至5月初旬这个期间完全没有发现带毒叶蝉个体，而从5月中旬开始才发现带毒叶蝉并随后才发现病株。这个事实进一步表明了在广东当地越冬后的叶蝉（除少数在存活越冬的病株再生稻上取食过的外）是不带毒的。

从上述调查试验结果可见，黄矮病在广东当地的初侵染源只是存活越冬的病株再生稻。但是，广东自从1964～1967年发生黄矮病较多后，近十年来一般发生较少，有些年份在全省范围内都没有发生（最低限度发生少到不受注意），有些年份南部地区发生很少或不发生，而北部韶关地区却发生较多一些。这样的一种发生情况，不能不使人对广东南部越冬再生稻的实际数量及其在广东黄矮病发生流行上的实际意义提出疑问。由此可见，黄矮病在广东的初侵染源问题还远未解决。在这里我们想提出这样一种看法，由于媒介叶蝉保毒后可以继续传毒二、三十天以上直至死亡，所以广东以北各省病区里的保毒媒介叶蝉远道迁飞来广东，并成为广东黄矮病的重要初侵染源这个可能性是存在的，值得今后注意研究。

表9 黄矮病毒和暂黄病毒的特性对比

病 毒 名 称	黄 矮 痘 毒			暂 黄 痘 毒
研究地点	广东 (华南农学院)	湖南 (湖南农学院)	浙江 (浙江农科院)	台湾省
最短获毒饲育期	>5分钟(大斑)	—	5～10分钟 (黑尾)	5分钟(大斑) 15分钟(黑尾)
最短传毒饲育期	>3分钟(大斑)	>5分钟(黑尾)	3～5分钟(黑尾)	5～10分钟 (大斑)
循 回 期	4～27天(大斑)	7～37天(黑尾)	7～39天(黑尾)	8～34天(大斑) 21～34天(黑尾) 4～20天(二点)
是否持久型	是	是	是	是
卵能否传病	不	—	不	不
汁液磨擦能否传染	不	—	—	不
种子能否传病	不	—	—	不
水稻潜育期	6～17天(6～9月)	10～22天(6～9月)	8～25天	10～11天
寄 主 植 物	只有水稻	—	只有水稻	只有水稻

三种媒介叶蝉对黄矮病毒的获毒饲育期、循回期和传毒饲育期，全国各地的研究结果基本上是一致的（见表9）。只是在若虫开始传毒的令期上略有不同，浙江省农科院陈声祥等用黑尾叶蝉的试验结果为4令^{9/}，湖南农学院植病组用黑尾叶蝉的试验结果为3令^{9/}，而我们用大斑黑尾叶蝉的试验结果则为2令。

根据现有资料，台湾省发生的水稻暂黄病的主要症状和黄矮病的大致相同^{11/ 14/}：即叶片发黄，发黄部位从叶尖开始并向叶身扩展，病株矮缩，分蘖减少或不增加，以及植株发病后有“恢复现象”。它们不同的地方在于：（1）感染黄矮病的植株是从心叶下第一片叶（少数从心叶）开始发病，而暂黄病则从植株下部叶片开始发病^{11/ 14/}，（2）暂黄病的病叶上有所谓锈斑^{11/ 14/}，而黄矮病的病叶上则没有这种锈斑，这些差异可能是由于品种不同所致，至于它们的寄主范围^{13/ 14/}、传染途径^{11/ 14/}、媒介昆虫种类以及媒介昆虫与病毒的相互关系^{13/ 14/}则基本上完全相同（见表9）。此外，根据中国科学院生物化学研究所植病组的研究结果，黄矮病毒粒子是子弹状的，在甲基丙烯酸脂包埋的病叶超薄片中大小为 $50\text{-}90\times 100\text{-}180\text{nm}$ ，在病叶的部分提纯液中大小为 $80\text{-}120\times 100\text{-}140\text{nm}^{8/}$ ；而暂黄病毒粒子也是子弹状，在病叶的超薄片中大小约为 $94\times 180\text{-}200\text{nm}$ ，在病叶浸出和清析液中大小为 $96\times 120\text{-}140\text{nm}^{12/ 13/}$ 。可见两病的病原病毒在形态上也是基本相同的。因此，我们同意浙江农科院陈声祥等的意见^{9/}，认为黄矮病毒和暂黄病毒基本上是同一种病毒，或者是同一种病毒的不同株系。进一步的研究特别是血清学方面的试验研究是很必要的。

参考文献

- [1] 范怀忠: 1964. 《水稻黄化现象是一种病毒病》, 见《广东省1964年水稻晚造矮秆品种黄化现象会议专刊》, 33—34页。
- [2] 范怀忠等: 1965. 《广东水稻黄矮病的初步调查研究》, 《植物保护》3(4): 143—145页。
- [3] 范怀忠等: 1965. 《水稻黄矮病种子传病的观察研究》, 见《广东省1965年水稻黄矮病会议专刊》, 91—92页。
- [4] 广东农林学院植病教研组: 1972. 《水稻黄矮病在广东的发生流行及防治经验》。见《水稻病毒病资料选编》, 21~29页。云南省农业科学研究所编。
- [5] 西双版纳州农科所: 1972. 《水稻黄矮病的发生与防治》(摘要)。见《水稻病毒病资料选编》, 14—16页。云南省农业科学研究所编。
- [6] 湖南农学院植病组: 1974. 《水稻黄矮病的初步调查研究》, 24页。(油印本)
- [7] 江西省农科所植保系: 1974. 《水稻病毒病一九七四年度研究情况汇报》, 32页。(油印本)
- [8] 中国科学院上海生物化学研究所病毒组、浙江省农业科学院植物保护研究所病毒组: 1978. 《我国禾谷类病毒病的病原问题》Ⅵ. 《水稻黄矮病病原的鉴定及其分离提纯》, 《生物化学与生物物理学报》, 10(4): 363—368。
- [9] 陈声祥等: 1979. 《水稻黄矮病的发生及流行》, 《植物病理学报》9(1): 41~54页。
- [10] 木村郁夫等: 1960. 《关于稻矮缩病病毒的研究》, 《日本植物病理学会报》25(3): 131—135, [《水稻译丛》, 1964, (5): 46—49.]
- [11] Chiu, R. J., T. C. Lo, C. L. Pi, and M. H. Chen, 1965. Transitory yellowing of rice and its transmission by the Leafhopper *Nephrotettix apicalis apicalis* (Motsch.). Bot. Bull. Acad. Sin. Taipei, 6(1): 1—18. [Rev. Appl. Mycol. 44(9): 459—460. 2482]
- [12] Chen, M. J. and E. Shikata, 1968. Electron microscopy of virus-like particles associated with transitory yellowing virus-infected rice plant in Taiwan. Pl. Prot. Bull. Taiwan 10(2): 19—28. [Rev. pl. Pathol. 49(4): 179. 1017.]
- [13] Chiu, R. J., J. H. Jean, M. H. Chen and T. C. Lo, 1968. Transmission of transitory yellowing virus of rice by two Leafhoppers. Phytopathology 58: 740—745.
- [14] Ling, K. C., 1972. Transitory yellowing. In Rice virus diseases, pp. 89—92. The International Rice Research Institute.

A PRELIMINARY INVESTIGATION ON THE PRIMARY SOURCE AND TRANSMISSION OF RICE YELLOW STUNT VIRUS IN KWANGTUNG

Faan Hwei-Chung, Pui Wen-Yick.
(Department of Plant Protection, SCAC)

ABSTRACT

The rice yellow stunt disease has been known since it broke out and caused a great loss in yield in Kwangtung in 1964. In the same year the authors found it could be transmitted by the rice green leaf-hoppers *Nephrotettix apicalis* and *N. impicticeps* (*N. cinticeps* was not found in those years in Kwang-chow and the districts nearby). Since the symptoms of the disease were found to be different from those of all the other rice virus diseases already known at that time, it was considered to be a new rice virus disease, the present name for it being suggested. This is a report of a portion of the study carried out in the years from 1964 to 1966.

The main symptoms of the disease consisted of a yellowing of leaves, stunting plants, less tillering and withering of the whole plant in some susceptible varieties. The yellowing started most generally from the tip of the second or third youngest leaf of the plant and then extended gradually downward to the basal part of the leaf-blade. Diseased leaves formed a larger angle with the stem. The symptoms of the disease were more pronounced and acute in the short-stalked varieties than in the long-stalked varieties. Diseased plants of short-stalked varieties might "recover", and the newly grown leaves appeared to be dark green in color. After 3-4 weeks the "recovered" plants might again become diseased. This phenomenon of "recovery" might occur one to two times on the same plant. In the case of long-stalked varieties, however, the diseased plants after "recovery" had a "healthy" appearance through all the later stages of growth.

The rice plant was found to be the only host plant of the rice yellow stunt virus. The most common gramineae crops and grasses encountered in the disease districts such as wheat, corn, millet, *Leersia hexandra*, *Echinochloa crusgalli* var. *Hishidula*, *E. crusgalli* var. *cruspavonis*, *Cynodon dactylon*, *paspalum conjugatum*, and *Oryza rufipogon* were all found to be immune to the disease. In the southern part of Kwangtung the ratooned rice developed from the stubbles of the fall crop that survived the winter were found to be a possible primary source of the disease in the province, their significance in this respect however, remains rather uncertain and is worthy of further investigations.

The rice yellow stunt virus was found transmissible only by the rice green

leaf-hoppers. It was not transmitted by *Erythroneura subruta*, *Tettigoniella spectra*, *Dectoccephalus dorsalis*, *Nilavarvata lugens*, and *Sogatella furcifera*.

Nephrotettix apicalis was found most abundantly in Kwangchow area, and so it was used in all of our experiments. The shortest acquisition feeding period for the vector insect was less than 5 minutes. With acquisition feeding periods of 5 minutes, 15 minutes and over 4 hours, the number of the individual insects that were able to acquire the virus were 27%, 50% and 100% respectively. The shortest inoculation feeding period was less than 3 minutes. With inoculation feeding periods of 3 minutes, 5 minutes, 10 minutes, 30 minutes, 1 hour, 12 hours and 24 hours, the number of the individual insects that were able to transmit the disease were 18.2%, 22.2%, 30.8%, 46.2%, 53.8%, 71.4% and 73.7% respectively. The incubation period in the insect vectors was 4-27 days, mostly around 11 days. The insect that once became infective would continue to transmit the disease until a few hours before its death. Some individuals exhibited a daily intermittent transmission pattern. The intermittent transmission generally occurred one or two days after the individuals became capable of transmitting the disease. Transovarial passage was absent. The nymphs hatched and feeding on the diseased plants became infective in or after the second instar and so transtadial passage of the virus existed. The ability of the nymphs to transmit the disease was not much different from that of the adults, but the incubation period of the virus in the nymphs appeared to be a little shorter than that in the adults. Since in Kwangtung the rice green leaf-hoppers can continue to develop and produce 1-2 generations in the winter season, the newly grown nymphs and adults that appear in the next spring are not infective. This conclusion was further supported by the result of an investigation made in 1966 in the diseased fields of the College farm that not a single infective rice green leaf hopper was found in the spring from February to the beginning of May.

The rice yellow stunt was not transmitted by the sap inoculation. Experiments of seed transmission also gave negative results.

The incubation periods of the disease in rice varied with temperature, variety and growth stage of the rice plants. When seedlings of 2-5 leaf stages were inoculated in June to September, the incubation period was 6-17 days and mostly about 10 days.

Based on the similarity between the rice yellow stunt and the rice transitory yellow in symptoms, host ranges, transmissions, insect vectors and their interaction with the virus, and particularly on the similarity in the morphology of their virus particles, the authors agree to the opinion that the rice yellow stunt virus and the rice transitory yellow virus are identical or that they are different strains of the same virus.