

水稻根结线虫病的研究*

冯志新 关燕如 黎少梅

(植物保护系)

提 要

水稻根结线虫病是我国一种新发现的水稻病害。1973~1975年,我们对此线虫病进行研究。实验表明:此病对水稻的生长发育和产量的影响是明显的。在水稻幼苗期病苗纤弱,叶色稍淡。移植后返青慢,发根迟,死苗多。分蘖期地上部症状较显著,一般株矮,根短,分蘖迟缓,分蘖力弱,生势衰弱;但因移栽节都比健株发生要早。在出穗和结实期,病株出穗期短,出穗数少,同时穗小,粒少,结实率低。在一般中等发病情况下,影响产量在10—20%左右;严重发病时可达40—50%,是目前我国水稻生产上一个值得注意的问题。但国外报道认为此类线虫病对水稻的影响是轻微的和暂时的,与我们的实验结果有较大的出入。探究其原因,主要是由于病原线虫种类不同所引起。目前在我国水稻上发现的根结线虫为一新种,鉴定结果将另文发表。

水稻根结线虫病是我国一种新发现的水稻病害(冯志新等,1974a,1974b)国外曾报道认为此线虫病对水稻的影响是轻微的和暂时的(Hollis et al, 1966),这与我们所观察到的结果不同。从1973年7月至1975年6月,我们采用小区试验、田间调查和田间产量对比试验,研究此线虫病对水稻生长发育及产量的影响。本报告就是这些实验的结果。

实 验 方 法

一、小区试验 1973年7月至12月期间,在广州本院网室,分别对水稻的健苗、健株和病苗、病株进行小区对比试验。根据每株或每科病株上的根瘤数目进行分组栽种,并系统观察和调查此线虫对水稻各生育期的影响。试验分组情况见表1。

* 本试验承海南行政区农业局、澄迈县农业局、文儒农技站等单位大力协助;

本文承范怀忠教授审阅,谨此致谢。

表 1 小区试验分组情况

(1) 区别	组 别	科 数	总 株 数	每 科 平均株数	平均根瘤数	
					科	株
(2) 科六	对照	50	500	10	0	0
	I	50	500	10	10	1
	II	50	500	10	20	2
	III	50	500	10	35	3—4
	IV	25	250	10	50—60	5—6
(3) 包胎矮	对照	20	242	12.1	0	0
	I	20	234	11.7	8.2	0.7
	II	20	248	12.4	15.7	1.27
	III	20	247	12.4	31.6	2.56
(4) 南特占	对照	20	200	10	0	0
	I	20	200	10	20—30	2—3

注：(1)每小区面积为一平方米。(2)病苗取自澄迈县文儒公社北雁洋，秧令28天，每小区25科，每科10苗，于1973年7月26日插植。(3)病株取自文儒公社后涌，生育期为分蘖初期，每小区插植20科，于1973年8月24日插植。(4)病苗取自文儒公社北雁洋过头塘，秧令40天，每小区插植20科，每科10苗，于1973年8月16日插植。

二、田间调查 在1973年7月至1974年12月期间，对海南岛澄迈县文儒公社后涌的几块严重发病田进行了定期调查。调查取样方法用棋盘式或梅花点式。按病株上根瘤数量的多少进行分组和统计，并计算对产量的影响。

三、田间产量对比试验 在1974年12月至1975年6月期间，在海南岛澄迈县文儒公社山心大队七队，试用杀线虫剂二溴氯丙烷进行防治区和不防治区的产量对比试验。试验选用中等发病田，试验前反复犁耙，然后筑田基分隔成小区，每小区0.04~0.08亩，每小区排灌分开。根据施药时期不同分两种处理：(1)在晚稻收割后施药；(2)在早稻插植前施药。对各防治小区使用80%二溴氯丙烷乳剂10斤/亩(沟施：沟距1尺，沟深5寸)。不防治区不施药。试验品种为科六，在无病田育苗，秧令34天，1975年2月24日铲秧移植。在施药前、后以及水稻插植后，分别测定土壤虫数(Baermann漏斗法)，并在水稻各生育期对根瘤数量的变动作调查和统计，水稻成熟后收割计产。

实 验 结 果

一、对水稻幼苗期的影响

根据我们观察和实验结果，秧苗发根3~4天后，侵染幼虫即开始侵入幼根，寄生

于根皮和中柱之间，2~3天后，根尖扭曲变粗，并逐渐膨大形成根瘤。秧苗上根瘤的数量达到每株5~6个以上时，地上部症状显著，病苗呈现矮小、纤弱，叶色变淡，生长受到抑制；秧苗移苗后，病苗返青慢，发根迟，死苗多。部分实验结果见表2。

表2 秧苗返青及死苗与根瘤数量的关系 (科六试验区)

组别	科数	原根瘤数 (科)	返青情况				插植后8天	
			5天		7天		死苗株数	死苗率%
			返青科数	%	返青科数	%		
对照	50	0	49	98	50	100	102	20.4
I	50	10	46	92	49	98	115	23.0
II	50	20	46	92	49	98	133	26.8
III	44	35	35	80	41	93	120	27.3
IV	25	50—60	20	80	21	84	76	30.4

注：1973年7月26日插植，每科10苗。

从表2可以看出，病株上根瘤愈多，生长愈差，返青愈慢，死苗愈多。如对照组在移苗后第七天调查，返青率达100%，第八天调查死苗率为20.4%；而根瘤较多的第IV组返青率为84%，死苗率达30.4%。

此外，根据几年来的调查和试验还表明，在秧苗返青后，随着秧根的逐渐萎缩，根瘤常停止生长，根瘤内的线虫终止发育，因此返青后病株上的根瘤数目在短期内普遍减少。如1974年早稻插植后调查病田46亩，平均根瘤数为26.4个/科，返青后调查则减为6.2个/科。

二、对水稻分蘖和幼穗分化期的影响

幼苗返青后，根系逐渐发达，新叶和分蘖渐次产生。随着水稻新根的增发，病田中的侵染幼虫大量侵入新根寄生为害，因而在分蘖期根瘤数量骤增，地上部症状明显，病株

表3 分蘖与根瘤数量的关系 (科六试验区)

组别	科数	原根瘤数 (科)	插植后不同天数的分蘖数		
			8天	11天	14天
对照	50	0	398	550	600
I	50	10	385	440	500
II	50	20	367	440	490
III	44	35	320	378	387
IV	25	50—60	174	205	212

注：1973年7月26日插植，每科10苗。

通常表现矮小, 根短, 叶片均匀发黄, 茎秆较细, 分蘖迟缓, 分蘖力弱, 生势衰颓; 但园秆拔节却比健株发生要早。部分实验结果见表 3 至表 5。

表 4 分蘖与根瘤数量的关系 (田间调查)

组别	调查科数	科平均根瘤数	科平均插植株数	分蘖数		科高 (厘米)	根长 (厘米)
				科平均分蘖数	分蘖率 (%)		
I	20	1.1	12.1	21.1	74.4	64.9	23.6
II	20	8.2	11.7	19.4	65.8	62.5	18.3
III	25	15.7	12.4	19.7	58.8	61.2	17.0
IV	25	31.6	12.4	16.2	30.6	59.4	15.4

调查地点: 文儒公社后涌, 品种包胎矮。

调查日期: 1973年 8 月 24 日。

小区试验和田间调查的结果表明, 病株根瘤少则植株高, 根系长, 分蘖快, 分蘖力强。如科六试验组在插植 14 天调查, 对照组分蘖比较多, 达 600 株, 根瘤较多的 IV 组分蘖数就比较少, 只有 212 株 (表 3)。又如田间调查, 第一组科根瘤数为 1.1 个, 科高为 64.9 厘米, 根长为 23.6 厘米, 分蘖率为 74.4%; 但第四组科根瘤数为 31.6 个, 科高为 59.4 厘米, 根长为 15.4 厘米, 分蘖率则为 30.6% (表 4)。此外, 从表 5 可以看到, 病株根瘤少则园秆拔节发生较迟, 如包胎矮试验区, 9 月 4 日及 9 月 17 日调查, 其中对照组的园秆率分别为 27.5% 和 63.9%, 但根瘤较多的 III 区, 园秆率则为 40.8% 和 82.98%。

表 5 园秆拔节期症状与根瘤数量的关系 (包胎矮试验区)

组别	原科平均根瘤数	9 月 4 日			9 月 17 日			叶色
		总株数	园秆数	%	总株数	园秆数	%	
对照	0	385	106	27.5	426	272	63.90	浓绿
I	8.2	336	119	35.4	397	266	67.00	绿
II	15.7	351	139	39.6	365	262	71.78	淡绿
III	31.6	343	140	40.8	335	278	82.98	淡绿

调查日期: 1973年 9 月, 每组 20 科。

三、对水稻出穗和结实的影响

在出穗期, 病株除矮小、叶黄等一般症状外, 还表现出穗期短, 出穗数少, 出穗比较困难, 尤其是某些品种如“包胎矮”出现包颈穗率高。部分试验结果见表 6。

表 6 出穗和包穗与根瘤数量的关系 (包胎矮试验区)

组别	原科平均瘤数	出穗情况 (总穗数)					包颈数	包颈率
		10月3日	10月5日	10月8日	10月12日	11月19日	11月19日	%
对照	0	3	34	282	305	359	100	27.86
I	8.2	2	6	167	263	280	93	33.21
II	15.7	0	3	145	238	262	157	59.92
III	31.6	0	3	162	285	292	220	75.34

调查日期：1973年10—11月，每组20科。

从表 6 的试验结果可见，病株根瘤数量的多少与出穗和包颈率有密切关系，如包胎矮试验区的对照组于10月3日开始出穗，11月19日调查的平均穗数为17.9个，包颈率为27.86%；但根瘤较多的Ⅲ组，则于10月5日才开始出穗，11月19日调查的平均穗数为14.6个，包颈率为75.34%。

在结实期，病株不仅株矮，根短，同时穗小，粒数少，空粒多，结实率低。部分实验结果见图 1 和表 7、表 8。



图 1 对植株生长发育的影响

表7 穗粒和产量与根瘤数量的关系 (小区试验)

试 验 区	小 区	科 数	科 平 均 瘤 数	株 平 均 高 度 (厘米)	根 平 均 长 度 (厘米)	穗 平 均 长 度 (厘米)	包 颈 数	包 颈 率 %	总 穗 数	禾 秆、禾 头 干 重 (克/20科)	总 粒 数	充 实 粒 数	充 实 率 (%)	干 粒 重 (克)	计 算 产 量 (斤/亩)	产 量 比 较 (%)
包 胎 矮	对 照	20	2.3	93.10	20.23	18.86	100	27.16	359	835	34667	27779	80.13	19.20	633.67	100
	I	20	20.85	84.45	19.22	16.59	93	33.21	280	655	26214	19905	75.93	19.15	453.91	71.63
	II	20	42.55	75.41	18.98	15.14	157	59.92	262	550	20667	15410	74.56	18.90	346.24	54.64
	III	20	61.65	74.20	17.65	14.07	220	75.34	292	520	20649	14606	70.73	18.80	328.23	51.80
南 特 占	对 照	20	0	82	18.12	/	/	/	27	/	12731	10176	79.92	26.10	429	100
	病 组	20	18.1	80	17.53	/	/	/	193	/	10209	8291	81.21	25.75	363	84.61
科 六	对 照	25	0	85.09	32.64	/	/	/	269	/	13258	9618	72.54	24.9	305.05	100
	病 组	17	43	73.74	27.41	/	/	/	168	/	7358	4545	61.77	23.5	202.65	66.43

表8 穗粒和产量与根瘤数量的关系 (田间调查)

品 种	组 别	科 数	每 科 平 均 株 数	根 瘤 数		株 平 均 高 度 (厘米)	穗 平 均 长 度 (厘米)	根 平 均 长 度 (厘米)	粒 数				每 科 实 粒 数	干 粒 重 (克)	计 算 产 量 (斤/亩)	产 量 比 较 %
				科 平 均 瘤 数	株 平 均 瘤 数				总 粒	空 粒	充 实 粒	充 实 率 (%)				
① (七三年晚稻) 包 胎 矮	一	18	12.3	5.83	0.48	91.00	16.38	21.17	15893	2661	13232	83.26	735.11	20	529.28	100
	二	17	11.1	16.20	1.5	90.88	15.97	18.94	12190	1940	10250	84.09	602.94	20	434.12	82.02
	三	18	9.7	23.67	2.45	88.39	14.96	18.44	9180	1336	7844	85.45	435.78	20	313.76	59.28
	四	35	10.48	49.80	4.75	83.95	14.16	16.74	18002	3469	14533	80.73	415.23	20	298.96	56.49
② (七四年早稻) 南 特 占	一	12	8.0	38.2	4.8	86.0	16.1	21.7	6943	684	6259	90.1	65.2	27.2	551.1	100
	二	11	8.5	96.7	11.4	78.6	16.0	18.5	6197	864	5333	86.0	57.2	27.2	511.8	92.9
	三	13	8.4	155.9	18.6	72.8	16.0	18.1	5849	649	5200	88.9	47.7	27.1	421.2	76.4
	四	25	9.08	245.1	27.0	71.0	14.2	17.7	10847	1157	9690	89.3	42.7	27.15	408.5	74.1

①调查地点: 文儒公社后埔。 调查日期: 1973年11月1日。

②调查地点: 同前。调查日期: 1974年6月13日。

以上试验结果说明, 水稻穗粒和产量与根瘤数量有明显的关系。在同样条件下, 病株的根瘤愈多, 穗愈短小, 粒数愈少, 结实愈差, 产量愈低。如表7中的包胎矮试验区的第Ⅱ组, 根瘤比较多, 但与对照组对比其总穗数为对照组的81.34%, 穗长为83.45%, 总粒数为59.56%, 实粒数为52.57%, 产量为51.80%; 同时与其他根瘤比较少的各组相比较, 不仅株矮, 根和穗短, 粒数少, 充实率低, 产量也比较低。田间调查结果也相类似(如表8)。

四、对水稻产量的影响

水稻根结线虫寄生在水稻后, 影响水稻的生长发育和结实, 致使产量减低。田间产量对比试验表明: 在一般中等发病田, 在同样的栽培条件下, 试用杀线虫剂二溴氯丙烷的各小区比对照各小区分别增产10.9%和21.2%(施药区在水稻插植初期曾出现药害), 试验结果见表9。

表9 田间产量对比试验

试验 分 组	施药时期 (二溴氯 丙烷 10斤/亩)	调 查 科 数	科 根 瘤 平 均 数	土 壤 虫 数 (条/100克)	科 平 均 高 度 (厘米)	根 平 均 长 度 (厘米)	产 量			小 区 面 积 (亩)
							小 区 实 收 (斤)	折 亩 产 (斤)	产 量 比 较 (%)	
对照1	—	20	49.0	175	65.23	16.55	26.0	676.3	100	0.04
对照2	—	20	33.9	140	63.76	18.25	28.1			0.04
施药1	1974.12.3	20	8.15	20	71.06	17.30	33.0	820.0	121.2	0.04
施药2	1974.12.3	20	13.2	70	69.48	18.53	32.6			0.04
对照	—	20	85.4	145	62.90	17.48	55.5	693.8	100	0.08
施药	1975.2.23	20	9.2	45	67.32	18.70	61.1	763.8	110.1	0.08

调查日期: 1975年6月23日。

此外, 小区试验也表明(见表7), 发病的各组比对照组分别减产25~50%左右。田间调查和统计, 在同一块发病田里, 其中严重发病的比轻微发病的减产8~43%(见表8)。

讨 论 和 小 结

水稻根结线虫寄生于水稻根部, 破坏根组织, 阻碍根系的正常机能, 从而影响植株的生长发育和结实。但是, 本病对水稻生产的影响有多大, 常不易作出精确的估计, 尤其是在轻微和中等发病情况下, 对其危害性较容易忽视。因为本病是一种慢性病, 线虫

寄生在根部，植株地上部无特异病状，仅表现株矮，叶黄，生势衰弱等症状。而且在同一块发病田里，发病是不均匀的，每科水稻发病轻重也差异较大，甚至每科病株中各株也有轻重之分，互相混杂，不易觉察，从而影响我们对此病危害性的认识。根据几年来的调查和实验，我们认为此病害对水稻的生长发育和产量的影响是明显的，在一般中等发病情况下，影响水稻产量约10~20%左右，严重发病时可达40~50%。

近年来Hollis (1966)、Golden and Birchfield (1968)等报道，此类线虫病主要为害秧田和旱稻，并认为对水稻的影响是轻微和暂时的。这与我们的实验结果有较大的出入。探讨其原因，我们认为主要是由于病原线虫的种类不同而引起。迄今为止，国外已报道侵袭水稻的根结线虫共6种 (S. H. Ou 1972年)，而这些线虫主要寄生在旱地作物，不宜于在经常浸水的条件下生长和繁殖，因而对水稻的影响不大。但目前我国在水稻上发现的根结线虫为一新种 (冯志新, 1975.)，专门寄生在水稻上，并适宜在浸水的稻田里生长和繁殖，对水稻的生长发育和产量的影响比较大，成为我国水稻生产上一个很值得注意的问题。

参 考 文 献

- 冯志新等, 1974 a, 《一种新的水稻病害》。《广东农业科学》, 1974 (2) : 51.
- 冯志新等, 1974 b, 《水稻根结线虫病的发现》。《广东农业科学》, 1974 (3) : 35—37.
- Golden, A. M. and Birchfield, W. 1968. Rice root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) as a new pest of rice. Pl. Dis. Repr., 52 : 423.
- Hollis, J. P. 1966. Nematodes in Louisiana rice field, nature and significance of population control by flooding. Paper presented at 11 th meeting of FAO—IRC Working Party in rice production and protection. 20.
- Peahey, J. E. 1969. Nematodes of Tropical Crops. 264~268.
- Ou, S. H. 1972. Rice diseases. 346—348.
- Steiner, G. 1934. Root — knot and Other nematodes of rice. Phytopathology, 24 : 916—928.
- Tullis, E. C. , 1934. The root-knot nematodes of rice. Phytopathology. 24 : 938—942.
- Van der Linde, J. 1956. the *Meloidogyne* Problem in South Africa. Nematologica, 1 : 177—183.
- Webster, J. M. 1972. Economic Nematology 127—143.

A STUDY ON THE ROOT-KNOT NEMATODE OF RICE

(I). The influence of the root-knot nematode on rice growth

Feng Zhi—Sun et al.

(Laboratory of Plant Nematology, South China Agricultural College)

Abstract

Rice root-knot nematode (*Meloidogyne oryzae* Feng, 1975) is a new disease of rice, which was first recorded by our laboratory in 1973 in China. A study on the influence of the root-knot nematode on rice growth was carried out over the years 1973—1975. The influence was found to be significant. The characteristic symptoms of the disease are an enlargement of and the formation of knot on the rice roots. In the seedling stage, the growth of the root tips was retarded, the plant being weak. After transplanting, the diseased plants were stunted, lacking vigour. Some of them failed to continue to grow, with death rate higher than those of the healthy ones. During the tillering stage, the symptoms on the above ground parts are visible on the foliage; the tillering ability and rate of tillering were reduced, the leaves turned yellowish, and growth retarded. In the heading stage, the heading period was shortened, the ear small and yields reduced. Application of nematicides (DBCP) resulted in an increase of yields of 10—20% (in the moderate diseased fields).

The results were apparently different from those of Hollis et al. (1966). The difference was found to be due to the different species of nematodes involved.