

中以氮肥引起环境问题的可能性最大。氮肥所引起的问题有两个：一是由 NO_3^- 淋失等对水体的污染，一是反硝化产物所造成的同温层臭氧的破坏问题。对于后一问题目前意见尚不一致。

化肥污染问题的研究应结合我国具体情况，譬如我国南方虽然雨量较大，易于造成 NO_3^- —N淋失，但南方稻田占有很大比重，在稻田中大部分无机氮是以铵态氮存在的，加上水田的渗漏量不大，所以这些条件都对防止富营养化有利；据少数测定表明渗漏水和径流含氮量在1.5ppm左右，在比英国农田渗漏水平均含氮10ppm少得多。在北方，由于雨量较少，淋失的可能性要小一些。但是也有人认为我国个别地方已经出现富营养化，前些年北方一些地方进行“肥水”调查表明，一些地区井水含 NO_3^- —N高达数十ppm，远远超过了应有的饮用水标准。这样高 NO_3^- —N，对人民健康有何影响？这部分 NO_3^- —N是哪里来的？与施肥有无关系？都不甚清楚。

磷肥问题可能要简单一些，它通过淋失进入水源的数量是不多的，但随着洗涤剂用量的增加，生活污水中磷的污染也是不可忽视的。

有机物料的污染包括厩肥及城市废物。世界各国都非常重视城市废物对农田的污染。因为城市有机废物施于农田是最理想的处理办法，不仅解决了废物对城市的污染，而且也为农业提供了肥料。但伴随而来的是这些废物可能对农田造成的污染。这个问题在我国似乎还研究得不多，但是一旦造成农田污染，消除它就要花十倍的力量，所以，这个问题也应予以重视。而事实上，大量的城市垃圾正在施于农田。厩肥对环境的污染，在我国似乎还不是一个问题，但是，随着有一定规模养殖场的建立，厩肥可能成为一个环境问题。

以上这些问题，有的是建议尽快解决的，有的是希望开展研究的。只是提供一得之见，希望有助于我国肥料工作服务于四化大业。

氮钾肥用量配比与水稻病害的关系*

何电源 朱应远 张伟达 叶承恩

(中国科学院长沙农业现代化研究所)

随着水稻施肥量的不断增加，有些地区因肥料配合比例不当等原因，导致水稻病害加重，尤其是纹枯病和胡麻斑病，已成为夺取水稻高产稳产的主要障碍之一。一般认为^[1]，纹枯病的发生和为害，受菌源数量、水、肥管理、种植密度、品种抗性和气候等多种因素的影响。缺肥(尤其是缺钾)或是氮钾比例不当，一般都会促使胡麻斑病发生或加重。

1982年我们在湖南长沙县谷塘乡调查，发现当地近年来水稻发生纹枯病和胡麻斑病相当严重，为了解肥料用量、配合比例与两种病害发生的关系，特在该乡青夹泥田上布置了早稻和晚稻试验。现将试验结果总结如下。

* 土壤和植株分析由本所龚惠群、陈顺庄和郭小林等同志完成。

朱应远同志现在湖北省荆州工作，叶承恩同志现在湖南湘潭农校工作。

一、试验方法

(一)试验设计 本试验为随机区组排列,小区面积0.1亩,三次重复。试验处理见表1。

试验的六个处理分别布置在两块田内:(1)甲田,分别作早稻和晚稻试验,施杀虫剂但不施杀菌剂,在无虫害的影响下观察肥料对病害的发生和发展有无影响;(2)乙田,只作早稻试验,施杀虫剂和杀菌剂(井冈霉素),了解在防治病、虫害的条件下,肥料对水稻病害的影响。

(二)供试土壤 试验布置在红砂岩发育的青夹泥田上,土壤养分状况列于表2。在早稻试验前,两块田还施用了绿肥和廐肥。甲田亩施紫云英鲜草2,660斤,廐肥2.42立方米(廐肥成份:全氮(N)0.11%,全磷(P)0.10%,全钾(K₂O)1.15%,有机质5.52%);乙田亩施紫云英鲜草2,400斤,廐肥1.79立方米(廐肥成份:全氮(N)0.16%,全磷(P)0.07%,全钾(K₂O)1.07%,有机质4.04%)。

表1 试验处理

处 理	肥 料 用 量 (斤/亩)		
	N(尿素)	P ₂ O ₅ (过磷酸钙)	K ₂ O (氧化钾)
1. 对 照	0	0	0
2. P	0	10	0
3. N ₁ P	10	10	0
4. N ₂ P	16	10	0
5. N ₁ PK	10	10	10
6. N ₂ PK	16	10	10

注:磷肥作基肥一次施入。早稻:氮、钾肥60%作基肥,30%作分蘖肥,10%作穗肥。晚稻:氮、钾肥50%作基肥,10%作分蘖肥,20%作穗肥。

表2 试验田的土壤养分状况*

试验田块	有机质 (%)	全 氮 (N%)	全 磷 (P%)	全 钾 (K ₂ O%)	碱 解 氮 (N ppm)	速 效 磷 (P ppm)	速 效 钾 (K ₂ O ppm)	pH (水提)
甲田	2.89	0.28	0.039	0.83	143	22.8	47.5	6.6
乙田	2.68	0.29	0.052	0.75	140	17.9	65.6	6.2

* 分析方法系采用中国科学院南京土壤研究所编:《土壤理化分析》一书中的有关方法,下同。

二、结果和讨论

(一)肥料配比与纹枯病害的关系 将早稻和晚稻试验调查得到的纹枯病病情指数作百分数反正弦($\text{Sin}^{-1}\sqrt{p}$)转换后,再作方差分析和多重比较(表3)。早稻和晚稻在最高分蘖期,除乙田有几个处理之间的纹枯病差异达到显著外,其它各处理之间的差异都不显著;在始穗期和齐穗期,各处理的病害从重到轻的次序基本上是N₂PK(乙田齐穗期N₂PK略低于N₂P)>N₂P>N₁P(除甲田晚稻齐穗期N₁P略低于N₁PK外)>N₁PK、对照和P,且差异达到显著或极显著水准。由表3的结果还可以看出:只施磷肥或不施化肥的水稻病害最轻,施氮肥后病害都加重,在N₁的用量时,施钾肥可减轻病害,但达到N₂的用量时,即使施用钾肥也不能减轻病害。从早稻不施杀菌剂和施杀菌剂的两块田的病情指数看,施杀菌剂的乙田(三次调查的平均病情指数分别为1.92, 3.73和4.85)比不施杀菌剂的甲田(三次调查的平均病情指数分别为0.91, 10.3和13.8)有两次显著减轻。可见菌核是发病的基础。因此,要防治纹枯病的蔓延,首先要杀灭病原菌,同时也应注意施肥的种类、数量 and 比例。

(二)水稻的营养状况与纹枯病害的关系 一般认为^[2],稻株生长旺盛或过密,分蘖多,行间封闭,则株间湿度增大,有利于纹枯病气生菌丝迅速生长,病害易于向四周扩展。为此,

表 3

水稻各生育期稻纹枯病病情指数和作正弦转换后的方差分析

田 块	处 理	最 高 分 蘖 期				处 理	齐 穗 期			
		病情指数 (处理平均)	转换后的 处理平均	差异显著性			病情指数 (处理平均)	转换后的 处理平均	差异显著性	
				5%	1%				5%	1%
甲 田 早 稻	N ₂ P	0.98±0.32	5.64	a	A	N ₂ PK	24.4±4.31	29.5	a	A
	N ₁ PK	1.05±0.64	5.51	a	A	N ₂ P	19.8±3.28	26.4	a	AB
	N ₂ PK	1.00±0.58	5.37	a	A	N ₁ P	13.7±3.11	21.6	b	BC
	对 照	0.86±0.35	5.17	a	A	N ₁ PK	11.5±5.08	19.4	bc	BCD
	N ₁ P	0.81±0.32	5.03	a	A	对 照	7.36±1.00	15.7	cd	CD
	P	0.73±0.17	4.87	a	A	P	5.73±0.78	13.8	d	D
甲 田 晚 稻	N ₂ PK	5.33±3.76	12.6	a	A	N ₂ PK	24.2±3.07	29.4	a	A
	N ₁ P	4.02±1.59	11.3	a	A	N ₂ P	15.9±2.44	23.4	b	A
	N ₂ P	3.51±0.72	10.7	a	A	N ₁ PK	15.3±1.97	23.0	b	A
	N ₁ PK	2.79±0.65	9.57	a	A	N ₁ P	14.7±3.07	22.4	b	A
	对 照	2.14±0.49	8.35	a	A	P	3.92±1.44	11.2	c	B
	P	1.62±0.42	7.29	a	A	对 照	2.62±0.75	9.25	c	B
乙 田 早 稻	N ₁ PK	2.68±0.67	9.32	a	A	N ₂ P	10.0±1.71	18.4	a	
	N ₂ P	2.60±0.31	9.27	a	A	N ₂ PK	9.99±0.40	18.4	ab	
	N ₂ PK	2.14±0.29	8.38	ab	A	N ₁ P	5.01±2.07	12.7	bc	
	P	1.46±0.28	6.92	bc	A	N ₁ PK	2.31±1.63	7.66	c	
	对 照	1.35±0.17	6.62	bc	A	P	1.20±0.85	5.92	c	
	N ₁ P	1.30±0.60	6.33	c	A	对 照	0.55±0.56	3.28	c	

注：(1) 乙田始穗期和齐穗期的 N₂PK 处理均缺一个小区的数据，其方差分析和多重比较(L.S.D 检验)是按缺区分析方法进行。表中其它则采用 L.S.R (M.R.T) 法检验。

(2) 因始穗期与齐穗期趋势一致，故表中略去始穗期资料。

我们在晚稻试验时着重考察了水稻的分蘖数量与病害的关系。相关分析表明，其病情指数(均经转换)与分蘖数呈显著的正相关。水稻最高分蘖期的分蘖数 y_1 与始穗期的病情指数 x_1 的相关系数 $r_1 = 0.884^*$ ，回归方程式 $y_1 = 8.805 + 1.773x_1 (n = 6)$ ；水稻齐穗期的分蘖数 y_2 与病情指数 x_2 的相关系数 $r_2 = 0.857^*$ ，回归方程式 $y_2 = 10.72 + 0.218x_2 (n = 6)$ 。从调查资料中可以看出，未施化肥或仅施磷肥的处理，平均每蔸水稻只有 11.6~12 个分蘖。而施用氮肥以后，则可达 13~19 个分蘖，而且氮肥施用愈多，分蘖也愈多，病情则更重。

为了解水稻体内的营养状况与水稻纹枯病害的关系，我们在早稻最高分蘖期和收获期及晚稻抽穗期和收获期分别取样测定了植株和稻草中的养分含量(表 4)，相关统计表明，病情指数与植株或稻草的全磷(P)，全钾(K)含量和 N/K 比值及稻草的全氮含量之间都没有达到显著的相关；而早稻始穗期的病情指数与最高分蘖期的植株全氮量都达到了显著的正相关。分析结果表明，植株体内含氮量愈高，病情指数也愈高，尤以分蘖期更为突出。这可能与氮多使作物生长快，分蘖多，组织柔软，更易受到病菌的侵染有关。

(三) 肥料配比与胡麻斑病的关系 在试验中，早稻很少发生胡麻斑病，而在晚稻上胡麻斑病发生很普遍，从孕穗期开始病斑增多，到乳熟期病情更重。我们调查了各处理水稻发生胡麻斑病的情况(每小区调查 20 蔸，约 200—340 片剑叶)，将其结果作 $\sqrt{x+1}$ 转换后进行方差分析列入表 5。统计表明，N₂P 处理的水稻胡麻斑病比 N₂PK、N₁PK、P 和对重的重，其差异达极显著水准；N₁P 的水稻胡麻斑病比 N₂PK 的重，且达显著水准，也比 N₁PK、P 和对

表4

水稻体内的养分状况

试 验 处 理		植 株*			稻 草		
		N%	P%	K%	N%	P%	K%
甲 田 早 稻	对 照	3.18	0.467	2.24	0.62	0.097	2.51
	P	2.83	0.471	2.26	0.64	0.170	2.08
	N ₁ P	3.75	0.454	1.72	0.75	0.104	2.83
	N ₂ P	3.68	0.515	1.78	1.21	0.165	1.66
	N ₁ PK	3.46	0.506	2.89	0.94	0.093	2.50
	N ₂ PK	3.84	0.511	3.12	0.91	0.185	2.25
甲 田 晚 稻	对 照	1.11	0.259	1.29	0.72	0.100	2.08
	P	1.12	0.286	1.33	0.63	0.116	1.72
	N ₁ P	1.60	0.319	0.98	0.72	0.117	1.27
	N ₂ P	2.13	0.343	0.91	0.94	0.127	1.06
	N ₁ PK	1.27	0.295	1.63	0.71	0.144	2.48
	N ₂ PK	1.62	0.342	1.23	0.61	0.118	1.93
乙 田 早 稻	对 照	2.48	0.410	2.46			
	P	2.47	0.445	2.28			
	N ₁ P	2.90	0.415	1.88			
	N ₂ P	3.73	0.436	2.70			
	N ₁ PK	2.87	0.445	3.24			
	N ₂ PK	3.68	0.463	3.35			

* 植株分析采样时期——早稻为最高分蘖期；晚稻为抽穗期。

照的重，但未达到显著水准。由此可见，水稻感染胡麻斑病后，氮肥用量愈高，发病愈重，加施钾肥以后，一般可减轻，这些情况通过大田调查对比（表6）也得到了验证。

胡麻斑病与水稻体内的氮、钾营养状况也有明显的相关。

将表5中各处理的胡麻斑病的叶斑数与表4中各处理的营养状况进行相关分析，结果表明，每片剑叶上的胡麻斑数与水稻全氮

表5 各处理胡麻斑病方差分析(甲田晚稻)

处 理	剑叶的胡麻斑平均数 (三个重复)	转换后的 处理平均	差异显著性 (M.R.T法)	
			5%	1%
N ₂ P	10.1±1.50	3.32	a	A
N ₁ P	7.42±1.11	2.89	ab	AB
P	5.12±0.45	2.47	bc	B
对 照	5.07±0.89	2.46	bc	B
N ₁ PK	4.95±1.27	2.43	bc	B
N ₂ PK	4.42±0.69	2.32	c	B

表6

大田水稻胡麻斑病

(1982年9月29日~10月5日调查20亩)

队 别	土 壤	品 种	生 育 期	剑 叶	斑 点	斑点每叶片	肥 料 用 量 斤/亩		
							N	P	K
高岸一队	红黄泥	威 优 6 号	齐 穗	188	253	1.3	10.3	0	6.47
高岸一队	红黄泥	威 优 6 号	齐 穗	236	2776	11.8	21.2	1.31	5.98
高岸一队	红黄泥	余赤231—8	乳 熟	216	5920	27.4	17.2	0	4.98
高岸三队	红黄泥	红—410	乳 熟	200	3538	17.7	15.8	0	5.98
雅雀坝队	冷浸田	余赤231—8	乳 熟	266	5870	22.1	20.0	0	0
雅雀坝队	青夹泥	余赤231—8	乳 熟	210	516	2.5	11.0	4.9	8.47

含量成正相关(相关系数 r 为 $0.818^* \sim 0.908^*$ $n=6$), 与水稻全钾含量成负相关(r 为 $0.845^* \sim 0.785$, $n=6$), 除与抽穗期植株全钾含量的相关未达显著水准外, 其余均达显著水准。如果将水稻植株或稻草中的N/K比值与胡麻斑数进行相关统计, 其相关系数均可达显著或极显著水准(相关系数 r 为 $0.910^* \sim 0.991^{**}$ $n=6$)。可见, 水稻胡麻斑病的发生和发展不仅与植株

表7 早晚稻试验稻谷产量

田块	处 理	平均产量 (斤/亩)	L. S. R 检验	
			5%	1%
甲 田 早 稻	N ₁ PK	714 ± 27.8	a	A
	N ₂ PK	697 ± 34.5	a	A
	N ₁ P	647 ± 19.7	b	AB
	对 照	647 ± 6.3	b	AB
	N ₂ P	613 ± 41.1	b	B
	P	607 ± 62.0	b	B
甲 田 晚 稻	N ₁ PK	589 ± 10.7	a	A
	N ₂ PK	589 ± 35.0	a	A
	N ₁ P	467 ± 17.3	b	B
	N ₂ P	441 ± 15.6	b	B
	对 照	395 ± 17.9	c	C
	P	370 ± 29.3	c	C
乙 田 早 稻	N ₁ PK	719 ± 27.7	a	A
	N ₂ PK	669 ± 13.2	ab	AB
	N ₁ P	645 ± 45.1	b	AB
	N ₂ P	629 ± 45.9	b	B
	对 照	620 ± 27.6	b	B
	P	618 ± 12.8	b	B

的氮、钾营养的含量有关, 而且与氮、钾的相对比值有更大的相关。因此, 我们在考虑施肥与作物病害的关系时, 不仅需要考虑某一种肥料的用量, 而且还要考虑氮、钾肥的配合比例。

(四)肥料对稻谷产量的效应 从两块试验田早、晚稻的稻谷产量统计分析(表7)可以看出: (1)施磷肥是无效的, 这与土壤中的速效磷含量较高有关。在早稻试验前, 甲田的土壤速效磷(P)为22.8ppm, 乙田为17.9ppm。晚稻试验前, 不施磷小区土壤速效磷(P)为25.0ppm, 各施磷小区土壤速效磷(P)为21.9~27.0ppm。我国大量的肥料试验和室内分析结果表明, 用0.5M碳酸氢钠提取的土壤速效磷(P)高于10ppm时, 对水稻施磷不会增产^[3], 本试验的结果再次证明了这一点; (2)凡施用氮肥的处理, 稻谷产量都明显高于对照和仅施磷肥的处理, 但氮肥用量达到每亩16斤纯氮时(即N₂处理), 则产

量大多明显低于N₁处理; (3)两块田早、晚两季稻的产量都以N₁PK的为最高, 说明在N₁P肥的基础上配施钾肥的增产效应是明显的。这与土壤中的速效钾含量较低有关。在早稻试验前, 甲田的速效钾为47.5ppm, 乙田为65ppm, 晚稻试验前, 不施钾的各小区为49~56ppm, 施钾的小区为45.8~64ppm, 大多属于施钾有效的范围^[3]。N₂PK的稻谷产量虽列为第二, 但肥料成本高(N₂PK成本为15元/亩, N₁PK为12元/亩), 病害重; 每斤氮钾肥的稻谷生产效率不高。

综合以上各点初步认为, 在土壤速效磷较高而速效钾较低的稻田里, 在每亩施用2400~2700斤鲜绿肥的基础上, 施用10斤纯N的化肥, 必需配合施用10斤K₂O, 这样对减轻病害和提高产量都有好处。

三、结 论

1. 水稻发生纹枯病以后, 氮肥加重病害, 在氮肥用量适当时, 施钾肥可减轻病害, 但氮肥用量过高时, 钾肥也不可能减轻病害。

2. 水稻发生胡麻斑病以后, 缺钾发病重, 在缺钾的情况下, 氮肥用量愈大, 发病愈重, 且病害轻重与植株的N/K比值成极显著的正相关。

3. 在土壤速效磷较高和速效钾较低的稻田, 采用N:K为1:0.83的比例施肥, 对减轻病害和提高产量的效果都较好。

(下转第29页)

简单的作法是把大量的洪水、农闲水引进盐碱滩，不让它白白流掉。例如奇台县草原站利用冬闲水以沾冰形式灌溉盐化草场，由于土壤水盐状况得到不断改善，因此牧草产量也不断提高（表3）。另外，为了减少与农业争水，建议在具备电力的地区，尤其是地下水位很高而又少地表水来源的地区，要积极提倡开发利用地下水。

表3 沾冰改良盐土草场效果*

沾冰年限	优势植物	草层生长情况			产草量比较 (%)	土壤总盐 (%)
		高度(厘米)	盖度(%)	产量(克/米 ²)		
未沾冰	芨芨草。(尚有白刺、盐角草等)	150	20	260	100	4.89
沾冰一年	芨芨草。(次为盐角草、猪毛菜等)	160	22	370	143	2.11
沾冰二年	芨芨草。(次为猪毛菜等)	110	36	306	128	1.60
沾冰三年	苦马豆。(次为蒲公英苦曲菜等)	100	80	590	230	—
沾冰五年	佛子茅。(次为苦马豆苦曲菜等)	120	90	730	280	1.21
沾冰七年	佛子茅。(次为黑麦草天兰苜蓿等)	120	90	2191	840	0.86

* 资料引自：石长魁等，冬季沾冰改良盐渍土植被。《新疆草原资料汇编》1981年。

沾冰就是于每年十一月中、下旬，引冬闲水灌溉盐化草场，使结冰层覆盖全部表土。

六、重视牧区的造林工作

新疆干燥多风。由于大片平原森林和灌丛遭到严重毁坏，更加剧了风力对土壤的破坏作用。大风对土壤造成的严重破坏有：

1. 刮走了肥沃表土。据测定，一次七级大风在一小时内刮走表土0.3厘米。其主要成分是粒径<0.01毫米的细土粒。

2. 埋没或沙化农田。如在精河沙泉子地区有时一次大风就可使沙丘位移1—2米。不仅埋没和沙化了大片农田，而且还经常阻塞交通，妨碍车辆的正常运行。

3. 从盐碱地区刮来的尘土，给土壤带来大量可溶性盐分。据分析，此种尘土含盐量可高达3%以上。这些盐分降落到地表和作物上，不仅使土壤盐渍化，也严重影响作物的生长发育；牧畜吃了这种带盐的牧草也容易发生疾病。为了尽快改变牧区面貌，提高草原土壤生产能力，要切实搞好植树造林工作。对现存的原始森林要实行计划采伐，并划定禁伐区作为防风固沙林带。加强对伐后次生幼林的保护和培育工作。为了解决职工的薪炭问题，可在一些水土条件较好的地方营造片林。另外，也可利用灌、排渠道，河湖沿岸种植耐湿、耐盐、牲畜不啃食、生长快的毛柳。为了能尽快地改善牧区面貌，大力开展对广大荒原植被恢复问题的研究，将有着十分重要的意义。

(上接第7页)

参考文献

- [1] 浙江农业大学编著：农业植物病理学（上册），39—42页、67页，上海科技出版社，1978。
- [2] Michio Hori(孙敬沅译)：日本有关纹枯病的流行病学及防治研究。国外农学—水稻，第1期，43—46页，1983。
- [3] 中国科学院南京土壤研究所编：土壤理化分析，107—127页，上海科技出版社，1981。