

关于糊田稻叶褐斑症的研究

——水稻亚铁中毒的组织化学诊断

浙江农业大学土壤农化专业
富阳县农业科学研究所

前报^[1,2]中已指出糊田稻叶褐斑症的发生原因除由于缺钾高氮引起外,稻株的亚铁中毒可能也是一个重要因素。在我省稻区,常因地形低洼,地下水位高,排水不良等条件在其它因素的配合下,造成水稻亚铁中毒的现象,严重影响着水稻的产量。

有关水稻亚铁中毒的研究,已有许多报告。外观一般表现:开始时首先在老叶上出现烟尘状褐色斑点,之后,那些分散的细斑逐渐扩展连成较大的斑块,直至整个叶片呈现褐色,叶尖枯死。危害严重时,新叶也可能出现病斑。在有些情况下,整个叶片呈现暗褐色,叶片上似涂了一层铁锈一样,但未见斑点发生。

发生水稻亚铁中毒的土壤因素比较复杂。本文主要是寻求水稻亚铁中毒的组织化学诊断方法。试验包括田间调查、田间试验、盆栽试验和溶液培养几部分。

一、试验设计及测定方法

(一)试验设计 水稻品种均采用农虎6号,6月26日播种。

1. 田间试验:在富阳县农科所青丝泥稻田上进行。有六个处理,分别为 N_1K_0 , N_1K_1 , N_1K_2 , N_2K_0 , N_2N_1 , N_2K_2 (处理说明见前报^[1])。8月7日移栽。

2. 盆栽试验:每钵用红壤14斤,除对照外,为了降低土壤的氧化还原电位,另加葡萄糖少量(0.1%),中量(0.25%),多量(0.5%)三种处理。7月29日移栽。

3. 溶液培养:分别于8月14日和9月15日选取生长正常一致的稻株二批进行溶液培养。标准培养液中都采用含 N_2 (NH_4)₂SO₄、 K_2K_2 SO₄、Ca: CaCl₂·2H₂O各为40ppm,但第一批稻株培养液在9月9日前还加有P: Na₂HPO₄10ppm,9日后培养液不再加P,而加FeSO₄,其Fe²⁺浓度分0,10,50,100ppm四级。培养液pH均调节至5左右。13日测定。第二批稻株的培养溶液不加P,一开始就以上述不同Fe²⁺浓度培养。22日采样测定。培养液每隔一天更换一次。

(二)测定方法 植株组织成分中铁含量的测定分活性铁、亚铁和全铁。1. 活性铁的测定:取稻株的待测组织部位,擦洗干净后,再用蒸馏水冲洗,擦干,切成一毫米左右,精确称取0.2克放入指形管中,加6NHCl2毫升,摇匀,静置30分钟,加蒸馏水稀释并过滤于容量瓶中,加10%的盐酸羟胺1毫升,使铁还原,待2—3分钟后加醋酸钠调节至pH3.5左右,然后加0.1%的邻菲罗啉10毫升,最后定容,在波长508m μ 光电比色计上比色定铁。

2. 亚铁含量的测定：除不加盐酸羟胺外，其它手续同活性铁测定。3. 全铁量的测定：用高温电炉在550—600°C下焙烧二小时使充分灰化。

此外我们还试用了以下两种速测方法，来估测组织中亚铁含量以及高铁和亚铁的分布情况。1. 选取待测组织部位，擦洗干净，擦干，切碎，称取0.5克，放于指形管中，加0.1%邻菲罗啉5毫升，摇匀，静置1小时；用标准比色管目视比色，以估测组织中 Fe^{+2} 含量的多少。2. 取待测稻秆，纵向剖开稻秆，用硫氰化钾——盐酸溶液或0.1%邻菲罗啉溶液涂抹于其切面上，以观察高价铁和亚铁的分布情况。所有测定均重复一次。

二、稻株组织含铁状况及稻株亚铁中毒的速测诊断

我们在一系列的分析中发现，稻株不同组织部位中全铁含量的分布：在叶部老叶比新叶多，叶鞘中分布基本上和叶片的趋势相同；茎部则茎节含铁多于节间。活性铁含量的分布基本上和全铁含量的趋势一致(表1,2,3)。值得注意的是，正常植株活性铁含量第

表1 水稻植株叶组织中的铁含量 (单位：占干组织的ppm数)

处 理	铁的形态	活 性 铁 (A)			全 铁 量 (T)			A / T × 100		
		第一叶	第二叶	第三叶	第一叶	第二叶	第三叶	第一叶	第二叶	第三叶
8月22日测定										
富阳县农科所	N ₁ K ₀	194	273	455*						
	N ₁ K ₂	194	373	455*						
	N ₂ K ₀	194	258	433*						
	N ₂ K ₂	323	327	448*						
华家池农场		—	258	509*						
9月2日测定										
富阳县农科所	N ₁ K ₀	258	200	293**	258	274	491	100	73	59.5
	N ₁ K ₂	217	176	194	220	224	394	98.6	78.6	49.2
	N ₂ K ₀	268	189	286**	265	272	589	101	69.5	48.6
	N ₂ K ₂	261	206	227	293	288	364	89.1	71.5	62.4
华家池农场		194	109	88	194	163	169	100	66.9	52.1

注：表中数字为长期淹水区测定结果。

表中数字右上角有*记号者代表有明显褐斑症的叶片，有**号代表仅有烟尘状斑点的叶片。

表2 培养液中 Fe^{+2} 浓度对不同叶位的叶片及叶鞘基部组织中活性铁、亚铁含量的影响 (单位：ppm)

处 理	测定项目	无 铁 区					10ppm Fe^{+2} 区					50ppm Fe^{+2} 区					100ppm Fe^{+2} 区				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4 [⊕]	5*	1	2 ⁺	3 ⁺⁺	4*	5*	1 ⁺	2 ⁺⁺	3 ⁺⁺⁺	4*	5*
叶 片	活 性 铁	206	218	230	—	—	142	206	267	291	—	606	897	885	1097	—	1265	1636	1939	1882	—
	Fe^{+2}	206	194	218	—	—	142	206	218	279	—	606	921	885	1097	—	1265	1661	1903	1751	—
叶 鞘 基 部	活 性 铁	42	40	58	66	104	32	62	72	60	100	200	216	138	174	424	258	266	236	328	496
	速测 Fe^{+2}	<1.25					<1.25 1.25 1.25 1.25 2.5					2.5 5 5 10 20					2.5 5 7.5 20 20				

注：测定日期均为9月13日。⊕、+、++、+++分别表示中毒症状(只表现铁锈色，未表现斑点)微、轻、重、极严重。

*表示叶枯黄。

叶片以干物质计算含铁量，叶鞘基部以鲜组织计算含铁量。

一叶却常比第二叶多。

表1中9月2日测定数据表明,稻叶叶位不同,其活性铁含量和全铁含量均不相同,而以全铁含量变化较大。有意义的是活性铁占全铁量的百分比,因叶位的不同而有明显的变化规律,由上而下依次递减。从表2中可以看出,活性铁基本上是亚铁。亚铁在植株中的存在方式可能也是不同的。表2所得速测铁与活性铁的比例,在正常植株(无褐斑症)中是上位叶鞘比下位叶鞘大,而中毒植株(有褐斑症)则相反。在速测 Fe^{+2} 含量上,正常植株叶鞘基部组织上下差异不大,而病株下位叶鞘基部组织远比上位叶鞘基部组织含量要高。另外,在叶片中虽有较高的活性铁含量,但它不含或很少含有速测 Fe^{+2} 。正常稻株叶鞘基部组织浸提时间延长,速测所得 Fe^{+2} 含量并不增加,但中毒组织随着浸提时间的延长,速测所得的 Fe^{+2} 含量有不断增加的趋势。这些现象都表明亚铁在植株中的存在形式可能是有所不同的。一般正常稻株不会有大量铁的累积,只有中毒稻株在其叶鞘基部、根蒂及根蒂上部茎节部位才有较大数量的累积。大量实验结果表明,用0.1%邻菲罗啉直接浸提稻株叶鞘基部组织、根蒂或根蒂上部茎节组织,这样所测得的亚铁含量的多少对水稻亚铁中毒的情况有较好的相关性。我们初步认为用邻菲罗啉直接浸提稻株组织以测定其亚铁含量,可以作为对稻株亚铁中毒进行速测诊断的简易方法。

三、水稻植株的亚铁中毒含量及其诊断

在富阳农科所试验田中,8月22日观察,各小区第三叶片以下叶片上有明显的褐斑症状。 N_2K 。小区稻株叶片还呈现暗绿色,无光泽。至9月2日,病情普遍好转,只有无钾区第三叶片上有少量烟尘状斑点, N_2K 。小区稻株叶片仍表现暗绿无光。

在盆栽试验中,植株发生亚铁中毒的症状没有出现前面介绍的那种糊田稻叶褐斑症状,而表现叶片上有锈色而无斑点。兹将植株叶片测得的活性铁含量列于表3。

从表3和表2中可以看出,不同叶位受活性铁中毒的浓度是不同的。上位叶较下位叶有较强的抗亚铁中毒的能力。兹将表3和表2不同叶位亚铁中毒症的活性铁含量归纳于表4。

表3 水稻植株叶片活性铁含量 (单位:ppm,盆栽试验)

处 理 叶 位	对 照	加葡萄糖少量	加葡萄糖中量	加葡萄糖多量
1	556	181	542	1097*
2	263	188	113*	1763**
3	238	213	988**	2100***

注: *, **, ***分别表示铁中毒轻、严重、极严重。

表4 不同叶位亚铁中毒的活性铁含量 (单位: ppm)

不 同 叶 位 亚 铁 处 理 中 毒 程 度	第 一 叶	第 二 叶		第 三 叶		第 四 叶
	轻	轻	严重	严重	极严重	微
盆 栽	1907	1113	1763	988	2100	—
溶 液 培 养	1265	897	1636	855	1939	291

表4中溶液培养的第四叶活性铁含量在300ppm左右开始出现中毒症状,和富阳县

农科所试验田 9 月 2 日测定的结果, 在第三叶中活性铁含量达 300ppm 左右时产生烟尘状中毒斑点是相符的。在 9 月 22 日测定的溶液培养也发现 100ppm Fe^{+2} 培养的第 3、第 4 叶表现轻微的中毒症状, 其活性铁含量分别为 375ppm, 358ppm, 50ppm Fe^{+2} 培养中的第 4 叶出轻微中毒症状的为 322ppm。而表 2 中 10ppm Fe^{+2} 培养区第 3 叶含量为 267ppm, 表 3 对照第 3 叶含量为 238ppm, 均未出现中毒症。在华家池多次大田调查测定, 所有无褐斑症的第 3 至第 5 叶的活性铁含量都在 300ppm 以下。因此我们认为至剑叶完全展开为止, 第三叶以下各叶片活性铁含量达 300ppm 左右时, 将开始产生亚铁中毒症状。表 1 和另外一些测定材料证明, 第三叶以下叶片活性铁含量达 400ppm 时, 将产生明显的亚铁中毒症。

在盆栽试验中, 加少量葡萄糖的处理, 水稻生长受到抑制, 但未出现亚铁中毒的症状, 稻株第三叶的活性铁的测定也远低于 300ppm, 生长受到抑制很可能是由于产生的有机酸所引起。

用 0.1% 的邻菲罗啉直接对植株组织浸提, 测定组织铁含量, 在前报^[2] 中已报道稻株基部鲜组织测得的含量在 5ppm 以上时, 植株将发生中毒症。在表 2 中还可以看出, 凡是叶鞘基部用这样的方法测出的含铁量超过 5ppm 时, 相应叶都发生明显的亚铁中毒症状。在 2.5ppm 时, 除极少数例外, 都发现有中毒情况。在 1.25ppm 时, 结果比较混乱。如表 2 10ppm Fe^{+2} 培养的稻株第 2、3、4 片叶叶鞘基部组织都为 1.25ppm, 但仅第 4 叶表现轻微中毒症。田间测定结果也都是这样情况。即使发生有中毒症者也极为轻微。作为亚铁中毒叶片的叶鞘基部速测铁临界含量可认为是 2.5ppm。在 1.25ppm 时可认为是中毒的可疑浓度。

我们在田间调查中还发现有中毒症状的植株经过短时期搁田后, 中毒叶的叶鞘基部速测含铁量仍保持在 2.5ppm 以上, 但经长期搁田后, 中毒叶的叶鞘基部速测法得到的含铁量可以降到 2.5ppm 以下。这在诊断时应给予注意。

用全铁量作诊断水稻亚铁中毒的指标前人已有报道, 一些人^[3] 指出: 亚铁中毒稻株叶片含铁量的临界水平为 300ppm, 并认为这时不管水稻品种如何, 植株生长都受到抑制, 但抗性品种达更高的含铁量才表现中毒症状。也有人^[4] 试验指出在 50ppm Fe^{+2} 溶液培养时, 在老叶上发现亚铁中毒的轻微斑点时的含铁量为 550ppm, 但在 200ppm Fe^{+2} 溶液培养时, 发现中毒时的铁含量达 1850ppm。我们的实验结果是稻株第三叶以下叶片全铁量 500ppm 时发生了轻微的亚铁中毒症状。

四、结 论

1. 稻株组织中铁的分布, 一般老叶中的含量比新叶多, 但正常植株第一叶活性铁含量常高于第二叶中的含量。叶鞘中的趋势和叶片中相似。茎节中也有大量积累, 节间累积数量较少。

2. 植株中的活性铁绝大部分是亚铁。第一叶含的铁基本上是活性铁。随着叶位向下推移, 它所占全铁量的比例逐渐减小。

3. 不同叶位对亚铁中毒的抗性是不同的, 上位叶较下位叶有较强的抗亚铁中毒的能力。

(下转 203 页)

力小,翻出的土堡不成“龙”,耙地时土块易松散,若集中机械力量在短期内突击耕作,则耕耙的质量较好。壤质土壤的适耕期稍长,当耕层的含水量在20%左右时为宜耕时间,适当提前或推后耕作期,对耕作质量的影响不大。粘质土壤易失墒,适墒期短,采用耕、耙、播流水作业或联合作业法,有利于适墒耕耙。随后抢原墒播种,也有利于出苗。

此外,在耕作改土措施中,深耕晒垡能起到良好的改土增肥作用。稻板田、烂泥田应尽早深耕,要翻深晒透或冻透,以促进僵土块风化,增厚活土层,加速土壤有效养分的释放。

3. 增施速效性肥料 低湿地区一般为稻麦二熟制及三熟制,复种指数高,鉴于土壤的物理性质不良,养分释放能力较低,常有供肥不及的现象。对当季作物来说,针对作物长势,适当增施速效性肥料可促进植株正常生长。例如粘湿土壤上的三麦往往出苗迟,苗小苗弱,晚茬麦尤甚。采用拌种肥可促早苗,保证在年前有适当的分蘖数。湿年,因土壤潜层水位较高,早作物受湿害后往往叶色转黄,在加强排水措施的同时,追施速效肥可补充营养,扭转黄苗弱苗现象。

除少数地区外,低湿地土壤经水旱轮作后,磷素易为固定,有效性降低,一般呈缺磷状态,当土壤中速效性磷含量在2毫克/100克土以下时,施磷肥有明显的增产效果。例如荒草圩农场土壤全磷含量为一般,速效性磷仅1—2毫克/100克土,1972年一块洼田上水稻亩产仅有612斤,1973年就在这块田上种同样品种的水稻,每亩施用过磷酸钙30斤,当年水稻亩产便达到769斤。同样,在冬绿肥地上注重磷肥的施用,红花鲜草量有明显提高,来年的水稻也长得较好。

4. 合理轮作 有计划地实行包括绿肥在内的水旱轮作制度,改变土壤长期处于过湿的状况,对改良低湿土壤也很重要。例如老稻田宜先回旱改土,加深耕层厚度,消除有毒物质,更新土壤环境。对早、中、晚稻田块,要有计划地种植绿肥和休闲轮作。在单季早稻田上尽量早耕早晒垡,晚稻田用休闲冻垡等措施来改善土壤物理性状。旱粮轮作的田块,可有计划地种植豆科夏绿肥,加速土壤培肥。毫无疑问,在各种轮作制度中种好各类绿肥,做好藁秆及残茬还田,增加土壤中新鲜有机物质的含量,也是改土培肥的重要措施。

改良低湿地土壤是一项综合性强的工作,应根据土壤呈现的主要农业生产性状,因土制宜地运用各项农业增产技术措施,充分利用其有利条件,防止不良因素的产生和危害,贯彻用养结合方针,这样才能发挥土壤的生产潜力,保证土壤肥力不断上升,作物持续增产。

(上接 207 页)

4. 至剑叶完全展开为止,第三叶以下叶片活性铁含量在300ppm左右可以作为水稻亚铁中毒的临界浓度,400ppm活性铁含量可作为有明显中毒的界线。用0.1%的邻菲罗啉直接浸提比色铁的含量可用作速测水稻亚铁中毒的方法。叶鞘基部鲜组织含量在2.5ppm以上即可能发生中毒症,5ppm以上就会明显的发生中毒。中毒叶片的全铁量在500ppm以上。

参 考 文 献

- [1] 浙江农业大学土壤农化专业、富阳县农业科学研究所,关于稻田稻叶褐斑症的研究——稻田稻叶褐斑症的形态特征、发生因素和诊断方法,土壤,1,45—52,1976。
- [2] 浙江农业大学土壤农化专业、富阳县农业科学研究所,关于稻田稻叶褐斑症的研究——稻田稻叶褐斑症的发病期和潜伏期的化学速测诊断,土壤,1,35—43,1977。
- [3] Tanaka, A, et, al, Soil, Sci, and plant nutrition, 12, 158—164, 1966。
- [4] 但野利秋,日本土壤肥科学杂志,45,521—524,1974。