

# 水网地区水稻土的含硒量及根外 施硒对糙米硒含量的影响

张雪林

姚鼎汉

(浙江师范大学, 金华市 321004) (嘉善县农林局)

**摘要** 本文通过对嘉善县平原水稻土硒含量特征和该区水稻硒含量之间关系的调查研究表明: (1) 嘉善县平原水稻土, 水溶态硒含量低于一般水稻土水溶态硒的临界值 ( $0.010\mu\text{g/g}$ ), 这与该区的土壤母质、地形等因素相关; (2) 低硒水稻土制约了水稻对硒的吸收积累, 因此该县出产的稻米硒含量亦普遍较低, 平均含硒量低于粮食硒的正常含量范围 ( $0.040\sim 0.070\mu\text{g/g}$ ); (3) 水稻地上各部分含硒量存在差异, 糠、秸秆中的含硒量高于糙米, 还发现早稻的糙米、糠、秸秆中的含硒量均低于晚稻相应各部分的含硒量; (4) 通过喷施适量硒盐, 可改善稻米的硒含量, 喷施期以齐穗期效果最佳, 且早稻效果优于晚稻。

**关键词** 水稻土, 水溶态硒, 稻米含硒量

**中图分类号** S143.7<sup>+</sup>1

缺硒对水稻生长发育并不产生什么症状, 但是低硒稻米将会对人体构成不良影响<sup>[1]</sup>, 尤其以稻米为主粮的南方地区。目前已发现在低硒水稻土地区, 低硒稻米与大肠癌有明显相关性; 嘉善县就是个例证, 该县出产的稻米用以喂食小鼠, 其大肠癌诱发病率可达 70% 以上, 而且该县大肠癌死亡率在万分之 22.65, 为浙江省大肠癌高发区<sup>[2,3]</sup>。因此开展对该县水稻土硒环境及其对水稻吸收积累影响的研究, 将有助于搞清在水网平原地区硒的环境化学特征和这类水稻土上水稻对硒吸收积累规律, 为进一步深入研究对人体或牲畜的生物效应具有现实意义。

## 1 材料与方法

嘉善县位于杭嘉湖平原东北部, 境内河湖密布, 地势低平, 地面高程 1.2~2.7m(黄海高程), 水面约占全县总面积的 15%, 是典型的水网平原。该县供试水稻土基本性状见表 1。

在该县选择有代表性的水稻土上采集原始土样和相对应的水稻糙米、糠、秸秆样品, 包括喷硒试验区水稻样品, 预处理和消化均按中国预防医学中心卫生研究所提供的方法进行<sup>[4]</sup>, 风干土样过 18 目筛, 以蒸馏水(土液比 1:5)振荡 2 小时, 提取液以测定水溶态硒; 风干土样过 100 目筛, 用  $V(\text{HNO}_3):V(\text{HClO}_3) = 5:3$  混合液消化, 振荡 1 小时, 浸提液用于测定土壤全硒量; 各植株样品用  $V(\text{H}_2\text{SO}_4):V(\text{HClO}_4) = 3:4$  混合液消化, 浸提液以测定硒含量。上述各浸提液用 2,3-二氨基萘荧光分光光度法测

表 1 供试水稻土土样主要性状表

Table 1 Selected properties of the paddy soil in the study

沉积类型 Sedimentary type	土壤 Soil	pH	有机质	阳离子代换量	机械组成(%) (粒径mm)			
			O. M (g/kg)	CEC (cmol/kg soil)	Mechanical composition			
						>0.01	<0.01	<0.001
湖相沉积物	青紫泥田	6.5	3.68	21.6	39.39	60.61	27.46	
河、湖相沉积物	黄斑青紫泥田	6.3	3.21	21.1	42.46	57.54	25.95	
河相沉积物	黄斑田	6.0	3.05	20.6	43.73	56.26	25.95	
海相沉积物	小粉田	7.1	3.18	20.3	47.11	52.89	18.84	

定糙米硒含量和土壤全硒量、水溶态硒,并对糙米、糠、秸秆按试验设计要求测定其硒含量。

田间试验采用随机区组排列,设空白对照区,供试品种为当地常规品种:早稻为“早莲 31”,连作晚稻为“秀水 04”;采用亚硒酸钠溶液根外喷施,小区面积为 33.33m<sup>2</sup>; (1)在早、晚稻秧苗期、分蘖期、孕穗期、齐穗期、乳熟期,晴天下午 3 时后,用小型喷雾器均匀喷施,浓度为 20μg/g。(2)在早、晚稻齐穗期,晴天下午 3 时后,用 5 个装有不同浓度的小型喷雾器均匀喷施,喷施浓度为 0, 10, 20, 30, 40μg/g,重复 3 次,为防止喷雾扩散干扰,各小区采用塑料薄膜高墙围隔。

## 2 结果与讨论

### 2.1 嘉善县水稻土的含硒量

2.1.1 水稻土含硒量及地域分布 浙江省嘉善县地处杭嘉湖平原,水稻土为该县主要土壤类型。就大尺度而言,按全国硒的生态景观区的划分,杭嘉湖平原属硒中等生态景观区<sup>[6]</sup>。而就本区域,评查结果来看,全县水稻土全硒量平均为 0.0351μg/g, (0.0503~0.0217μg/g, n = 84), 则低于生态景观区的平均水平;同时,全县因微地貌差异使水稻土硒全量具有明显的地域分布特征。按全硒量高低大致可分为三个片区(表 2): (1)全硒含量较低区,平均含硒量 0.0255μg/g,集中分布于该县南部,湖荡少,海拔高程在 1.4~3.3m,属高平田地貌;(2)全硒含量较高区,全硒量平均在 0.0448μg/g,分布于该县北部,属蝶形洼地地貌,高程低,仅 1.2~2.5m,河湖密布,地下水位高,土壤还原性强;(3)全硒含量中等区,平均含量在 0.0351μg/g,地貌特征,地下水位均介于上述两区之间,该县东、西部之水稻土均列此范围。由于地貌影响母质组成,地下水位则影响土壤的氧化还原条件,一般在渍水土壤中还原性较强,有利于土壤中硒的积累,故北区土壤全硒含量较高,南区土壤全硒含量较低,东西两区居中。

表 2 嘉善县水稻土硒含量分布

Table 2 The distribution of Se contents in the paddy soils in Jiashan county

分 布	样 数	全 硒 量	95%置信区
Area	Number of samples	Total Se (μg/g)	95% confidence interval
较高含量区	15	0.0448±0.0075	0.0385~0.0503
中等含量区	12	0.0351±0.0034	0.0323~0.0379
低 硒 区	12	0.0255±0.0038	0.0227~0.0287

按土壤类型来划分,该县不同类型水稻土全硒含量大小(表3)顺序为:青紫泥田>黄斑青紫泥田>黄斑田>小粉田;青紫泥田和黄斑青紫泥田都曾经历过湖沼化成土作用,还原作用强烈,同时有利于生物富集作用,使该两种水稻土全硒含量相对较高,而黄斑田小粉田则通透性好氧化条件为主,小粉田又属海相沉积,土壤呈碱性反应,故全硒含量较低。

表3 嘉善县不同类型水稻土硒含量

Table 3 Selenium contents of different paddy soils in Jiashan county

土壤类型	样数	全硒量	95%置信区
Soil type	Number of samples	Total Se ( $\mu\text{g/g}$ )	95% confidence interval
青紫泥田	8	0.0465 $\pm$ 0.0046	0.0422~0.0492
黄斑青紫泥田	6	0.0403 $\pm$ 0.0034	0.0382~0.0428
黄斑田	8	0.0354 $\pm$ 0.0047	0.0312~0.0387
小粉田	6	0.0287 $\pm$ 0.0028	0.0268~0.0296

2.1.2 水稻土水溶性硒的含量 据84个表层土样的分析结果表明(表4),全县水稻土水溶态硒平均含量在0.00952 $\mu\text{g/g}$ (0.0117~0.00673 $\mu\text{g/g}$ ),略低于水溶性硒临界值(0.01 $\mu\text{g/g}$ )<sup>[5]</sup>。其中略高于临界值的(0.0102~0.0117 $\mu\text{g/g}$ )占38%,低于临界值的占62%。按区域分布,全县21个乡镇中12个乡镇水稻土水溶态硒含量极低,占水稻土总面积的59%,它们多数偏于南部,经统计分析表明,土壤水溶态硒与土壤全硒量呈显著正相关(相关系数 $r$ 为0.90显著),说明水溶态硒低的根本原因是土壤低硒背景条件所致。

表4 嘉善县水稻土有效硒背景值

Table 4 Available se contents in the paddy soils in Jiashan county

土样代号	含量分级	地点	有效硒含量( $n$ )	CV	占总样品数	占总水稻土面积(%)
Code of soil samples	Grade of Se contents ( $\mu\text{g/g}$ )	Location	Available Se ( $\mu\text{g/g}$ )		Percent of total soil sample(%)	Percent of total paddy soil area
S <sub>I</sub>	0.0120~0.110	汾玉	0.0117 $\pm$ 0.0034(4)	19.05	18.68	18.68
(S <sub>11</sub> ~S <sub>16</sub> )		下田庙	0.0113 $\pm$ 0.00024(4)			
S <sub>II</sub>	0.0109~0.0100	姚庄、范泾	0.0107 $\pm$ 0.0019(8)	19.05	21.87	21.87
		天壬	0.0105 $\pm$ 0.0009(4)			
(S <sub>17</sub> ~S <sub>32</sub> )		陶庄	0.0103 $\pm$ 0.0022(4)			
S <sub>III</sub>	0.0099~0.0080	西塘、大舜	0.01018 $\pm$ 0.0008(8)	23.81	28.22	28.22
		杨庙	0.00975 $\pm$ 0.0009(4)			
(S <sub>33</sub> ~S <sub>52</sub> )		大云、大通	0.00894 $\pm$ 0.0016(8)			
S <sub>IV</sub>	0.0079~0.0065	凤桐、洪溪	0.00798 $\pm$ 0.0009(8)	38.09	31.23	31.23
		罗星、惠民	0.00727 $\pm$ 0.0004(12)			
(S <sub>53</sub> ~S <sub>84</sub> )		干窑、里泽	0.00767 $\pm$ 0.0006(8)			
		桐南、丁栅	0.00717 $\pm$ 0.0012(8)			
		俞汇、善西	0.00673 $\pm$ 0.0018(4)			

## 2.2 嘉善县的糙米及植株地上部组织的含硒量

2.2.1 糙米的含硒量 从上表分析还说明,嘉善县糙米的平均含硒量为0.029 $\mu\text{g/g}$ (0.021~0.036 $\mu\text{g/g}$ ),低于我国粮食硒的正常含量0.04~0.07 $\mu\text{g/g}$ 标准<sup>[6]</sup>,全部样品测定结果均在缺硒范围,其中陶庄、杨庙、善西三个乡镇糙米含量低于0.025 $\mu\text{g/g}$ ,占40%,最低的

仅为  $0.021\mu\text{g/g}$ , 而  $0.025\mu\text{g/g}$  以上的占 60%, 表明本县的糙米含硒量普遍较低, 部分地区糙米含硒量极低。

**2.2.2 稻株地上部组织的含硒量** 通过对水稻植株其它部分含硒量的分析, 结果表征了以下特点: 在水稻的地上组织中, 糙米的含硒量最低, 约占地上组织(糙米 + 糠 + 秸秆)中的含量的 19%~23%; 糠的含硒量范围在  $0.040\sim 0.064\mu\text{g/g}$ , 平均含量在  $0.051\mu\text{g/g}$ , 较糙米含硒量高 1.76 倍; 秸秆含硒量略高于糠的含硒量, 平均含量  $0.0605\mu\text{g/g}$  ( $0.053\sim 0.068\mu\text{g/g}$ ), 高出糙米 2 倍以上(表 5)。

表 5 水稻糠、秸秆与糙米含硒量对比

Table 5 Se contents in grain, bran and straw of the rice

土样代号	土壤有效硒含量	a糙米含硒量(n)	b糠含硒量	c秸秆含硒量			
Code of soil samples	Soil available Se ( $\mu\text{g/g}$ )	Se of grain ( $\mu\text{g/g}$ )	Se of bran ( $\mu\text{g/g}$ )	Se of straw ( $\mu\text{g/g}$ )	a/a+b+c	b/a+b+c	c/a+b+c
S <sub>1</sub>	0.00673	0.021(4)	0.042	0.051	0.18	0.36	0.44
S <sub>2</sub>	0.00717	0.022(4)	0.045	0.056	0.18	0.37	0.45
S <sub>3</sub>	0.00727	0.025(4)	0.048	0.053	0.198	0.38	0.42
S <sub>4</sub>	0.00767	0.028(4)	0.048	0.060	0.21	0.36	0.43
S <sub>5</sub>	0.00798	0.031(4)	0.045	0.056	0.23	0.34	0.42
S <sub>6</sub>	0.00894	0.030(4)	0.054	0.058	0.20	0.38	0.41
S <sub>7</sub>	0.00975	0.029(4)	0.051	0.061	0.22	0.36	0.43
S <sub>8</sub>	0.01018	0.034(4)	0.064	0.055	0.23	0.41	0.36
S <sub>9</sub>	0.01030	0.030(4)	0.050	0.061	0.23	0.36	0.41
S <sub>10</sub>	0.01050	0.031(4)	0.048	0.057	0.23	0.35	0.42
S <sub>11</sub>	0.01107	0.036(4)	0.057	0.064	0.23	0.36	0.41
S <sub>12</sub>	0.01130	0.034(4)	0.053	0.062	0.23	0.36	0.41
S <sub>13</sub>	0.01170	0.032(4)	0.052	0.063	0.22	0.35	0.43
$\bar{X}$	0.00927	0.029	0.0505	0.0605	0.21	0.36	0.42

**2.2.3 早晚稻含硒量的差异** 通过以早晚稻样品分析的比较, 发现早稻糙米含硒量均低于晚稻糙米含硒量, 一般低 36%~63%(表 6)晚稻中有 70% 的糙米含硒量是在  $0.03\mu\text{g/g}$  以上, 即在  $0.033\sim 0.036\mu\text{g/g}$  含量范围之内, 其中小于  $0.030\mu\text{g/g}$  者占 30%, 而早稻糙米的含硒量大部分小于  $0.03\mu\text{g/g}$ , 且其中低于  $0.012\mu\text{g/g}$  的占样品总数的 30%。晚稻硒含量高于早稻可能与晚稻生长期长, 有利硒的吸收积累, 也可能晚稻季节气温高于早稻期, 土壤

表 6 早稻、晚稻糙米含硒量对比

Table 6 The Se contents in grain of early rice and late rice

年 份	早稻含硒量(Ese)Se of early rice ( $\mu\text{g/g}$ )				晚稻含硒量(Lse)Se of late rice				Ese/Lse
	n	$\bar{X}$	SD	CV	n	$\bar{X}$	SD	CV	
1986	5	0.012	0.002	5.56	5	0.026	0.003	7.52	2.17
1987	6	0.023	0.005	4.17	6	0.036	0.002	5.12	1.48
1988	6	0.029	0.003	5.20	6	0.033	0.002	6.32	1.14
平均值		0.021( $\pm 0.0086$ )				0.031( $\pm 0.0051$ )			1.59

硒有效性有所提高。仅管晚稻糙米的含硒量高于早稻糙米的,但是仍未达到粮食含硒量标准。

对早晚稻植株地上部分的分析表明,糠、秸秆中的硒含量也与糙米的结果类似,晚稻糠、秸秆中含硒量也高于早稻,分别高 14.2% 和 7.8%(表 7);各组织含硒量相比较糙米之间的含量差异最大可达 42.8%,其次是糠 14.2%,秸秆之间差异最小仅 7.8%。在早晚稻地上组织中,秸秆含硒量最高,均占地上部分总含硒量的 40% 以上,这也许是早晚稻秸秆中含硒量变化较小的原因。

表 7 早稻、晚稻糙米、糠、秸秆含量对比

Table 7 Se contents in grain, bran and straw of spring and late rice ( $\mu\text{g/g}$ )

	样品数	a糙米	b糠	c秸秆	$d(a+b+c)$	$a/d \times 100$	$b/d \times 100$	$c/d \times 100$
	Number of samples	Grain	Bran	Straw		(%)	(%)	(%)
早稻	17	0.021	0.042	0.051	0.114	18.4	36.8	44.8
晚稻	17	0.031	0.048	0.055	0.134	23.1	35.8	41.1
晚-早/早 $\times 100$		42.8	14.2	7.8	0.02	4.7	-1.0	-3.7

表 8 水稻土水溶性硒含量与稻米含硒量

Table 8 The effect of available Se in the paddy soil on rice Se

土样代号	土壤有效硒	稻米含硒量(n)	S.D.	C.V.
Code of soil samples	Soil available Se ( $\mu\text{g/g}$ )	Se of rice ( $\mu\text{g/g}$ )		
S <sub>I</sub>	0.01107~0.01170	0.034~0.023(16)	0.002	5.56~6.25
S <sub>II</sub>	0.01050~0.0102	0.036~0.032(16)	0.002~0.005	8.69~16.67
S <sub>III</sub>	0.00975~0.00789	0.030~0.024(20)	0.001~0.005	4.17~16.67
S <sub>IV</sub>	0.00790~0.00650	0.031~0.021(32)	0.002~0.004	8.00~19.05
平均值	0.00932	0.029(84)	0.006	20.69

#### 2.2.4 糙米及稻株地上部分含硒量与土壤硒含量的相关性

从土样土壤水溶性硒与相对应出产的糙米含硒量的分析对比可看出,糙米含硒量与土壤水溶性硒的地域分布规律一致(表 8)。而且数理分析也表明,糙米含硒量与土壤水溶性硒含量呈显著相关(图 1),因此土壤水溶性硒低是造成稻米硒含量低的主要原因。水网平原地下水位高,水稻土又长期处在淹灌状态下,硒在厌氧条件下被还原为难为作物吸收利用的低价硒化物,而且水稻又属硒非积累植物中含硒量低的种类<sup>[7]</sup>。从表中还表明,糠、秸秆含硒量与土壤水溶性硒也表现

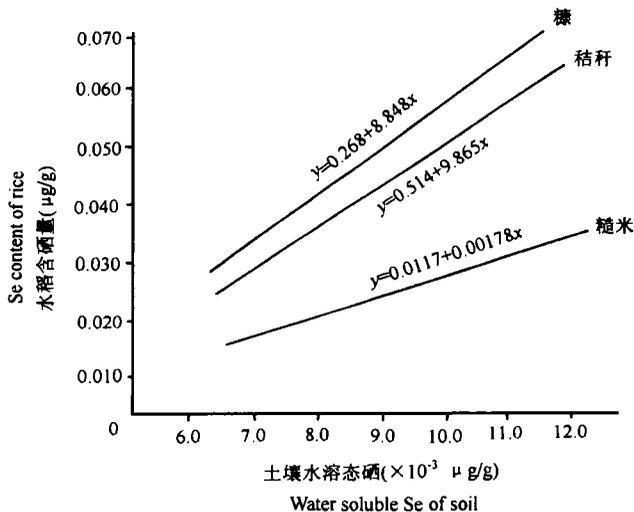


图 1 水稻糙米、糠、秸秆含硒量与土壤水溶性硒回归曲线

Fig.1 The regressive curve between Se of rice grain, bran and straw and water soluble Se of paddy soil

出显著正相关, 它们的曲线斜率明显陡于糙米的, 说明糠、秸秆对土壤硒的有效更具敏感性。

### 2.3 喷施硒盐对水稻含硒量的影响

2.3.1 喷施硒酸盐的最佳时间 经三年定位试验结果表明(图 2), 喷施浓度 20μg/g 硒酸盐对稻米含硒量均有不同程度提高、早稻糙米含硒量可达 0.380μg/g、0.430μg/g, 晚稻在 0.071μg/g、0.103μg/g, 早稻比对照提高了 10 倍以上, 晚稻提高 1.5 倍以上。据研究, 施硒肥使粮食含硒量达到 0.04 及 0.10μg/g, 即可满足人每日摄入量 20μg 及 45μg<sup>[9]</sup>, 而中国营养学会推荐的每人日硒供给量为 50μg<sup>[10]</sup>, 由此可见, 喷硒后的晚稻糙米含硒量符合要求, 而早稻已过量。而且以齐穗期喷施效果最佳, 其次是孕穗期。喷施后, 水稻的糠与秸秆含硒量也有所提高, 但与糙米不同的是, 它们均以生长期后期喷施的效果更好, 其中乳熟期喷施效果最好。从图中还能直观地说明早稻或晚稻均以齐穗期喷施硒盐的整体效果最好; 糙

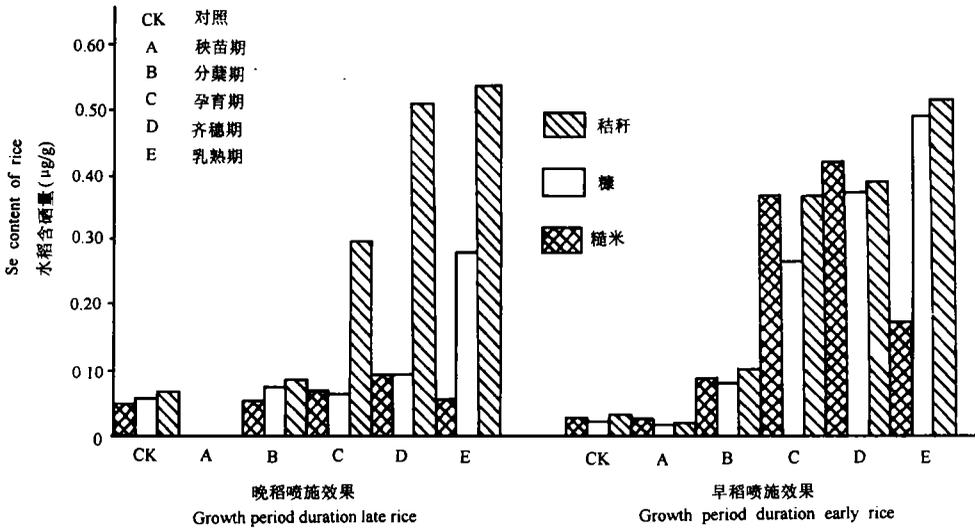


图 2 早、晚稻不同生育期喷施硒 (20μg/g 亚硒酸钠) 的效果

Fig.2 Effect of spray application of Se (20μg/g Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) on Se content of grain, bran and straw of rice during different growth stage of early and late rice

米、糠、秸秆三者含硒量均可达到较高含量水平。在晚稻不同生育期喷施试验中, 对糙米含硒量增效的顺序是: 齐穗期 > 孕穗期 > 乳熟期 > 分蘖期, 对糠的效果顺序: 乳熟期 > 齐穗期 > 孕穗期 > 分蘖期, 对秸秆的喷施效果顺序: 乳熟期 > 齐穗期 > 孕穗期 > 分蘖期; 从上可知, 生育早期的分蘖期喷施效果都很差, 早稻也同样。

2.3.2 喷施硒酸盐的适量剂量 从喷施不同浓度硒酸盐的喷施结果看(图 3),

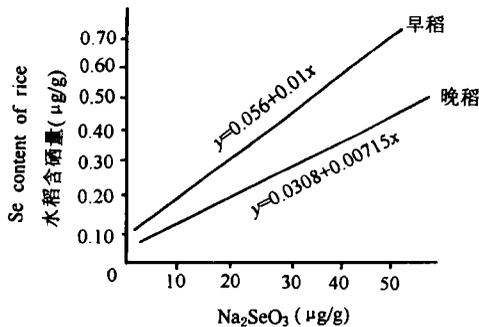


图 3 喷施不同浓度硒酸盐对糙米含硒量影响 Fig.3 Effect of Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> concentration of spray application on Se content of rice grain

不论早稻、晚稻随硒盐喷施浓度增加,糙米含硒量呈明显递增,而且喷施  $10\mu\text{g/g}$  时,即能使糙米含硒量达到正常的粮食硒含量标准 ( $0.04\sim 0.07\mu\text{g/g}$ )<sup>[6]</sup>,一般早稻可达  $0.058\sim 0.092\mu\text{g/g}$ ,晚稻含硒量可达  $0.054\sim 0.122\mu\text{g/g}$ 。过量的喷施既不经济又会产生高硒毒害作用,因此,不论早稻或晚稻以喷施  $10\mu\text{g/g}$  较为适宜。

### 3 结 论

1. 嘉善县水网平原地区,海拔低,地势低平,水稻土全硒含量较低,在  $0.035\mu\text{g/g}$  左右,因微地貌,地下水位高低等因素的影响,全县水稻土全硒量有明显地域分布特征,大致可分为:低硒区、硒含量较高区和硒含量中等区三个片区。由于水稻土起源不同母质类型,因此不同类型水稻土的全硒量也不同,其依次为:青紫泥田 > 黄斑青紫泥田 > 黄斑田 > 小粉田。

2. 分析结果表明,水稻土全硒量与水溶态硒含量呈显著相关性,水稻土水溶性硒亦较低,低于一般水稻土水溶态硒的临界值 ( $0.01\mu\text{g/g}$ ),同时从土壤硒与水稻含硒量的相关性研究中发现,该县水稻土硒的有效性低是制约糙米含硒量的主要因素,全县糙米平均含量仅  $0.029\mu\text{g/g}$ ,低于粮食硒的正常含量范围 ( $0.040\sim 0.070\mu\text{g/g}$ ),水稻地上部糠、秸秆的含硒量虽高于糙米,但含量水平也较低,依次为:糠 > 秸秆 > 糙米。早稻、晚稻的定位试验结果表明,早稻的糙米、糠、秸秆中含硒量均低于晚稻相应组织中的含量。

3. 喷施硒盐对水稻含硒量有明显的效果:(1)糙米含硒量有明显提高且可达到粮食硒含量的正常标准,糠、秸秆含硒量也有不同程度提高,且提高幅度超过前者;(2)喷施期以水稻生长后期喷施效果优于前期,尤以齐穗期效果最佳,此时,无论早稻或晚稻的糙米,糠或秸秆中的含硒量均有明显的提高;(3)早稻喷施效果优于晚稻;(4)喷施浓度以  $10\mu\text{g/g}$  为宜,既经济又不会发生高硒毒害作用。

致 谢 本研究土样和水稻植株的分析工作由浙江医科大学、上海植物生理研究所承担。

### 参 考 文 献

1. 何念祖,孟赐福. 植物营养原理. 上海:上海科技出版社,1987. 322~325
2. 李英,董振芝. 大肠癌高发区血硒和环境硒测定. 肿瘤,1986,6(6):285~286
3. 李英,董振芝. 硒与大肠癌的相关研究. 微量元素,1987,(4):68~71
4. 王光亚. 生物样品、水及土壤中痕量硒荧光测定法. 卫生研究,1983,12(3):1~6
5. 孙淑庄. 克山病及高硒地区土壤中硒的生物利用率. 卫生研究,1983,12(3):91~98
6. 中国科学院地理研究所环境与地方病研究组. 克山病与自然环境和硒营养背景. 营养学报,1982,4(3):175~180
7. 廖自基编著. 微量元素的环境化学及生物效应. 北京:中国环境科学出版社,1985. 112
8. 谭见安,李日邦,朱文郁. 我国医学地理研究的主要进展和展望. 地理学报,1990,45(2):192
9. 杨光圻. 膳食硒需要量和安全摄入量范围研究结果述要. 营养学报,1992,14(3):318~320
10. 中国营养学会. 推荐的每日膳食中营养供给量. 营养学报,1990,12(1):1~9

## Se CONTENT OF PADDY SOIL IN PLAIN REGION OF A NETWORK OF RIVERS AND EFFECT OF FOLIAGE SPRAY OF Se-COMPOUND ON Se CONTENT OF RICE

Zhang Xue-lin

*(Department of Geography, Zhejiang Normal University, 321004)*

Yao Ding-han

*(Jiashan Agriculture and Forestry Bureau of Zhejiang Province)*

### Summary

From a three-year fix-location field experiment, the research work on the Se content of paddy soil and effect of foliage spray of Se-compound on the Se content of rice in Jiashan plain, the author found that:(1) The water soluble Se of paddy soil in Jiashan plain, resulting from the low contents of the total Se of paddy soil, was below critical value ( $0.01\mu\text{g/g}$ ). It was significantly related to parent material and geomorphological factors etc; (2) The absorption of Se by rice was restricted by low water soluble Se of paddy soil, resulting in the rice Se reduction in this region. The average of rice grain Se was lower than the normal food Se contents ( $0.040\sim 0.070\mu\text{g/g}$ );(3) The above-ground organs of rice contain different amounts of Se: the Se contents in the bran and the straw were higher than those of both early and late rice grain; the Se contents in the grain, bran and straw of the early rice were lower than those of the late rice, respectively; (4) By spraying  $20\mu\text{g/g}$  Se compounds during the different rice growth stages the Se contents in the grain, bran and straw were increased, and the Se contents of the grain finally met normal standards of Se contents in food. The best time to spraying Se-compound was at the full spik stage, and effect on early rice is better than that on late rice.

**Key words** Paddy soil, Water-soluble Se, Selenium contents of rice