

生态环境中微量元素硒与克山病*

程伯容 鞠山见 岳淑榕 盛士骏 赫荣臻 张桂兰

(中国科学院林业土壤研究所)

一、前言

生态环境中的生物地球化学过程,决定于自然因素和人为因素的综合作用。生态环境中的化学元素,主要来源于自然界的基岩,以后通过地下水、土壤、植物、动物,最后多以食物形式进入人体。所以生态环境中的生物地球化学过程,是受各个元素之间相互关联、相互制约的复杂反应所控制。人类也必然受到这种生态环境中的生物地球化学过程的深刻影响。为了研究我国多年来没有解决的克山病(地方性心脏病)病因及其防治,把岩石—土壤—生物—人体视为统一的生态系统,并研究人体必需的微量元素在此系统中的迁移变化规律及与人体的关系,来说明环境中微量元素与克山病之间的关系,具有十分重要的意义。

为了消除这种严重危害人民生命与健康的疾病,近十多年来,包括我们在内的一些地学、生物学有关单位和一些医学部门共同从生态环境中的生命元素与人体健康角度,先后调查了黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山东、四川、云南等病区、非病区的生态环境。着重对上述地区的土壤全量硒(以下简称全硒)、水溶性硒、粮食中的硒、人群发硒含量进行了对比研究。结果表明,病区生态环境中土壤水溶性硒、粮食硒和人群发硒含量较非病区有偏低趋势。因而我们也认为,克山病的发生,可能与生态环境中的硒缺乏有关。

为了验证上述观点,进而达到预防疾病的目的,我们在不同病区进行了作物喷洒亚硒酸钠的防病试验。现将情况简述如下。

二、生态环境中硒的分布

(一) 土壤 硒

1. 土壤全硒

Swaine总结了世界各国土壤中硒的含量,极大部分土壤的全硒在0.1—2.0毫克/公斤(以下简称ppm)之间。其中美国硒毒地区高达20—40ppm。而苏联俄罗斯平原的地带性土壤平均硒含量则在0.01ppm以下。

1974—1976年全国克山病病因地学联合调查组测定的四川、陕西、东北、内蒙古东部14个病点和10个非病点的土壤全硒平均值分别为0.13ppm和0.11ppm。病区稍高于非病区。

我们从东北地区61个土壤标本的全硒结果得知,土壤全硒含量范围值在0.015—0.540ppm之间,平均值为0.108ppm。其中病区16个和非病区25个表土平均值分别为0.169和0.086ppm。病区高于非病区。与全国克山病病因地学联合调查组的结果有相同趋势。

* 1. 尹昭汉同志参加部分野外工作。
2. 本项测试工作承我所技术室方肇伦、张素纯、姜恒春及孙君燕等同志协助,特此致谢。
3. 本文除特殊注明者外,所有硒测定数据皆系用原子吸收光谱法测定。

我国上述地区土壤全硒量较世界各国的硒毒地区为低,而较俄罗斯平原的地带性土壤为高,可属中等水平。

2. 土壤水溶性硒¹⁾

土壤全硒仅说明土壤中硒的储量,对于植物的吸收利用,没有明显的相关性。美国的 O. E. Olson 等人在几十年前,即证实土壤中硒的有效性决定于土壤溶液中硒的溶解度。现在通常用土壤水溶性硒代表植物可以利用的有效性硒。

(1) 东北及内蒙古东部地区的土壤水溶性硒 根据我们采集的东北及内蒙古东部地区 216 个土壤标本测定结果,土壤水溶性硒范围值在 0—7.46 微克/公斤 (以下简称 ppb) 之间。

表 1 结果表明,土壤水溶性硒含量上的差异,显然与生态环境中的生物地球化学因素有

表 1 东北及内蒙古东部不同生态环境地球化学条件下土壤硒含量 (表土)

地 区	地 点	pH 值	土壤反应	全硒(ppb)	水 溶 性 硒	
					含量(ppb)	占全硒%
山 地 丘 陵 及 高 平 原	辽宁桓仁文治沟	6.32	—	15.00	<0.10	0.67
	桓仁华尖子	6.30	—	12.50	<0.10	0.80
	吉林靖宇 2 号	6.50	—	37.50	<0.20	0.53
	靖宇 3 号	6.55	—	150.00	0.60	0.40
	黑龙江鹤岗新华	6.08	—	127.00	0.50	0.39
	克山永丰大队	6.45	—	235.00	<0.10	0.04
	克山光荣屯	6.72	—	177.50	<0.10	0.06
	克山永丰大队	5.40	—	82.50	<0.10	0.12
	内蒙古喀喇沁旗	7.20	—	25.00	0.10	0.40
	孤山	6.65	—	275.00	0.24	0.09
	孤山	6.80	—	230.00	0.30	0.13
	孤山	7.00	—	17.50	0.10	0.57
	孤山	7.30	—	150.00	0.10	0.07
西 部 平 原	白城(18)	7.75	+	115.00	3.20	2.80
	(21)	8.42	+	197.50	3.90	1.97
	(22)	9.15	+	12.50	7.46	59.70
	(23)	8.10	+	127.50	3.40	2.70
	赤峰(75—21)	8.70	+	65.00	1.20	1.85
	(75—22)	9.00	+	70.00	0.72	1.03
	乾安(润字井)	8.60	+	87.50	4.80	5.49
	让字大队	8.50	+	95.00	7.20	7.58
	身字井	8.40	+	30.00	4.00	13.30
	大西大队	8.40	+	157.50	4.00	2.54

1) 我们以 1:5 土水比例,用沸水法提取水溶性硒,作为植物可以利用的有效性硒。

关, 尤其和土壤的 pH 值、氧化还原条件有关。同时受淋溶作用的影响也很大。

东北东部湿润森林或森林草原的山地、丘陵克山病地区, 岩浆岩风化后, 含硒矿物易氧化成亚硒酸盐, 并被吸附在土壤黏土复合体上, 处于难溶状态。再者, 由于地形和雨量的影响, 土壤水溶性硒易遭受淋洗, 因而处于低水平。范围值在 $<0.1-0.60$ ppb 之间。平均值为 0.20 ppb。极大部分小于 0.10 ppb。且都只占全量硒的 1% 以下, 大部分小于 0.5% 。

在东北西部及内蒙古东部平原半干旱地区, 土壤水溶性硒不易淋失, 且以硒酸盐占优势, 范围值在 $0.72-7.46$ ppb, 平均值为 1.88 ppb。大部分地区的水溶性硒占全量硒的 2% 以上。

不同的生态环境形成不同的土壤性状和相应的土壤类型。因而土壤水溶性硒的水平, 也在不同地带性土壤类型中有所反映。如半干旱地区的草甸黑钙土、黑钙土、栗钙土及盐化草甸土中, 水溶性硒含量都比较高, 其中以黑钙土为最甚, 可高达 7.46 ppb。而湿润地区的暗棕色森林土、棕色森林土、黑土及白浆土都比较低。但在低山、丘陵地区, 发育在石灰岩、页岩上的棕色森林土, 受基岩影响, 水溶性硒含量也稍高 (表 2)。

表 2 东北及内蒙古东部地区土壤水溶性硒平均值

分 区	样 品 数	水 溶 性 硒 含 量 (ppb)
病 区	144	0.20
非 病 区	52	1.88

东北及内蒙古东部克山病区, 主要分布在湿润森林及森林草原生态环境中的暗棕色森林土、黑土及白浆土区域内。病区分布范围和土壤中低水溶性硒范围基本一致。

(2) 山东部分地区土壤水溶性硒 发育在鲁中南低山、丘陵地区酸性基岩上, 且分布较广泛的棕色森林土中, 水溶性硒含量都较低 (表 3), 基本上属病区范围。只是在局部小

表 3 山东部分地区土壤水溶性硒平均值

分 区	样 品 数	水 溶 性 硒 含 量 (ppb)
病 区	13	0.42
非 病 区	14	1.24

面积的河流两岸或山间盆地冲积性物质上发育的草甸土 (石灰性) 和在石灰岩上发育的红色石灰土等土壤中, 水溶性硒含量才比较高。这些地区经常是病区范围内的健康岛。而胶东滨海及鲁西黄淮平原土壤区域内, 则基本上不出现病人。

(3) 云南部分地区土壤水溶性硒 根据 1977 年全国克山病病因地学联合调查组的资料, 云南省病区分布在海拔 $1,600-2,400$ 米的中生代陆相沉积地层上, 尤其是洪积冲积扇上发育的砂性土区域内。其水溶性硒含量比较低。而在石灰岩上发育的土壤, 水溶性硒含量则较高, 没发现克山病患者, 如表 4 所示, 云南地区的土壤水溶性硒, 也是病区低于非病区。

表 4 云南部分地区土壤水溶性硒平均值

分 区	样 品 数	水 溶 性 硒 含 量 (ppb)
病 区	15	0.79
非 病 区	14	1.24

综上所述,我国东北及内蒙古东部、山东、云南等克山病地区生态环境中的土壤全硒与非病区比较,看不出明显差异。但土壤水溶性硒,常较非病区为低,基本上小于1ppb。

表 5 我国部分克山病区和非病区土壤中水溶性硒含量

地 区	土 壤 中 水 溶 性 硒 (ppb)	
	病 区	非 病 区
东北及内蒙古东部	0.20	1.88
山 东	0.42	1.24
云 南	0.79	1.20
平 均	0.47	1.44

如表 5 所示,我国各克山病地区生态环境的土壤中,能为植物吸收利用的水溶性硒数量普遍较低。而土壤水溶性硒的缺乏,导致各克山病病区粮食作物含硒量的普遍低下。

(二) 粮 食 硒

植物中的硒来源于土壤,但对土壤中硒的吸收,是受当地土壤中硒的存在形态和数量的影响。

表 6 土壤硒与粮食硒、饲草硒的关系

分 区	地 区	土 壤 硒 (ppb)		粮 食 硒 (ppb)					饲 草 硒 (ppb)
		全 硒	水溶性硒	玉 米	小 麦	大 豆	高 粱	谷 子	
病 区	靖 宇	93.50②*	0.40②	2.10③	—	—	—	—	—
	布 旗	172.50①	<0.10①	5.00①	5.00①	6.00①	2.00①	3.00①	2.00①
	克 山	232.50①	<0.10②	2.00①	4.00①	5.00①	—	3.50①	4.00①
	喀 旗	25.00①	0.10①	2.50①	—	—	—	—	—
	桓 仁	13.70②	<0.10②	5.00①	—	—	7.00①	—	—
非 病 区	盖 县	172.50①	1.60②	13.00①	—	—	—	—	—
	大 安	92.40④	5.00④	6.70③	—	—	—	—	—
	双 辽	95.00①	6.20①	20.00①	97.50①	22.50①	13.50①	42.00①	19.50①
	白 城	197.50①	3.90①	48.50①	—	107.00①	35.00①	67.00①	—
	邹 县	42.50②	0.80②	20.50②	28.00①	41.50①	—	—	—

* ①内数字为样品数 (以下同)

从表 6 中大致看出, 粮食作物中硒含量与土壤全硒没有明显的相关性, 而与土壤水溶性硒密切关联, 且两者呈正相关。

1. 不同地区粮食中的含硒量

不同生态环境中各个因素的差异, 导致土壤生物地球化学条件的不同, 影响到土壤中硒的形态和数量, 进而影响到粮食中的含硒量。表 7 为东北及内蒙古东部、山东、云南等不同地区粮食中的硒含量。

表 7 不同地区粮食中的含硒量

分 区	地 区	粮 食 含 硒 量 (ppb)					
		玉 米	小 麦	高 粱	谷 子	大 米	地 瓜 干
病 区	东北及内蒙古东部	6.29 ^⑨	10.20 ^⑥	10.10 ^⑤	10.60 ^⑦	20.00 ^④	—
	山 东	16.20 ^⑭	17.70 ^⑭	—	—	—	12.60 ^⑭
	云 南	7.70 ^⑪	—	—	—	15.80 ^⑬	—
非 病 区	东北及内蒙古东部	26.40 ^⑫	58.30 ^③	52.20 ^⑤	47.60 ^③	22.50 ^③	—
	山 东	31.80 ^⑭	33.40 ^⑭	—	—	—	17.80 ^⑬
	云 南	26.50 ^⑨	—	—	—	29.50 ^⑬	—

上述结果表明, 不同病区与非病区的粮食中的含硒量确有明显差异。东北地区除大米外, 多数粮食相差达 5 倍。其他地区的粮食 (除云南的玉米外) 含硒量相差也在一倍以上。且与土壤中水溶性硒的分布有明显的一致性。其他单位的数据和我们的结果相比较, 趋势是相近的。

2. 不同粮食种类的含硒量

作为人体中硒主要来源的粮食, 其含硒量随作物种类而异。表 8 中的结果表明不同作物对土壤中硒的选择吸收能力有明显差异。

表 8 东北及内蒙古东部不同粮食种类含硒量

粮 食 种 类	平 均 含 硒 量 (ppb)	样 品 数
玉 米	9.50	⑤④
小 米	14.20	⑩
高 粱	17.80	⑫
大 米	20.20	⑧
小 麦	24.90	⑭

从表 8 的 128 个粮食样品结果看出, 东北及内蒙古东部地区几种主要粮食的含硒量中, 小麦最高, 而玉米最低。但玉米作为东北病区农村中最主要的粮食作物, 补充其硒含量的不足, 需给予足够的重视。

3. 不同土壤类型上的粮食作物含硒量

从表 9 看出, 东北及内蒙古东部各地区的主要粮食含硒量, 随着气候、土壤性质和土壤

表 9 东北及内蒙古东部主要土壤类型上的粮食含硒量

分 区	地 区	地 点	粮 食 种 类	例 数	平均含硒量(PPb)
低 硒 地 区	三江平原白浆土、草甸沼泽土	双鸭山、铁力、宁安、鹤岗、	小麦、白面、小米	8	4.70
	东北山地暗棕色森林土(岩浆岩为主)	喀旗、靖宇、桓仁、新宾、尚志、桦甸、布旗	玉米、高粱、小麦、小米	38	5.40
	东北平原北部东部黑土、草甸黑土地区	克山、富裕、安达、乾安	玉米、小麦、小米、高粱、白面	46	8.40
	辽东丘陵棕色森林土(沉积岩为主)	盖县、本溪	玉米、高粱	3	13.0
中硒地区	东北平原西部黑钙土、草甸黑钙土地区	长岭、双辽、白城	玉米、高粱、小麦	20	47.3

类型的不同而有明显差异。根据粮食中的含硒量,东北及内蒙古东部可以分为两个区域:

(1) 低硒区 包括东北三江平原、东部丘陵、山地及东北大平原的北部及东部地区。分布着白浆土、草甸沼泽土、山地暗棕色森林土等土壤类型。其粮食含硒量在1—40ppb间。其中三江平原和东部丘陵、山地,粮食含硒量最低。上述地区都出现过克山病患者,只是病情轻重不同而已。

(2) 中硒地区 主要为分布着黑钙土、草甸黑钙土、盐化草甸土等土壤类型的东北大平原西部地区。粮食含硒量在40ppb以上。这些地区既未发现过克山病患者,也未出现过硒中毒现象。

4. 粮食硒与居民硒摄入量

世界各地生态环境各不相同,居民生活习惯也因地而异,因而各地居民硒日摄入量则各有差异。按Schroeder(1970)资料,每人每天的标准食物硒含量约为62微克。

我国农村居民的粮食种类和饮食习惯,各地区不完全相同,但有一个共同特点,即皆以植物性食物为主,动物性食物很少。表10为部分地区居民硒日摄入量的估算。

表10 东北及内蒙古东部部分地区居民主食含硒量估算

地 区	项 目	玉 米	小 米	土 豆	高 粱	小 麦	主食含硒量/日(ppb)
病区(喀旗)	含 硒 量	7.00	7.00	2.50	—	—	6.55
	组 成 %	50	40	10	—	—	
非病区(白城)	含 硒 量	38.00	51.00	—	33.00	50.00	40.20
	组 成 %	10	10	—	30	20	

表10中的结果表明,东北农村居民主食含硒量与标准食物含硒量相比,皆处于较低水平。其中病区的含硒量则更低。

(三) 人 群 发 硒

根据国内外人发和血液中硒含量的测定结果,说明人发可以作为代表活体水平的检查材

料。我们采集的发样是以男性小学生为主, 表11为不同地区发硒测定的结果。

表11 我国部分地区居民发硒平均值*

地 区	区 别	含硒量(ppm)	样 数		
云 南	病 区	0.110	196	$t=3.87$	$P<0.001$
	非 病 区	0.248	103		
山 东	病 区	0.108	229	$t=4.16$	$P<0.001$
	非 病 区	0.217	110		
四 川	病 区	0.093	178	$t=5.13$	$P<0.001$
	非 病 区	0.162	118		
黑 龙 江	病 区	0.065	143	$t=5.87$	$P<0.001$
	非 病 区	0.146	76		

* 其中 286 个样品系中国医学科学院卫生研究所用荧光法测定的。

表11结果表明, 在我国几个不同病区中, 人群发硒含量较非病区有一致的偏低趋势, 且差异显著。其中以黑龙江地区人群发硒含量最低, 而云南较高。发硒的变化趋势与土壤水溶性硒的变化趋势是一致的。由南向北, 各地区的发硒含量有依次降低的趋势。

三、改善病区生态环境, 增加粮食中含硒量, 预防克山病

(一) 改善病区生态环境的意义及作法

硒是机体必需的微量营养元素, 近年来硒与动物和人体健康之间的关系, 日益引起人们的关注。我国一些医学单位研究并得出口服亚硒酸钠有预防克山病的效果。而我们针对克山病区生态环境中缺硒状况, 用亚硒酸钠对部分病区主要作物进行叶面喷洒, 提高粮食中的含硒量, 增加病区居民的硒摄入量, 以期达到预防克山病的目的, 和从中找出一条简便、安全、可靠的防病途径。

为此, 我们从1976年开始, 在内蒙古昭乌达盟喀喇沁旗美林公社孤山大队进行亚硒酸钠喷洒粮食作物, 预防克山病的实验¹⁾。从1977年起, 又在山东省邹县张庄公社老林大队进行了同样目的的试验²⁾。

试验作法 经过试验, 在粮食作物扬花吐穗期(地瓜在膨胀期), 每公顷用7.5克(山东地区)或15克(内蒙古地区)亚硒酸钠溶于水中(1克溶于20公斤水中), 对当地主要粮食作物进行叶面喷硒。

(二) 作物喷硒与粮食含硒量

以我们在内蒙古喀旗褐土地区和山东邹县棕壤地区的粮食作物喷硒试验, 其粮食中硒含量的增加情况如表12、13所示。

1) 协作单位: 昭乌达盟地方病防治队, 喀喇沁旗卫生防疫站。

2) 协作单位: 辽宁省地方病防治研究所, 山东邹县卫生防疫站, 山东邹县人民医院张庄分院。

表12 喀旗主要作物对喷洒不同用量亚硒酸钠的吸收效果 (单位: ppb)

亚硒酸钠用量 (克/公顷)	玉 米			大 豆			谷 子			小 麦		
	硒含量	增加量	增加倍数	硒含量	增加量	增加倍数	硒含量	增加量	增加倍数	硒含量	增加量	增加倍数
7.5	35.2	26.7	3.1	—	—	—	298	261	7.1	91	60	1.9
15.0	63	54.5	6.4	—	—	—	420	392	14.0	112	91	4.5
22.5	113	104	11.6	312	289	12.6	118	90	3.2	116	95	4.5
15.0+150公斤硫酸 对 照	26.5 8.5	18	2.1	— 23.3	—	—	— 27.9	—	—	55 21	34	1.6

表13 邹县主要作物对喷洒不同用量亚硒酸钠的吸收效果 (单位: ppb)

亚硒酸钠用量 (克/公顷)	玉 米			大 豆			花 生			地 瓜		
	硒含量	增加量	增加倍数	硒含量	增加量	增加倍数	硒含量	增加量	增加倍数	硒含量	增加量	增加倍数
3.75	34	24.5	2.6	48	32.5	2.1	81.5	69	5.5	90.0	82	10.3
7.50	40.5	31	3.3	88	62.5	2.5	181	169	14.1	310	302	37.8
15.0	99	89.5	9.4	124	108	6.8	179	156	6.8	—	—	—
对 照	9.5			15.5			12.5			8		

表12、13的结果表明,作物喷洒后,粮食含硒量明显增加(叶面喷洒的粮食以下简称硒粮)。以7.5克用量为例,玉米、小麦含硒量增加4倍。大豆、花生增加4—13倍。地瓜可增加10倍。还可以看出,除谷子外,其他作物的含硒量,都随喷施量的增加而加大。但不同作物间,由于本身的生物学特性,对硒的吸收率很不相同,因而增加幅度有很大差异。其中旋花科的地瓜,豆科的花生吸收率较高,玉米、小麦等禾本科作物相对较低。

考虑到硫和硒属同一族元素,物理、化学性质相近,且两者之间的关系也日益引起重视,因而在喷洒试验的同时,也进行了硫硒混合施用的试验。结果表明,硫硒混合施用的作物含硒量远较硒单独施用低。这说明硫硒两元素间有某种拮抗作用。硫酸在农业生产中经常使用,为此,在这里提及。硫和硒之间的相互作用问题,很值得进一步研究。

(三) 硒粮与人体硒水平

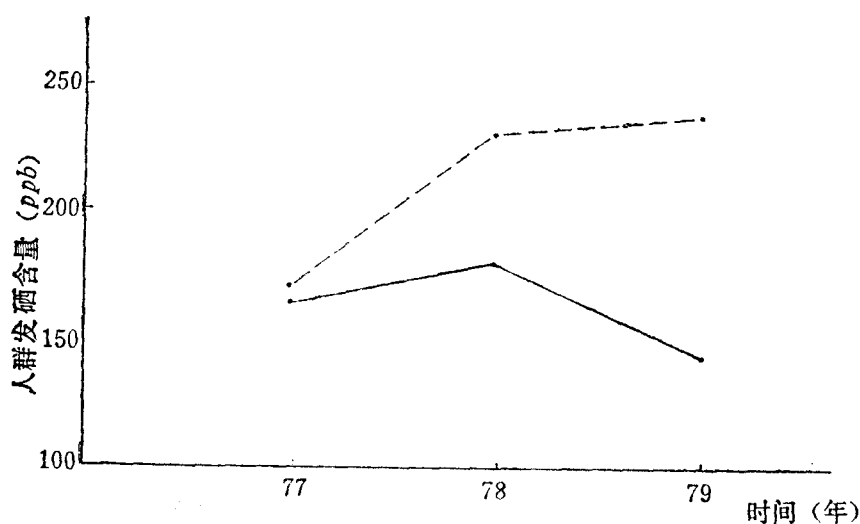
在山东邹县克山病区,当地居民以收获的硒粮作为口粮。1978年每人分到口粮200公斤。其中地瓜干150公斤,玉米约30公斤,余者为小麦和其他杂粮。作物以不同的用量喷洒后,测算每人每天从主食中摄入的硒量如表14。

表14 邹县老林大队以不同亚硒酸钠用量喷洒主要农作物,测算居民每天主食硒摄入量

用 量 (克/公顷)	150公斤地瓜干 含硒量(毫克)	30公斤玉米 含硒量(毫克)	合计一年主要口 粮含硒量(毫克)	估 算 每 人 每 天 硒摄入量(微克)
3.75	13.50	1.21	14.71	40.80
7.50	46.50	2.97	49.47	135.50
对 照	1.20	0.24	1.44	3.90

上述测算结果表明,以不同用量亚硒酸钠喷洒粮食作物后,居民硒日摄入量皆有大幅度增加。增加幅度可由10倍到30倍之多。如以7.5克/公顷用量为例,居民硒日摄入量可达40.8

微克, 再加上其他食品, 如小麦、杂粮、蔬菜、副食中的含硒量, 硒的摄入量还可以增加一些, 估计可以接近Schroeder的标准食物的硒摄入量。当地居民(男性小学生)在以7.5克/公顷的用量喷洒后, 收获的硒粮经连续一年及两年食用, 其人群(14人)发硒含量和对照大队的连续三年的人群(15人)发硒含量比较, 其变化趋势如图1所示。



—— 对照人群发硒 ---- 食用硒粮人群发硒

图1 食用硒粮人群与对照人群发硒的变化

对该地区人群发硒的测试结果表明, 山东邹县克山病地区, 人体硒水平明显偏低, 当地男性小学生人群发硒平均含量约在170ppb左右。但当地人群连续食用硒粮一年, 两年后, 与食用硒粮前和与邻近对照人群相比较, 其人群发硒含量则普遍提高。图一即清楚地表明这种变化趋势。

表15 食用硒粮人群与食用硒粮前及对照人群的发硒含量

时 间	人 群 类 别	含硒量(ppb)	人 数	
1977年	老林大队食用硒粮前人群	171.2	18	$t=2.62$ $P<0.05$
1978—1979年	连续食用硒粮一年、两年后人群	241.7	14	
1978—1979年	连续食用硒粮一年、两年后人群	241.7	14	$t=3.07$ $P<0.01$
1977—1979年	张庄大队对照人群	167.2	15	

另外表15的结果也清楚表明了, 连续食用硒粮一年, 两年后的人群发硒含量, 不论与食用硒粮前的1977年的, 还是与对照人群从1977年到1979年三年的发硒含量比较, 差异都是显著的或是很显著的。从而可以看出, 低硒的克山病区, 作物叶面喷硒, 收获的硒粮, 经连续食用后, 提高人体的硒水平, 效果是肯定的。

(四) 硒 粮 与 克 山 病

内蒙古喀旗孤山大队, 吃硒粮前经昭盟地方病防治队和喀旗卫生防疫站诊查, 1975年有

3 例急性克山病发生, 其中两人死亡 (一人经病理解剖, 证实为急性克山病)。1976—1977年 1 到 2 月间有一例急性克山病发生, 和两例潜在型转变成慢性克山病, 并突然死亡。而在吃硒粮后的 1977 年 3 月至 1978 年 3 月一年间, 没有新发病人 (孤山大队人口约 500 人)。

山东邹县老林大队居民食用二年硒粮 (1978—1979 年) 后, 发病情况亦有好转, 如表 16 所示。

表 16 邹县张庄公社张庄大队和老林大队历年克山病病情*

时 间 (年)	老 林 大 队		张 庄 大 队		张 庄 公 社		备 注
	新发病人	死 亡	新发病人	死 亡	新发病人	死 亡	
1 9 6 9	2	2	0	0	3	2	1. 老林大队人口 3,100 人, 从 1978 年开始 食用硒粮。 2. 张庄大队人口 2,800 人, 为对 照队。
1 9 7 0	2	2	1	0	16	12	
1 9 7 1	1	0	0	0	16	6	
1 9 7 2	3	1	1	1	19	12	
1 9 7 3	1	0	0	0	11	5	
1 9 7 4	0	0	2	0	14	7	
1 9 7 5	1	0	1	1	12	6	
1 9 7 6	2	0	0	0	21	7	
1 9 7 7	5	1	2	1	27	4	
1 9 7 8	0	0	1	1	19	3	
1 9 7 9	0	0	1	1	5	2	

* 根据山东邹县人民医院张庄分院资料。

从表 16 看出山东克山病区病死率很高, 1976—1978 年间, 病情又有发展。老林大队 1977 年的新发病人人数也达到历史最高峰。但居民在连续二年食用硒粮期间, 未出现新发病人。这无论与本大队历年新发病人人数, 还是与对照的邻近张庄大队比较, 都显示出其防病效果。

但是对于硒粮与克山病之间关系的研究, 由于时间短、人数也不多, 还需要进一步试验与观察。

(五) 作物喷硒对产量的影响

克山病区的作物叶面喷硒, 除防病外, 对作物产量也有一定的影响。其影响大小, 则因种类而异。其中禾本科的玉米和小麦, 经 3.75—15.0 克/公顷不同浓度喷洒后, 增产幅度分别为 21—25% 和 8—23% 范围内, 有较明显的增产效果。豆科的大豆与花生, 增产情况分别为 +2—+10% 与 -0.7—-3.4%。旋花科的蕃薯 (地瓜) 为 -2—-8.7%。看来花生与地瓜, 在以不同浓度亚硒酸钠喷洒后, 有不同程度的减产, 经田间观察, 某些作物增产的原因, 可能与低浓度亚硒酸钠有杀虫效果有关, 从而导致了作物的相对增产。由于试验时间较短, 仍须进一步观察验证。

四、结 语

1. 根据东北及内蒙古东部地区资料, 我国克山病区生态环境中的土壤全硒量与世界其他地区比较, 属中等水平, 而可供植物利用的水溶性硒, 则普遍较低, 几个病区平均值皆

在1ppb以下。其中以黑龙江地区最低, 约为0.2ppb, 依次为山东和云南, 分别为0.42ppb和0.79ppb。我国克山病病区多分布在低山、丘陵上的湿润土壤类型区域内。在东北及内蒙古东部多分布在暗棕色森林土、黑土及白浆土区域内。

2. 土壤水溶性硒的数量与粮食硒的含量密切相关。同一地区作物种类不同, 粮食中硒的数量也不相同。东北及内蒙古东部地区各主要作物中, 玉米硒含量最低。同一作物位于不同地区, 硒含量相差很大, 有的可达5倍之多。根据粮食中的含硒量, 我们将东北及内蒙古东部地区分为低硒与中硒两个区域。粮食含硒量在40ppb以上者为中硒区, 以下为低硒区。我国东北农村多以玉米为主食, 因之食物中的硒摄入量与标准食物比较, 远远低于生活需要的正常水平。

3. 发硒作为人体的活体硒水平, 在克山病区人群中普遍偏低, 其中尤以黑龙江病区为最低, 依次为山东、四川及云南病区。这与土壤水溶性硒的变化趋势相近似。

4. 克山病区的低硒环境可以人为地加以改善。如作物叶面喷硒, 可以明显地提高粮食中含硒量。病区居民食用硒粮后, 除增加了体内硒水平, 还有防病效果。这也说明克山病可能是生态环境中的一种生物地球化学性疾病。其发病与生态环境中缺乏微量元素硒有关。是土壤—植物—人体之间有了缺隙的生态系统问题。病区作物叶面喷硒, 可以改善病区生态环境和预防克山病。在实际应用中, 喷洒用量要因地制宜, 并须严加控制。在如何实现喷洒技术现代化, 以及改善土壤性质, 提高病区土壤中硒的有效性等问题上, 还需要进一步研究。

5. 初步结果显示, 禾本科作物喷硒还能增加产量。

参 考 文 献

- 中国科学院南京土壤研究所主编 1978 中国土壤. 441—704页. 科学出版社。
中国科学院林业土壤研究所 1980 中国东北土壤. 科学出版社。
程伯容等 1980 我国东北地区土壤中的硒. 土壤学报17(1):55—61。
程伯容等 1980 东北地区岩石、土壤和粮食中微量元素硒的背景地球化学. 环境背景值论文集. 科学出版社。
Asher C. J. et al. 1977 Selenium transport in root systems of tomato. *J. exp. Bot.* 28:279—291.
Beeson K. C. and G. Matrone 1967 The soil factor in nutrition: Animal and Human. 104—116 Marcel Dekker Inc New York.
Cary E. E. and W. H. Allaway 1969 The stability of different forms of selenium applied to low selenium soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33:571—574
Frost R. R. and R. A. Griffin 1977 Effect of PH on adsorption of arsenic and selenium from landfill leachate by clay minerals. *Soil Sci Soc. Am. J.* 41:55—57.
Ganye T. J. and E. J. Whitehead 1958 Selenium uptake by plant as affected forms of selenium in the soil. *Proc. S. Dak Acad. Sci.* 37:85—88.
Geering H. K. et al. 1968 Solubility and redox criteria for the possible forms of Se in the soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32:35—40.
Olson O. E. and A. L. Moxon 1939 The availability to crop plant of different forms of selenium in the soil. *Soil Sci* 47:305—311.
Schroeder H. A. 1970 Essential trace metals in man; Selenium. *J. Chron Dis.* 23:277.
Swaine D. T. 1955 THE trace element content of soils Commonwealth Agricultural Bureaux, Eng.

THE TRACE ELEMENT SELENIUM IN THE ECO-ENVIRONMENT AND THE KE SHAN DISEASE

Cheng Borong Ju Shanjian Yue Shurong Sheng Shijun

He Rongzhen and Zhang Guilan

(Institute of Forestry and Pedology, Academia Sinica)

A Kind of disease called ke shan disease occurred among the people in certain districts of our country. It was discovered that the water soluble selenium content in soil and the selenium content in both the cereals and human bodies in the disease district were all lower than that in the nondisease district. Hence this kind of disease is related to the deficiency of selenium in the eco-environment.

The amount of water soluble selenium that can be absorbed by plants in the different disease districts was from 0.2 to 0.8 ppb. While that of the non disease districts was 1.24 to 1.88ppb. The change of the selenium contents in the cereals and the people (human) hairs has similar tendency. The water soluble selenium contents were related with the zonal soil distribution.

For the prevention of the disease, we sprayed the cereals crops in the disease districts with sodium selenite. The dosage used was 7.5 to 15.0g/ha. The selenium contents of the crops thus treated were all increased, for example, the selenium contents of corn and wheat increased three-fold. The selenium contents of the persons who have eaten the selenium treated cereals were all increase (about $\frac{1}{3}$) and the rate of the disease occurrence was reduced. beside, the yields of the crops were creased.