

新疆土壤

(土壤肥力专辑)

中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所

一九八二年二月

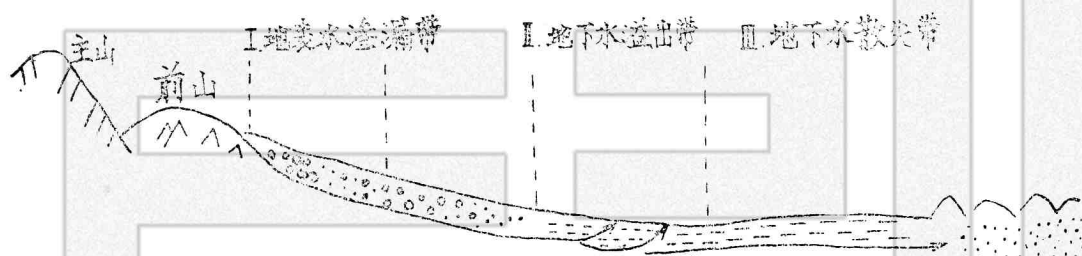
目 录

(1)、天山北麓平原主要土壤类型有机质现状及培肥途径.....	张斌 李步军	(1)
(2)、天山北麓主要耕作土壤的磷素状况及影响其有效性的因素.....	陈潭明	(12)
(3)、果树黄化失绿病因及其防治研究初报.....	余其立	(18)
(4)、土壤酶活性与土壤肥力因素间的相关性研究.....	魏朝芬	(33)
(5)、新疆101团场土壤肥力性状及其培肥途径.....	土壤室土壤肥力组	(40)
(6)、磷素营养对冬小麦的增产作用.....	韩润娥	(51)
(7)、新疆天池自然保护区土壤概况及其主要形成特点.....	张斌 李步军	(58)
译 文		
土壤中磷素积累中心存在的范围和时间.....	А.Ю.КУДЕЯРОВ	(68)
腊兹多耳诺耶平原土壤中的磷.....	А.Т.Терентьев Н.К.Морепланиева	(74)
微量营养元素铁.....	J.S.Kanwar	(79)
提高磷肥利用率的途径.....	Г.М.Кривоносова П.П.Левеев	(87)
灌溉土壤的熟化性质及生产能力.....	Герасимов	(93)

天山北麓平原主要土壤类型 有机质现状及培肥途径*

张 斌 李步军

天山北麓平原位于准噶尔盆地南缘(北纬44—45°,东经84—90°),处于大陆性气候带,气候干燥,蒸发量大于降水量10倍之多。本区的土壤是发源于天山诸河流如古尔图河、四棵树河、奎屯河、玛纳斯河、乌鲁木齐河……的洪积、冲积、沉积而成。由山麓到平原规律地分布着棕钙土——灰漠土——草甸土——盐化、碱化灰漠土等土壤类型(图1)。本区属于旱作杂粮区,适种多种作物,以小麦、玉米为主,水稻、马铃薯次之。经济作物瓜类,棉花较多。耕作制度一年一作,一年二作及二年三作等。本区气候温和,水源充足,土质较好,土地资源丰富,农业发展历史较久,是北疆的主要农业区之一。



地貌 土壤	前山丘陵	冲 积 扇			扇缘溢出带	冲 积 平 原				沙 丘
		上部	中部	下部		上	中	干三	扇缘	
土类 或 亚类	耕作栗钙土 耕作棕钙土	漠土 漠灰漠土			草甸土	盐化草甸土	盐土	盐化草甸土	洪淤土	洪漠风沙土



* 文中分析资料由张翠英同



新疆维吾尔自治区图书馆XT0-0079823

天山北麓土壤分布图式

一、土壤有机质含量分布概况

土壤有机质在土壤肥力中的作用早已被农业生产实践所证明。本区土壤由于土壤母质及形成发育的时间不同，生态条件的差异、耕作条件及施肥水平的不同，反映到各类土壤有机质含量上亦有差异。

棕钙土主要分布于山前丘陵区为荒漠草原区形成的地带性土类，表层有机质含量多在0.6~1.5%间，含氮量在0.06—0.08%间，碳氮比在7.0—11.0之间（表1）。棕钙土区地下水位深，无盐渍化威胁，但由于所处地形部位较高，引水不便，土层较薄，故多用作牧场。土层较厚，灌溉方便的灌溉棕钙土，由于人为耕种熟化，有机质含量大于1.5%，土壤肥力水平较高。棕钙土有机质的含量沿剖面的分布相差较大，表层含量较多，沿剖面向下含量较少。

灰漠土广泛分布于天山北麓洪积扇的上、中部和古老冲积平原上。沿乌伊（乌鲁木齐市—伊宁市）公路分布有灌溉灰漠土。此类土壤是在荒漠条件下形成的土壤类型，生物作用十分微弱而物理风化作用起着相当强的支配作用。由于植被复盖度低，每年能为土壤提供的有机物质的数量不多，加之干热的气候条件又

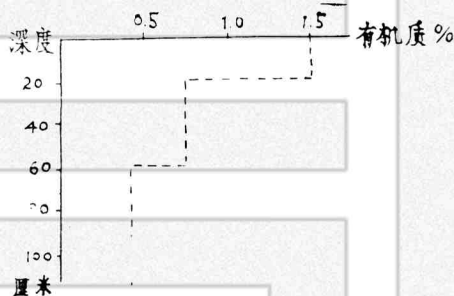


图2 棕钙土有机质在剖面中的分布

促使这些有机物质迅速分解和矿化，因而灰漠土中储存的有机质的数量是相当有限的，以致不可能形成明显的腐殖质层。大量的分析结果表明，灰漠土表层有机质含量多在0.5-1.5%左右，最高不超过2%，全氮量变动在0.05—0.08%间，土壤的碳氮比值很窄，一般为9.0左右，显然这是有机质强烈矿化的结果（表2）。

灰漠土由于分布的地貌位置及人为的耕作灌溉的影响，其有机质的含量差异明显；典型的灰漠土，表层有鳞片状的结皮层，其下有褐棕色的紧实层，有机质含量多在0.7—1.0%左右，现多为荒地。弱度熟化的灌溉灰漠土（白板土）多分布于洪积—冲积扇的中部，耕层多呈灰棕色，耕层以下有板结、坚硬的紧实层，土壤肥力低，有机质含量不高，多在1.0—1.5%之间。而中度熟化的灌溉灰漠土（黄板土）一般是有15—20厘米的耕作熟化层，多呈暗棕色，有机质的含量在1.5—2.0%间，有的高达3%左右（表3）。

草甸土类主要分布于沿河低阶地和扇缘地下水溢出带，是本区主要农业用地之一，多呈暗灰色和灰色，具有明显的腐殖质层。土壤表层有机质含量大部分在1.5—2.0%间；其中暗色草甸土的有机质有的高达4.0—6.0%；浅色草甸土的有机质含量在0.5—1.0%之间。草甸土分布区地下水位一般在1—3米，矿化度为1—3克/升，因此，大部分草甸土都具有不同程度的盐渍化。总盐一般在1—3%，pH在8.0左右，因而降低地下水位，防止盐渍化，才能有效地发挥这类土壤的潜在肥力（表4）。

灌淤土主要分布于冲积扇的中下部和冲积平原三角洲的下部，是上千年来引用河水灌

表1 棕钙土一般理化性状

土壤名称	剖面号	采样地点	采样深度(厘米)	有机质 %	全氮 %	C / N	全磷 %	CaCO ₃ %	pH	耕作历史
棕钙土	80—阜—14	阜康县钢铁厂 右岗地西坡	0—10	1.698			0.154	10.60	8.6	原始荒地
			10—40	0.398			0.158	10.60	8.2	
			40—60	0.307			0.161	10.25	8.0	
			60—85	0.223				11.05	8.8	
棕钙土	80—克—8	克拉玛依托里 阿克、喀拉、 巴杨巴斯套盆 地	0—17	0.724			0.157	9.10	8.7	放牧地
			17—33	1.006			0.151	10.10	8.5	
			33—50	0.746			0.149	9.40	8.9	
			50—70	0.705				8.60	8.1	
灌溉棕钙土	80—沙—8	沙湾县胜旗公 社	0—20	1.230	0.078	7.8	0.178	9.85	8.1	老耕地
			20—31	1.139	0.074	11.6	0.176	9.60	8.4	
			31—52	0.574	0.067	/	0.167	6.95	8.4	
灌溉棕钙土	80—沙—11	沙湾县先锋公 社	0—38	1.534	0.089	8.6	0.156	10.60	8.4	老耕地
			38—65	0.776	0.054	8.6	0.132	15.70	8.3	
			65—85			/		13.50	8.5	

表2 灰 漠 土 一 般 理 化 性 状

土壤名称	剖 面 号	采样地点	采样深度(厘米)	有机质 %	全氮 %	C / N	全磷 %	CaCO ₃ %	pH	耕作历史
灰 漠 土	80—乌—1	乌苏向阳公社	0 — 5	1.917	0.083	13.4	0.209	12.9	8.2	荒 地
			5 — 17	1.034	0.058	10.3	0.188	11.5	8.4	
			17—36	0.617	0.044	8.1	0.159	15.7	8.2	
			36—77	0.431	0.028	8.9	0.136	14.2	7.8	
盐化灰漠土	80—奎—12	奎屯 126 团	0 — 16	0.658			0.172	9.5	8.6	荒 地
			16—28	0.371			0.128	10.6	8.5	
			28—55	0.604			0.136	10.1	8.6	
灌溉灰漠土	80—乌—13	乌苏县向阳公社	0 — 22	1.094	0.059	10.2	0.180		8.4	老 耕 地
			22—50	0.283	0.026	8.2	0.144		8.1	
			50—70	1.148	0.054	12.2	0.183		8.4	
	80—奎—3	奎屯市东部农场奶牛场	0 — 15	1.222	0.080	8.9	0.140	10.2	8.6	老 耕 地
			15—32	0.895	0.041	12.7	0.133	9.6	8.4	
			32—65	0.372	0.024	6.8	0.122	9.6	8.7	
	80—沙—12	石河子市143团	0 — 21	1.215	0.074	8.5	0.178	6.7	8.0	老 耕 地
			21—44		0.082		0.164	6.7	8.1	
			44—68	1.200	0.071		0.164	6.6	8.4	
	80—玛—2	玛纳斯县	0 — 30	1.558	0.067	13.5	0.180	10.4	8.5	老 耕 地
			30—80	0.675	0.046	8.5	0.153	9.6	8.4	

表 3

灰 漠 土 与 灌 溉 灰 漠 土 肥 力 比 较

土 类	有 机 质 %	全 氮 %	C/N	全 磷 %	速效磷 ppm	碱解氮 ppm	备 注
灰漠土	1.044	0.073	8.3	0.158	3	34	玛纳斯县土普办提供
灌 溉 灰漠土	3.731	0.265	8.2	0.161	4	93	

灌溉积而成，由于耕作、施肥、栽培而形成30公分以上的灌溉熟化土层。灌溉层的沉积层次不明显，有机质含量在1.2%左右，最高可达2.5%，灌溉层由于逐年耕翻施肥，部分剖面可见煤渣、碎瓷片、骨片等侵入体。质地多为壤土或轻粘土，在剖面中质地均一疏松多孔，结构良好，以屑粒状、碎块状和块状为主。在耕作过程中由于施用一定数量的有机肥，所以灌溉土的有机质含量要比地带性灰漠土高1.5倍，是本区肥力水平较高的土壤（表5）。

表 5

灌 溉 土 理 化 性 质

采样深度 (厘米)	pH	CaCO ₃ %	质 地		有 机 质 %	全 氮 %	全 磷 %	备 注
			<0.01mm %	级 别				
0—23	8.1	9.45	52.9	重壤	2.04	0.086	0.110	玛纳斯 “土普办” 提供。
23—58	8.1	8.54	46.8	“ ”	1.33	0.057	0.093	
58—100	8.1	8.31	52.5	“ ”	0.67	0.040	0.065	

二、各土壤类型腐殖质组成

土壤腐殖质是土壤中的高分子有机化合物，它具有胶体特征。它的组成比例即胡敏酸/富里酸之比表示有机质转化的特点，是衡量土壤腐殖质品质的一个指标，它对土壤结构的形成，提高土壤的代换能力，保持土壤养分，促进矿物质的分解，增强微量元素的有效性等方面起着重要作用。

据初步分析（表6），灰漠土类腐殖质组成的特点首先是富里酸的含量比胡敏酸含量高，胡敏酸与富里酸的比值在0.5以下，其次是胡敏酸和富里酸的含量都很低。胡敏酸仅占腐殖质总量的1—4%，而富里酸却占7—30%。但难分解的胡敏素的含量则很高，占60—80%，灌溉灰漠土由于人为的耕作熟化，胡敏素的含量增加。

草甸土类腐殖质组成的特点不同于灰漠土，胡敏酸的含量增加，占腐殖质总量的4—30%。其中低肥力的浅色草甸土胡/富在0.5—1.0间，而高肥力的暗色草甸土胡/富>1。沼泽土

表 4 草 甸 土 类 一 般 理 化 性 状

土壤名称	剖 面 号	采样地点	采样深度(厘米)	有机质 %	全氮 %	全磷 %	C / N	CaCO ₃ %	pH	耕作历史
灌溉草甸土	80—乌— 5	乌苏县国营牧 场农业一队	0—15	1.552	0.078	0.147	11.5		8.4	新 垦 地
			15—42	0.950	0.034	0.146	16.2		8.6	
			42—60	0.752	0.046	0.168	9.5		8.4	
	80—奎—13	奎屯 126 团五 连 4 号地	0—30	1.421	0.081	0.153	10.1		8.2	老 耕 地
			30—44	0.776	0.039	0.149	11.5		8.1	
			44—73	0.595	0.029	0.168	11.9		8.2	
浅色草甸土	80—奎—11		0—30	0.732		0.156	12.5		8.8	老耕地亩产 500—600斤
			30—48	0.263		0.164	5.2		8.7	
			48—80	0.279		0.131	5.4		8.8	
	80—沙— 4	下野地三场三 连10号地	0—23	0.678	0.041	0.162	11.5		8.6	老耕地亩产 500—600斤
			23—43	0.446	0.038	0.152	5.3		8.6	
			43—100	/	/	/	/		8.8	
暗色草甸土	80—乌—42	乌苏县红旗公 社	0—23	2.431	0.086	0.194	16.4		7.8	老耕地亩产 千斤
			23—45	1.421	0.065	0.184	12.7		7.8	
			45—74	1.245	0.102	0.160	7.1		7.7	
	80—玛— 4	石河子145团3 号条田	0—33	6.441	0.296	0.297	/	21.1	8.0	老耕地亩产 800—1000斤
			33—65	2.770	0.136	0.137	11.8	43.3	8.1	
			65—115	1.299	0.097	0.100	7.2	55.3	8.2	

表 6 主要土壤类型腐殖质组成

土壤名称	剖面号	采样深度 (厘米)	全 C %	胡敏酸 + 富里酸 含量 %	胡 敏 酸		富 里 酸		胡 敏 素		胡/富
					总量	占全 C %	总量	占全 C %	总量	占全 C %	
灌溉灰漠土	80—乌—13	0—22	0.636	0.249	0.012	1.89	0.237	37.26	0.387	60.85	0.051
	80—奎—3	0—30	0.614	0.173	0.027	4.40	0.080	13.03	0.508	82.74	0.338
	80—沙—13	0—25	0.514	0.169	0.022	4.28	0.147	28.6	0.345	67.12	0.150
熟化灌溉灰漠土	80—沙—12	0—21	0.705	0.214	0.163	23.21	0.051	7.23	0.491	69.64	3.196
灌溉草甸土	80—乌—6	0—20	1.212	0.183	0.050	4.12	0.133	10.98	1.029	84.19	0.376
	80—乌—36	0—20	1.008	0.161	0.040	3.97	0.121	12.00	0.847	84.03	0.331
灌溉草甸土	80—沙—4	0—20	0.394	0.159	0.009	2.28	0.150	38.07	0.235	59.64	0.060
	80—奎—13	0—20	2.824	0.331	0.051	6.19	0.280	33.98	0.493	59.83	0.182
灌溉暗色草甸土	80—乌—39	0—26	1.170	0.493	0.373	31.88	0.120	10.26	0.677	57.86	3.108
	80—乌—42	0—23	1.410	0.476	0.367	26.03	0.109	7.73	0.934	66.24	3.367

腐殖质组成中胡敏酸的含量远远大于富里酸的含量，胡/富 >3 ，可作为有机肥料施用。

腐殖质组成上的不同，说明了土壤形成中生态条件的差异，微生物种类及活动状况的不同，分解的产物亦有差异。胡敏酸多则说明交换能力强，对土壤结构的形成能力亦强。如何采取合理的培肥措施提高腐殖质的量和质，有待今后进一步研究。

三、增加土壤有机质的途径

经调查分析该区土壤养分的状况大体是：有机质含量低，氮素不足，部分缺磷。土壤有机质一般为0.7—1.5%，氮在0.05—0.08%间，全磷在0.10—0.20%，速效磷10ppm左右。以玛纳斯县为例，全县耕层土壤有机质平均为1.18%，全氮为0.64%，碱解氮为29.2ppm，速效磷为6.2ppm。有机质含量1—2%的面积占全县面积的55.3%，有机质 $<1\%$ 的占31.5%。有机质的含量按全国土壤养分分级标准：“土壤有机质含量4%以上为一级，3—4%为二级，2—3%为三级，1—2%为四级，0.6—1%为五级，0.6%以下为六级”。那么天山北麓平原主要耕作土壤中有机质的含量大部分为四、五级。

该区随着垦殖时间的加长，很少施用有机肥，靠化肥增产，导致土壤肥力下降。目前土壤肥力水平不能满足高产稳产的要求，随着对产量要求的不断提高，要提高土壤肥力，必须切实抓好提高有机质含量这一中心环节。

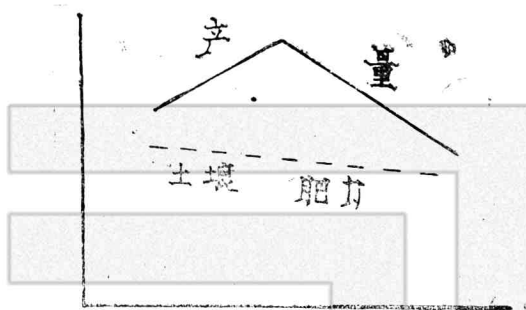
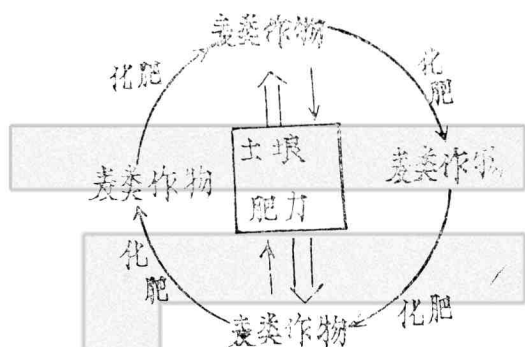
1、维护绿洲生态平衡，防止沙漠化

本区的绿洲土壤大部分为砍伐森林垦植草原而来。在荒漠地区开荒造田，建设绿洲的实质，是在合理利用自然资源的基础上，使低生产力的荒漠生态转化为高生产力的绿洲生态系统。生态系统是自然界各种生物和生物因素相互联系、相互影响和相互制约的结果。生态中有机质的消耗与累积也同样受各种因素的制约，经常的发生变化，也是自然界的一个重要的生态平衡。因此，在开发和建设绿洲的过程中，就必须通过人类的积极活动，首先来调节和影响绿洲生态平衡的各基本环节。我们认为，搞好水、林、路、田等农田基本建设，是创造绿洲生态平衡的基础，是提高土壤有机质含量的中心环节。综合垦区经验，重视农田基本建设，合理利用水资源，提高水的利用率，植树造林，建立防护林体系，用地养地巩固和提高土壤肥力。除此之外应特别指出：自然植被的保护和恢复，也应成为绿洲生态系统的重要组成部分，靠库尔班通古特沙漠边缘的天然植被的保护尤为重要。由于对天然植被的认识不足，以及为了解决生活所必须的能源，使某些新建垦区周围的天然梭梭林遭到了严重破坏。目前，在沙漠边缘30—40公里范围内的梭梭林植被几乎被破坏殆尽，致使部分沙丘由固定、半固定转为流动沙丘，严重威胁了垦区的安宁与稳定。为了保护和恢复垦区周围的荒漠植被，应在3公里范围由采取封禁措施、严禁垦荒种植，以求迅速恢复天然植被。

2、因地制宜，大种绿肥

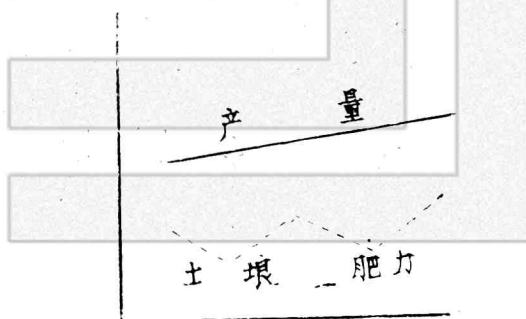
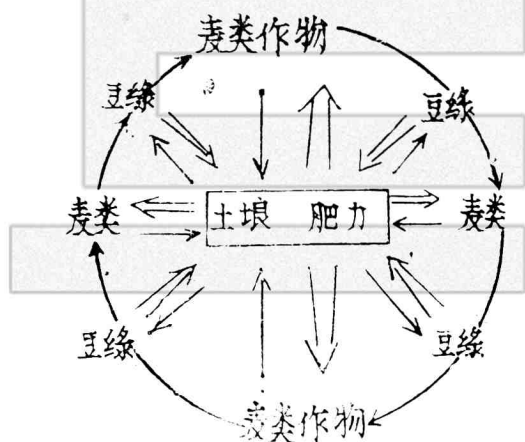
种植绿肥是提高土壤有机质，培肥改土的主要措施，应该把绿肥纳入到轮作制度中去。该区地广人稀，更应如此。目前，本区的轮作制有以下几种方式：

①连作制



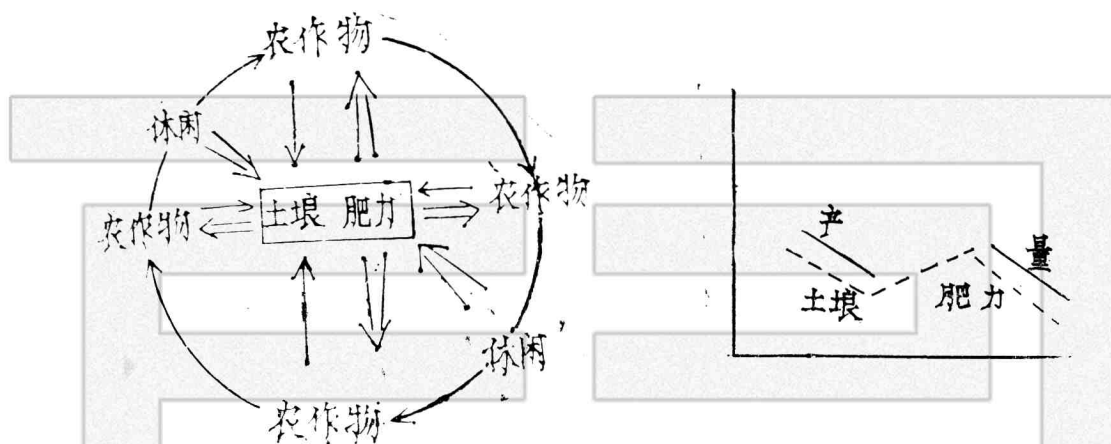
此种耕作制，作物从土壤中吸收养分多，归还给土壤少，主要靠化肥增产，土壤愈种愈薄，肥力不断下降，此种耕作制在该区较为普遍。

②复种轮作制



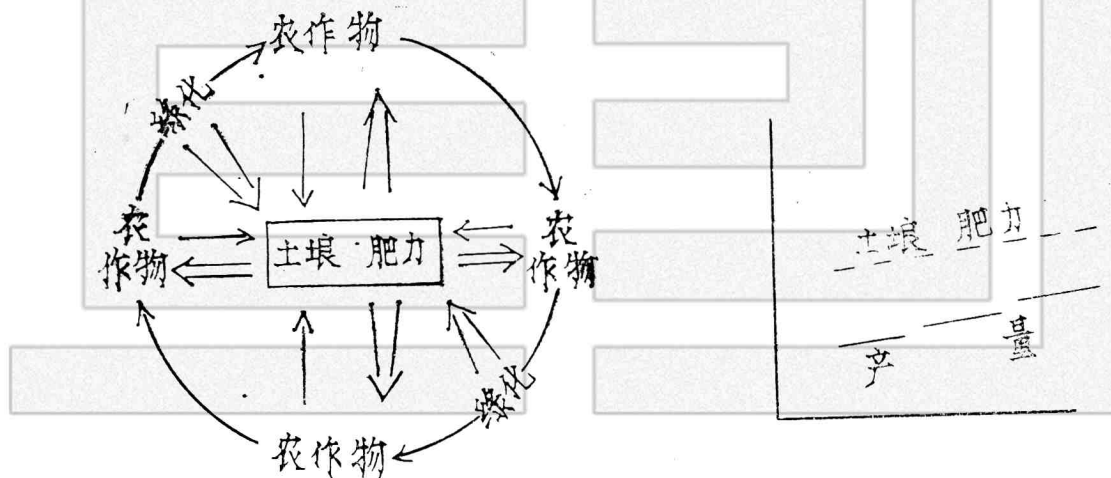
此种耕作制是在麦收后利用播前空隙复种豆科绿肥，增加土壤氮素及有机质，使土壤肥力略有恢复，产量和土壤肥力保持在相对稳定之中，此种耕作制在本区较少。

③ 休闲轮作制



此种耕作制，土壤肥力在休闲期间得到一定程度恢复，但土壤有机质分解减少。此种轮作制较为普遍。

④ 粮草轮作制



此种轮作制，经过一个轮作周期，土壤有机质增加，肥力不断提高，产量上升。此种轮作制在农垦团场较为普遍，应大力推广。

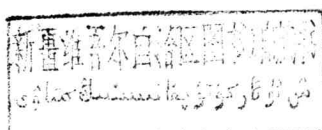
3、重视秸秆还田

秸秆还田在生产比较先进的国家已成为一项正常的耕作措施。与其他农家肥相比较，具

有回田量大、节约劳力等优点。同时秸秆直接还田为土壤生物提供了丰富的能源，更有利于氮素的固定和保存，对自生和共生固氮微生物的活动都有促进作用。据试验结果表明，秸秆还田后土壤固氮微生物每氧化1.0毫克碳所释放的能量可固定10—40毫克氮。

据研究，在我们北方，土壤有机质以每年4%的速度进行分解、矿质化，也就是说当土壤有机质含量在2%时，每年每亩矿化分解240斤；有机质含量在1%时，每年每亩矿化分解120斤。土壤有机质中85%以上是以土壤腐殖质形式存在的，据试验证明施入100斤秸秆，只能形成30斤左右的腐殖质。因此要维持土壤有机质为2%、1%的含量，就要分别回田更大数量的秸秆才能实现。每千斤秸秆直接还田的有机质含量相当于常用厩肥5—6万斤以上，如不采用秸秆直接还田是难以实现土壤中有机质的平衡和提高。目前，我区耕种面积大，厩肥数量少，因此，采取秸秆直接还田提高土壤有机质的含量是完全可行的。巴州29团利用稻草、玉米秸秆、麦糠改良盐渍土培肥土壤已收到明显效果。哈密红星二场连续十年大面积利用高粱秆直接还田，培肥效果显著。但是这一措施在我区还不普遍，为了进一步推动农业生产的发展，应因地制宜地加以推广。

综上所述，提高土壤有机质的含量除靠种植绿肥，秸秆还田，施用厩肥等措施外，还必须大力发展化肥工业。据综合研究分析，氮素的 $1/3$ 左右，磷素的 $1/2$ 左右需要靠化肥来解决。在调配肥料时，也应充分注意到调拨地区的土壤类型和作物种类，只有这样才能使土壤肥力不断提高，产量才会持续上升。



626933

天山北麓主要耕作土壤的磷素状况 及影响其有效性的因素*

陈 潭 明

天山北麓系发源于天山的诸河流，如玛纳斯河、奎屯河、乌鲁木齐河、木垒河等所形成的洪积—冲积平原。是北疆的主要农业区。该区的地带性土类为灰漠土，隐域性土类为沼泽土、草甸土及盐土。主要耕作土类为灌溉草甸土及灌溉灰漠土。

天山北麓的这些主要耕作土壤由于垦殖时间的加长和氮肥的不断施用，磷肥越来越表现出明显的增产效果。为合理施用磷肥，使现有磷肥经济有效，我们对该区主要土类中的磷素状况及影响磷素有效性的因素进行了研究，现将初步结果整理如下：

一、供试土壤和研究方法

（一）供试土壤：土样分别采自乌苏、奎屯、沙湾、玛纳斯等地的灌溉草甸土和灌溉灰漠土。耕层的化学性质见（表1）。

表 1 灌溉草甸土及灌溉灰漠土耕层的化学性质

土 类	剖面号	有机质 %	全磷 %	速效磷mg/100g土	CaCO ₃ %	pH
灌 溉 草 甸 土	乌—39	2.017	0.076	0.890	9.95	8.20
	奎—13	1.421	0.067	0.065	5.10	8.24
	沙—4	0.678	0.071	0.150	8.95	8.60
灌 溉 灰 漠 土	沙—11	1.534	0.068	0.065	16.60	8.41
	玛—2	1.558	0.079	0.240	10.35	8.48
	沙—12	1.215	0.078	0.740	6.70	8.00
	沙—13	0.886	0.065	0.170	6.80	8.16

* 李子熙、张累德、张斌、李步军参加工作，部分分析资料由张翠英同志提供，特此致谢。

(二) 测定方法:

- 1、土壤全磷测定采用 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{HClO}_4$ 酸溶法;
- 2、土壤速效磷测定采用Olsen法(0.5N NaHCO_3)浸提;
- 3、土壤无机磷分级采用中国科学院南京土壤研究所“土壤无机磷形态的分级测定”(农化专业会议资料);
- 4、土壤磷酸钙测定采用苏联根兹布尔格、列别捷娃方法;
- 5、土壤有机质测定采用重铬酸钾法;
- 6、碳酸钙的测定采用中和滴定法;
- 7、pH测定采用1:1水浸提。

二、研究结果

(一) 土壤的磷素形态:

我们对灌溉草甸土和灌溉灰漠土中的磷素形态进行了分级测定,测定结果见(表2)。其表明土壤中磷的形态以无机磷为主,占全磷的90%以上。在无机磷中,磷酸钙一般占全磷的60—78%,占无机磷的63—81%。而磷酸铝和磷酸铁含量较低,二级总量只占全磷的0—15%,占无机磷的0.69—17%。闭蓄态磷一般占全磷的11—33%,占无机磷的12—34%。

由上述结果可知, $\text{Ca}-\text{P}$ 是灌溉草甸土和灌溉灰漠土磷素组成的主要形态。但土壤中磷酸钙的化学形态是多种多样的,不同化学形态的磷酸钙盐在作物营养上的意义也是不同的。磷肥中施用较多的是过磷酸钙,主要含磷酸一钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 。不少资料已证实,在土壤中比较稳定存在的磷酸钙化合物主要是:二水磷酸二钙 $[\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 、无水磷酸二钙 $[\text{CaHPO}_4]$ 、磷酸八钙 $[\text{Ca}_8\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ 、羟基磷灰石 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$ 、氟磷灰石 $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{F}_2]$ ^(1,2)磷酸一钙、二钙对作物是有效的,磷酸八钙在石灰性土壤上对作物有效性比磷酸二钙低,但比磷灰石高⁽³⁾。而磷灰石是磷酸盐在石灰性土壤中的最终转化产物,在石灰性土壤的化学环境中很难充分发挥其应有的效果。

北疆的灌溉草甸土和灌溉灰漠土均属于石灰性土壤,pH在8.0—8.6,耕层石灰含量在3—10%,我们所测样品最高可达21%。因此有必要把磷酸钙进一步区别开。然而,到目前为止,还未找到较完善的分析方法,在我们的工作中,采用了苏联根兹布尔格、列别捷娃的方法⁽⁴⁾将磷酸钙分为三组,我们测定了不同肥力水平的灌溉草甸土和灌溉灰漠土耕层土壤中磷酸钙的分级组成,可从(表3)看出,土壤磷酸钙绝大部分以磷灰石的形态存在,它可占到磷酸钙形态总含量的61—83%,磷酸一钙和磷酸二钙的含量随有机质含量的增加有明显地增加,占到土壤磷酸钙总量的4.6—23.9%。其它形态的磷酸盐占7.8—29.5%。

(二) 土壤有效磷和有效磷的总贮量:

灌溉草甸土和灌溉灰漠土全磷的含量是比较高的,根据我们测定,一般在0.07—0.09%,最高的达0.13%,但速效磷的含量除暗色草甸土和中度熟化的灌溉灰漠土外,一般含量在5ppm以下。

表2

土壤中磷素形态分组情况 (ppm)

土壤类型	采样地点	Al—P			Fe—P			Ca—P			O—P			无机磷		有机磷		全磷
		含量	占无机磷%	占全磷%	含量	占无机磷%	占全磷%	含量	占无机磷%	占全磷%	含量	占无机磷%	占全磷%	含量	占全磷%	含量	占全磷%	
灌溉草甸土	奎屯	32.8	5.7	5.1	34.0	5.9	5.2	395.3	68.5	60.8	115.1	19.9	17.7	577.2	88.8	73.1	11.2	650.2
	沙湾	75.8	11.3	10.7	0	0	0	480.9	71.6	68.0	114.9	17.1	16.3	671.6	95.0	35.4	5.0	707
	乌苏	11.3	1.6	1.5	4.2	0.6	0.6	587.1	85.0	77.3	88.3	12.8	11.6	690.9	91.0	68.4	9.0	759.3
	乌苏	65.6	8.0	7.8	12.6	1.5	1.5	599.7	73.2	70.8	141.1	17.2	16.7	818.9	96.7	27.7	3.3	846.6
灌溉灰漠土	沙湾	80.0	9.5	9.1	1.2	0.1	0.1	549	68.3	65.4	185.0	22.0	21.1	840.2	96.0	37.0	4.2	877.2
	沙湾	26.8	3.7	3.4	3.4	0.5	0.4	590.7	81.3	76.0	106	14.6	13.6	726.9	93.6	49.9	6.4	776.8
	沙湾	10.8	1.6	1.6	2.5	0.4	0.4	422.5	64.0	62.1	224.7	34.0	33.0	660.5	97.0	20.3	3.0	680.8
	乌苏	14.2	1.9	1.8	14.0	1.9	1.8	616.8	83.1	78.5	97.5	13.1	12.4	742.5	94.5	43.0	5.5	785.5

表3 土壤各级磷酸钙盐的含量 (ppm)

剖面号	土 类	有机质 %	Ca—P						
			全 量	磷酸一、二钙 含 量	占Ca—P %	磷酸三钙 含 量	占Ca—P %	磷 灰 石 含 量	占Ca—P %
奎—9	草甸土	2.676	606.6	144.9	23.9	92.6	15.3	375.0	61.8
沙—4	草甸土	0.678	699.3	70.3	10.1	186.2	26.6	443.2	63.3
沙—20	灰漠土	1.429	805.1	88.2	11.0	237.8	29.5	479.2	59.5
沙—12	灰漠土	1.215	837.4	50.0	6.0	231.1	27.6	556.3	66.4
沙—13	灰漠土	0.886	633.6	28.8	4.6	75.2	11.9	529.6	83.6

随着氮肥的大量施用及对产量要求的不断提高,天山北麓耕作土壤中磷的含量都感不足,如玛纳斯县,速效磷的平均含量仅为6.2 ppm,速效磷含量>10 ppm的耕地占耕地总面积的11.1%,5—10ppm的耕地占耕地总面积的35.1%,<5 ppm的耕地占耕地总面积的53.8%;农垦145团,土壤速效磷平均为2—2.5ppm,>10 ppm的占耕地总面积的7.7%,5—10ppm占35.1%,<5 ppm的占57.1%;吉木萨尔县速效磷的含量一般在3—8 ppm,<3ppm的耕地占耕地面积的33.04%。

由此看出,土壤有效磷含量低是影响产量不断提高的一个重要因素。

根据进入浸提液中的磷酸盐有重新沉淀的可能,我们采用了用一种浸提剂连续浸提的方法来估计土壤中有效磷的总贮量(表4)。结果表明灌溉草甸土和灌溉灰漠土经过十次连续浸提,土壤中有效磷的含量就极微了。十次测定量的总和叫做土壤有效磷的总贮量。有效磷总贮量与速效磷一次测定的含量相关性极好, $\gamma = 0.935$ 。灌溉灰漠土Ca₁—P、Al—P、Fe—P三级总含量和有效磷总贮量的相关性极好, $\gamma = 0.999$ 。

表4 土壤连续浸提有效磷总量 (ppm)

土 类	剖面号	浸 提 次 数										总 和 (ppm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
草甸土	奎—9	6.2	10.2	8.4	7.2	5.5	5.5	4.7	6.5	4.6	4.9	63.5
	沙—4	0	2.9	2.2	1.1	0	0.4	0.7	0.7	0	0.5	8.4
灰漠土	沙—20	6.4	10.3	7.4	3.8	2.5	1.9	2.6	3.4	1.9	1.7	41.9
	沙—12	3.4	7.4	4.2	1.7	1.1	0	1.8	0.9	0.1	1.1	21.6
	沙—13	0	1.4	0.4	0	0	0	0.4	0	0	0	2.2