

为了进一步说明施用有机肥料能降低土壤对磷酸的固定作用,在向1克土壤加入标准磷酸溶液的同时,还加入了浓度为0.5%的胡敏酸2毫升(胡敏酸是从100年菜园土中提取的,又经过电析),结果显著地降

低了土壤对磷的固定作用(表2),而且这种作用随耕作年限的缩短依次递增。因此在石灰性土壤中无机磷肥和有机肥料配合施用,将会提高磷肥的肥效。

有机肥对土壤物理性质的影响

江 益 良

(中国科学院土壤及水土保持研究所)

有机肥料是我国农业生产中的主要肥源,它在改良土壤物理性质,提高土壤肥力,创造高额丰产中起了巨大的作用。为了进一步探索和发挥有机肥料优越性的作用,我们于1958年开展了有机肥料优越性的研究,从土壤物理部分资料结果初步总结有机肥对土壤物理性质的影响,主要有以下几方面:

一、有机肥改变了土壤物理性状

1. 有机肥可以改善土壤结构状态:我们在土壤施用有机肥料三个月以后,测定土壤水稳性团聚体获得的资料看出,大于0.25毫米的土粒均有增加的趋势。不管深耕多深,施用有机肥的大于0.25毫米的土粒均较未施有机肥的多5—7%左右,这就显示出有机肥料对形成和改善土壤结构状态的作用。

有机肥之所以能改善土壤结构状态,主要是由于有机肥料形成的腐殖质,腐殖质中胡敏酸与土壤中二价阳离子(特别是钙离子)结合,使土壤单粒胶结成较大的土粒之故。我所生化组用胡敏酸加入通过1.0毫米筛孔的土壤,经过干湿交替处理以后测得水稳性团聚体(表1)证实了这个问题。

表1 有机肥中腐殖质对土壤团聚体形的作用

土粒含量(%) 土粒直径(毫米)	处 理					
	对 照	加 有 机 肥	加 胡 敏 酸	加 胡 敏 酸 钠	加 胡 敏 酸 钙	加 CaCl ₂
<0.25	93.76	87.36	24.35	26.10	8.02	95.65
>0.25	4.24	12.64	75.65	73.90	91.98	4.35

从表1中不难看出,施有机肥的,大于0.25毫米的土壤尚不足15%,而加胡敏酸、胡敏酸钠、胡敏酸钙处理的大于0.25毫米土粒达70%以上。这也是施用有机肥后,不能立即形成结构的原因。

2. 有机肥料可以调节土壤紧实度:试验证明,施

用有机肥可以使土壤疏松,疏松程度又随着有机肥料施用量的增加而增大,深25厘米施用化肥及不施肥的表层土壤紧实度容重皆1.35左右,而施用有机肥的土壤容重显著降低,每亩施用有机肥5,000斤容重降低0.05左右,有机肥1万斤容重降低0.1左右,5万斤容重降低0.2左右。此外,施用有机肥还可使土壤疏松时间持续,如深耕100厘米不施有机肥经两个月以后(正当雨季)土层下沉,土壤紧实度容重比每亩施有机肥5万斤的显著增大,无肥的土壤容重增大0.14,而经过施有机肥的土壤容重仅增加0.06;25—50厘米处未施有机肥的容重增大0.13,施有机肥的仍无变化;50厘米以下土层由于均未施有机肥,土壤容重变化大体一致。深耕50厘米的也有同样趋势,这表明有机肥料不仅可以使土壤疏松,同时还可以持续其土壤疏松时间。

同样每亩施有机肥1万斤或2万斤,猪粪与马粪对土壤紧实影响大体一致,容重差异不显著,而城市垃圾与炉渣堆肥就较猪粪、马粪为差。有机肥之所以能够调节土壤紧实度,使容重减小,除改善土壤结构外,更重要的是有机肥本身具有疏松多孔性,施入土壤以后,土壤增加了大量粗有机质,土壤固相相对缩小,因而土壤容重减小。

3. 有机肥可以增加土壤孔隙度,改善土壤通气状况:有机肥施用以后改善了土壤结构状态,土壤中团聚体增多,团聚体之间的孔隙则形成空气的走廊,又加之调节了土壤紧实度,使土壤发松,因此土壤孔隙也随着有机肥的施用而增加,同时也调节了大小孔隙的比例(表2),经过施用有机肥的土壤大孔隙增加,显著的改善了土壤通气性,调节了土壤水分与空气之间的矛盾。

根据我们研究获得的资料,我国北方土壤紧实度容重在1.20左右,空气含量在10—15%为最好的耕地。当然调节土壤紧实度的方法很多,如质地粘重的

表2 有机肥对土壤孔隙度的影响

孔隙 (%)	有机肥施用量 (斤/亩)	测定深度(厘米)				
		0—10	10—25	25—50	50—70	70—100
总孔隙	对照	51.6	49.4	43.7	47.6	46.9
	化肥	50.0		—	45.9	—
	5000	52.3	50.4	46.0	48.0	47.2
	50000	56.4	52.6	44.6	47.6	46.9
小孔隙	对照	42.6	40.8	40.8	38.9	39.5
	化肥	42.1		41.3	41.9	—
	5000	41.4	38.6	40.2	39.7	40.3
	50000	42.0	42.3	37.2	38.1	41.4
大孔隙	对照	9.6	8.6	2.9	9.1	7.4
	化肥	7.9		—	4.0	—
	5000	10.9	11.8	5.8	8.3	6.9
	50000	14.4	10.3	7.3	9.5	5.5
通气性	对照	16.1		8.8	12.7	—
	化肥	16.0		—	—	—
	5000	18.2		7.5	12.8	—
	50000	23.7		6.3	11.4	—

土壤掺砂,砂土掺粘以及深耕、镇压等等措施,其中尤以有机肥料为最佳。它具有上述措施未有的特性,如调节土壤水热状况,提高土壤肥力等。

二、有机肥可以调节土壤耕性

施用有机肥能降低土壤粘着性。土壤粘着性是土壤在一定水分下粘着其他物体的能力(克/厘米),我们在自然结构状态下测得施用有机肥的土壤粘着力均较未施有机肥的低,同时降低的程度也随着有机肥的施用量增加而降低(表3),不施有机肥的粘着力为1.90

表3 有机肥能改变粘着性

有机肥种类	有机肥施用量 (斤/亩)	容重 (克/毫升)	粘着力 (克/平方厘米)		自然结构最大粘着力 (公斤/立方厘米)
			自然结构	含水量 (%)	
马粪	对照	1.35	1.90	28.7	0.42
	5000	1.25	1.31	31.7	0.35
	50000	1.25	1.23	32.4	0.24
	20000	1.23	0.90	28.2	0.22

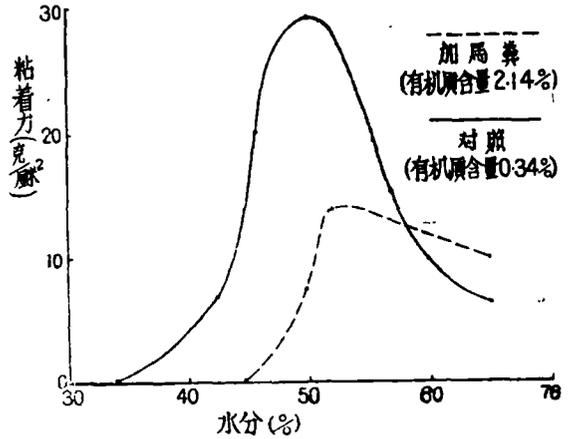


图1 有机肥对土壤粘着性的影响

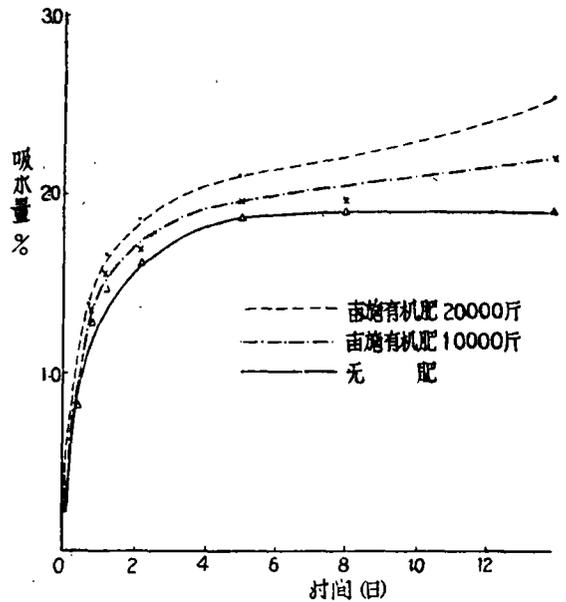


图2 有机肥与土壤吸水速度的关系

克/平方厘米,而每亩施有机肥1万斤的粘着力就降到1.23克/平方厘米,施有机肥5万斤/亩的粘着力降低到0.9克/平方厘米,分别降低0.67及1.0克,自然结构粘着力也降低。同时我们在实验室内用红胶土加入粗有机质后测定粘着力的结果(图1)显著降低。其原因主要是由于粗有机质加入土壤以后,土壤固体颗粒相对减少,而有机质吸水性大。从图1中可看出,有机质含量多,其最低最高粘着力的土壤含水量均高,这说明适耕时间较长,因此有机肥降低土壤粘着力这一优越性对我们研究调节耕性有很大的启发,同时也扩大了有机肥优越性作用的范围。

三、有机肥可以调节土壤水分状况

有机肥本身吸水持水性大,因而施用有机肥以后,

土壤水分状况也相应得到调节和改善,现将有机肥对土壤吸水性、透水性的影响以及增进保蓄水性能的作用略述如下:

1. 有机肥可以增强土壤吸水性。由于有机质吸水性强,持水量大,从图2中可看出不施有机肥的土壤吸水5天以后就趋于稳定,而施有机肥1万斤/亩及2万斤/亩的在10天以后仍未丧失其吸水能力。

2. 有机肥可以改善土壤透水性。根据我们的测定,未施有机肥的经过一个生长季节以后土壤容重增大,透水性极差,而施用有机肥的土壤疏松,透水性良好,从表4中可以看出施用有机肥以后,土壤的透水速度,透水量、透水稳定时间,都随有机肥料量的增加而增大或延长。

有机肥改善土壤透水性这一作用十分重要,在多雨时不致形成地面集水与地表径流,对防止水土流失

表4 有机肥土壤透水性的影响
(室内饱和情况下测定结果)

有机肥施用量(斤/亩)	无肥	5000	50000
紧实度(容重:克/毫升)	1.40	1.37	1.27
透水特征:持水量(%)	29.3	30.19	34.21
最大透水系数(毫米/分)	0.22	0.96	1.22
第一小时透水系数(毫米/分)	0.15	0.31	0.80
稳定时间(分)	25	80	90
稳定时透水系数(毫米/分)	0.15	0.30	70.79
每昼夜透水量(米/昼夜)	0.48	1.39	2.78

也十分有效。

3. 有机肥可以增强土壤蓄水能力。施用有机肥以后土壤饱和含水量、毛管持水量均增大,从表5中可以看出不管深耕25厘米或50厘米,这两种水分都随

表5 有机肥(馬糞)对毛管水与饱和水的影响

深耕(厘米)	25						50					
	毛管水			饱和水			毛管水			饱和水		
水分(%)	无肥	5000	50000									
0—10	30.6	32.3	36.2	39.1	41.9	42.5	33.2	35.8	37.9	35.1	41.4	47.0
10—25	30.0	28.6	33.3	35.8	32.0	36.5	30.8	30.8	32.0	35.2	39.4	33.7
25—50	24.5	27.6	27.0	30.8	30.9	30.6	29.9	33.2	37.3	31.5	44.9	44.5
50—70	27.4	28.1	26.8	30.5	31.7	30.2	27.1	26.9	28.2	28.4	26.9	30.4

着有机肥施用量的增加而增大,饱和水和毛管水的增加说明有机肥施用以后土壤透水量增大,故蓄水性能增高,降雨时接纳雨水多,土壤持水性增强,干旱时地下水补给也较容易。

4. 有机肥可以增强土壤保水作用。有机肥增强土壤持水性,除本身吸水持水能力大外,田间持水量是土壤水分重要特性之一。这种水分在任何时间,都能被作物所利用,田间持水能力强不仅说明土壤保水性好,同时田间持水能力增强,降雨和灌溉水就有可能较多的保持于土壤上层,这时土壤耕层可溶性养分随水分往下移动的机会就少。

有机肥对土壤保水性的影响不仅表现在田间持水量上,同时还由于它持水量大,导热慢,热容量也大,温度上升缓慢,所以有机肥施用以后还可以降低土壤蒸发。我们把野外自然结构土壤放在50°C下蒸发结果(图3),证明不施有机肥蒸发速度快,施用有机肥的蒸发速度慢。有机肥降低土壤蒸发这一优越性不仅对北方防旱保墒具有十分重要意义,同时在春季抗碱保苗也起着重大的作用,因水分沿毛管上升力减弱,盐分随地下水上升地表的机会也减少,在结构破坏的土壤上

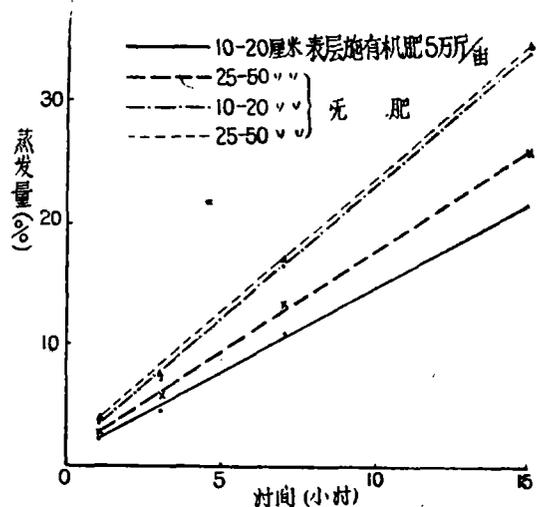


图3 施有机肥与未施有机肥的自然结构土壤蒸发速度

施用有机肥,其蒸发量的降低不明显。所以任何耕作措施时,都不容许破坏土壤结构,而是要有利于恢复和改善土壤的结构状态,施用有机肥的目的之一也就在

于此。

5. 施用有机肥以后改善了土壤透水性,加强了土壤保水能力,这些特性必然综合的反映在田间自然含水量上。我们在玉米不同的生长时期进行了土壤含

水量的测定,结果在玉米整个生育期中不管是干旱季节还是雨季,土壤中的含水量均以施有机肥的为高,土壤的蓄水性能也是如此。从表6有机肥对土壤贮水量关系也可看出,如深耕3尺不施有机肥在干旱季节由

表6 有机肥与土壤贮水量的关系

时 期		干旱少雨(6月26日)						雨季(7月22日)					
处理	深耕(厘米)	25		50		100		25		50		100	
	施肥(斤/亩)	无肥	50000	无肥	50000	无肥	50000	无肥	50000	无肥	50000	无肥	50000
1米土层内土壤贮水量(公方/亩)		84.94	86.77	83.25	94.98	67.77	96.24	108.3	112.59	112.18	116.37	108.84	118.32

于强烈蒸发跑水的结果,1米土层内贮水量尚不足70公方/亩,而施用5万斤/亩有机肥的1米贮水量竟达95公方/亩以上,多27公方;在雨季由于有机肥吸水多,土壤中贮水量也比不施有机肥的多10公方左右。深耕25及50厘米的施用有机肥与不施有机肥的相比较,贮水量也有同样趋势。从这里可以得出一个结论:在深耕必须结合施用有机肥,从土壤剖面来看,施用有机肥的上层,其含水量均比未施有机肥的底层为高。从土壤水分随有机肥施用变化这一点,可以从作物根系活动集中土层的深度去决定施用有机肥的深度,这对于生产是有指导和实践意义的。根据我们研究玉米、小麦的根系分布,有机肥施用于30—40厘米以上的土层最为适合。

化合物。有机肥之所以能提高土壤中二氧化碳的浓度,主要是由于施用有机肥以后加强了土壤生物的活动以及大量有机物分解释放出二氧化碳的结果。

表7 有机肥对土壤空气组成的影响*

采样深度(厘米)	对 照			每亩分层施肥5万斤		
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	容重(克/立方厘米)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	容重(克/立方厘米)
15—20	1.21	20.20	1.33	1.47	19.94	1.25
35—40	2.54	18.25	1.43	5.01	15.99	1.28
55—60	3.35	17.03	1.42	5.49	15.05	1.37
75—80	3.36	16.18	1.45	6.06	13.41	1.45

* 中国科学院土壤及水土保持所河南长葛工作组测定资料。

四、有机肥可以改善土壤空气状况

从表7中列举的土壤空气组成表明施用有机肥可以改善土壤气体的成分,提高二氧化碳的浓度。有机肥提高土壤二氧化碳浓度的作用十分重要,它不仅可以促进种子发芽,提高出苗率,同时还可以使土壤溶液浓度变酸,提高土壤中某些难溶物质的溶解度,从而改善土壤的养分状况,且可以供植物光合作用合成碳水

五、有机肥给微生物创造良好的环境

由于有机肥施用以后不仅增加了土壤中的营养物质,同时更重要的是给生物活动创造了良好的环境条件。根据中国科学院微生物研究所分析结果(表8),在玉米整个生育期中施有机肥的细菌数量均有增加的趋势,在玉米苗期施肥5万斤/亩的细菌总数比不施有

表8 有机肥对土壤细菌总量的影响*

测定深度(厘米)		0—25			25—50		
测定日期	有机肥施用量(斤/亩)	50000	5000	无肥	50000	5000	无肥
	苗 期	6月15日	96.1×10 ⁶	27.1×10 ⁶	52.4×10 ⁶	93.4×10 ⁶	265×10 ⁶
6月25日		162×10 ⁶	68.6×10 ⁶	156.4×10 ⁶	120.3×10 ⁶	162.5×10 ⁶	94.25×10 ⁶
拔节期	7月15日	42.5×10 ⁶	38.8×10 ⁶	28.4×10 ⁶	32.4×10 ⁶	49.5×10 ⁶	34.3×10 ⁶
	7月25日	84.9×10 ⁶	36.3×10 ⁶	28.7×10 ⁶	59.5×10 ⁶	66.75×10 ⁶	48.5×10 ⁶
孕穗期	8月17日	176.9×10 ⁶	60.8×10 ⁶	43.2×10 ⁶	66.5×10 ⁶	48.15×10 ⁶	30×10 ⁶

* 中国科学院微生物研究所分析结果。

机肥的增加 2/3 强,孕穗期正当雨季土壤湿度较高,但由于施用有机肥改善了土壤水分物理性质,调节了水分与空气的矛盾,所以这时生物活动也很旺盛,测得细菌总数比未施有机肥多一倍左右,甚至达三倍以上;同时不仅细菌总数量增加,更重要的是某些有益细菌的增加,如好气性纤维分解细菌、硝酸盐细菌等增加 2—3 倍,甚至达数十倍。微生物活动旺盛,促使有机物质的转化,提高土壤肥力,加速土壤熟化。

六、有机肥对玉米生育及其产量的影响

由于施用有机肥改善和调节了土壤水分物理性质,提供了作物根系生长最好的环境条件(空气和水热条件),并促进了微生物活动,加速了营养物质的转化,这就给玉米根系发育创造了条件。从表 9 看出,不施有机肥的 75 厘米土层玉米总根量为 7.02 克,而施有机肥 5 千及 5 万斤/亩的 75 厘米土层中玉米根系总量达

表 9 有机肥玉米根系发育的影响

有机肥施用量(斤/亩)	无肥	5000	50000
总根量(克)	7.02	9.56	10.17
各土层(厘米)			
0—25	5.59	7.54	7.67
25—50	1.05	1.66	1.88
50—75	0.38	0.36	0.62

10 克左右,比未施有机肥的根系重量增加 30% 左右,这说明玉米根系总量随着有机肥施用量增加而加重。由于根系发育好,根群发达,这样根系从土壤中索取水分以及营养物质的面积也广,植株生长粗壮高大,从而获得高额的产量。玉米产量的提高也并非与有机肥施用量成正比,也不是有机肥施入土层愈深增产效果愈大,而有机肥施用量、施用深度有一定的限度,一般每亩施用有机肥 5,000—50,000 斤,并施在 40 厘米左右的土层以上,玉米增产效果最大。

冬小麦根外追施硼肥的试验

徐本生

(河南农学院土壤农化教研组)

硼是作物生长发育所必需的营养元素之一,它可促进植物有机体的正常发育,虽然需要量极微,但不能缺少,否则会使植物的器官生长受到抑制。根外追施硼肥既能经济用肥又能满足作物对硼的需要。为了找出不同时期喷施硼肥的浓度,我们于 1959 年 4 月在偃师县进行了田间试验,现将试验结果报告如下。

一、试验处理

1. 孕穗期和开花期喷施 1/1,000 浓度的硼酸,施用量 400 斤/亩。
 2. 开花期喷施 1/1,000 浓度的硼酸,施用量 400 斤/亩。
 3. 孕穗期和开花期喷施 2/1,000 浓度的硼酸,施用量 400 斤/亩。
 4. 开花期喷施 2/1,000 浓度的硼酸,施用量 400 斤/亩。
- 用硼酸作硼肥,含硼量为 17.3%。

二、试验结果

根外追施硼肥,能够满足作物对硼的需要,促进作物的生长和发育,从而提高了作物的产量。

1. 硼可以增加每穗粒数:硼促进花粉萌发,提高

受精率,减少不孕小穗数,使每穗粒数增多(表 1)。

表 1 硼对冬小麦穗部影响*

喷施时期	浓度	平均穗长(厘米)	平均不孕小穗(%)	每小穗粒数	平均每穗粒数
对照	—	5.93	34.80	1.20	19.85
(1)孕穗期与开花期	1/1000	5.66	36.29	1.18	18.20
(2)开花期	1/1000	5.93	35.80	1.09	19.30
(3)孕穗期与开花期	2/1000	5.95	34.80	1.19	18.50
(4)开花期	2/1000	6.43	30.18	1.30	21.15

* 本表均系 20 株平均值。

以下表中硼肥的喷施时期和浓度与表 1 同,故省略简写为处理 1, 2, 3, 4。

从表 1 可以看出, 2/1,000 浓度的硼酸,在开花期一次喷施,不孕小穗数最少,每小穗粒数及平均每穗粒数都最多。另外硼对于植物体的运输转化都有很大的影响,缺硼时植物输导组织受到破坏,使碳水化合物停留在叶部,引起植物体内碳水化合物的失调,还影响光合作用产物的运输积累。

2. 减少倒伏:硼能促进茎秆机械组织的发育(表 3),从而减少小麦的倒伏(表 2)。

* 本试验是和我院农学系 60.2 班同学协作共同完成的。