

土壤結構形成剂应用效果的初步探討

河北省农业科学院土壤肥料研究所

徐金印 罗亦云 孙全先

改良土壤結構是提高土壤肥力的主要措施,增加土壤中的团粒結構,就能增加土壤含水量和抗旱能力,解决土壤中水和空气的矛盾,有利于土壤中有机物的分解,提供植物能吸收的养分。增加土壤团粒結構的方法,除了多施有机肥料,实行草田輪作外,施用以天然的有机物制备的或人工合成的高分子有机化合物也是改良土壤物理性状,提高土壤团粒結構的有效办法之一。苏联早在一九三二年即开始用人为方法促进土壤結構的形成,此外德意志民主共和国、匈牙利,及美、日、英、意等国也先后开始了土壤結構剂的研究。許多田間試驗証明,应用土壤結構剂可使作物增产40—100%,高者可达325%。綜合各国資料,每亩用結構剂10—260斤,于播种前以粉状或液体状态施下,所形成的团粒結構一般可保持一年左右。

在我国,土壤結構剂的研究尙少。为了研究土壤結構剂在我省应用的效果。根据国外資料于一九五九年至一九六〇年着手进行試制和效果鉴定。通过室内盆栽試驗及田間試驗,証明施用土壤結構形成剂确能有效地增加土壤中团粒結構,改善作物生长条件,提高产量。現將試驗結果簡介如下:

一、土壤結構剂对土壤中团粒結構形成的作用:

供試土壤采自保定市东郊。試驗时称取

經過风干細碎并通过直径1毫米篩孔的土样200克,置于400毫升烧杯中,將結構剂溶于水中,由土表施下,三日后取出凉干,用約德尔法測定土壤中团粒結構,結果如表1、2及3:

表1 土壤結構剂对不同土壤結構形成的作用
(>0.25毫米水稳性团粒%)

处 理	用 量 (相当土重的%)	中壤质 浅色草 甸 土	轻壤质 复石灰 性褐土	轻壤质重 盐渍化草 甸 土	砂壤质 浅色草 甸 土
对照(不施)	—	12.0	10.2	7.58	8.90
胡 敏 酸 钠	0.1	21.0	25.8	10.0	13.70
纖維素粘胶	0.01	29.0	30.2	13.7	16.6
聚丙烯酸钠	0.01	48.7	43.8	45.8	35.4

表2 土壤結構形成剂不同施用量对土壤結構形成的作用

处 理	用 量 (相当土重的%)	>0.25毫米 水稳性团粒%
对照(不施)	—	10.2
胡 敏 酸 钠	0.1	21.41
胡 敏 酸 钠	0.3	26.52
纖維素粘胶	0.01	13.68
纖維素粘胶	0.05	32.40
聚丙烯酸鉀	0.01	43.8
聚丙烯酸鉀	0.05	73.2

注:供試土壤为轻壤质复石灰性褐土

由以上各表可見在土壤中加入少量結構剂,对各种土壤中水稳性团粒結構的形成作用均极显著(見表1)。結構剂用量增大,所形成的团粒也愈多(見表2)。其中以聚丙烯

表3 不同土壤结构形成剂对各级土壤团粒结构形成的影响

处 理	用量 (相当 土重 %)	各级土壤团粒结构占土重的百分率(%)					
		2.5 毫米	2—5 毫米	1—2 毫米	0.5—1 毫米	0.25— 0.5毫米	合计
对照(不施)	—	0.8	1.8	1.3	3.2	3.1	10.2
胡敏酸钠	0.1	1.9	1.0	4.1	8.1	10.7	25.8
纤维素粘胶	0.05	6.1	6.3	4.7	8.8	6.5	32.4
聚丙烯酸钠	0.05	43.6	8.9	5.0	8.3	3.8	72.6

酸钠的作用最大，形成直径大于1毫米的大团粒比率最高。胡敏酸钠的作用最小，形成的团粒以直径1毫米以下的微团粒为多。纤维素粘胶形成团粒结构的作用介于上述两结构剂之间，并且所形成的各级团粒间的比率较为一致（见表3）。在不同土壤上结构剂对中壤质土壤所形成的大于0.25毫米水稳性团粒最多，轻壤质土壤次之，在砂壤质土壤上形成的团粒最少。其原因是上述几种结构剂本身性质不同。其中如胡敏酸是一种聚羧基的高分子多元醇，纤维素粘胶是由天然高分子

聚合物所制成的，聚丙烯酸钠则是一种聚合度很高的人工合成高分子化合物。上述结构剂施用后对分散的土壤粒子进行物理结合，在各粒子间起桥梁作用，使之联结形成团粒。土壤结构剂的聚合度愈高，则比较大的粒子也能联结，因而形成团粒结构的作用也愈高，此为聚丙烯酸钠的作用高于纤维素粘胶及胡敏酸钠的原因。土壤粒子愈小则此种联结形成团粒也愈易，因此结构剂在中壤土上形成团粒的作用高于轻壤土及砂土。

二、土壤结构形成剂对不同土壤上作物出苗率及苗期生育影响：

试验是在盆钵里进行的。供试各种土壤经风干细碎通过直径2毫米的筛孔后装盆并施入土壤结构剂，其中有机无机结构剂以粉状撒施土表，施后灌水，聚丙烯酸钠及聚甲基丙烯酸钠以液状施下，施后三日进行播种，各处理重复四次，结果如表4及表5：

表4 土壤结构剂对不同土壤上小麦出苗率及生育影响

处 理	用量相 当土重 (%)	轻壤质复石灰性褐土						轻壤质盐渍化浅色草甸土						砂壤质浅色草甸土					
		出苗 (%)	株高 (厘米)	苗重 (克)	根长 (厘米)	根重 (克)	根重 (克)	出苗 (%)	株高 (厘米)	苗重 (克)	根长 (厘米)	根重 (克)	根重 (克)	出苗 (%)	株高 (厘米)	苗重 (克)	根长 (厘米)	根重 (克)	根重 (克)
对 照 (不施)	—	95.0	24.2	0.16	15.5	0.08	35.0	24.5	0.16	11.2	0.03	77.5	27.6	0.14	17.7	0.05			
有机无机结构剂	0.05	95.0	23.9	0.20	14.5	0.10	62.5	24.7	0.14	14.5	0.06	95.0	25.5	0.12	18.6	0.07			
聚甲基丙烯酸钠	0.05	100.0	28.6	0.26	21.0	0.13	57.5	27.0	0.15	17.2	0.06	100.0	28.8	0.16	18.9	0.08			
聚 丙 烯 酸 钠	0.05	100.0	29.5	0.24	16.5	0.11	75.0	26.7	0.16	16.6	0.05	100.0	26.2	0.13	20.0	0.10			

表5 土壤结构剂对不同土壤上玉米出苗率及生育影响

处 理	用 量 (相当土 重%)	轻壤质复石灰性褐土					轻壤质重盐渍化浅色草甸土				
		出苗 (%)	株 高 (厘米)	苗 重 (克)	根 长 (厘米)	根 重 (克)	出苗 (%)	株 高 (厘米)	苗 重 (克)	根 长 (厘米)	根 重 (克)
对 照 (不施)	—	90	33.5	1.24	27.9	1.11	80	37.4	1.29	18.8	1.0
有机无机结构剂	0.05	100	34.9	1.29	27.9	1.21	90	40.4	1.54	20.8	—
聚甲基丙烯酸钠	0.05	100	38.6	1.61	21.0	1.32	90	43.0	1.60	19.5	1.47
聚 丙 烯 酸 钠	0.05	95	38.4	1.48	24.3	1.10	100	40.7	1.59	23.5	1.24

由于施用了土壤结构剂增加了土壤中团粒结构，使土壤变为疏松，有利于种子萌发、根系穿入和分布，水分养料空气能更好

地满足作物需要，因而施用了土壤结构剂的小麦及玉米绝大部分出苗率、株高、苗重、根长、根重均有显著增加。其中值得指出的

是在盐土上由于改良了盐土結構，减少了土壤中水分蒸发，防止了盐分上升，同时由于透水性增强，也有利于盐分随水下渗，起到减少表层盐分的作用。在盐土上施用結構剂，小麦出苗率較对照提高 60% 到一倍左右，玉米出苗率提高 10—20%。在砂土上施用結構剂提高了砂土的保水及抗旱能力，因而小麦的出苗率提高 10—20% 左右。以上試驗結果表明土壤結構剂对于抗旱防盐保苗有极显著的作用。

三、施用不同土壤結構剂
对作物产量的影响

一九五九年及一九六〇年我們进行了以下四个田間試驗：

試驗 1：土壤結構剂春谷試驗

試驗在保定市郊东高庄进行，試驗地为中壤质淺色草甸土，播种前将地整平，結合灌水施入土壤結構剂，至土壤干湿度适宜时进行淺耕，耙盖待播。供試品种为华农四号

春谷。一九五九年五月六日播种，九月一日收获。小区面积 0.2 亩，随机排列，重复两次。結果如表 6：

表 6 1959 年土壤結構剂春谷田間試驗結果

处 理	結構剂用量 斤/亩	籽实产量 (斤/亩)	增 产 (%)
对 照 (不施)	—	302.4	—
纤 维 素 粘 胶	30	334.4	10.6
胡敏酸硅酸鉀钠	96	387.1	28.0
有机无机結構剂	80	414.5	37.1

試驗 2：一九六〇年土壤結構剂春谷試驗

試驗在保定市河北农业大学实验农場进行的，試驗地土壤为輕壤质淺色草甸土，結構剂施用方法同試驗 1，供試品种是华农四号春谷。一九六〇年五月十二日播种，八月二十六日收获。小区面积 0.1 亩，随机排列重复四次。結果見表 7：

表 7 1960 年土壤結構剂春谷田間試驗結果

处 理	結構剂用量 (斤/亩)	穗 长 (厘米)	穗 重 (克)	穗 粒 重 (克)	千粒重 (克)	穗粒数 (个)	秕谷率 (%)	籽实产量 (斤/亩)	增 产 (%)
对 照 (不施)	—	17.0	9.8	8.3	2.90	2,439	14.6	306.5	—
胡敏酸硅酸鉀钠	80	17.7	12.1	10.0	2.80	3,123	11.5	319.9	4.1
聚 丙 烯 酸 钠	10	16.7	11.4	9.7	2.64	3,017	9.5	343.8	12.2
聚甲基丙烯酸钠	10	19.0	14.6	11.6	2.84	3,627	13.4	334.2	9.0
草炭土壤結構剂	100	15.8	11.3	9.8	2.70	3,022	15.4	354.2	15.6
有机无机結構剂	100	16.9	10.5	8.9	2.50	3,100	13.1	366.7	19.6

試驗 3：一九六〇年土壤結構剂春玉米田間試驗

試驗地点、土壤及結構剂用法同試驗 2。

供試品种为金皇后，一九六〇年五月十二日播种，八月三十一日收获，小区面积 0.1 亩，随机排列，重复四次，試驗結果見表 8：

表 8 1960 年土壤結構剂春玉米田間試驗結果

处 理	結構剂用量 (斤/亩)	穗 长 (厘米)	穗 粗 (厘米)	穗 重 (克)	穗 粒 重 (克)	穗粒数 (个)	千粒重 (克)	籽实产量 (斤/亩)	增 产 (%)
对 照 (不施)	—	19.4	4.8	262.6	18.70	489	388.0	553.8	—
胡敏酸硅酸鉀钠	80	22.0	4.8	302.0	22.0	532	414.0	594.2	7.4
有机无机結構剂	100	21.8	5.1	307.5	24.5	884	419.0	636.7	14.9
聚 丙 烯 酸 钠	10	20.4	4.56	283.5	21.8	507	428.0	563.3	1.7

試驗 4：一九六〇年土壤結構剂冬小麦防盐保苗田间試驗

試驗在交河县泊鎮农科所进行，試驗地土壤为輕壤质中度盐漬化淺色草甸土，土壤結構剂为胡敏酸鈉，經溶解稀 释 后 开 沟 施 入。一九五九年九月二十七日播种，一九六〇年六月八日收获，小区面积 0.1 亩，随机排列，重复四次，試驗結果見表 9：

表 9 1960年土壤結構剂冬小麦防盐保苗田间試驗結果

处 理	結構剂 用 量 (斤/亩)	株高 (厘米)	穗长 (厘米)	小穗 数	穗粒 数	亩穗 数	籽 实 产 量 (斤/亩)	增 产 (%)
对 照 (不施)	—	98	5.2	10.1	18.1	141.5	201.5	—
胡敏酸鈉	6	103	5.3	10.5	18.5	43.8	215.0	6.7
胡敏酸鈉	12	115	5.8	11.0	19.3	46.2	243.5	20.8

以上四个試驗結果都表明施用土壤結構剂，使土壤中分散的粒子成为团粒，作物生长有了良好的土壤环境，株高、穗长、穗重、粒重等絕大多数皆有所增加，因此其增产效果是极为显著的。在壤质淺色草甸土上春谷田间試驗中有机无机土壤結構剂增产 37.1%，胡敏酸硅酸鉀鈉增产 28.0%，纖維素粘胶增产 10.6%；在石灰性輕壤质淺色草甸土上春谷及春玉米田间試驗中有机无机土壤結構剂增产 14.9—19.6%，草炭土壤結構剂增产 15.6%，聚甲基丙烯酸鈉增产 9.0%，聚丙烯酸鈉增产 1.7—12.2%，胡敏酸 硅酸鉀鈉增产 4.1—7.4%；在輕壤质中度盐漬化淺色草甸土上小麦田间試驗中，胡敏酸鈉用量为 6 斤时增产 6.7%，胡敏酸鈉用量为 12 斤时增产 20.8%。土壤結構剂的增产作用是肯定的，但試驗中增产效果尚不若国外所报导者为高，其增产幅度相差也較大，这方面

除了与結構剂有效应用条件有关外，在結構剂的制造及应用技术上亦需改进，这些都有待进一步深入研究。

四、土壤結構剂在农业生产中 发展与应用途径

土壤結構剂对增加土壤水稳性团粒改良土壤物理性状，提高作物产量及抗旱保苗、防盐保苗的作用是显著的。試驗应用的土壤結構剂是由天然物质制备和人工合成两种类型取材的。由天然有机质和矿物质制备的，如有机无机結構剂，草炭土壤結構剂，胡敏酸硅酸鉀鈉，胡敏酸鈉等。由人工合成的結構剂，如聚丙烯酸鈉及聚甲基丙烯酸鈉。介于上述二者之間的由天然物质經化学作用而制成的結構剂如纖維素粘胶。根据室内測定对以人工合成的結構剂作用最为显著。从对作物生育影响及产量結果看来，由天然物质制备的結構剂亦有极显著的效果。以天然有机物及矿物质制备的土壤結構剂，其原料在我国不少地区丰富易得，制备簡易，成本低廉，易于推广应用。制造人工合成結構剂需要复杂的化工設備及高度的工业技术水平，随着我国化学工业中人造纖維工业及塑料工业的迅速发展，目前已具备了生产人工合成結構剂的技术及物质条件。今后結構剂的发展与制造，应该以上述两种并重，不可偏废。在应用技术上，应该探明各种結構剂的有效条件，适用土壤及适用的作物。总之，研究生产和应用土壤結構剂，是我国农业工作者及化学工作者面临的一个新任务，也是我国实现农业化学化的重要內容。目前，这方面的工作尚处于开始阶段，有更多問題有待于作进一步深入的探討。