

小 结

盆栽和田间试验证明马钢、南钢和苏钢的钢渣都可以作为磷肥利用,在不同的土壤上种植不同的作物都有肥效。钢渣磷肥所含的磷是非水溶性的,最好用作基肥。钢渣磷肥分解慢,肥效较长,不仅对当季作物有效,对后茬作物也有增产作用。

炼钢废渣可以作为磷肥,但目前各厂的废渣含磷量不高,今后应设法提高钢渣的含磷量,加工粉磨,以利钢渣磷肥的推广,既可除害兴利,废物利用,又可支援农业。

水解聚丙烯腈的改土和增产作用

徐富安 林长英 臧惠林*

(中国科学院南京土壤研究所)

随着石油化工特别是人工合成高分子化学工业的飞速发展,使利用高分子聚合物来定向、快速改良土壤结构成为可能。本世纪五十年代初期以来,有关这方面的工作国外有不少报导。我国自1958年大跃进以来,有关科研单位和学校也做过这方面的工作。为了研究某些高分子化合物的改土和对作物的增产作用,我们就水解聚丙烯腈进行了田间试验和温室盆钵模拟试验。于1973年在本所试验场的岗地黄棕壤上进行了田间试验,小区面积为35平方米,分为对照及水解聚丙烯腈不同用量(0.01%和0.1%——占耕层土重百分比计算)三个处理,重复二次。

我们采用粉状聚丙烯腈,经1N氢氧化钠皂化水解1小时处理后^[1],加一定水量在翻耕后的试验小区泼浇,各小区总浇水量一致。一天后,将土地耙平,整细,6月15日条播黄豆,品种为“岔路口”。各小区每亩施用过磷酸钙50斤作基肥。

10月22日黄豆收获后,翻耕土壤,各小区内每亩施过磷酸钙40斤,硫酸钾15斤,尿素8斤作小麦基肥。整地后条播小麦,品种为“武麦一号”。1974年2月26日每亩追施尿素8斤。

试验期间,定期作水稳性团聚体含量分析(萨维诺夫法),土壤含水量测定,以及土壤容重、坚实度、土壤总孔隙、有效孔隙(减压法)土壤通气性^[2]等土壤物理特性的测定。并对黄豆和小麦的生育情况进行必要的观测,最后测得产量。现将所得初步结果总结如下。

一、水解聚丙烯腈对黄棕壤结构性的改善

田间施用水解聚丙烯腈改良剂一、二天后,即能观察到土壤团聚体增加,施用0.1%聚

* 参加本工作的还有关润威同志。

表1 各级水稳性团聚体含量 (%)

处 理	粒 径 (毫米)						总 量	
		> 5	5—3	3—1	1—0.5	0.5—0.25	> 0.25	> 1
对 照		0.44	0.78	4.42	7.12	7.10	19.86	5.64
0.01% 区		4.40	2.36	6.72	8.38	8.24	30.10	13.46
0.1% 区		31.86	9.98	22.76	14.64	3.70	82.94	64.60

合物的小区表现为耕层松软，即使大雨以后，表土疏松不板实，土壤结构明显，而对照小区经干湿交替后，表土板实僵硬，并发生龟裂。

施用聚合物13天后，采样分析土壤水稳性团聚体的含量（表1）。0.1%小区大于0.25毫米粒径的团聚体，由对照区的19.86%增至82.94%，0.01%小区增至30.10%。一些研究者认为，1—7毫米粒径土壤团聚体更加具有良好的农学价值。从表1可以看出，0.1%和0.01%小区大于1毫米水稳性团聚体总量分别为对照区的11.5倍和2.4倍。可见水解聚丙烯腈主要是形成粒径大于1毫米的较大的团聚体。

根据定期采样分析的结果（图1, 2），水解聚丙烯腈所形成的水稳性团聚体的含量变化，在头两个月较为稳定，以后逐渐减少，四个月（黄豆收获）后，0.1%小区大于0.25毫米团聚体由82.94下降到74.88%，12个月后，降为62.26%。大于1毫米的团聚体也具有同样的趋势。

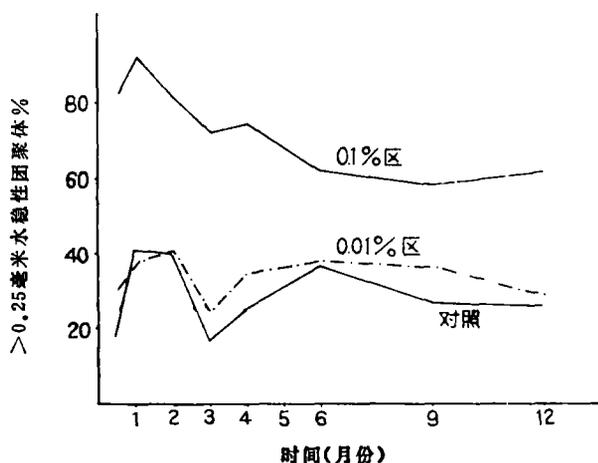


图1 施用水解聚丙烯腈后，土壤中 > 0.25 毫米水稳性团聚体的动态变化。

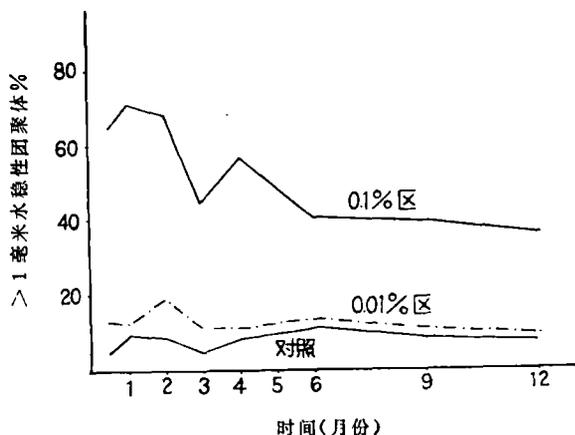


图2 施用水解聚丙烯腈后，土壤中 > 1 毫米水稳性团聚体的动态变化。

二、水解聚丙烯腈对黄棕壤孔隙性和坚实度的改善

施用0.1%水解聚丙烯腈后，土壤容重由对照1.35克/厘米³降为1.23克/厘米³。总孔隙度增加了4.5%，有效孔隙增加7.0%，土壤非毛管孔隙也有增加（表2）土壤孔隙性的改善，增强了土壤通透性和抗旱保墒的能力，使作物根系有一个良好的生长环境。

表2 施用水解聚丙烯腈后, 土壤孔隙状况的变化

处 理	大气压P	0.015	0.03	0.06	0.3	0.6	<0.005 毫米孔 隙总量 (%)	有效 孔隙 度* (%)	总孔 隙度 (%)	有效 孔隙 度占 总孔 隙度 (%)	毛管 孔隙 度 (%)	非毛 管孔 隙度 (%)	容重 (克 厘米 ³)	
	水银柱高 (毫米)	○	11.4	22.8	45.6	228								456
	孔隙直径 毫米	○	>0.2	0.2~ 0.1	0.1~ 0.05	0.05~ 0.01								0.01~ 0.005
对 照	3.0	0.2	0.2	0.6	5.8	2.8	28.4	9.4	49.3	19.1	46.3	3.0	1.35	
0.01% 小区	6.5	1.3	2.1	2.2	8.4	2.8	26.4	15.5	53.8	28.8	47.3	6.5	1.23	
0.1% 小区	5.0	1.0	1.7	2.3	8.5	3.7	26.4	16.4	53.8	30.5	48.8	5.0	1.23	

负压法测定, 5次重复平均数。

* 0.2~0.005毫米孔隙度总量。

未经改良的岗地黄棕壤, 经干湿交替后, 土壤板实, 土块坚硬, 伏旱期间土表还发生龟裂, 拉断作物根系。施用水解聚丙烯腈后, 土壤全结疏松, 适于作物根系生长。翻耕时, 耕犁阻力小, 土块易破碎, 整地质量高。各小区土壤坚实度测定表明, 施用聚合物后, 特别是施用量为0.1%时, 土壤坚实度显著降低(表3)。

表3 各处理土壤坚实度和通气性K值的测定

小 区 代 号	处 理	平均坚实度(公斤/厘米 ²)		测坚实度时 土壤含水量 (%)	土 壤 容 重 (克/厘米 ³)	通气性K值*	测土壤通气 性时土壤含 水量 (%)
		0-15厘米土层	0-20厘米土层				
I	对 照	29.5	35.7	10.49	1.35	2.44	15.40
II	0.1% 区	15.6	25.0	13.63	1.23	4.92	18.55
III	0.01% 区	26.8	33.5	10.57	1.23	2.03	15.22
IV	对 照	37.5	39.6	14.08	1.33	2.12	16.43
V	0.1% 区	17.1	22.7	15.45	1.27	7.57	20.57
VI	0.01% 区	34.2	37.5	15.78	1.24	5.95	16.90

* K值为25°C时, 在1达因/厘米²压力下, 每小时通过面积为1平方厘米, 厚度为1厘米土层的气体(立方厘米数)。

黄豆收获后, 进行了土壤通气性测定(表3)。结果是土壤内施用0.1%水解聚丙烯腈后, 土壤的通气性K值比对照高得多。另外, 由于测定时0.1%小区含水量比对照高, 因此, 可以推想, 如含水量一致的条件下, 施聚合物小区的K值将会更高。

三、水解聚丙烯腈对土壤水分物理性质的改善

由于土壤结构和孔隙性的改善, 土壤保墒抗旱能力大大增强。试验期间, 7—8月二个月内未曾降雨, 岗地上伏旱严重, 但0.1%水解聚丙烯腈小区内黄豆植株生育正常。7月26日采样测定0.1%小区中, 0—10和10—20厘米土层含水量较对照小区分别高1.82%和2.69%(表4)。8月15日的测定结果, 0~50厘米土层内的含水量, 0.1%小区较对照小区多1.73%, 折算每亩约多150担水。这对发生伏旱的岗地旱地作物是非常宝贵的。经过两

表4 不同时期各层土壤的含水量(%)

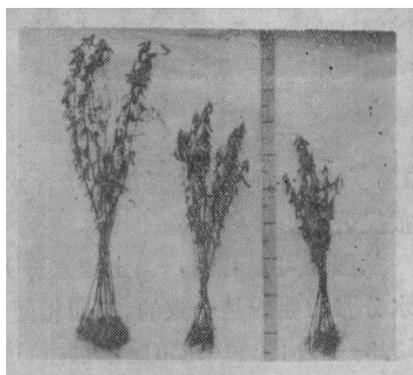
处 理	土层深度 (厘米)	采 样 日 期						
		7月14日	7月26日	8月15日	9月14日	10月22日	10月31日	3月14日*
对 照	0~10	9.36	10.19	5.56	22.87	15.92	9.52	22.02
	10~20	17.88	14.38	12.25	22.25	18.20		22.78
	20~30	20.31		14.97	23.31	19.38		23.58
	30~50	25.02		20.85	23.56	24.88		26.10
0.1% 区	0~10	11.47	12.01	6.72	23.67	19.56	13.27	24.47
	10~20	17.50	17.07	14.28	23.77	19.75		23.89
	20~30	21.29		17.60	23.28	22.48		25.45
	30~50	25.49		21.94	24.59	23.87		26.79
0.01% 区	0~10	8.64	10.43	6.13	23.33	16.21	10.11	24.02
	10~20	17.52	15.92	13.85	23.15	19.46		23.50
	20~30	20.08		18.04	23.88	20.91		24.37
	30~50	23.26		20.15	23.06	23.55		25.17

* 为1974年, 其余为1973年。

个月的干旱到8月24日, 对照小区内黄豆植株矮小(株高36.8厘米)并发生大量枯萎死亡, 而0.1%水解聚丙烯腈小区内黄豆植株则生长旺盛(株高62.4厘米)没有缺水现象发生(照片1)。

应该指出, 0.1%区内植株比对照区长得高大茂盛, 其蒸腾耗水量远比对照区大, 但土壤中水分仍能满足作物生长需要, 可见水解聚丙烯腈处理增加土壤抗旱保墒能力是很强的。它们虽然施于耕层, 但其造成的土壤水分差异, 可达50厘米深处, 甚至更深。提高了岗地在伏旱期间的抗旱能力。

10月24日, 黄豆收获后, 播种了小麦。10月22日测定土壤含水量, 0.1%区0—10厘米土层比对照区高3.64%。播种后天气晴热, 土壤水分不断减少, 10月31日测定0—10厘米土层, 对照含水量已降至9.52%, 比0.1%区低3.75%(表4)。此后, 直至12月底长期干旱无雨, 造成对照区严重缺苗, 生长缓慢, 而0.1%区小麦的基本苗及其长势远较对照为好(表5)。对照区和0.01%区不少麦苗在春节前后降雨期间才陆续出苗。



照片1 大豆生长情况

(10月22日收获时照)

(自左至右处理为: 0.1% 改土剂, 0.01% 改土剂和对照)

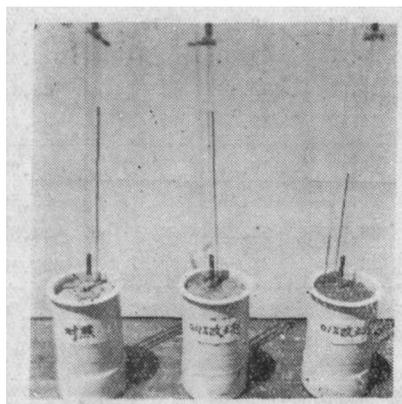
表5 麦 苗 生 长 状 况

处 理	基本苗数* (万/亩)	株 高 (厘米)	单株分蘖数 (个)	单株支根数 (条)	茎叶风干重 (克/10株)	根系风干重 (克/10株)
对 照	13.84	14.6	0.35	6.1	0.49	0.17
0.1% 区	21.06	22.8	1.05	9.0	1.70	0.43

* 1973年11月16日测, 余为1974年3月14日测。

施用水解聚丙烯腈后,改良了土壤结构,增强了土壤通透能力。大雨时,土壤未被淋实,干旱时,土表不发生龟裂和板实的现象,因此减少了地表径流,增加了土壤含水量。另外由于耕层土壤疏松多孔,干旱时起了抑制蒸发的作用,因此施用聚合物小区的土壤比对照区能保蓄较多的水分,以供作物需要,并使二季作物在干旱条件下仍比对照区显著增产。

我们曾在温室盆钵内进行水分蒸发模拟试验。每盆装风干黄棕壤2.5公斤,并在盆内埋装水分张力计。处理分为对照及施水解聚丙烯腈0.01%和0.1%三种。重复三次(照片2)。



照片2 水解聚丙烯腈抑制
土面蒸发试验

试验开始前,每盆土壤加水至饱和含水量(36.2%)。然后任其自然蒸发,定期称重计算土中含水量,同时记录土壤水分张力。试验头四天内,各处理蒸发差异是不明显的(图3),此时土壤内毛管水可能联系为一个整体,土壤结构对蒸发的抑制作用没有表现出来。当土壤含水量降到25%以下后,施0.1%水解聚丙烯腈的盆钵,水分蒸发速度明显变慢。至5月12日(18天后),对照含水量为14.9%,而0.1%聚丙烯腈处理到5月27日才蒸发至该含水量,相差半个月之久。6月1日,对照含水量9.6%,已接近试验土壤的凋萎含水量,但同一天

0.1%水解聚丙烯腈处理的土壤含水量尚有13.9%。可见聚丙烯腈抑制水分蒸发的作用是很显著的。

从图4可以看出,当土壤水分张力在负压力 $pF2.3$ (200厘米水柱)以下时,三种处理的水分张力曲线是一致的,亦即相同含水量下,水分对作物的有效性是一致的。在负压力 $pF2.3-2.74$ (200—550厘米水柱)这一范围内相同含水量的条件下,对照土中的负压小

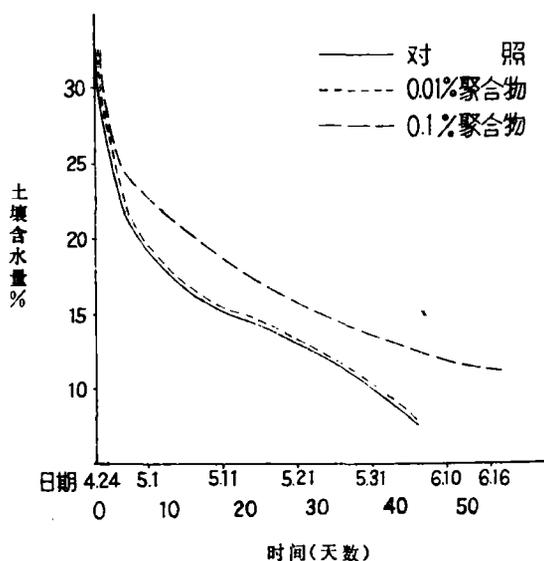


图3 土壤蒸发速度曲线

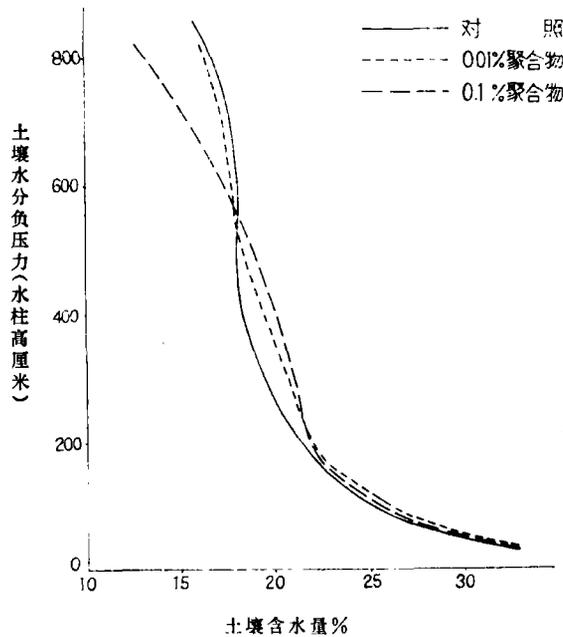


图4 各处理含水量与土壤水分张力关系

于0.1%聚合物处理土中的负压。当土壤水分张力超过负压 $pF_{2.74}$ (550厘米水柱)时,相同含水量条件下则对照中的负压要大于0.1%聚合物处理土中的负压。而且随负压力的增大,0.1%聚合物处理的土壤水分有效性也随之有增大的趋势。这对于旱地区增加土壤中有效水数量具有很大意义。另外,土壤施用聚丙烯腈后,还可以有效地防止土表板结和龟裂(照片2)。

四、水解聚丙烯腈的氮素营养问题

聚丙烯腈原含腈($-CN$)态N25.9%,据国外报道,在1N NaOH溶液内煮沸水解二小时后,并非全部水解为聚丙烯酸,尚含腈态结合的N9%左右^[3]。我们进行的试验中,煮沸水解时间为一小时,所产生的 NH_3 一部分逸入空气,仍有一部分溶在水解液中。为了解随同水解液施入土壤的速效氮素含量,在室内作了土壤培育试验,测定了培育土壤中速效氮素(铵态氮和硝态氮总量)含量。结果表明,聚丙烯腈0.1%用量处理者,土中速效氮素比对照增加4.3ppm。也就是说,田间施用0.1%聚丙烯腈者,其增加的速效氮素与对照相比,相当于每亩多施6.1斤硫酸铵。

田间施用聚合物13天后,我们测定了土壤中铵态氮量,0.1%小区比对照区高2.9ppm,与实验室培育试验结果基本一致。

五、水解聚丙烯腈的增产效果

黄棕壤上施用水解聚丙烯腈后,由于改善了土壤结构、土壤水分物理、通气性、坚实度等土壤特性,致使作物根系发育良好,出苗率高,生长茂盛,最后增加了产量(表6、7)。

表6 黄 豆 考 种 及 产 量

处 理	株 高 (厘米)	单株荚数 (个)	单株瘪荚数 (个)	单株籽粒重 (克)	百粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产 (%)
对 照	45.3	12.8	1.2	2.39	10.64	56.1	—
0.01% 区	55.4	18.3	1.6	3.31	10.81	—	—
0.1% 区	78.8	28.5	4.6	4.75	10.37	94.1	67.7

二个重复的平均数。

表7 小 麦 考 种 及 产 量

处 理	株 高 (厘米)	穗 重 (克)	每穗粒数 (粒)	单株籽重 (克)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	增 产 (%)
对 照	66.7	1.08	32.4	0.89	34.2	273.6	—
0.01% 区	74.1	1.04	31.5	1.00	33.3	293.7	7.3
0.1% 区	81.4	1.31	35.7	1.11	35.3	409.4	49.6

二个重复的平均数。

另外,据我们观察,施用聚丙烯腈0.1%小区,黄豆比对照提早成熟8天左右,第二茬小麦亦提早成熟4天左右,而且抽穗整齐,成熟一致和籽粒饱满等性状均较对照为优。

小 结

施用水解聚丙烯腈,能迅速增加黄棕壤水稳性团聚体含量,试验表明,水解聚丙烯腈主要形成粒径较大的团聚体(>1毫米)。当其施用量为耕层土重0.1%时,大于0.25毫米和大于1毫米团聚体含量,分别由对照的19.86%和5.64%增加为82.94%和64.60%。这些人造创造的土壤团聚体,一年后分别降为62.26%和36.39%。

施用水解聚丙烯腈后,降低了土壤容重和坚实度;增加了土壤总孔隙度,毛管孔隙度和非毛管孔隙度;增加了土壤通气能力,并有明显的抑制土壤水分蒸发的作用,有利于土壤蓄水,提高土壤抗旱能力。

由于水解聚丙烯腈改良了土壤物理条件,并在水解液中含有部分速效态氮素,促使黄豆和小麦生长良好,提高了产量。

水解聚丙烯腈有较明显的改土和增产作用,随着化工事业飞速发展,它将有可能成为我们改良某些低产土壤的有效手段。目前在聚丙烯腈工业生产过程中,各工厂都有一定数量废、次品存在,研究应用这些废次品于农业生产是具有一定的现实意义的。

参 考 文 献

- [1] 朱永绥,土壤学报,13(1),92—94,1965。
- [2] 朱祖祥、童永忠,浙江农业科学,2期,61页,1963年。
- [3] Зайнутдинов, С., Ахмедов К. С., Гуминовые и полимерные препараты в с. х., Ташкент, АИ УзССР, 44—51, 1961.