

腐植酸类肥料的制作与施用

山西人民出版社

前 言

腐植酸类肥料是一种多功能的有机矿物肥料，具有较高、较全面的肥效。它还能改良土壤，提高土壤的保水、保肥、透气等性能，特别是与无机肥料配合施用，能提高各种化肥的利用率。

风化煤是生产腐植酸类肥料的主要原料，它在我省几乎到处都有，而且质量较好，开采方便。就以我们霍县来说，储藏量约为一亿二千万吨。腐植酸类肥料的生产方法简单，容易制造，成本低，上马快，便于各地大搞群众运动，自力更生地增产化肥。无产阶级文化大革命以来，我县广大贫下中农以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，批判了刘少奇、林彪反革命的修正主义路线，开展了农业学大寨的群众运动，破除迷信，解放思想，充分利用当地资源，因地制宜，因陋就简，土法上马，大搞腐植酸类肥料的群众运动。在短短的时间内，即在增产肥料方面取得了很大的成绩。为了总结、宣传和推广前一段大搞腐植酸类肥料的经验，促使化肥战线这一新生事物的不断发展和完善，为农业学大寨、为农业生产的大干快上作出贡献，我们编写了这本小册子，以供各地搞腐植酸类肥料时参考。

我们搞腐植酸类肥料的工作仅仅是初步的。因为这是一项涉及面较广的工作，有些问题还需要在今后的实践中作进一步的研究和探讨。由于我们的水平有限，这本小册子中难免有错误和缺点，恳切地希望读者批评指正。

霍县革命委员会三肥办公室

一九七六年八月

目 录

一	腐植酸和腐植酸类肥料	(1)
	(一) 腐植酸类肥料	(2)
	(二) 腐植酸的某些物理性质	(2)
	(三) 腐植酸的某些化学性质	(3)
二	腐植酸类肥料的施用效果	(8)
	(一) 腐植酸类肥料对于土壤的改良作用	(8)
	(二) 腐植酸类肥料对于庄稼生长发育的作用	(10)
三	几种腐植酸类肥料的土法生产	(13)
	(一) 原料	(13)
	(二) 风化煤中腐植酸的简易识别	(14)
	(三) 腐植酸原料——风化煤的开采	(15)
	(四) 风化煤中腐植酸的简易化验分析	(16)
	(五) 几种腐植酸类肥料的土法生产	(21)
四	腐植酸类肥料的施用量及施用方法	(31)
	(一) 施用量	(31)
	(二) 施用方法	(33)
五	腐植酸类肥料的田间施用实验	(35)

一 腐植酸和腐植酸类肥料

在农业学大寨的群众运动中，广大贫下中农和社员群众，以阶级斗争为纲，学理论，抓路线，认真落实农业“八字宪法”，大搞科学种田，千方百计，广开肥源，在生产实践中逐步地认识了腐植酸和腐植酸类肥料。

腐植酸是一种天然的有机高分子化合物。各种植物死亡腐烂以后，在空气和水的作用下，即经过氧化和水解，都可以形成腐植酸。例如，贫下中农沤制的秸秆肥、绿肥、牲口的厩肥中，就都有腐植酸。腐植酸广泛地存在于土壤、泥煤、草炭柴煤和褐煤中。烟煤因为成煤阶段较高，所以不含腐植酸，但是经过自然风化或人工氧化，也能生成“再生腐植酸”，总之，腐植酸是一种无定形的高分子有机弱酸（复杂的羧基羧酸），它含有：碳，50~60%；氢，4~6%；氮，1.5~6%；还有氧、硫、磷、钾、铁等其它元素。腐植酸，由黑、棕、黄三色混合而以黑色为主，表面呈褐色酱油状的混合物。具有胶体的特性，有较大的表面积，有膨胀的凝胶体和高度的吸附性能以及较强的离子交换能力。由于它的形成条件不同，所以它的结构也有差别。总的来说，它的结构是复杂的。但由于它所含的主要官能团，（决定腐植酸性质的原子组分）和取代基（主要参加化学反应的部分）所表现出来的性质，它的主要物理、化学性质是可以知道和利用的。腐植酸是一种：能够用0.1~0.3当量的火碱溶液（从

风化煤或其它物质中)溶解(萃取),用无机酸沉淀出来的物质。尽管我们现在还不清楚腐植酸分子的全部结构,但是知道腐植酸是腐殖质最主要的成分,而腐殖质,是土壤肥力的基础,土壤的改良,土壤肥力的提高、植物的生长,粮食的增产都离不开它。为了社会主义农业的大干快上,为尽快地普及大寨县,我们还是可以利用它的基本性质,把它制成肥料,制成土壤改良剂,制成植物生长刺激素……,让它为农业生产服务。

(一) 腐植酸类肥料

凡是以腐植酸为基本原料(或载体)并使之与作物生长发育所需要的其他元素发生反应生成的各种肥料,都叫做腐植酸类肥料。例如:腐植酸铵,腐植酸钾,腐植酸磷,腐植酸钠,腐植酸氮磷复合肥料,腐植酸氮磷钾复合肥料等。腐植酸和农家肥,如:用风化煤垫圈,沤秸秆,拌大粪干,和茅粪混合等生成的肥料都叫做腐植酸类肥料。腐植酸和各种化肥,如:碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵、氯化铵、过磷酸钙等混合也叫做腐植酸类肥料或腐植酸混合肥料。这些肥料的特点是除具有各种肥料成分的作用外,还有腐植酸本身所具有的改良土壤和促进肥效的作用。

(二) 腐植酸的某些物理性质

腐植酸(主要指黑腐植酸)是一种黑色、有光泽的胶体,干燥时的晶状颗粒外形呈贝壳断口的凝胶状。比重稍大于

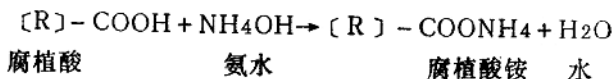
1, 在1.44左右,质地较软,吸附性很强.它的碱性溶液呈黑褐色酱油状。酸性(溶胶的)大致在PH值3到4之间,反映其酸性特点的主要是由于羧基、酚羟基、羟基等酸性基团在起作用。环、链式的分子结构较大,一般认为是多价酚型的芳香族化合物与含氮化合物的缩聚物。由于分子结构较大,所以内部结构松散,空隙较多,因此构成它极强的吸附力和胶着力、亲水性、阳离子交换性、络合能力和螯合能力等。利用它的这些特性使腐植酸和各种易挥发的无机氮肥和农家肥混合施用可以起到肥料的稳定剂作用。稀释后的腐植酸盐溶液,进行作物的根外喷洒、蘸根、浸种、拌种、浇灌,可以使腐植酸渗入作物的种子、根茎叶细胞中,提高细胞质的渗透压,促使各种养分很快地进入作物体内起到加速生长的作用。

(三) 腐植酸的某些化学性质

腐植酸(黑腐酸)的基本化学性质是:遇碱溶化,遇酸沉淀。其分子量很大,大约在2~5万。它与碱的离子交换量为400~600毫克当量/100克。

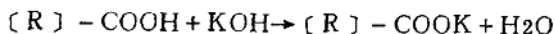
1、它能和一价的金属性离子发生反应,生成可溶性的碱金属盐。

(1) 腐植酸可以和氨水发生反应,生成腐植酸铵肥料和水。



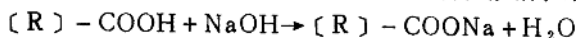
注 式中[R]代表腐植酸的其它部分。

(2) 腐植酸可以和氢氧化钾发生反应, 生成腐植酸钾肥料和水。



腐植酸 氢氧化钾 腐植酸钾 水

(3) 腐植酸可以和火碱发生反应, 生成腐植酸钠和水。



腐植酸 火碱 腐植酸钠 水

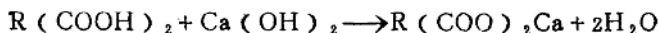
当腐植酸钠碱性溶液稀释到万分之一到十万分之一左右的时候, 通过适当的喷洒到作物体上可以渗入作物体内。这时腐植酸分子中的酚基: $HO - \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle - OH$ 和 羰基 $O = \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle = O$



O 的可逆反应。这个氧化——还原反应可促使植物体内酶的转化。它是作物呼吸作用的基础。羰基是氧的活化剂。氧的活动增强, 等于作物体内能量的增加, 能量增加就可以加速植物呼吸作用和光合作用的进行, 加快作物的新陈代谢, 提高作物体内碳水化合物积累的速度, 因此就能够提高作物的产量。由于能量增加, 作物生命活力增强, 就可以提高作物抗病、抗旱、抗逆的能力。一九七五年三教公社库拔大队在严重的“干热风”面前, 小麦由于喷洒了腐植酸钠, 不但没有减产, 反而增产了 24.04%。

2、腐植酸能和二、三价金属离子发生反应。

(1) 腐植酸能和钙离子 (Ca^{++}) 氢氧化钙发生反应, 生成一种土壤凝胶体, 可促使土壤团粒结构的形成, 起到改良土壤的作用。



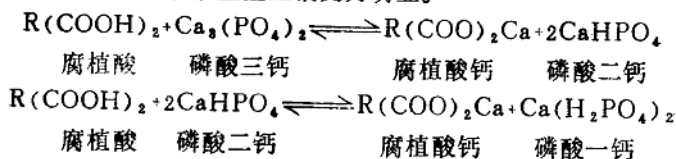
腐植酸 氢氧化钙 腐植酸钙 水

这种胶体状的腐植酸钙，是一种很好的胶结物质，它能把细小的土粒粘在一起，使土壤湿容量提高，水分渗透率下降，形成我们所希望的水稳性团粒结构。这种团粒结构能把土壤中水分、空气之间，土壤微生物中好气性微生物和嫌气性微生物之间的矛盾，予以很好地解决，起到保水、保肥、透气的作用，为作物生长创造良好的条件。

没有团粒结构的土壤，是不利于作物生长的。贫下中农说沙土地是“日出似火炕，日落赛冰床；风天沙横飞，雨天沙水流；小苗长不住，长住活不长。”胶泥地是：“雨天似稀饭，旱天赛龟板，人畜活遭殃，种田不增产。”这两种地的根本毛病是缺少团粒结构，施用腐植酸类肥料以后，就可以改变这种状况。它能在这两种不同的土质中形成很好的水稳性团粒结构，把各种养分吸附在它的周围及时地供作物吸收利用。天气干旱的时候，土壤和植物中水分的蒸发量增大，当土壤水分被蒸发到一定程度时，土壤团粒结构收缩拉断水分蒸发的土壤毛细管，从而保住土壤中的水分，使土壤微生物能够照常进行活动，创造和积累养分供作物吸收利用。当阴雨连绵水分过多的时候，团粒之间较大的空隙充满了水分，而这时水分不能马上渗入到胶状的团粒中间去。这时候促使团粒中间的嫌气性微生物到团粒外部去活动积累养分，好气性微生物到团粒内部去分解养分供作物根系吸收，这就可以照常持续不断地供给作物生长发育所需要的全部水分、空气和养分。所以施用腐植酸类肥料以后，就可以形成土壤团粒结构，具有团粒结构的土壤是肥沃的土壤。由于腐植酸

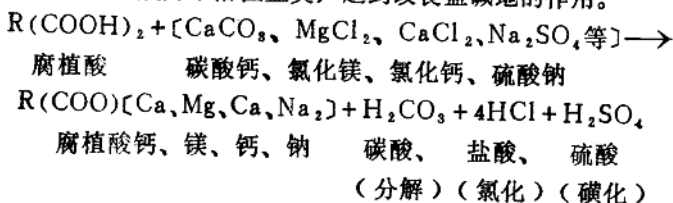
钙胶体形成了土壤团粒结构，所以保住了沙土地的水土流失，改变了胶泥地的板结状况。

(2) 腐植酸能和各种磷酸盐类发生反应，从而使各种不溶性的磷盐变成可溶性的磷盐。不论在什么样的土壤中，腐植酸都能不同程度地起到活化磷素的作用，特别是对磷肥固定性很大的碳酸盐型土壤更为明显。



反应中生成的磷酸一钙，可以被作物直接吸收利用。象白龙公社白龙大队、上乐平公社上乐平大队施用腐植酸铵的小麦千粒重显著增加就可以说明这一点。

(3) 腐植酸能和盐碱地中造成危害的各种可溶性盐类发生反应生成为不溶性盐类，起到改良盐碱地的作用。



这个反应使盐碱地中的硫酸钠变害为利，使氯化镁、氯化钙等可溶性的盐类变为不溶性，从而使盐碱地可溶性盐份减少，性质改变到有利于作物生长。在这个过程中，随着土壤中盐碱性增大，腐植酸的代换能力也随着增强。所以腐植酸是一种比较理想的盐碱地改良剂。反应中生成的腐植酸钠可以刺激作物加快生长，生成不溶性的盐类减轻了对于作物

的毒害，起到了一举两得的作用。

（4）腐植酸可以和土壤中铁、铝等离子形成一层保护膜，从而减少这些酸性地中的离子对磷的固定，起到活化磷素的作用。

总之，腐植酸在土壤中通过各种形式的化学反应，能提高土壤养分，调节土壤中水分、空气、温度以及土壤酸碱度为土壤微生物活动提供适宜的条件，加速有机物质的分解，加快矿物质的熟化，有利于土壤养分的释放和积累，增加土壤养分，提高土壤肥力、有利于营养元素进入作物体内。

二 腐植酸类肥料的施用效果

(一) 腐植酸类肥料对于土壤的改良作用

1. 腐植酸类肥料对于盐碱地土壤的改良作用。

辛置公社下马凹生产大队第二生产队，在村子两头的河滩里有二亩盐碱地。晴天白茫茫下雨水汪汪，盐碱含量达到了在表面十厘米土层中为千分之十五左右。盐碱板结，寸草不生。一九六五年修路的时候，把一九五八年大战钢铁时挖出的风化煤连土垫到这块地里。不久这块地里长出了草，队上就在这块地里种上大豆，因为离村远，既没有上粪，也没有很好地管理，但是大豆比村边的好地长得还好。第二年改种玉米，亩产达到了一千三百多斤。当时不知道是什么道理。后来才知道是风化煤中腐植酸改良了盐碱地。经过分析，知道这块地里由于土壤中风化煤成份较多（占表面土壤5%左右），土壤团粒结构已经大量形成，因此盐碱始终被压在四十厘米以下的深土层中，表层土壤（10~20厘米）中PH值保持在7.5左右。

2. 腐植酸类肥料对贫瘠的粘土土壤的改良作用。

辛置公社宋庄大队第三生产队有一块胶泥粘土地，只有十到十五厘米厚的土层，土壤中团粒结构几乎没有。由于离村远耕作和管理又很差，一九七四年春，小麦返青时，用深开沟

(10厘米)复土的方法每亩追施腐植酸铵一百斤。收割前检查,追施腐植酸铵的小麦株高七十二厘米,未施肥的仅四十五厘米,相差二十七厘米。追施腐植酸铵的田亩产六十斤,对照田只产二十五斤,增产140%。以后又进行土壤检查,发现追施腐植酸铵的土壤中小麦的残根已被褐色的小球(团粒)所包围。未施的土壤则还是老样子,土壤呈红色,细腻松散,小麦的残根已风化将尽。

以上情况说明腐植酸类肥料对于瘠薄的粘土胶泥地也能起改良土壤的作用,能够促进土壤团粒结构的形成,从而提高土壤的保水、保肥性,促进土壤中微生物活动,加速养分的制造和积累,为作物生长创造较好的条件,为以后持续地增产打下基础。

3. 腐植酸类肥料对沙土地的改良作用。

白龙公社白龙大队科研组,一九七五年春进行沙土地改良试验。亩施腐植酸铵一百五十斤做底肥种高粱。七月二十五日观察,除了长势比其它对照田有明显的不同外,最主要的是土壤发生了明显的变化。例如:拔起一棵高粱,在施用腐植酸铵的地里能带起三至五斤左右的土,而在对照田里只能带起一到二斤,有的只能带几两土。当年雨水多而且大,风刮得也很厉害,施用腐植酸铵的高粱没有发生倒伏,未施腐植酸铵的倒伏在80%以上。土壤粘度变化也很突出。试验田和对照田同是一块地,沿汾河湾展开,倾斜面不到10度,大雨后,施用腐植酸铵的试验田土壤没有被流水冲走,而未施腐植酸铵的对照田被水冲刷的小沟有10厘米深。施用腐植酸铵的试验田中沙粒的粘度大大增强颜色发暗,团粒结构比对照田多一倍,对照田仍是沙粒发黄,松散不堪。

4. 腐植酸类肥料对于生土地的改良作用。

辛置公社南下庄大队，一九七三年夏季，用风化煤进行生土地的改良试验，亩施风化煤粉三百斤后种上冬小麦。出苗后苗齐，苗壮，苗旺，比未施的早出苗一到二天，未施的是苗不齐，苗细，苗黄。从收打情况看，施用风化煤的产量比附近肥沃的土地略低，但比未施的生土地高二倍多。收割后对土壤进行检查，发现施风化煤的土壤颜色发暗，土壤熟化程度达到80%以上，土壤状况得到了很好的改善，水稳性团粒已经开始形成。对照田土色和原来一样，没有多大的变化，熟化程度只达到20%左右，水稳性团粒还没有形成，土壤状况很差。

用风化煤改良生土地试验的成功，使南下庄及附近大队广大贫下中农很受启发。一九七五年以来他们已把大造大用腐植酸类肥料作为农田基本建设的一项重要内容，作为农业增产的一项重要措施来抓。

（二）腐植酸类肥料对于庄稼生长发育的作用

1. 腐植酸类肥料对于种子萌发的刺激作用。

宋庄煤矿腐植酸类肥料实验小组，利用万分之二的腐植酸钠碱性溶液对小麦、利用万分之三的腐植酸钠碱性溶液对玉米、利用万分之一的腐植酸钠碱性溶液对糜子，分别在60°C的溶液中浸种处理廿分钟，和用同等温度的温汤浸种廿分钟的小麦，玉米，糜子进行沙杯催芽试验。在同等室温下，四天以后观察，根长方面，小麦用腐植酸钠溶液浸种的比用温汤

浸种的长2.5厘米，玉米用腐植酸钠溶液浸种的比用温汤浸种的长2厘米。糜子用腐植酸钠溶液浸种的比用温汤浸种的长1厘米。幼芽生长方面：小麦用腐植酸钠溶液浸种的比用温汤浸种的长3厘米，玉米用腐植酸钠浸种的比用温汤浸种的长2厘米，糜子用腐植酸钠溶液浸种的比用温汤浸种的长2厘米。这些数据说明腐植酸钠分子已经通过浸种不同程度地渗入了种子的胚株生长点细胞，提高了细胞的渗透压，同时腐植酸分子中的酚基和醌基相互转化，加速了种子体内氧化过程的氢传递活动，使多酚氧化酶等多种酶的活动性增强，从而提高了胚株的呼吸作用和新陈代谢的能力，加速了酶的合成，使水分和养分迅速进入植株体内，提高细胞的增生能力，使胚芽迅速发育生长早出苗、苗齐、苗壮。

2. 腐植酸类肥料对作物根系的作用。

辛置公社辛置高中，一九七四年对小麦“北京8号”进行腐植酸类肥料的肥效试验，亩施腐植酸铵一百斤。四月十五日经过县、社、学校组成的三级考查组，对小麦进行观察。在只有25厘米深的活土层中，施用了腐植酸铵的小麦株高83厘米，根长50厘米；未施的株高74厘米，根长仅31厘米，而根毛的数量和密度仅等于施腐植酸铵的三分之一左右。施过腐植酸铵的根系：根毛密布，粗壮结实，黄中发亮，对照田根系则远远不及。这说明腐植酸类肥料在改良土壤的同时，能促进作物根系发育，提高根系生长点的代谢水平，使它加速生长伸进50厘米左右的深层土层中觅寻水分和养分，扩大了根的吸收面积，这对于小麦的抗旱、增产有着极其重大的意义。

3. 腐植酸类肥料对于作物茎叶和籽粒的作用。

腐植酸类肥料是一种比较全面的有机化学肥料，无论施

到那一种作物上，都能起到不同程度的增产作用，尤其是腐植酸氮磷复合肥料增产效果更为明显。几年来大量的田间试验和大面积的推广施用说明了这一点。它对于作物茎叶和籽粒的作用主要是由于其综合作用的表现。

例如：宋庄大队、白龙大队、扬枣大队、杜庄大队等不少大队的试验田及大田施用腐植酸类肥料以后，作物普遍表现茎秆粗壮，枝叶茂盛，籽粒饱满，抗旱防病。一九七四年四月十五日对宋庄大队小麦茎叶进行观察，施用腐植酸铵的小麦秆粗，叶厚。叶子的切片在显微镜下进行观察发现，叶绿素重叠致密，细胞肥大，对照田小麦的叶绿素稀疏，细胞个小，质液贫乏。四月廿八日在田间目测，当时天气比较旱，施用腐植酸铵的小麦，脚叶早死一至二片，对照田小麦已经早死三到四片。用手一摸，施用腐植酸铵的小麦叶片上蜡粉很多，对照田则蜡粉很少，粉粒也小，收打后产量相差很大，一九七五年全县小麦普遍受到干热风的影响。库拔大队施用腐植酸类肥料和喷洒腐植酸钠刺激素的小麦能按时成熟，风干现象不严重，籽粒比其它未施腐植酸类肥料的饱满得多，而未施腐植酸类肥料的小麦在临近成熟时就干死了。扬枣大队施用腐植酸类肥料以后，原来所引种的“山农270—27”红粒小麦显著变白，千粒重比对照田小麦多七克，对照田小麦成熟前发生了黑杆病，而施用腐植酸类肥料的则没有发生。施用腐植酸类肥料能够比较有效地控制玉米黑粉病，在宋庄煤矿施用试验，亩施一百五十斤腐植酸铵的玉米黑粉病减少到2%，对照田则高达10%。

三 几种腐植酸类肥料的土法生产

(一) 原 料

含有腐植酸的原料很多。象各种植物沤烂后的棕红色的溶液中，造纸的废液中，以及泥煤、褐煤、草炭、柴煤等都含有腐植酸。烟煤虽然已不含有腐植酸，但经过长期的空气和水的作用也会形成次生腐植酸。我县生产腐植酸类肥料就是利用这种烟煤风化后的风化煤生产的。由于风化条件和程度不同，其中所含的腐植酸也有差别。其含量一般是在40~70%之间。具体情况是：阳坡山上的风化煤比阴坡山上的风化煤腐植酸含量高。开采中稍上面的腐植酸含量比下面的高。原因是最上头的渗进了各种杂质，最下面的风化程度不够。由于所处的地质条件不同，风化煤中钙、镁的含量也不相同。以汾河为界，东西两边，东面风化煤，处在干子泥夹层中，钙、镁含量较少，变动在0.5~1.5%之间。西边风化煤处在有少量的石灰岩夹层中，钙、镁的含量在3%左右。总的来说，风化煤中除被钙、镁固定的腐植酸外，游离的腐植酸含量都在35~70%之间。风化煤进行工业分析如表。

项 目 产 地	水 份 % 分 析 基	灰 份 % 干 基	挥 发 份 % 可 燃 基	腐 植 酸 % 可 燃 基
宋庄.汾河东	25.74	23.41	31.51	57.51
陈村.汾河西	15.35	16.40		70.48

风化煤经过元素分析，其成份大致有：二氧化硅、三氧化二铁、三氧化二铝、二氧化钛以及少量的氧化钙、氧化镁和其它微量元素。我县的风化煤贮量比较丰富而且离地表较近，有的还裸露在地表和山腰。这对于群众性的大造大用腐植酸类肥料是一个有利条件。

(二) 风化煤中腐植酸的简易识别

风化煤是接近地表的露头煤，是经过空气和水对烟煤作用下的产物。当地贫下中农叫它是露头煤或煤引子，有的人也叫干炭。风化煤一般不好烧火，黑褐色不发亮，质地较软，用手指就可以碾碎，碎后呈棕褐色绒状，和手长时间接触，手指会发涩。风化煤如果与稀碱溶液（氨水、碳酸氢铵溶液、火碱溶液、纯碱溶液、草木灰水等）直接反应能够产生酱油色汤的就是含有游离腐植酸的风化煤，颜色越深越浓其中腐植酸含量就越高。风化煤用稀碱溶液直接溶后颜色不变，但不能完全说明其中没有腐植酸。在这种情况下，先用无机酸（5%硫酸或盐酸）把风化煤化开，然后用水多洗几遍，洗掉酸根加碱溶液，如能变成酱油色，说明其中有腐植酸，不过是被钙、镁离子固定起来了。如果不变色，则说明其中没