

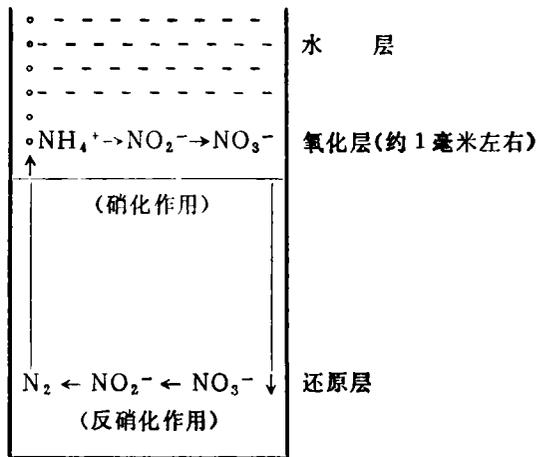
氮 肥 增 效 剂

中国科学院南京土壤研究所生物脱氮防止组

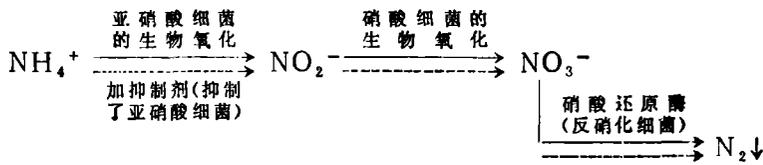
一、什么是氮肥增效剂?为什么能使氮肥增效?

首先谈谈铵态氮肥施入土壤后,发生了那些生物转化过程。

土壤中有一种叫亚硝酸细菌的微生物,能使氨氧化为亚硝酸,这个过程是硝化作用的第一阶段;另一种叫硝酸细菌的微生物,象接力赛一样,立即进一步将亚硝酸氧化为硝酸,这个过程是硝化作用的第二阶段。亚硝酸是一种不稳定的中间产物,但有时也能累积到一定的数量,危害幼苗。硝化作用产生的硝酸根(NO_3^-),当作物一时来不及完全吸收时,不会被带负电荷的土壤胶体所吸附,而随水渗漏到作物根系达不到的地方,或淋溶流失;另一种情况是,当 NO_3^- 渗漏到土壤的还原层,往往被这层土壤中另一类叫反硝化细菌的微生物还原为植物不能吸收利用的气态氮化合物,如 N_2 等,逸出土壤,造成氮素损失。这个过程称反硝化作用(即脱氮作用)。下面是淹水状况下氮素损失示意图:



为了使施入的铵态氮肥在土壤中不致转化为土壤难于保蓄的硝态氮或气态氮化合物,不少国家将硝化抑制剂(简称抑制剂)与氮素化肥混合使用,以期改变亚硝酸细菌的生态条件,抑制或杀死亚硝酸细菌,使硝化作用和反硝化作用难以进行,因而有可能使施入土壤中的铵态氮肥在较长时间内仍以铵盐形态存在,不断供给植物吸收,减少损失,提高了氮肥的利用率。故硝化抑制剂又叫氮肥增效剂。这个过程可用下列图式表示(虚箭头表示加抑制剂后,各过程受到抑制):



二、氮肥增效剂的特性

各种抑制剂虽各有其不同的物理化学性质,但也具有某些共同的特性。

1. **选择性** 抑制剂应该只是抑制亚硝酸细菌的生长或活动,而不抑制硝酸细菌,因为如果抑制了硝酸细菌,则会造成亚硝酸的累积,而不利于作物生长。同时,抑制剂应该是对土壤中其它生物如除亚硝酸细菌以外的其它微生物、动物和作物没有毒性。

2. **移动性** 抑制剂应随肥料和肥料溶液的移动而移动,假若抑制剂由于其蒸发压比肥料移动得快或者慢,或者被土壤所吸收,都会导致抑制剂无效。

3. **持久性** 抑制剂应具有充分的持久性,要求抑制硝化作用持续比较长的时间。通常是几个星期至几个月。

4. **高效** 抑制剂应该是用量少,而有较好的抑制效果。一般用量为所施纯氮量的0.5—3%。其经济价格也应是低廉的。

5. **安全** 抑制剂应对环境无任何污染,同时在作物和粮食中的残留量也应很低。

三、氮肥增效剂抑制亚硝酸细菌的机理

关于增效剂抑制亚硝酸细菌的机理,归纳起来有两个方面:一是增效剂对亚硝酸细菌有直接杀伤(或抑制)作用,如阻碍呼吸作用和细胞色素氧化酶的作用,有的增效剂本身能释放毒性化合物(如硫醇、亚砷、砷等),抑制了亚硝酸细菌的活性;二是增效剂造成不良环境,不利于亚硝酸细菌的繁殖与活动,如有的增效剂螯合了硝化作用所需之金属离子(如 Cu^{++});有的在降介时在微域中产生酸,降低了pH而不利于进行硝化过程。

四、氮肥增效剂的种类

用作增效剂的化学制剂,种类繁多,归纳其种类主要有:汞衍生物、吡啶衍生物、噻啶衍生物、硫脲衍生物、噻唑衍生物、三唑衍生物、苯胺衍生物、苯酚衍生物、迭氮化钾(或迭氮化钠)、氯苯异硫氰酸盐以及六氯乙烷、五氯酚钠等。

我国化工部门在“各行各业支援农业”的号召下,积极利用工厂的三废合成了多种氮肥增效剂,计有:2-氯-6-(三氯甲基)吡啶,2-氨基-4-氯-6-甲基噻啶,硫脲,脒基硫脲,2,5-二氯硝基苯,2,5-二氯苯酚,2-甲基-4,6-二(三氯甲基)均三嗪,4-氨基-1,2,4-三唑盐酸盐,2-(N-硝基-N-甲基)氨基-1,3,4-噻二唑等。这种化害为利的研究工作,既有利于解决环境污染问题,又有利于农业生产,一举两得,是值得引起重视的一个方面。

目前国外正在合成具有化学结构复杂、基团活性强,抑制效果高、后效期长的新型氮肥增效剂,如亚硝基苯胺系化合物,乙炔基吡啶系化合物,卤代吡啶衍生物,噻基吡啶衍生物,氨基三唑衍生物,氯二环辛烷衍生物,噻啶系和噻唑啉系化合物等。

五、氮肥增效剂的增产效果和有效施用条件

增效剂一般在实验室和盆栽条件下容易看出其抑制作用的效果；而在田间情况下，则往往由于因子复杂而致效果不一，但国内外大量田间试验材料表明，当使用增效剂的条件适宜时，获得增产的作物种类甚多，增产幅度也不小。仅举以下数例来说明。

新疆农科院、江西农科所、河北植保土肥研究所等单位对各该省部分地区使用增效剂的效果，作了不完全统计，证明增效剂对作物有一定增产作用。列表如下：

统计单位	供试作物	试验总数 (个)	增 产		减 产		增 产 5%以下		增 产 5-10%		增 产 11-20%		增 产 21-30%		增 产 30%以上	
			个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%	个	%
新疆农科院	水稻、小麦、玉米、棉花	63	59	93.6	4	6.4	8	13.5	14	23.7	23	38.9	7	11.8	7	11.8
江西农科所	晚稻、早作	50	41	88	5	10										
	其中：晚 稻	30	24	80			9	37.5	9	37.5	6	25				
	早 作	20	20	100			2	10	4	20	8	40			6	30
河北植保土肥所	水旱作物11种	192	176	91.6	13	7	增产10%以下的占38%，增产10%以上的占53.6%									
	其中：水 稻	13	13	100												
	冬小麦	34	33	97.1	1	2.9										
合 计		305	279	91.5	22	7.2										

又如江苏淮安县农业科学研究所于1973、1974和1975年在黄泛沉积的两合土上进行单季水稻施用增效剂的小区试验(小区面积0.2亩，重复2—3次)，前后共四个田间试验，全部增产，产量结果经统计分析，增产剂均属显著($P = 0.05$)增产，三年来平均增产13.3%。

南京市农业科学研究所旧河道填平的生荒黄壤土上对晚粳稻施用增效剂的小区试验(小区面积0.09亩，三次重复)，产量结果经统计分析，增效剂无论作基肥或追肥用，均显著($P = 0.05$)增产，平均增产17.1%。

广东农林学院在瘦瘠沙质田上对双季早稻和晚稻施用增效剂的小区和大田对比试验，亦均获显著增产，平均增产13.1%。

由于氮肥增效剂抑制了土壤中的硝化过程，使土壤在一定时期内保留较多的铵态氮，增加了氮的供应强度和供应的持续时间，有利于作物吸收。河北省芦苔农场的试验分析证明，施用增效剂能提高籽粒粗蛋白的含量1.83—5.50%，我们三年来的水稻盆栽试验结果也有同样趋势，即施用增效剂有助于增加植株和籽粒中氮的含量。用标记 N^{15} 的硫酸铵研究氰脒在提高燕麦的氮素利用率的试验表明：氰脒促进植物提高对肥料氮素的利用率，从23%—29%提高到33%—34%，同时在氰脒的作用下，作物营养生长结束阶段，肥料的氮素损失从50%—47%下降到35%—37%。我们在冬小麦施用增效剂的盆栽试验中，施用2—氨基—4—氰—6—甲基嘧啶者较对照提高氮素利用率3%。因此，增效剂在提高氮素利用率上亦有一定作用。

增效剂除对作物有增产作用，并能提高氮素利用率外，还能改善作物品质。例如，甘蔗施用增效剂胍基硫脲可增加甘蔗的糖分含量；在施用增效剂的牧草中，硝态氮的含量显著降低，而牧草中大量硝态氮的存在，是会毒害反刍动物的。

关于氮肥增效剂的有效施用条件,目前还没有充分的材料,需要进一步研究。根据已有的试验结果看,增效剂的增产效果除与制剂的浓度和使用方法有关以外,与土壤类型的关系则更为密切。四川省农业科学研究院在不同土壤上施用增效剂,水稻和小麦的增产程度有所不同,见下表:

试 验 地 点	土 壤	作 物	产量(斤/亩)		增 产	
			氮 肥	氮肥+增效剂	斤/亩	%
彭县致和公社斑竹大队	沙壤土	水稻	797.5	892.5	96.0	12.0
崇庆县江西公社二大队	夹沙泥土	水稻	565.0	611.5	46.5	8.2
成都市三圣公社七大队	黄 泥	水稻	765.0	820.0	55.0	7.2
大足县大堡公社	紫色土	小麦	356.0	394.0	38.0	10.7
剑阁县化林公社	紫色土	小麦	353.6	378.3	24.7	9.6
彭县致和公社斑竹大队	灰色冲积土	小麦	500.0	534.0	34.0	6.8

因此,似乎可以认为:质地轻的土壤较粘重土壤有效;瘦瘠土壤较肥沃土壤有效;温降雨量大的地区较相对干旱的地区有效;此外,增效剂不同,适宜配合施用的氮肥种类也不一样。

概括地说,氮肥增效剂在理论和实践上都有待进行大量的研究工作。增效剂使作物增产的机理问题,是增效剂研究中一项基本的工作,有必要搞清楚。各种增效剂的有效施用条件尚需作系统的研究。我国土地辽阔,土壤类型多,研究主要类型土壤的硝化作用和反硝化作用的条件和规律及其与增效剂效果间的关系,显得十分必要。从长远考虑,研究增效剂与土壤理化性质、土壤微生物活性的关系,以及不同增效剂在不同土壤、不同作物中的残留量,对培肥土壤、环境保护是十分重要的。设想,如果在生产化学氮肥时混合一定比例的增效剂,或将增效剂、除莠剂和环境保护结合起来考虑,则更有其实际意义。

(上接166页)

先行喷硼一次,以培育壮苗,再在移栽初期喷施硼一次,可能更为理想。苗期喷施硼肥的优点是植株小而集中,易于喷匀且省工,并在植株根旁留下一定量的有效硼供全生长期吸收利用。如果前期没有施硼,土壤又显得缺硼,还可在苔期、花期喷施硼肥,也能收到明显的效果。

在缺硼土壤上施用硼肥可以防治甘蓝型油菜“花而不实”症,使产量成倍、甚至数倍的提高,但施了硼肥并不等于就能获得高产。尚需在施用足量的泥灰和栏肥的基础上再施用硼肥,这样可提高成株率,促使营养生长旺盛。施用磷肥,对促进根系发育,减少缺株死亡也有明显作用。因此要使在缺硼的土壤上甘蓝型油菜高产,必须在施用足量的泥灰或栏肥和磷肥的基础上施用硼肥,才能获得高产。

试验也表明,白菜型土种油菜对硼的反应不敏感,无论喷硼或不喷硼结荚均正常,没有表现出“花而不实”症现象,其产量和千粒重的结果表明这一点(表7)。

参 考 文 献

- [1] 北京农业大学、山东农学院主编,高等农业院校试用教材《农业化学》, 94页, 1962。
- [2] 刘铮、欧阳洮、朱其清、孙秀廷、徐俊祥、邢光熹, 土壤, 2, 76—85, 1975。
- [3] 浙江省农科院作物所油料研究室, 油菜花而不实的原因和防治, 浙江农业科学, 5, 24—27, 1974。
- [4] 中国农科院油料作物研究所主编, 油料作物科技, 4, 19, 1974。