

生物肥料种类、作用及其未来发展方向

中国农业科学院土壤肥料研究所 张树清

20 世纪 50 年代,我国开始引用化学肥料,在我国农业历史上发挥了巨大的增产作用。但使用化肥仅仅几十年的时间就暴露出它的弊端:不仅对耕地质量破坏很大,而且污染土壤,使土壤板结,造成土壤肥力下降,农产品品质降低。生态农业的发展,强调不使用或少使用化学合成品,通过生物措施充分利用自然资源,在保持土壤生物多样性和土壤自然肥力的基础上,创造一个优质、高效、良性循环和长久维持的农业生态系统,这就为生物肥料的应用与产业的发展提供了契机。

生物肥料是一种高效无毒、无污染和无公害的新型菌肥,可满足人们保持生态平衡,合理开发、改造自然的要求。生物肥料虽然价格与化肥相仿,但长期使用可以建立起土壤的良性循环功能体系,化肥施用量也可逐渐减少,从而获得更好的经济效益和生态效益。

一、生物肥料的种类

生物肥料又称微生物肥料,它是通过人工培养对植物有益的微生物而制成的微生物制品,按生物肥料的功能,可将其分为以下几类:

1. 具有固氮能力的生物肥料。这类生物肥料中以固氮微生物为主,通过其中固氮酶的作用,将空气中的 N_2 还原为可被作物吸收利用的 NH_3 。固氮生物肥料的功能微生物为自生固氮细菌,该菌因其在自生独立生活条件下固氮而得名,自生固氮菌不及共生固氮菌的效率。但共生固氮有寄主专一性,故一定的根瘤菌剂只能用于一定的豆科作物,而且菌剂的生产和使用均有季节性。自生固氮菌不受这些因素的制约,相对来说,其生产和使用都很方便。自生固氮菌的种类很多,其间的生态差异很大,有好气性的(以固氮菌属为代表)、厌气性的(如芽孢梭菌属)、兼厌气性的(如肺炎克氏杆菌、粪产碱杆菌等);也有光合固氮细菌(如固氮红螺菌等);还有与植物的关系较密切,具有一定程度专一性的联合固氮细菌。利用生物固氮作用,不仅大大节约了工业用能源,也减少了氮肥生产和施用中对环境的污染,并使氮素的利用效率提高。

2. 分解有机物质的生物肥料。指利用微生物分解土壤中的有机物质,并提供作物养分的生物肥料。此类肥料如有机磷细菌肥料(包括解磷大芽孢杆菌及解磷极毛杆菌制剂等)、综合细菌肥料(如 AMB 细菌肥料)等,但目前应用不多。使用这种生物肥料,不仅可以为农作物提供磷素等养分,还能使土壤中的有机磷农药残留物分解,从而达到净化土壤的作用。

3. 分解难溶矿物的生物肥料。指利用微生物对土壤中难溶矿物的分解作用,为作物生长提供养分的生物肥料。此类生物肥料在 20 世纪 80 年代中期、后期应用较多,如硅酸盐细菌肥料(包括硅酸盐细菌、钾细菌等)、无机磷细菌肥料(包括 83—8 磷细菌、黑曲霉、氧化硫杆菌等)。这些微生物可分解土壤中某些原、次生矿物,并同时将这些矿物所固定的养分释放出来。但由于此类微生物对环境较敏感,加之土壤矿物类型复杂等原因,故其表现时好时坏,这也是导致其目前应用较少的重要原因。

4. 抗病刺激作物生长的生物肥料。指利用某些微生物的代谢产物对作物生长具有刺激作用的生物肥料,如“5406”菌肥、“G4”放线菌制剂等。它们除刺激作物的生长发育外,还具有一定的提高作物抗病能力等效果,但由于对提高土壤养分等方面的作用相对不大,使其应用范围受到限制,故目前应用不多。

二、生物肥料的作用

生物肥料的重新崛起,是农业发展和肥料应用的必然趋势。特别是“国际有机农业运动”的兴起,推动了世界范围的无公害健康食品的生产和监测。我国 1990 年农业部倡导发展有机农业,生产绿色食品,因而,需要相适应的生物肥和有机肥配套。我国已规定绿色食品有 2 级,即 A 级和 AA 级。生产 A 级绿色食品时肥料的要求是限量使用化学肥料;而生产 AA 级绿色食品不能使用任何农用化学合成物。生物有机复混肥不是不用化肥,而是与化肥相辅相成,相互补充,即发挥生物肥增效性,化肥的速效性,有机肥的长效性,达到平衡施肥的目的。生物肥与化肥比较,其特点

供: 蟾蜍(癞蛤蟆)、蚯蚓、纯天然蟾衣蟾酥、蛤蟆油,并传授技术,签定产品回收法律合同。联系单位: 江苏省宝应县兴平

与作用有以下几方面。

1. 培肥改良土壤营养结构。这是生物肥料的主要功能之一。如各种自生、联合或共生的固氮微生物肥料，可以增加土壤中的氮素来源；多种溶磷、解钾的微生物，如一些芽孢杆菌、假单胞菌的应用，可以将土壤中难溶的磷、钾分解出来，转变为作物能吸收利用的磷、钾化合物，使作物生产环境中的营养元素供应量增加；一些具有加速作物秸秆腐熟及促进有机废物发酵等作用微生物的应用还增加了土壤中的有机质含量，提高了土壤的肥力。生物肥料中有益微生物能产生糖类物质（占土壤有机质的0.1%），与植物粘液、矿物胚体和有机胶体结合在一起，可以改善土壤团粒结构，增强土壤的物理性能和减少土壤颗粒的损失，在一定的条件下，还能参与腐殖质形成。所以施用生物肥料能改善土壤物理性状，有利于提高土壤肥力。

2. 创造和协助作物吸收养分。通过生物肥料中所含微生物的生命活动，增加了植物营养元素的供应量，从而改善植物营养状况，使作物增产。其代表品种是根瘤菌肥料，肥料中的根瘤菌可以侵染豆科植物根部，在根上形成根瘤，同化空气中的氮素，供给豆科植物主要的氮素营养。另外，许多生物肥料中所含微生物种类还产生大量的各类植物生长刺激素、有机酸、氨基酸等，能够刺激和调节作物生长，使其生长健壮，营养状况改善。

3. 增强植物抗病虫和抗旱能力。有些微生物具有拮抗某些病原微生物而产生的抑制病害作用，如近些年研究发现PGPR（植物根瘤促生细菌群体）能分泌植物促生物质，对许多土传病害有减轻和降低其发生的作用，对植物病原线虫有生物控制作用。有些微生物如菌根真菌，由于在作物根部大量生长，菌丝除了吸收有益于作物的营养外，还能增加土壤对水分的吸收和保持，改善作物抗旱能力。

4. 提高化肥养分有效利用率。随着化肥大量及长期不合理使用，肥料中的氮、磷、钾等主要营养元素被作物直接吸收利用的量减少，主要是被土壤固定和淋失，造成化肥的利用率不断下降。各国科学家一直在努力探索提高化肥利用率达到平衡施肥、合理施肥以克服其弊端的途径。生物肥料在解决这一问题上独有之处，如生物肥料中所含有的多种溶磷、解钾的微生物能活化被土壤固定的磷、钾等矿物营养，使之能被植物吸收利用，使用根瘤菌肥后由于固氮的增加可相应减少化肥的施用量。根据我国作物种类和土壤条件，采用生物肥料与化肥配合施用，既能保证增产，又减少了化肥使用量，降低成本，同时还能改善土壤条件及农产品品质，

减少污染。

5. 改善和提升农产品品质。随着人民生活水平的不断提高，国内外都在积极发展绿色农业（生态有机农业），生产安全、无公害的绿色食品。生产绿色食品过程中要求不用或尽量少用（或限量使用）化学肥料、化学农药和其它化学物质。它要求肥料必须首先保护和促进施用对象生长和提高品质；其次不造成施用对象产生和积累有害物质；三是对生态环境无不良影响。微生物肥料基本符合以上三原则，使用生物肥料后对于提高农产品品质，如提高蛋白质、糖分、维生素等的含量等有一定作用，有的可以减少硝酸盐的积累。

6. 充分发挥在环保中的作用。利用微生物的特定功能分解发酵城市生活垃圾及农牧业废弃物而制成微生物肥料是一条经济可行的有效途径。目前应用的主要是两种方法，一是将大量的城市生活垃圾作为原料经处理由工厂直接加工成微生物有机复合肥料；二是工厂生产特制微生物肥料（菌种剂）供应于堆肥厂（场），再对各种农牧业物料进行堆制，以加快其发酵过程，缩短堆肥的周期，同时提高堆肥质量及成熟度。另外还有将微生物肥料作为土壤净化剂使用。

三、生物肥料的未来发展方向

生物肥料在我国已有近50年的历史，从最初的根瘤菌剂到细菌肥料，再到今天的生物肥料，从名称上的演变已说明我国生物肥料逐步发展的过程。目前国际上已有70多个国家生产、应用和推广生物肥料，我国目前也有500家左右企业年产约数百万吨生物肥料应用于生产。这虽与同期化肥产量和用量不能相比，但确已开始在农业生产中发挥作用，取得了一定的经济效益和社会效应。随着研究的深入和应用的需要，应不断扩大生物肥料新品种的开发，其发展趋势如下。

1. 由单一菌种向复合菌种转化。在这个转化过程中，一是不要单纯去追求营养元素供应水平的提高，要追求多功能，例如抗病、避虫等。如5406菌种可增强作物的抗病能力，减少化学农药的使用。联合菌群的应用可使菌种某种或几种性能从原有水平再提高一步，使复合或联合菌群发挥互惠、协同、共生、加强、同位作用，排除相互拮抗的发生。二要延长微生物在土壤中的存活时间。微生物存活的时间越长，生物肥的特效期越长。微生物在土壤中存活时间的长短，主要取决于土壤中可利用的碳源水平，可在生物肥中加入一种能够分解土壤中含碳化合物的菌株，以不断供应其它微生物碳源营养，达到延长微生物在土壤中存活时间的目的。

我国微生物肥料的发展现状和正确使用

中国农业科学院土壤肥料研究所 葛 诚

我国以根瘤菌接种剂为代表,首先用于农牧业生产的微生物肥料产业的发展迄今已有 80 年历史,其间经历了反复和曲折的道路。在经历了 3 次大的波折后,20 世纪 80 年代进入第 4 次发展,形成了有一定规模的行业。经历了无序混乱、有序管理两个阶段以后,现在进入了关键的创新发展阶段。

一、我国微生物肥料行业发展现状

1. 企业总数和总产量增加迅速。1995 年曾估计全国有生产企业 120 家,总产量 40 万 t。根据目前的调查结果,我国生产微生物肥料企业总数可能超过 500 家,总产量超过 500 万 t。全国除西藏以外,其余省(市)均有生产企业,但数量和分布不均衡。企业的组成仍在“洗牌”,一些企业经营不善退出,又有新的企业上马。

2. 产品种类发展较快,使用菌种扩大很多。根据对当前微生物肥料行业生产品种的不完全统计,已经投入生产和正在研发过程的品种分为两大类:一类为微生物发酵扩培为主的菌剂类,其中包括根瘤菌及固氮菌剂、解磷菌(真)菌菌剂、硅酸盐菌剂、促生菌剂、有机物料(秸秆)腐熟剂、放线菌菌剂、光合细菌菌剂、菌根真菌制剂、厌氧菌制剂、土壤(水体)修复剂等等。另一类为微生物制剂与营养物质(有、无机)复配的生物有机肥或生物有机无机肥料类。产品中所使用的菌种早已突破过去的种类少、组合单一的模式,据不完全统计已达 80 种以上。

3. 无序生产和质量低劣得到规范管理。自 1996 年起纳入生产资料登记管理范围以来,无序生产和产品质量低劣的状况得到很大程度的遏制。截至 2000 年末,已有 380 个

产品获临时登记,其中转正产品 109 个。企业的登记意识和质量意识大大增强。农业部在实施登记管理过程中不断提高管理、服务意识和水平,加大了平时的监督检查,使得登记管理更加规范和合理。

4. 产品质量稳步提高,应用效果明显。近几年新发展了一批高起点的企业,无论是设备、工艺还是人员的素质均有了较大的进步,表现在产品质量意识日渐深入人心,按年抽检的产品合格率逐步提高。产品的应用效果稳定,尤其是在经济作物和绿色食品的生产中,微生物肥料对于农产品质量的提升作用明显。2003 年在无锡举行的第 2 届全国微生物肥料生产应用及技术研讨会上,大量的论文充分证明了这一点。

5. 企业的素质提高较快,创新意识增强。不少企业对于行业及自身的技术和产品创新的认识增强,一批企业组建了自己的实验研发机构,还有的企业加强了与科研机构、高等院校的合作,在引进新技术方面给予相当的关注。尤其值得一提的是已经组建的省(市)级工程技术中心,如河北省的根瘤菌产品工程技术中心、河南省农业微生物产品工程技术中心、北京市微生物肥料企业联盟及其研发平台,以及正在筹建中的一些工程技术中心在今后行业创新发展中将起到重要的技术支撑作用。

6. 标准体系初步形成,促进了行业发展。1994 年仅出台了 1 个行业标准(NY227-1994),对于引导和规范行业的发展显然是不够的。经过几年的努力,现已正式出台 7 个标准,正在制订和酝酿的标准还有约 17 个,不仅有产品标准,还有生产规程、产品包装标识标准、使用菌种的分级安全管

2. 由单纯生物菌剂向复合生物肥转化。由过去单纯的硅酸盐菌剂、土壤磷活化剂、根瘤菌剂、固氮菌剂等向生物菌剂与营养元素(氮、磷、钾等元素,微量元素)、有机肥、抗生素等复合生物肥转化。这种转化有利于实现生物肥与生物药的结合,增强肥料的多功能作用效果。

3. 由单一剂型品种向多元化转化。为适应不同的条件,生物肥料除有液体剂型、草炭载体的粉剂,还有颗粒剂型、冻干剂型、矿油封面剂型等。生物肥料作为生物技术的发展及其在农业生产中应用,正在酝酿一个良好的发展空间,由

低级向高级、由低效到高效并向产业化方向发展。

21 世纪,生物肥料开发对我国农业可持续发展具有重要意义,生物肥料将与化肥、有机肥一起构成植物营养之源。因此,生物肥料与化学肥料不仅是化肥数量上的补充,更主要的是性能上的配合与补充。生物肥料只有与有机肥料和化学肥料同步发展,才具有更广阔的应用前景。

(收稿日期:2004-03-25 作者为博士、副研究员 北京 100081)

供:应黑玉米。联系地址:湖南省常德市桃源县 联系人:李炬成 电话:0736-6823045