

生物肥料与我国农业可持续发展

Microbial Fertilizer and Sustainable Development of China's Agriculture

曾希柏 刘国栋

(中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所, 博士、副研究员 北京 100081)

施肥是农业生产中保证作物高产、稳产必不可少的重要手段。在我国, 农作物产量的每一次提高, 除育种等农技的改进外, 肥料的作用也功不可没。但近年来, 随着化肥施用量的增加 (如从 1981~ 1997 年, 我国单位面积化肥的平均折纯施用量从 92. 0kg/hm² 增加到 258. 5kg/hm², 增加了 1. 81 倍), 也出现了土壤结构破坏、有机质含量下降等现象, 并在部分地区出现了诸如江河湖泊的富营养化、农产品质量下降等一系列较为严重的生态环境问题。如何解决这些矛盾, 关系到我国农业和农村经济可否持续发展; 生物肥料也正是在这种严峻态势下推出来的。

一、生物肥料的类型及其作用

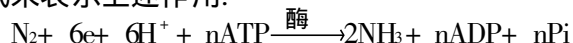
生物肥料是微生物类肥料的简称。不同类型、不同品牌的生物肥料, 虽然其中微生物的种类、活性及数量等均存在一定差异, 微生物载体也有一定区别, 但从整体上来说, 按其功能大致可分成以下几类:

1. 具有固氮作用的生物肥料

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 N₂ 还原为可被作物吸收利用的 NH₃, 目前应用最多的是共生固氮, 即微生物与高等植物 (主要是豆科植物) 共生, 如根瘤菌肥, 此外还有固氮菌肥料和固氮蓝藻等。微生物对空气中氮素的固定, 可用下述方程式表示为:



为了充分说明固氮作用的机理, 亦可用下述方程式来表示上述作用:



这就是说, 固氮微生物通过电子传递将电子转运给固氮酶进行还原作用, 通过还原作用将大气中的 N₂ 转化成作物可以利用的铵。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. 分解土壤有机物质的生物肥料

指利用微生物分解土壤中有有机物质, 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。

3. 分解土壤中难溶性矿物的生物肥料

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 80 年代中、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为敏感, 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. 抗病与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, 故目前应用亦不多。

5. 菌根菌生物肥料

指与作物根系共生并形成根瘤的生物肥料, 它实际上已包括在上述几类生物肥料中, 在生产中应用较多的主要有根瘤菌肥料和“5406”菌肥等。

所以, 生物肥料实际上是利用微生物的有关性质, 如对氮素的固定、对土壤中有有机质和矿物态养分的分解、对作物生长的刺激等作用, 提供作物生长所需要的氮素养分或提高土壤中难利用态养分的有效性, 从而促进作物对养分的吸收和生长, 提高其产量和品质。

二、发展生物肥料的重要意义

1. 有效地利用了大气中的氮素或土壤中的养分资源

据有关资料估计, 全球每年生物固氮作用所固定的氮素大约为 130×10⁹kgN/年, 而工业和大气的固氮量则少于 50×10⁹kgN/年, 即依靠生物所固定的氮素是工业和大气固氮 (如雷电对氮素的固定等) 量之

和的 2.6 倍, 因此, 开发和利用固氮生物资源, 是充分利用空气中氮素的一个重要方面。从目前的研究结果来看, 虽然微生物的固氮效率因土壤条件的不同而有较大差异, 但这种作用的存在无疑是氮肥工业的一个有力补充。

作物对土壤中磷、钾等矿质养分的利用能力较差, 且磷、钾等肥料的利用率也较低, 据有关研究结果, 磷肥的当季作物利用率大多不到 20%, 钾肥的当季作物利用率一般亦在 40% 以下。从我国目前情况来看, 磷钾资源严重不足, 特别是钾肥大量依靠进口, 所以, 如何将土壤中的无效态磷、钾转化成可供作物吸收利用的有效态养分, 一直为广大研究者所关注, 生物肥料的应用, 无疑为其提供了前提条件。

2. 降低了生产成本

据有关报道, 用哈伯氏制氮法合成氨时, 每制造含 1kg 纯氮的肥料并输送到用户, 其所消耗的燃油约为 1.5kg, 而固氮生物能直接或间接利用光能生产氮, 且这种生产是就地发生的, 不仅节约了肥料生产所需的能源和劳动力, 而且又不必花费将所生产的肥料运往田间撒布的代价, 同时亦节省了建造化工厂的费用等, 可谓是一举多得。

对磷、钾矿的开采也是一样。开采磷、钾矿不仅需要花费大量的劳动力, 也要耗费大量能源, 酸制法生产磷肥还要消耗大量的硫酸等, 并占用很大的场地, 在肥料的搬运中亦将消耗掉大量能量。上述结果, 使得农民每施用 1kg 纯氮、 P_2O_5 和 K_2O , 就分别约需花费 4.00 元、4.50 元和 4.00 元, 同时, 农民将肥料买回家后, 还必须花大量的劳动力将其运到田间并施入农田中。

相对而言, 生物肥料充分利用微生物的某种特征, 以增加土壤中有效养分为目的, 其施用量一般不大, 在其生产过程中所消耗的能量也很少, 且施用生物肥料的同时还可减少化肥的施用量, 因而节约了施肥成本。当然, 由于生物肥料中微生物的活动需要大量的能量, 如自生固氮菌每固定 27kg 氮素就需要消耗 100kg 碳, 共生固氮菌更是每消耗 100kg 碳只能固定 1kg 氮素, 所以, 生物肥料必须是在施足有机肥和适量化肥的基础上才能发挥出其增产效果, 或者说生物肥料只能是作为辅助肥料, 而不能代替化肥和有机肥。

3. 提高作物产量、改善作物品质

当前, 因化肥, 特别是化学氮肥施用量过高而导致农作物品质下降的现象屡有发生, 如蔬菜中硝酸盐的累积和蛋白质含量降低, 籽粒作物中有益氨基酸含量下降、籽粒不饱满等, 同时, 过量施用化肥, 还将使作物出现“疯长”等现象, 并可能导致其减产。因此, 在部分地区, 适当降低化肥, 特别是化学氮肥的施用量, 对提高作物的产量和品质、改善农业生态环境可能比增施化肥更为重要。

根据有关研究结果, 在豆科作物上施用根瘤菌制剂, 不仅可提高收获物中蛋白质的含量, 而且还使大豆和花生平均增产 10~20%; 紫云英和苕子平均增产 40% 以上, 在新开垦地中甚至可增产 1~2 倍; 豌豆增产 15%; 蚕豆增产 17%; 怪麻增产 13~30%。但施用不当, 则可能增产效果很小或甚至无效果。使用其它类型的生物肥料, 亦可使作物增产 10% 左右, 且其品质也较单施化肥有一定改善。

又据中国农业大学、吉林省农业科学院等单位的有关研究, 如果施用方法得当, 施用生物复合肥力高 (用量 7.5~15kg/hm²) 亦可使水稻增产 5~15%, 小麦增产 3.1~10.0%, 棉花增产 7.8~30.2%, 甘蔗增产约 14%, 油菜增产 2.6~17.5%, 蔬菜作物增产 10% 以上。而且, 同时还节省了 10~30% 的化学氮肥, 并同时使作物品质得到改善。可见, 施用生物肥料不仅可以取得较好的增产和改善作物品质的效果, 而且其经济效益也是较大的。

4. 减少了环境污染

当前, 施肥所导致的环境污染问题已越来越受到人们的广泛关注。据有关资料, 在我国主要湖泊的富营养化中, 来自农业非点源污染的影响甚至超过了工业污染。化肥施入土壤后, 除被作物吸收利用的部分外, 还有相当部分通过渗漏、挥发及硝化与反硝化等途径损失, 因此将不可避免地导致对大气、水体及土壤等环境的污染, 在能量和经济上也是一种浪费。而施用生物肥料如固氮类生物肥料, 不仅可适当减少化学肥料的施用量 (如前述施用肥力高可减少 10~30% 的化学氮肥), 而且因其所固定的氮素直接贮存在生物体内, 相对而言, 对环境污染的机会也就小得多。

化肥的生产过程中也存在对环境的污染因素, 如生产氮肥时向空气中排放的 SO_2 、 CO_2 等气体及煤尘等沉降物, 既是产生酸雨的重要物质来源, 其本身也是对环境的极大污染。磷矿的开采、生产过程中亦产生大量粉尘及废酸等, 部分磷矿中还含有少量的重金属等物质, 亦将在一定程度上导致环境污染的发生。

生物肥料的生产主要是利用腐熟有机物作为微生物生活的能源和营养物质, 再在此基础上接种各种类型的微生物, 在这些过程中基本上不存在环境污染问题, 并且在一定程度上还是对废弃有机物的再利用, 有利于环境保护。所以, 应用生物肥料对减少环境污染、减轻化肥生产和施用对环境的压力具有十分重要的意义。

5. 能在一定程度上改善土壤的理化性质

施用生物肥料, 由于减少了化肥对土壤养分、结构等方面的不良影响, 同时又使微生物的活动能力得到增强, 所以, 相对改善了土壤的理化性质, 并提高了土壤中某些养分的含量和有效性。

三、发展我国生物肥料的几点建议

我国生物肥料的发展经历了近 50 年,但从总体速度来看是较慢的。近年来,生物肥料的发展速度有所加快,1998 年 10 月还举行了全国生物肥料与生物饲料学术研讨会。据有关材料统计,目前全国已有上百家生物肥料生产厂,所生产的生物肥料不仅品种较多,且功能更强、效果更好,为我国生物肥料的发展带来了新的生机,但从整体来看还没有形成气候,仍属小规模经营。在此,笔者特对加速我国生物肥料的发展提出如下建议。

1. 加速生物肥料的研制和开发工作

近年来,虽然生物肥料的发展速度相对较快,但目前市场上所销售的生物肥料也并不很多,且施用效果也不尽一致。因此,不断研制和开发出新的生物肥料,使之适合不同土壤、气候及耕作等条件下的需要,是生物肥料发展中必须解决的重要问题。

当前,生物肥料的发展方向是复合化、高效化、广普化,即一种生物肥料所含有的微生物的类型和数量大大增加,其所适宜的施用条件也大大加宽,且大多以高效腐殖酸微生物复合肥(CH_A)的形式出现。在这种条件下,如何增强其中微生物的活性,提高其中腐殖酸和有关养分的含量等就显得尤为重要;而且这也是影响生物肥料施用效果的最关键因素。从目前市场上销售量较大的生物肥料如肥力高生物复合肥和超大生物有机肥等的施用效果来看,其效果仍然受到土壤、气候等条件的限制。提高其适应性,并在此基础上不断开发出新的、应用范围更为广泛的生物肥料,是对生物肥料的研究和开发提出的新方向和目标。当然,专用生物肥料的研制和开发,也像广谱生物肥料一样,其应用前景亦十分广泛。

2. 深入研究不同类型生物肥料的施用条件和施用方法

很多人可能会认为,既然生物肥料的施用效果好,那么无论在何种土壤、何种作物上都应该是有用的,即将生物肥料看成是万能的,但这显然是行不通的。产生这种想法的原因第一可能是在宣传时忽视了对施用条件的限制;第二则可能与人们对肥料的过分依赖有关,或者说在一定程度上是将生物肥料与化肥等同起来看待;当然可能还有其它方面的原因。

(上接第 54 页)

院校毕业生能够回到农村去建功立业。为此,也要相应地有配套改革措施出台,包括改革户籍管理制度,打破因户籍而形成的不平等或歧视观念。

为了充分发挥市场诱导机制的激励作用,促进农业企业技术创新能力的形成与强化,可考虑将农

事实上,由于生物肥料类型、性质等的差异,因此对某种生物肥料来说,其所适用的环境条件是不同的,而且施用方法及施用量等方面的差异,也将影响到生物肥料的施用效果。所以,无论是对哪种类型的生物肥料,均应深入研究其所适用的土壤条件、作物类型、耕作方式、施用方法、施用量以及与之相应的化肥施用状况等,即深入探讨增产效果最大时的施用条件和施用方法,并有针对性地进行应用和推广,这样才能取得最好的增产效果。

3. 加大对生物肥料质量的监督力度

生物肥料不同于一般市售化肥,由于受微生物活性等的限制,其使用的有效期相对较短,施用效果也因其中微生物数量和活性的影响而有很大差异,这可能也是生物肥料效果时好时差的一个重要原因。但是,目前对生物肥料的质量监督很少,其质量好坏似乎无人问津,应该说这与当前生物肥料的发展是很不协调的。加强对生物肥料的质量监督,保证其生产质量,防止劣质生物肥料流向市场,对生物肥料的发展是至关重要的。

4. 纠正目前对生物肥料认识中的误导倾向

应该看到,目前社会上还有部分人对生物肥料缺乏正确的认识,这些人要么持否定态度,要么认为生物肥料是“万能胶”,这些误导性倾向是不利于生物肥料的发展的,必须予以纠正。

事实上,生物肥料就是生物肥料,它既不能代替化肥和有机肥,也不是“万能胶”;相反,由于生物肥料本身所含的养分较少,因此没有施用充足的有机肥和合适的化肥其效果也不能充分显示出来。所以,我们在施用生物肥料的同时,千万不能忽视对化肥和有机肥的合理施用。当然,考虑到生物肥料具有固氮或活化土壤养分等特性,适当减少有关化肥的施用量,不仅对节约生产成本,而且对改善作物品质、防止环境污染等都是十分必要的。

5. 加强对生物肥料应用的推广和宣传工作

加强对生物肥料的宣传,一要依靠政府部门的工作,通过必要的行政措施引起人们的重视;二是通过必要的试验示范,使广大农民亲眼看到其施用效果,变要农民买为农民自己要买;三是企业有必要对其所生产的生物肥料的施用条件等进行详细说明,让农民明白自己的农田究竟适合施用哪种生物肥料;四是适当改变现有的化肥流通体系,加快生物肥料的流通速度,使其在活性最高的状态下销售到农民手中,以取得最佳的施用效果。

(责任编辑 王宏章)

业分成保护农业与优势农业两个系列来发展。国家只负责保护农业的技术创新,而各地的优势农业应在政府指导下,依靠市场自发地形成企业的技术创新能力。在起步阶段,政府可以起孵化作用,推动科研机构、高校与农业企业合作研究开发,促进产、学、研相结合。

(责任编辑 王宏章)