



华夏英才基金学术文库

刘丽丽 编著

微生物肥料的生物学 及生产技术



科学出版社

www.sciencep.com



华夏英才基金学术文库

微生物肥料的生物学 及生产技术

刘丽丽 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书基于国内外及作者本人有关土壤微生物学的研究成果,运用土壤微生物学的基础理论,阐述微生物肥料使农业丰产增收的生物学本质和特性,并介绍一些新型的绿色无公害微生物肥料,以土壤生态学理论为基础论述绿色微生物肥料在改良土壤、活化已污染的农田、消除化肥负面影响等方面的作用,以及微生物肥料的研究现状及展望。既具有较高的学术价值,又具有实际应用价值,适应当今国民经济发展的需要。

本书可供农业微生物学、生物技术及农学专业相关的教学科研人员,从事生物肥料研制和生产的技术人员,农业技术推广人员,从事农业生产的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微生物肥料的生物学及生产技术 / 刘丽丽编著. —北京: 科学出版社, 2008

(华夏英才基金学术文库)

ISBN 978-7-03-020563-6

I. 微… II. 刘… III. 细菌肥料-研究 IV. TQ446

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 020496 号

责任编辑: 夏 梁 莫结胜 / 责任校对: 李奕萱

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 3 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2008 年 3 月第一次印刷 印张: 20 插页: 3

印数: 1—2 500 字数: 458 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈明辉〉)

作者简介

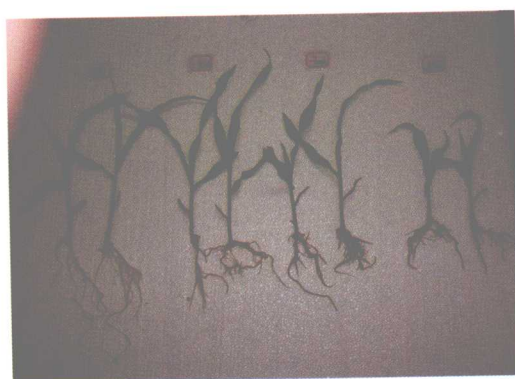


刘丽丽，女，天津师范大学化学与生命科学学院教授，研究生导师。1982 年于南开大学获得微生物学学士学位，2004 年于南开大学获得微生物学博士学位，2005~2006 年在美国进行博士后研究。共承担了国家、天津市及企业横向科研项目 21 项，获得专利 5 项，科技进步奖 4 项，和平海湾科研奖、优秀论文奖、优秀班主任奖各 1 项，国家发展计划委员会、经济委员会、科学技术委员会、财政部联合表彰 1 次。自 1982 年起连续 26 年从事微生物学的教学和科研工作。主编和参编了微生物学相关书籍 9 部。对微生物肥料有近二十年的科研和应用实践。



1 2 3 4
对照组 第1组 第2组 第3组
培养液 培养液 培养液 培养液

图 6-18 经 21 天培养的玉米苗



1 2 3 4
对照组 第1组 第2组 第3组
培养液 培养液 培养液 培养液

图 6-19 经 21 天培养的玉米苗

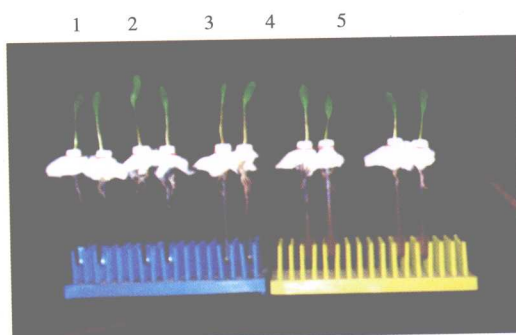


图 6-24 生长中的玉米苗

1. 菌液量为 0ml/20ml 缺磷营养液；2. 菌液量为 1ml/20ml 缺磷营养液；3. 菌液量为 2ml/20ml 缺磷营养液；4. 菌液量为 3ml/20ml 缺磷营养液；5. 20ml 全磷营养液



图 6-25 生长 21d 的玉米苗

1. 完全营养玉米栽培液；2. 缺磷玉米栽培液；3. 含植酸钙的缺磷玉米栽培液；4. 含 28ml 无菌产酶培养基的缺磷玉米栽培液；5~9. 分别加入 7、14、21、28、35ml 植酸酶基因工程菌株 SDLiuTP02 培养液的缺磷玉米栽培液

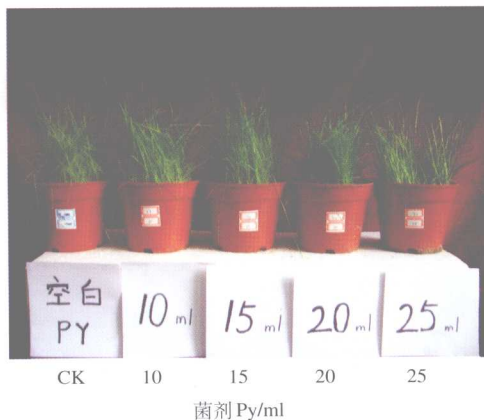
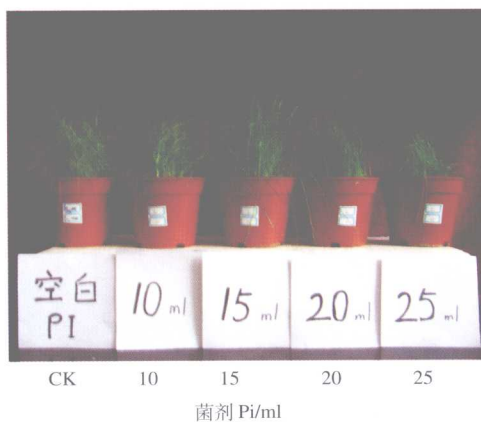


图 6-30 早熟禾照片(2006 年 12 月 20 日)



CK 10 15 20 25

菌剂 Pi/ml



CK 10 15 20 25

菌剂 Py/ml



CK 10 15 20 25

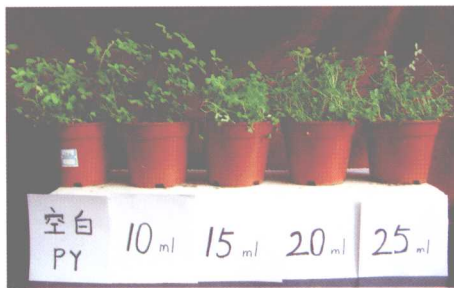
菌剂 Py(1:1)/ml

图 6-33 高羊茅照片(2006 年 12 月 20 日)



CK 10 15 20 25

菌剂 Pi/ml



CK 10 15 20 25

菌剂 Py/ml



CK 10 15 20 25

菌剂 Py(1:1)/ml

图 6-36 苜蓿照片(2006 年 12 月 20 日)

前 言

微生物肥料是土壤微生物学的一个崭新的研究领域。研究发展的动力源于人们对于发展可持续农业、绿色农业、有机农业和生态农业，以及珍视土地资源、保护自然环境的共识。

本书是作者多年科研工作的积累。自 1988 年以来作者对微生物肥料进行了长期的研究和实践，包括筛选微生物肥料的生产菌种，微生物肥料生产菌种的生物学研究，基因工程育种，微生物肥料的制备，微生物肥料在实验室、实验田、大田中的施用，都取得了良好的效果，并获得了科技进步奖，相关论文被 SCI 收录。

国内外许多科学家对农业微生物，特别是土壤微生物进行了大量的研究工作，虽然目前国外学者对土壤微生物方面的研究工作有所报道并出版了一些书籍，但对微生物肥料的产品研制的相关报道较少。国内在微生物肥料方面有一些研究成果，但在微生物肥料生产中掌握相关技术的人员很少，引导农民正确施用微生物肥料的技术培训欠缺，这直接妨碍了我国绿色微生物肥料的健康发展。

作者希望通过本书论述绿色无公害的微生物肥料，使相关的技术人员掌握微生物肥料生产菌株的筛选、检测技术与生产过程，使农业技术人员掌握微生物肥料提升土壤肥力的机制、原理和肥料的制备过程，更好地指导农民正确使用微生物肥料。本书以通俗易懂的语言来使农民了解绿色无公害微生物肥料，认识在发展持续农业生产中使用微生物肥料的益处和必然性，唤起农业从业人员的农业生态意识，使广大技术人员和广大农民充分认识保护农业自然资源（耕地）的重要意义。



2007 年 10 月 18 日

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 什么是绿色、环保的微生物肥料	1
1.2 微生物肥料的研究概况	3
1.3 微生物肥料在发展持续农业中的作用	5
1.4 植酸酶与土壤肥力	8
2 微生物在植物营养中的作用	10
2.1 氮、磷、钾对植物的营养作用	10
2.2 微生物在氮转化中的作用	14
2.3 微生物在磷转化中的作用	16
2.4 微生物在钾转化中的作用	20
3 微生物的营养和培养基	22
3.1 微生物的营养物质及其功能	22
3.2 微生物的营养类型	26
3.3 物质出入微生物细胞	28
3.4 培养基	30
4 细菌和由细菌制备的微生物肥料	40
4.1 固氮细菌和微生物肥料	40
4.2 磷细菌和微生物肥料	45
4.3 钾细菌和微生物肥料	51
4.4 纤维素分解菌和微生物肥料	53
4.5 微生物肥料的肥效研究	54
5 真菌和由真菌制备的微生物肥料	57
5.1 外生菌根	58
5.2 丛枝菌根	59
5.3 木霉与微生物肥料	73
5.4 曲霉与微生物肥料	75
5.5 纤维分解真菌与微生物肥料	76
6 菌种选育中的生物技术	78
6.1 菌种的自然选育	79
6.2 诱变选育	79

6.3	杂交育种	80
6.4	原生质体融合技术	81
6.5	基因工程育种	82
6.6	基因工程育种的主要步骤	89
6.7	微生物肥料生产菌种的选育实例	93
7	微生物肥料的生产	134
7.1	菌种的获得及检验	134
7.2	制备生产菌种	135
7.3	微生物肥料的种类	136
7.4	微生物肥料的生产工艺	138
7.5	成品检验与贮存	147
8	微生物肥料行业标准	149
8.1	行业标准	149
8.2	肥料登记资料要求	159
8.3	微生物肥料登记时的特殊资料要求	168
9	微生物肥料专利技术	183
9.1	微生物肥料生产工艺相关专利	183
9.2	菌根真菌相关专利	198
10	微生物肥料施用的技术要点	203
10.1	微生物肥料的施用原则	203
10.2	菌肥的一般施用方法	207
10.3	微生物肥料的合理施用	212
10.4	微生物肥料的运输和保存	213
11	细菌肥料的施用	214
11.1	根瘤菌肥料的施用	214
11.2	固氮菌肥料的施用	219
11.3	磷细菌肥料的施用	222
11.4	硅酸盐细菌肥料的施用	233
11.5	增产菌肥料的施用	237
12	放线菌肥料的施用技术	243
12.1	放线菌肥料	243
12.2	放线菌肥料的施用示例	245
13	真菌肥料的施用技术	249
13.1	西瓜的施肥技术	249
13.2	茄子的施肥技术	250
13.3	葱蒜类蔬菜的施肥技术	253

13.4	蘑菇的施肥技术·····	258
13.5	水稻高产栽培技术·····	259
13.6	苹果树的施肥技术·····	261
14	菌根菌肥料·····	264
14.1	菌根菌肥料概述·····	264
14.2	菌根菌对作物的影响·····	265
15	复合菌肥的施用方法·····	271
15.1	复合菌肥的施用方法概述·····	271
15.2	复合菌肥的施用方法示例·····	272
15.3	复合菌肥施用后对植株的影响·····	282
16	土壤改良剂·····	284
16.1	土壤改良剂概述·····	284
16.2	土壤改良剂示例·····	287
17	微生物肥料研究现状及展望·····	291
17.1	微生物肥料的研究现状·····	292
17.2	微生物肥料的发展前景·····	300
17.3	新型微生物肥料·····	304

1 绪 论

1.1 什么是绿色、环保的微生物肥料

植物生长需要从土壤中获得充足的氮、磷、钾等营养成分,在农业生产中使用化肥可以提供植物生长所需的养分。然而,事物总有两面性。在农业生产中使用化肥,使土壤有了充足的营养,在土壤连年耕作中,植物不断生长,已有的养料大部分被植物体所吸收,要想使植物继续正常生长,养料就必须及时补充,这样就得继续施加肥料。事实上,人们为了追求持续、稳定的增产、高产,逐年提高化肥的使用量,每年每季投入农田的化肥在当季作物收获后,会有相当数量的化肥残留在土壤中,其中氮肥约 30%、磷肥约 70%、钾肥约 40%。磷肥的利用率一般不超过 25%,由于磷酸根化学性质活泼,施入土壤后大部分磷与土壤中的 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 等离子结合,形成难溶性磷酸盐在土壤中积累起来,以致土壤中全磷量较高,而有效磷含量却很低。由于水溶性磷酸盐可与土壤中锌、铁、镁等营养元素生成溶解度低的化合物,残留磷肥的同时,也降低了上述元素的有效吸收。随着人们过度追求粮食作物的产量,不计后果地盲目施用化肥,造成过量施肥。长期过量而单纯地使用化肥,使土壤结构被破坏,造成土壤板结。长期施用化肥带来的土壤板结,使作物根部土壤缺水、不能保墒,还影响了植物根部的生态环境。植物主要是通过根系从土壤中吸取养分,这样的土壤直接影响植物的正常生长和发育,增加农业生产成本、降低作物的产量和质量,制约农业可持续发展。大量盲目施用化肥已成为一种掠夺性开发,不仅难以提高农作物产量,还会破坏土壤的内在结构,使土壤肥力明显下降。每次施用的化肥大约只有 1/3 被农作物吸收,1/3 滞留在土壤中,1/3 进入大气。因此,即使正常使用化肥,由于其他自然或人为原因,都会使化肥大量流失,污染环境。制造磷肥的主要原料为磷灰石,除了富含 P_2O_5 外,还含有铬、镉等重金属元素和砷、氟等多种有毒元素。据测定,我国 67 个磷矿样品中含铬,其不断地在生物体内富集,最终在人体内蓄积,导致慢性中毒,因此磷肥对土壤环境还产生重金属污染。

目前,我国被污染的农田已达 500 多公顷,作物每年减产 1000 吨。土壤污染已被列为世界典型公害之一。20 世纪 90 年代,全世界氮肥使用量为 8000 万吨,其中我国用量达 1726 吨,占世界用量的 21.6%。我国耕地平均每公顷施用氮肥量为 224.8kg,其中有 17 个省的平均施用量超过了国际公认的上限 225kg/hm² 的标准,有 4 个省达到了 400kg/hm²。据 31 个省、市、自治区的调查,目前在

农业结构改制后的蔬菜、瓜果地里，单季作物化肥（折合纯养分）用量通常可达 $569\sim 2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 以上，一些蔬果种植大县的化肥平均用量已达 $1146\text{kg}/\text{hm}^2$ 。滇池地区蔬菜花卉基地，一季作物氮磷肥用量（纯养分）达 $687\text{kg}/\text{hm}^2$ ，最高可达 $3300\text{kg}/\text{hm}^2$ 。滇池地区蔬菜花卉基地化肥用量远远高于全国平均水平（ $390\text{kg}/\text{hm}^2$ ），较之世界使用化肥首户的荷兰还高出一倍多。每年由农田的氮肥进入环境的氮素达 1000 万吨左右，有些地区的饮用水及农产品中，硝态氮和亚硝态氮的含量均明显超标。2000 年下半年，华南地区有的城市监测到菜地土壤中硝酸盐含量超标率为 33.1%；据中国农业科学院对某地 32 种主要蔬菜的调查，蔬菜中硝酸盐含量比 80 年代初增加了 1~4 倍，其中有 17 种蔬菜硝酸盐含量超过欧盟提出的最低量标准；2001 年长江三角洲的个别省份农产品出口由于监测不合格而损失数亿美元。

化肥中亚硝酸盐的生物毒性比硝酸盐大 5~10 倍，亚硝酸盐与胺类结合形成的 N-亚硝基化合物是强致癌物质。使用化肥的地区，井水或河水中氮化合物的含量都会增加。食品和饲料中亚硝酸盐含量过高，曾引起儿童和牲畜中毒。化肥中的其他一些杂质，如含镉 $1\sim 100\text{mg}/\text{kg}$ 磷矿粉，含铅 $5\sim 10\text{mg}/\text{kg}$ 磷矿粉，这些杂质也会造成环境污染。施用化肥还会在短时间内造成水体中氮、磷含量的增加，使藻类等水生植物生长过快，致使河流、湖泊、内海呈现富营养化。

我国的甘肃省土壤多贫瘠，营养元素缺乏，特别缺氮少磷，必须施用化肥，但施入的磷肥本季节利用效率仅为 $5\%\sim 25\%$ ，大部分磷与土壤中的 Ca^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 结合形成难溶性磷酸盐。大量使用化学肥料，一方面可增加作物的产量，然而，另一方面却破坏了土壤结构，造成土壤肥力下降。我国西部实行的退耕还林还草工程将促进农业的可持续发展。

长期过度使用化肥还使农产品的品质下降，超量偏施某种化肥，易使作物营养失调，植物体内部分转化合成受阻，造成品质降低。直观表现为产品的口感差，如瓜果类口感差、甜度低。粮食类营养成分下降。蔬菜类硝酸盐含量超标。因此许多人抱怨“粮食、蔬菜、瓜果远不如以前的味道好”。在这种情况下，20 世纪 70 年代，国际上成立了“有机农业联盟”，在世界范围内呼吁不用和尽量少用化肥，并积极研究化肥的替代品。

微生物肥料可替代或部分替代化肥的施用。微生物肥料的种类很多，按其制品中特定的微生物种类分为细菌肥料（如根瘤菌肥、固氮菌肥）、放线菌肥料（如抗生素肥料）、真菌肥料（菌根真菌肥料）等；按其作用机理分为根瘤菌肥、固氮菌肥、解磷菌肥、解钾菌肥等。微生物肥料有增进土壤肥力、制造养分和协助植物吸收养分及增强植物的抗病和抗旱能力等作用。

（1）增进土壤肥力

提高土壤肥力是微生物肥料的主要功效之一。例如各种自生、联合或共生的固氮微生物肥料，可以增加土壤中的氮素含量。多种溶磷、溶钾的微生物，如一

些芽孢杆菌、假单胞菌的应用，可以将土壤中难溶的磷、钾解离，转变为植物可吸收利用的磷、钾化合物。

(2) 制造和协助植物吸收养分

根瘤菌肥是微生物肥料中重要的品种之一，其中的根瘤菌可以侵染豆科植物根部形成根瘤，根瘤中的根瘤菌利用寄主植物提供的能量和厌氧环境，在根瘤菌固氮酶系的催化作用下将空气中的游离态氮固定转变为氨，进一步转化成谷氨酰胺和谷氨酸类植物能吸收利用的优质氮素，供寄主豆科植物利用。VA 菌根可以与多种植物根系共生，其菌丝可以吸收更多的营养供给植物利用，其中以对磷的吸收最明显，对锌、铜的吸收也明显加强。

(3) 增强植物的抗病和抗旱能力

微生物肥料施入土壤后，肥料中的微生物在植物根部大量繁殖，成为植物根际的优势菌，除了自身的作用外，它们的生长繁殖抑制了病原微生物的繁殖；有的微生物肥料还具有拮抗病原微生物的作用，起到了减轻植物病害的功效。菌根真菌则由于在植物根部大量生长，除了菌丝帮助植物吸收营养元素外，还可以促进水分吸收，提高植物的抗旱能力。

(4) 分泌生长刺激素

微生物肥料中的一些菌种还可分泌一些生长刺激素、维生素等，以刺激和调节作物生长，如固氮菌等能够产生多种维生素类物质（生长素、环己六醇、盐酸、泛酸、吡多醇、硫胺素等），改善营养状况，使植物健壮生长。

微生物肥料能够保育、发育土壤，提高土壤肥力，防止环境污染，建立起高产农田的良好生态系统，促进农业的稳产增收。此外微生物肥料还有一些突出的优点：①微生物肥料的施用不会像无机化肥那样，一次性将过量的可溶性营养元素带入土壤。微生物肥料的使用可避免环境污染；②与化肥相比，生产过程中能源消耗少，可节约能源，降低生产成本；③微生物肥料不仅本身无毒无害，随微生物肥料施入田间的有益微生物的生长代谢活动还可以活化土壤，对已污染的土壤进行生物修复；④微生物肥料施于田间后，可以与植物根系形成微生态环境，并伴随着植物根系的生长而生长繁殖，在微生物不断的生长代谢过程中，持续地、非过量地向植物提供营养。

所谓微生物肥料是具有改善植物氮、磷、钾及微量营养元素，能够促进植物生长的商务制剂的总称。目前，美、日，以及我国香港和台湾地区均有含磷细菌的微生物肥料产品出售。

1.2 微生物肥料的研究概况

微生物作为一种宝贵的资源，一直为人们所重视和利用。土壤中的磷主要来

自土壤母质、生物遗体和施用的肥料，磷营养是植物生长的三要素（氮、磷、钾）之一，而植物只能利用可溶性磷。我国有 74% 的耕地土壤缺磷，土壤中 95% 的磷为不溶性的无效形式，植物很难直接吸收利用。

早在 19 世纪，有的土壤学家就曾指出土壤中的微生物对磷具有从不可溶到可溶的转化作用。20 世纪初，在欧洲，相继有人研究了土壤中微生物转化磷的过程。1880 年，萨开特开始以平板法研究溶磷的过程。1916~1922 年，李普曼和瓦克斯曼曾以杆状细菌进行磷灰石的转化试验。30 年代，前苏联列宁格勒农业微生物研究所曾较深入地研究了土壤微生物的活动状况。1935 年，前苏联学者明基娜从黑钙土、泥炭及灰化土中分离出芽孢杆菌和无芽孢杆菌，进行了人工配制磷细菌剂接种农作物的实验研究，是应用磷细菌肥的开端。明基娜于 1947 年开始使用磷细菌剂。据报道，接种后土壤中 P_2O_5 提高 15% 以上。

与此同时，各国的土壤微生物学者对土壤中微生物与磷的转化作用也进行了许多研究。Sperber 认为微生物在自然界中参与磷的循环（Sperber, 1958）。1962 年 Kobus 发现溶磷菌在土壤中的数量受土壤物理结构、有机质含量、土壤类型、土壤肥力、耕作方式和措施等因素的影响。1985 年 Sperber 等发现不同土壤中溶磷微生物的数量有很大的差异，大部分溶磷微生物出现在植物根际土壤中。近年来的研究表明，许多常见的微生物能溶解存在于土壤中的难溶性无机磷。在某些土壤中，溶磷微生物占整个微生物种群的 27.1%~82.1%，其中以细菌所占比例最大，溶磷细菌数量因土壤类型而异。在土壤中，能够矿化有机磷酸盐的微生物所占比例也很高，极端情况下高达 70%~80%，一般稍低于 50%。在根际土壤微生物与非根际土壤微生物的比较研究中，Sperber 在 1998 年发现土壤中大部分溶磷微生物虽然都存在于植物根际，但这些微生物并不是根际微生物的优势种群。即自然状态下的根际微生物不能向植物提供充足的磷营养，特别是植物得到氮肥营养后，磷营养就成为限制植物生长发育的重要因素。对于特定的土壤环境，通常存在着与之相适应的生物类群及其组成比例。而且不同的土壤微生物具有不同的土壤生物化学功能。因此，一旦土壤中某一生物种类遭受破坏或绝种，势必造成某一功能的丧失。可以采取人为引入有益的微生物，使之恢复原有的生物群落组成或增加某些功能土壤微生物，它们的生命活动将改变土壤状况。把功能明确的有益微生物制成各种制剂施入田间，可增加土壤的相应肥力。Kennedy 和 Kudayarova 认为溶磷菌可以有效地溶解不溶性无机磷，提供植物生长发育所需要的磷营养（Kennedy, 1998; Kudayarova, 2002）。

我国从 20 世纪 50 年代开始研究磷细菌，并已先后分离出一些溶磷和解磷微生物。1955 年陈廷伟等从北京小麦根际土壤中分离出一种产酸无孢子杆菌（*Bacterium* sp.），具有较强的溶解磷酸三钙的能力。中国科学院沈阳应用生态研究所从东北黑土壤中分离出一种假单胞菌，其分解核酸和卵磷脂的能力很强。70 年代有多个磷细菌菌株应用于生产。80 年代一些单位推出了由多种芽孢杆菌

的不同组合形成的系列产品。1988年尹瑞龄对我国旱地土壤解磷菌的种群和数量进行了研究。1990年中国农业科学院微生物学专家陈廷伟、李元芳教授等利用总理基金开始了生物菌肥综合性研究工作,1992年多菌种复合生物菌肥研制成功。1992~1993年在全国各省(直辖市、自治区)进行实验、示范、推广,该项研究成果于1992年经美国、澳大利亚等7个发达国家专家的评议,认为在生物肥料研究上是新突破,居世界领先地位,1993年获国家金奖,1993年底又列入我国绿色食品工程计划,要求各地大力开发利用。1993年刘荣昌等分离到欧文氏菌属(*Erwinia*)的解磷细菌。磷细菌肥料用于油菜增产14%~19%;用于大麦、小麦增产10%左右。1994年刘丽丽等将菌肥用于早春结球甘蓝提高产量15.54%,增加产值46.67%。1998年刘丽丽等利用扫描电镜观察研究了磷细菌对无效磷的溶解。在9320-SD₂₄菌株作用下的磷矿粉,表观上出现了较深且形状各异的空间和裂隙。2001年尹瑞龄在南京郊区和徐州地区分离到多株磷细菌。2002年蔡磊等从云南土壤中分离得到高效解磷菌株LC129。故认为使用磷细菌制备微生物肥料可以提高土壤的磷营养,并通过微生物的修复作用,还能克服大量使用化肥所带来的环境污染问题,改善土壤环境,促进农业的持续性发展。

1.3 微生物肥料在发展持续农业中的作用

矿物质是植物生长发育所必需的营养物质,其中磷是植物生长不可缺少的重要营养物质。在植物体内,磷主要存在于核酸、磷脂和植酸等成分中。核酸是细胞核的主要成分,磷脂是原生质的重要成分,如果植物在生长过程中得不到磷营养就会影响细胞的分裂和植物的生长发育,特别是影响植物分生组织的形成。植物种子发芽时,种子贮存的磷逐渐转移到新生细胞中,对植物的发芽、生根影响很大。如果土壤不能为植物持续提供磷营养,新细胞的形成和根的生长就会受到限制,因此磷营养在植物苗期十分重要。

此外,磷还能加强光合作用和碳水化合物的合成与运转,如:磷能促进植物体内糖类化合物的运输和淀粉的转化;磷参与植物的油脂代谢;磷还能促进植物的氮素代谢。因此,当植物生长的环境能提供足够的氮营养时,磷营养的供给量是限制植物生长的重要因素。

土壤是人类赖以生存的根基,是植物生长的重要基础,在农业生产中土壤肥力至关重要。据统计,2000年世界粮食总产量约为22亿吨,其中我国粮食产量约5亿吨。这些粮食均是在全球17亿公顷(我国占1.2亿公顷)耕种土壤上生产的,为了维持粮食的持续高产、稳产,就需要保持土壤肥力,使土壤能充分地提供作物生长所需要的养分,才能维系人类的生存和繁衍。植物要不断地吸收营养物质才能生长,土壤中如果没有充足的养分,没有“肥力”,就不可能保证作物正常生长,更谈不上粮食的稳产。

中国科学院台站网络“八五”期间对我国农业土壤磷素的平衡状况进行了研究,结果表明,我国农田土壤全磷含量均超过支出的1倍以上。据统计,1949~1992年,我国累计施入农田的磷肥有 7.8809×10^7 吨(P_2O_5),其中大约有 6×10^7 吨(P_2O_5)积累在土壤中不能被利用。北京地区农田的磷素在20世纪80年代积累明显,近年来磷平均含量以每年1mg/kg土壤的速度增长。

化学肥料的长期低效施用,往往造成土壤中某些元素的过分积累和土壤理化性质的变化以及环境污染,给食物安全和人类健康带来影响。微生物肥料的施用对提高土壤养分利用率,改善土壤环境以及调控土壤肥力产生巨大的作用。在巴基斯坦,有200万公顷的稻田使用微生物肥料,水稻大约平均增产500kg/hm²。通过推测,使用微生物肥料的稻田产量净增10亿吨,价值10亿美元。微生物肥料的使用将使对化学肥料的依赖性逐渐减少,若用生物肥料替代10%的化学肥料需求,以巴基斯坦为例,每年可净节约170亿卢比(约合260万美元)。

有机农业是继绿色农业之后采取的农业发展策略。有机农业倡导施用农家肥、粪肥、秸秆还田。先用微生物肥料的生产菌种制成各种适宜的菌剂,再与农家肥、粪肥、秸秆等混合,经发酵作用生产出新型的微生物有机肥料。这些肥料的施用可以更好地促进有机农业的发展。

日本的普通红富士苹果、美国华盛顿的红星苹果,之所以能全红,原因之一是土壤有机质含量高达3%以上。而我国苹果园土壤中有有机质含量一般只有0.5%左右。

近年来,在许多地区,由于绝大多数耕地单纯施化肥,少施甚至不施有机肥,使有机肥与化肥施用比例严重失调,土壤中有有机质减少,制约了农业增产,降低了农民收入。对沁水县全县28个中心村镇调查结果显示,有81%的调查点土壤有机质含量较1984年土壤普查时降低0.48%;化肥施用量由1984年每667m²(约为1亩地)施20~25kg,上升到目前的40~50kg,增长了1倍多,而农家肥施量却逐年减少,“八五”期间为每亩3000kg,“九五”期间为每亩1000~1500kg,下降了50%以上,产投比正常年份为2.5:1~3:1,略遇灾害只能持平,多数年份为增产不增收。

当今,人们越来越感觉施用了化肥后的粮食、蔬菜、瓜果等作物失去了原有的传统品质,质量下降,食之无味。

最近,由国家农业部绿色食品办公室、中国绿色食品发展中心、中国绿色食品协会在深圳市联合举办了“中国绿色食品博览会”。天津的小站稻米成为博览会上订货的亮点。

天津小站稻米至今已经有百年栽培历史,它的特殊品质受到消费者的普遍欢迎,每年都有大量的小站稻出口。天津市津南区经过三年多的努力,通过了国家商标局注册的小站稻证明商标。据了解,小站稻是我国第一个获准注册的米类证明商标。小站稻之所以能保持优良的品质,其原因在于天津小站稻开发中心自实