

文章编号 :1003- 8701(2012)06- 0035- 04

几丁质微生物肥料在农业上的应用

闫海洋¹, 吴海燕¹, 李 锋², 李 根³, 金荣德^{1*}, 王淑萍⁴

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 吉林烟草工业有限责任公司, 长春 130031;
3. 吉林大学第四医院肾内科, 长春 130011; 4. 龙井市农业技术推广中心, 吉林 龙井 133400)

摘 要: 几丁质是一种除了纤维素之外最丰富的天然生物聚合物, 含有丰富的 C、N 元素, 能被微生物降解利用, 作为一种无污染的微生物肥料供给植物生长的养分。本文综述了几丁质微生物研发的概况, 介绍了几丁质的生物学功能, 分析了微生物肥料的优势, 重点阐述了分解几丁质微生物在现代农业上的应用, 并对我国分解几丁质微生物肥料在农业上的发展前景进行了展望。

关键词: 几丁质; 微生物肥料; 分解几丁质微生物

中图分类号: S144

文献标识码: A

Application of Chitin Microbial Fertilizers in Agriculture

YAN Hai- yang¹, WU Hai- yan¹, LI Feng², LI Gen³,
JIN Rong- de^{1*}, WANG Shu- ping⁴

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033;
2. Jilin Tobacco Industry Co, Ltd. Changchun 130031;

3. Kidney Department, Fourth Hospital of Jilin University, Changchun 130011;

4. Agricultural Technology Extension Station of Longjing City, Longjing 133400, China)

Abstract: Chitin, a natural polymer of N- acetyl- D- glucosamine is exceeded in abundance only by the biopolymer cellulose. Chitin and its derivatives hold great economic value because of their versatile carbon and nitrogen contents and agrochemical applications. In this review, the development on the chitinolytic microorganisms, microbial fertilizers by chitinolytic microorganisms and their biological activities were discussed. As well as, their applications in modern agriculture was introduced and its' future was prospected.

Keywords: Chitin; Microbial fertilizers; Chitinolytic microorganisms

几丁质是地球上最丰富的天然高分子化合物之一, 是构成大多数真菌细胞壁的主要成分, 同时也大量存在于昆虫和动物的甲壳中^[1-2]。其降解作用主要是通过细菌和真菌分泌的几丁质酶来完成, 或通过脱乙酰作用形成脱乙酰几丁质酶来降解^[3], 能改良土壤、根际和植物根组织微生物区

系, 促进有益微生物的生长, 抑制植物病原菌。由于其本身的生物学功能, 及其无污染、可降解等性能, 在农业、医药、食品、化妆品、环保诸方面具有广阔的应用前景。

1 分解几丁质微生物的研究概况

1905 年, Benecke^[4]首次分离和研究了能够利用几丁质作为营养物质的微生物, 并定名为 *Bacillus chitinovorus*, 但并没有关于酶活性的直接证据; 1921 年, Folpmers^[5]发现分解几丁质的真细菌和放线菌在含有几丁质的琼脂上形成透明圈, 从而证明这些培养物内有水溶性的几丁质酶存

收稿日期 :2012- 08- 15

基金项目 :吉林省自然科学基金项目(20101570)

作者简介 :闫海洋(1990-), 女, 主要从事微生物代谢产物研究。

通讯作者 :金荣德, 男, 博士, 副研究员,

E- mail: rdkim2000@yahoo.com.cn

在 1938 年, Zobel 和 Ritten berg^[6]对海洋里的分解几丁质的细菌实验表明, 几丁质的分解是由于糖苷键的断裂或氨基基团的脱落; 1929 年 Karrer 和 Hofman^[7]用蜗牛肠酶使 85% 几丁质转化成 N-乙酰胺葡萄糖, 从而有助于几丁质结构单位的研究; 然后在 1950 年和 1951 年 Jeuniaux^[8]发现从蜗牛肠道分离的分解几丁质的细菌和土壤中的放线菌能产生胞外几丁质酶。此后, 人们又相继从多种微生物(包括细菌、放线菌、真菌), 多种植物及动物中分离到几丁质酶, 并对几丁质酶的理化特性及生物学性状进行了大量研究。进入 20 世纪 80 年代以来, 随着分子生物学技术的迅速发展, 人们又把注意力转移到几丁质酶对真菌生长的抑制上, 并希望通过基因工程手段培育出抗真菌的转基因植物^[9]。

植物及细菌的几丁质酶均能以几丁质为底物, 在离体情况下处理真菌, 可使其生长受到抑制。值得一提的是 1991 年 Toyoda^[10]从 *Streptomyces griseus* 得到纯化的几丁质酶, 当用这种几丁质酶处理离体的大麦胚芽鞘以观察对于小麦白粉菌的影响时, 结果发现在短短 2 h 内, 病菌吸器便被完全消解。当改变试验方法, 以活体大麦胚芽鞘替代离体的大麦胚芽鞘, 并将几丁质酶注射体内, 结果出现两种情况: 对于正在发育中的病菌吸器被完全消解, 而对于已经成熟的病菌吸器, 经几丁质酶处理并未改变其形状, 但菌丝的伸长却受到了抑制。基于这一研究结果, 学者认为通过基因工程手段, 将几丁质酶基因导入大麦, 可望获得抵抗白粉菌的新品种。

近来, 英国科学家通过向双子叶植物引入编码几丁质酶外源 DNA, 产生表达该酶的转基因植株来抑制真菌病原体, 不仅可抗真菌, 还对植物线虫、昆虫和其它一些病原生物具有抗性。除此之外, Sivan 和 Chet 获得了一株能强烈分解几丁质的真菌 *Trichoderma harzianum*, 认为对许多植物致病菌的控制很有潜力^[11]。除了应用微生物外, 也有许多把几丁质施入土壤以达到生物防治的报道, 认为它能刺激土壤几丁质分解菌的生长, 诱导植物分泌几丁质酶, 从而增强植物抵抗病原菌感染和害虫侵害的能力。

总之, 利用生物技术阐明植物本身的抗病机制, 并强化这种机制提高植物抗真菌病害的研究, 将是继抗除草剂、抗病毒、抗虫害等的下一个重要开发目标。通过分解几丁质, 利用其生理特性, 研发的微生物肥料完全有可能减少乃至取代化学肥

料的使用。

2 微生物肥料的优势

随着人们生活水平的提高, 大家越来越关注食品的安全性, 食品安全是指食品无毒无害, 符合应当有的营养要求, 对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害^[12], 食品的安全源自于土壤中施用的肥料是否绿色, 依赖于植物所生长的环境是否绿色, 然而目前许多肥料存在大量的污染问题, 不但污染土壤还污染地下水, 农药残留过大, 很难保证食品的绿色性, 因而绿色食品已然成为现代的一种即昂贵又供不应求的食品。微生物肥料正填补了这一空白, 它在提高产量的同时且自身完全环保, 在使用过程中减少了硝酸盐对生态的污染, 降低了对土壤和地下水的污染。

2.1 过大使用化肥的危害

目前, 中国是世界上第一大化肥消费国和化肥进口国, 世界第二大化肥生产国^[13]。由于化肥的长期、过量施用, 也不可避免地带来了诸如环境污染、土壤板结、农产品品质下降等一系列问题。

①导致土壤污染。我们所使用的化学肥料都不同程度的含有 Zn、Ni、Cu、Co 和 Cr 等重金属元素, 这些重金属和有毒元素进入土壤后很难被农作物吸收或转化, 从而造成土壤被重金属所污染。按全国实验数据统计, 氮肥利用率仅为 30% 左右, 损失为 60% 以上^[14], 这些氮素离开土壤污染环境, 也污染土壤本身。

②引起土壤酸化。长期施用化学肥料, 特别是施用一种化学肥料, 会加快土壤的酸化。洛桑试验站 Geescroft Wilderness 的表土 pH 值从 1883 ~ 1991 年由 6.2 降低到 3.8, Park Grass 的表土 pH 值则由 1876 年的 5.2 降低到 1991 年的 4.2^[15]。土壤酸化会导致有毒物质增加, 造成土壤贫瘠, 农作物生长受到很大的影响。

③导致土壤板结。由于化学肥料的单一过量使用, 会导致土壤酸化, 如尿素、氯化铵。土壤酸化后能溶解土壤中一些营养物质如钙、镁等, 加速其流失, 降低土壤胶粒; 另外大量的 NH_4^+ 、 K^+ 和土壤胶体吸附的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等阳离子发生交换, 造成土壤颗粒分散, 破坏土壤团粒结构, 导致土壤板结, 造成土壤有机质下降, 进一步影响了土壤微生物的生存, 不仅破坏了土壤肥力结构, 而且还降低了肥效^[16]。

大量研究表明, 由于果园、菜园大量施用氮肥, 致使土壤中硝态氮含量普遍偏高, 各种形态的

氮素被转化为硝酸盐而被蔬菜、水果所吸收。据估计,全国每年生产硝酸盐、亚硝酸盐超标的蔬菜已达 60 万 t 左右^[17],给人体健康带来潜在危害;化肥不合理施用不仅造成巨大的浪费,更是对环境造成严重的污染和危害;过量施用化肥不仅使农业成本加大,肥效降低,氮、磷等污染物增加,同时也加重了农业病虫害的危害,加大农药的使用量,从而间接增加农药污染。试验证明,过量施用氮肥不仅使水稻茎叶徒长,细胞壁薄,机械组织不发达,稻秆柔软,抗逆力减弱,而且导致田间湿度加大,荫蔽时间增长,从而有利于多种病虫害的繁衍^[17]。另一方面,据抽样调查,我国 80% 的农户习惯凭传统经验施肥,不考虑各种肥料特性,盲目采用“以水冲肥”、“一炮轰”等简单的施肥方法。全国有 1/3 农户对作物过量施肥,导致农民种地投入不断增加,虽然粮食产量增加,但增产不增收的现象越来越严重,造成农产品品质低劣,使农民收入增加缓慢甚至降低其收入^[18]。

2.2 微生物肥料的优势

在实际使用过程中,微生物肥料具有以下优点:①改良土壤:一是通过有益菌的大量繁殖,大量有益菌在植物的根系周围形成了优势种群,抑制了其他有害菌的生命活动;二是快速分解土壤有机物质,促进土壤团粒的形成,且通过有益菌的活动能够疏松土壤,土壤的保肥、供肥、保水、供水及透气性都得到很好的调节;三是分解土壤中的农药残留,避免残留农药对作物产生药害。还对植物生长过程通过根系排放的有害物质进行分解^[19]。②固氮、解磷、解钾功能:配合使用微生物肥料,可以分解原来残留的化合态磷钾元素,增加土壤氮素含量^[20],协助作物吸收营养,主要反映在豆科植物的固氮作用上;③提高作物品质:微生物肥料能够刺激和调控作物生长。因作物在生长繁殖过程中可以产生对作物有益的代谢产物,如生长素、吲哚乙酸、多种维生素、赤霉素、氨基酸等^[21]。④达到生物防治病害的效果:因植物的过氧化物酶、多酚氧化酶、几丁质酶等被微生物肥料诱导参与植物防御反应,利于防病、抗病,降低、减少了植物病虫害。有关实验表明,微生物肥料不仅能使粮食作物增产 10% 左右,果菜类增产 15% 左右,而且还可使产品外观有较大改善。

微生物肥料不像化肥那样,一次性将过量的可溶性营养元素带入土壤,生物菌肥可避免环境污染,且有益菌不断在植物根系周围繁殖代谢,持续地、非过量地向作物提供营养^[22]。

大量的研究表明,几丁质及其衍生物以其独特的作用机理用于维护农业生态环境,保护人们身体健康,是用于生产绿色食品的一种环保型肥料,是无公害农产品生产和可持续农业的重要资源,在农业领域中发挥越来越大的作用。

3 几丁质微生物肥料在农业上的应用及发展前景

随着人们对几丁质的关注,几丁质微生物肥料的许多新功能正在不断被人们发现、开发和利用,使几丁质的开发应用扩展到各行各业。几丁质在农业上的用途非常广泛,适宜做生物肥料、生物农药、植物生长调节剂、土壤改良剂、农用保险防腐剂、饲料添加剂等^[23]。

国外对几丁质肥料的开发从 20 世纪 30 年代就开始了,主要有美国、德国、日本及韩国等,其中日本的开发力度最大,其中部分产品投放市场后,受到广大消费者的欢迎。现在国际上几丁质肥料年销售额已超过 20 亿美元。目前日本已将其开发的几丁质产品推广到中国对日出口基地中。韩国多年来对几丁质在农业上的应用也是突飞猛进,不但有专门应用于农业生产的几丁质产品,还将利用几丁质生产出的产品单独打出品牌,如几丁质西红柿、几丁质黄瓜等,韩国对几丁质在种植业的认可程度由此可见一斑。近年来美国、加拿大也将几丁质用于设施农业的生产中,如在水培营养液中添加几丁质已达到改善品质减少病害的作用。

近年来,中国农业对几丁质的认识逐渐深入,人们已意识到几丁质具有优异的物化性质、生物相容性和生理活性,对于几丁质的应用也开始起步,高附加值和高技术含量的几丁质产品已经成为国内争相开发的热点。1996 年在大连召开了中国第一届几丁质化学应用研讨会;1999 年 11 月在武汉召开中国第二届几丁质化学与应用研讨会;在 2001 年 11 月和 2004 年 11 月还有 2006 年 11 月分别在浙江玉环、广西北海、江苏南京召开了第三、第四和第五届中国几丁质化学与应用研讨会;此外,2006 年 12 月 23 日,中国资源综合利用协会甲壳质专业委员会成立大会在山东青岛召开,国内甲壳质、壳聚糖方面的资深专家教授和国内具有代表性的几丁质生产厂家应邀出席了会议。我国对几丁质微生物肥料表示出了相当大的重视程度。据不完全统计,我国目前微生物肥料年产量在 10 万~40 万 t,与同期化肥(约 1.2 亿 t)相

比,微生物肥料市场的容量是相当大的^[24]。此外,也出现了许多几丁质农资产品,如肥料、农药等,还出现了以几丁质命名的产品如几丁质红枣、几丁质鸡蛋等。不但具有出口创汇的招牌,还具有广阔的发展前景。

4 总 结

综上所述,微生物对几丁质降解特性的研究,几丁质酶抑制剂以其独特的杀虫剂和杀菌剂作用机制以及对环境友好的优良特点,正体现了现代农业的发展趋势,无论在理论上还是应用中,都具有重要的意义,但目前国内的天然几丁质酶抑制剂生产研究才刚刚起步,同时,需要进一步认识几丁质在自然界和生物工程中的重要作用,特别是用微生物发酵法的生产技术远远落后于国外的研究。因此,在现有的研究基础上,通过筛选优良菌种,加紧研究和开发几丁质酶抑制产品,进一步改良发酵微生物菌株性能,进一步完善工艺条件,提高提取收率,用先进的现代微生物分离技术获得高纯度的几丁质酶抑制剂产品,为生产优质的微生物肥料创造条件,是将几丁质推向产业化必须要做的工作,并有十分重要的意义,可产生客观的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 黄秀梨. 应用微生物 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1989: 13-15.
- [2] 吴东儒. 糖类生物化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987: 349-352.
- [3] 王士奎, 王汉潜. 几丁质及脱乙酰几丁质的微生物降解作用[J]. 微生物学通报, 1994, 21(3): 180.
- [4] Benecke W. Secretion of chitinase from cultured cells treated with fungal mycelium walls[J]. Botzgt, 1905(83): 227.
- [5] Flopmers. T. Chem. Plant and bacterial chitinases differ in antifungal activity[J]. Weekbl, 1921(18): 249.
- [6] Zobell. CE and SC. Rittenberg[J]. J. Bact, 1938(35): 275.
- [7] Karrer P and A Hofman. What's a new in Chitinase [J]. Helv. Chim. Acta, 1929(12): 816.
- [8] Jeuniaux C. Physiol[J]. Arch. Int, 1951(59): 242.
- [9] 陈三凤, 李季伦. 几丁质酶研究历史和发展前景[J]. 微生物学通报, 1993, 20(3): 156-160.
- [10] Toyoda Hetal. Plant cell Reporter [J]. Plant science, 1990(10): 217-220.
- [11] Sivan A. Chet L. A numerical classification of the genus Bacillus[J]. J Gen Microbiol, 1989(135): 675-682.
- [12] 《中华人民共和国食品安全法》第九十九条.
- [13] 姜京宇, 李秀芹. 二点委夜蛾研究初报[J]. 植物保护, 2008(3): 123-126.
- [14] 高小鹏, 贺晓龙, 任佳梅, 等. 化肥不合理施用带来的危害探析[J]. 农技服务, 2011, 28(9): 1287-1290.
- [15] Blake L. Goulding KWT. Mott J Betal[J]. European Journal of Soil Science, 1999(50): 401-412.
- [16] 王建强. 长期使用化肥对土壤的影响及防治 [J]. 化学工程与装备, 2008(11): 90-91.
- [17] 曲均峰. 化肥施用与土壤环境安全效应的研究 [J]. 磷肥与复肥, 2010, 25(1): 10-12.
- [18] 孙建利. 对过量使用化肥危害的思考 [J]. 现代农业科技, 2010(16): 278-279.
- [19] 刘明芳, 黄树君. 微生物肥料在农业上的应用及其展望[J]. 农业质量标准, 2003(3): 27-29.
- [20] 于爱红. 微生物肥料在农产品生产中的应用[J]. 吉林蔬菜, 2010(1): 70.
- [21] 赵娟娟. 微生物肥料的作用及应用前景[J]. 现代农村科技, 2009(22): 46.
- [22] 沈德龙, 曹凤明, 李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 1-5.
- [23] 李思经. 生物技术简讯[J]. 生物技术通报, 1991(6): 93.
- [24] 张敏, 王兆玉. 微生物肥料的发展前景 [J]. 北方园艺, 2004(5): 6-7.
- [25] 夏颢. 微生物肥料引领生态农业新潮流[J]. 蔬菜杂志, 2008(12): 44.

(上接第8页)

- [7] 王新风, 富健, 孟凡刚, 等. 高蛋白大豆杂交 F₂ 代与亲本蛋白质含量的相关性分析[J]. 河南农业科学, 2008(2): 42-44.
- [8] 王新风, 富健, 孟凡刚, 等. 大豆高蛋白组合杂交 F₃ 代与亲本蛋白质含量的相关性分析 [J]. 安徽农业科学, 2009(24): 11492-11493.
- [9] 王新风, 蔡红梅, 富健, 等. 大豆高蛋白组合杂交 F₄ 代与亲本蛋白质含量的相关性分析 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(32): 18096-18097.