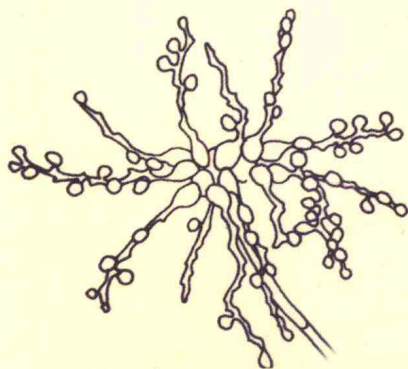


生物农药研究及品种介绍

S 杨叶 黄圣明 胡美姣 王兰英 编著
shengwu nongyao yanjiu
ji pinzhong jiesha O



黑龙江科学技术出版社

生物农药研究及品种介绍

杨叶 黄圣明 胡美姣 王兰英 编著

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

生物农药研究及品种介绍/杨叶等编著. —哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 2008.12
ISBN 978-7-5388-5888-4

I. 生… II. 杨… III. 微生物农药-研究 IV. S482.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 191516 号

责任编辑 焦 琰

封面设计 刘 洋

生物农药研究及品种介绍

SHENGWU NONGYAO YANJIU JI PINZHONG JIESHAO

杨叶 黄圣明 胡美姣 王兰英 编著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150090 哈尔滨市南岗区湘江路 77 号)

电话 (0451)53642106 电传 53642143(发行部)

印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 850×1168 1/32

印 张 7.875

字 数 180 000

版 次 2009 年 3 月第 1 版·2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1-1 000

书 号 ISBN 978-7-5388-5888-4/S·723

定 价 15.00 元

前 言

本书为原华南热带农业大学的自编教材,于2004年完成第一次编写,并已连续4年作为原华南热带农业大学植保专业——生物农药课程的教材。由于当时编写时间仓促,书中遗留不少错误,在教学过程中也发现不少问题,而且有部分内容相对于当今已过于陈旧。通过几年的教学以及对目前该方向前沿的不断学习,作者积累了不少新的材料及经验,在此基础上对部分章节进行了修改。此外,海南省具有得天独厚的地理优势,生物资源非常丰富,我们近几年在生物农药的资源调查及应用方面做了大量工作,在杀虫、防病、除草3个方面均取得了一些成绩,发现了很多具有生防价值的生物资源,有的也有了大面积的应用。因此,我们又重新对原书进行补充、整理和修改。

本书具有内容新、全面、实用性强的特点。该书依据教学中的经验增加了生物农药与化学农药的区别,补充了生物农药作用机理部分的内容,并在每个章节都有相关内容最新的研究概况及报道的介绍,使读者既可掌握生物农药品种、作用机理及使用方面的知识,又可了解目前世界上各种生物农药的研究近况及发展趋势。本书对高等院校相关专业的学生及从事有关生物农药研究的科技人员有很好的参考价值。由于编者水平有限,内容上可能存在的一些不足及错误,诚恳地希望读者和专家批评指正。

编著者

2008年12月

目 录

绪 论	1
第一章 生物杀虫剂	20
第一节 生物杀虫剂的防治方法和防治策略	21
第二节 影响生物杀虫剂防治效果的因素	24
第三节 生物杀虫剂的抗性及其防治策略	29
第四节 生物防治的安全性	38
第五节 微生物杀虫剂	43
第六节 植物源杀虫剂	81
第七节 动物源杀虫剂	113
第八节 其他生物杀虫剂	129
第二章 生物杀菌剂	136
第一节 活体微生物杀菌剂	136
第二节 抗生素类杀菌剂	147
第三节 植物源杀菌剂	165
第三章 生物除草剂和植物生长调节剂	174
第一节 昆虫除草	175
第二节 病原微生物除草剂	178
第三节 微生物代谢物除草剂	185
第四节 植物源除草剂	188
第五节 植物生长调节剂	192
第四章 基因工程在作物保护中的应用	200
第一节 基因工程及转基因作物	200
第二节 转基因工程在作物保护上的应用	203
第三节 基因重组、改良在作物保护中的应用	225
第四节 基因工程面临的问题及其管理	234
主要参考文献	244

绪 论

世界各国为了对付日益复杂的病虫害，每年要生产各种化学农药 200 多万吨，多数化学农药使用后存在一些严重的副作用，尤其是那些高毒高残留的化学农药。据统计，农药（尤其是化学农药）带来的社会和环境问题所要付出的代价约占农药效益的 50%。在我国每年发生较大的农药事故 3 000~4 000 起，因农药污染赔款金额超过 1 亿美元。随着时代的进步，认识的提高，人们已不再单纯的追求农药的高毒、高效，而开始强调农药对人体的安全性和与环境的相容性。在过去 10 多年里，欧洲各国都先后不同程度地减少了化学农药的用量。20 世纪末，在不减少作物产量的前提下，美国减少了 35% 化学农药用量。韩国农林部宣布，在 2004 年前将减少 30% 的化肥和化学农药的用量，在 2010 年前将减少至目前的 50%。目前，世界新农药的开发现虽然仍以化学农药为主，但生物（源）农药的开发却备受关注。毫无疑问，生物农药将是 21 世纪控制农业生物灾害技术革命的生长点和农业生态保护的突破口。我国作为一个人口众多、人均资源偏少、农业生产水平相对较低、市场供求矛盾的发展中国家，促进生物农药的产业发展进步，是 21 世纪实现自身农产品安全生产和农业可持续发展的重要技术保障。

一、生物农药的定义

在介绍生物农药之前，先了解一下农药的定义。农药系指用于预防、消灭或者控制危害农业、林业的病、虫、草和其他有害生物以及有目的地调节植物、昆虫生长的化学合成的或者来源于生物、其他天然物质的一种物质或者几种物质的混合物

及其制剂。这是 1997 年中国国务院颁布实施的农药管理条例提出的。农药的含义和范围，古代和近代有所不同，不同国家也有所差异。目前，中国对现代农药的定义与国际上基本是一致的。简单来说可以划分为生物农药和化学农药，其中有关生物农药部分，该定义不包括天敌昆虫等活体生物，而包括微生物及来源于生物体的有效成分等，如鱼藤精、硫酸烟碱。

生物农药（biopesticide）的定义，广义来说，生物农药是指直接利用生物产生的天然物质或以生物活体作为农药，还包含了人工合成的与天然化合物结构相同的农药。简单来说生物农药是指利用生物资源开发的农药，也称为生物源农药，如动物源、植物源、微生物源等天然源农药，生物农药包括了地球上所有类别的生物。广义概念除了各种天敌昆虫、病菌和线虫等活体生物及代谢产物外，还包括按天然物质的化学结构或类似衍生结构人工合成的具有农药活性的物质。但有时所谓的生物源天然产物农药，即生物产生的天然物质，只是指以植物、动物、微生物等产生的具有农用生物活性的次生代谢产物开发的农药，不包括生物活体。

根据不同专业人士、不同的文献、不同年代及不同国家对生物农药的定义有所不同。1991 年联合国粮农组织（FAO）和美国环保局（EPA）对生物农药的定义为：来源于动物、植物和微生物等生物的天然物质，包括生物化学农药（包括信息素、激素、天然的昆虫或植物生物调节剂、驱避剂等）、微生物农药（指活体微生物）和转基因保护剂。所谓生物化学农药必须符合下列 2 个条件：①对防治对象没有直接毒性而只有调节生长，干扰交配或引诱等的特殊作用。②必须是天然化合物。如果是人工合成，其结构必须与天然化合物相同（允许异构体的比例有差异）。而微生物农药包括自然界存在的，用于防治病、虫、草、鼠害的真菌、细菌、病毒和原生动动物或被遗传修饰的微生物制剂。此定义存在一个问题，就是并没有包含植物源农药。

目前，也有人将表达农药活性的转基因植物称为植物-农药或基因工程农药，属于生物农药范畴，也称转基因生物农药。因此，也有很多文献中将生物农药划分为：生物化学农药、微生物农药、转基因生物农药、天敌生物农药等。

本书对生物农药的定义包括上述提到的所有类别，即微生物农药、植物源农药、动物源农药及基因工程农药均称之为生物农药。但书中略去天敌昆虫防治害虫这部分内容。

二、生物农药的分类

本书为了体现生产上的实际情况，直接按来源与性能进行分类，将生物农药分为以下几种。

1. 微生物农药

微生物农药是利用微生物及其产生的各种生物活性成分，制成用于防治植物病虫害、环卫昆虫、杂草、鼠害，以及调节植物生长的制剂。它可分为活体微生物农药和抗生素两大类。根据防治对象不同，微生物农药可分为微生物杀虫剂、微生物杀菌剂、微生物除草剂、微生物植物生长调节剂、微生物杀鼠剂、微生物生态制剂、微生物植物杀虫剂等。

2. 植物源农药

植物源农药指利用植物资源开发的农药，是以植物的次生代谢物或提取其有效成分加工而成的药剂。其来源于不同种类植物，具有抑制有害生物（如杀虫、杀菌、除草）及调节植物生长等作用，如烟碱、苦参碱、印楝素、川楝素、茴蒿素、茶皂素、鱼藤酮、除虫菊酯、植物精油等。

3. 动物源农药

动物源农药指利用动物资源开发的农药，是动物产生的对有害生物具有毒杀作用或控制作用的天然活性物质。其主要有2 大类：一是动物产生的毒素，它对害虫有毒杀作用，如海洋

动物沙蚕产生的沙蚕毒素。另一类是昆虫产生的激素，包括昆虫内源激素和昆虫信息素。内源激素是由昆虫内分泌腺体产生的具有调节昆虫生长发育功能的微量活性物质，主要有脑激素、蜕皮激素和保幼激素 3 类。昆虫信息素，又称昆虫外激素，是昆虫产生的作为种内或种间个体间传递传送信息的微量活性物质，具有包括引诱、刺激、抑制、控制摄食或产卵、交配、集合、报警、防御等功能。

4. 转基因生物农药

转基因生物农药指利用生物技术，按照人的愿望，在不同物种之间转移并表达不同作用目的基因的生物。如转 Bt（苏云金芽孢杆菌）的抗虫作物、抗除草剂的作物及通过基因改良的微生物农药等。

在生产上为了应用的方便，还可根据防治对象和使用上的不同进行分类，如生物杀虫剂、生物杀菌剂、生物除草剂、生物杀螨剂及生物杀鼠剂等。随着生物农药的发展，它的分类方法也将会发生变化。

三、生物农药的剂型

生物农药常用的剂型包括了粉剂、可湿性粉剂、微囊剂、水剂、悬浮剂、乳油等，比较特殊的是还包括卵卡。卵卡是利用被天敌昆虫寄生害虫的卵或被天敌昆虫寄生的人造卵制成的。总的来说，生物农药与常规化学农药的剂型基本相同，但生物农药在剂型选择的过程中，除了要与使用方法相结合外，还必须考虑到其自身的特点，如对光线、温度、湿度的要求等。特别是生物活体农药，是以活体生物为作用状态的，在制剂加工和使用过程中必须尽量保持其活性，以充分发挥药效。微生物对外界环境因素如温度、湿度和光照等比较敏感，制剂贮存稳定性差，作用速度慢，田间持效期短。因此在选择助剂时，

除考虑制剂理化性能的要求外，还要考虑选择一些特殊助剂，如防光剂、增效剂等。选择助剂时还要注意与活体微生物的相容性，活体微生物与各种助剂的相容性一般比化学农药差，有些化学农药常用的助剂可能完全不能使用。

苏云金芽孢杆菌是目前世界上产量最大、应用最广的生物农药，制剂存在持效期短，防治效果易受阳光、温度、湿度、雨水等外界气候和生态条件制约等缺点，而且日平均气温越高，芽孢和晶体失活速度越快。苏云金芽孢杆菌制剂在应用中暴露的这些问题，通过剂型的改进是可以得到解决的。其剂型加工与药效发挥有直接关系，加强剂型研究既具有理论价值又可以解决实际问题。下面以苏云金芽孢杆菌杀虫剂为例，介绍几种剂型。

（一）悬浮剂

悬浮剂是一种可流动的悬浮状制剂，可与水混合形成稳定的悬浮液。具有悬浮率和稳定性高、耐雨水冲刷、药效一般与乳油相近而持效期较长的特点。悬浮剂是苏云金芽孢杆菌水基化主要剂型之一，对环境友好。苏云金芽孢杆菌悬浮剂贮藏时稳定性差一直是困扰生产的一大难题，在室温下贮存时间一般不宜超过半年。一个理想的苏云金芽孢杆菌的液体剂型杀虫剂应有良好的防腐剂，以抑制苏云金芽孢杆菌自身和其他微生物的活动。如有紫外线防护剂保护其田间药效，有表面活性剂使其能在植物叶面展着湿润，有保湿剂防止叶面雾滴干涸而使药剂脱落，有昆虫取食促进剂增加昆虫的食欲而提高单位时间内杀虫剂摄入量，以及有增效剂提高杀虫效率等。苏云金芽孢杆菌产生的芽孢在使昆虫致病时占有重要地位，各种助剂的加入不仅要保护蛋白晶体，也不能杀死或抑制芽孢，还不应影响昆虫的取食。

（二）微囊剂

微囊剂是指将有效成分包在囊壁物质中制成几微米至几百微米的微小球体，靠改变囊壁厚度和孔径大小控制药物释放速度的剂型，使用时主要是加水稀释后喷雾。20年来对苏云金芽孢杆菌微囊剂的研究日趋活跃，主要采用淀粉或面粉基质、无机盐作水分散剂来包裹苏云金芽孢杆菌制成淀粉微囊剂。除了淀粉包囊剂外，多价聚合物、生物降解材料等也可以用于制备苏云金芽孢杆菌包囊剂。截至目前，苏云金芽孢杆菌微胶囊制剂已开发了3种类型，一种是可喷洒型制剂，加水后形成的悬液可以直接用常规喷雾器喷洒；另一种是传统的颗粒剂，经过干、湿过程后颗粒之间仍保持相互分离；第三种是黏着型颗粒剂，与水接触后会发生部分膨胀，干燥后仍可黏着在作物叶片上。

（三）油悬剂

油悬剂又称超低容量油剂，具有含量高、用量少、对叶面黏着力强的特点，但该剂型在挥发性、闪点、黏度及有效成分稳定性方面均有严格要求。将苏云金芽孢杆菌原粉悬浮于矿物油中可制备出油悬剂。油悬剂具有黏着性和展着性好、抗雨水冲刷能力强等优点。

（四）油烟雾剂

烟雾载药技术防治植物病虫害具有功效高、用药经济、使用方便、收效快等优点，尤其适用于交通不便、水源困难、山坡陡峭、林木高大的林区病虫害的防治。将苏云金芽孢杆菌剂悬浮于柴油中，采用脉冲式烟雾机进行烟雾雾化，经2号喷嘴（直径2.0 mm）进行喷射，苏云金芽孢杆菌仍保持毒力。

（五）紫外线防护剂型

阳光中的紫外线（UV）是降低苏云金芽孢杆菌制剂田间防治效果的首要因素，紫外线辐射对伴孢晶体结构的破坏与活性氧的产生密切相关。苏云金芽孢杆菌制剂直接与适量化学紫外线吸收剂混合，即可取得对苏云金芽孢杆菌制剂的防护效果。如在苏云金芽孢杆菌制剂中加入木质素及蔗糖溶液，可以防止紫外线的伤害，提高持效期。

四、生物农药的发展概况及特点

（一）生物农药的发展简介

从农药的发展历史看，生物农药的出现是最早的。在公元前的文献中已有记载，古人根据实践经验利用某些动植物体，用撒灰、浸拌、熏烟等方法防治有害生物。例如公元前 7~5 世纪，中国就用莽草等植物灭杀害虫。到 17 世纪，出现了以烟草、松脂、除虫菊、鱼藤等植物来杀虫。古罗马人也有使用藜芦防治鼠类和昆虫的民间传说。其中一些有效的经验世代相传，至今仍在使用。生物农药的发展大概分为以下几个阶段。

1. 19 世纪

在近代科学技术和工业发展的基础上，生物源农药的开发应用逐渐从经验上升到科学试验阶段，并出现植物性杀虫剂如除虫菊、鱼藤和烟草的商品化及广泛应用。例如 1800 年美国人吉姆第考夫发现高加索部族用除虫菊粉灭杀虱、蚤，并于 1828 年商品化。1848 年，沃克雷以鱼藤根粉作为农药。在以后约 100 年中，植物农药和无机农药占据了整个农药市场，它们成了农药市场的主体。

2. 20 世纪早期

随着微生物学的发展,微生物农药也悄然而生。其中重要的进展为苏云金芽孢杆菌的发现和防治害虫的试验。从 20 世纪 30 年代以来,几类植物内源激素先后被发现和利用。赤霉素最初是从植物中发现的,后通过微生物培养、发酵制得,并在 20 世纪 50 年代初大量生产。同时,一些医用的抗生素也被用于农业上防治病害,如链霉素、氯霉素等。

3. 20 世纪 40 年代

有机化学合成农药迅速兴起和发展,出现了滴滴涕、六六六等有机氯农药,第二次世界大战后出现了硫磷等有机磷农药,20 世纪 50 年代初氨基甲酸酯类杀虫剂的问世。较之生物农药,这些有机合成农药具有高效和速效特点。而在有机合成农药蓬勃发展的时期,因为传统植物农药的用量大、毒性高(烟草所含尼古丁的毒性高、鱼藤对鱼类毒性极高)、不稳定无法在农田中使用以及由于种植上的原因等,植物农药的研究开发被相对忽视而发展缓慢。同时由于成本高、存在药害等原因,医用抗生素在农业上的应用也不广泛。生物农药渐渐被化学农药所取代,农药发展进入了有机合成时代。

4. 20 世纪 60~70 年代

由于化学合成农药的毒性、残留等种种问题的暴露,要求改进农药以保护生态环境的呼声日益高涨,对于开发相对安全的生物农药的需求重新受到重视。由于金属汞的应用引起的水俣病,以日本为代表,在世界范围内掀起了一股微生物农药的开发热潮,并有一批杀菌抗生素应运而生,如春日霉素(春雷霉素)、有效霉素(井冈霉素)、多氧霉素、杀瘟素等一批农用抗生素投入了市场,成为了农药领域中一个重要组成部分。到 70 年代后期,由于拟除虫菊酯类杀虫剂的成功开发,再加之当时技术手段的限制,使微生物农药的研究、开发再次降温。

5. 20 世纪 90 年代至今

随着人类对环境要求越来越高,而化学农药对环境压力大,研究开发费用高,周期长,人们越来越重视开发费用相对较低的生物农药。同时生物农药源于自然,一般而言,它们与环境的相容性高,对人畜比较安全,再加之微生物及植物等来源广泛,同时,现代科学技术包括生物学、化学、微电子技术等的迅速发展也为深入研究生物农药创造了条件,新一代生物农药得到加速发展。其中,农用抗生素和活体微生物农药已发展成重要的农药类型;昆虫信息素、保幼激素和植物性拒食剂、引诱剂、驱避剂等已有相当程度的开发应用;还有一些例如植物防卫素和异株克生物质等尚处于研究阶段。近年来,现代生物工程技术如遗传工程、细胞工程和酶工程等新的研究开发手段应用于农药领域,使生物农药的发展进入更高阶段,特别在农用抗生素和微生物农药的菌种选育和生产效率提高方面已取得相当成效。

目前,生物农药在世界农药市场所占的份额很小,1995 年仅占世界农药市场的 1.3%。但随着全世界再次掀起了生物农药的开发热潮,生物农药以每年产值上升 10%~20%的速度得以发展。截止到 2001 年年底,美国 EPA 已经批准登记 195 种生物农药有效成分、780 种产品。据美国生物农药工业联盟和欧洲国际生物防治产品生产者协会发布的数据显示,在 2006 年全球农药总销售量小幅下降的背景下,生物农药却出现小幅攀升。2006 年全球生物农药总销售额约 10.4 亿美元,占当年全球农药总销售额的 2.9%。对生物农药的研究,不少欧美大公司投入大量资金,各国政府也给予大力支持。包括把生物农药作为先导化合物,通过结构改造来开发化学农药等。总的来说,生物农药研究开发的途径有:一是充分利用生物资源,开发新品种的天然产物农药;二是对有效成分及其类似化合物进行半合成改造;三是以天然产物作为创制新农药的先导化合物模型,人

工合成新农药。例如，拟除虫菊酯类和沙蚕毒素类等新一代杀虫剂品种，就是以天然活性物质的化学结构为模型而衍生合成的仿生农药；此外还仿生合成激素型植物生长调节剂、昆虫信息素和保幼激素类似物等；同时也积极运用生物工程技术从事微生物等生物农药的研究开发，包括运用基因工程作为作物保护的手段。

虽然绝大多数生物农药具备高效低毒的特点，但天然生物农药其实并不等于无毒。一些植物本身也有毒性，如发芽后的马铃薯含有剧毒的颠茄碱。现在有人提出绿色农药概念，AA级农药概念。所谓AA级农药是指它不仅有效成分完全来自天然，还要求生产农药的溶剂、乳化剂和稳定剂等助剂均为天然物质。AA级农药同样要求按特定的操作规程生产加工，产品质量及包装要经检测检验符合特定标准，并经专门机构认证后，才许可使用的具有特殊标志的农药。

（二）生物农药的特点

生物农药比化学农药更适合在现代农业的有害生物综合治理策略中应用。因为生物农药一般较易在环境中降解消失，而且不少品种具有较高的选择性，使用后对人畜和非靶标生物相对安全，所以对环境 and 生态的影响较小。

1. 生物农药的优点

与化学农药相比，生物农药具有以下优点。

（1）大多数生物农药对哺乳动物毒性较低，对人畜比较安全，对环境相容性高。如印楝素，大鼠急性经口 $LD_{50} > 5\,000\text{ mg/kg}$ ，对兔急性经皮 $LD_{50} > 2\,000\text{ mg/kg}$ 。虽然有些生物农药毒性较高，如Avermectins（阿维菌素）的大鼠急性经口 LD_{50} 为 10.06 mg/kg ，但是其制剂中有效成分含量很低，因而使用时对人畜很安全，如制剂1.8%阿维菌素乳油大鼠急性经口 LD_{50} 为 650 mg/kg 。

(2) 生物农药的防治谱较窄, 选择性强, 作用方式独特。印楝素对昆虫主要表现为拒食和干扰生长发育的作用, 用于防治鳞翅目昆虫, $1\sim 50\text{ }\mu\text{g/kg}$ 低浓度就有很高的拒食效果。而昆虫信息素、活体微生物等具有更高的选择性。

(3) 对环境的压力较小, 对非靶标生物安全。生物农药是天然物质, 在环境中易于降解。许多生物农药作用方式是非毒杀性的, 主要包括调节生长发育、引诱、驱避、拒食、绝育、寄生、捕食等, 对天敌、益虫、鸟类、兽类等非靶标生物影响小。

(4) 不容易产生抗性。作为天然物质, 在环境中经过长期适应, 加上天然产物的成分及化学结构较复杂, 因此往往不易产生抗性。

(5) 开发与登记等费用低。据估计, 一个化学农药产品进入市场最少需投入近 1 亿美元, 而生物农药一个产品投入市场仅需 200 万美元。其中用于登记方面的费用, 化学农药产品需 2 000 万美元, 而生物农药每个产品仅在 20 万美元以内。研制高效低毒的化学农药今后仍然是一个重要方向, 但是, 新药筛选成功率愈来愈低, 对新药性能的要求却愈来愈高, 因此新药筛选越来越困难。筛选化学农药的几率只有 $1/20\ 000$, 而生物农药的成功率是 $1/5\ 000$ 。与生物农药相比, 化学农药的开发周期 3 倍于生物农药, 开发费用 40 倍于生物农药, 注册费则是生物农药的 100 倍。这种状况迫使企业寻求新的发展途径, 用更多的投入来开发生物农药。欧美发达国家均把生物农药作为现代农业的朝阳产业发展。统计资料表明, 仅在 2003 年美国环保署 (EPA) 登记的生物农药有效成分和产品分别达 256 和 912 种。化学农药近年来在全球销售量长期处于徘徊、低迷状态, 而生物农药却一直保持 10% 以上的年增长率。

2. 目前生物农药存在的问题

(1) 大多数生物农药作用缓慢。在遇到有害生物大量发生

迅速蔓延时就比不上化学农药那样能够及时起到控制作用。生物农药的防治是一个生物学过程，效果相对缓慢；而生物农药专一性强，杀虫、杀菌谱窄，在遇到暴发性和毁灭性病虫害时，生物农药就难当重任了。

(2) 稳定性相对较差。特别是以活体微生物为有效成分的产品，微生物本身易受环境影响，易发生变异、受抑，甚至死亡。

(3) 一些生物农药如活体生物的应用等技术要求高，对气候条件要求较严格。不利于农民掌握，致使生物农药呈现不出良好的防治效果。

(4) 生产工艺落后、技术力量等条件薄弱、工业化生产难度大等，使成本相对高。生物农药的批量生产往往通过工业发酵，或者是从生物体直接分离提取，对病毒类生物农药则依赖活体寄主进行培养生产，因此与传统的化学农药相比，生物农药的市场售价偏高。

(5) 存在一定程度的安全隐患。研究发现，某些生物农药也具有一定的不安全性。天敌的安全性问题主要是对生物多样性的影响；转基因作物则存在“基因污染”和“基因漂移”等隐患，对人类有无致病性、致畸性，尚不明确。尤其是转基因植物大面积种植，将导致种质资源单一化、农田生态脆弱等问题。抗生素类药剂存在抗性問題，并对非靶生物也具有一定的毒性。

总之，生物农药虽然存在一些问题，但生物农药在理论上和舆论上仍占有优势，加上本身的低毒安全的特点，具有很大发展潜力和市场需求。生物农药的发展应说是方兴未艾，其发展速度高于化学农药，所占的比例也会逐步升高，但想要占据主导地位或取代化学农药则不是一朝一夕的事，要经过漫长的时期，要不断克服生物农药本身的弱点。