



# Development Status and Future Prospects of Biological Pesticides

Lingshi Chen<sup>1</sup>, Haixia Zhou<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Library, South China Agricultural University, Guangzhou, China

<sup>2</sup>School of Public Administration, South China Agricultural University, Guangzhou, China

Email: \*158540020@qq.com

**How to cite this paper:** Chen, L.S. and Zhou, H.X. (2023) Development Status and Future Prospects of Biological Pesticides. *Open Access Library Journal*, 10: e9915. <https://doi.org/10.4236/oalib.1109915>

**Received:** February 23, 2023

**Accepted:** March 27, 2023

**Published:** March 30, 2023

Copyright © 2023 by author(s) and Open Access Library Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## Abstract

Since the central government launched the “low toxicity biological pesticide subsidy demonstration pilot project” in eight provinces and cities in 2011, the country has successively issued a series of policies to guide the application and promotion of biological pesticides. This paper collects and analyzes the data from the field of biological pesticide policy practice for more than ten years. The results show that there are many related policy texts on the promotion of biological pesticides, and the policies tend to be perfect; the state subsidies for biopesticides are wide in scope and large in investment. The number of scientific research achievements has increased, and the biological pesticide itself is insufficient. The number of biopesticide enterprises decreased and the sales revenue increased. There are differences in farmers’ perceptions of biopesticides and the application of pesticides is affected by different incentive mechanisms. Suggestions are: Improve the supervision mechanism of biological pesticide standards, and introduce special promotion policies for biological pesticides; build a chain service of research, production and marketing of biopesticides, and establish a processing base of botanical biopesticides; optimize biopesticide products and create a high-quality and low-cost industrial chain; focus on the development of bio-pesticides and realize technology to help, benefit and work for agriculture.

## Subject Areas

Agricultural Science

## Keywords

Biological Pesticide, Policy, Scale

## 1. 引言

农业面源污染治理是农村生态文明建设的重要组成部分。祝创杰(2017)

[1]指出以化肥、农药等为主要污染物的农业面源污染已逐渐取代点源污染成为我国生态环境的首要污染来源。张庆林(2016) [2]表明农药在农产品生产中具有防虫除害的作用,但是广泛的农药使用,造成一些化学残留物滞留在作物、土壤和空气中,对环境平衡造成了损害,也威胁人类生命健康。杨爱芳等(2020) [3]表明在农产品的生产过程中,人们为了有效降低病虫的危害率,使农作物的产量得到显著提高,而在农田中应用农药。而这些农药的应用,同时会使周围生态环境受到影响,并导致农作物的农药残留问题严重。刘新社(2019) [4]在筛选防治黄瓜白粉病的生物农药试验后,指明枯草芽孢杆菌和蛇床子素 2 种生物农药可以替代化学药剂,减少农药残留,提高黄瓜产量与质量。冯敏等(2020) [5]在筛选有效防控金银花蚜虫的生物农药时,通过对化学药剂吡虫啉与鱼藤酮、印楝素等 7 种生物农药毒力试验结果比较表明:鱼藤酮对蚜虫的校正死亡率、在虫口减退率及校正防效均与吡虫啉处理无显著差异。惠三雄等(2017) [6]介绍了陕西省彬县从 2012 年起至 2015 年底,通过低毒生物农药示范补贴引导,现场指导和技术培训等方式推广低毒生物农药的应用,指出苹果种植在使用低毒生物农药后取得病虫害减轻、防治成本降低,果农收入增加、果质与果量提高、污染减少等成效。张静等(2019) [7]指出随着生活消费水平的提高,农产品的质量安全问题成为消费者关注的重点。全社会迫切地需要建立规范的全程农产品追溯体系,实现农产品从农田到餐桌的质量保障。生产和消费绿色安全农产品已成为市场的主流。周佳麟等(2019) [8]指出生物农药是指用于防治农作物的病虫草等有害生物,具有农药特性的生物活体及其产生的生理活性物质和转基因产物,与传统的化学农药相比,生物农药具有环境兼容性好,对人畜和非靶标生物安全等优点。因此,开发高效生物农药对农业可持续发展,维护生态环境,保护人类健康具有极其深远的意义。基于农业可持续发展理念的生物农药为大幅度减少化学农药施用提供了有效选择。黄炎忠等(2021) [9]基于长江流域湖北,江西和浙江 3 省 822 份水稻种植户微观调研数据,发现:使用生物农药等绿色防控技术总体实现了稻农的节本增收目标;绿色防控技术采纳对大规模农户的成本节约作用强度要大于小农户。为提高农户施用生物农药的积极性,在生物农药的补贴投入上,我国政府先从 8 个省(市)试点再到全国范围内的推广。政府自 2011 起展开“低毒生物农药补贴示范试点”工程。2015 年、2016 年国家财政年投入 996 万元在北京等 17 个省市开展“低毒生物农药补贴示范试点”。<sup>1</sup>2019 年国家对全国范围内使用生物农药实施补贴。每年安排 8 亿元作为农作物病虫害防控专项资金,其中在低毒生物农药推广方面,每年安排 1000 万元用于示范推广。2020 年国家对全国范围内农作物病虫害防控的资金提升到 10 亿元,低毒生物农药推广方面也作出相应的安排。国家在生物农药使用补贴上的投入越来越多。同时,在生物农药使用量上,2015 年制定《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》,并积极推动农药替代行动,即用生物农药替代高毒高残留农药。然而,当前我国生物农药的市场份额却不足 10% (郭利京等, 2018) [10]。2021 年是我国十四五计划的开局之年,中央一号文件的指导精神是促进农业高质高效可持续发展,研究生物农药的发展现状及其未来的发展有意

<sup>1</sup>[http://www.moa.gov.cn/gk/zcfg/qnhnzc/201504/t20150430\\_4570011.htm?cbaimgdjecjmgflk](http://www.moa.gov.cn/gk/zcfg/qnhnzc/201504/t20150430_4570011.htm?cbaimgdjecjmgflk).

义。

## 2. 生物农药政策实施现状

生物农药的推广与发展离不开国家宏观环境与经费的扶持，具体来说是国家宏观政策环境以及对生物农药推广与发展各个环节的技术扶持与经费支持。2011年以来，国家相继出台政策对低毒农药进行推广。生物农药的产、供、销产业链上我们需要知道与生物农药相关的几个问题，谁是生物农药的生产者？谁是生物农药技术的推广者？谁是生物农药的施用者？他们的实践构成了生物农药政策实施现状。借助于图1，对生物农药政策场域中人的实践进行探析。

### 1) 政策文本<sup>2</sup>

农业部副部长张桃林(2012)在推进农业清洁生产,加强农业面源污染防治专访上答记者问:“2011年开始,在8个省(市)开展低毒生物农药示范推广补贴试点,调动农民使用低毒生物农药的积极性。”

2013年,中央1号文件在“健全农业支持保护制度,不断加大强农惠农富农政策力度”部分,提出了加大农业补贴力度,“启动低毒低残留农药和高效缓释肥料使用补助试点”。

农业部办公厅印发《2014年农业部贯彻落实党中央国务院有关“三农”重点工作实施方案》的通知,其中由农业部牵头的14项工作任务第4条指出加大农业面源污染防治力度,支持高效肥和低残留农药使用等试点。

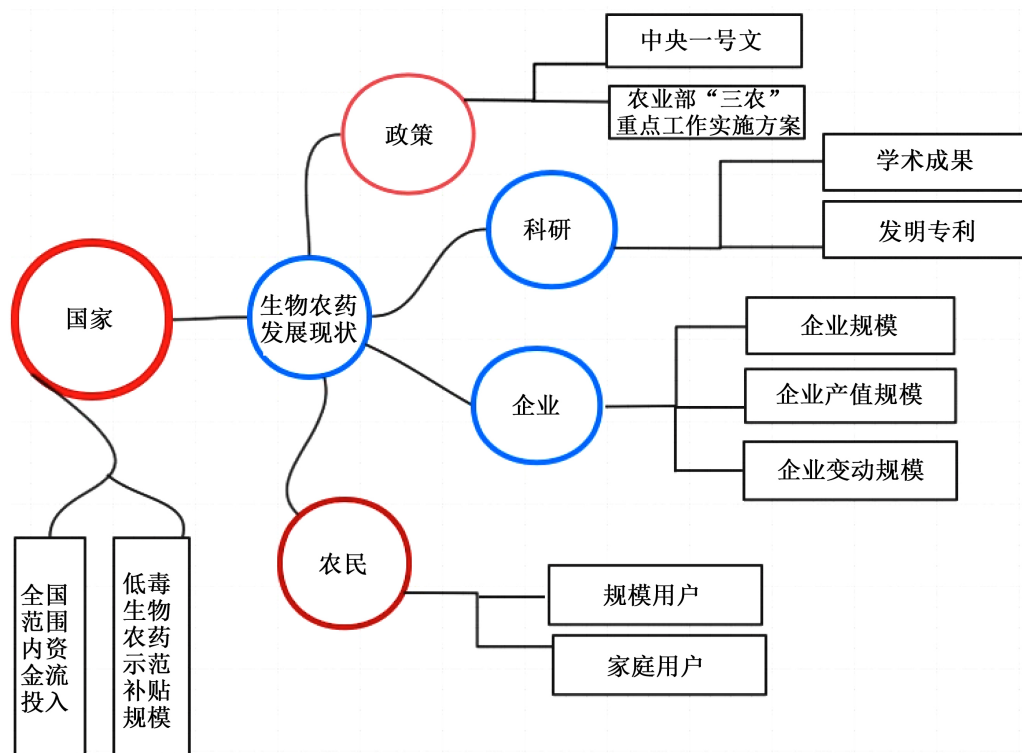


图1. 生物农药发展现状分析图。

<sup>2</sup> 中华人民共和国政府网站。

中共中央国务院 2015 年印发《关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见》第一类围绕建设现代农业，加快转变农业发展方式，第 6 条加强农业生态治理中指出：“加强农业面源污染治理，深入开展测土配方施肥，大力推广生物有机肥、低毒低残留农药，开展秸秆、畜禽粪便资源化利用和农田残膜回收区域性示范，按规定享受相关财税政策。”

农业部办公厅印发《2015 年农业部贯彻落实党中央国务院有关“三农”重点工作实施方案》的通知，其中在农业部牵头落实的 22 项工作任务第 9 条中指出关于“加强农业面源污染治理，深入开展测土配方施肥，大力推广生物有机肥、低毒低残留农药。”

农业部办公厅印发《2015 年低毒生物农药示范补助试点项目实施指导方案》的通知，为切实加强高毒农药监督管理，加快低毒低残留农药推广应用，采取堵疏结合措施，保障农业生产安全和农产品质量安全，农业部决定 2015 年利用财政专项资金在北京等 17 个省(市)开展低毒生物农药示范补助试点。

中央一号文件自 2004 年始，以保护生态、低毒生物农药试点、生物农药等文本对生物农药的推广作出倡导。

综上，国家及农业部等部门发布的生物农药相关文件围绕保护生态环境、推进农业绿色发展、持续推进化肥农药减量增效、低毒生物农药示范补助等内容。十年来，生物农药在国家层面被大力推行。

## 2) 国家对生物农药投入

国家对生物农药的投入，文章主要从两个维度来考量。一方面是低毒生物农药的补贴金额；另一方面是从国家固定资产的投入规模。2011 年，国家在全国 8 个省市区试点低毒生物农药。2015 年，国家在全国 17 个省市区试点低毒生物农药，投入 996 万元人民币。2016 年，国家继续投入 996 万元人民币在全国 17 个省市区试点低毒生物农药。2019 年，国家对全国范围内使用生物农药补贴政策，每年安排 8 亿元作为农作物病虫防控专项资金，其中在低毒生物农药推广方面，每年安排 1000 万元用于示范推广。2020 年国家对全国范围内农作物病虫的专项资金提升到 10 亿元，低毒生物农药推广方面作出相应的安排。<sup>3</sup>自 2011 年到 2017 年国家生物农药固定资产投入(如图 2)。按建设性质分，2014 年生物农药新建投入资金最高，约为 108 亿元。在改建和技术改造方面，2011 年投入最大，达 72 亿元，后续的几年投入相对均衡。

国家对生物农药固定资产投入按隶属关系分(如图 3)，自 2011 始国家对生物农药固定资产持续投入，2014 年国家在地方项目的投资达 174 亿元，地市属及县属项目在 2014 年均达到 11 亿元以上；2015 年地方项目约为 159 亿元。对县属项目的固定资产投入在 2015 年始超过地市属项目，2016 年达到最高约为 17 亿元，2017 年后有所下降，仍在 10 亿元以上。

国家 2011 年-2017 年对生物农药固定资产投入按构成成分来分(如图 4)，国家对生物农药固定资产投资额在 2014 年达到 174 亿元，其中建筑安装工程占约 116 亿元。从 2015 年至 2017 年稍有下降，但仍投入近 120 亿。

生物农药固定资产投入规模(如图 5)，主要还是集中在内资投资，2014 年内资投资投入额接近 172 亿元。2015 年到 2017 年投资额开始逐渐下降。其

<sup>3</sup> 中华人民共和国政府网站。

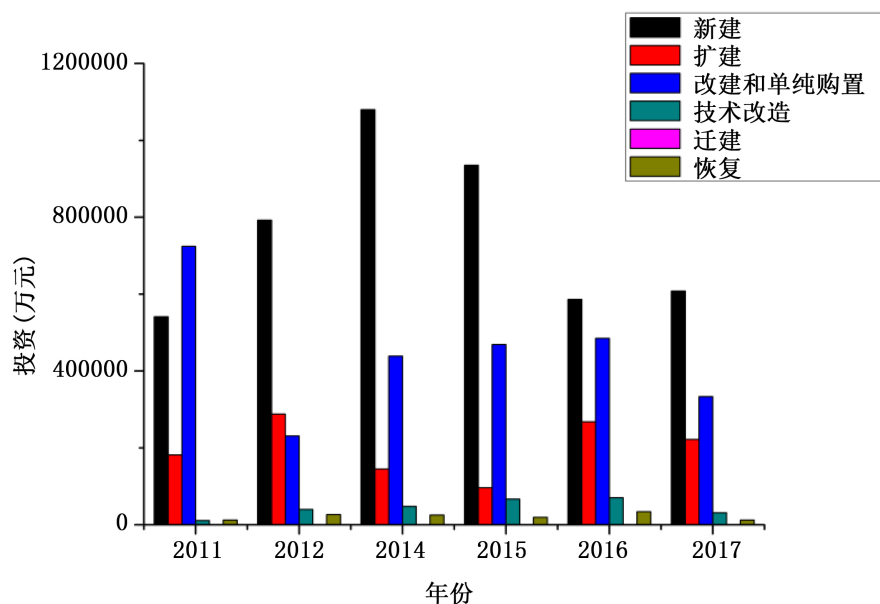


图 2. 生物农药固定资产投资规模。

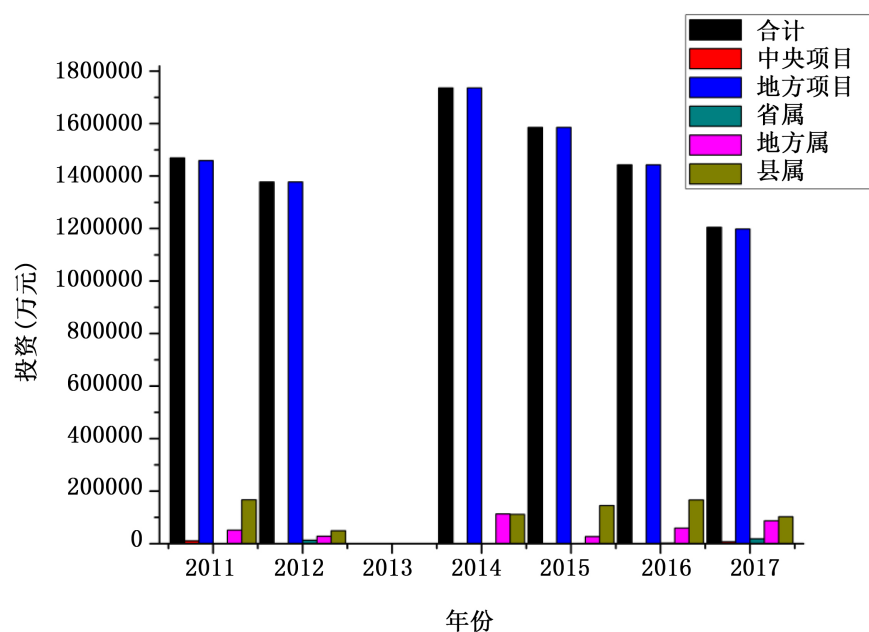


图 3. 国家生物农药固定资产投资。

中，国有控股企业 2014 年投资约 15 亿元，是 2015 年的 10 倍。近两年有所回升，2017 年国有控股企业对生物农药固定资产投资在 6 亿元以上。

综上，国家对生物农药的投入，2014 年投入额最高，后续有所降低。在 2014 年，生物农药新建投入约为 108 亿元；国家在地方项目的投资高达 174 亿元；固定资产投资总投资额达到约 174 亿元；固定资产投资以内资投资为主。

### 3) 生物农药科研成果

自上个世纪九十年代，西方国家一系列政策的出台，推动了全球生物农

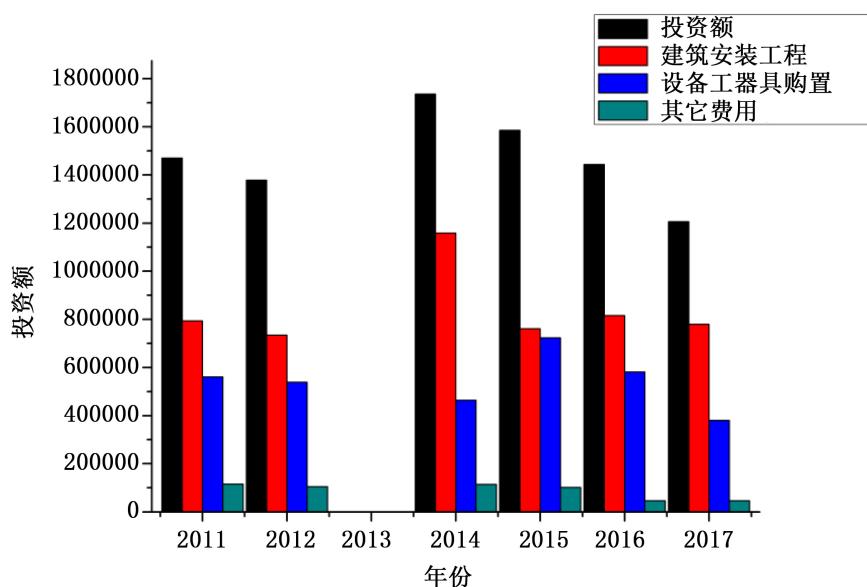


图 4. 国家生物农药固定资产投资(单位: 万元)。

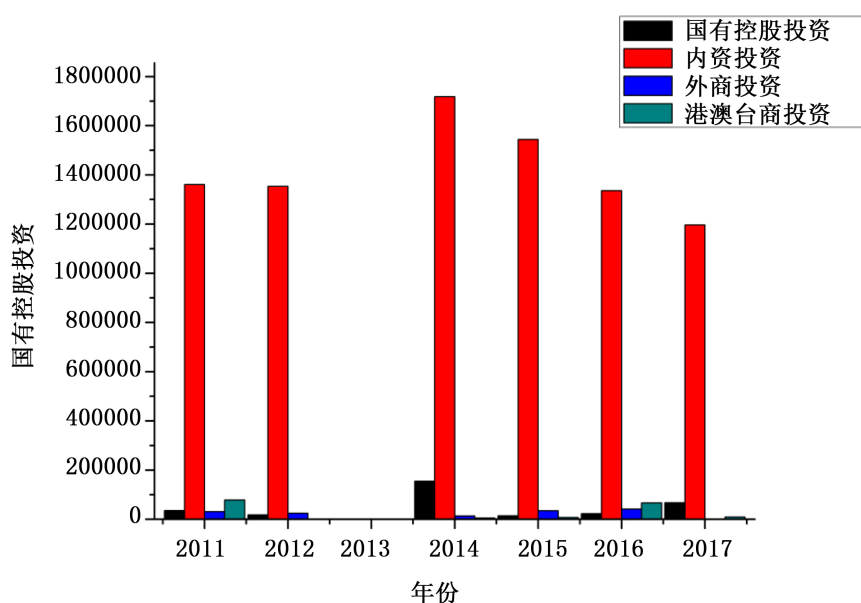


图 5. 生物农药固定资产投资规模(单位: 万元)。

药的研究步伐。三十年来我国在生物农药研究方面取得了不小的成果。以“生物农药”为关键词在中国知网进行搜索，截止 2021 年 6 月 12 日，生物农药科研文献逐年递增(如图 6)，2010 年到 2019 年期间发表的学术文章达 5500 篇以上，硕博士论文数量均有所提升。

生物农药的专利技术同样收获颇丰，多达 2007 项(如图 7)，上个世纪最后一个十年仅 23 项，本世纪的专利技术项数呈一路上升趋势，尤其 2015~2017 年专利技术项数和接近 21 世纪的前 15 年，且 2018 至今一直保持上升势头。

#### 4) 生物农药企业规模

生物农药企业规模在过去的 15 年发生了改变(如图 8)，存续 15 年及以上

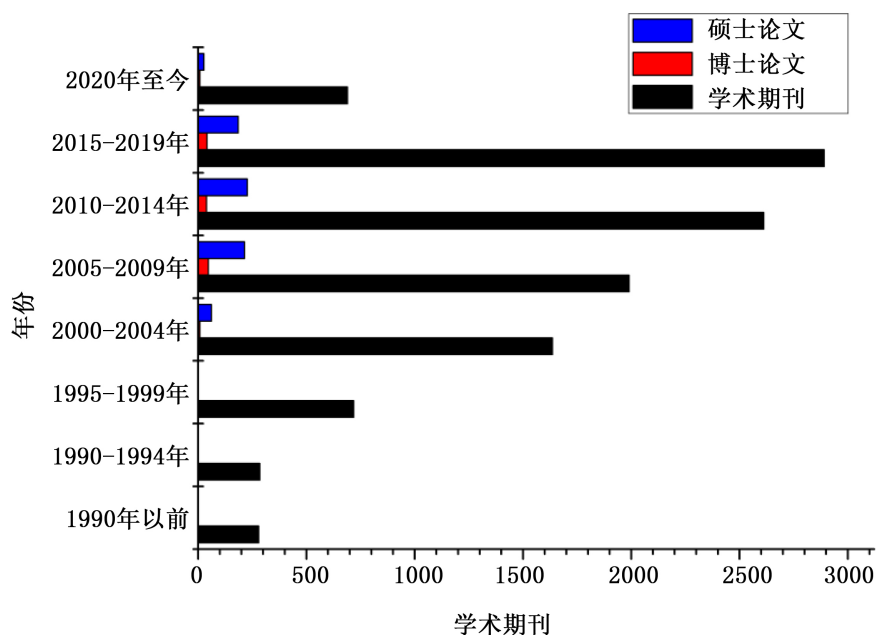


图 6. 科研成果：期刊论文。

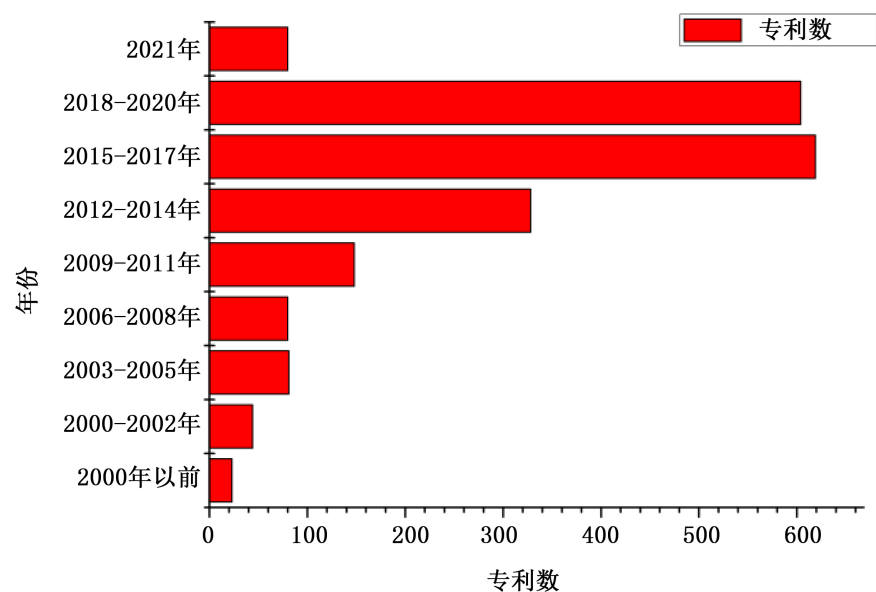


图 7. 科研成果：专利技术。

的企业 33 间；存续 5 年以上的企业从原有的 63 间变成 22 间，生物农药企业规模呈下降趋势。

从生物农药的销售收入角度来看，自 2008 年始，11 年来生物农药的销售收入 2015 年涨幅最大。这一年正是我国提出农药使用量零增长的元年。2017 年，我国生物农药销售收入为 319.3 亿元，占全国农药销售收入的比重不足 10%，化学农药占比达到 90.93%。2018 年，生物农药的销售收入达 360 亿元，同比增长突破 10% (如图 9)。

##### 5) 生物农药推广



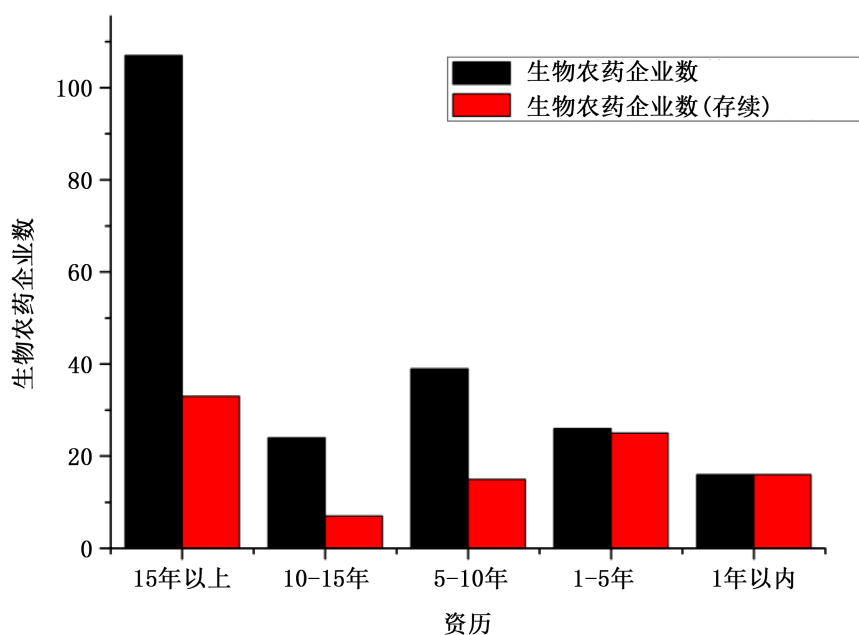


图 8. 企业：规模。

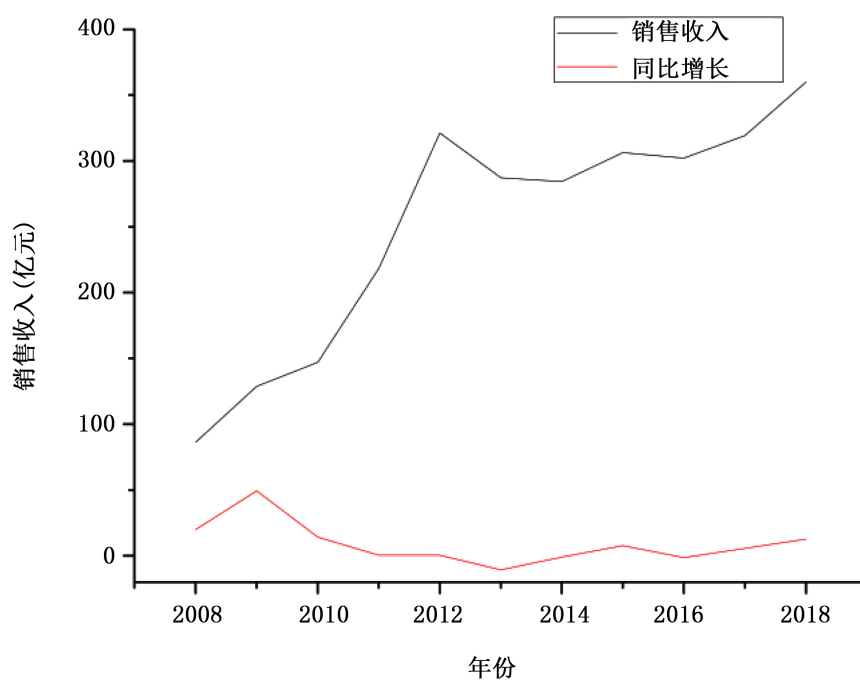


图 9. 生物农药：行业市场销售收入统计及增长情况。来源：相关产业研究院信息合并。

技术推广离不开传播媒介。生物农药的受众是农民，研究表明，当前农村的农民呈现老龄化、文化程度不高[11]等特征，他们的行为由自身过往生活经验主导，对新技术往往持怀疑与观望态度。散户农民采用生物农药多是由于本村或是周边人的带动，而部分人的使用是由于新闻媒介的信息推送。可见人际关系及大众媒介在生物农药推广中扮演着不可小觑的角色。我们以关



关键词“生物农药”、“生物农药推广”、“生物农药政策”为关键词在中国重要报纸全文数据库进行搜索，得到图 10。发现生物农药相关新闻自 2004 年到 2009 年呈上升趋势，后则开始下滑。

#### 6) 农民施药实证分析

我国目前稻谷年消费总量的 85%以上由国内农户生产，农户是农产品的初级生产商。田家榛等(2019) [12]在文中指出农户在施用农药过程中忽略了因频繁用药对生态环境造成的负面效应，不同农户在施药效率方面差异明显.农户不正确,不规范的施药行为和认知普遍存在。姜利娜等(2017) [13]研究发现，农户对绿色生物农药的施用意愿和施用行为之间存在较大差异，愿意施用的样本农户中有 68%并没有真实的施用行为。郭利京(2018) [10]在文章中指出农业生产中，农户生物农药施用意愿与行为存在明显的冲突，63.06%的农户“说一套，做一套”。郭利京等[14]发现农户对生物农药在保护生态环境、食品安全等方面的正向认知与对其施用复杂、效果不确定、价格较高等负向认知发生冲突。杨钰蓉(2018) [15]基于湖北省四个地级市 13 个镇中的 34 个村庄 804 个农户的调查数据，实证分析生物农药施用，得出“绿色技术培训”和“绿色生产补贴”两种不同激励方式对农户绿色生产行为有显著的正向促进作用。农户的生产经营规模大小对其接受补贴的形式有影响，且规模农户对生物农药施用行为受其认知的影响。罗小锋等(2020) [16]于 2018 年 7~8 月份对湖北省包括黄冈等四个市实地调查，获得 710 份稻农微观调查数据探讨激励性市场规制与约束性市场规制对不同种植规模农户生物农药施用行为的影响差异。结果表明不同种植规模下稻农的生物农药施用行为存在差异，规模户的生物农药施用比例高于小农户约 20%；激励性市场规制对稻农生物农药施用行为有促进作用；激励性市场规制能够明显促进规模户施用生物农药，而约

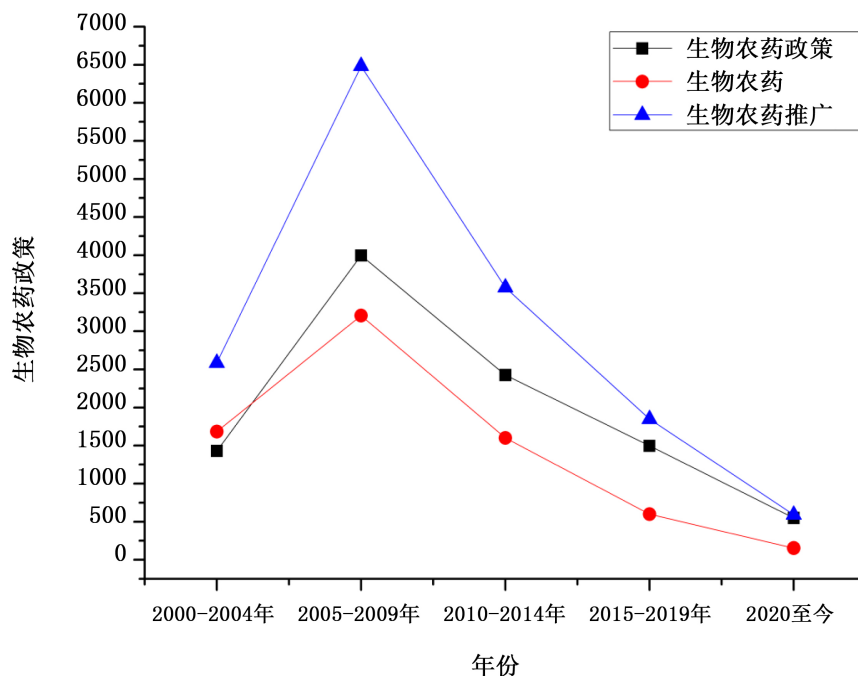


图 10. 生物农药相关新闻。数据来源：中国重要报纸全文数据库。

束性市场规制对小农户生物农药施用行为有显著影响。赵瑾(2017)等[17]对江苏、安徽、山东三省九县区 801 户菜农实地调研结果表明,新技术认知对农户亲环境行为作用明显,其影响机制是新技术认知通过影响农户亲环境态度、主观约束和感观控制影响农户的亲环境意向,并最终影响农户亲环境行为。农户亲环境行为是农户在农业生产过程中,从生产要素购买、使用及用后处理,到农产品采摘、运输、贮存等各环节,努力保护生态环境并使农业生产对环境的负面影响最小化的行为。研究结果还表明,农户新技术认知对亲环境行为的影响在男性、较年轻、较低学历和较低收入农户组中更显著。

综上,农户对不安全农药的施用是造成农产品质量安全和农业面源污染的主要原因之一;同时农户对生物农药的认知影响其是否施用生物农药,且施药意愿并不总是与施药行为保持一致;不同种植面积农户对生物农药的施用存在差异。同时,激励机制如“绿色技术培训”和“绿色生产补贴”会影响农户施用生物农药;激励性市场规制能够明显促进规模户施用生物农药,而约束性市场规制对小农户生物农药施用行为有显著影响;新技术认知对农户亲环境行为作用明显,且其在男性、较年轻、较低学历和较低收入农户组中更显著。

### 3. 结论

通过对生物农药政策实践现状分析发现:推广生物农药的相关政策文本多,政策趋向完善;国家在生物农药上补贴范围广、投入经费大;生物农药相关科研成果量呈上升趋势,其仍有技术进步空间;近年来生物农药生产企业数量有所减少,宣传推广有待加强;从实证结果可知,农民对生物农药的认知差异大且其施用行为受不同激励机制影响。生物农药在当前的政策背景下,有经费的扶持、科研的加持、技术的把持,为什么生物农药的规模在理论与实践存在差异?我们试图从以下几个方面加以说明。

#### 1) 推广生物农药的相关政策文本多,政策趋向完善

我们分析 2004~2021 年 18 年中央一号文文本,国家在一号文发文中 12 年提及生物农药如生物农药补贴、低毒生物农药等相关文本,5 年主题为保护生态环境与生物农药的推广有相关关系,另 1 年为水资源治理相关内容。生物农药的推广与生态环境的保护、水资源治理均息息相关。2011 年始,国家农林业部门等各单位先后出台多个文件对生物农药进行推广。早在 2011 年中央就在 8 个省(市)相继出台低毒生物农药补贴试点,通过试点与示范探索生物农药推广的技术务农、技术惠农、技术助农路子。未来,生物农药的发展是否出台更显性的量化指标、限额定量发展生物农药,建立相应的问责机制。

#### 2) 国家对生物农药补贴范围广、投入经费大

从已有的数据来看,国家对推行生物农药支持力度逐年增加,低毒生物农药示范推广补贴试点范围不断扩大。自 2011 年 8 省(市)到 2015 年的 17 个省(市、区),2019 年全国范围开展低毒生物农药示范推广补贴。对推行生物农药的投入经费大。2020 年始,国家在全国范围内农作物病虫害的专项资金提升到 10 亿元,低毒生物农药推广经费方面也高于原来的 1000 万元。

### 3) 科研成果数量上升, 生物农药本身不足

新世纪 20 年来, 通过知网数据库我们了解到: 生物农药研发成果呈上升趋势, 专利项目 2015 年至 2020 年 6 年期间达 1200 余项, 学术期刊保持上升趋势, 硕博学位论文均有不同程度的上涨。然, 根据全国 15 个省(区, 市)上报的 2015 年第二批农药监督抽查结果, 在抽检的 1447 个农药样品中, 16 个生物农药产品的质量合格率仅为 31.3% [18]。从生物农药品种规模来看, 品种较少; 从生物农药的产出来看, 年产量不足农药的 10%, 生物农药的生产规模有很大的上升空间。生物农药施药对自然环境有考量, 例如生态环境好才能达到理想防效。生物农药的正确使用往往需要较为复杂的田间使用技术。例如干旱地区要加大喷药用水量, 造成高湿环境, 易于微生物孢子的存活和繁殖。低毒生物农药使用普及率较低。项目实施规模小。王帆(2021) [19]在其文章中指出生物农药本身存在不足。如生物农药尽管是自然界存在的物质, 但并非全部都是低毒。对生物农药误操作会导致中毒事件的产生。在生产生物农药的过程之中也有可能产生其他的有毒物质, 如温度高时, 存储原材料容易出现发霉变质等问题。生物农药中有许多非有效的成分, 这些成分会产生负面影响。另外生物农药生长发育调节作用比较缓慢。因此农民在对生物农药从接触到接受的认知过程中, 由于生物农药的药效慢、成本高、易受环境影响等特征, 这个过程往往被农民自身所中止。

### 4) 生物农药生产企业规模有所减少, 销售收入上升

从国家企业信用信息数据库中, 我们看到成立 15 年以上的企业从最初的 107 间降低至 33 间, 不同时段的企业数均有不同程度的下降。纵观 2008 年到 2018 年, 生物农药的销售收入涨幅呈曲线状。尽管到 2017 年我国生物农药销售收入占全国农药销售收入的比重仍不足 10%, 但是相对 2008 年, 2018 年的生物农药销售收入是其 4 倍以上。生物农药生产企业规模下降是什么原因造成的呢? 企业是市场经济的主体, 从理性经济人的角度来看, 追求自身利益最大化是生物农药企业的主要行为动机。其市场数量的多少可由生物农药的市场需求量决定, 对生物农药的需求数量上升, 会拉动生物农药的供给上涨, 从而达到新的优于以前的供给均衡。

### 5) 农民对生物农药的认知存在差异且施药受不同的激励机制影响

农户对生物农药的认知存在差异且施药受不同的激励机制的影响。罗岚等(2020) [20]基于陕西关中地区樱桃种植户的实地调研数据研究表明: 生物农药施用意愿与行为背离的农户数量较多且背离程度较高, 农户仍大量施用化学农药。杨瑞铭等(2019) [21]以福建省厦门市蔬菜种植农户的实地调研数据为例, 研究了蔬菜种植菜农农药施用行为选择逻辑及其影响因素。结果表明, 菜农年龄, 家庭劳动力人数, 农业收入, 种植面积, 务农年限, 对农药施用安全间隔期的认知, 对优质品牌农产品知识的认知, 参加农业技术培训次数, 农药残留检测等因素在不同程度上对蔬菜种植农户农药施用行为有影响。如何使得结构老龄化、文化程度相对低的农民正确使用生物农药, 减少施药过程中随机调整药的用量与频率等问题? 从已有的实证文章中我们知道, 技术扶持、经费补贴被证明是推广生物农药的有效手段之一。不同规模的农户施用生物农药受不同机制的影响, 规模农户易受激励机制的影响, 而散户更倾

向补贴。未来，我们如何去融合技术与技术应用?如何缩短生物农药使用人群对生物农药的认知过程，调动农户的主观能动性，还需要更多的实证提供指导。

#### 4. 政策建议

##### 1) 完善生物农药标准监督机制，出台生物农药专项推广政策

我国生物农药管理体系趋向完善，但在实际应用过程中仍存在一些问题。例如，部分假冒伪劣产品在生物农药市场无约束流通，如不良商家以利益为趋向混淆化学农药与生物农药的包装情况，扰乱生物农药行业生长与发展秩序。未来需要加强市场监管、全面管控高毒农药的生产、销售与使用，同时在现有的国家及行业标准基础上，顺应生物农药有效成分及产品种类的发展，及时推行规范生物农药生产者的各级规范标准，完善生物农药标准监督机制。

生物农药的推广需要专项政策扶持与指引。现有的政策围绕生物农药对生态环境及健康的重要性进行倡导，而生物农药量的规模发展还需要国家层面的政策文件压力指导。例如：生物农药每年投入规模，生物农药每年的施用规模等立法确定标准基数，逐年或是基年递增水平。在政策扶持的前提下，订立 5~10 年规划，责任到具体的单位甚至个人。明确相关部门权责、建立第三方监管机制、奖惩制度等举措对政策执行兜底。如，对诚信问题企业的惩戒措施；对信誉企业、个人进行表彰或是其他类型的激励等。依法加速缩短化学农药与生物农药施用量此消彼长、逐步替代的过程。

##### 2) 建构生物农药研 - 产 - 销链式服务，建立植物源生物农药加工基地

21 世纪以来，生物农药科研成果逐年递增，从 2020 年上半年国内新增农药登记情况看，474 项中共有 54 项生物农药(生物化学农药 17 项、微生物农药 7 项、农用抗生素 29 项、植物源农药 1 项)，虽较 2019 年 22 项生物农药获登记的数量有所提升，但获登记的生物农药数量占比仍仅有 11.39%。生物农药的规模发展仍有很大的空间。植物源农药是生物农药的重要组成部分，它是用植物本身或者分离到的活性成分加工成的农药制剂，对环境友好。根据《我国生物农药登记有效成分清单(2020 版)》(征求意见稿)，101 个有效成分中植物源农药有效成分有 26 个[22]。印楝树是世界著名的优秀杀虫植物，主要杀虫活性成分是印楝素。印楝素的防治谱广，对鳞翅目、膜翅目、鞘翅目等 10 余目 400 多种农、林、储粮和卫生害虫有生物活性[23]；对害虫的作用方式有拒食、抑制生长发育、忌避、胃毒和绝育等。据统计我国现有批准登记的印楝素产品 17 个，其中包括 2 个原药、11 个乳油制剂产品(含 2 个混剂)[24]。今后，在政府政策与资金的大力扶持下，建立诸如植物源生物农药加工基地，打造我国生物农药龙头企业，实现研产结合，形成产前 - 产中 - 产后集成链，促进生物农药产业发展。

##### 3) 优化生物农药产品，打造优质优价全产业链

中国青年报社会调查中心联合问卷网，对 2001 名受访者进行的一项调查显示，65.6%的受访者平时选择饮食会关注食物的营养价值，76.8%的受访者愿意多花钱买更营养健康的饮食。农产品“0 农残”是生态健康的期许，生态环境是我们生活的基石，当前人民对生活的需求由量迈向质。生物农药具



有专一性强, 活性高、对生态环境安全、难产生抗药性、低残留等优点。同时, 由于生物农药的活性物是生物活体, 因而受环境因素的影响较大, 且其药效发挥缓慢、欠缺稳定、产口对贮存温度要求高。如何优化生物农药产品, 这些技术性的问题是挑战亦是方向。由于生物农药的药效及环境依赖等特性导致农户对施药持怀疑与犹豫态度。未来是否可以讨论给施用生物农药的农产品实施产销包干? 回收农民使用生物农药后的农产品, 或是实施最低定价策略, 确保农民施用生物农药的收入高于选择其他农药时的收益。有学者指出优质优价全产业链的跟踪结果表明, 使用生物农药的收益要高于使用化学农药。那么我们如何让农民知道这个事实, 如何转变他们已有的行为习惯? 同时, 技术宣传助力农民正确使用高效、低毒、低残留环保型农药, 保障农产品质量安全。

#### 4) 聚焦生物农药规模发展

生物农药的规模发展离不开宣传与推广。以美国玉米种子的扩散为例, 我们发现新闻媒体的报道对政策的推行与扩散具有影响力。近年来, 生物农药相关新闻的报道呈下降趋势。技术入户、新闻扩散等措施是未来生物农药使用与推广的举措之一。殷锐(2018)等[25]基于传播学理论, 利用湖南和黑龙江两省农户调研数据发现农户对微信、APP 等为代表的新型农技推广方式需求意愿不强烈, 55.31%农户最希望农技员到田间地头开展农技推广。农技推广方式与我国农业农村所处的现实状况匹配与否是农技推广成功的重要影响因素。我国农村劳动力呈“老龄化”特征, 农技人员到田间地头开展农技推广能够拉近人与人的心理距离。因此, 为了提高农技推广效率、充分调动农户的参与积极性, 需要鼓励农技员下乡入户, 满足农户需求意愿。同时, 充分利用多媒体等媒介, 采取线上、线下培训会、科学技术下乡等多种形式, 广泛宣传《农产品质量安全法》、《农药安全使用规程》政策等法律、法规知识, 跨地区跨时间跨种类多方位把生物农药的使用技术送到农户手中, 以满足不同主体的需求。只有生物农药走近千家万户, 才有可能调动农民使用生物农药的主观能动性。

## Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

## References

- [1] 祝创杰. 经济法视角下农业面源污染规制[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2017.
- [2] 张庆林. 浅谈农药残留对农产品质量安全的影响与解决措施[J]. 农业与技术, 2016, 36(10): 33-33.
- [3] 杨爱芳, 赵青红. 浅议农药残留监测对农产品安全监管的重要性[J]. 农村科学实验, 2020(3): 15-16.
- [4] 刘新社, 陈妍. 生物农药对设施和露地黄瓜白粉病的防效及其品质和产量的影响[J]. 河南农业科学, 2019, 48(3): 101-105+120.
- [5] 冯敏, 李丽莉, 周仙红, 等. 生物农药对金银花蚜虫的防控效果研究[J]. 山东农业科学, 2020, 52(1): 131-135.

- [6] 惠三雄, 马彬. 低毒生物农药在彬县苹果上示范推广的成效[J]. 基层农技推广, 2017(9): 85-86.
- [7] 张静, 张秀芳. 农产品质量安全追溯体系建设现状与对策研究[J]. 当代经济, 2019(8): 113-115.
- [8] 周佳麟, 陈咏梅, 吴旭乾, 等. 生物农药壳寡糖应用研究概况[J]. 河南农业, 2019(32): 61-62.
- [9] 黄炎忠, 罗小锋, 李兆亮, 刘迪. 农户兼业对粮食生产效率的非线性影响[J]. 资源科学, 2021, 43(8): 1605-1614.
- [10] 郭利京, 王颖. 农户生物农药施用为何“说一套, 做一套”?[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2018(4): 77-86+175.
- [11] 邓微, 张云英, 成志刚. “农村人口老龄化问题”笔谈[J]. 湖南农业大学学报: 社会科学版, 2013(6): 3-14.
- [12] 田家榛, 孙炜琳. 基于农药施用频率影响因素下的农户施药各环节权重对比分析[J]. 农药, 2019, 58(7): 469-474.
- [13] 姜利娜, 赵霞. 农户绿色农药购买意愿与行为的悖离研究——基于5省863个分散农户的调研数据[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(5): 163-173.
- [14] 郭利京, 赵瑾. 认知冲突视角下农户生物农药施用意愿研究——基于江苏639户稻农的实证[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2017(17): 123-133.
- [15] 杨钰蓉, 罗小锋. 减量替代政策对农户有机肥替代技术模式采纳的影响——基于湖北省茶叶种植户调查数据的实证分析[J]. 农业技术经济, 2018(10): 77-85.
- [16] 罗小锋, 杜三峡, 黄炎忠, 等. 种植规模, 市场规制与稻农生物农药施用行为[J]. 农业技术经济, 2020(6): 71-80.
- [17] 赵瑾, 郭利京. 新技术认知对农户亲环境行为的影响机理研究——以菜农生物农药施用为例[J]. 广东农业科学, 2017, 44(1): 183-192.
- [18] 杨光. 生物农药成投机取巧重灾区[J]. 农药市场信息, 2016(3): 23.
- [19] 王帆. 生物农药的发展优势及存在问题[J]. 新农业, 2021(9): 39-40.
- [20] 罗岚, 李桦, 许贝贝. 绿色认知, 现实情景与农户生物农药施用行为——对意愿与行为悖离的现象解释[J]. 农业现代化研究, 2020, 41(4): 649-658.
- [21] 杨瑞铭, 谢毅璇, 林春煌. 菜农农药施用行为影响因素分析——基于对厦门蔬菜种植农户调查[J]. 农产品质量与安全, 2019(2): 83-88.
- [22] 周蒙. 中国生物农药发展的现实挑战与对策分析[J]. 中国生物防治学报, 2021, 37(1): 184-192.
- [23] 徐汉虹. 杀虫植物与植物性杀虫剂[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [24] 中华人民共和国农业部农药检定所. 农药登记数据[EB/OL]. <http://www.icama.org.cn/hysj/index.jhtml>, 2017-02-20.
- [25] 殷锐, 罗小锋, 李容容, 等. 信息化背景下农民为何青睐农技员到田间地头开展农技推广?[J]. 农业现代化研究, 2018(4): 576-583.

## Appendix (Abstract and Keywords in Chinese)

### 生物农药的发展现状及其未来展望

**摘要:** 自中央 2011 年在 8 个省市展开“低毒生物农药补贴示范试点”工程始, 国家陆续出台一系列政策指导生物农药的应用与推广。本文对生物农药政策实践场域十余年的数据收集并加以分析。结果表明: 推广生物农药的相关政策文本多, 政策趋向完善; 国家对生物农药补贴范围广、投入经费大; 科研成果数量上升, 生物农药本身不足; 生物农药企业数量减少、销售收入上升; 农民对生物农药的认知存在差异且施药受不同的激励机制影响。建议: 完善生物农药标准监督机制, 出台生物农药专项推广政策; 建构生物农药研 - 产 - 销链式服务, 建立植物源生物农药加工基地; 优化生物农药产品, 打造优质优价全产业链; 聚焦生物农药发展, 实现技术助农、惠农、务农。

**关键词:** 生物农药, 政策, 规模