



曹旭,王向向,商亮,等. 黑龙江省农业微生物发展困境及振兴对策[J]. 黑龙江农业科学, 2024(2):95-99.

黑龙江省农业微生物发展困境及振兴对策

曹旭,王向向,商亮,姜超,刘治廷,樊川,陈静宇,孟利强
(黑龙江省科学院微生物研究所,黑龙江 哈尔滨 150010)

摘要:农业微生物是农业生产、农产品加工、农业生物技术和农业生态环境保护等领域中应用的微生物的总称。它们在物质转化和能量循环中发挥着关键作用,并被认为是推动农业产业高质量发展的关键引擎。为实现农业微生物产业和科学研究的可持续发展,从推动农业微生物行业振兴的角度,阐述了农业微生物在应用领域、技术发展、资源保护和菌种保藏方面的研究现状,提出了农业微生物研究面临多方面的问题,包括知识产权风险、科研创新水平不高、监管监测体系不完善,以及缺乏农业微生物信息数据库等。从而提出了进一步加强黑龙江省农业微生物行业振兴的对策建议,即开展系统性科学攻关、加强生物安全实验室平台建设、促进形成产业集群、加强政策保障等。

关键词:农业微生物;资源保护;监管监测体系;知识产权风险;信息数据库

农业微生物是一个包罗万象的概念,包括在农业生产、农产品加工、农业生物科技,以及农业生态环境保护等领域中应用的微生物群体。当前的农业微生物行业主要是通过运用这些微生物资源以及相关的技术手段,将它们转化为具有工业

化特征的大国农业^[1]。中国历来是一个农业强国,黑龙江省更是农业大省。在新的历史时期,农业微生物资源将成为重要的生物资源之一。加强农业种质资源保护与利用是推动农业微生物产业和科学研究持续发展的关键路径^[2]。

收稿日期:2023-08-14
基金项目:黑龙江省科学院战略信息化项目(REX2023SW01)。
第一作者:曹旭(1988—),女,硕士,副研究员,从事微生物无害化处理与环境保护等研究。E-mail:273325760@qq.com。
通信作者:孟利强(1983—),男,博士,研究员,硕导,从事微生物无害化处理与环境保护等研究。E-mail:18904514131@163.com。

Exploration and Practice of Innovative Talents Training Model for Graduate Education in Environmental Engineering

GAO Changfei¹, WANG Weidong², SU Lei³, CAO Liping³, CHEN Ming⁴

(1. School of Environment and Materials Engineering, Yantai University, Yantai 264005, China; 2. Shandong Zhaojin Membrane Co., Ltd., Yantai 265400, China; 3. Zhaoyuan Environmental Law Enforcement Brigade, Yantai 265400, China; 4. Shenyang Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110005, China)

Abstract: The demand for innovative driving force in the new era puts forward new requirements for high-level talent cultivation. The postgraduate training model needs to keep pace with the times and actively respond to industry development and technological changes. With the aim of improving the ability to serve the society, this study, based on the current situation of graduate student cultivation, proposes a new model of school-local integration and collaborative cultivation of graduate students in a timely manner. Starting from the goal of expanding the breadth and depth of education based on the cultivation of both moral integrity and professional competence, we will deeply tap the potential of enterprise education and project education, deeply integrate graduate cultivation and enterprise growth, achieve parallel and mutual promotion of graduate cultivation and industry demand, and explore a new model of high-level talent school-enterprise integration cultivation.

Keywords: environmental engineering; innovation motivation; school enterprise integration; collaborative education; personnel training

微生物在农业中的角色至关重要,它们与土壤、作物和动物一同构成了基础的农业生态系统,这是一个基本的物质循环系统。在物质转化以及能量流通过程中,微生物都发挥着至关重要且不可替代的作用^[3]。随着微生物组学、合成生物学等生物技术的开发与应用,微生物在调控土壤健康、增强土壤肥力、促进减排降碳、改善土壤生态、助推产业升级等方面具有重要意义,助推传统农业由粗放、低效、低端向绿色、低碳、可持续发展模式转型。农业微生物是未来农业产业发展的“芯片”之一,是推动农业产业高质量发展的关键引擎,是当前全球和全国科技竞争的重要焦点,所以加强农业微生物振兴刻不容缓^[4]。本文从推动农业微生物行业振兴的角度揭示了其不仅是物质循环和能量转换的基础要素,且是现代农业转型升级和可持续发展的关键技术,是推动全球和全国农业高质量发展的必然选择。

1 农业微生物研究现状

1.1 应用领域

农业微生物种质资源种类丰富,涵盖了细菌、真菌、大型真菌、放线菌、病毒、噬菌体等重要类群。生物肥料、农药、食药用菌、饲料、植保、农业环境等领域微生物已得到大规模应用,在农业生产中起到了非常重要的作用^[5]。在绿色农业生产的“双减”、畜牧业的“替抗”、农业有机废弃物的无害化处理、食药用菌等方面发挥作用。以食用菌为例,2020年全国产量4 061万t,位列我国第四大农业产业,黑龙江省产量332万t,产值204亿元,居全国第四位,日产万袋以上菌包生产企业近400家^[6]。以微生物肥料为例,主要包括根瘤菌、固氮菌、解磷类微生物、硅酸盐菌、光合细菌等,施用微生物肥料可直接减施化肥30%,国家已批准微生物肥料登记证9 400多个,《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030)》中明确提出发展新型肥料。在生物饲料领域,为避免由动物到人的传播,2020年7月起国家禁止饲料添加抗生素,利用生物发酵制备的微生物饲料,在蛋白含量、有机废弃物利用等方面正在广泛应用。在微生物农药领域,减少化学农药施用,微生物农药是核心替代方式。在氨基酸领域,主要在玉米淀粉深加工的液化、糖化等酶制剂菌种和氨基酸、有机酸菌种等方面得到大规模应用,黑龙江省年深加工处理玉米近1 000万t,产业核心即是微生物菌种^[7]。

1.2 技术发展

美国、欧盟近年陆续出台《工程生物学:下一代生物经济研究路线图》《欧洲生物经济的可持续发展战略》等,2020年诺贝尔奖“基因剪刀”技术将重写生命密码,微生物组前沿技术加速突破。在农业领域,2019年,美国科学院提出未来农业发展五大方向之一是农业微生物组,美国有意在接下来的十年内实现重大突破,甚至彻底颠覆农业的传统模式。为此,他们计划构建一个农业微生物数据库,从而更深入地理解土壤、植物和动物微生物群在分子层面的互动关系。此外,他们还计划通过优化土壤构造、提升饲料效益和营养物质的使用效率,以及增强对环境变化和疾病的抵抗力等方式来增强农业的生产能力和应变能力^[8-9]。我国近年来也高度重视农业微生物领域研发,在基因编辑、有效成分提取、微生物菌种育种、合成生物学等方面取得一定突破,如已建立谷氨酸棒杆菌、黑曲霉等基因组编辑系统,生物论文数量已稳居世界第二。黑龙江省在微生物菌种研发方面具有较好的基础,在农业领域的抗逆、耐寒微生物肥料、黑木耳、农药、益生菌等方面,以哈尔滨工业大学、东北农业大学、黑龙江省科学院、黑龙江省农业科学院等高校及科研院所为创新主体,在国内具有相应的领先优势。但在农业微生物菌种创制的基因编辑、分子设计、基因合成、酶蛋白设计、人工智能菌种等方面仍存在较多技术瓶颈^[10]。

1.3 资源保护和菌种保藏

中国农业微生物菌种保藏管理中心作为唯一的国家级农业微生物保藏机构,保藏菌种2.3万株,仅为发达国家同等菌种库保藏量的1/4。中国科学院微生物研究所的国家微生物科学数据中心数据信息量为8.2万株,实体资源则分散全国。黑龙江省最大的微生物菌种保藏中心是黑龙江省科学院微生物研究所菌种保藏中心,目前保藏5 000余株菌种5万份,为研究所历时40余年科研人员自发保藏留存。黑龙江省从事农业微生物领域工作的大专院校和科研单位超过50家,但进行专业保藏保护的很少,基本都是处于简单保藏、临时使用的状态。2021年黑龙江省农业农村厅授予黑龙江省科学院微生物研究所为“黑龙江省农业微生物种质资源保藏管理中心”,是全省两家省级农业微生物种质资源保护单位之一,并被赋予农业微生物种质资源保藏相应管理职能。

2 农业微生物领域存在的问题

2.1 知识产权风险

全球农业微生物领域有几家大型公司处于主导地位,代表性的有美国陶氏杜邦和辉瑞、德国巴斯夫、荷兰帝斯曼、丹麦诺维信和科汉森、日本味之素以及韩国希杰等。这些公司通过持续高强度的研发投入,发展出多种高性能的微生物菌种,并在知识产权方面进行全方位的布局,覆盖从微生物的探索、发现、改造到应用的整个链条。这种全链条的知识产权布局不仅为这些公司在全球范围内形成了明显的行业优势,且还在生物安全、粮食安全和产业安全方面产生了一系列影响。在生物安全方面,高度集中的知识产权可能限制了其他国家或研究机构对特定菌种潜在风险的研究和评估;在粮食安全方面,如日本千曲化成公司已经覆盖了中国100%的白色金针菇菌种市场,美国则掌握了中国87%的双孢菇菌种市场,这样的情况意味着中国在某些关键农产品的生产上可能产生过度依赖,从而存在供应链风险;在产业安全方面,这些外国公司的知识产权壁垒可能会限制国内农业微生物产业的发展,影响到国家在农业科技方面的自主可控能力。因此,针对微生物菌种的知识产权问题,需要全球各方的共同努力和合作,以确保更加公平和可持续的农业发展。

2.2 科研创新层级不高

农业微生物领域的研究和开发正在经历一场变革,从原来基于随机诱变的传统方法逐渐转向更先进的人工设计和合成生物学。尽管如此,由于基础设施如生物数据库、智能化菌种库、及蛋白元件库等的滞后^[11],国内农业微生物的科研创新层级相对较低。这些基础设施缺乏不仅限制了对新型菌种的快速研发,还减缓了生物技术在农业中的广泛应用。此外,菌种研发本身具有一系列挑战:研究和开发成本高,周期长,且所产生的菌种很容易流失或被侵权。尤其是在缺乏充分研发资金的情况下,显著降低了企业进行自主研发的意愿。短期内,企业更倾向于采用已有的菌种或引进国外先进菌种,以减少研发成本和风险,导致原创性和长期可持续发展能力受到限制。这种现象造成了一个恶性循环:由于短期经济效益不明显,企业和研究机构往往缺乏足够的投资和激励来推动创新,从而导致国内农业微生物研究的创新能力持续滞后^[12]。

2.3 监管监测体系不完善

目前,在农业微生物领域,尤其是农作物微生物感染病原的监测方面,还没有建立起一套完善

和系统的体系^[13]。对于感染病原的监控和预警工作也常常被忽视,特别是在主要粮食作物如水稻、小麦和玉米等早期感染症状方面,监测手段和方法明显不足。此外,第三方专业的农业微生物检测机构目前处于监管体系的边缘^[14],这加大了监测误差和风险。更为复杂的是,目前的实验室监测网络尚未形成统一高效的体系,很多时候只能依赖于各个孤立的科研项目。这种局限性造成了实验室监测网络的覆盖面非常有限,难以满足对主要农作物病害爆发的一体化监测和预警需求^[15]。这不仅影响了农作物的产量和质量,也对农产品市场和食品安全构成潜在威胁。

2.4 缺少全面系统的信息数据库

当前,我国尚缺乏一个全面、系统的农业微生物资源信息数据库,这一点在科研和产业应用上造成了严重的制约。目前,国内研究人员和企业在进行微生物基因和生物学特性研究时,常常需要依赖于国外,特别是美国、欧盟和日本等已经建立完善微生物信息库的国家和地区。尽管这些海外数据库目前对全球开放,但依赖过度会存在一定的风险。一旦这些国家和地区因各种原因对我国实行信息封锁或限制,将面临获取关键信息资源的困境,这将严重影响农业微生物领域的研发进程和应用推广。因此,建立国内的农业微生物信息数据库不仅是提升科研自主能力的需要,也是确保国家农业和生物安全的战略要求。这需要在国家层面给予高度重视,加强资金投入和政策支持,以促进这一领域的持续健康发展^[15-18]。

3 加强农业微生物振兴的对策建议

在2022年的全国两会上,全国人民代表大会代表、中国工程院院士吴清平提出了一个建议。他强调,考虑到微生物在农业领域的关键角色以及农业发展的趋势,我国应当将微生物种业与农作物种业、畜禽种业、水产种业一同纳入我国的现代种业体系之中。他进一步呼吁,我国应加大对微生物种业创新的支持力度,以确保新型农业的独立安全发展,同时让微生物在农业的可持续发展和粮食安全等问题上发挥更大的作用^[3]。

黑龙江省独特的地理位置,抗逆、优质的微生物多样性丰富,是国家战略性资源,大力发展生物经济,实现农业微生物振兴,更应高度重视微生物学科发展,顺应以人民健康、营养多元、主动生物防御、美好生态为中心的生物经济发展理念,立足传统农业的提档升级,加快农业微生物振兴,促进微生物菌种种质资源保护、开发与利用^[4,19]。

具体来说,需要通过政府引导、企业参与和科研机构支持等多方合作,加快农业微生物科研创新和推广应用。这包括但不限于建立和完善微生物菌种的保护和知识产权体系,以及加强菌种资源的开发和利用。这样不仅可以保证我国农业的独立和安全,还能在全球农业可持续发展和粮食安全问题上发挥更大的作用。

3.1 开展系统性科学攻关

为了实现农业微生物的持续发展和振兴,建议在国家层面上支持多学科跨领域的科学研究。包括但不限于微生物学、遗传学、基因组学和农学,以形成一个综合性、多角度的研究体系。借鉴美国微生物组计划的经验,我国应该启动一系列重点工程和科研专项,专注于核心菌种创制、生物发酵技术、农业废弃物的高值化利用、黑土地的持续保护以及环境污染的生物治理等关键领域。除了基础研究,还需要加强农业微生物种质资源的系统鉴评和创新应用。通过运用系统生物学、合成生物学、基因编辑技术,以及生物大数据分析,可以定制特定功能的、丰产高产的微生物种质资源。这不仅有助于提高农业微生物的稳定性和长效性,还将促进其在工业生产中的大规模应用,从而推动我国农业微生物产业的快速发展和持久稳定。

3.2 加强生物安全实验室平台建设

生物安全问题是农业微生物领域不能忽视的关键因素,特别是在生物技术不断发展和应用日益广泛的现今。因此,推进农业高级生物安全实验室的建设和管理成为了一项重要任务。建议政府主导,与相关研究机构和企业合作,对全省现有的生物安全实验室进行全面的检查,包括设备、人员、管理制度等方面,并据此进行全面的评估。在评估后,针对存在的问题和不足,如设备陈旧、管理不规范等,应及时进行改造和扩建。改造不仅仅是物理设施的更新,还包括管理和操作流程的优化,确保实验室能够满足更高标准的生物安全要求。与此同时,建议在全面调研的基础上,有针对性地规划和协调新的农业生物安全评估实验室的建设^[15,19]。

3.3 促进形成产业集群

产业集群具有显著的经济效益和社会影响,可以为农业微生物领域带来更高的效率和更强的竞争力。通过最大限度地发挥集群内各类资源的优势(包括原材料供应、市场准入、人才储备、信息共享和政策支持),我们可以实现产业的高速发展

和持续创新^[20]。在这一过程中,市场机制和政府规划应当有机结合,以确保产业发展方向与国家地区的长期战略目标相一致。针对不同地区的资源和优势,可进一步细分产业集群的类型和方向。资源丰富的地区可以重点发展绿色种植产业集群,而技术先进或人才聚集的地方则更适合发展绿色养殖或精深加工产业集群。通过这样的区域性规划和定位,不仅能满足市场的多样化需求,还能促进地方经济和社会的全面发展^[21-23]。

3.4 加强政策保障

政策保障是农业微生物产业可持续、健康发展的基础。首先,将农业微生物振兴纳入农业发展的重要议事内容,不仅有助于提升其在政府规划和资源配置中的地位,还能促进多部门、多层次的协调合作。其次,完善农业微生物种质资源的知识产权政策法规,确保菌种的独特性和价值得到合法保护,避免无序竞争和产权纠纷。除此之外,鼓励企业和研究机构开展资源创制研究,通过科技创新促进新菌种和新技术的快速发展^[24-26]。同时,政府应加强市场引领,例如通过税收优惠、财政补贴等手段,激励更多的资本和人才投入农业微生物产业,推动其良性、高效发展^[27-29]。

4 结语

在全球化和可持续发展的背景下,农业微生物的作用越来越受到关注。微生物不仅在农业生态系统中担任物质循环和能量转换的角色,还是推动农业可持续发展和高质量增长的“芯片”之一。当前农业微生物领域虽面临多重挑战,通过政府、企业和科研机构的联合努力,鼓励科研创新和产业化应用,强化知识产权保护,避免菌种资源的滥用和外流,加速技术转化和市场推广,注重科研机构应用基础研究等全方位、多层次的支持体系,黑龙江省有望成为这一领域的先行者。从长远看,农业微生物科技不仅是农业转型升级的关键,也是全球农业发展趋势的必然选择。在保障粮食安全的同时,推动地方农业的高质量发展,对未来中国乃至全球的农业具有深远的影响。

参考文献:

- [1] 种聪,郭雨溪,岳希明.中国种业振兴:发展历程、关键问题与机制构建[J].农业现代化研究,2023,44(2):205-213.
- [2] 赵嘉宁.农业微生物资源在国家经济及生态环境建设中的重要作用[J].江西农业,2018(12):87.
- [3] 朱汉斌.微生物种业应纳入现代种业体系[N].中国科学报,2022-03-11(001).
- [4] 于德水,张云志.树立大食物观大力开发微生物食物资源[J].奋斗,2022(9):74-76.

- [5] 韩建平. 把握“新机遇” 打造“新引擎”:助力黑龙江省生物经济高质量发展的观察与思考[J]. 奋斗, 2022(7):48-52.
- [6] 邢玉升, 尚宏达. 黑龙江省生物经济与区域经济协同发展研究[J]. 北方经贸, 2022(8):5-8.
- [7] 高鸣, 种聪. 依靠科技和改革双轮驱动加快建设农业强国:现实基础与战略构想[J]. 改革, 2023(1):118-127.
- [8] 马佳, 董家田, 倪卉, 等. 国际经验对上海都市现代农业科技发展的启示[J]. 上海农村经济, 2019(9):37-40.
- [9] 南农. 美国科学院公布:未来农业发展的五大方向[J]. 南方农机, 2019, 50(21):6.
- [10] 王天亮, 王书瑞. 黑龙江省农业微生物发展现状与对策分析[J]. 黑龙江科学, 2021, 12(20):142-143.
- [11] 毛长青, 许鹤鹑, 韩喜平. 推进种业振兴行动的意义、挑战与对策[J]. 农业经济问题, 2021, 12(12):137-143.
- [12] 黎茵. 种业创新与国家粮食安全:我国种业资源优势及“卡脖子”技术攻关[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2021, 20(3):108-114.
- [13] 仇焕广, 张伟彤, 苏柳方, 等. 打好种业翻身仗:中国种业发展的困境与选择[J]. 农业经济问题, 2022, 43(8):67-78.
- [14] 邓岩, 陈燕娟. 种源“卡脖子”问题的识别、成因与破解路径研究:以农作物种源为例[J]. 农业现代化研究, 2022, 43(1):20-28.
- [15] 焦健. 农业微生物资源库建设的策略[J]. 农业工程技术, 2020, 40(33):70-72.
- [16] 钟石新. 破解种源卡脖子问题 翻身仗究竟怎么打[J]. 中国食品工业, 2021(5):14-18.
- [17] 孔祥智. 必须彻底解决种质资源“卡脖子”问题[J]. 农村工作通讯, 2021(6):55-57.
- [18] 程郁, 叶兴庆, 宁夏, 等. 中国实现种业科技自立自强面临的主要“卡点”与政策思路[J]. 中国农村经济, 2022(8):35-51.
- [19] 姜江. 着力统筹供需两端 推动生物经济高质量发展[J]. 中国生物工程杂志, 2022, 42(5):6-7.
- [20] 俞园园. 新兴产业集群与新创企业动态耦合发展研究[J]. 时代经贸, 2022, 19(3):114-117.
- [21] 郑斯齐, 韩祺, 陈艳萍, 等. 近期国外生物经济战略综述及对我国的启示[J]. 中国生物工程杂志, 2020, 40(4):108-113.
- [22] 朱姝. 生物经济时代正在加速来临[J]. 科技中国, 2022(9):3.
- [23] 邓心安. 生物经济的时代价值[J]. 科技中国, 2023(3):74-76.
- [24] 姜江. 中国生物经济发展的机遇和挑战[J]. 人民论坛, 2022(20):90-93.
- [25] 胡月. 大力发展生物经济 打造振兴发展新引擎[J]. 奋斗, 2022(14):32-33.
- [26] 陈曦, 卞靖. 全球生物经济发展现状与趋势研究[J]. 全球化, 2023(3):49-57, 134.
- [27] 徐涛. 强化国家战略科技力量在生物经济高质量发展中的骨干引领作用[J]. 中国生物工程杂志, 2022, 42(5):1-3.
- [28] 魏后凯, 崔凯. 农业强国的内涵特征、建设基础与推进策略[J]. 改革, 2022(12):1-11.
- [29] 魏后凯, 崔凯. 建设农业强国的中国道路:基本逻辑、进程研判与战略支撑[J]. 中国农村经济, 2022(1):2-23.

Development Predicament of Agricultural Microorganism in Heilongjiang Province and the Countermeasures for Its Revitalization

CAO Xu, WANG Xiangxiang, SHANG Liang, JIANG Chao, LIU Zhiting, FAN Chuan, CHEN Jingyu, MENG Liqiang

(Institute of Microbiology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin 150010, China)

Abstract: Agricultural microorganism is a general term used in the fields of agricultural production, agricultural product processing, agricultural biotechnology and agricultural ecological environment protection. Agricultural microorganism play a key role in the transformation of matter and the energy cycle, and are considered to be a key engine driving the high-quality development of the agricultural industry. However, in order to realize the sustainable development of agricultural microbial industry and scientific research, from the perspective of promoting the revitalization of agricultural microbial industry, the research status of agricultural microorganisms in application fields, technology development, resource protection and strain preservation was expounded, and the problems faced by agricultural microbial research were put forward. These include intellectual property risks, low levels of scientific research and innovation, imperfect regulatory and monitoring systems, and the lack of an agricultural microbial information database. Therefore, countermeasures and suggestions were put forward to further strengthen the revitalization of agricultural microbial industry in Heilongjiang Province, namely, to carry out systematic scientific research, strengthen the construction of biosafety laboratory platform, promote the formation of industrial clusters, and strengthen policy support.

Keywords: agricultural microorganism; resource protection; supervision and monitoring system; intellectual property risk; information database