

变革食品蛋白制造模式 落实大食物观 替代蛋白产业春天已至

树立大食物观，构建多元化食物供给体系正逐步深入；向耕地草原森林海洋、向植物动物微生物要热量、要蛋白正不断被实践；发展合成生物技术，探索研发“人造蛋白”等新型食品，正实现食品工业迭代升级。从植物蛋白肉到微生物蛋白肉、细胞培育肉，替代蛋白产品给消费者带来了舌尖上的新体验，给市场发展带来了新机遇。正如中国工程院院士陈坚在首届全国微生物技术创新及产业发展大会上所说：“发展替代蛋白产业，是落实大食物观的重要方向，行业的发展春天已经到来，顺势而为方能有所作为。”

□ 本报记者 闫利 文/摄

政策加码 发展替代蛋白是顺势而为

蛋白质是保证机体健康最重要的营养素之一。数据显示，预计2035年人均动物蛋白需求将达到每天46克，动物蛋白总需求量增幅约为20%，如动物产品生产与消费结构不变，将带动饲料粮需求增加约7600万吨。目前，我国动物蛋白缺口严重，优质蛋白自给率不足，2022年我国肉类缺口已超过500万吨，传统动物蛋白供给正面临严峻考验，因此，向植物动物微生物要蛋白、要热量至关重要，替代蛋白的春天已经来临。

“替代蛋白就是用微生物蛋白、昆虫蛋白、藻类蛋白、植物蛋白和动物细胞培养蛋白来替代传统的畜禽养殖中得到的动物蛋白。”陈坚表示，替代蛋白的兴起和发展将大大缓解传统蛋白生产方式出现的问题，变革食品蛋白的制造模式来实现高质量供给，将传统的种植养殖模式变成车间生产方式，提高蛋白制造效率，更好地满足人类日益增长的蛋白需求。



图为使用微生物蛋白肉制作的汉堡。

从全球整体市场来看，替代蛋白市场的增长和机遇令人瞩目。不论是近年来大众认知度较高的植物蛋白，还是刚刚崭露头角的微生物蛋白等其他替代蛋白，都需要各界的力量形成合力，共同促进替代蛋白产业新质生产力的提升，不断满足消费者日益增长的优质蛋白需求。

当前，我国发展替代蛋白产业依旧面临各种挑战，以微生物蛋白产品为例，合肥工业大学教授徐宝才表示，真菌蛋白模拟肉面临的技术挑战包括加工性能的提升、功能性状的提升、技术可持续性等，在中国饮食文化下，消费者对模拟肉的接受度一般，产品品质有待提升。同时，相关的法律法规也存在限制。他建议，要加强菌种选育与安全性评估研究，挖掘传统发酵食品中高性能菌种，跨学科研发质构仿真技术，基础研究与应用研究相辅相成，学术研究和成果应



图为消费者在了解微生物蛋白详细情况。

科技助力 优质蛋白将有更多新选择

从植物蛋白肉采用的高水分挤技术，到微生物蛋白菌种高通量筛选技术、马克斯克鲁维酵母重组蛋白表达技术、细胞培养技术等，随着生物技术的发展，在替代蛋白领域，除了常见的豌豆、燕麦、坚果等植物蛋白产品中的原料，越来越多的品牌正在探索以昆虫、海藻、微生物等原料来制造蛋白质。产学研正携手助推产业“向新”而行，产出诸多成果，为消费者提供更多优质蛋白新选择。

华创证券研究所所长董广阳表示，目前，植物基蛋白成熟度较高，国内外均有产品实现商业化；细胞培养蛋白在细胞获取、培养和量产环节存在技术难点，现仅 Eat Just 和 Upside Foods 两家美国企业的产品获批上市，进展最快的国产企业处于中试放大生产阶段；发酵蛋白中国已有部分产品实现商业化。“目前中国布局发酵蛋白的企业中，依托酵母、菌丝体、微藻或利用生物质发酵、精密发酵技术，衍生出不同的技术路径，其中安琪酵母·富祥药业依托生物质发酵，商业化进程领先。就下游应用而言，依托真菌的生物质发酵产物可用于肉制品制作或作为添加剂加入食品饮料中以增加营养，用途较为广泛。”董广阳说。

安琪酵母股份有限公司总工程师覃先武介绍，酵母蛋白是以酿酒酵母为原料，经酶解、提取等一种或多种工艺而制得的一种微生物蛋白。安琪酵母在酵母蛋白生产工艺中通过研究多酶体系的作用条件，建立酶催化反应动力学方程，解决酵母蛋白体系多糖残留量高的技术难题，开发的酵母蛋白产品蛋白含量达到80%以上，实现酵母蛋白和酵母膳食纤维的联产。在国内，酵母蛋白逐渐被食品企业运用，用在肉制品、乳制品、蛋白饮料、烘焙食品、蛋白粉、能量棒等食品中。由安琪酵母牵头制定的《酵母蛋白》行业标准将于今年7月1日实施。

“微生物蛋白技术与产业是以食

品合成生物技术创新为主导，摆脱传统种植养殖的食品蛋白获取方式，具有高科技、高效能、高质量特征，是新质生产力的典型代表。”江西富祥药业股份有限公司副董事长、高级工程师李惠跃介绍，富祥药业是国内极少数实现千吨级产业化的公司，已拥有完全自主知识产权的新型菌株。目前公司已经与香港绿客盟、马来西亚 Ultimeat 等下游食品制造企业建立稳定合作关系，开发鱼柳、鸡排、牛肉粒、能量棒、蛋挞、鱼丸、酸奶、布丁、人造肉等低热量、高蛋白质、高膳食纤维的新型健康食品。

陈坚表示，目前全球超过80家公司从事微生物菌体蛋白的生产，此前食品科技咨询公司 Forward Fooding 发布了被誉为“农业食品科技‘财富500强’”的2023年度“食品科技500强榜单”。通过发酵创新的未来食品初创公司展现出较强的影响力，共有33家公司上榜。美国菌丝体发酵初创公司 Nature's Fynd 位居“食品科技500强榜单”之首，其他国家包括美国菌丝体蛋白公司 Meati Foods、美国分子农业先驱 Nobell Foods、西班牙植物肉内开发商 Heura 以及德国发酵技术初创公司 Planet A Foods 四家未来食品公司也跻身前十。

“开展底物廉价、工艺性能好、适宜加工、安全性好的关键菌种选育，研发高产量、高转化率、高生产强度的发酵技术，系统研究碳氮协同代谢机理、蛋白合成途径调控、细胞工厂性能改造、发酵过程优化与控制、微生物蛋白大规模制造和食品化加工。”陈坚说。

“近年来，我国生物制造产业自主创新能力显著增强，装备水平快速提高，绿色制造大幅提升，节能减排成效显著。微生物蛋白作为生物发酵新的赛道和新的业态，它的健康发展对于加快发展新质生产力、打造生物发酵新的增长引擎具有重要意义。”中国生物发酵产业协会理事长于学军如是说。

生产力，需要各界合力为替代蛋白产业发展保驾护航，国家相关政策有待进一步完善，企业仍需加强技术创新和产品质量保证，产业需加强安全性评估关键技术研究、加强科普宣教和国内外合作交流。“下一步，我们将围绕构建食品用菌种/菌株的安全性信息数据库、构建新食品原料与保健食品原料评审合作机制、优化提取物的评审管理流程和解决多重身份问题、构建新食品原料信息查询和公开解答查询平台等方面开展工作。”李宁说。

中国生物发酵产业协会副理事长兼秘书长王洁表示，协会将积极推动政产学研用的广泛合作，在微生物蛋白领域基础研究、技术迭代、应用开发、标准体系、合规建设、政策引领、投资助力、科学普及等方面发挥协会的桥梁纽带和职责作用，引导产业可持续规范发展。

多方合力 为替代蛋白产业发展保驾护航



图为科研人员正在进行微生物蛋白研究。受访者供图

用相互促进，推进政策与法规支持。国家食品安全风险评估中心主

任、中国食品科学技术学会副理事长李宁表示，落实大食物观，发展新质



图为富祥药业厂区。受访者供图

□ 本报记者 闫利

喝过植物蛋白饮料，也吃过植物肉汉堡，“豆奶”“素肉”在消费者看来早已不新鲜，但你能想象到用微生物出来的“肉肠”“肉脯”“酸奶”吗？5月17日，记者来到国内极少数实现微生物蛋白千吨级产业化的公司——江西富祥生物科技有限公司（以下简称“富祥生物”），走进微生物蛋白生产车间，探访隐藏在一个个发酵罐背后的故事。



图为工作人员正在查看信息。受访者供图

富祥生物是江西富祥药业股份有限公司（以下简称“富祥药业”）的控股子公司，是一家专业从事生物发酵技术开发、生物发酵产品生产与销售的公司，位于江西省景德镇市，占地面积20万平方米。

在“千年瓷都”景德镇中，未来食品产业发展如火如荼。

“我们坚信，每一次的技术革新，都会带来突破性的产业发展新机会。”富祥药业相关负责人自豪地说，富祥微生物蛋白就是要打造全新食物生产方式，让未来可期。

跟随工作人员进入富祥生物，浓郁的工业风建筑映入眼帘，十几分钟的车程，穿越各种管道、建筑，记者抵达了微生物蛋白厂区。走进普普通通的办公楼，工作人员的话匣子便打开了，“这是公司的介绍和摆放的微生物蛋白产品，可以试看。”

品尝产品后记者发现，如果不是对肉质有较高要求，一般消费者很少能尝出微生物蛋白肉与普通畜禽肉的区别。同行的人也表示，“除非细嚼慢咽，我真尝不出口感上的差别。”

工作人员表示，经过烹饪加工后，微生物蛋白肉的口感可能会更好，不过还是有些许差别，有的人说是淡淡的肉香味，有的人说是豆腐的香味。

微生物蛋白究竟是什么？又是什么样的技术让微生物变为消费者餐桌上的美食呢？

“这就不得不提树立大食物观，向耕地草原森林海洋、向植物动物微生物要热量、要蛋白，全方位多途径开发食物资源。”工作人员介绍，微生物蛋白是指通过微生物发酵合成的蛋白，其具有很高的蛋白质含量，包含所有人体必需氨基酸，并且富含维生素和矿物质以及其他各种营养物质。微生物蛋白在被称为“生物反应器”的密闭集约化系统中高效生产，对耕地需求量低，且不使用农药或者抗生素，不会直接与农作物粮食产品竞争肥沃的土壤和淡水资源，可以在边际土地和工业化大都市地区生产，进行“城市微生物养植”。

据介绍，富祥生物的微生物蛋白是基于镰刀菌底盘菌株，以葡萄糖、水等为原料，通过生物质发酵技术生产制得。

“富祥微生物蛋白具有高效率、低消耗、可持续、更健康的特点。生长速度快，每5个小时生长一倍，比传统的畜牧业高很多。”工作人员介绍，零下86摄氏度的冰箱保存的主细胞库，是最核心的部分，后续通过逐级放大接入最终发酵罐发酵生产微生物蛋白，发酵完成后，发酵液再通过灭活、固液分离进行过滤得到湿基的微生物蛋白产品。车间是自动化智能化管理，操控系统涉及进料、灭菌、发酵、参数设置以及工艺调整，基本上可以实现无人操作。

据悉，富祥药业已经拥有具有完全自主知识产权的新型菌株，并拿到国家知识产权局下发的受理通知书，且已经成功实现了吨级产品产业化，并接到微生物蛋白产品订单1200吨，正在按计划生产和交付中。目前，富祥生物投资建设“年产20万吨微生物蛋白及其资源综合利用项目（一期）”，整体项目将视产业发展进程、产品市场需求等情况逐步推进。项目建设按照高标准、全自动化的理念，设计、建设生物发酵法微生物蛋白生产线，并通过精制、浓缩、复配等方法对其发酵母液进行资源综合利用生产氨基酸水溶肥，建设生产车间、仓库、公用工程楼、循环水泵房、罐区等生产及其配套设施，购置并安装发酵罐、配料罐、过滤机、灭菌釜、自动包装机、多效蒸气发生器、复配罐、自动灌装机等主要生产设备200余台套，建成投产后可形成年产2万吨微生物蛋白以及5万吨氨基酸水溶肥的规模。

在此前举办的首届全国微生物蛋白技术创新及产业发展大会上，富祥药业与香港绿客盟有限公司、马来西亚 Ultimeat(M) Sdn Bhd 签订战略合作协议，并与江南大学未来食品科学中心、江西师范大学、嘉兴未来食品研究院、宜兴食品与生物技术研究院、香港绿客盟控股有限公司、Ultimate(M) Sdn Bhd 以及慕恩(广州)生物科技有限公司联合发布《微生物蛋白“产学研用”产业联盟倡议书》，共同助力微生物蛋白产业高质量发展。

“我们致力于开发微生物蛋白产品，希望通过科技创新建设一个更美好的世界和更美好的未来。”富祥药业董事长包建华说。

微生物蛋白产业作为生物经济的重要组成部分，在保障国家粮食安全、促进健康消费、推动绿色发展等方面具有重要作用。正如中国工程院院士陈坚所说，微生物蛋白将改变传统的蛋白制造模式，实现高质量供给，同时将提升人类健康水平，改进地球生态质量。



图为工作人员正在进行巡查。受访者供图

研发以葡萄糖、水等为原料的微生物蛋白
记者实地探访富祥药业微生物蛋白生产车间