

协同发展看京津冀

一座中试平台,串起京冀生物制造创新链

北京高校生物制造领域创新成果持续涌现,却受场地、能耗、环评等条件约束,难以迈过中试放大这道成果转化关键关卡;河北具备产业空间与原料禀赋优势,却缺少精准承接技术落地的专业中试载体。

如今,北京化工大学秦皇岛环渤海生物产业研究院打造的中试示范平台,为生物制造技术跨区域成果转化提供了破题路径。

该平台聚合技术、原料、政策等多重优势,探索出“以中试促转化、以转化育产业、以产业聚生态”的发展模式,成为串联京冀生物制造创新链与产业链的重要纽带。

“北京研发、河北转化”的平台载体

上午9时,秦皇岛北戴河新区,北京化工大学秦皇岛环渤海生物产业研究院(以下简称“研究院”)的中试车间里,一台1000升发酵罐正平稳运转。中控室操作台前,技术员紧盯着屏幕——温度、pH值、溶氧曲线在实时跳动,他参照预设参数,一点点微调着补料速率。

从实验室到量产,中试是绕不开的一道关。在北京的高校实验室里,科研人员已完成菌种选育、小试工艺优化,跑通了技术路线。但从实验室的小型反应器走向工业化量产,前方还存在工艺放大、杂质控制、成本核算、合规验证等一道道工程化关卡,哪一个环节卡住了,成果都走不出实验室。

研究院打造的河北省生物制造科技成果转化中试示范平台,正是打通这一关键节点的重要转化载体。

“北京化工大学的实验室里,每年都有大量生物制造新成果冒出来,可再往前走,就难了。”研究院院长,中试平台负责人王斌在成果转化一线摸爬滚打了十几年,对此十分清楚。

“场地、能耗、环评手续,在北京都卡得严。实验室里,发酵罐做到100升基本就到头了,再往大做,既没地方,也没条件。”王斌说。

河北这么大,中试平台为何最终落地秦皇岛?在王斌看来,这不是偶然,而是区位、产业、政策等多重禀赋叠加的必然结果。

“京唐城际贯通后,从北京核心区到秦皇岛,最快1个多小时就能到,科研人员当天往返绰绰有余。”王斌说,生物制造中试最怕等,工艺出问题必须立刻排查。就凭这一点,不少北京科研团队愿意把成果放到这里来转化。

气候条件同样得天独厚。生物发酵对环境温湿度极为敏感,维持恒温恒湿的能耗是生产成本的大头。秦皇岛地处北纬39度附近的“黄金发酵带”,气候温和湿润,单是维持发酵适宜温度的成本,就比东北和南方地区节省10%~15%。

离原料近,意味着物流成本低、供应稳。秦皇岛本地的骊骅淀粉,年产规模超100万吨,位居全国前列,能为发酵环节提供稳定又低价的淀粉原料。此外,当地每年还产出大量玉米、小麦秸秆,为非粮生物制造储备了充足的生物质原料。

硬件之外,这里还有一项独特的软优势——政策红利。北戴河生命健康产业创新示范区,是我国北方唯一的国家级生命健康产业创新示范区,承载着“南有博鳌、北有北戴河”的国家战略布局,手握“7+6”先行先试政策。

多重优势叠加,2014年7月,北京化工大学与秦皇岛市政府联合成立研究院,为生物制造协同发展打下第一根桩。2023年,双方签署战略合作协议,共建绿色生物制造产业园,中试平台进入全面建设阶段。

短短几年间,这里已成长为京津冀生物制造领域重要的中试枢纽。

全链托举,帮企业跨过“死亡谷”

近日上午,中试车间发酵罐旁,技术人员从取样口缓缓放出少量棕褐色液体,装入无菌采样管、封好,送往检测实验室。

“罐里正培养着羊肚菌菌丝体,是我们近期在做的功能真菌项目。”研究院副院长王良玉介绍,过去羊肚菌全靠大棚种植,气候和季节影响大,有效成分含量不稳定。团队准备用微生物发酵的方式,帮企业实现羊肚菌的工厂化量产。

在生物制造领域,为何多数企业难以独立完成中试,而要依托公共中试平台?答案,就藏在中试工艺放大的复杂性里。

生物发酵的放大,绝不是简单的尺寸等比缩放。反应器体积增大后,传质、传热、溶氧的均匀性都会发生显著变化。搅拌桨角度、通气速率、补料时机的微小差异,都可能彻底改变菌株的代谢走向。

“实验室小试,验证的是技术可行性。中试要解决的,是量产的稳定性、经济性和可复制性。”王良玉说,中试阶段任何一个不起眼的小问题,都可能让产物产率断崖式下滑,甚至整批物料报废,单次损失不容小觑。

更何况,自建一条中试线的门槛极高。仅设备投入就动辄数千万元,还要配齐发酵工艺、分离纯化、自动控制、质量检测、安全环保等多个领域的专业技术团队。这样的技术门槛与试错成本,绝大多数中小企业无力独自承担。

在业内,从实验室成果到规模化生产之间的这段高淘汰率地带,有一个形象的称呼——“死亡谷”。

帮企业跨过“死亡谷”,正是专业中试平台存在的核心使命。依托北京化工大学的学科积淀,平台能快速调动生物工程、化学工程、信息科学、环境科学等多专业力量,为中试过程中的各类技术难题提供支撑。企业无需自建完整技术团队,就能获得专业技术服务,既省下研发投入,也大幅压缩了工艺调试周期。

聚谷氨酸增效肥料项目,是中试平台成果转化的一个典型样本。这项技术最初诞生于北京化工大学实验室,受限于偏高的生产成本,早期只用在化妆品等高端日化领域。

平台接下中试任务后,技术团队对全流程工艺进行了系统优化:发酵阶段,调整培养基配方与补料策略,持续提升发酵单位产率;提纯阶段,以膜浓缩前置工艺替代传统溶剂沉淀法,有机溶剂用量直降70%,综合生产成本压减近一半。这一下,产品终于跨过了农业应用的成本门槛。

产品上市后,已在小麦、玉米等十多种作物上完成应用验证,获得市场广泛认可。截至目前,相关产品累计销量达7.73万吨,销售收入2.95亿元,填补了国内聚谷氨酸肥料规模化应用的空白。

聚谷氨酸项目的顺利落地,不仅是

一次中试放大的成功,更是平台全周期服务能力的集中展现。

“很多人以为,中试平台只管把工艺放大就行。实际上,从技术走出实验室到正式量产,检测验证、申报审批、建厂落地,关关都是坎儿。我们中试平台的服务,贯穿了成果转化的全流程。”王斌说。

检测验证,是贯穿中试全过程的重要环节。发酵过程中要定时监测菌体浓度和产物积累量,分离纯化阶段要跟踪杂质残留与脱除效率,最终成品还要完成纯度、微生物指标等全套质量检测。

为此,平台配套了具备CMA(中国计量认证)资质的检测实验室,配备高效液相色谱、气相色谱、质谱仪等精密设备。车间取样、当日出结果,与外送检测相比,工艺调试效率数倍提升。

如今,该实验室除了保障内部中试项目,还面向社会提供食品、农产品、水产品等第三方检测服务,每年出具权威报告上千份。

中试完成、审批通过后,平台的服务还没结束。对准备产业化的项目,平台会输出标准化生产工艺包,协助企业完成设备选型、安装调试和一线人员培训。在企业自建工厂投产前的过渡期,平台还提供委托加工服务,确保市场供应不断档,实现技术从实验室到工厂的平稳转移。

截至目前,平台已累计完成各类中试业务20余项,服务高校、科研院所及企业数十家,推动多项成果产业化落地,孵化科技企业10家。

铺就生物制造的产业长坡

在中试车间蒸汽爆破设备前,粉碎后的玉米秸秆顺着传送带匀速送入进料口。高温饱和蒸汽持续注入,压力攀升至设定值——瞬间泄压,一声低沉闷响过后,原本紧实坚硬的秸秆纤维彻底松解,变成蓬松的浅褐色纤维物料。

这套拥有完全自主知识产权的第二代生物制造造糖系统,是中试平台面向下一代生物制造布局的重要储备技术,也是第二代生物炼制技术的关键支撑。

“第二代生物制造糖,指的是用木质纤维素,比如秸秆、玉米芯这些农林废弃物做原料,通过酶解或化学催化,把它们变成可发酵糖。”王斌解释,和以粮食为原料的第一代技术相比,这条路既避免了粮食安全隐忧,又给秸秆等农林废弃物找到了资源化利用的出口。

但秸秆制糖,远比粮食制糖棘手。秸秆里的纤维素被木质素紧紧包裹,像裹了一层坚硬外壳,极难直接利用。传统稀酸水解法虽能破解木质素,却会产生大量有毒副产物,还腐蚀设备、污染环境,难以大规模推广。

“我们正在中试的蒸汽爆破技术,走的是纯物理预处理加生物酶解的绿色路线。”王斌说,先用高温高压蒸汽瞬间爆破,打碎木质素的包裹结构,再加入复合纤维素酶,在温和条件下把纤维素分解

成葡萄糖、木糖等可发酵糖。

在王斌看来,这项技术的价值远不止制糖本身。它一举打通了“农林废弃物—生物糖—高端生物产品”的产业链最上游。未来,平台的氨糖、聚谷氨酸等下游产品,都可以逐步切换成秸秆糖原料,进一步压降成本、降低碳排放,构建起完全闭环的绿色生物制造体系。

眼下,该项目已完成中试验证,正在持续优化工艺、降低酶解成本,为大规模产业化落地蓄力。

如果说第二代生物制造糖技术是筑牢产业上游的原料根基,那么生物法氨基葡萄糖项目,就是平台向高端生物原料赛道发力的代表。

氨基葡萄糖是骨关节健康产品的核心原料,国内市场需求逐年攀升。然而长期以来,行业主流生产方式是虾蟹壳浓盐酸高温水解——原料依赖海鲜副产品,价格波动大、供应不稳定,生产过程中还产生大量难降解废水,环保压力沉重。

平台另辟蹊径,以自产秸秆清洁糖液为原料,采用合成生物学改造的工程菌株进行发酵,采用固定化酶催化、多级膜分离纯化、低温结晶精制等工艺,全程反应条件温和,没有腐蚀性药剂,不产生高盐废水。

目前,该项目已完成吨级中试验证和完整工艺包开发。发酵产量比实验室水平提升40%,综合生产成本较传统虾蟹壳工艺下降20%,产品纯度可达医药级标准,还能取得素食认证和绿色生物基认证,精准适配高端保健品与海外出口市场。

“作为平台当下重点推进的产业化项目,生物法氨基葡萄糖不仅推动传统氨糖产业绿色升级,更延伸了区域生物医药与功能食品产业链,打造高端生物原料的新增长点。”王斌说。

向内打磨自主技术的同时,平台也在向外链接全球顶尖创新资源。经多轮对接,平台已与中国工程院外籍院士、丹麦生物创新研究院院长延斯·尼尔森团队达成合作意向,计划引入国际前沿的合成生物制造项目,共同开展中试验证与产业化探索。

“延斯·尼尔森是国际代谢工程学科的重要奠基人,曾获中国政府友谊奖和国际科学技术合作奖。与他的团队合作,意味着平台的技术布局直接对标国际前沿,能在下一代生物制造技术上抢占身位。”王斌表示。

技术储备不断增厚的同时,产业生态也在同步织网。在科技金融方面,平台正搭建融资对接体系,联动政府产业引导基金和社会资本,为优质中试项目提供精准融资支持,同时探索知识产权质押融资新模式,让技术专利变成真金白银,破解初创科技企业的融资难题。

从一条中试线,到一个产业集群,从承接北京成果,到引领区域创新,这座渤海湾畔的中试平台,正在走出一条“以中试促转化、以转化育产业、以产业聚生态”的特色路径。

(王思达)