

加快非粮生物基材料创新发展三年行动方案

为贯彻《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《2030 年前碳达峰行动方案》，落实《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》，引导基于大宗农作物秸秆及剩余物等非粮生物质的生物基材料（以下统称为非粮生物基材料）产业创新发展，促进工农业协调发展，助力乡村振兴和美丽中国建设，特制定本行动方案。

一、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大精神，贯彻习近平生态文明思想，积极把握全球生物技术革命历史机遇，以非粮生物质开发利用技术突破为基础，深化生物化工与传统化工耦合、工业与农业融合，以技术、模式创新为动力，促进生物基材料优性能、降成本、增品种、扩应用，提升生物基材料产业协同创新、规模生产、市场渗透能力，推动非粮生物基材料产业加快创新发展。

（二）基本原则

坚持企业主体，政府引导。突出企业主体地位，立足市场在推动成果转化、需求牵引方面优势，更好发挥政府在产业布局和市场培育等方面的引导和规范作用。

坚持创新驱动，示范引领。聚焦高效工业菌种和酶蛋白元件

培育构建、非粮生物质转化、高效提纯浓缩等关键平台技术，开展典型技术及模式示范应用，构建自主可控、安全高效的产业链供应链。

坚持系统推进，融合发展。推动生物基材料与传统化工产业体系耦合发展，与多领域强化融合赋能，提升供给质量、丰富供给种类、培育创建品牌，增强市场综合竞争力。

坚持绿色低碳，国际合作。重视生物基材料全产业链的环境友好性，推动发展循环经济，降低碳排放，积极融入全球产业链供应链，鼓励优势产品积极参与国际竞争。

（三）发展目标

到 2025 年，非粮生物基材料产业基本形成自主创新能力强、产品体系不断丰富、绿色循环低碳的创新发展生态，非粮生物质原料利用和应用技术基本成熟，部分非粮生物基产品竞争力与化石基产品相当，高质量、可持续的供给和消费体系初步建立。

——**创新发展。**高效工业菌种与酶蛋白元件不断丰富，非粮生物质利用共性技术取得突破，大规模糖化（基于非粮生物质生产五碳糖或六碳糖，下同）技术基本成熟，产学研用协同创新体系更加高效完善。

——**示范引领。**基于非粮生物质的糖化生产线规模达到万吨（折干五碳糖或六碳糖，下同）/年，乳酸生产线规模达到十万吨级，戊二胺、聚羟基脂肪酸酯规模达到万吨级。

——**应用拓展。**丰富基于非粮生物质的乳酸、戊二胺、聚羟

基脂肪酸酯等生物基化学品及聚合物品种，稳定提高聚合物加工性能，在塑料制品、纺织纤维等领域规模化应用。

——**生态培育**。形成 5 家左右具有核心竞争力、特色鲜明、发展优势突出的骨干企业，建成 3-5 个生物基材料产业集群，产业发展生态不断优化。

二、重点任务

（一）突破非粮生物质高效利用关键技术

重点聚焦非粮生物质糖化、非粮生物质替代粮食发酵生产、高效提纯浓缩等关键平台技术攻关，针对不同非粮生物质原料构建工业菌种培育体系与酶蛋白元件库，鼓励龙头企业牵头组建技术创新平台，支持地方政府结合本地实际建设分布式非粮生物质处置及糖化基地，深化生物技术、物理技术和化学工艺协同创新攻关，提高生物基材料生产效率，降低综合能耗和生产成本，减少污染物排放，夯实非粮生物质替代粮食生产生物基材料的技术经济基础。

专栏 1 关键技术创新工程

1.建立工业菌种与酶蛋白元件库。加快超高通量筛选、快速测序、菌种计算设计、高通量基因组合成与编辑、大规模进化工程等前沿技术攻关，建立工业菌种培育体系与酶蛋白元件库，为生物基材料的高效生物合成提供核心菌种与先进技术。

2.突破非粮生物质糖化关键技术。优选功能菌株（群），开发系列酶和生物反应器，利用化学、物理和生物等手段，推进非粮生物质原料糖化工艺标准化，提高木质素与纤维素、半纤维素分离效率，优化系列酶解糖化技术，提高富含五碳糖、六碳糖等成分的非粮生物质糖产率，助力增加单位耕地产出效率。

3.优化非粮生物质糖发酵工艺。基于非粮生物质糖原料和适应性诱变功能菌株，

优化发酵工艺，提高目标产品产率和分离浓缩效率，增强产品质量性能稳定性，并强化与传统化工耦合，提高生物基材料生产效率，并降低对粮食的消耗。

4.开发低浓度产物高效提纯浓缩工艺。针对非粮生物质转化体系杂质组分多、目标产品初始浓度低的特点，开发应用高选择性吸附、萃取等分离提纯工艺，推广高通量高选择性分离膜和长周期膜分离装备，以及高效低温蒸发、气体干燥分离等成套装备，加快构建绿色低碳智能化生产体系。

（二）推进技术放大和应用示范

聚焦生物基材料专用装备和仪器仪表（包括在线传感器）、功能微生物选育、酶蛋白元件制备、高效提纯浓缩、产品评价表征、数字化网络化智能化生产等短板环节，鼓励大宗农作物主产区组织龙头企业推进生物化工与农业种植协同耦合，深化生物技术、信息技术与化工放大技术融合，开展非粮生物质工业化生产生物基材料、农业剩余物资源化利用生产高值高效有机肥等节能环保技术及应用示范，推进非粮生物质糖化及发酵、产物分离提纯浓缩等工艺标准化、规模化、绿色化运行，提高稳定性一致性，实现工业化成本可控。

专栏2 技术放大和应用示范工程

1.非粮生物质糖化。基于标准化非粮生物质原料，育壮工业发酵菌株和酶（系），放大并优化生物反应器，增强原料与酶及工艺的适配性，强化反应-分离-浓缩等过程控制，提高糖分转化率和收率，达到生物基材料单体生产纯度要求，降低糖产品的各项单耗，促进高效稳定糖化，建成单套规模达到万吨/年的生产线。

2.非粮生物质制备基础化学品及聚合物。加强现有发酵工艺迭代优化，推动年产十万吨级乳酸、万吨级戊二胺、万吨级聚羟基脂肪酸酯生产线开展非粮生物质原料替代示范，加快糠醛下游戊二醇、1,4-丁二醇等产品产业化进程，提高产品性能，降低产品综合成本，建立非粮生物质路线的比较优势，加快对粮食淀粉的替代。

3.非粮生物质绿色化高效利用示范。构建区域半径合理的分布式非粮生物质预处理及标准化原料生产点，建立规模化糖化剩余物堆肥反应器及装置，推进非粮生物质糖化剩余物高值高效利用生产有机肥，更好服务土壤改良和高标准农田建设，有效补充钾资源。

4.生物基材料加工技术开发。加快生物基材料加工配套的热稳定剂、水解稳定剂、增韧增塑剂等助剂开发及应用，生物基单体连续聚合、纺丝工艺开发及示范，解决加工稳定性差、易降解难题。

（三）强化渗透能力拓展应用领域

完善材料体系。坚持需求牵引与技术推动相结合，引导企业基于非粮生物质，优化生物发酵、生物合成、化学合成工艺及应用技术，利用非粮生物质碳替代化石碳生产绿色低碳、无毒低毒、可持续发展的生物基材料，打造基于非粮生物质的生物基材料体系，形成对现有化石基材料的有效补充。

专栏3 鼓励的发展方向

1.含碳化学品。乳酸、丁二酸、己二酸、癸二酸、苹果酸、呋喃二甲酸、氨基丁酸、5-氨基戊酸、羟基脂肪酸、3-羟基丙酸、乙二醇、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、戊二胺、丁内酰胺、戊内酰胺、己二胺、癸二胺、糠醛、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、丙交酯、碳酸二甲酯、生物基烯烃等。

2.含碳聚合物。聚乳酸、聚酰胺、聚羟基脂肪酸酯、聚氨酯、聚丁二酸丁二醇酯、聚对苯二甲酸-己二酸（丁二酸）-丁二酯、聚碳酸酯、聚四氢呋喃、聚呋喃二甲酸乙二醇酯、生物基弹性体等。

拓展应用市场。支持生物基材料企业与塑料制品、纺织纤维、医疗器械等下游重点企业搭建上下游合作平台，鼓励可生物降解产品在餐饮、物流、零售、酒店等领域应用，引导日常消费绿色升级；在生物医用、海工及海洋养殖等领域开发应用生物相容性

好且可降解吸收的生物医用材料、生物基防污防腐涂料、可降解浮力材料等高性能产品，挖掘消费升级潜能；联合农业生产合作社、种植大户等科学推广生物降解地膜和滴灌管具等，加快在经济作物主产区和设施农业示范应用，助力绿色乡村建设。

（四）培育龙头企业和特色产业基地

培育优质企业。引导石化化工企业发挥产业优势开展生物基材料产业链、供应链创新与应用示范，着力打通农作物秸秆收集处理、分布式非粮生物质糖化、剩余物生产高值高效有机肥、生物基材料生产、下游制品加工的全产业链路径，塑造工农业耦合发展样板，培育一批具有竞争力的产业链骨干企业，提升行业发展质量和环保治理水平。培育生物基材料工业菌种选育与酶蛋白元件制备、高效长周期膜分离材料、高选择性吸附材料等细分领域的专精特新“小巨人”、单项冠军企业，形成大中小企业融通发展格局。

优化区域布局。服务区域重大战略、区域协调发展战略，充分发挥大宗农作物主产区生物质原料丰富优势，引导生物基材料创新资源和要素集聚，打造分布式非粮生物质糖化生产基地；进一步发挥区域优势，打造生物基材料的技术创新、产品创新、市场创新新高地；支持符合条件的产业集聚区建设生物基材料领域的国家新型工业化产业示范基地，促进产业由集聚向集群转型提升，提高产业规模效益与影响力。

（五）强化产业支撑体系建设

加强产业服务平台建设。鼓励骨干企业与科研院所等合作，建立完善微生物菌种育种技术、生物基材料技术研发、成果转化与信息交流等平台，建立功能菌种资源库，完善知识产权保护、运用体系。依托国家塑料制品质量检验检测中心、先进高分子材料测试评价中心等提升生物基材料测试评价服务能力，鼓励产业基础较好地区建设区域测试评价检测中心，支持市场化、专业化第三方高端质量认证机构建设，促进上下游企业“一条龙”模式联合开展生物基材料及其制品性能参数数据库建设及共享，提高测试评价水平。

完善标准标识体系。建立适合我国产业特点的生物基材料产品质量、能源消耗限额、碳排放核算等标准体系，完善相关污染物排放标准。推动建立生物基材料及制品评价方法、产品标准、技术标准、标识标签体系，开展生物基材料工程技术验证、产品溯源服务或认证。鼓励行业协会、研究机构、企业参与相关生物基材料国际规则、标准制定，加强国际标准评估转化。

专栏4 标准体系构建工程

1.构建产品测试评价标准体系。围绕聚乳酸、聚酰胺、聚羟基脂肪酸酯等重点生物基材料，加快构建产品物理化学性能、不同工艺加工性能、不同条件下降解性能等标准，完善生物医用领域相关产品生物相容性、抑菌性等标准；建立生物基含量测定等标准，下游制品生物基材料含量定量测定等标准；制定重点产品碳排放核算、核查标准以及全生命周期低碳产品评价标准。

2.构建标识和溯源体系。研究制定基于生命周期评价的生物基材料评价技术规范，推动建立生物基材料评价标识体系、标签制度和数据库，探索“原料-制备-制品-流通-用户-处置”的全链条精细化管理模式；支持第三方机构利用商品条码、射频标

签、物联网和区块链等技术，搭建公益性生物基材料溯源平台，开展生物基材料产品认证、标识和溯源服务。

三、保障措施

（一）强化统筹联动。加强部门协同和部省联动，协力推进非粮生物质原料化利用和生物基材料及制品应用。鼓励地方政府统筹当地非粮生物质资源和乡村发展需要，出台并落实扶持非粮生物质利用、示范、应用和产业政策的政策举措，引导支持上下游企业深度耦合，助力乡村振兴。

（二）加大政策引导。落实乡村振兴战略和《2030年前碳达峰行动方案》，统筹秸秆高效综合利用和分布式非粮生物质糖化生产点建设，将骨干企业功能微生物菌种纳入国家或地方种子库。推动建立生物基材料制造业创新中心、中试平台。通过政府采购促进生物基材料推广应用。鼓励高校加强生物化工、材料等相关领域交叉学科专业人才培养，多渠道多方式聚集专业人才，加快壮大生物基材料骨干人才队伍。

（三）加强财政金融支持。将生物基材料纳入基础研究、产业化等现有政策渠道支持方向。将符合条件的生物基材料列入新材料首批次保险补偿目录。发挥国家产融合作平台作用，引导投资基金、金融机构等社会资本支持生物基材料研发、产业化及应用示范。

（四）完善行业管理服务。建立健全统计分类目录和统计制度，指导有关行业组织建立生物基材料行业服务机构，完善行业

运行监测机制，促进新技术新装备新产品交流，强化行业自律，营造公平市场氛围，促进行业健康有序发展。强化工业菌种的生物安全和生态环境保护，增加适当保障措施。严格执行塑料污染治理有关文件要求，严厉查处可降解塑料虚标、伪标行为。加强科普宣传，提高社会公众对生物基产品认知，引导绿色消费。