

微生物技术把秸秆“点草成金”

山东大学青岛校区的科研团队让菌株“吃进”秸秆产出糖，进而转化成蛋白质、油脂及生物能源等

□青岛日报/观海新闻记者 王世锋 实习生 刘莹

本报观察

在位于山东大学青岛校区的山大微生物改造技术全国重点实验室里，工程生物学团队负责人崔球带领团队成员科技攻关，利用自主改进的荧光显微镜，观察菌株的生物学特性，筛选“高效”菌株，用于将秸秆等木质纤维素生物质酶解转化，以实现秸秆的高附加值利用。

木质纤维素生物质是目前地球上最丰富的生物可再生资源。山东大学在木质纤维素生物质利用方面有着深厚的积淀，崔球团队利用工程生物学技术，选育出高效菌株，开发了配套的绿色工艺及装备，让菌株在特定条件下“吃进”秸秆产出糖，进而转化成蛋白质、油脂及生物能源等，以生物手段实现低价值秸秆的高效利用，更好拓展蛋白质来源和能源来源，服务于国家粮食安全和“双碳”战略。

创新生物技术让“成本减半”

在我国，饲料用粮食在粮食消耗中的占比已超五成，饲用蛋白资源呈现短缺之势。大豆作为饲用蛋白的主要来源，对外依存度高，已超过80%，这严重制约了畜牧业的健康可持续发展。保障饲用蛋白供给，摆脱进口依赖，是新形势下实现粮食安全的着力点。

数据显示，目前我国可收集利用的小麦、玉米、水稻等农业秸秆已超8亿吨，超过了2024年我国全年粮食总产量。充分挖掘秸秆资源的应用潜力，将其转化为饲用蛋白，甚至是更高价值的功能性蛋白质，则是开辟新型蛋白来源的有效渠道。

怎样将秸秆等农业废弃物变废为宝，提高其利用质量和效率？山东大学在该领域的研究已坚持了60余年，纤维素酶相关研究成



果位居世界前列，山东大学的“玉米芯废渣制备纤维素乙醇技术与应用”、“玉米淀粉及其深加工产品的高效生物制造关键技术与产业化”等研究成果先后获得国家技术发明奖二等奖和国家科学技术进步奖二等奖。“想让秸秆变成蛋白质，需要一个复杂的过程，主要需经历3个关键环节。”崔球介绍，回收的秸秆并不能直接利用，而是要经过预处理、酶解糖化以及下游发酵等过程。首先需要进行粉碎处理，秸秆粉放入“蒸锅”，注入预处理药剂，经蒸煮完成预处理。预处理后的秸秆粉变成了类似纸浆的模样，其主要成分是纤维素和半纤维素，这是酶解糖化的原材料。

糖是重要的工业原料，也是重要的战略物资，被誉为发酵产业的“石油”。将纤维素和半纤维素变成“可发酵糖”是秸秆变废为宝的关键，但成本是制约这一转化过程的主要瓶颈。崔球团队经过长期研发，形成了集成细菌纤维小体和真菌游离酶的新型融合酶系糖化工艺路线，同时开发了关键装备，有效解决了秸秆利用高成本、高污染的瓶颈。

“简单来说，就是利用生物技术改造筛选出具有自主知识产权的产纤维素酶真菌和产

利用秸秆

- 蛋白质：开发了利用廉价秸秆糖发酵量产单细胞蛋白及单细胞油脂的完整解决方案，可将秸秆转化为饲用蛋白，甚至是更高价值的功能性蛋白质。
- 清洁能源：掌握了秸秆糖制醇、酸、酯全套工艺技术，可以制作乙醇、丁醇、脂肪酸甲酯等生物能源。
- 可降解材料：秸秆还可用作生产聚乳酸等可降解材料，制造可降解的地膜、一次性餐具等。
- 腐植酸肥料：秸秆预处理时产生的“废液”主要成分是木质素，可用于生产腐植酸肥料，改良土壤补充有机质。

纤维小体细菌，利用技术手段将两种‘菌’产生的酶融合在一起，产生可发酵糖。”崔球解释道。酶解糖化的关键在于成本，以往无论使用哪种酶，秸秆转化产生可发酵糖的成本都偏高。现在研究出的融合酶系糖化技术将成本降低为原来的一半，为该项技术的产业化应用提供了更多可能。

实现粮食、石化能源替代

将秸秆糖转化为更高附加值的蛋白质是实现秸秆高效利用的主要方向之一。崔球团队经过系统设计，开发了利用廉价秸秆糖发酵量产单细胞蛋白及单细胞油脂的完整解决方案，为秸秆的高效生物转化利用奠定了关键技术基础。

“单细胞蛋白又称微生物蛋白，我们以秸秆等为养料，以深层液体发酵的方式，批量培养酵母、微藻等蛋白质、油脂含量丰富的单细胞生物。”崔球表示，这些微生物菌体不仅可以直接用作饲料，有效弥补饲用蛋白不足的缺口，缓解饲用蛋白过度依赖进口的问题，甚至可以用于制造更高附加值的功能性蛋白

质。实验数据显示，1吨秸秆大概可以产出0.2吨到0.25吨菌体生物质。团队相关技术已在相关企业应用，用于生产富含蛋白质、脂肪酸以及多种维生素和矿物质的营养补充剂。

秸秆糖不仅可以用于生产蛋白质、油脂等，还可以用于发酵生产清洁能源。“目前，我们已经掌握了秸秆糖制醇、酸、酯全套工艺技术。如可以利用秸秆糖制乙醇、丁醇、脂肪酸甲酯等生物能源，提高我国生物能源自给自足能力，实现石化能源的有效替代，减少二氧化碳排放，更好地服务于国家‘双碳’战略。”崔球表示。秸秆糖还可用作生产聚乳酸等可降解材料，制造可降解的地膜、一次性餐具等。

值得一提的是，秸秆预处理时产生的“废液”主要成分是木质素，可用于生产腐植酸肥料，改良土壤补充有机质，具有良好的缓释、抗旱、抗盐碱等功能。“此前，在平度开展的木质素基人工黑土花生种植实验显示，花生开花时间提前了5天，产量比常规复合肥的产量增加了1倍，土壤生产能力得到持续改善，并显著提高了作物抗旱、抗盐碱的能力。”崔球告诉记者。

崔球团队长期致力于秸秆降解转化领域研究，在原料预处理、产纤维素酶微生物的选育及分子改造、酶解、全糖转化、下游应用等各个环节突破多项关键技术，形成了完整的设计理论、关键技术、生产工艺等特色体系，实现了秸秆等农业废弃物的绿色化高效利用，最终通过廉价原料和绿色工艺，实现粮食替代、石油替代和黑土替代。目前，依托团队技术建设的千吨级生产装置正在加紧建设中，预计6月份夏收期间将投入使用，该生产装置主要用于生产蛋白、油脂、功能糖等产品。

技术优化的脚步永不停止。崔球团队自主研发的菌株选育自动化“流水线”正在加紧调试当中，作为大规模的合成生物学、工程生物学数智化基础设施，将达到日均创建、检测及性能评估大于2万株的菌株选育效率，从而提升研发效率、降低成本，持续提升农业废弃物的利用效率和技术水平。

全市高校毕业生等青年就业创业工作会议召开

□青岛日报/观海新闻记者 任晓萌

本报4月9日讯 9日上午，全市高校毕业生等青年就业创业工作视频会议在市级机关会议中心召开。副市长赵燕出席会议并讲话。

会议强调，高校毕业生等青年就业创业承载着千家万户的希望，也关系到城市的未来发展。各级各部門各高校要切实增强做好青年群体就业创业工作的责任感紧迫感，全力以赴推动毕业生更高质量更加充分就业。

会议指出，要进一步优化吸纳就业政策，激发市场主体吸纳高校毕业生的积极性和主动性。要积极拓展市场化就业渠道，聚焦重点产业，大力实施岗位开发计划。要发挥创业带动就业作用，深入开展大学生创业引领计划。要提升公共就业服务质量，做好集中招聘，开展离校续航行动，兜牢困难毕业生就业底线。

青岛市第二届玉兰诗会举办

□青岛日报/观海新闻记者 崔燕

本报4月9日讯 8日下午，由青岛市文学艺术界联合会、青岛市作家协会、青岛市文学创作研究院主办的第二届“玉兰诗会”在青岛市文学创作研究院举办。市政协委员主席姜巧珍参加。

“玉兰诗会”是青岛市文艺界的年度盛事。诗会以“玉兰”为意象，从首届伊始，便汇聚了包括地铁职工、医护人员、公安民警、学生、外卖配送员等在内的各行各业的代表。他们的诗作，既有劳模工匠对城市建设的深情礼赞，也有外卖配送员抒写的平凡生活的诗意与坚韧。

全市党建引领民营企业和商会高质量发展工作会议召开

□青岛日报/观海新闻记者 任晓萌

本报4月9日讯 9日下午，全市党建引领民营企业和商会高质量发展工作会议召开。市政协副主席崔作出席会议并讲话。

会议要求，各级工商联组织要一体推进商会规范管理和服务发展，以党建引领会建，以会建夯实党建，将创建“一流商会”作为“两个健康”工作突破点。工作中，要突出工商联所属商会统战性、经济性、民间性，抓好“会长、书记、秘书长”三位一体建设，大力发展产业、行业、海外、域外商会，推动青岛商会改革走在前、挑大梁。

会上，6家商会会长、民营企业党组织书记作了发言；为50个“五星级党支部”、15个“一会一品”优秀案例、5个“一会一品”优秀组织奖授牌。

110名新兴领域党建工作者“上岗”

青岛加强对党建工作指导员全链条管理，为新兴领域注入“红色动能”

□青岛日报/观海新闻记者 刘佳伟

本报4月9日讯 近日，青岛市交通运输局退休干部张松友多了一个新身份——“新兴领域党建工作指导员”。“过去一直从事党务工作，这次培训让我们更加深刻认识到抓紧抓好新兴领域党建工作的重要性，明确了工作任务和职责要求。”9日，张松友参加了青岛市新兴领域党建工作指导员培训班后，表示要继续把党建业务学好练精，为做好新时代新兴领域党的建设工作贡献力量。

新兴领域党的建设工作是社会工作的“重中之重”，为深入推进新经济组织、新社会组织、新就业群体党的建设工作，市委社会工作部面向全市选聘110名新兴领域党建工作指导员，并在青岛5G高新视频党建教育基地举办专题培训班，通过专题辅导、现场教学、经验分享、研讨交流等形式，引导党建工作指导员在学思践悟中凝聚共识、明确方向、提升本领。

党建工作指导员是由各行业（综合）党委推荐，市委“两新”工委调配，选派到新兴领域指导开展党建工作的专（兼）职党务工作者。党建工作指导员主要从市直部门退休党员干部、民营企业经营管理人员和退役军人中选聘，多数人员党建工作经验丰富，综合素质过硬。他们主要承担在新兴领域“建组织、扩覆盖、提质效”，引领企业发展，为新就业群体解决急难愁盼问题等任务，引导新兴领域群体听党话、跟党走。

青岛把加强党建工作指导员队伍作为推动新兴领域党建工作落地生根的有力抓手，今年3月，市委社会工作部对全市新兴领域党建工作指导员管理办法进行了修订完善，加强对党建工作指导员的“选、派、育、管、用、酬、考”全链条管理，从规范选派程序、加强激励管理、强化组织领导等方面，提出人选标准、来源渠道、选派范围、日常管理、教育培训、关爱激励、基础保障等28项具体措施，充分调动党建工作指导员主观能动性，在宣传党的主张、开展党的工作、扩大党的组织覆盖和工作覆盖、增强党组织的政治功能和组织功能等方面发挥积极作用。

青岛已累计培育123个智能建造试点项目

□青岛日报/观海新闻记者 王冰洁

本报4月9日讯 住房城乡建设部办公厅日前通报智能建造试点城市2024年度工作情况，青岛等8个试点城市综合表现优秀。

2022年，住房城乡建设部公布国家首批智能建造试点城市名单，青岛市成为24个试点城市之一。入选试点以来，青岛许多工程建造场景发生了显著变化：火花四射之间，管道焊接机器人代替人工正在开展自动焊接作业；智能抹灰机器人则正在向一面墙喷洒灰浆，它的工作效率是人工抹灰的6至8倍；四足机器狗灵活地穿梭在建筑工地，成为建设项目的“网红监管员”……青岛在不断健全政策标准，持续推进驱动型智能建造发展良好政策环境的基础上，坚持“试点示范+全域推进”，累计培育了4批次123个试点项目，实现辖区全覆盖、类型多样化。

2025年是智能建造试点工作的收官之年。青岛将认真落实全国住房城乡建设工作会议工作安排，充分发挥政策引导作用，激发经营主体创新活力，深入推动各项工作落地落实，确保如期完成试点任务。同时提出一套可复制可推广的经验模式，为打造现代化建筑产业链、推动高质量发展塑造新动能新优势。

崂山区聚力构建算力基建、算法研发、场景落地生态体系

30个大模型加速研发应用“双向突破”

□青岛日报/观海新闻记者 衣涛

本报4月9日讯 记者从崂山区日前举行的媒体见面会上获悉，自然语义（青岛）科技有限公司自主研发的轻量化大模型（Euler）已通过中央网信办备案。至此，崂山区已有海尔智家HomeGPT大模型、海尔HomeGPT Edge大模型、卡奥斯工业大模型COSMO-GPT、自然语义 Euler轻量化大模型4个人工智能大模型通过备案，数量居青岛市首位，占山东省备案总量的三分之一以上。

AI大模型是当前数字经济的前沿领域。市工业和信息化局印发的《加快大模型创新发展 打造“模力青岛”行动方案(2025—2027年)》提出，到2027年，青岛将形成“1+N”大模型发展体系，建设50个左右具有

自主知识产权和较大影响力的大模型产品。作为国家人工智能创新应用先导区核心区，崂山区聚焦垂域大模型、海洋领域大模型细分赛道，加快构建算力基建、算法研发、场景落地生态体系，推动算力规模超2300P，为大模型训练提供强劲支撑，并通过政策引导、算力补贴、场景开放等举措，加速技术研发与场景应用双向突破，推动基础大模型、垂直领域大模型及海洋领域大模型协同发展。

除4个完成国家级备案的大模型外，目前，崂山区还有11个大模型入选全省大模型重点产品库，全区已打造出30个行业垂域大模型，形成多层次大模型矩阵。这些大模型展现出的强大能力，在推进新型工业化、培育新质生产力中大有作为。比如，卡奥斯工业大模型COSMO-GPT拥有百亿以上参

数，内置3900多个机理模型与200多个专家算法库，已成功落地工业指标优化、工业信息生成、工业问答等多个应用场景，推理准确率达到96%以上，意图识别准确率达到85%以上，持续赋能企业生产流程优化与供应链智能管理；海尔智家HomeGPT大模型作为行业首个垂域大模型，专注于云端通用能力与场景化智能决策，拥有智慧化交互引擎、智慧家庭知识库、便捷的场景引擎，可实现家庭智慧生活的全场景覆盖；海尔HomeGPT Edge大模型是智慧家庭领域首个端侧大模型，成功实现在超低功耗和超低算力的智能家居硬件产品上部署大模型，并具备在断网状态下流畅提供无间断智能服务能力，为智能家居与家电产品提供了丰富且智能的交互能力；自然语义 Euler大模型

则以“高效算力+低资源消耗”为核心优势，具备体积小、智慧程度高和使用成本低等特点，支持垂直大模型微调、衍生训练等业务，并具备单机离线部署、信创适配等能力，可依据用户需求形成私有大模型，提供专属、私密的AI赋能服务，满足个性化需求。

下一步，崂山区将围绕打造青岛AI大模

型创新中心，加速建设集算力调度、算法服

务、数据汇集等功能于一体的公共服务平台，

打造大模型产业聚集区。同时，支持企业与

高校院所共建联合实验室，突破通用人工智

能核心技术，开放智慧城市、智能制造、医

疗健康等领域场景，发力“海洋+AI”，推动大模

型与垂直行业深度结合，积极吸引全球AI人

才，培育“模型即服务”新业态，赋能千行百业

高质量发展。

青岛地铁三期7条线路土建进度过半

相继完成多个关键节点，将于2026年至2028年陆续建成通车

□青岛日报/观海新闻记者 周建亮

本报4月9日讯 目前，青岛地铁在建线路8条（2号线二期、5号线、6号线二期、7号线二期、8号线南段、8号线支线、9号线一期、15号线一期），154公里。记者从青岛地铁集团了解到，截至今年一季度，三期7条线路已全面进入土建施工阶段，进场率达98.6%。总的来看，三期规划7条线路土建工程整体进度过半。102座新建车站中，100座车站已进入主体施工阶段，53座车站主体结构封顶，累计始发掘进91台盾构/TBM（计划投用112台），占比超过81%，完成区间设计总长度的49%，集中在8号线支线、5号线一期和2号线二期等线路。

眼下，正值春季施工黄金期，青岛地铁在建线路鏖战正酣。近期，8号线支线、2号线二期、9号线一期等三期建设线路接连迎来关键节点。

不久前，8号线支线大涧站至大沽河博物馆站区间暗挖段矿山法隧道上台阶顺利贯通，标志着全线最长区间双线贯通。大区间由大涧站引出后，沿正阳西路敷设，连续下穿济青高铁、新机场高速、大沽河拐入规划营旧路，向北直行后接入大沽河博物馆站，区间全长4856.15米，采用盾构法、明挖法、暗挖法施工。

4月1日，2号线二期佛耳崖站—合川路站盾构区间顺利通过单位工程验收，成为青岛地铁三期线路中率先通过单位工程验收的



■俯瞰青岛地铁7号线北安站—营普路站盾构区间右线始发工

项目，为下一步移交铺轨施工打下坚实基础。2号线二期起于李村公园站，止于世博园站，全长约8.9公里，全部为地下线，由西向东跨越李村中心区、东李社区、院士港、世博园，串联了整个李沧区东部城区和崂山区。

就在同一天，7号线北安站—营普路站

盾构区间右线顺利始发，标志着7号线二期三标段03工区最后一个区间完成始发，对全线贯通具有重大意义。7号线二期经过即墨中心区、李沧西部，实现即墨与城阳、东岸主城区的快速联系，由北段和南段组成。北段自一期工程东郭庄站向北至营普路站，南段

从一期工程兴国路站往南至沧口站。

主要服务城阳核心区的9号线一期也迎来关键节点。3月31日，9号线一期工程正阳中路站至长城路站区间右线盾构机“长城一号”精准完成579环管片拼装后，实现“零沉降”出洞，成为9号线一期工程全线首个贯通的区间。截至目前，地铁9号线已有7座车站主体结构实现封顶，机械掘进设备累计始发12台，区间掘进累计完成18.2%，土建工程累计完成48%。这条线路将串联棘洪滩街道、城阳街道、惜福镇街道，建成后将成为贯穿城阳核心区东西向的一条“金腰带”。

值得一提的是，在三期线路建设过程中，青岛地铁加快培育和发展新质生产力，推进装配式建造成套技术、饰面高性能混凝土、复合储能技术等技术应用，持续深化绿色建造、节电技术及清洁能源等方面的探索与实践，全力打造绿色智慧发展样板，为推进城市轨道交通高质量可持续发展贡献“青岛样本”。

按照工期计划，上述线路将于2026年至2028年陆续建成通车。青岛地铁集团总工办主任刘泉维表示，后续，青岛地铁集团将把创新作为引领发展的核心动力，坚持技术创新与管理创新“双轮驱动”，以“三位一体”管理理念和推进路径，推动轨道交通优质建设、运营提效、绿色转型，让地铁在改善城市交通环境、提升城市功能品质、引领城市空间拓展等方面发挥更大的作用。