



图为浙江大学展示的国内首例厘米级细胞培养大黄鱼组织仿真鱼排样品。
洪恒飞摄

细胞培养肉被认为是极有潜力解决未来人类餐桌肉品和蛋白供应,减少人工养殖肉类动物对水资源、土地资源高度依赖的技术之一。牛肉、鸡肉、猪肉、鱼肉……近10年来,各种各样的细胞培养肉接连问世。

人类食肉进化史——

从饲养牲畜到培养细胞

◎洪恒飞 卢馨怡 本报记者 江耘

从液氮中取出大黄鱼干细胞“种子”,利用细胞活化及可控生长路径合成鱼肉,使大黄鱼肉无限供应成为可能……随着细胞培养肉技术的成熟,这一场景在不久的将来或许会成为现实。

不久前,由浙江大学生物系统工程与食品科学学院副院长刘东红教授、生命科学学院陈军教授牵头的科研团队联合大连工业大学朱偕薇院士团队对外宣布,联合团队通过干细胞分离、工厂化培养与组织化构建技术,耗时17天成功合成国内首例厘米级细胞培养大黄鱼组织仿真鱼排。

细胞培养肉被认为是极有潜力解决未来人类餐桌肉品和蛋白供应,减少人工养殖肉类动物对水资源、土地资源高度依赖的技术之一。牛肉、鸡肉、猪肉、鱼肉……近10年来,各种各样的细胞培养肉接连问世。

刘东红对此表示,多种肉类的培养体系慢慢涌现,一方面需要尽快实现低成本、规模化生产,另一方面需要健全法律法规、评估安全性。值得期待的是,全球范围内,技术与应用正在同步推进。

一场直播掀起研发热潮

2013年,一场位于英国伦敦的特殊烹饪直播,令细胞培养肉类食品引起广泛关注——彼时,荷兰马斯特里赫特大学组织工程学教授马克·波斯特利用从牛颈提取的一种称为“肌卫星细胞”的特殊干细胞,耗时数周完成了全球首例体外培养的细胞培养肉,并通过烹饪直播向公众展示。

“这10年间,多国科研人员纷纷参与细胞培养肉研发。实际上,细胞培养技术本身并不算新鲜事物。”刘东红介绍,半个多世纪前,医学上已开始了对细胞培养人体组织的研究,用于皮肤修复等。进入21世纪,国际社会越发关注粮食供应、资源紧缺的问题,利用细胞在体外培养肌肉纤维等相关技术逐渐酝酿。

刘东红解释,在打造细胞培养肉的过程中,动物干细胞在体外进行细胞增殖和分化是重要一环。其中,细胞通过增殖不断增加数量,再通过分化产生形态结构功能各异的细胞类群或组织,如肌肉组织。

虽然公众对细胞培养肉普遍持观望态度,但其产业化前景却被资本市场看好。近日,在第十九届畜牧饲料科技与经济(全球)高层论坛上,南京农业大学周光宏教授介绍,根据国外机构统计,细胞培养肉行业年度投资(2016—2021年)总计19.3亿美元,其中2021年资本投入13.8亿元,

比2019年上涨300%以上。

近两年,美国食品药品监督管理局(FDA)和新加坡食品管理局已批准细胞培养鸡肉上市。2021年,Future Meat Technologies公司宣布其中试车间在以色列竣工,可达到日产500千克细胞培养肉。

2019年11月,周光宏团队发布我国首例细胞培养猪肉。同年,由周光宏任首席科学家的科技企业南京周子未来食品科技有限公司(以下简称周子未来)注册成立。今年4月,周子未来宣布完成数千万元人民币的A+轮融资,这将促进该公司细胞培养肉种子细胞千升规模的中试工厂落地。

在刘东红看来,资本与技术相互交融,正有效加快这一领域的产业化进程。

选好“种子”与“土壤”很关键

日前,记者走进位于浙江嘉善的浙大长三角智慧绿洲创新中心未来食品实验室,只见展厅内摆放着一块瓶盖大小、泛着油光的鱼肉,凑近还能看到鱼肉表面细致的纹理,甚至可以闻到淡淡的腥味。这便是国内首例厘米级细胞培养大黄鱼组织仿真鱼排样品。

刘东红告诉记者,不同肉类的细胞培育方法大同小异,难点在于找到合适的细胞系与构建培养基,二者相当于种子和土壤的关系。

以仿真鱼排为例,科研人员从大黄鱼轴上肌和腹侧体腔脂肪中筛选分离出肌肉干细胞和脂肪干细胞,作为细胞培养鱼肉的“种子”。脂肪干细胞能够在培养基中较好增殖分化,但肌肉细胞的体外培养却困难重重。陈军和浙江大学生命科学学院黄晓副教授对肌肉细胞分化过程进行系统研究后,找到了两条影响肌肉生成的信号通路,通过调控信号通路诱导肌肉干细胞分化。

之所以将培养基比作土壤,是因为需要通过它将氨基酸、葡萄糖等能支持细胞增殖分化的基本营养素和多种生长因子组合,为细胞增殖分化提供养分。

随着肌肉干细胞的生长、分化,越来越多的鱼肉产生,但鱼肉还只是肉泥。联合团队基于可食用凝胶构建了仿生鱼肌支架,令肌肉细胞沿着3D打印的仿生结构有规则地生长,让仿真鱼排得以成形,以产生类似自然鱼肉的结构和纹路。

陈军表示,培养基是细胞培养肉生产流程中最重要的成本控制环节,联合团队筛选得到了低血清的基础培养基,有效控制了成本,为后续大规模生产打下了基础。

去年5月,清华大学医学院杜亚楠教授课题组在《生

物材料》发表研究论文,介绍团队在可食用的多孔明胶微型生物支架上,利用生物组装技术培养出数厘米大小的人造肉丸。其中,微载体的立体多孔结构,比传统的2D细胞培养瓶更加节省培养基的用量,从而降低了人造肉丸的成本。

“相比发达国家,尽管我国在这一领域起步稍有落后,但是近几年迎头追赶,与国际前沿水平基本实现并跑。”刘东红说。

从展厅到餐厅路还很长

今年3月,联合国粮食及农业组织和世界卫生组织发布了一份题为《细胞基食品的食品安全问题》的全球报告。该报告指出,预计到2050年,世界人口将达到90亿—110亿,随之而来的是蛋白质需求增长以及潜在的健康和环境问题。

根据周光宏团队推算,理论上,1克肉上提取的干细胞,经过7周、分裂45次,可以培养出2万千克的细胞培养肉。

诚然,要实现这一体量,还有相当长的一段路要走。在他看来,细胞培养肉成本需降到每克0.03元,才有可能实现对畜牧肉类的部分替代。

刘东红认为,细胞培养肉的研发初衷,并非是要马上替代现有的食品,更重要的是作为一种技术布局防患于未然。

“同时,国内开展相关研发布局,有利于在未来掌握主动权。”刘东红说,针对影响细胞培养肉安全性的风险物质,他所在的团队已启动若干研究项目,以期在该领域的国际竞争中争取话语权。

此外,上述报告还提到,考虑到细胞基食品技术的快速发展,各国需要做好充分准备建立必要的监管框架、监管机构 and 基础设施,以评估细胞基食品和生产过程的安全性,并为销售这些产品的公认术语和标签制定法律和法规。

“相关法律法规、监管体系的健全必然有一个过程。”刘东红说,在此期间,科研人员与业界需要围绕降低成本和确保安全性,进一步深化研究,为规模化生产做准备。比如,寻找培养基中高成本生产因子的可替代物、提升细胞繁殖和分化速度的关键因子等。

周光宏表示,细胞培养肉技术将重塑肉品产业格局,即未来的食用肉,一部分由畜牧业生产,一部分通过细胞培养得到,还有一部分则是植物蛋白仿真肉。确保营养、安全、好吃,细胞培养肉自然而然会被大众接受。

研究进展

我科研人员开发乳酸生产新方法

科技日报讯(记者宋迎迎 通讯员刘亚君 张跃冬)6月13日,科技日报记者从中国科学院青岛生物能源与过程研究所获悉,该所代谢组学研究组开发了以农业废弃生物质为原料生产乳酸的新方法,通过基于高温厌氧全细胞催化的整合协作发酵,实现了木质纤维素基L-乳酸的生产。相关研究成果近日在线发表于《环境管理杂志》。

一直以来,乳酸大规模生物合成依赖于葡萄糖、淀粉等粮食碳源。我国经济的快速发展及“双碳”目标的提出,对乳酸等大宗化学品的低成本生产提出了新的要求。木质纤维素等非粮碳源兼具减碳、环保等优势,但其依赖于木质纤维素到可发酵糖的高效转化。

该研究组面向我国建立自主、高效木质纤维素糖平台的迫切需求,前期提出了以产纤维小体高温梭菌为全细胞催化剂的整合生物糖化(CBS)全新技术思路,进而建立了高效非粮糖平台。CBS技术已被证明可以与微藻、酵母、细菌发酵相结合,并已被应用于木质纤维素基普鲁兰多糖的生产,证明了其实现木质纤维素生物物质高值转化的可行性。

在前期研究的基础上,研究组进一步筛选和分离了一株与CBS条件匹配的高温乳酸生产细菌2H-3,以玉米秸秆、小麦秸秆或木糖渣为底物,通过CBS技术获得糖化液后,直接接种2H-3细胞即可实现乳酸的发酵生产,无须中间灭菌、补充营养或调节发酵条件,进而成功实现了高光学纯度(99.5%)、高产量(51.36克/升)和高收率(0.74克/克生物量)的木质纤维素基乳酸生产。

控制桃休眠时间关键基因被发现

科技日报讯(记者马爱平)6月13日,科技日报记者获悉,中国农业科学院郑州果树研究所桃资源与育种团队研究发现控制桃休眠时间的关键基因,并开发了低需冷量分子标记,为控制桃休眠时间和低需冷量分子育种奠定了基础。相关研究成果近日发表在《植物生理学》上。中国农业科学院郑州果树研究所桃资源与育种团队博士赵亚林、副研究员李勇为论文共同第一作者,研究员王力荣为论文通讯作者。

休眠是落叶果树抵御寒冷冬季的自我保护机制,休眠解除后果树才能正常开花结果。

需冷量是解除落叶果树冬季休眠需要的低温积累量,生产上通常用植物经历0℃—7.2℃低温的累计时数计算。需冷量不满足会导致开花晚,甚至不能开花,从而降低产量和商品性。

桃树对需冷量很敏感,是需冷量研究的优异材料,已有研究发现了桃树多个需冷量数量性状位点,但关键基因尚不明确。

该研究以345份桃树品种为材料,利用全基因组结构变异关联分析,发现了控制休眠时间的主效基因PpDAM6。研究还发现PpDAM6能调控脱落酸生物合成基因的表达和胼胝质的沉积,进而影响休眠的解除。



图为休眠期结束的桃树开出朵朵桃花。

益生菌—植物互作新模式获揭示

科技日报讯(记者马爱平 通讯员金云翔)6月13日,科技日报记者获悉,中国农业科学院农业资源与农业区划研究所农业微生物资源团队在微生物肥料菌种与植物互作方面取得新进展,揭示了芽孢杆菌利用VII型分泌系统在菌—植接触早期快速在根表定殖的策略。相关研究成果发表在《自然·微生物学》上。

根际益生菌是微生物肥料的主要菌种,高效的根际定殖是其发挥植物益生功能的前提。能被植物吸收的二价铁是根际环境中的稀缺资源,也是益生菌在根表定殖的必需元素。根际益生菌一旦在根表定殖形成生物被膜,则可通过其铁载体和生物被膜基质持续帮助宿主植物从土壤中获取铁元素。所以,快速启动益生菌在植物根表的定殖成膜对植物非常有利。

该研究以生产上广泛应用的微生物肥料菌种贝莱斯芽孢杆菌SQR9为研究材料,发现其VII型分泌系统分泌的YukE蛋白能在菌—植互作早期直接插入根细胞膜,导致短暂性的根细胞铁泄漏,从而快速获取铁继而启动根表定殖。这种“先借后还、借少还多”的菌—植互作,代表了一种全新的根际益生菌—植物之间的互作模式,为以根际益生菌为代表的微生物肥料高效发挥作用提供了理论指导。



本版图片除标注外由视觉中国提供

“虫虫特攻队”消灭害虫保护农田

◎本报记者 李禾

我国农业害虫种类多、分布广、危害大,据《中国农作物病虫害》统计,我国农业害虫多达840种。

为防治农业害虫,大量使用化学农药又会带来农药残留超标、污染环境、人畜中毒等问题。为此,科学家将目光转向利用天敌昆虫防治农业害虫,开展“以虫治虫”。近日,武汉首次在街头大量释放异色瓢虫对付蚜虫,防治“菜树滴油”。

具有安全、有效、无农残等优点

生物防治技术是指用天敌昆虫、有益微生物或其代谢产物来控制农业害虫的技术。其中,天敌昆虫是指能通过捕食、寄生或其他方式,使农业害虫死亡或发育停滞、延缓的有益昆虫。

中国农业科学院植物保护研究所(以下简称中国农科院植保所)研究员张礼生在接受科技日报记者采访时说,在自然生态环境中,害虫和天敌相互制约,维持着一种动态平衡,因而,人们可利用天敌昆虫来控制害虫种群。

张礼生说,生物防治技术具有安全、有效、无农残等优点,具备可持续、环保、简便

与低能耗等技术优势,是保障农业可持续发展和粮食安全生产的有效措施,更是降低化学农药使用量,保障蔬菜、水果、大宗农产品安全生产的重要手段。

天敌昆虫已在田间大面积应用

据统计,自然界中的天敌昆虫种类十分丰富,按天敌昆虫种类归纳,被记录的有超过5000种。我国有记载的姬蜂科昆虫达900多种、蚜茧蜂科昆虫400多种、瓢虫380多种、寄生蝇约450种、捕食性天敌农田蜘蛛265种……

张礼生说,近年来,我国在农业害虫防治方面,较为重视利用天敌昆虫,大量饲养松毛虫赤眼蜂、大草蛉、七星瓢虫、小花蝽等天敌昆虫,并在田间大面积应用,有效地防控了农林害虫,降低了虫害损失,减少了农药污染和农产品农药残留。

“对本地已经存在的天敌昆虫采取保育措施,可避免伤害天敌昆虫,促进其繁殖,控制害虫危害。”张礼生说,在麦田,为保护蚜茧蜂、瓢虫、草蛉等田间自然生长的天敌昆虫,在其高发期不打农药;在山东日照等地,田间撒播红麻等蜜源植物,为天敌昆虫臂钩土蜂提供糖类营养物质,促进天敌昆虫种群数量增长,有效控制花生蚜虫害。

专家介绍,生物防治技术

具有安全、有效、无农残等优点,具备可持续、环保、简便与低能耗等技术优势,是保障农业可持续发展和粮食安全生产的有效措施,更是降低化学农药使用量,保障蔬菜、水果、大宗农产品安全生产的重要手段。

张礼生说,中国农科院植保所等单位

研发出蠋蜂、益蜂等捕食性天敌昆虫产品,夜蛾黑卵蜂、短管赤眼蜂等寄生性天敌昆虫产品,通过两类天敌昆虫联合释放,在田间可显著控制草地夜蛾种群数量;山东农科院植保所等单位研发出南方小花蝽、明小花蝽等天敌昆虫产品,在海南、广西等豇豆主产区,总结出“防虫网+天敌昆虫”的治理模式,有效控制了豇豆蓟马这种顽固性害虫,促进了生物防治技术的实践应用。

生物防治技术还需整体提升

经多年持续探索和协同攻关,我国研发了一批天敌昆虫产品,可工厂化生产赤眼蜂、黑卵蜂、瓢虫、蠋蜂等天敌昆虫,防治对象涵盖了我国重要农业病虫害类群。

但从总体上看,我国目前天敌昆虫的应用面积依然较小,据统计,连同天敌保育面积在内,约占耕作面积的2%—3%。

张礼生说,对农作物生物灾害开展绿色防治,实现“虫口夺粮”“防病增粮”等,应长期坚持不能松懈。特别是随着国民生产水平的提高,农产品安全和优质成为未来我国农业发展的重要目标。

不过,生物防治技术体系还面临诸多挑战。在关键技术方面,如天敌昆虫大规模生产技术、天敌昆虫与生防微生物联合互增技术尚需深入研究;在产品保障方面,天敌昆虫产品创制的技术,特别是天敌昆虫的规模扩繁及长期贮存技术还需整体提升;在应用技术方面,单项技术的科学组装、技术体系的实用化,是生产上的迫切需求。

“我国应抓住机遇,加快生物防治的科技创新。”张礼生说,具体来说,要依靠科技进步,拓展产品类群,革新繁育工艺,培育新兴产业,优化实用技术。