

农科视野

作为唯一能够转化为液体燃料的可再生资源,生物质以其产量巨大、可储存和碳循环等优点已引起全球的广泛关注。蒋剑春带领团队针对农林生物质转化过程中存在的降解产物组分复杂、原料转化率低、产品质量不稳定、能耗高等问题,开展了木质纤维和植物油脂定向转化的基础理论研究,取得了多项创新性成果。

“废”变油,生物质能的馈赠

■本报记者 秦志伟

农业废弃物、树木及其残体、动物粪便……这些看似不起眼且难以处理的东西,却是生物质能的重要来源。

生物质能与太阳能、风能、地热能等同为可再生能源,但生物质能是唯一可存储和运输的可再生能源,是国家重点鼓励发展的领域之一。根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》,在农业领域中,将“农林生物质综合开发利用”作为优先主题。

但如何转化?需要突破哪些技术瓶颈?这是中国林业科学研究院林产化学工业研究所研究员蒋剑春团队长期研究的课题。据悉,今年1月,由蒋剑春主持完成的“农林生物质定向转化制备液体燃料多联产关键技术”项目获得了2016年度国家科技进步奖二等奖。近日,《中国科学报》记者对该团队进行了采访。

一种绿色能源

日常生活中,生物质资源众多,包含农作物、树木、粮食、饲料作物的残体以及树木、动物粪便和其他有机废弃物,是唯一可再生的碳资源,可转化为常规的液态和气态燃料以及其它化工原料或产品。

据统计,生物质能潜力巨大,地球上的植物每年通过太阳能光合作用生成的生物质能总量约为1440亿~1800亿吨,大约等于现在世界能源消耗总量的10倍左右。

“开发利用生物质能具有取之不尽、用之不竭的物质基础。”蒋剑春告诉《中国科学报》记者,以生物质作为原料经过能量转换制造的液体燃料,不但可以弥补化石燃料不足,而且达到保护环境的目的。

作为唯一能够转化为液体燃料的可再生资源,生物质以其产量巨大、可储存和碳循环等优点已引起全球的广泛关注。如日本的“阳光计划”、印度的“绿色能源工程”、巴西的“酒精能源计划”等等,都将生物质能作为国家战略推进。

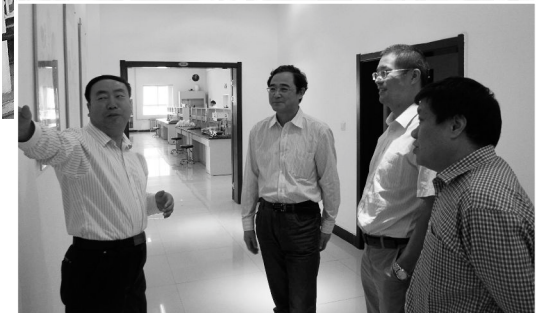
我国生物质资源丰富,如每年仅农作物秸秆和林业采伐加工剩余物就达10亿多吨。以农作物秸秆为例,有学者在考虑土壤生态保留和秸秆主要用途后认为,中国可新型能源化利用秸秆生态总量约为8661.31万吨。

“一般认为林业采伐剩余物、加工剩余物可收集的约有1亿吨,农业秸秆的可收集量比林业多,农林可收集总量约在2亿吨以上。”团队成员、中国林科院林产化学工业研究所研究员徐俊明告诉《中国科学报》记者。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》已经将生物质能开发利用技术等可再生能源低成本、规模化开发利用作为能源领域优先主题。



蒋剑春在企业调研。
中国林科院林产化学工业研究所供图



据介绍,生物质能源技术发展重点已经从第一代生物质燃料向以木质纤维素炼制为核心的第二代生物质燃料转变,工艺技术主要集中在生物转化和热化学转化方面。

蒋剑春自1996年以来,一直从事林产化学加工领域的生物质能源转化研究。他带领团队针对农林生物质转化过程中存在的降解产物组分复杂、原料转化率低、产品质量不稳定、能耗高等问题,开展了木质纤维和植物油脂定向转化的基础理论研究。

记者在采访中了解到,经过二十多年的持续攻关,蒋剑春团队突破了降解产物定向调控、生产过程持续化、多联产价值利用等工程化关键技术,取得了多项创新性成果。

利用均须转化

据介绍,各种生物质能在利用时均须转化,由于不同生物质资源的物理化学方面的差异,转化途径各不相同。徐俊明表示,热化

学转化能够直接将固体类生物质转化成液体,是生物质能源转化的重要途径,具有效率高、成本低的优势。

以木质纤维类资源为例,它是由本身均具有复杂空间结构的高分子化合物纤维素、半纤维素和木质素相互结合形成的结构复杂的超分子复合物,而将其生物质进行降解是开展生物质高效利用的基础。

蒋剑春团队创新研发了农林生物质定向热化学转化技术,揭示了木质纤维和植物油脂等不同原料的定向降解过程的基本规律,首次成功开发出规模化应用的工程化成套关键技术。

与此同时,该团队发明了新型离子热体系的木质纤维降解专用催化剂,实现五碳糖苷和六碳糖苷一步法转化为乙酰丙酸及酯,转化率提高约30%,产物纯度达到98%以上。

针对农林生物质转化利用中存在生产能耗高的难题,蒋剑春团队创新开发了连续甲酯化制备燃料油工程化技术,首创高酸价油脂连续

酯化与酯交换制备生物柴油工程化技术。

“能耗比国内传统生物柴油生产技术降低了20%,比国外同类技术降低了9.8%,综合生产成本节约15%以上。”蒋剑春表示,这解决了目前生物柴油生产过程中原料预处理工艺复杂、间歇式反应工艺能耗高、安全性差、催化剂回收污染环境等问题。

此外,该团队创新了农林生物质高值化利用多联产工程化关键技术,如创新开发了木质素替代苯酚制备酚醛塑料关键技术。

木质素是广泛存在于植物体内的天然多酚类化合物。在自然界,木质素的储量仅次于纤维素,且每年以500亿吨左右的速度再生。但目前,超过95%的分离木质素未被利用。

该团队还揭示了农林生物质活性炭活化控制与吸附性能的构效关系,创立了活性炭微孔与介孔结构的调控方法。发现了催化剂提高木质炭反应活性的作用机理、高温重整过程温度变化速率以及活化介质对活性炭微孔结构的定向调控机制,制备出介孔结构丰富(>60%)的分类分子筛型专用活性炭。

蒋剑春表示,这项技术实现木质素改性酚醛泡沫的连续化生产,解决了木质纤维素液化过程中木质素利用价值和反应活性低的问题,降低了酚醛材料原料成本,实现了木质纤维资源的全质高值化利用。

综合效益明显

据悉,该项目属于技术开发类,集成了农林生物质定向转化制备液体燃料多联产关键技术,具有自主知识产权,总体技术达到国际先进水平。获得授权发明专利47件,制定行业标准1项。

据介绍,该项目在木质纤维原料全质利用选择性转化乙酰丙酸及其酯,植物油脂连续转化高品质燃料联产环保塑型剂工程化等关键技术达到国际领先水平。

截至目前,成果推广到江苏、浙江、山东、内蒙古、安徽等地区,建成了年处理8万吨木质纤维素制备乙酰丙酸及其酯、年产10万吨生物柴油等连续化生产线,以及全球最大的年产5000吨催化裂解制备富烃燃油和国内外首条年产6万立方米木质素酚醛泡沫示范线。

值得一提的是,近三年,成果新增销售收入31.5亿元,利润4.07亿元。其中,乙酰丙酸及其酯、生物柴油等产品在国内市场占有率近30%。

“成果的推广应用,对于农林生物质能源化高效利用、减少农林废弃物资源对环境的影响,有效替代化石燃料,具有显著的经济、社会和生态效益。”蒋剑春说。

中的二氧化碳滤出制造液体“燃料”。

去年6月,Nocera团队报道了转化人工叶子的镍铝锌催化剂,其对微生物而言有毒、对钴和磷细菌友好。新系统提供的生物量和液体“燃料”产量大大超过了来自天然光合作用的部分。

“燃料只是第一步。”Nocera表示,“达到这一点说明你有了一个可再生的化学合成平台。现在我们展示它的普遍性,通过另一种细菌把大气中的氮弄出来制造肥料。”

对于这种应用,科研团队设计了一个系统,在此黄色杆菌从人工叶子中固定氮、从大气中固定二氧化碳,来制造像燃料一样将细菌内储的生物塑料。

“之后我把它放在土壤里,因为它已经用阳光来制造生物塑料了。”Nocera说,它把氮从空气中拉过来,利用储存着氢的生物塑料,作为物施肥料造氧。

Nocera的实验室分析了这个系统的氮产量,真实的证据就在萝卜上。科研人员用他们的方法进行了五个作物种植周期。接受仿生叶源肥料的蔬菜重量比对照作物多150%。下一步,为了提高生产量,Nocera希望印度和撒哈拉以南的非洲农民可以自己生产肥料。(王方编译)



右侧为使用人工叶源肥的萝卜 哈佛大学 Nocera 实验室供图

海洋生命蛋,做『中国好蛋』

■本报记者 廖洋

禽蛋是人们日常生活中重要的营养来源,历来受到高度认可和广泛喜爱。我国也是禽蛋生产和消费的第一大国,年人均占有量连续二十多年居世界第一,但是蛋的品质长期以来却没有大幅度地提升。

近日,中国科学院海洋研究所研究员刘建国设计开发了海洋生命蛋。他把海洋生物的活性成分先通过多种生物富集积累起来,再经过禽类生物工厂的转化,将营养物质集中到禽蛋中。

“通常来讲,海洋生物的各类营养元素是很难全面获得的,我们希望通过海洋生命蛋实现这一突破。”刘建国说。

做老百姓能接受的保健品

病来如山倒,身体不适时才寻医问药,实属亡羊补牢。而平时加强营养,增进健康,防患于未然,才是发展大方向。

刘建国表示,“我国保健品市场鱼龙混杂,老百姓对此不认可,感觉不出保健品的真正价值,也没把保健品当成必需品。但有些产品确实对健康非常有益,如何让老百姓普遍接受并摄入这些功能性营养?我想了很多年,最终选定了禽蛋这一公认的安全、传统且生活必需的农副产品作为载体。”

刘建国研究的虾青素是公认已知最强的、可使用的抗氧化性物质,被称为可食用的软黄金。他最关心的还是虾青素在加热过程中如何能不被破坏。“老百姓花了钱去买,就应物有所值。如果因食用方法不当,不能有效摄入人体,白白地浪费掉,作为科研工作者的内心是不安的。”

怎么能让老百姓有效摄入这些有益物质呢?为探讨蛋的加热煮熟中有效保护天然虾青素问题,刘建国团队就用掉了三百多枚蛋,最终拿出了一种最佳食用方法。

然而,禽蛋中只有虾青素单一营养成分,他觉得还远远不够。“我们是研究海洋的,从拉动产业发展来说,要考虑更多海洋生物资源的利用。”日前,刘建国做到了将多种海洋生物的营养与禽蛋的有机融合。首先,通过多种海洋生物将各类活性成分富集起来,然后经合理搭配和营养强化,利用鸡、鸭、鹅等家禽为生物工厂进行转化,不仅家禽的肌体变好了,蛋的品质和营养成分也全面提高,实现了食品在色香味美和营养要素上的一应俱全。

他希望通过增加禽蛋中天然生物活性物质含量,增加其附加值和营养健康功能,提高居民健康水平,促进养殖业的纵深发展和农产品的深加工,为传统的禽类养殖转型和升级提供借鉴,为该行业供给侧改革提供助力。

“不需要吃鱼油,吃个海洋生命蛋就够了。”刘建国举例来说,同样是鱼油营养成分,鱼油胶囊是工厂加工的产品,而海洋生命蛋则是生物转化的农副产品,其安全性更高,缩短了生产链,却显著提升了产业链。

变保健品为必需品

就鸡蛋而言,其营养成分主要包括蛋白质及必需氨基酸、脂质及不饱和脂肪酸、色素类生物活性物质等。鸡蛋中蛋白质不但含有人体所需的各种氨基酸,而且几乎能够全部被人体所吸收利用,因此鸡蛋被认为是最理想的蛋白质来源。

刘建国介绍,在普通饲料基础上,添加源自于海洋生物的营养强化成分,饲喂给健康蛋鸡所生产的海洋生命蛋,其品质和营养得到显著提升。海洋生命蛋富含脑黄金DHA、ARA等不饱和脂肪酸、虾青素、叶黄素、玉米黄素等类胡萝卜素、组氨酸、蛋氨酸等8种必需氨基酸,以及有机硒等营养物质。这十余种活性成分的均衡提高,赋予其极高的营养保健价值。

经多家第三方权威分析机构测定:海洋生命蛋的品质也发生了显著变化。海洋生命蛋清黏稠、弹性强;蛋黄大、细腻光滑,不易散;色泽艳丽,色价高,呈橙红到鲜红色;蛋黄中对人体有益的不饱和脂肪,特别是HAD和ARA等多不饱和脂肪酸显著增加,提高幅度高达90%;而组成蛋白质的8种必需氨基酸也都较普通鸡蛋有显著提高,其中蛋氨酸升高了100%,组氨酸增加了60%;此外,海洋生命蛋的类胡萝卜素含量显著高于普通鸡蛋。同时叶黄素和玉米黄质的比例发生显著升高,一般不低于1.0,而普通鸡蛋中的叶黄素与玉米黄素比率通常不高于0.8。

未来将进一步细化功能

当今市场对营养保健品的需求日益强烈,给禽蛋业提供了发展契机。海洋生命蛋在色、香、味、美和功能营养上,实现了一系列突破,给禽蛋产业注入了新活力,也促使禽类科研和养殖从业人员把注意力投向开发无公害、天然绿色、高营养和保健功能性产品上。下一步在产业化推广中,能否带动国内外整个禽蛋产业的转型、升级和跨越发展尚需考验。但不可否认,这将是禽蛋业蜕化转变和飞跃的开始。

刘建国表示,在禽蛋饲养中,调整不同海洋生物的投入比例,将改变海洋生命蛋的营养组成,可细化其保健功能。未来,他们将针对人群的营养需求差异,调整饲喂方案,细化海洋生命蛋功能。比如针对怀孕与哺乳期妈妈、儿童与青少年,研发DHA强化型海洋生命蛋,以利于大脑发育、增强智力、缓解视疲劳;虾青素强化型海洋生命蛋,清除自由基,预防各类氧化损伤,供给中青年爱美人士呵护肌肤、美容驻颜;有机硒强化型海洋生命蛋,将可保护老年人心脑血管和肝脏等重要器官的健康。

刘建国笑着说,“蛋很有营养,但我们每每说到蛋并不好呀,比如坏蛋、臭蛋、混蛋、调皮蛋等,从来就没有‘好蛋’。我们要做的就是‘中国好蛋’!我们先将这枚好蛋送上十八届中国(寿光)国际蔬菜博览会,让中国好蛋走入千家万户。老百姓吃着好,那才是真的好!”

进展

水稻孕穗期耐冷基因研究取得新进展

本报讯 近日,中国农业大学李自超团队在水稻孕穗期耐冷基因克隆与进化研究中取得新进展。他们发现,编码作物中十分保守的蛋白激酶基因CTB4a,能够提高水稻生殖长期的耐冷性,在低温条件下水稻保持较高花粉育性,从而提高结实率和产量。该研究在《自然通讯》(Nature Communications)上在线全文发表。

李自超课题组与云南农科院合作,利用孕穗期耐冷高原粳稻和冷敏感粳稻为亲本,通过多年杂交和回交构建一系列孕穗期耐冷近等基因系和定位群体,把其中第4号染色体上的耐冷

QTL qCTB4-1精细定位在56.8 Kb区间内,结合核苷酸序列分析和表达分析确定CTB4a为候选基因,通过转基因和突变体材料的耐冷性鉴定,最终验证了CTB4a的耐冷功能。

进一步研究发现,亲本启动子变异是引起耐冷性差异的根本原因,单倍型分析发现耐冷单倍型Tej-Hap-KMXBG是温带粳稻在低温环境驯化产生的。此外,研究发现CTB4a与AtPB互作,通过介导冷胁迫下ATP含量调控水稻应对低温胁迫的能力。CTB4a基因的克隆为水稻耐冷理论研究积累经验和数据,也为水稻耐冷育种提供了重要的基因资源。(恩和)

毛白杨雄株良种壮苗根治飞絮

本报讯 近日,北京林业大学林木育种国家工程实验室与北京市、山东冠县、河北威县等地协同创新,为园林绿化定向生产国家良种。目前已选育出“北林雄株1号”“北林雄株2号”等品种,成为有效解决杨树飞絮问题的适宜替换品种。

毛白杨是我国特有的乡土树种,具有树形美观、生长迅速、材质优良、适应性强等特性,是既能快速提供木材的树种,也是我国北方能快速形成遮阳作用的城乡绿化基调树种,在我国至少已有二千多年的栽培历史。

近年来,杨柳树絮却成了严重影响北京人居环境、居民健康、交通安全的社会问题。实验

室负责人康向阳教授介绍,主要原因是种植了大量杨柳雌株品种所致。飞絮实际就是杨柳雌株蒴果成熟后附着在种子上的种毛。一般4月上旬到5月上旬,毛白杨、柳树、青黑杨种、黑杨等种子依次成熟,形成一个地区可能持续40天左右的杨柳树絮飘舞的景象。

据介绍,解决北京市杨柳飞絮问题的方法很简单。只要在城乡绿化和用材林栽培中替换种植雄株品种即可。除了选育出优良品种外,专家们还研究出了这些国家良种组培快繁技术、硬枝扦插与根蘖配套育苗技术,加快了雄株毛白杨良种的繁育力度,为治理杨柳飞絮提供更多优质壮苗。(铁铮 程武)

第四届农产品产地初加工科技交流大会召开

本报讯 4月14日—16日,由中国农学会和郑州轻工业学院共同主办,徐州工程学院、北京强农惠农现代农业科学研究院等承办的第四届农产品产地初加工科技交流大会成功召开,来自农业部、中科院等的100余家农产品加工主管部门、高校、科研单位和农产品加工企业的300余名代表参加会议。

此次大会上,中国工程院院士朱蓓薇作了“创新发展大健康食品产业,助推健康中国”中国农业科学院农产品加工研究所所长戴小枫作

了“现代农业的营养健康本质与财富特征”美国爱荷华州立大学教授Jay-lin Jane作了“抗性淀粉和人类健康”等6场主旨报告,同时还举办了果蔬加工、粮食加工、综合利用与冷链物流三个专题的32场报告。

此次会议对支持发展农产品产地初加工,加强初加工各环节设施的优化配置;推动初加工设施综合利用,推进初加工全链条水平提升,加快农产品冷链物流发展,实现生产、加工、流通、消费有效衔接具有重要的意义。(史俊德 刘磊)