
科学研究动态监测快报

2008年11月10日 第5期 (总第5期)

生物能源科技

中国科学院青岛生物能源与过程研究所主办

中国科学院青岛生物能源与过程研究所

山东省青岛市崂山区松岭路189号

邮编: 266101 电话: 0532-80662641

电子邮件: chengjing@qibebt.ac.cn

目 录

【专栏】

新型能源作物——甜高粱 1

【前沿】

美国新型作物能源 3

研究者在污水制氢方面取得新突破 3

新的方法从农作物中发酵丁醇 5

原料的脂肪酸成分对于生物柴油特性的影响 5

增强木质纤维素原料消化率的预处理 6

把木质粉末转化为燃料 6

将纤维素降解为糖类的新工艺 7

从耐旱植物仙人掌中制备沼气 8

【短讯】

从垃圾到燃料：把城市垃圾转化为清洁能源 8

夏威夷州制定可再生能源目标 9

增加生物燃料废弃物的价值 9

甘蔗渣有益于巴西电力发展 9

纤维素糖将成下一步的糖类投资方向 10

MSU建立了垃圾—能量研究中心 10

海藻——绿色燃料替代品 10

【专栏】

新型能源作物——甜高粱

甜高粱曾以它的糖浆可作为甜品饼干而闻名。但如今，在佛罗里达州有很多公司想要用这种作物作为生产生物燃料乙醇。以甜高粱制乙醇作为生物燃料具有很好的前景：这种作物比甘蔗、玉米对环境更加友好，并且具有更高的能量产出。这种生物燃料是从植物资源中获得能量的，通过精练，它们可以被添加到汽油中，或是单独作为燃料使用。

“甜高粱作为糖浆已经被广泛使用了，但是作为乙醇却没有，”肯塔基州立大学的教授 Morris Bitzer 解释，每月他都会收到超过 50 条来自世界各地的信息，询问甜高粱是否可以做为乙醇加工原料。“甜高粱已经成为了关注热点，我已经把种子寄往 30 个国家，还有佛罗里达州的五个地区。” Bitzer 还说，当美国还没有进行从甜高粱中获取乙醇的工业生产时，2007 年，中国和印度已经从这种作物中生产出了 13 亿加仑的乙醇。

Rutgers 大学的访问教授 Zane Helsel，在佛罗里达大学的湿地研究和教育中心进行了高粱品种的实地试验，他表示虽然甜高粱已经被认为是一种具有潜力的“新型能源作物”，但其实它在美国中南部地区种植超过 80 年了。从甜高粱中获取乙醇很速效，不像利用纤维素获取乙醇，例如通过农作物废弃物或是加工废料，像是锯末或是种植用来生产燃料的柳枝稷等。甜高粱“很像甘蔗”，Helsel 解释，“你可以把它榨汁并直接发酵为乙醇，就像用葡萄制成红酒一样。”从 Helsel 的试验田得到的数据显示，甜高粱的亩产可产出 100 到 600 加仑的乙醇。

当被用作一种生物燃料，甜高粱是胜过甘蔗的。在选择甜高粱之前，佛罗里达州的很多公司用的是甘蔗或玉米作为原料生产乙醇。Renergie 公司的首席执行官 Britan Donovan 说，“在对甘蔗进行了 18 个月的研究后，我们提出还能从中得到什么呢，我的一个朋友已经开始在中国种植甜高粱，现在每个人都在狂热追求使用甜高粱。”他还补充到，“使用好的品种及其收割设备，甜高粱的亩产可产出 800 加仑的乙醇。”这个月，Donovan 的公司已经开始在 Kaplan 建设工厂，他希望最终可以在佛罗里达州建立 10 家生物精练工厂。但是目前，基础设施建设还是滞后的。

甜高粱的一些问题

一些人指出，一年中除了一月，甜高粱几乎都生长在佛罗里达州南部地区，但也有专家指出这种作物不适于在夏季生长。还有，除了作为家畜饲料，目前它没有很好的市场。而且从小树林中收割甜高粱运到最近的农舍所需的花费非常

高，所以很多人并没有打算种植这种作物。

佛罗里达州国际大学应用研究中心的副教授 **George Philippidis** 指出，对于这种作物，还有很多的工作需要开展。人们需要研究甜高粱对于土壤、气候和其他方面的影响。这种作物是具有前景的，但是到处规划工厂是不成熟的。

全球可再生能源公司主席 **Ray Coniglio** 指出，他们已经种植了三种高粱作物，他们将申请联邦许可对投资者和农场进行排序。“找出我们所需的全部投资者很难，但是我们准备这样做，” **Coniglio** 说，“因为到了 2010 年，佛罗里达州需要实现生产全国 10% 的乙醇目标，如果我们不在这里生产，将不得不进口乙醇，所以这是一个很好的机会。”

为什么选择甜高粱

甜高粱具有高糖份，是甘蔗的姊妹作物，已经成为了新的生产乙醇的原料。目前，美国没有开展从甜高粱中生产乙醇，但是每年会生产 200 万加仑的甜高粱糖浆。

优势：

- 甜高粱比玉米和甘蔗需要更少的水和肥料
- 它可以与蔬菜轮作耕种
- 它可以耕种在不适合粮食作物的边际土地上
- 它需要 3 到 4 个月的生长，而甘蔗需要 13 到 14 个月的生长
- 它不需要上市
- 甜高粱每投资耕种 1 个能量单位，会产出 8 个能量单位，这与甘蔗相似，玉米可以生产出 1.25 个能量单位
- 它的糖份可以运用现有技术转化为乙醇

劣势：

- 它不能存贮，必须在收割后 24 小时内使用，否则会损失其中一半的糖份

来源：肯塔基州大学；佛罗里达大学；国际半干旱热带地区作物研究所

程静 编译自

http://www.palmbeachpost.com/business/content/business/epaper/2008/10/12/a1f_sorghumethanol_1013.html

检索日期：2008 年 10 月 15 日

【前沿】

美国新型作物能源

美国农业部农业研究局 (ARS) 的科学家 Peoria 在他们的商业化中试工厂中用 *camelina*, *canola*, *Cuphea*, *lesquerella*, *milkweed* 和 *pennycress* 生产批量油脂。这些作物可能会为美国的一些工业提供原材料, 用来生产从肥皂到车用生物燃料等不同产品, *Cuphea* 还可以用来制作飞机原料。

从 1999 年开始, 植物生理学家 Russ Gesch 和他的同事在位于 Morris 的北部土壤保持研究实验室中研究 *Cuphea*, 他们还与俄亥俄州辛辛那提的同事 Procter & Gamble 合作, 用 *Cuphea* 中提取的脂肪酸制造洗衣机和其他产品。同时, Morris 的科学家还与 Terry Isbell 等其他的农业研究部新作物与过程工艺研究室的研究人员, 及国家农业应用研究中心的部分机构进行合作。Gesch 和他的同事主要研究使作物高产的种植方法, Isbell 和他的同事的研究重点在用作物制作工业产品的方法与转换过程。

这些作物为燃料及工业产品的生产可持续的供应原料, 并且不会减少美国的食品供应, 不会占用土地。Morris 的科学家还开始研究制定玉米-大豆作物发展路线图计划, 其中也包括制作纤维素酒精的草本作物: 柳枝稷、须芒草、假高粱属植物等。

他们的目标是发展一个是生物量最大化的作物系统, 同时维持或者增加土地的产量。例如, 农民将苜蓿作为冬种作物, 大豆做为夏种植物, 这样可以在产燃料的同时不影响粮食生产。

Cuphea 是美国少数产油的作物之一, 其中含有一种可用来制作肥皂、化妆品、机油或者工业润滑油的脂肪酸。这些油类目前只在热带生产, 由棕树的果实或者可可油生产。

苏郁洁 编译自

<http://www.ars.usda.gov/is/pr/2008/081010.htm>

检索日期: 2008 年 10 月 16 日

研究者在污水制氢方面取得新突破

只要解决了污水短缺的问题, 当由生物废弃物生产氢气的技术实现商业化的时候, 我们就能获得源源不断的能量供给。

一项新的制氢工艺可以使用几种不同的生物废弃物, 包括普通的城市污水等。这样, 生产氢气的成本比传统的电解技术要小的多, 并使生物燃料电池在以

后的应用更为可行。这项最新研究由俄勒冈州立大学工程学院的科研人员完成，成果发表在专业杂志《水研究》上。

研究指出，与水电解制氢相比，这种方法可减少制氢过程中能量消耗的 75% 左右。但是在降低正极材料的成本及提高效率方面还有很多工作要做。“在实验室中，我们已经非常接近能源部对于氢能成本的要求了，生产每加仑石油当量的能量大约需要 2-3 美元。” OSU 大学生物与环境工程助理教授刘红说，“其他正在进行的一些实验研究可以使系统放大实现商业化应用。但这还不是最好的消息。”如果废水制氢的产量大量提高，这套装置也可以同时净化污水。概念上说，工厂可以一端输入污水，另一端输出清洁水和氢能源。它的生产潜力会受限于污水量，因此，废水以后将不再是一个难处理的问题，而是一种贵重的资源，是国家可持续发展资源的一个重要组成部分。其他的生物废弃物也可以利用，如木质素、食品加工厂的废弃物、牲畜粪便等农业废弃物。

由微生物电解电池或者微生物燃料电池的基本研究得出的结果显示，无膜微生物燃料电池的成本要低很多。“无膜的微生物燃料电池可以使结构、操作、维持等都大大简化，并且降低了内部电阻，增加了氢气产率。”研究者在报告中指出，在这些系统中，污水中的微生物会吸附在阳极表面上，降解污水中的废弃物，类似于一个电池的装置。废弃物降解后产生的质子移动到阴极，于电子结合生成氢气。

这套装置既可以用来制氢也可以产生电能，因此可用作产生电能的氢燃料电池，是一项应用广泛的技术。刘红说：“人们一直认为氢能是车用电池的理想燃料。氢燃料电池的能效大约为 60%，大约是汽油内燃机的 2 倍。并且不会产生污染，副产物只有水。目前实现燃料电池汽车的关键一步是解决氢能生产的问题。”在刘红的实验室中，氢能的生产成本已经接近国家能源部的要求了。“这里的成本计算的时候还不包括美国每年在废水处理上所花费的上百亿美元，这会使得这项技术更加经济实用。此外，这项技术的另一个应用是在发展中国家或者偏远地区，这些地方往往没有或是很少污水处理厂，没有地方性的发电厂，这套装置可以同时解决这两个问题。毫无疑问，这可以提供一个可持续发展的模式，我们可以处理废水的同时生产燃料。”

苏郁洁 编译自

<http://biobased.org/node/18515>

检索日期：2008 年 10 月 17 日

新的方法从农作物中发酵丁醇

近日,一种改进了的生产丁醇的方法可以使丁醇像乙醇一样成为清洁的可替代汽油和其他化石燃料的新型燃料。与乙醇相比,生物丁醇具有很多优势。它具有更低的腐蚀性,可以用现有管道进行输送。它可以与汽油混合或是单独在内燃机中使用,每加仑可比使用乙醇情况下产生更多能量。

直到 20 世纪中期,生物丁醇还是通过糖类发酵获得的,例如玉米或是糖蜜中的葡萄糖。如今,发酵仍然是生产丁醇的主要方法,四碳酒精主要用作工业溶剂。高企的油价使得人们重新关注把丁醇作为生物燃料。Nasib Qureshi 在 2003 年运用了新的方法从玉米中发酵葡萄糖和其他糖类。然后,他又把研究对象转向了小麦秸秆,这种资源丰富的,价格低廉的基于葡萄糖的原材料。与其他生物丁醇加工过程一样,Qureshi 的方法需要通过各种梭菌进行重要的发酵。但在发酵进行之前,秸秆需要经过预处理和水解。水解步骤中通过酶分离了秸秆的纤维素和半纤维素成分。这就释放了单糖,使梭菌可以发酵它们,并转化为三种产品:丙酮、丁醇和乙醇。

Qureshi 等发现的生产丁醇的方法是这样的,在小麦秸秆经过稀释的硫酸或其他化学品预处理后,原料在包含三种不同类型酶的生物反应器和 *C. beijerinckii* P260 培养基中发酵。这种方法允许酶和梭菌同时工作。当秸秆酶水解后,释放了单糖,梭菌就开始工作把它们进行发酵。通过“气提”步骤,生产出的丙酮、生物丁醇和乙醇可以分离出来。而且,气提还可以保护梭菌,使生物丁醇不会达到对它们造成伤害的水平。

程静 编译自

<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/oct08/fuel1008.htm>

检索日期: 2008 年 10 月 21 日

原料的脂肪酸成分对于生物柴油特性的影响

Maria Jesus Ramos 的研究小组运用酯交换反应,对原材料成分对于产出的生物柴油质量的影响进行了研究。

实验中,十种精炼的植物油在甲醇钾催化剂下进行了酯化,标准的反应条件为:反应时间,一小时;催化剂含量,最初的油含量的 1wt%;甲醇/油的摩尔比率,6/1;反应温度,60° C。生物柴油的质量是根据 UNE-EN 14214,2003 汽车燃料标准,柴油发动机的脂肪酸甲酯(FAME)标准进行检测的。其中的一些

参数，例如氧化稳定性、十六烷值、碘值、冷滤点都是通过两个参数与每种生物柴油的甲基酯成分相关的，不饱和程度以及长链饱和因素。

研究最终得出了一个三角形图，单不饱和、多不饱和以及饱和甲基酯都在图中得到了很好的体现，构建这个三角形图的目的是为了预测欧洲标准下生物柴油的重要参数及其组成成分。

程静 编译自

Mari a J. R., Carmen M. F., Abraham C., Lourdes R. and Ángel P. (2009). “Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel.” *Journal of Bioresrouce Technology*, 100(1), pp.261-268.

增强木质纤维素原料消化率的预处理

Hendriks 等对于木质纤维素原料的消化率的研究主要是为了使其有效的转化为（半）纤维素，并生成乙醇、沼气、氢气等。木质素含量、纤维素的晶状体球蛋白、粒度等很多因素限制了半纤维素和纤维素在木质纤维素中的消化率。每一种预处理方法都对纤维素、半纤维素和木质素这三种木质纤维素原料的主要成分起作用。

Hwnseiks 等比较了几种预处理方法对于三种木质纤维素成分的不同效果。研究发现，蒸气预处理、石灰预处理、热水预处理和基于氨水的预处理方法是具有潜力的。主要的效果是消溶了半纤维素和改变了木质素结构，为酶水解提供了改良的、易处理的纤维素。

程静 编译自

A.T.W.M. Hendriks and G. Zeeman. (2009). “Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass.” *Journal of Bioresrouce Technology*, 100(1), pp. 10-18.

把木质粉末转化为燃料

美国卡尤加郡的公司发明了一种被称为 Summerhill 的生物质系统，可以把废木料、玉米秸秆和其他农业废弃物转化为工业燃料，方法是把它们加工成粉末，这样可以使它们像燃油或是丙烷一样燃烧。

这种粉末比其他使用生物量作为燃料的方法更具成本效益,因为它不需要把植物原料转化为乙醇或其他液体。同样,它也比普通的在炉子中燃烧这些材料更具效能,因为这种方法可以更好的控制热量。这些被碾成粉末的颗粒通过压缩空气的方法喷射点火,就像液体燃料的油滴通过喷射制造火花点火一样。这项技术解决了大部分传统的生物质能生产中的问题。

在冬天,这种粉末状生物质燃料供给一个房子一个月的取暖大约需要花费 265 美元,普通的燃油需要花费 450 美元,丙烷需要 420 美元,而燃烧木材则需要 360 美元。不仅如此,这种生物质燃料也不需要太大的存储空间。这个系统的设计不但解决了技术上的问题,还解决了经济上的问题。

程静 编译自

<http://www.theithacajournal.com/article/20081022/NEWS01/810220330/1002/rss>

检索日期: 2008 年 10 月 23 日

将纤维素降解为糖类的新工艺

德国的 Max Planck 研究所发布了一条最新的将纤维素转化为糖类的方法。

研究人员发明了一种新的将植物纤维素转化为用于生产纤维素乙醇的糖分子的方法。这种方法首先使用一种离子液体将纤维素打断成为更短的葡萄糖链,然后使用一种固态酸性树脂将这些糖链分成单糖分子,用来生产生物燃料。研究人员指出,即使是坚硬的纤维素微晶也可以通过这种方法分解成糖分子。

目前为止,打断植物和木材纤维素中糖分子之间的连接非常困难。在室温下,如果没有微生物的作用,纤维素的降解需要几百万年。纤维素之间的这种强作用力也使得人类不能消化纤维素和木质素。

现在一般是通过高温高压或者酸解的方法将纤维素转化为糖,这需要消耗大量的能量。这一方法中是将纤维素溶解在离子液体中,这种离子液体是一种无机盐,在室温下为液态,并且可以释放质子。

加入水之后,将被打断的纤维素从离子溶液中过滤出来,这些溶液可以作为催化剂再次使用,通过酶解作用将从离子溶液中过滤出来的葡萄糖链转化为单糖。然而研究人员 Schüth 指出,这个方法在实现商业化之前还有需要改进的地方,问题之一是过程中使用的离子溶液成本太高,不适合大规模的工业化应用。

苏郁洁 编译自

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/story?id=53944>

检索日期: 2008 年 10 月 31 日

从耐旱植物仙人掌中制备沼气

在过去几年中，科学家 Axel Tarrisse 发现一种无刺仙人掌——Opuntia 可以作为一种耐旱植物种植在边际土地上，用来转化为沼气。他的研究重点是为复原边际土地而种植的耐旱饲料灌木。研究中发现，在德国，玉米青贮通常作为生产沼气的原料，但是无刺仙人掌具有很高的生物量产出，可以通过厌氧发酵生产沼气和肥料等附属品，替代玉米青贮。使用无刺仙人掌作为能源植物具有很广阔的前景，在地中海气候下，Opuntia 可以很容易的得到足够的灌溉，但是玉米青贮则不行。在同样的灌溉和施肥培养下，Opuntia 的年产出约为 120, 000kWh/ha，是玉米青贮的两倍。

目前，北非和巴西东北部地区都种植了大约 500, 000 ha 的 Opuntia，南非种植了 300, 000 ha 的 Opuntia，用来作为耐旱饲料。突尼斯每年需要进口 20 亿立方的天然气，而该国已经种植了 500, 000 ha 的无刺仙人掌，如果把它们用来生产可以代替所有的进口天然气。

程静 编译自

<http://biopact.com/2008/10/interview-axel-tarrisse-makes-biogas.html>

检索日期：2008 年 10 月 30 日

【短讯】

从垃圾到燃料：把城市垃圾转化为清洁能源

美国农业部农业研究局（ARS）的科学家研究发现新的方法把城市垃圾或是农业残渣转化为清洁能源。

30%—40%的生活垃圾是纸质的，富含纤维素，它们可以很容易的被发酵用来生产乙醇。同样，农业残渣像是水稻秸秆等也可以用来生产乙醇。在大部分的情况下，农业残渣在用作生物能源之前需要经过预处理，但是这种新的方法是只用加热和水来预处理农业残渣，这代替了传统的化学品材料，使得生物精练过程更为绿色。城市固体废弃物也需要经过预处理，它们需要在 2 吨容量的高压灭菌器中进行处理，转化为灰色的轻质物。经过预处理的农业残渣和高压灭菌处理后的城市固体垃圾随后会被转移到发酵桶中，在添加了酶和酵母后将生成乙醇。

程静 编译自

<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/oct08/energy1008.htm>

检索日期：2008 年 10 月 22 日

夏威夷州制定可再生能源目标

近日,夏威夷州签署了一项计划旨在解决在发电和交通系统方面对化石燃料的依靠。目标是到 2030 年,夏威夷州 70% 的能源要来源于清洁资源,而目前该州 10% 的能源为可再生能源。这个计划中还有一些激励措施用于鼓励电动汽车的使用,以及对安装家庭太阳能和风能发电系统的用户提供优惠便捷的贷款政策等。

程静 编译自

http://bioenergy.checkbiotech.org/news/2008-10-22/Hawaii_outlines_renewable_energy_goals/

检索日期: 2008 年 10 月 23 日

增加生物燃料废弃物的价值

生物燃料是可以替代化石燃料的可再生能源。但是生物燃料生产与传统的石油精炼一样遇到同样的困扰——过多的废弃物。在传统精炼中,大约 60% 的天然油被加工成汽油,其余的都被加工成其他产品。同样,随着生物燃料生产的增加,市场上充斥着很多废弃物副产品,特别是甘油产品。

美国 Rice 大学的 Ramon G. 和 William A. 发明了一种新的发酵方法,可以使用大肠杆菌把甘油转化为具有更高价值的化学品,例如琥珀酸、甲酸等。琥珀酸可以用作食品或饮料的添加剂,燃料和香水的中间体,还有医疗应用等。甲酸可以用作防腐或是抗菌等。

程静 编译自

http://www.csrees.usda.gov/newsroom/impact/2008/nri/10201_biofuels.html

检索日期: 2008 年 10 月 23 日

甘蔗渣有益于巴西电力发展

Frost & Sullivan 的研究者分析发现,在巴西,使用甘蔗渣发电得到的电容量,可减少对于水利发电的依靠。研究发现,目前,巴西生物质能占到了全国总能源的 4.1%,而其中的大部分来源于甘蔗渣。如今巴西 83% 的电能来源于水利发电,水利发电主要依靠于水位高度等,通过甘蔗渣发电也增加了电能来源的多样性。

程静 编译自

http://www.biomassmagazine.com/article.jsp?article_id=2151

检索日期: 2008 年 10 月 27 日

纤维素糖将成下一步的糖类投资方向

从草类、木材和其他生物质中有效的去除糖类是很困难的。美国政府的能源政策推动了可再生能源在交通系统中的应用。很多公司都在找寻商业化方法从植物的细胞壁或是纤维素中制取燃料，不仅仅是乙醇，还包括生物丁醇、生物柴油、以及煤油等。现在，新兴的生物燃料公司把目标都转向了发展和销售纤维素糖类，而取替了传统的在糖类转化和燃料制取技术方面的投资。有专家指出，流线型加工方法是缩短时间、降低生物燃料生产成本的主要方法。

程静 编译自

http://bioenergy.checkbiotech.org/news/2008-10-23/Cellulosic_sugar_could_be_next_sweet_investment/

检索日期：2008年10月24日

MSU建立了垃圾—能量研究中心

最近，美国国家基金会授予密歇根州立大学（MSU）300万美金，用于建立一个厌氧消化研究教育中心。这个中心将服务于小规模农场的技术研究，用于把动物垃圾转化为热能、电能以及其他产品等。在这个新的中心里，MSU的研究者将会探索消化器、微型涡轮等在小型农场中的使用，用于解决食物污染，温室气体排放等问题。

程静 编译自

http://www.biomassmagazine.com/article.jsp?article_id=2148

检索日期：2008年10月27日

海藻——绿色燃料替代品

最近，苏格兰的科学家揭示了海藻可作为一种绿色燃料替代品。他们的报告中研究详细叙述了海藻如何为交通系统提供生物燃料。此外，从海藻中生产出的甲烷可以用来发电，其残渣可以作为农业营养强化剂。不仅如此，海藻的生长不需要占用耕地，是一种可替代化石燃料的绿色燃料。

程静 编译自

http://www.theherald.co.uk/news/environment/display.var.2463441.0.Seaweed_could_be_used_as_green_fuel_alternative.php

检索日期：2008年10月27日