

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2007年9月15日 第18期（总第27期）

先进工业生物科技专辑

中国科学院国家科学图书馆成都分馆主办

中国科学院国家科学图书馆成都分馆 四川省成都市一环路南二段十六号
邮编：610041 电话：028-85228846 电子邮件：zx@clas.ac.cn

目 录

重点关注

综述: 遗传工程技术改进玉米基生物乙醇生产1

短 讯

研究与开发

一种进行新药研发的新技术4

家禽粪便用于生产生物燃料5

澳大利亚生物燃料工业增长迅速5

甘油新用途6

综述：遗传工程技术改进玉米基生物乙醇生产

目前玉米是世界上仅次于大豆的第二大生物技术作物。到目前为止，玉米的大多数遗传工程操作都是基于少数可以转化和可再生的基因型而完成的，而且经常难以获得期望的品质。改进向玉米自交系或优良遗传背景直接引入转基因的能力，对生物乙醇生产来说显得尤为重要，原因是能减少向优良玉米系引入转基因所需要的时间。其它正在开发的技术集中于转基因表达质量的改进上，包括组织或发育阶段特殊转基因表达、调控与诱导基因表达、转基因的位点特异性整合、转多基因表达以及基因叠加。本文将关注各种可增加玉米基生物乙醇生产的遗传工程的技术，至少可从两个角度来实现：修饰生物物质的特性从而减少处理费用，或者增加生物物质产量、减少农业投入。

修饰生物物质特性的遗传工程技术

玉米有两个关键部位可以转化成生物乙醇：玉米粒，主要成分是淀粉；秸秆，主要成分是木质素和纤维素成分。现已有大量研究工作采用遗传工程技术将它们高效地转化为用于乙醇生产的可发酵的糖。一种策略是修饰淀粉或木质纤维素的特性，使它们更易于被转化；另一种策略是使用生物质转化酶，使转化过程更加高效。

淀粉成分

目前玉米乙醇几乎全部来自淀粉，玉米淀粉一般含有 20—30% 的直链淀粉和 70—80% 的支链淀粉，直链淀粉与支链淀粉的比例影响到它的物理和物理化学性质，如糊化特性和重结晶作用。通过修饰编码淀粉合成酶的基因可以改变淀粉的结构，许多淀粉都有多种同分异构体。特殊淀粉合成酶、淀粉分支酶或淀粉去分支酶的修饰表达转基因路线被用来生产具有增加或减少结晶性的淀粉颗粒，从而改变其对酶消化作用的易感性。另一种策略是在淀粉向乙醇的转化过程中减少能量需求，原因可能是经修饰的淀粉的糊化温度降低，从而其转化过程需要较少的能量。最近的研究表明，普鲁兰酶经重组以后，能够在 85℃ 下把水稻中的淀粉完全转化成可溶糖。

细胞壁成分

玉米秸秆（叶和茎）是一种重要的农业生物质资源。从植物非粮食部位生产的乙醇主要是指纤维素和木质纤维素乙醇。木质纤维素由 30% 的半纤维素、44% 的纤维素和 26% 的木质素组成，这些聚合物通过结构偶联形成一个物理栅栏，该栅栏阻止在乙醇转化过程中水解酶的作用，进而限制了生物乙醇的生产效率。改变细胞壁的成分，尤其是木质素，已被认为是提高生物质转化成乙醇的一个选择。

木质素是植物细胞壁的关键成分，在生物质转化成乙醇的过程中，木质素限制了多聚糖对酶的可用性，从而限制了酶对生物质的降解和消化。玉米褐色叶中脉突

变体 (bm) 改变了木质素的生物合成途径, 自然地降低了木质素的含量从而拥有很高的消化性。目前有两种转基因途径成功地模仿了一种此类突变型 (bm3), Piquemal 等人使用玉米咖啡酸 O-转甲基酶 (COMT) 反义基因型在转基因玉米中降低了 COMT 活性和木质素含量。He 等人采用高粱 O-转甲基酶 (COMT) 反义基因型在玉米中获得了类似的结果, 转基因植物的消化性增加。这些研究表明了利用植物转化来修饰木质素的生物合成路线从而改变其构型的可行性。

与预期的一样, 改变植物木质素成分或含量会产生相应的农业问题, 早期研究表明, bm3 突变体会削弱某些农艺性状, 例如, 谷粒和秸秆的产量分别减少 20% 和 17%, 另外, 削弱了木质素生物合成路径的遗传工程拟南芥和紫花苜蓿表现出矮小和/或花色变化的现象。当前, 需要更多的关于木质素生物合成路径和相关领域的基础研究, 未来的遗传工程策略应该是一个整体方法, 获得最大木质纤维素消化性的同时还要尽量避免改变农艺性能。

生物质转化酶

木质纤维素给料转化为乙醇存在两个主要限制, 即运输成本和生物质的加工成本。一种解决方案是生产微生物纤维素酶, 用于在生物质向生物乙醇转化过程中促进可发酵糖的转化。玉米中嗜酸耐热菌的耐热 1,4- β -内切纤维素酶 (E1) 催化结构域的表达表明, 玉米可以作为纤维素降解酶的生物工厂。尽管 E1 没有获得预期的表达水平, 但把该酶定位于特殊的亚细胞区室或组织, 能有效增加重组酶的积累水平。

这些酶对细胞壁降解酶的表达也很重要, 尤其是在适当的发育阶段, 较其在整个植物生命周期内的作用更大。控制表达将有助于避免对农艺性能的负面影响, 如寄生虫和易患病性。衰老诱导因子或许可以被用来驱动在衰老玉米中纤维素酶的表达。理想状况是, 该基因应该在生长季节末期或收获后操作时表达。其他方法包括使用植物内源基因来促进细胞壁降解, 例如或许可以选择细胞壁蛋白质膨胀素, 它是一群破坏氢键的蛋白质, 被认为在植物生长和发育过程中使细胞壁变的疏松。

提高生物质产量的遗传工程技术

耐受性

加强植物的耐受性主要途径包括控制来自玉米本身、其他植物或细菌的效应基因 (如离子转运体、生物合成酶) 和调控基因 (如转录因子或信号传导元件)。

转基因玉米表达来自苏云金芽孢杆菌 (Bt) 的 δ -内毒素, 这是一个典型的关于耐受性的遗传工程例子, 这种生物技术玉米在北美和全世界 2200 万公顷的土地上被广泛使用。实现下一代抗虫作物的一种方法是植物杀虫蛋白的表达, 包括细菌和来自昆虫的新颖蛋白质和缩氨酸激素等。

丝裂原活化蛋白激酶 (MAPKs) 与生物性和非生物性胁迫相关, 并可能与玉米中脱落酸抗氧化酶的调控作用直接相关。在玉米中表达辣椒 MAPK 以及在拟南芥中

表达烟草 MAPK 激酶上游信号元件 (MAPKKKs) 可以增加对生物性和非生物性胁迫的耐受性, 在转基因玉米中表达烟草蛋白激酶 1 (一种 MAPKKK) 能增强作物的耐寒和耐旱性。其他激酶如磷脂酶等, 在胁迫下的信号传导调控中也有很大的潜力。

De Block 等人成功阻止了 ROS 的形成, 并最终增加了甘蓝型油菜 (*Brassica napus*) 和拟南芥的多种耐受性。玉米中超氧化物歧化酶的成型表达, 可以增加其对氧化损伤的耐受性。最近发现, 拟南芥对一些非生物性胁迫有较高耐受性的原因不仅只是 SOD 基因的过度表达, 还包括一种小分子 RNA 对两种 SOD 基因 (CSD1 和 CSD2) 的精细调控作用。

目前对植物耐受性的工程学研究大多是在模式系统中完成的, 例如, 在拟南芥中被广泛研究的一群特殊的转录因子——脱水应答元件结合蛋白 (DREB) /CBF——与许多胁迫相关基因的 DRE/CRT 顺式元件相互作用。水稻中 *OsDREB1A* 与 *OsDREB1B* 的成型表达可以增加对于干旱、高盐和寒冷的耐受性。最近克隆的玉米同源物 *ZmDREB1A* 在拟南芥中表达时可以增加耐寒性。另外, *ZmCRT* 结合因子的过表达可以增加玉米的耐寒性。这些研究结果表明, 在模式系统中用于增强胁迫应答路径的许多机制都适用于玉米, 可以减少生物质和谷物在收获量上的波动, 进而保证生物燃料的稳定生产。

光合作用

作为C₄植物, 玉米的光合作用系统使用磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶作为首要的羧化酶 (PEPC), 据报道, 转基因玉米过表达PEPC可以提高CO₂的固定速率和补偿点, 增加湿重和干重, 增加叶片表面和气孔密度以及对水的耐受性。最近对转基因烟草的研究表明, 通过提高参与卡尔文循环的两种酶 (果糖-1,6-二磷酸酶和景天庚酮糖-1,7-二磷酸酶) 的表达水平, 可以明显增加干重, 有趣的是, 景天庚酮糖-1,7-二磷酸酶在叶片部位的表达也增加。

为了适应农业上的高种植密度, 修饰植物的构型成为改进光合作用的另一条途径。最近对水稻的研究表明, 无论是减少植物激素油菜素内酯 (brassinosteroid) 的水平还是油菜素内酯受体的数量, 都可以产生一种直叶表现型。这种直叶水稻, 可以通过基因突变或遗传工程获得, 可以在高密度作物且缺乏肥料的条件下提高生物质的生产和谷物的产量。这种现象的原因可能是直叶植物的光合作用增强。

谷物产量

由于腺苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶 (AGP) 的四聚体在淀粉生物合成的低速阶段能起催化作用, 它经常被视为是调控农作物种子库力 (sink strength) 的关键酶。AGP 的去调控作用将导致植物库力增加, 进而增加种子和生物质产量。Smidansky 等使用编码 AGP 大亚基的玉米 *Shrunken2* 基因 *Sh2r6hs* 改变了水稻和小麦, 两种转基因小麦和水稻种子产量分别增加 38% 和 23%, 生物质产量增加 31% 和 22%。最

近一个类似的策略用于玉米中，增加玉米种子产量 13—25%。

结论

遗传工程技术对未来农业和生物燃料生产有着不可否认的潜力，然而，许多国家在接受生物技术作物方面还存在怀疑态度和法规束缚。公众主要关注的问题是对花粉传播的控制，质体基因组转化对控制基于花粉的转基因传播很有优势，从而可以保持植物的丰收并且允许高度转基因产品的生产，但是在玉米中的功效还有待于进一步证实。雄性不育为控制转基因漂移提供了另一种选择，最近通过叶绿体转化方法获得了烟草的完全雄性不育株。

需要大力发展转多基因战略，来解决复杂性状、工程代谢途径和不同基因的组合表达。一些研究已经证实了这些技术的可行性，但是仍需通过更多的努力以使其适合生物乙醇的生产并被公众接受。事实上，发展遗传工程作物带来了许多法律相关问题，每个国家都有关于植物生物技术的法规，然而法规总是滞后于这些生物技术的发展。从法规的角度来看，建立一个适用于食品、饲料和燃料产品的农业生物技术统一系统可能会成为一种挑战，但如果以后玉米仍然是生物乙醇原料的话，这样的系统极可能是不可或缺的。

陈云伟 译自 Genetic engineering approaches to improve bioethanol production from maize. *Current Opinion in Biotechnology*, 2007, 18(3): 193-199, 检索日期: 2007 年 9 月 10 日

短 讯

研究与开发

一种进行新药研发的新技术

美国威斯康星大学麦迪逊分校的研究人员通过引导一种能使各种分子糖基化的酶，使其按照新路径进行进化，从而通过改变多种现有药物和小分子的化学性质来生产一系列具有抗肿瘤和抗生素性质的新治疗药物。该研究结果发表在 2007 年 9 月 9 日出版的《自然—化学生物学》杂志上。

酶在制造天然药物以及基于天然植物和微生物的化学治疗药品方面起着很重要的作用，这些生产出来的天然含糖化学药品是很多最有效的抗生素和抗肿瘤药的基础，如红霉素和阿霉素。这些天然药物的重要化学组分是天然糖，这些分子通常决定着化合物的生物活性。尽管科学家们有时能熟练地通过修饰这些天然糖的结构（如增加或减少一个分子）以改变其治疗活性，但想要有规律地改造糖分子的结构以提高它们的生物活性仍然还很难。

这种新酶是在基因随机突变时生成的，突变基因被置于一种细菌中，这种细菌制造出了一系列经随意变异产生的新酶，这些“变异”酶通过高通量筛选被检测。

要克服糖基转移酶领域的局限，分子筛的发展是至关重要的。研究人员正在用新发现的糖基转移酶测试数百种类药性分子。

高利丹 译自 <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/09/070909184003.htm>

检索日期：2007年9月11日

家禽粪便用于生产生物燃料

美国弗吉尼亚州理工学院的助教 Foster A. Agblevor 获得了一百多万美元的经费，用于研究将鸡粪等家禽粪便转化成安全肥料和生物燃料。Agblevor 计划今年秋天在一个养鸡场测试他的移动式粪便处理装置，如果这一装置运行成功，就意味着不仅找到了替代能源的新原料，也找到了家禽粪便处理的新方法。

美国国内已经陆续开展了类似的废物能源转化项目，例如，明尼苏达的一家电厂利用火鸡粪便燃烧发电，乔治亚州也有一个废物转化成燃料的项目。

不过，Agblevor 采用的创新方法与其他项目有根本的不同。首先，他得到了一种新的生物燃料，其他项目并没有做到这一点；其次，其他项目都涉及到气体排放的问题，他的则没有。因为在这个项目中，粪便燃烧的过程是一种快速热解过程，或者说是一种无氧条件下的快速升温过程。

在弗吉尼亚理工学院的地下室里，一台冰箱大小的试验装置已经运行了数月，源源不断地得到灰色的焦炭肥料和成桶的生物燃料。实际的反应装置约有 2.7 米长、0.6 米宽，正在赶制。今年秋天，这一装置就将被运到养鸡场投入使用。

Agblevor 把这种深棕色的粘稠液态生物燃料称为“热解油 (pyro-oil)”或“热解柴油 (pyro-diesel)”。至于反应中得到的肥料，则含有较少的营养物质，但更为环保，可以给农田和草地施肥。

预计该项目每天能处理 1~5 吨原料，得到净重 360 千克的焦炭肥料和 450 千克的生物燃料。Agblevor 希望该项目能够持续进行一年，如果效果理想，该技术将有望成功转让并得到推广应用。

陈方 译自 <http://www.energycurrent.com/index.php?id=3&storyid=4922>

检索日期：2007年9月10日

澳大利亚生物燃料工业增长迅速

一份研究报告指出，由于需求的增长以及一些新建项目的推迟，澳大利亚的乙醇产业已经更具有可持续发展的基础，但生物柴油的产量仍然超过需求，导致一些企业停产。最典型的是，由小麦或食糖生产的乙醇添加到汽油中使用，同时，通过

植物油或动物脂肪生产的生物柴油正在取代烃基柴油或被添加到烃基柴油中使用。

这份由能源咨询顾问 Mike Cochran 和 Graeme Bethune 两人提交的报告在 Bangkok 召开的全球生的燃料峰会上首次公开发布。

报告指出，石油价格的攀升为生物燃料进入运输燃料市场提供了机会，当前的生产商和未来的生产企业面临重要的挑战。其中的困难包括要在食品价格不断上涨而能源价格不断降低的情况下参与竞争。在与同类产品竞争中，如汽油或柴油，生物燃料生产商面临更少的用户。

报告指出，过去 6 个月最关键的进展之一是降低了原料成本，对于生物柴油来说，动物油和食品废弃油比菜籽油或棕榈油更有开发价值。

这份咨询报告指出，澳大利亚生物燃料工业正在迅速发展，产量有望在今年翻番达到 6 亿升，而在 2009 年产量有望达到 10 亿升。联邦政府此前已经制定了一项政策，鼓励在 2010 前使生物燃料的产量达到 3.5 亿升。

Cochran 说，混和乙醇的需求量正在增长，而澳大利亚燃料乙醇产量越来越接近每年 1.2 亿升的市场饱和容量。他估计，随着工厂的扩张和新产品的出现，到 2009 年上半年乙醇的产量有望超过 3 亿升。

但生物柴油的状况仍非常困难，过去六个月间，较高的原材料费用以及生产厂家试运行期间的问题导致生物柴油产量的低于市场需求。但 Bethune 博士表示，由于原材料费用的下降，生物柴油的前景正在改善。

房俊民 译自 <http://www.theaustralian.news.com.au/story/0,25197,22364410-5005200,00.html>

检索日期：2007 年 9 月 12 日

甘油新用途

生物柴油杂志跟踪了甘油转化为增值产品如抗冻剂、氢气、强化牛奶和乙醇等的化学和生物的创新加工研究。

2007 年 5 月初，Cargill 公司和 Ashland 公司宣布合资开发生产各种生物基化学品，首先投放市场的产品就是可再生的丙二醇。公司预计将在 2008 年年中实现该产品商业化生产，并在欧洲建立一个年产量 65000 吨的工厂。

Cargill 公司技术总监 Jim Millis 说，Cargill 公司及其竞争对手（如 Dow 化学公司、Archer Daniels Midland 公司和 Huntsman 公司）已经开展了将甘油转化为各种工业生物产品的研究，其中最具有前途的生物产品就是丙二醇。Cargill 公司探索了大量将甘油转化为丙二醇的技术和方法，并已经建立了一套采用专有技术和许可技术相结合的方法，该方法具有很大的优势。

Millis 虽然没有透露更多的技术细节，但甘油到丙二醇的一般转化过程通常包括

在高温和高压条件下，使用金属催化剂使丙三醇（甘油）和氢反应生成丙二醇。为了成功扩大加工规模，使其产品具有和石油基丙二醇竞争的价格优势，许多研究团队着眼于催化剂开发和使反应能够在低温、低压下进行的技术。Cargill 公司已经开发出一种产量更高更具生产成本优势的新工艺，该工艺中副产品更少，丙二醇的品质更高，产品具有真正的使用价值。

第二个打算用甘油生产丙二醇的公司是 Virent 能源系统公司。该公司拥有独特的甘油生产丙二醇的生产技术专利 BioForming。在该专利技术工艺中，甘油等水溶性碳源液流入固态催化系统，经过一个液相重整过程，转化为各种高价值的化学品、液体燃料或气体燃料，产品的种类取决于原料、催化剂和工艺条件如温度、压力等。其中产生的气态燃料氢气在丙二醇合成中具有关键作用。由于其他技术在丙二醇的生产过程中必须添加外源氢，就增加了额外的生产成本。但是 Virent 公司的生物形成工艺反应体系中能够原位生成氢而不需要额外添加氢气，因此生产的丙二醇完全是可再生的。但是，由于生物柴油的生产过程不同，在进入 BioForming 工艺反应体系前，必须将甘油进行预处理，否则其中的盐分可能会干扰催化剂的活性。

最近美国农业部向 Virent 公司拨款 200 万美元用于优化甘油生产丙二醇的生产工艺，该公司目前正筹划建立一个甘油生产丙二醇的中试工厂。丙二醇并不是 Virent 公司唯一关注的产品，今年 5 月，该公司宣布了一项联合开发协议，将与 Shell Hydrogen 公司共同开发氢生产系统共加气站使用。为了支持这一努力，Virent 公司于今年 7 月下旬开始了一项中试试验，主要收集甘油生产氢气的工艺数据，建立可以部署在加油站的产氢系统。该公司市场营销策略部主任 Mary Willoughby Blanchard 解释说，目前使用的氢气主要来源于化石燃料，通过耗能的甲烷蒸汽重整将天然气部分分解或电解水获得。因此甘油生产氢气显然更具环境效益。

华盛顿州立大学生物系统的研究团队发现一种藻类细菌能够将许多有机碳源转化为高浓度的 omega-3 脂肪酸，这种物质对大脑功能和正常的生长发育具有重要作用，但是人体不能自己合成这种物质，只能从食物中获取。研究人员选择了甘油这种生物柴油的副产品作为这株藻类细菌的碳源来合成 omega-3 脂肪酸，藻类细菌生物量中 omega-3 脂肪酸的含量可以达到 17~20%。目前，国家科学基金对该项目组进行资助，支持该项目组进行 30L 发酵罐和 100L 发酵罐放大实验。

项目组明年将开展藻类中 omega-3 脂肪酸的提取研究，他们将用富含 omega-3 脂肪酸的藻类喂养奶牛，然后检测牛奶中 omega-3 脂肪酸的含量，这些研究会把 omega-3 脂肪酸引入人们的日常生活中。

王春明 译自 http://www.biodieselmagazine.com/article.jsp?article_id=1796

检索日期：2007 年 9 月 14 日

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆编辑出版、由中国科学院规划战略局等中科院的职能局和专业局支持指导的半月信息报道类刊物,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列化的《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是院领导、院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是院外相关科技部委的决策者和管理人员以及相关重点科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》共分12个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的交叉与重大前沿专辑、现代农业科技专辑、大装置与空间科技专辑、科技战略与政策专辑;由兰州分馆承担的资源环境科学专辑、地球科学专辑;由成都分馆承担的先进工业生物科技专辑、信息科技专辑;由武汉分馆承担的先进能源科技专辑、生物安全专辑、先进制造与新材料科技专辑;由上海生命科学信息中心承担的生命科学专辑。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn:

先进工业生物科技专辑

联系人:邓勇 房俊民

电话:(028)85228846、85223853

电子邮件:dengy@clas.ac.cn; fjm@clas.ac.cn