

非粮原料行业研究

2023.09

Synthetic Biology Team

CEC CAPITAL
易凯资本有限公司



概要

01 中国拥有丰富的非粮原料资源

02 非粮原料产业发展背景

03 非粮原料产业链下游产品

04 非粮原料产业龙头企业



01

中国拥有丰富的非粮
原料资源

02

非粮原料产业发展背景

03

非粮原料产业链下游
产品

04

非粮原料产业龙头企
业

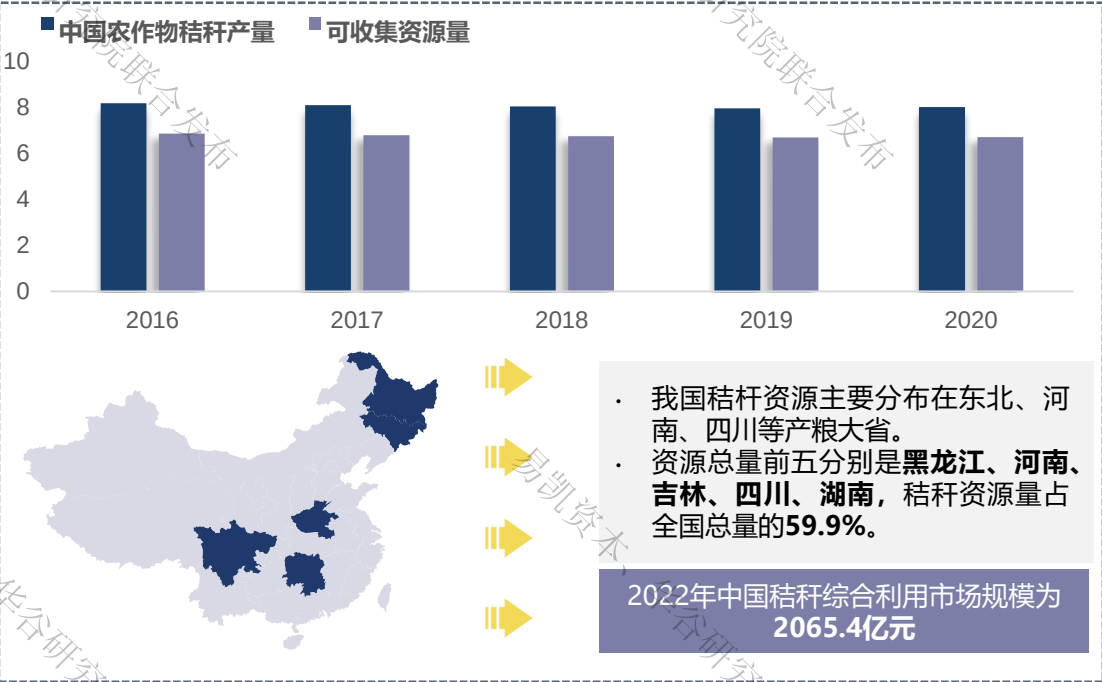
1.1 非粮原料种类繁多，可用于产糖

- 中国是全球生物发酵第一大国，发酵产品年产量近2000万吨，消耗粮食近5000万吨。发展“不与民争粮，不与粮争地”的非粮碳源，是实现生物制造业可持续发展的重要前提。
- 非粮原料主要包括木薯淀粉等经济作物、农作物秸秆、林业废弃物、城市垃圾、畜禽粪污、生活污水污泥和工业有机废渣废液等。



1.2 秸秆：中国秸秆产量丰富，资源量足以开启中国的生物合成碳源革命

我国秸秆资源丰富，可收集资源量长期保持在7亿吨左右



秸秆应用的商业模式

粗放利用

- 美国、加拿大2/3左右的秸秆用于直接还田，1/5左右的秸秆被用做饲料。
- 德国沼气发电量已占全国发电总量的7.5%，开发沼气、堆肥等以沼气为纽带的秸秆循环利用模式。

燃烧或发电

- 丹麦1988年建成了世界第一座秸秆生物燃料发电厂。
- 德国推广固体成型技术，利用技术将秸秆压块，其燃烧值大幅提高，便于用户家庭取暖。

发酵/生物能源

- 巴西利用甘蔗和农作物秸秆资源生产燃料乙醇。
- 积极开展纤维素乙醇技术研发并初步实现试点生产和运营的国家还有美国、加拿大、意大利、英国等。

我国秸秆资源丰富，资源化利用技术不足

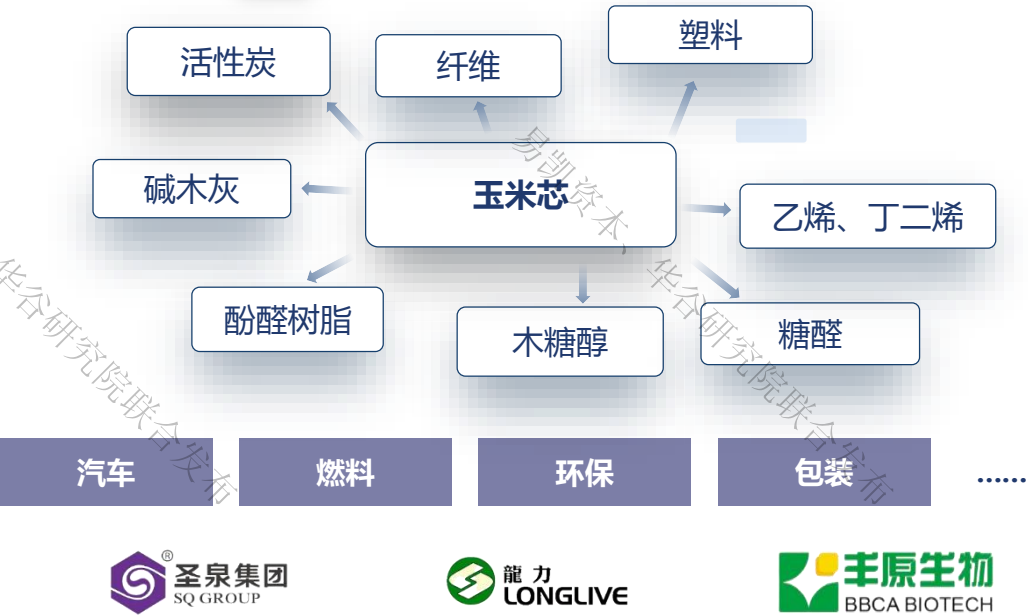
- 我国秸秆资源丰富，2022年全国农作物秸秆利用量6.62亿吨，综合利用率达89.80%。中国秸秆产量巨大，也为秸秆综合利用产业提供了广阔的发展空间。
- 中国秸秆目前以粗放利用为主，其中饲料化利用占比最高，原料化利用比例较低。据统计，2021年全国秸秆利用市场主体为3.4万家，其中饲料化利用主体占比达到76.9%。秸秆利用相对成熟且收益较为稳定的主要是燃料发电和制气领域，国内企业探索生物质秸秆高价值利用仍有秸秆集中收储困难、秸秆质地差异大导致产品收率不稳定，以及秸秆有效成分回收利用技术不足等问题。



1.3 玉米芯：深加工领域不断扩大，资源利用度逐步提高

- 我国是农业大国，2021年玉米产量2.7 亿吨，玉米芯年产量保持在5500万吨左右，产地主要为山东、河北、河南、黑龙江等玉米大省。
- 玉米芯中主要成分为纤维素（32% ~ 36%）、半纤维素（35% ~ 40%）、木质素（25%）以及少量的灰分。通过对玉米芯的不同组分进行深加工，就能得到不同的生物质产品。
- 玉米芯作为一种农业废弃物，曾经绝大部分只能用作农家燃料。近年，随着我国科学技术的不断进步，玉米芯深加工领域不断扩大，糠醛、木糖、木糖醇、低聚木糖等一系列高附加值的产品相继实现了工业化生产，使玉米芯资源得到了充分的利用。

以玉米芯为原料可获得多种生物基产品，下游应用广泛



巨大潜力的下游产品：树脂

呋喃树脂：中国2021年消费量达45万吨，市场规模约60亿元

- 呋喃树脂是分子结构中含有呋喃环的一类合成树脂的统称，玉米芯可提取的产品中，糖醛、糠醛等都可用于呋喃树脂的合成原料；
- 呋喃树脂具有固化速度快、效率高、常温强度高、高温性能好等特点，广泛用于风电、核电、汽车、机床、等行业大中型复杂铸件的生产

酚醛树脂：2021年消费量达181万吨，以均价1.2万元/吨测算，市场规模约217亿元

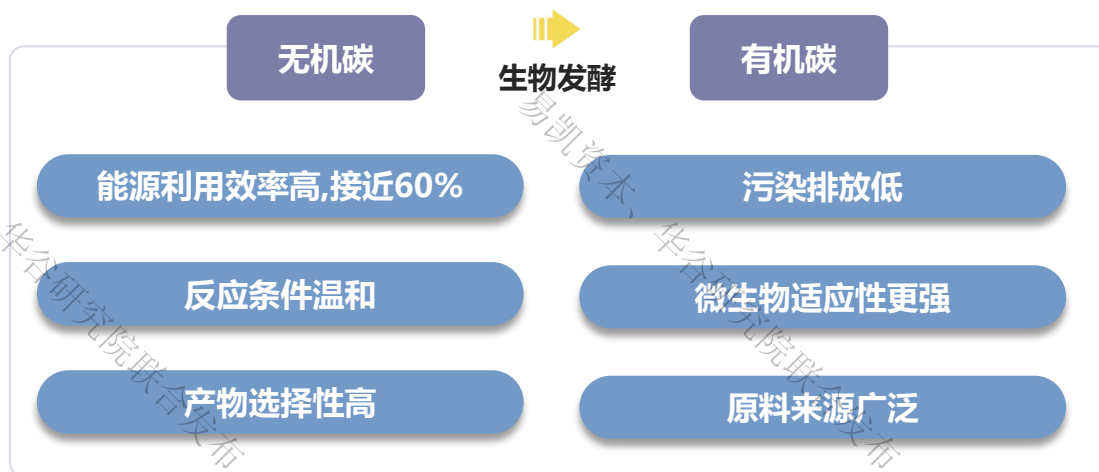
- 酚醛树脂是最主要的热固性材料之一，耐温、耐磨、绝缘等性能优异。
- 因其具有显著的耐高温、耐烧蚀、阻燃等优点而广泛应用于电子材料、耐火材料、摩擦材料、磨具磨料、保温材料、模塑料、复合材料、航空航天等诸多领域。

1.4 工业尾气：中国尾气资源丰富，生物技术提高尾气经济效益和能源利用率

- 中国尾气资源丰富：我国钢铁、铁合金、电石、石油炼化、煤化工、黄磷等行业生产过程中副产大量富含CO和H₂的工业尾气，每年至少可产生约1万亿立方的工业尾气。
- 除尾气外，气体类碳源还有更广泛的选择：1) 农林业残留物可以气化合成气，其中富含CO和H₂同样可以作为潜在原料来源；2) 垃圾衍生燃料的来源极其广泛，且优点是气体发酵可以接受未分类的废物，Lanza Tech已经在欧盟建造此类工厂。

钢铁行业 CO工业尾气	$1-1.5 \times 10^{12} m^3$	焦炉 煤气总量	$6-8 \times 10^{10} m^3$	黄磷 尾气总量	$23 \times 10^9 m^3$	煤电石 尾气总量	$2.8 \times 10^9 m^3$	石油、铁合金等其他化工领域尾气
----------------	----------------------------	------------	--------------------------	------------	----------------------	-------------	-----------------------	-----------------

生物发酵技术利用无机碳源，已有海外公司布局



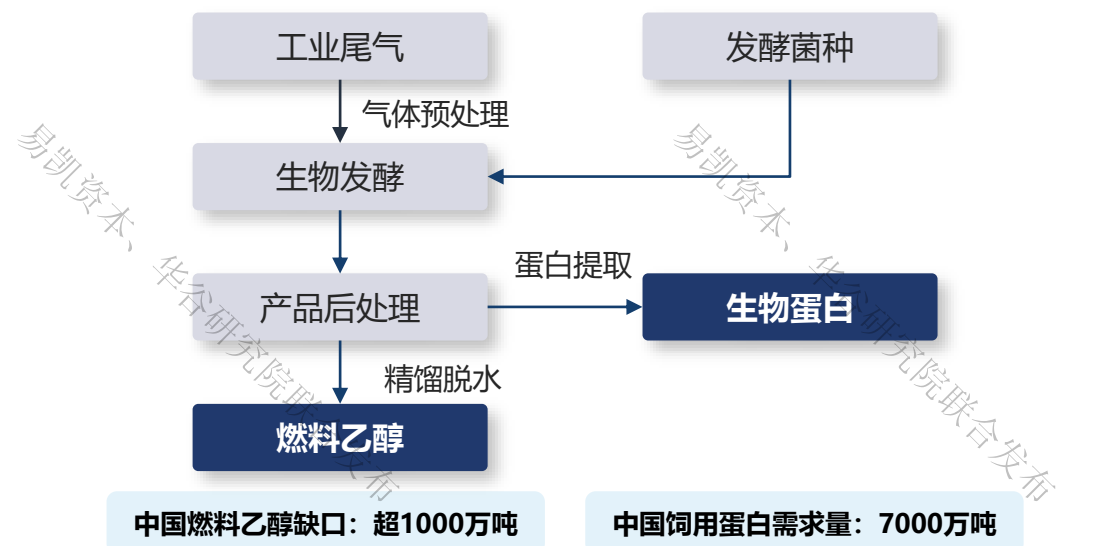
LanzaTech

Jupeng Bio
巨鹏生物

GTLB bio
吉泰来博生物

首钢朗泽
Shougang LanzaTech

工业尾气发酵经济价值更高

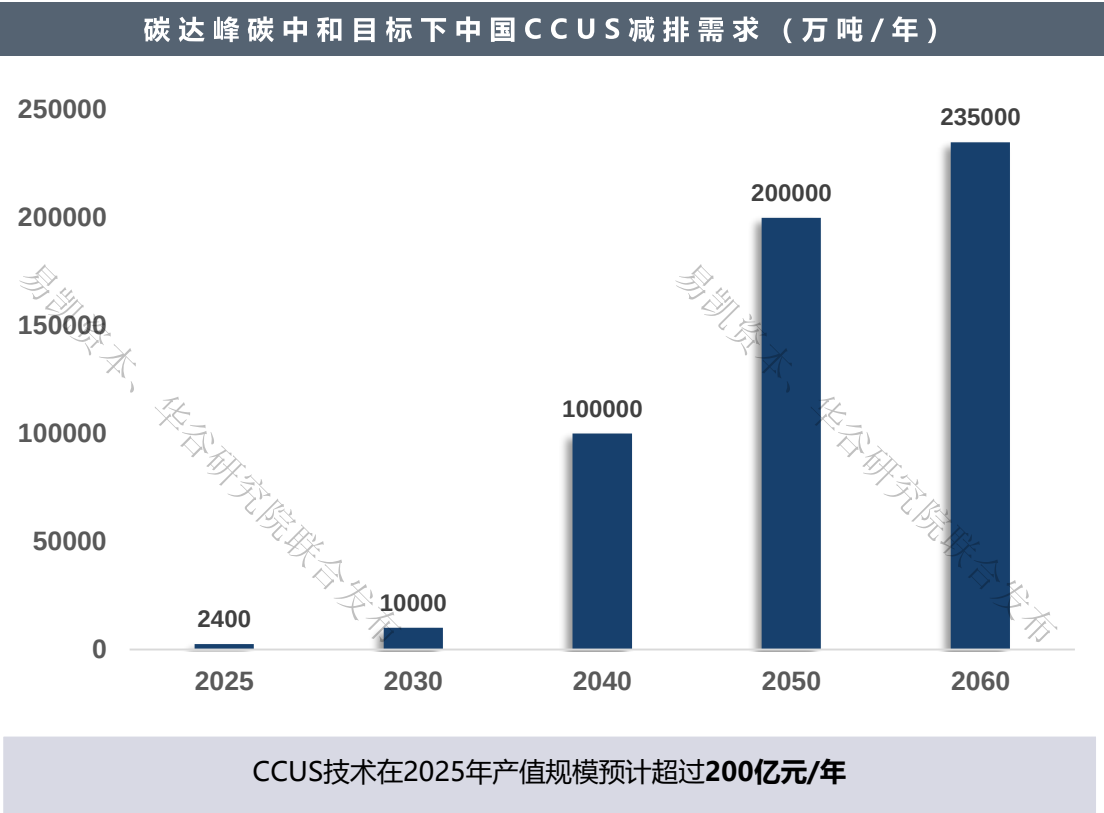


工业尾气发酵 VS 尾气发电：

经济效益是发电的3倍以上，能源利用效率提高1倍以上

1.5 二氧化碳利用：CCUS是碳中和的重要手段，CO₂是极具潜力的下一代非粮碳源

- 2020年中国二氧化碳排放量为**98.94亿吨**，全球排名第一，主要排放领域来自于工业排放和电力领域。
- 二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）技术可以实现化石能源大规模可持续低碳利用，帮助构建低碳工业体系，同时与生物质或空气源结合可具有负排放效应，是中国碳中和技术体系不可或缺的重要组成部分。
- 传统的非转化利用方式只能短暂的将二氧化碳从空气中移出，其很快将再次以二氧化碳的形式回到空气中；而封存等方式目前还无法实现经济上的可持续性，其可以被视为“碳中和”阶段的最后兜底选项。二氧化碳的资源化利用是未来 CCUS 技术发展的主要方式。



易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

易凯资本、华谷研究院联合发布

01
中国拥有丰富的非粮原料资源

02
非粮原料产业发展背景

03
非粮原料产业链下游产品

04
非粮原料产业龙头企业

2.1 我国非粮原料的国家政策、区域政策

国家出台多项政策支持非粮生物基材料发展

2023年《加快非粮生物基材料创新发展三年行动方案》

明确了发展目标：到2025年，非粮生物基材料产业基本形成自主创新能力强、产品体系不断丰富、绿色循环低碳的创新发展生态，非粮生物质原料利用和应用技术基本成熟，部分非粮生物基产品竞争力与化石基产品相当，高质量、可持续的供给和消费体系初步建立。形成5家左右具有核心竞争力、特色鲜明、发展优势突出的骨干企业，建成3-5个生物基材料产业集群。

2022年农业部《关于做好2022年农作物秸秆综合利用工作的通知》

2022年建设300个秸秆利用重点县（附名单）、600个秸秆综合利用展示基地，全国秸秆综合利用率保持在86%以上

2022年《“十四五”生物经济发展规划》

提出生物基材料替代传统化学原料、生物工艺替代传统化学工艺等进展等目标。

各地出台支持政策积极响应

黑龙江《关于做好2022年度全省农作物秸秆综合利用工作的通知》

全省秸秆综合利用率达到**92%**以上，还田率达到**67%**以上，提升秸秆综合利用水平，促进农业绿色发展

江苏《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见》

推进农作物秸秆综合利用，到2025年，农作物秸秆综合利用率稳定达到**95%**以上

河南《河南省促进生物经济发展实施方案》

培育发展非粮生物质液体燃料多联产产品，探索开展纤维素乙醇、绿色生物炼制产业化示范；支持南阳加快研发与应用

2.2 生物制造产业快速发展需要可持续碳源支撑



- 传统的生物制造中，产业界更加偏好原料的易用性，淀粉成为生物制造中理想的高分子糖，玉米、小麦等淀粉含量较高的粮食作物成为优先选择，为微生物提供碳源，但这类碳源存在**成本高、与人争地**等问题。
- 随着生物制造产业由高附加值的小品类下沉至大宗市场，**原料的成本成为限制其规模的重要因素**，非粮生物质开发成为了重要的选择方案。

2.3 非粮原料成为重点发展方向

	粮食/糖类	非粮原料
菌株类型	大肠杆菌/酵母菌/嗜盐菌/厌氧菌（运动芽孢杆菌）等菌株	大肠杆菌/酵母菌/嗜盐菌/厌氧菌（运动芽孢杆菌）/改造后的梭菌等
生产条件	严格无菌环境	严格无菌环境
改造手段	酶定向进化、基因编辑等	酶定向进化、基因编辑、大规模量产尚面临一定挑战
代谢产物类型	大量生物基产品	大量生物基产品
碳源成本	与人争粮，易造成资源紧缺	原料成本较低，但处理复杂、对原料质量要求高，商业化受挑战

新一代碳源引领全新技术路线

2.4 非粮生物质原料利用技术路线：存在多个限速节点

上游原料

三大环节：收集，储藏，运输

生物质糖化

- 包括纤维提取、水解糖化以及其他副产物处理（木质素等利用），适配的工艺流程开发等流程；
- 关键点在于高效酶工程、除去糠醛等抑制物、以及下油糖利用适配度等；
- 限速节点2：秸秆高效糖化困难，纤维素降解酶依赖诺维信等海外巨头。

限速节点1：目前常用的秸秆/玉米芯密度低、易燃，不宜长距离运输，秸秆处理不具备超大型集中工厂的条件

菌株开发

- 底盘细胞是菌株的硬件基础；常用的模式微生物有酿酒酵母、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、谷氨酸棒杆菌等；
- 非模式菌株天然具有可高效利用多种底物、生长周期短、产量高、副产物少、性能稳定、耐受极端环境、鲁棒性强等特点；
- 限速节点3：酮、醛等物质存在微生物生长抑制；
- 限速节点4：菌株对木糖等五碳糖的利用不佳，会出现碳代谢阻遏。

非粮生物质利用

分离纯化

- 生物合成制造产业化的关键步骤，产品的分离提纯成本占到总成本的60%以上，高附加值产品的分离成本甚至可以达到90%；
- 生物产品分离过程需要保证产品的生物活性，常需要低温、合适的pH和一定的耐受压力。
- 限速节点5：生产效率与下游分离纯化成本不如葡萄糖。

发酵技术优化

- 发酵放大需要综合考虑罐体温度、溶氧、菌体、补料速度等传质、扩散动力学因素，造成发酵结果与小试差别很大；
- 不同的发酵阶段，采用不同的参数控制方式，在摇瓶小试时无法完全模拟；

下游产品

生物基材料

生物质能源

生物基蛋白

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/926055131215010043>