



黑龙江省农业科学院农村能源与环保研究所
Rural Energy & Environmental Protection Institute, HAAS

东北地区秸秆综合利用 策略与技术

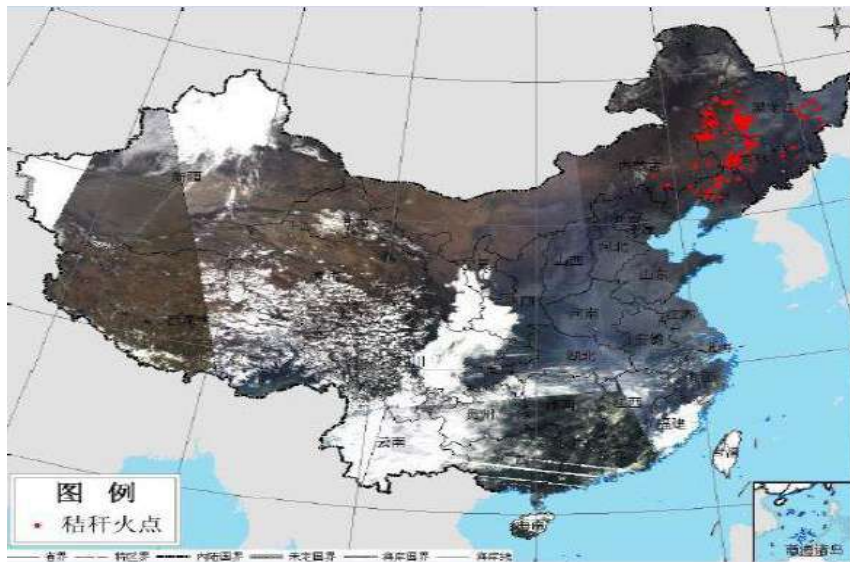
刘 杰 博士/研究员

黑龙江省农业科学院农村能源与环保研究所

2021.07@长春

环保部约谈黑龙江农委及4市：秸秆焚烧火点数较同期增长

2017年，黑龙江因秸秆焚烧产生的火点及热敏感点总数就高达27714个。雾霾当天，PM2.5颗粒污染物浓度峰值最高如佳木斯，竟达到了 $1139\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

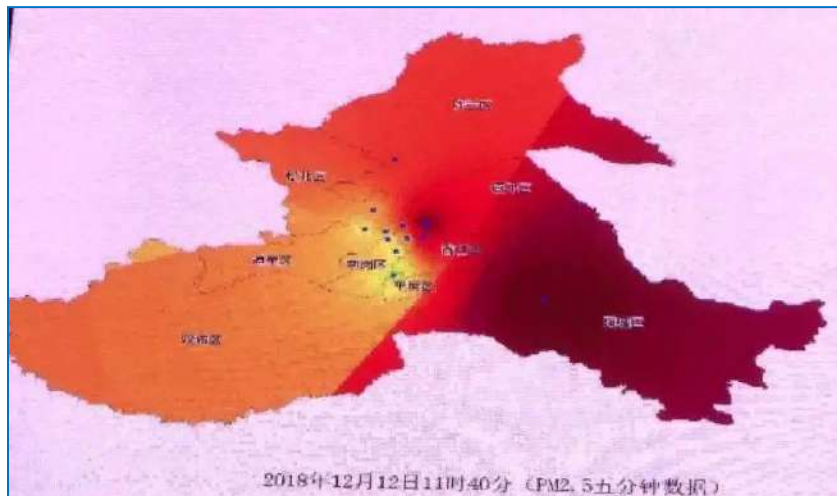


2017年11月5日秸秆燃烧火点图



2017年11月28日约谈现场

五常市：村民焚烧秸秆，70名干部被问责！上央视了！



秸秆焚烧—社会性问题



报告提纲

1

东北地区秸秆综合利用现状

2

秸秆综合利用的问题与对策

3

寒地秸秆五化综合利用技术

01

PART ONE

东北地区秸秆 综合利用现状

一、东北地区秸秆综合利用现状

1、资源特点——分布集中数量大

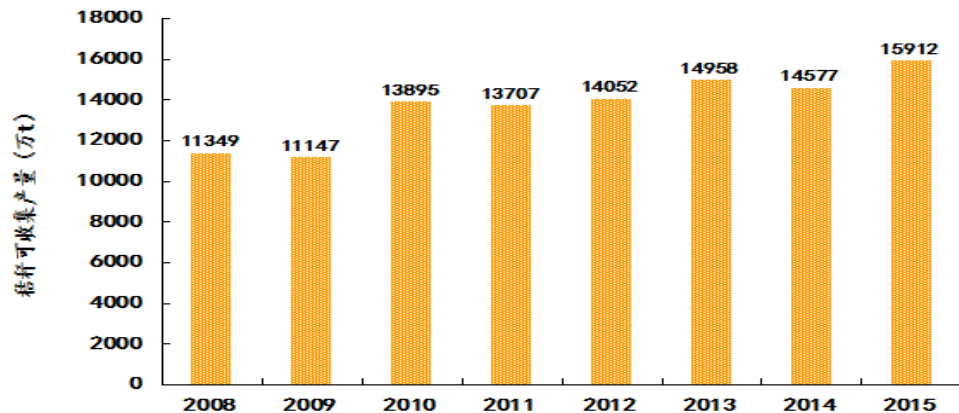


图1 2008-2015年东北三省主要作物秸秆可收集产量

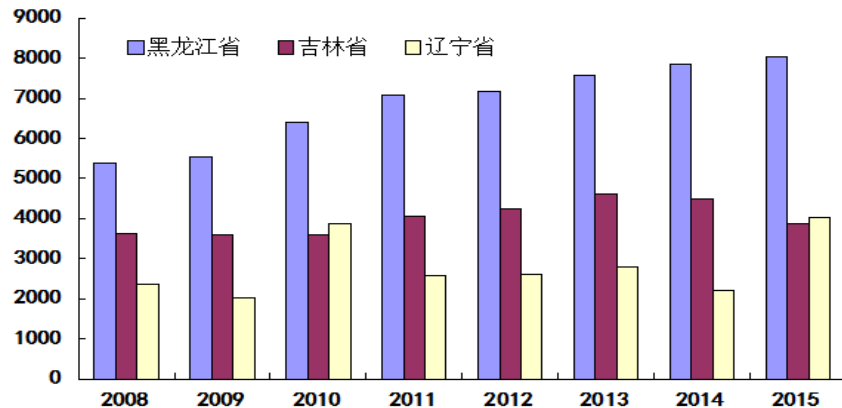


图2 东北各省份主要作物秸秆可收集产量

2015年，辽宁、吉林、黑龙江粮食总产分别为400.5、729.4和1400亿斤，东北三省可收集秸秆产量达到1.60亿t，其中黑龙江省占东北三省秸秆产量的50%以上。

秸秆资源分布

- 作物种植布局呈现出集中连片趋势，秸秆分布也从种类和数量上日趋集中。
- 集中的资源分布态势为秸秆的综合利用提供了有利条件。



图3 东北三省主要粮食种植分布图

利用方式简单效率低

- 东北三省人均消费秸秆用量分别达到辽宁**522.4kg**、吉林**995.9kg**、黑龙江**858.5kg**。
- 全国秸秆综合利用率仅为**85%**。

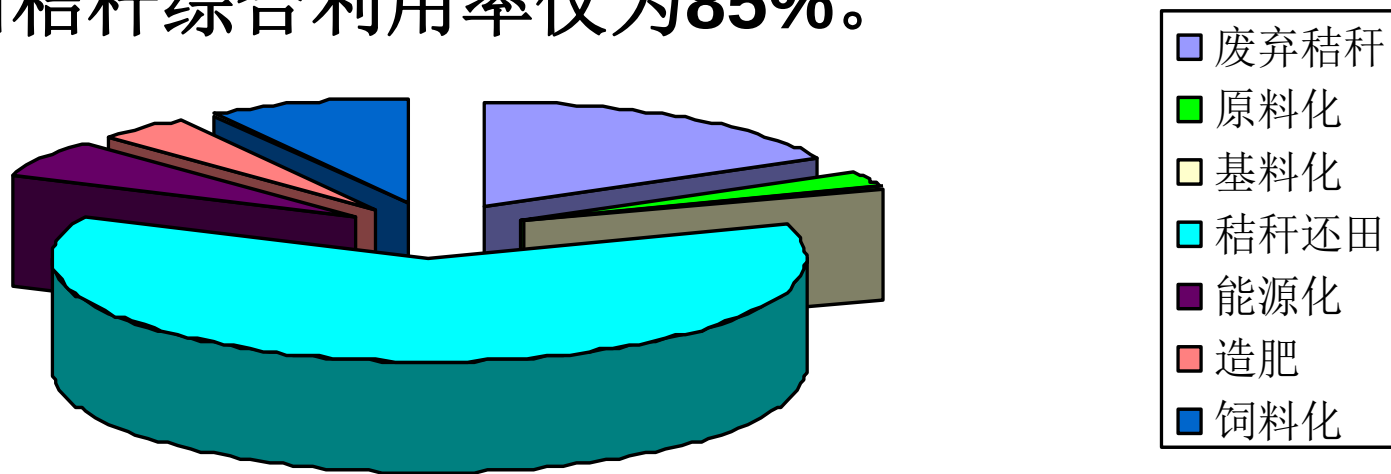


图4 2017年黑龙江省秸秆利用状况调查

利用方式简单粗放 $\rightarrow$ 低效率/低效益 $\rightarrow$ 污染严重

- 家庭直接燃用，能源利用率只有10-15%。
- 秸秆直接喂食，养分吸收率只有15%-18%。
- 秸秆简单直接还田，影响下茬作物生产。
- 秸秆焚烧污染空气。 **雾霾严重时，PM2.5浓度高达1200ppm。**





VS



土暖气单位燃料PM2.5排放量是大型锅炉10倍以上

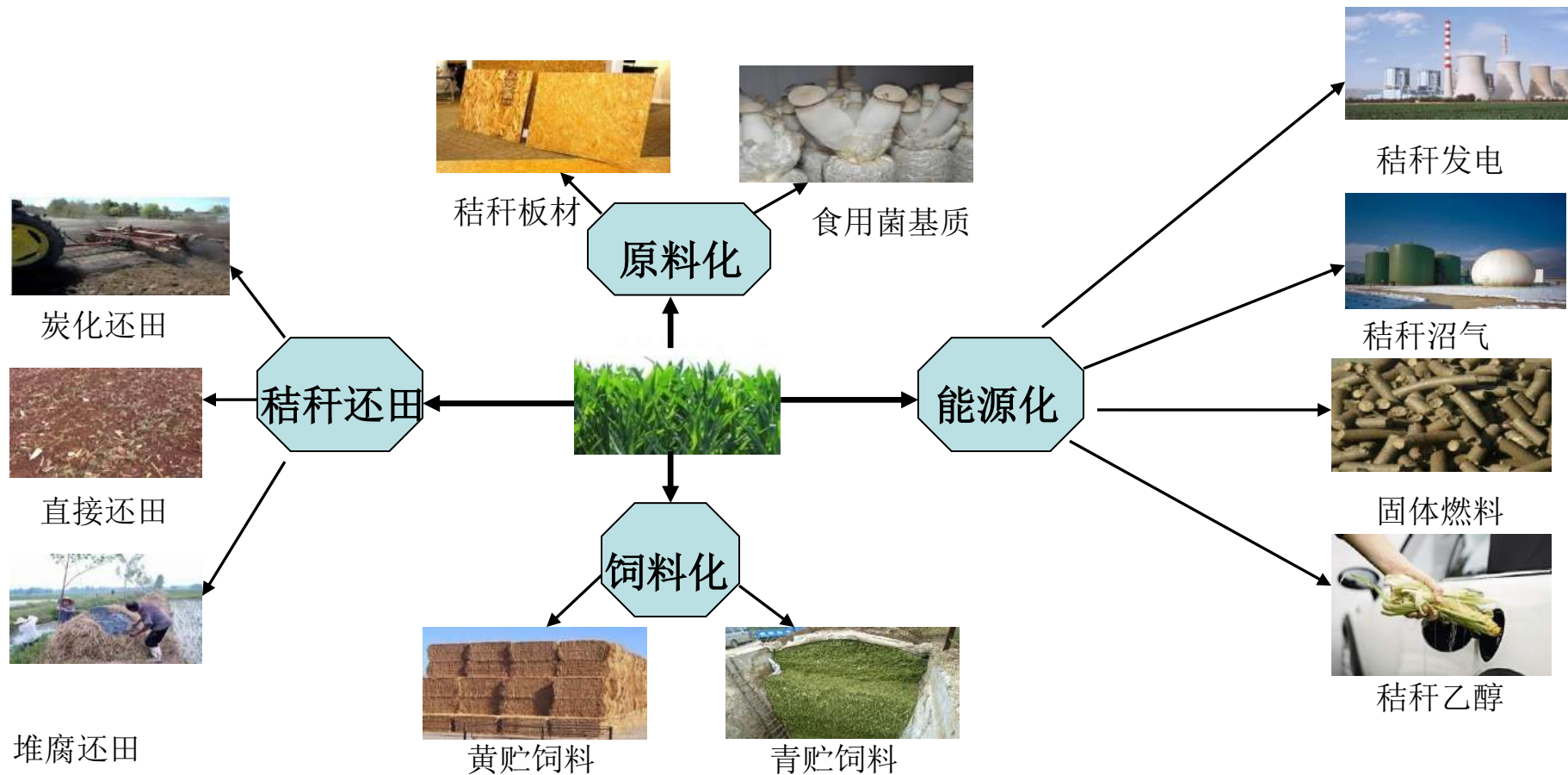


落后的生活用能方式造成严重的室内空气污染，对妇女儿童身体健康造成严重损害。

中国农村的室内空气污染，每年造成38万人的死亡，现在是解决这个问题的时候了。

美国科学院院士 Kirk Smith, Kicking the coal habit, Nature, Vol. 454, p391, 2008

利用途径多潜力大



2、成因分析

1) 农业生产方式变革——种养分离

- 传统小农户的种养结合生产模式逐渐被规模化的现代农业所替代，农区秸秆过剩，牧区秸秆饲料匮乏。
- 尤其是新型农业主体出现更加剧了这种趋势。



2) 结构性因素主导高产农业导致秸秆居高不下

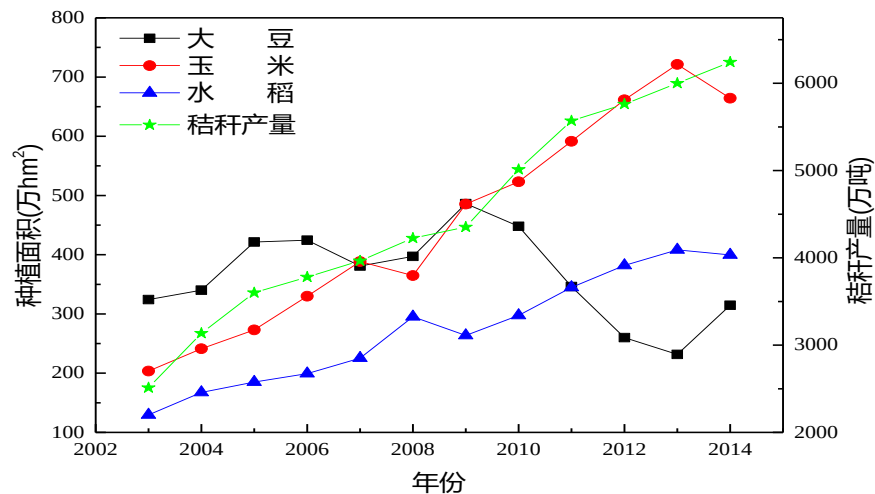


图5 黑龙江省三大作物种植面积变化

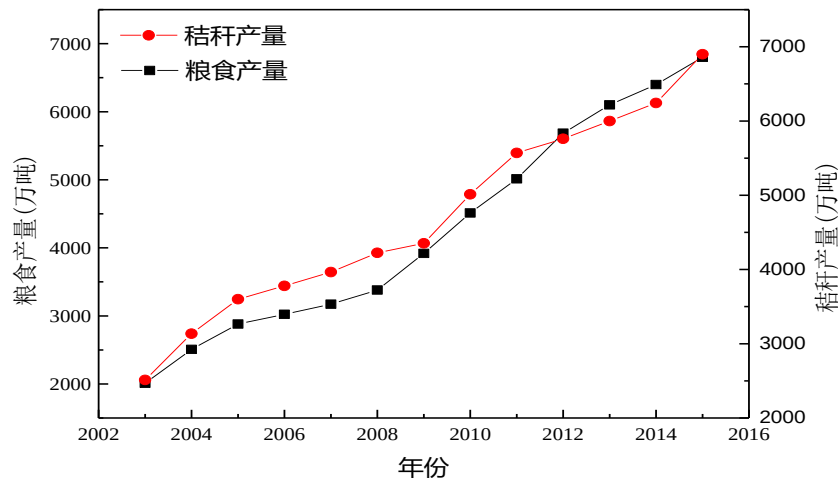


图6 黑龙江省粮食与秸秆产量状况

负面效应：

- 1) 农田生态系统长期的高强度输出
- 2) 大量的农业废弃物导致资源浪费和环境污染

PART TWO

02

秸秆综合利用 的问题与对策

一、存在问题

1、技术装备问题

- 质地松散、体积大、易虫蚀，易燃
- 作物活秆成熟，水分超过35%，霉变和腐烂
- 越区种植，晚熟品种在早熟区种植
- 一年一季，收获期集中、气温偏低



收储运问题

收储运模式	实施主体	优点	缺点
分散型	农户/经纪人	化整为零，机动灵活，投资小	质量参差不齐，组织松散不确定，缺乏系统管理
集中型	公司/合作社	专业化运作，管理系统化，质量有保障	一次性投资大，固定资产折旧成本高

纽荷兰BC5070打捆机



ROLALANT 340RC打捆机



中农4YF360打捆机



Jone Deer 568打捆机



国产机具：

- 1、应用性能、运行稳定和可靠性较低
- 2、打捆机关键部件制造仍需攻关，如打结器等
- 3、缺乏专业装载和运输机具

秸秆能源化问题

能源化技术	技术与装备
秸秆固化	耗能高，易损耗，成本高。
秸秆气化	焦油量大，有效成分仅40%左右，成本高，二次污染问题。
秸秆沼气	建设成本高、投资回收期长；寒地沼气能量平衡问题。
燃料乙醇	技术还不完善，缺乏自主知识产权酶。

结论：

- 1) 低成本、高效率的秸秆能源化技术和装备有待研发；
- 2) 离开政府补贴，企业利用当前技术难以获利，秸秆能源化需要政府投入。

秸秆饲料化问题

- 青贮饲料所需空间大，易污染
- 黄贮饲料适口性差
- 养分吸收率仅有15-18%

表1 苜蓿NDF对奶牛采食量的影响

苜蓿质量	NDF含量 (%DM)	干物质采食量 (%BW)
好 ↓ 差	38	3.16
	40	3.00
	42	2.86
	44	2.73
	46	2.61
	48	2.50
	50	2.40
	52	2.31
	54	2.22

表2 四种粗饲料的营养成分（干基）

指标	NEL (MJ/KG)	CP (%)	NDF (%)
苜蓿干草	5.6	17.9	45.5
玉米青贮	3.8	10.4	66.0
羊草干草	3.4	6.7	69.9
玉米秸秆	2.1	6.4	84.3

2、产业问题

- 秸秆加工转化企业一次性投资大
- 回报周期长和获得效益的不确定性
- 企业面对千家万户缺乏定价权

企业发展内生动力不足，
依靠补贴维持生存现状
的状态依旧没有改观

黑龙江省2019年秸秆带代煤统计

利用方式	上马企业	设计能力（万t）	实际消耗（万t）	达产率（%）
秸秆压块	1100	851.6	496.1	58.3
秸秆发电	46	850.0	300.0	35.3
秸秆直燃供暖	46	48	48	100

案例：生物质清洁取暖困局待破

海波、永康、农安、在已有基础上
世一完善秸秆取暖工作、在、传销、
国内各环节顺畅的机制、各省市
有人物、
内部资料
注意保存
统计调查报告
(133)

国家统计局黑龙江调查总队

2020年11月25日

生物质量清洁取暖步入新阶段
深入推进还需巧思妙解破难题

习近平总书记曾强调，北方地区冬季清洁取暖关系广大人民群众生活，是重大的民生工程、民心工程，而大力推行以秸秆为主的生物质清洁取暖则是黑龙江省实现秸秆“变废为宝”和打赢蓝天保卫战的有效途径。为深入了解黑龙江省生物质清洁取暖推行情况以及推行中遇到的困难，近日国家统计局黑龙江调查总队对哈尔滨、齐齐哈尔、牡丹江、佳木斯、大庆、绥化等6个地市12个生物质炉具推广试点县的180户农户开展了一次专题调查，调查结果显示，2020年政策扶持下黑龙江生物质清洁取暖推广成效较为明显，生物质清洁取暖工作迈入新阶段，但仍存在推广过

政策依赖度偏高，市场参与度较弱。主要以政府引导扶持为主，企业运作为辅，社会资本参较少。

产品性能与煤比：热值低、难保存、易受潮、燃烧时间短



消费意愿：燃煤取暖51.1%，清洁取暖5%。
习惯传统燃料和购买清洁燃料花费高原因分别占比23.8%和12.3%。

秸秆压块企业利润微薄，销售产业链尚未健全。原料收集、成品加工、人工等成本接近400元/t，销售价450元-500元/t。某市设计产能92.3万t，实际生产59.8万t。

黑龙江省统计局
2020年12月8日
调查队

庆第4681号
2020年12月8日

永第1454号
2020年12月9日

产业链上下游脱节

传统农业：

半亩地、一头牛、老婆孩子热炕头。蕴含了循环农业、生态农业的思想



现代农业：

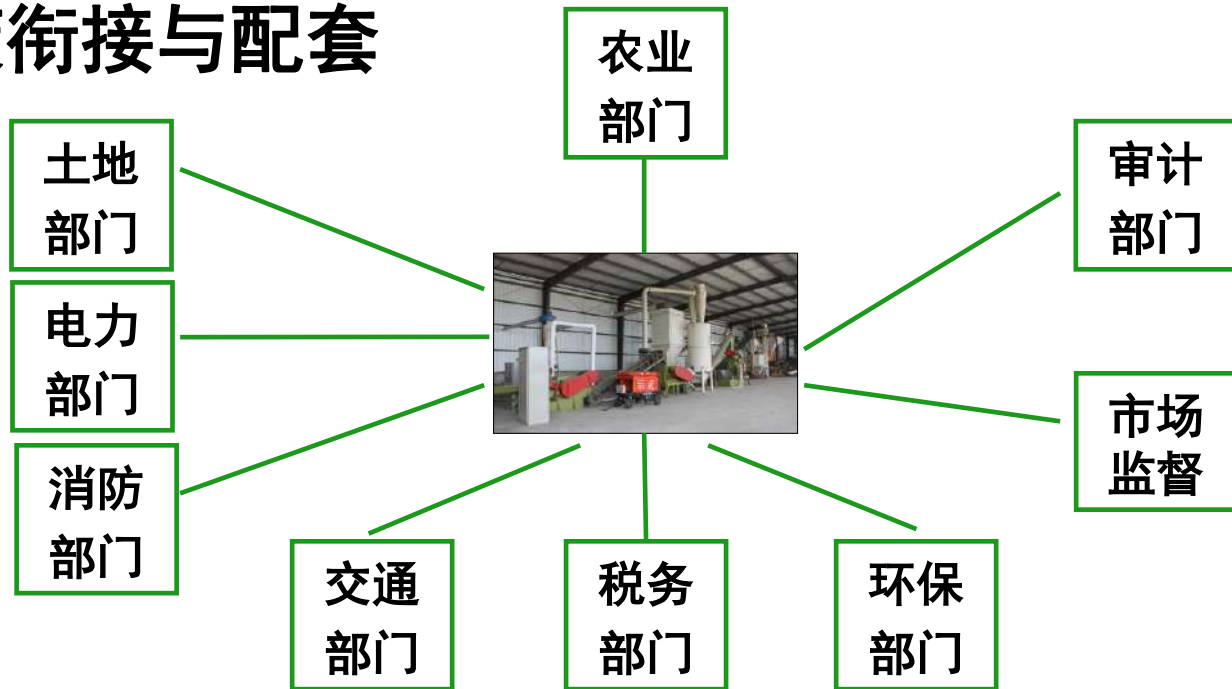
机械化、集约化、规模化循环、生态变成了目标。



产业链条脱节
已经成为现代
农业之殇

3、公众认知和政策问题

- 小农意识：环境问题
- 秸秆焚烧对农业生产的利弊需要科学评价
- 政策衔接与配套



二、应对策略

1、总体思路

**顶层
设计**

强调政策制定实施、技术装备推广及民众观念教育引导都应由政府或者职能部门为主导，逐层向下级展开，同时注重强调政策和技术的可操作性。

**源头
治理**

从种植业出发，强调作物科学布局，合理轮作，采用先进生产技术，在保证粮食产量前提下，适当减少农田系统输出量，降低秸秆等农业废弃物产量。

**系统
谋划**

结合乡村振兴战略和双碳发展，统筹兼顾粮食生产、畜禽养殖、能源供给、环境保护、气候适应等要求，减少或者避免行业间冲突，强化协同效应。

2、发展建议

① 建立东北地区典型的轮作体系，实现秸秆源头减量

通过政府宏观政策、行政手段调控和市场规律（供求关系）引导，鼓励种植主体建立合理的轮作体系，养殖主体种养结合，从而实现秸秆减量、种养循环、地力常新。

② 组建产学研协同创新体系，突破共性关键技术装备

建立以大专院校、科研院所、骨干企业共同参加的产业技术创新体系，开展联合攻关，突破关键技术瓶颈，为政府制定政策和出台标准提供智力支持。

2、发展建议

③ 构建秸秆利用技术体系，拓宽秸秆资源化利用途径

建立健全政府推动、企业主导的专业化秸秆收储运体系模式，推动秸秆原料商品化；以秸秆综合利用项目为载体，园区为示范基地，总结技术模式，建立“还田为主、种养循环、多元利用和产业带动”综合利用模式。

④ 创设政策和标准体系，引导秸秆利用向市场化发展

构建保障资金、绿色通道、用地支持、税收优惠为一体的政策体系；出台收储运、利用技术产品标准，规范企业生产及市场秩序；形成中央督导、省级主导、县乡政府实施的工作体系，建立秸秆利用和禁烧监管为核心的考评制度和奖惩机制。

PART THREE

03

寒地秸秆五化
综合利用技术

一、秸秆原位堆腐还田技术

- 技术简介：在田间地头、林带沟渠等场所，采用人工或机械将秸秆收集堆垛，利用秋后短暂温光条件启动堆肥，次年春天就近就便还田。
- 技术要点：建成下宽3m、上宽2m、高1.8-2m、长度适中的梯形条垛，调整堆体含水率65%，碳氮比25-30:1，接种秸秆腐熟菌剂，覆盖塑料布。



秸秆腐熟菌剂



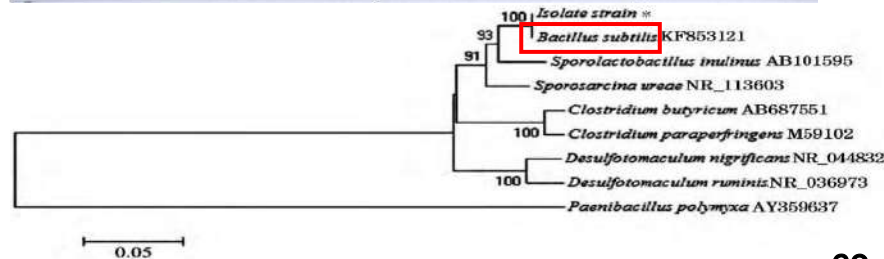
秸秆快速堆腐试验



兰西县玉米秸秆原位堆腐试验

研制了寒地秸秆腐熟菌剂

- 在寒地生境（柴草垛、粪堆）中筛选获得1株对秸秆具有较强降解能力的菌种。
- 在25℃，140rpm振荡培养15天，玉米秸秆失重率达到23.7%，产酶活力（CMC酶）达到52.4 U/mL。
- 经分子生物学和常规分类学鉴定，该菌株为枯草芽孢杆菌（*Bacillus subtilis*）。



■ 产品要点:

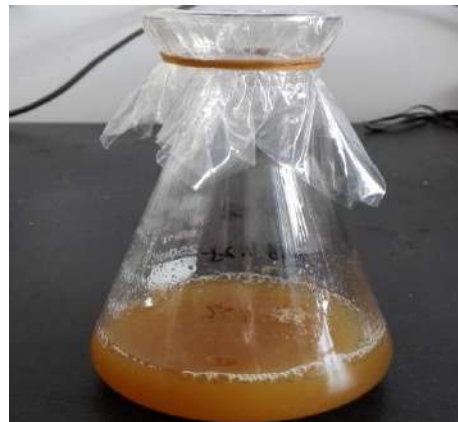
- 1) 温度在 5°C 以上时可以快速启动秸秆堆肥发酵。
- 2) 能够加速有机物料的矿质化和腐殖化。
- 3) 产生大量有益微生物和代谢产物，提高秸秆有机肥肥效。



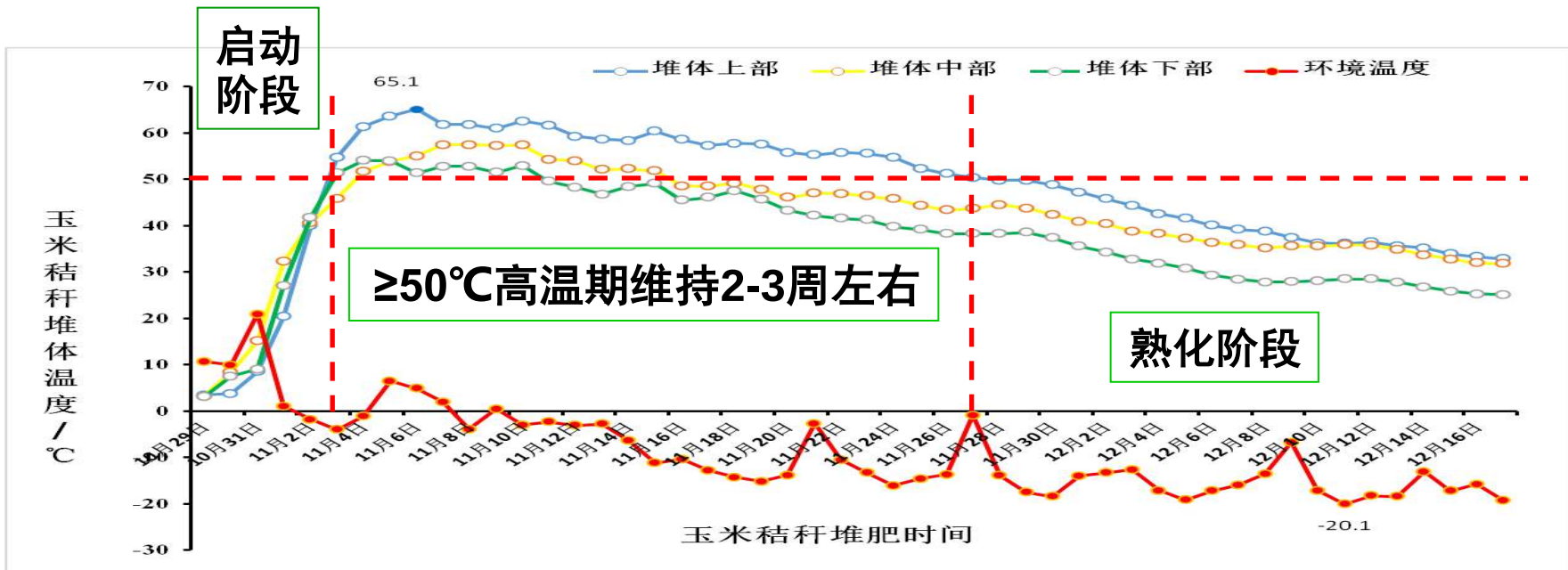
功能菌种



菌剂发酵装置



菌剂产品



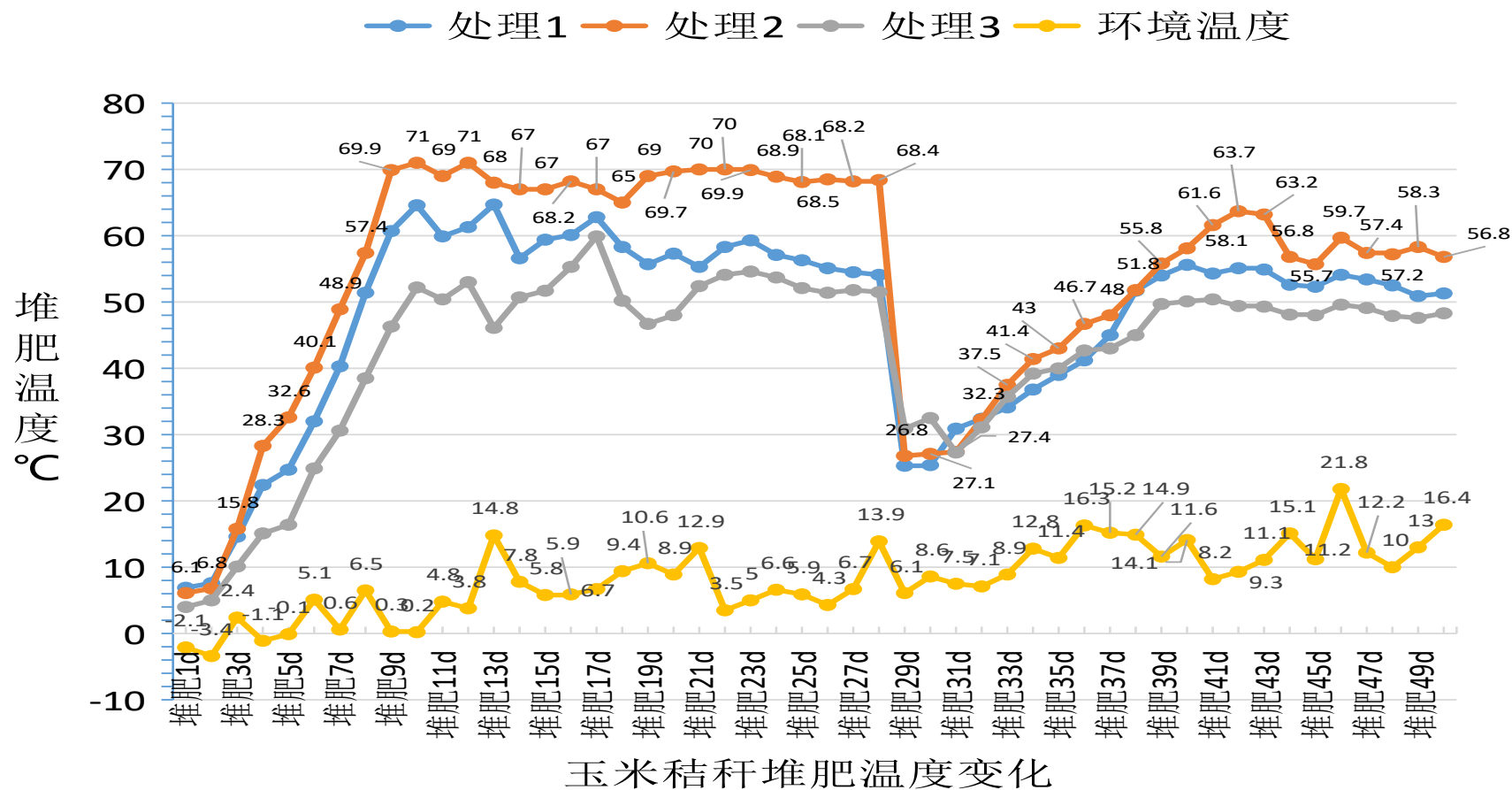


图2 玉米秸秆堆肥温度的变化情况 (每晚22时测定)

寒地秸秆腐熟过程中变化



初始状态



堆肥10d



堆肥20d



堆肥30d



堆肥40d



堆肥50d

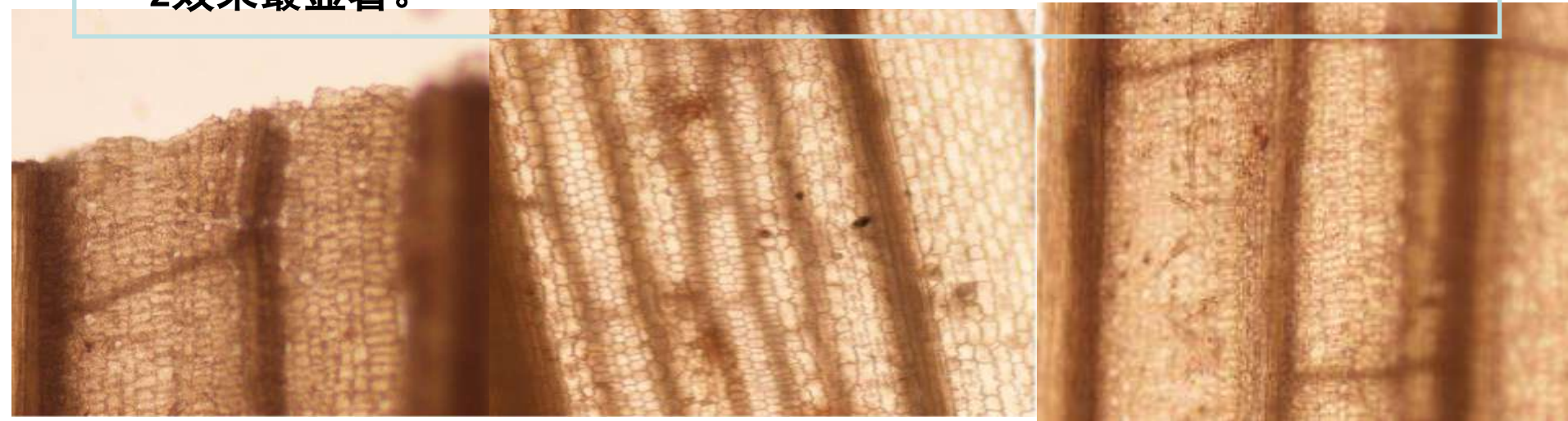


玉米秸秆堆腐30天的腐熟效果



玉米秸秆腐熟的效果

- 400倍的显微镜观察，堆肥50天后，玉米秸秆的表面光滑、无茸毛突起、细胞轮廓清晰，细胞内部结构疏松、有部分发生溶解，其中处理2效果最显著。



处理1

处理2

处理3

图6 玉米秸秆堆肥50天显微结构

成本概算

- 秸秆原位堆腐还田最佳运输半径为50~100m，辐射种植面积20亩，堆腐秸秆10余吨。

	科目	成本(元/吨)	备注
1	秸秆收集	60	秸秆打捆、拖车运输
2	建堆、翻堆	50	利用铲车翻堆1-2次
3	秸秆腐熟剂	20	加快秸秆腐解
4	尿素、水	40	调节C/N、堆体含水率
5	塑料布	10	保温保湿
合计		堆腐秸秆 180元/吨 (90元/亩)	



农业部农业生态与资源保护总站王飞处长到我所调研
玉米秸秆原位堆腐还田技术（哈尔滨市）



二、秸秆炭化还田技术

- 利用轻度炭化法将秸秆制成生物炭，根据作物需肥规律和土壤特性，添加化学肥料，经混拌→造粒→烘干等工艺生产生物炭基肥料。生物炭基肥料的施用，能够改善土壤理化性状，提高土壤有机质含量，起到固碳减排作用，实现秸秆肥料化高效利用。



秸秆炭化设备



生物炭基肥料

生物炭基肥田间效果

在兰西县和延寿县分别进行了玉米、水稻、马铃薯、甜瓜等作物的试验示范，示范面积达到3000亩，平均增产10%以上，改土效果明显。

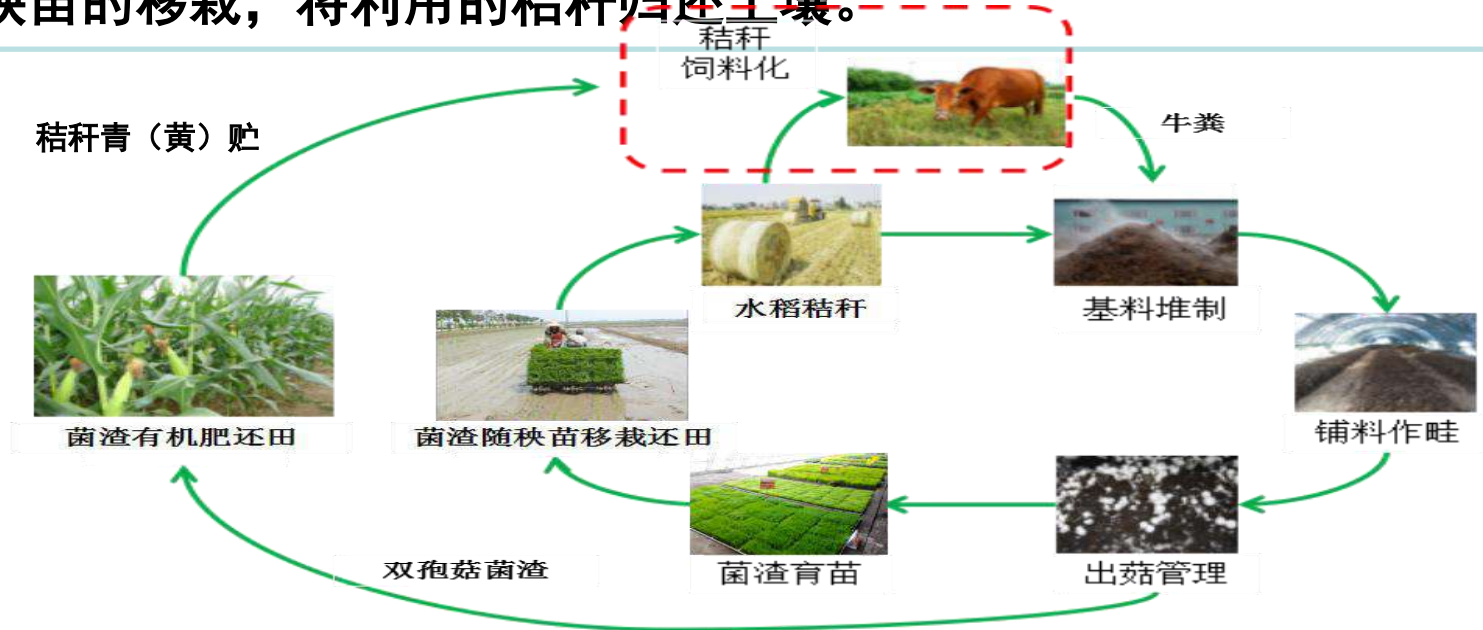


生物炭基肥料对马铃薯生长的影响
生物炭基肥料对玉米生长的影响

三、秸秆基料化利用技术

1、寒地“秸秆-食用菌-基质”利用技术模式

- 充分利用闲置的水稻育秧大棚时间节点、温光条件，以秸秆为栽培基料种植草腐菌，并将栽培食用菌产生的菌渣进行水稻基质育秧。随着秧苗的移栽，将利用的秸秆归还土壤。



2、桔秆袋栽秀珍菇技术

- 技术简介：以水稻桔秆、玉米芯为主要原料，按照配方混匀装袋高温灭菌，冷却后在无菌条件下接菌，放置培养室内进行发菌、出菇管理。
- 技术要点：培养料含水量在65%-70%，菌丝适宜生长温度为24-27℃，出菇温度控制在10-36℃，湿度控制在80-90%，采收期3-10个月。



3、秸秆育苗基质技术

- 技术简介：以秸秆为主要原料，粉碎秸秆，调节C/N、含水量等，进行好氧高温堆肥。待秸秆完全腐熟后，复配水稻生长必需的氮、磷、钾等营养元素，以及杀菌剂、植物调节剂等制成水稻育苗基质。
- 技术要点：pH 5.8-7.0、空隙 15%-30%、持水孔隙 40%-75%、EC值



四、秸秆燃料化技术

1、“一村一厂”分户式秸秆成型燃料取暖模式

黑龙江省现已建成秸秆压块站1400余处，秸秆固化成型燃料年生产能力达到750万吨，安装户用生物质炉具13.2万台。



类别	规格	产品特点	原料要求	生产工况	热值 (cal/g)
颗粒	棒状，直径0.5~1.2cm， 长度为1~3cm	流动性好 上料自动化	适应性一般 水分：15~20% 粉碎粒度小	能耗高 模具磨损严重	3700
压块	棒状、块状，横截面3×3 cm，长度为3~8cm	便于堆放 流动性差	适应性好 水分：15~30% 粉碎粒度大	能耗小 磨具磨损	3200

秸秆成型燃料取暖技术模式



田间

购买

换购

自收

直接购买：按照市场价格直接向企业购买。

自收代加工：农户可自行收集、运输秸秆到秸秆燃料加工厂，并向加工厂支付一定数额的代加工费用，以较低价格获得秸秆燃料。



加工企业

农户



购买

换购



炉具
技术服务

“以物换物”：农户与专业合作社和企业签订秸秆收储协议，农户通过自己收的秸秆换取秸秆成型燃料。

案例：黑龙江省尚志市大房子村

- ◆ 针对户用清洁采暖问题，对老式炉灶进行改造，推广户用生物质炉具共计368套，平均每套供热面积约100m²。
- ◆ 由村委会负责协调，同周边秸秆压块加工企业，签订秸秆收储、燃料供销与置换协议，燃料厂负责收储村作物秸秆约1000吨进行代加工，每吨秸秆燃料销售价格为450元/吨，原材料抵扣价180元/吨，从而减少燃料成本支出。
- ◆ 针对炉具装备，创建了表格数据化管理，建立企业售后服务信息卡，在方便企业售后跟踪维护的同时，加强对设备使用安全的管理。



更换户用生物质炉具安装表

村名	户主姓名	身份证号	联系电话	安装日期	安装人	验收人
尚志市	王德胜	1772-10-14	1584441111			
建设内容	1. 生物质颗粒燃料炉具（100平方米）					
验收内容	1. 生物质颗粒燃料炉具验收					
验收结果	2. 生物质颗粒燃料验收					
验收意见	3. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	4. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	5. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	6. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	7. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	8. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	9. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	10. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	11. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	12. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	13. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	14. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	15. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	16. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	17. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	18. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	19. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	20. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	21. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	22. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	23. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	24. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	25. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	26. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	27. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	28. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	29. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	30. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	31. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	32. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	33. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	34. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	35. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	36. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	37. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	38. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	39. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	40. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	41. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	42. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	43. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	44. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	45. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	46. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	47. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	48. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	49. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	50. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	51. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	52. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	53. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	54. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	55. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	56. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	57. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	58. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	59. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	60. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	61. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	62. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	63. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	64. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	65. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	66. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	67. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	68. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	69. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	70. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	71. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	72. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	73. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	74. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	75. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	76. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	77. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	78. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	79. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	80. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	81. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	82. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	83. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	84. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	85. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	86. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	87. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	88. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	89. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	90. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	91. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	92. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	93. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	94. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	95. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	96. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	97. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	98. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收人	99. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					
验收日期	100. 验收合格，无安全隐患，无安全隐患，无安全隐患					

案例：黑龙江省兰西县永久村

该村建有秸秆固化成型燃料厂1处，年收储秸秆6000t，其中生产秸秆压块燃料1400t，生产成本328元/t，销售价400元/t，供全村350户取暖；其余约4000吨秸秆加工成草球销售给养殖场，生产成本约380元/t，销售价格450元/t，年纯效益在30万元左右。



2、生物质锅炉改造的机关企事业单位取暖技术模式

该技术模式依托生物质成型燃料加工生产，采用生物质成型燃料专用锅炉，为乡村两级具备集中供热的农户采暖，以及乡镇政府、学校、卫生院及机关事业单位采暖，也可以为城市热网辐射不到的单体建筑，如宾馆、浴池和工业企业提供清洁能源。热用户通过燃料购买或能源托管的方式获得燃料或热服务，具有排放达标、管理方便等优势。



生物质锅炉改造的机关企事业单位取暖技术模式

案例：黑龙江省海伦市中小学校集中供热

海伦市现有学校71所，供热面积共计38.5万 m^2 。2017年，由政府出资，37所农村学校陆续更换了生物秸秆固化燃料节能锅炉共计52台，总吨位达33.94t（最大锅炉吨位2t，最小锅炉吨位0.35t），改善供热面积10.8万 m^2 。通过改造建设，年供热消耗秸秆固化燃料5765.9t，燃料成本节支达95.8万元/年。



3、村镇社区秸秆打捆直燃集中取暖技术模式

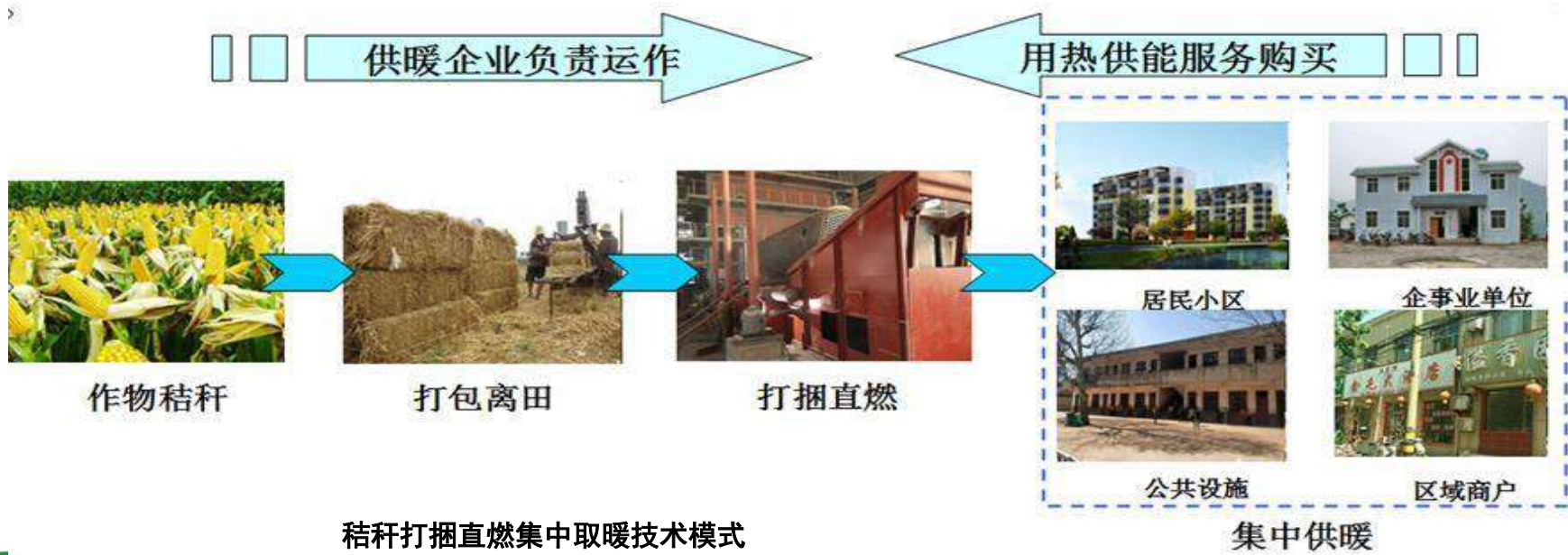
现已建成秸秆直燃锅炉供热项目46个，供热面积275万 m^2 ，供热户数4.2万户，年可利用秸秆数量48万吨。

- ◆原料适应性：炉型适合各种打包规格；对水分、杂质要求不严格
- ◆成本低廉性：田间到炉头，随取随用，减少中间环节和防范消防风险
- ◆技术兼容性：适于乡镇政府、学校、浴池、养殖场和住宅分散或集中取暖
- ◆生态耦合性：收获期和供暖期季节同步，秸秆过炉还田，实现养分循环。



打捆直燃集中取暖技术模式

企业与合作社合作共同负责秸秆原料收储，农户不需要承担秸秆收集离田所需人工及机械工作费用。供暖企业协调供热管理运营，农户及相关取暖部门，采用供热服务购买方式，保障企业经济效益。从而实现了“秸秆收储—自动上料—秸秆进料直燃—小区供热—灰渣排出一有机肥制备—生物质灰基肥还田”整套生产工艺流程。



案例：黑龙江省海伦市海北村

海北村居民1721户，5935人，耕地3.1万亩，种植结构玉米及大豆，年产秸秆量约1.88万t。多年来，该村沿用老式10蒸吨燃煤锅炉进行集中供暖，供暖期6个月，居民户均年采暖费用约2700元，占用能的74%，锅炉燃烧效率低、燃煤费用高，电机噪音影响小区生活，排烟污染环境，供暖技术模式急需变革。



实施过程

投资约435万，新上1台14MW直燃生物质锅炉，替代了10吨老式燃煤锅炉，增设秸秆生物质收储场地1处。



秸秆打捆直燃锅炉



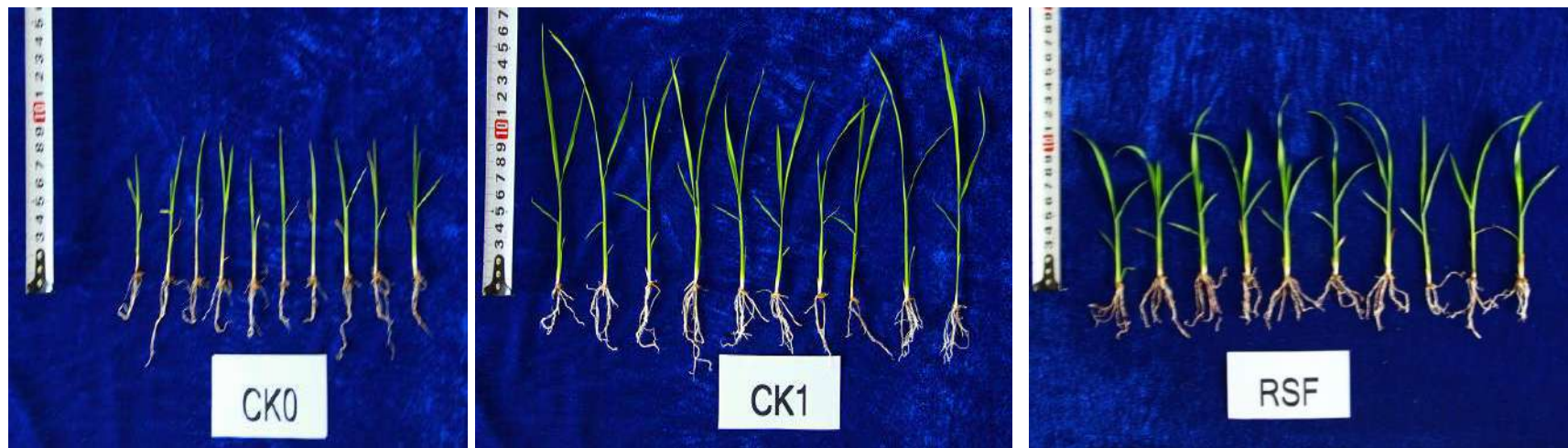
实施效果

- ◆ 为1428户居民和全镇公共设施进行集中清洁供暖，面积23.5万 m^2 ，惠及全村83%人口，清洁能源使用率89%。
- ◆ 秸秆利用率达到95%以上，采暖期利用秸秆1.48万t，代煤约8225t，减排 CO_2 2.1万t
- ◆ 用户端：居民取暖费用由原36.2元/ m^2 降至32元/ m^2 ，16.5万 m^2 年节约热费69.3万元。商服及公共设施7万 m^2 ，取暖费由原52元/ m^2 降至40元/ m^2 ，年节约84万元。
- ◆ 供热端：年运行成本降低47.8%，节支金额共312.5万元。单位面积供暖成本降至14.5元/ m^2 。企业年热费收入总计为808万元，年毛利润达467.2万元。

表3.3 秸秆直燃与燃煤供暖费用比较

供暖方式	燃料价格 (元/t)	单位时间燃料消耗量 (t/h)	取暖期燃料消耗量 (t/y)	年燃料费用 (万元)	单位面积消耗 (kg/ m^2)	单位面积燃料费用 (元/ m^2)	运行费用 (元/ m^2)	单位供暖成本 (元/ m^2)	年供热成本 (万元)
燃煤供暖	650	3.4	8225	534.6	35	22.8	5	27.8	653.3
秸秆直燃	150	6.1	14805	222.1	63	9.5	5	14.5	340.8
比较	500	-2.7	6580	-312.5	28	-13.3	0	13.3	-312.5

- ◆ 灰渣收集后，可作为土壤调理剂或肥料原料使用，一方面解决灰渣二次污染问题；二是可以实现秸秆“过炉还田”，促进农田系统养分平衡。
- ◆ 研发了生物质灰基壮秧剂两个剂型（2.5kg和15kg）配方。



生物质灰基壮秧剂可以促进水稻秧苗的生长，抑制病害的发生。发病指数比对照的降低41%—42%；叶绿素平均提高9—11。100株干重增加0.5g—1.01g，鲜重增加6.72g—7.80g。



研发了生物质灰基专用肥3个。利用生物质灰+有机物料+粘合剂+化肥，通过挤压造粒方式，生产出生物质灰基颗粒。



产品名称	产量 (kg/亩)	增产 (%)
水稻生物质灰基肥	385.5—377.9	3.2—5.3
大豆生物质灰基肥	169.3—174.3	2.4—5.3
玉米生物质灰基肥	596.5—612.4	4.3—7.1

五、秸秆产沼气技术

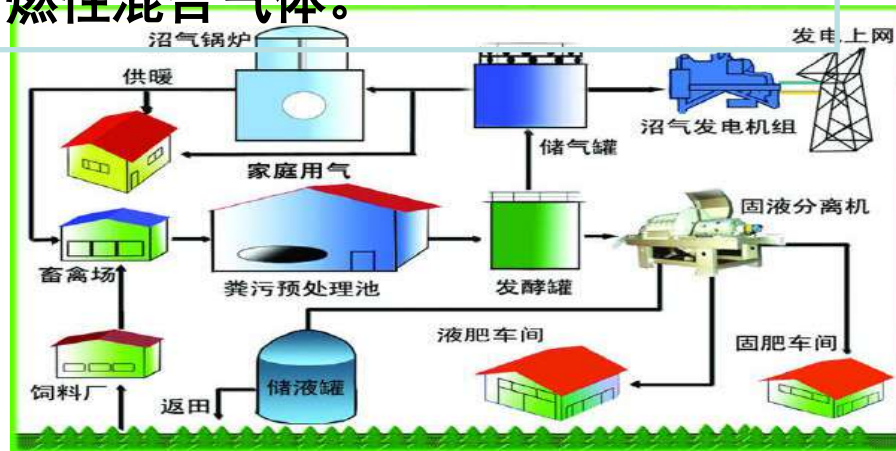
- ◆ 利用厌氧消化技术产沼气是对农业废弃物处理的有效途径之一，对经济的可持续发展和农村能源供给具有重要的意义。沼气是多种有机物质在一定水分、温度和酸碱度及厌氧条件下，经多种微生物联合，相互交替作用下，分解产生的一种可燃性混合气体。

1 提供清洁能源

2 改善农村的卫生条件

3 可实现农业废弃物的多途径利用

4 可促进养殖业和农业的发展



1m^3 沼气 $\approx 1\text{kg}$ 原煤 $\approx 0.7\text{kg}$ 标煤

秸秆沼气工程案例



甘南县蓝天能源沼气工程：采用秸秆卧式连续干发酵沼气装置，其工程投资为4000万左右，日处理玉米秸秆原料80t（收购成本250元/t），可日产1万m³天然气（3.5元/m³，加工成本1元），沼渣有机肥80t/天（出售价400元/t），**年预计收入约为1332万元[天然气和有机肥销售是个难题，有价无市]**。

五、秸秆原料化利用技术

1、秸秆造纸技术

- 秸秆是造纸工业的重要原料之一，其纤维组织结构强，可作为木材的替代品。我国以农作物秸秆为原料生产纸浆占总纸浆的比例约为30%，并有扩大的趋势。因此，大量应用稻麦秸秆造纸，可减少森林的砍伐，增加绿色覆盖面积，减少了水土流失，是秸秆综合利用的



2、秸秆建筑板材加工利用技术

- 以秸秆为原料，以不含甲醛的异氰酸酯为胶粘剂，通过切草、粉碎、干燥、拌胶、铺装、预压、热压和后处理等工序，制成无甲醛释放的稻麦秸秆板，产品质量达到国家标准的要求，可用于家具制造和室内装修等。



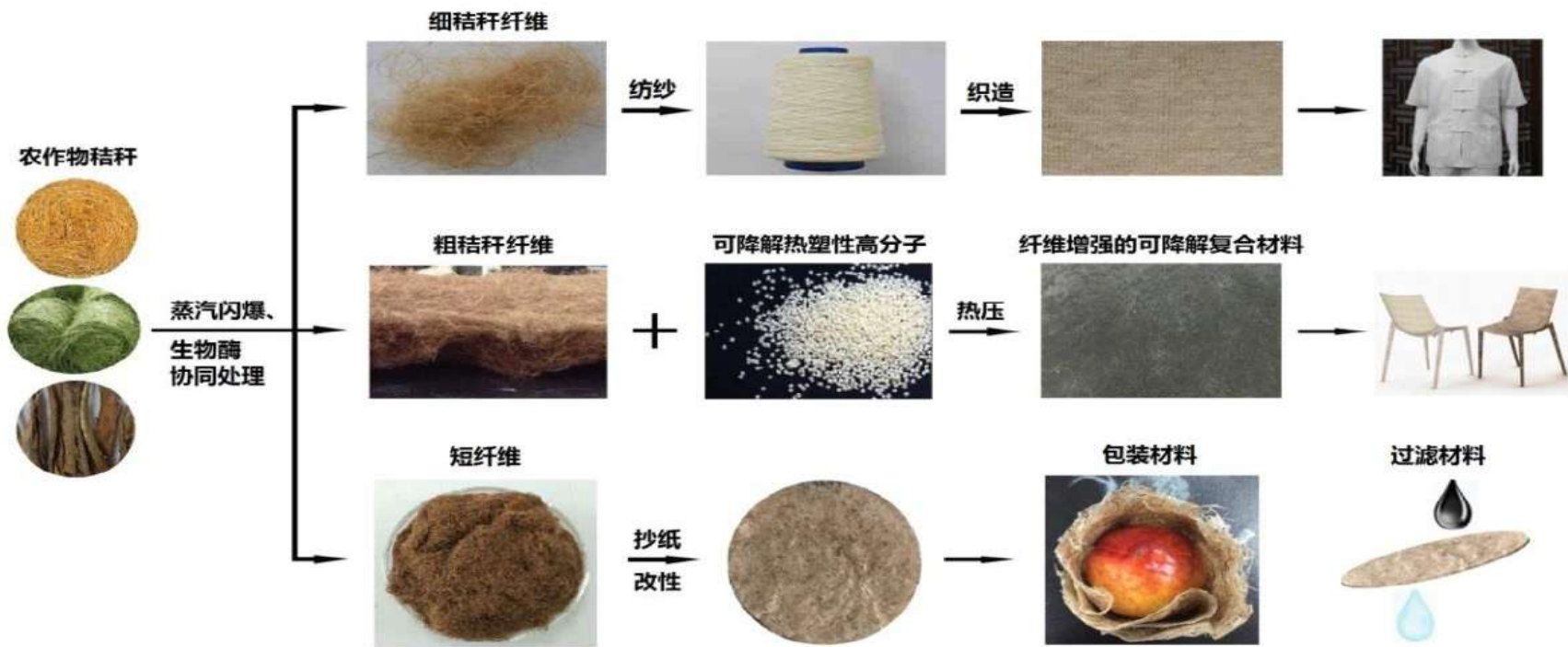
3、秸秆作为建筑保温材料







4、秸秆生态化利用技术模式



Green Chemistry

Cutting-edge research for a greener sustainable future

www.rsc.org/greenchem

Volume 7 | Number 4 | April 2005 | Pages 169-240



© 2005 RSC

RSC | Advancing the Chemical Sciences

Reddy and Yang
Natural cellulose fibres from
cornhusks

Alirol et al.
Immobilized gadolinium triflate as a
recyclable catalyst

Doeherty and Kulpa
Toxicity and antimicrobial activity of
ionic liquids

Wang et al.
Recovery of amino acids using
biphasic systems



1443-9262(2005)7:4;1-C



Cornhusk
sweater.

<< AGRI-COUTURE

More than half of the 67 million tons of textile fibers produced annually are petroleum-based synthetics. But with rocketing oil prices, agricultural byproducts are gaining attention as natural fiber sources, scientists reported last week at the American Chemical Society meeting in San Francisco, California.

Textile scientist Yiqi Yang of the University of Nebraska, Lincoln, said he has gotten fibers from rice straw that are "long and fine enough for textiles but still very strong." Using alkali and enzymes, he and student Narendra Reddy extracted finger-length fibers that they say rival linen and cotton in flexibility and strength. Adding cotton, they spun a yarn and wove it into rice/cotton fabric. Yang estimates that 58 million tons of textile fiber could be produced from half of the 580 million tons of waste rice straw grown each year. Brian George, a textile engineer at Philadelphia University in Pennsylvania, says the relative stiffness of such fibers makes them hard to work with unless they are blended with cotton or flax, but that the idea seems economically viable if the fibers "can be processed on standard textile equipment."

Yang says rice-straw fibers are stronger than those from cornhusks, which he managed to make a sweater out of a few years ago. His next project is to get spinnable fibers from chicken feathers, whose honeycomb structure, he says, could potentially make for textiles tighter and warmer than wool.

结 语

- ◆ **集中连片，整体推进。** 优先支持秸秆资源量大、禁烧任务重和综合利用潜力大的区域，整县推进。
- ◆ **多元利用，农用优先。** 因地制宜，多元利用，突出肥料化、饲料化、能源化利用重点，科学确定秸秆综合利用的结构和方式。
- ◆ **市场运作，政府扶持。** 充分发挥企业主体作用，通过政府引导扶持，调动全社会参与积极性，打通利益链，形成产业链和价值链，实现多方共赢。
- ◆ **全民参与，营造氛围。** 充分调动和激发广大农业参与者积极性，打一场秸秆综合利用，防止焚烧污染空气的人民战争。



黑龙江省农业科学院农村能源与环保研究所
Rural Energy & Environmental Protection Institute, HAAS

**感谢聆听
敬请指正**

E-Mail: liujie1677@126.com

Tel: 13351681677