

# 甘蔗除杂废料厌氧发酵制青贮饲料 技术模式探索总结

根据《2022年甘蔗农机化生产技术模式探索实施方案》，2022年11月至12月，我中心组织开展并完成了一项利用甘蔗除杂设备除杂作业中产生的杂质废料（含蔗叶、蔗梢等），对其进行切碎揉丝、打捆包膜、厌氧发酵，从而获得青贮饲料的技术模式探索试验。现将此次试验总结如下。

## 一、技术路线

### （一）试验机具

1. 甘蔗除杂设备。采用合浦惠来宝公司生产的6CZ-15型甘蔗除杂设备，该机结构型式为实时切段式，配套电机总功率45kW，除杂方式采用机械剥离+风选，配置组件包括喂料平面带、金属齿板式剥离辊、轴流式风机、刮板式出料输送带等，每小时处理量约15吨。试验机具如图1所示。



图 1

2. 铡草揉搓机。采用山东新圣泰公司生产的 9RSJ-6.0 型铡草揉搓机，结构型式为旋转切刀式，在加工过程中集切揉为一体，配置组件主要有喂入机构、机架、主轴、锤片、搓板、风扇、行走和防护装置等。配套电动机总功率为 16.5kW，生产效率约 5 吨/小时。试验机具如图 2 所示。



图2

3. 打捆包膜一体机。采用山东新圣泰公司生产的YK5552型打捆包膜一体机，打捆形式为圆捆，配置组件主要有牵引组件、进料机构、主传动机构、铝辊机构、绕线捆扎机构、旋转架机构、输膜架机构、电控装置等。配套动力为7.5kW+0.55kW，成捆尺寸 $\Phi 550 \times 520\text{mm}$ ，单捆重约50kg，生产效率约为45捆/小时，试验机具如图3所示。



图3

## （二）试验内容

1. 地点：试验在北海市合浦县

2. 设备与人工：6CZ-15型甘蔗除杂设备1台，9RSJ-6.0型铡草揉搓机1台，YK5552型打捆包膜一体机1台，夹包机1台。人工：除杂设备人工不计，夹包机操作者1人，收集与喂料人工4人。

3. 作业流程：试验2小时，由4名人工收集6CZ-15型甘蔗除杂设备在工作中排出的蔗叶等废料，并将废料喂入9RSJ-6.0型铡草揉搓机，YK5552型打捆包膜一体机打包后，由夹包机对打好包的草捆进行夹运、码垛。

### 4. 试验记录

试验过程中分别记录作业时间、作业量、燃油消耗量或耗电量等数据，试验后分别计算、分析作业模式的效率和成本。

### 5. 青贮化验

打包15天后，将试验模式下制成的青贮送样到检验机构进行检测，分析营养成分及饲料的可用性。

## 二、试验结果

（一）试验11月22日早上9:30开始，作业至上午11:30工作结束，总打捆数52捆，总重2560kg，抽样10包检测平均每捆重为49.2kg，铡草揉搓机耗电量为33.5度，打捆包膜一体机耗电量为16.8度，电价按1元/度计，合约50元；租用夹包机夹运码垛按包日每天600元计，2小时合150元；人工费按一天8小时每人250元计，4人工作2小时人工费250元；铡草+打捆包膜2套机具价值共

约5万元，保守按3年期折旧至报废，每年榨季能作业时间按60天计，按每天生产200捆计，则每天的折旧体现在打捆成本上约1.4元/包。上述所有的成本则为  $(50+150+250) / 52 + 1.4 = 10$  元/包。膜钱约30元/吨，如保守按毛重260元/吨出售蔗叶。打捆包膜码垛作业2小时生产的毛利约为  $[2.56 \times (260 - 30)] - (50 + 150 + 250 + 1.4 \times 52) = 66$  元。现场作业情况见图4-图7。



图4



图5



图6



图7

表1 试验数据汇总表

序号	项目	单位	试验结果
1	作业方式	/	固定除杂+杂质废料（蔗叶）处理模式
2	作业人数	人	5
3	作业时间	h	2
4	打捆包数	个	52

5	打捆总质量	t	2.56
6	折旧费	元/包	1.4
7	人工总费用（按实际工作时间折算）	元	400
8	燃油费用	元	包干在人工费
9	电费	元	50
10	总作业成本(含折旧)	元	599.6
11	原料成本	元/t	0
12	销售单价	元/t	260
13	销售总收入	元	665.6
14	毛利	元	66
15	榨季预估毛利	万元	1.584

（三）主要营养成分。将试验模式下的物料打包发酵 15 天后（12 月 8 日）送样品至安琪酵母检测中心送检，青贮饲料样品外观呈黄绿色，有明显的酸香味。

表2 青贮检验数据汇总表

指标	单位	样品：甘蔗除杂废料制成的青贮
呕吐毒素	ug/kg	未检出，检出限200
黄曲霉毒素B1	ug/kg	未检出，检出限0.750
粗纤维	g/kg	272
转化后转化糖	g/100g	7.7
灰份	/	13.2%
水份	/	61.4%
粗蛋白	/	3.68%
总膳食纤维（TDF）	g/100g	66.5

化验结果显示，除杂蔗叶青贮除了蛋白含量较低外，其它指标均能达到青贮饲料的要求。

### 三、技术模式分析

本次试验通过对固定除杂点排出的蔗叶等废料进行切碎揉丝打捆包膜厌氧发酵处理，验证青贮切碎揉丝机、打捆包膜机的作业质量和效率、与除杂设备匹配程度、作业成本等数据，检验该模式下青贮发酵后营养成分，分析该模式机具的可操作性与经济性，为该模式的推广应用提供理论指导和参考。

（一）作业效率。由以上试验数据可见，采用固定除杂+杂质废料（蔗叶）处理模式，全套机具作业效率仅为 1.28t/h，作业效率低。

（二）作业成本和收益。考虑到机具折旧、人工及燃油及电成本的情况下，采用固定除杂+杂质废料（蔗叶）处理模式的，作业成本为 234.2 元/吨，由于固定除杂模式每天能加工的量只有 12 吨左右，加上榨季能作业的天数也比收购蔗尾模式时间短一半，加上成品蔗叶售价低，所以固定除杂模式收益率极低。

（三）适用性。固定除杂+杂质废料（蔗叶）处理模式虽然盈利性不高，但能把除杂后的蔗叶变废为资源，不焚烧污染环境，又节省了其它收获方式导致蔗叶留在地里需要的处理费用。有一定的适用意义，但从盈利性上看，明显因为处理量小而空间不大。

### 四、模式总结

（一）就广西而言，目前全区甘蔗种植面积 1100 万亩左右，目前有超过 1000 万亩的甘蔗是通过人工的方式砍收，如果能用分步式机收模式代替传统人工收获面积 300 万亩，则能大大提高



我区的甘蔗机收水平，对我区当前和今后一段时期内甘蔗机收的发展产生非常重要和深远的影响。当前区内外企业如广西铁手、合浦惠来宝、湖北利汇等研发出了基于固定点作业的甘蔗除杂设备，但对于处理在固定点除杂过程中分离出的蔗叶、蔗梢及少量碎断蔗茎混杂在一起的废料杂质，目前缺乏比较理想的资源化利用方案。对于固定点除杂，如果不及时处理这些杂质废料，会产生诸如蔗叶堆集占用场地、蔗叶在排杂口堆集影响作业、容易引发火灾风险等问题。鉴于此，研究分步式机收模式产生的废料蔗叶的处理显得格外有意义。

（二）对此次固定除杂+杂质废料（蔗叶）处理，在技术模式和机具上仍需要进行改善：

1.除杂设备增加蔗叶收集运送装置。蔗叶收集和喂料的人工过多，会导致蔗叶加工成本太高，应考虑在除杂设备的排杂口位置处进行收拢蔗叶处理，安装蔗叶输送皮带，直接将蔗叶喂入铡草机，减少人工的使用。

2.铡草机应加装入料斗。该铡草机的处理能力与除杂设备产生的蔗叶是相配套的，但铡草机没有入料斗，只有传送带，若只能靠人工喂料不合理，应将除杂设备产生的蔗叶直接用输送带传入铡草机的装料斗。

3.模式环节应减少。由于固定点除杂蔗叶每日处理量少，售价低，收益少，如果采用机具配套多、作业环节多的模式就显得不合算。所以在把除杂蔗叶当饲料这条路上，只要将蔗叶铡碎就

可以像青贮全株玉米那样直接销售，而不用打捆、包膜、码垛、装车这么多道工序，降低处理成本。