

剑麻叶片加工工艺升级及副产物高值化利用效益评估

覃旭^{1*}, 金刚¹, 刘明¹, 黄显雅¹, 彭欣怡¹, 崔明勇¹, 杨祥燕¹, 赵媛¹, 吴密¹, 钟秋汉², 陈涛^{1#}

¹广西壮族自治区亚热带作物研究所, 广西 南宁

²广西西部麻业科技有限公司, 广西 南宁

Email: 75033990@qq.com, #499481815@qq.com

收稿日期: 2021年4月24日; 录用日期: 2021年5月19日; 发布日期: 2021年5月27日

摘要

剑麻是全球重要的硬质纤维作物之一。为降低剑麻加工成本, 提升产业的经济及生态效益, 推广节本增效的纤维加工工艺并对麻渣等副产物开展高值化利用势在必行。本文针对新型先压后刮式刮麻机及副产物加工工艺与配套设备在产业中的效益作评估。与传统的“先刮后压”式加工工艺相比, 新研制的“先压后刮”加工工艺及其配套设备人均加工效率为0.56 t/人·h, 节约用水量33.33%, 长纤维含杂率下降85%, 加工1吨剑麻长纤维延伸的副产物高值化利用利润比主产品(长纤维)利润高70%。高值化利用工艺及设备提升了剑麻的纤维质量和生产效率, 降低生产成本, 提高了经济和生态效益。

关键词

剑麻, 加工工艺, 副产物, 效益评估

Benefit Evaluation of High Value Utilization of Upgraded Sisal Leaf Processing Technology and by Products

Xu Qin^{1*}, Gang Jin¹, Ming Liu¹, Xianya Huang¹, Xinyi Peng¹, Mingyong Cui¹, Xiangyan Yang¹, Yuan Zhao¹, Mi Wu¹, Qiuhan Zhong², Tao Chen^{1#}

¹Guangxi Subtropical Crops Research Institute, Nanning Guangxi

²Guangxi Western Plant Fiber Technology Co., Ltd., Nanning Guangxi

Email: 75033990@qq.com, #499481815@qq.com

Received: Apr. 24th, 2021; accepted: May 19th, 2021; published: May 27th, 2021

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 覃旭, 金刚, 刘明, 黄显雅, 彭欣怡, 崔明勇, 杨祥燕, 赵媛, 吴密, 钟秋汉, 陈涛. 剑麻叶片加工工艺升级及副产物高值化利用效益评估[J]. 农业科学, 2021, 11(5): 431-435. DOI: 10.12677/hjas.2021.115059

Abstract

Sisal is one of the most important hard fiber crops. In order to reduce the cost of sisal fiber processing process and improve the benefits of economic and ecological of the industry, optimize processing technology of fiber processing and carry out high-value utilization of the by-products such as sisal residue is imperative. This paper evaluates the new type of processing technology from the production benefit and the utilization of by-products. The result shows that compared with the traditional processing technology, the processing efficiency of the advanced processing technology is 0.56 t/h, save the water consumption by 33.33%, and the impurity rate of long fiber decreases by 85%. The profit of sisal by-product of 1t long fiber processing is higher than that of the main product (long fiber) by 70%. The new technology and equipment improve the efficiency processing and quality of fiber, reduce the production cost, and improve the economic and ecological benefits.

Keywords

Sisal, Processing Technology, By-Products, Benefit Evaluation

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

剑麻(*Agave sisalana* Perr.), 属于龙舌兰科龙舌兰属, 是一种极具热带特色的多年生单子叶纤维作物。剑麻叶片纤维主要存在于植物的叶脉细胞壁, 木质化程度较高, 质地坚硬, 是一种优质硬质叶纤维[1]。由于具有耐磨、耐腐蚀、强度高特点, 剑麻纤维作为重要的工业原料在国防、航海、运输等领域发挥着不可替代的作用[2] [3]。我国利用剑麻加工制品有 50 年的历史, 传统的剑麻加工最多关注的是长纤维的提取, 但是剑麻抽取纤维后所产生的副产物中含有大量可作为坐垫、汽车轮胎、床垫及其它纤维填充材料和其他复合材料的短纤维[4]; 可用于合成甾体类药物的“医药黄金”和“激素之母”剑麻皂素[5] [6]; 可用于生产有机肥的麻渣[7] [8]。因此, 如何提升剑麻加工质量、实现副产物高附加值资源化利用成为剑麻产业发展的新课题。我国在剑麻加工方面研究起步较晚, 加工设备经历了手工捶打、手拉式刮麻机[9]、半自动刮麻机和自动排麻刮麻机等 4 个发展阶段[10]。根据剑麻叶片纤维的生长分布规律, 纤维是从叶片基部辐射到梢部, 但现有的剑麻加工设备都是采用先刮剑麻叶片基部(约 45~50 cm, 剑麻叶片长度的 1/3), 之后再刮剑麻叶片的梢部(剑麻叶片的 2/3)的方法, 使得剑麻基部约 45~50 cm 的纤维在加工过程中由于握持问题而被刮掉, 进而影响了长纤维抽出率, 造成浪费。此外, 利用传统工艺制作麻膏和皂素需先对麻渣进行压水, 后将汁水放入池中进行发酵, 待发酵沉淀进行晾晒, 获得的麻膏沉淀物送到皂素厂制成皂素, 整个过程耗时约 30 天, 每吨鲜麻片的制膏率仅有 0.5%, 此工艺生产皂素费时耗力产出低[11]。

剑麻是经济价值较高的一种热带作物, 除加工获得长纤维外, 其加工副产物也具有极高的综合利用价值, 因此积极研发新工艺及配套设备以期提高长纤维抽出率和副产物综合利用率, 提升剑麻产品利润是产业发展的趋势。本研究在传统加工产业数据的基础上, 综合分析“先压后刮”式新型加工工艺和设备在剑麻纤维加工及副产物利用高值化利用优势, 为进一步推广“先压后刮”式新工艺及设备提供数据支撑, 提高剑麻纤维及其副产物利用效率, 减少环境污染, 促进产业健康发展。

2. 新型加工工艺劳动力和环境效益

2016年,广西北部麻业的钟秋汉先生发明了具有自主知识产权的“先压后刮”式自动刮麻机[11]。“先压后刮”式自动刮麻机免去了单独抛光和麻渣压水的步骤,可对剑麻叶片进行刮麻抛光一体化操作。将新型“先压后刮”式自动刮麻工艺和传统“先刮后压”式刮麻工艺在加工剑麻叶片时不同岗位所需工人数进行比较分析(表1)。传统“先刮后压”式刮麻工艺的劳动力使用参照农业行业标准 NY/T 2648~2014《剑麻纤维加工技术规程》(以下简称行标)。其中行标在叶片输送工序上需工人总数为6人,而新型刮麻机仅需要3个工人可胜任叶片的输送(表1)。在叶片输送、操控台、刮麻机、压水、收湿纤维、抖松纤维等工序中,新型刮麻机总用工人数为9人。整条新工艺生产线需29个工人,每个工作日8小时加工叶片130吨,人均加工效率为0.56 t/人·h。

Table 1. The number of labor for different processing methods

表 1. 不同加工方式用工人配置

工艺	叶片输送				操控台	刮麻机	压水	收湿纤维	抖松纤维
	一级	二级	三级	四级					
先刮后压式刮麻机	2	2	1	1	1	2	1	4	4
先压后刮式刮麻机			3		1	0	0	3	2

以加工1吨优质长纤维(含杂在2%以下,含水在13%以下)计算,为冲洗纤维德国格鲁勃公司研发的CORONA型刮麻机加工需损耗20吨水,国内先刮后压式刮麻机需损耗12吨水,而“先压后刮”式刮麻机仅需损耗8吨水。“先压后刮”式刮麻机比先刮后压式刮麻机节约33.3%用水量,更重要的是减少了未处理麻水排放对环境造成的污染。“先压后刮”式工艺可有效将长纤维含杂率从传统工艺的2.0%降低至0.3%,含杂率下降85%。

3. 剑麻高值化加工效益分析

传统劳动密集型剑麻加工产业面临转型升级,剑麻加工副产物(麻渣、麻水)的高值化利用效率有待提高。以优质纤维4.6%的出纤率计算,就生产纤维主产品及其副产物高值化利用进行效益评估(见表2)。

Table 2. Benefit analysis of sisal processing products

表 2. 剑麻叶片加工产品效益分析

项目	叶片重量(t)	产出率(%)	直接产量(t)	售价(元/t)	生产成本(元/t)	利润(元/t)	叶片利润(元/t)
优质长纤维	21.74	4.60	1.0000	14,200.00	12,083.00	2117.00	97.38
短纤维	21.74	0.60	0.1304	6000.00	1500.00	4500.00	27.00
麻膏	21.74	0.55	0.1196	13,500.00	1500.00	12,000.00	66.00
皂素	21.74	0.08	0.01739	-	-	100,000.00	80.00
优质固体肥	21.74	25.50	5.5437	300.00	100.00	200.00	51.00
优质液体肥	21.74	55.00	11.957	60.00	20.00	40.00	22.00

3.1. 长纤维

钟秋汉根据剑麻叶片加工的实际需要,对旧加工方法进行了创新,其包括如下步骤:即排麻上料-压麻-压水-刮麻抛光-干燥-出料,其中压麻、压水和刮麻抛光为最重要步骤。该“先压后刮”式加

工方法与现有“先刮后压”式工艺比较,工序更少,更合理,经济价值更高。针对上述加工方法,配套提供了一种剑麻叶片加工设备[12]。

对新工艺刮麻机加工剑麻叶片纤维的经济效益进行估算。优质长纤维出纤率按 4.6% 计算,即加工 1 吨优质纤维需要剑麻叶片 21.74 吨,每吨剑麻叶片收购价按 450 元,等于每吨纤维料成本 9,783 元,加工费按 2300 元,成本合计 12,083 元,每吨优级长纤维售价按 14,200 元计算(非洲同等质量到岸价 14,600 元)。最终每吨纤维利润约为 2117 元,每吨叶片加工成长纤维的利润为 97.38 元。

3.2. 短纤维回收

在现有剑麻的纤维提取工艺中,将主要的长纤维提取后,仍然有部分数量可观的短纤维夹杂在麻渣中。这部分短纤维若不回收,会造成纤维资源的浪费。短纤维的传统回收方法是将麻渣压干,然后将短纤维分离出来。利用短纤维回收机对麻渣中的短纤进行回收,短纤维回收率按 0.6% 计算,21.74 吨麻片可产优质短纤维(含杂在 2% 含水 13% 以下) 0.1304 吨,乱纤售价按 6000 元/吨(烘干短纤维和抛光短纤维的平均价)计算,生产成本为 1500 元/吨,则利润为 4500 元/吨,21.74 吨剑麻叶片可获得短纤维利润 586.8 元,每吨叶片的短纤维利润为 27 元。

3.3. 麻膏

传统从剑麻渣中提取皂素原料麻膏(干渣)的方法主要是先将麻渣压水,将压出的水放入池中沉淀发酵后,再将沉淀物放在晒场上自然晒干,晒干后打包送到皂素厂制成皂素。

新工艺主要步骤为,将麻渣堆放发酵 5~10 天左右,放入麻渣粉碎机使水从底部网孔流入到水池中,水池中的麻渣水抽到离心机中使渣和水分离,麻水沉淀 15 个小时左右,之后将沉淀物晒干至含水率 18% 以下。采用这种工艺,麻膏的提取率可以提升到了 1% 以上,含量达 8% 左右,麻膏的提取时间约为 18 天[11]。相对于传统工艺,新工艺每吨鲜麻片的麻渣制成麻膏率增加 1 倍以上,按麻膏市场的价格,其利润显著增加,同时剑麻麻膏的提取时间缩短了 10 天左右,减少了提取时间,提升了效率,明显优于传统工艺。

利用新制麻膏提取工艺进行经济效益估算,21.74 吨叶片可产麻膏 0.1196 吨,每吨麻膏售价 13,500 元,(含量按 15%,含量每 1% 为 900 元计算)成本 1500 元,利润 12,000 元,该工艺可获得麻膏的利润 1435.2 元,每吨麻片的麻膏利润为 66 元。

剑麻皂素可制成甾体激素药,目前从剑麻渣中提取皂素的原料为麻膏。如果将 0.1196 吨麻膏直接生产成皂素,可产 0.01739 吨皂素,按每吨皂素利润 10 万元计算,所产皂素利润为 1739 元,平均每吨麻片的皂素利润为 80 元,经济效益随之增加。

3.4. 有机肥

近年来剑麻渣麻水的肥料化综合利用技术逐步成熟。每加工 1 吨成品长纤维可产优质固体肥 5.5437 吨,售价 300 元/吨,利润 200 元/吨,固体肥利润为 1108.74 元,平均每吨麻片的优质固体肥利润为 51 元;每加工 1 吨成品长纤维可产液体肥 11.957 吨,售价为 60 元/吨,利润 40 元/吨,液体肥利润为 478.28 元,平均每吨麻片的液态肥利润为 22.00 元。

综上所述,21.74 吨剑麻叶片加工成 1 吨成品纤维,长纤维的利润仅为 2117 元,而短纤维、麻膏(不继续生产皂素)及有机肥的利润总计高达 3609.02 元。因此通过综合利用剑麻麻渣麻水,不仅提高了产业的经济效益,还有效解决了环境污染问题,经济社会效益显著。

4. 结论

当剑麻种植环境、栽培水平较为接近时,其加工经济效益的大小主要取决于刮麻工艺和副产物梯度

化利用程度。出纤率是由加工工艺决定的，出纤率高，纤维含杂率低，纤维售价则越高。在剑麻加工中引入“先压后刮”工艺及配套设备以替代传统“先刮后压”加工方式，每加工 1 吨优质纤维比传统工艺节约冲洗用水 4 吨。在减少冲洗纤维用水量的前提下，可有效将长纤维含杂率从 2.0% 降低至 0.3%，提高了长纤维的质量，提升了市场竞争力。

每加工 1 吨成品长纤维，如不进行副产物高值化利用，利润仅为 2117 元，而其延伸的短纤维、麻膏（不生产皂素）及有机肥加工副产物的利润高达 3609.02 元，剑麻副产物的高值化利用利润比主产品（长纤维）利润高 70%。剑麻麻渣麻水可用于回收短纤维、提取剑麻麻膏和皂素、制作有机肥，有效延伸产业链条，降低产业总体成本，经济、社会和生态效益明显。

基金项目

广西重点研发计划(桂科 AB18221105, AB20297007); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助(CARS-16-S14); 广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科 2021YT153, 2020YM57, 2020YM136)。

参考文献

- [1] 周文钊, 孙光明. 加快剑麻优势区域建设促进剑麻产业化发展[J]. 中国麻业科学, 2004(1): 40-45.
- [2] 翁丽君, 丁勇, 黄存贯. 乡村振兴战略视角下振兴湛江农垦剑麻产业之可行性分析[J]. 中国热带农业, 2020, 92(1): 11, 22-24.
- [3] 陈士伟, 李栋宇. 我国剑麻产业发展现状及展望[J]. 中国热带农业, 2016, 70(3): 6, 10-12.
- [4] 刘惠伦, 张北龙. 剑麻短纤维补强环氧化天然橡胶/PVC 复合材料的性能研究[J]. 橡胶工业, 2000, 47(7): 392-395.
- [5] 王彦超. 剑麻皂苷元生物转化生产方法的研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [6] 李华锋, 黄尚顺, 廖青, 等. 剑麻皂甙元生产技术进展[J]. 广东化工, 2014, 41(8): 91-92.
- [7] 方南元. 用剑麻渣生产有机肥的方法[P]. 中国专利, CN108264382A, 2018-07-10.
- [8] 叶金仁, 钟静海, 龚卫新, 等. 剑麻废渣生产水稻有机肥的方法[P]. 中国专利, CN104355805A, 2015-02-18.
- [9] 陈涛, 陶玉兰, 谢红辉. 广西剑麻机械的现状与展望[J]. 广西热带农业, 2010(1): 54-55.
- [10] 庄兆明. 新的一种剑麻加工装置的研究和应用[J]. 中国科技博览, 2013(21): 260.
- [11] 钟秋汉. 从剑麻废渣中提取剑麻麻膏和短纤维的方法[P]. 中国专利, CN102797186A, 2012-11-28.
- [12] 钟秋汉. 剑麻叶片加工设备[P]. 中国专利, CN205474119U, 2016-08-17.