

蚕丝副产物的综合利用

王天予 编著



重庆大学出版社

蚕丝副产物的综合利用

王天予 编著

重庆大学出版社

内 容 提 要

蚕丝副产物包括桑、蚕、种、茧、丝、绸等生产过程中所出现的各种副产资源。本书极详细地叙述了桑条、桑叶、桑根、桑椹、家蚕、蚕沙、蚕蛹、蚕蛾、茧衣、茧层、废丝绸以及丝绸厂的废水废液的综合利用。本书集生产和实验结果之成，如果依样画瓢，则可得目的产品。

本书可供高校及中等专业学校蚕丝专业师生作为教材，亦可供其他有关人员作参考用书。

蚕丝副产物的综合利用

王天子 编著

责任编辑 贾晓雁

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

中国人民解放军重庆通信学院印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16印张：15 字数：374千

1990年4月第1版 1990年4月第1次印刷

印数：1——5000

标准书号：ISBN 7-5624-0286-8 定价：4.70元
S·6

序

蚕丝副产物的综合利用，是对桑、蚕、种、茧、丝、绸的副产资源，进行合理加工，多种经营，以期变有害为有利，变无用为有用，变小用为大用，变一用为多用的工程科学。原来蚕丝生产，除掉主产品栽桑产叶，养蚕结茧，制种收烘，缫丝织绸等外，在生产和加工进程中，种类和数量较多、经济价值也很高的副产物，过去大都作为废物抛弃，顶多不过做燃料、饲料、肥料等用，与真实价值差距甚大。现代产业的标志是重视产后加工，此种多种经营，至少可以（1）提高经济效益，使主产品降低成本；（2）增加社会财富，满足消费需要；（3）既能促进农村商品经济的发展，还可扩大就业机会；（4）不但适于丝厂种场经营，还适于街道和农业集体企业，甚至栽桑养蚕的专业户和个体户，也能创办。我们相信：蚕丝副产物综合利用事业的兴起，一方面可对付蚕丝生产的竞争对手——合成纤维的挑战，使“纤维皇后”的桂冠永恒不变。另一方面因为综合利用资源是集多种学科的技术总汇，所以也是衡量一个国家工业技术水平的主要标志之一。

我国现在正在艰苦奋斗，勤俭建设具有中国特色的社会主义。蚕丝副产资源的综合利用，正是双增双节的范例。但因为蚕桑茧丝绸发源于我国，现在我国又是世界蚕丝生产大国，国外既少先进经验可循，国内的学习和试制也刚起步，我们只有在专业知识还比较少的条件下，自力更生，艰苦创业。对有关理论引证，技术实践，进行大胆探索。本书是集生产和实验的结果，汇编成册，如果依样画瓢，基本上能获得目的产品。在这高速发展的信息时代，抛砖引玉，难免挂漏谬误，还盼先进同好的指正。

1988年1月王天予识于西南农业大学丝化实验室

目 录

第一章 结论.....	(1)
一、 蚕丝综合利用的意义	(1)
二、 蚕丝副产物综合利用概述	(1)
三、 蚕丝综合利用的发展方向	(5)
第二章 桑树各部副产物的综合利用.....	(6)
第一节 桑条的利用	(6)
一、 桑条性状概述	(6)
二、 羧甲基纤维素 (简写C.M.C) 的制造	(7)
三、 人造棉的制造	(14)
四、 纸浆的制造	(22)
五、 人造丝浆的制造	(29)
六、 人造丝的制造	(31)
七、 葡萄糖的制造	(37)
八、 纤维板的生产	(42)
九、 食用菌的培养	(43)
十、 果胶的提炼	(45)
第二节 桑叶的利用	(46)
一、 性状概述	(46)
二、 干酪素的提取	(47)
三、 叶绿素的制造	(49)
四、 医药和农药的应用	(52)
第三节 桑椹的利用	(54)
一、 桑椹性状概述	(54)
二、 果酱、果冻和果露	(55)
三、 桑果酒的制造	(55)
四、 桑椹制药	(56)
五、 桑籽榨油	(57)
六、 果胶的提炼	(57)
第四节 桑根的利用	(58)
一、 桑根性状概述	(58)
二、 桑根酒的制造	(59)
三、 桑茶制造	(59)
四、 桑根制药	(60)
五、 钾盐的提取	(60)

第三章 家蚕副产物的综合利用	(63)
第一节 家蚕的利用	(63)
一、家蚕性状概述	(63)
二、脱氧核苷酸的提取	(63)
三、干扰素的生产	(68)
四、痢疾宁的制造	(69)
第二节 蚕沙的利用	(71)
一、蚕沙性状概述	(71)
二、活性炭的制造	(72)
三、叶酸的提炼	(75)
四、叶绿素糊的炼制	(78)
五、类胡萝卜素的提炼	(81)
六、三十烷醇的提炼	(82)
七、叶绿醇的提炼	(83)
八、组氨酸的提制	(85)
第四章 蚕蛹蚕蛾副产物的利用(上)	(88)
第一节 蚕蛹蚕蛾的利用(甲)	(88)
一、蚕蛹蚕蛾性状概述	(88)
二、蛹油蛾油的浸提	(93)
三、蛹油蛾油的氢化	(115)
四、磺化油的制造	(119)
五、肝脉乐的制备	(120)
六、环氧型增塑剂的制造	(122)
第二节 蚕蛹蚕蛾的利用(乙)	(124)
七、雷米帮A的制造	(124)
八、壬二酸的制造	(125)
九、耐隆(10,10)的制造	(130)
十、磷脂的提取	(132)
第五章 蚕蛹蚕蛾副产物的利用(下)	(136)
第三节 蚕蛹蚕蛾的利用(丙)	(136)
十一、蚕蛹干酪素的提取	(136)
十二、核黄素的制造	(145)
十三、谷氨酸的提炼	(149)
十四、蛋白胨的制造	(152)
十五、水解蛋白的制备	(154)
十六、鲜汁营养酱油的调制	(158)
第四节 蚕蛹蚕蛾的利用(丁)	(160)

十七、壳糖的制造	(160)
十八、脲酸的提取	(162)
十九、蛾公酒、龙蛾丸的酿制	(163)
二十、细胞色素C的提取	(164)
二十一、昆虫激素的抽提	(166)
第六章 茧丝绸副产物的利用	(170)
第一节 茧衣、茧层、废丝绸的利用(甲)	(170)
一、茧丝性状概述	(170)
二、茧毛的制造	(175)
三、再生丝的制造	(178)
四、滞头油的浸出	(181)
五、肥皂的制造	(182)
第二节 茧衣、茧层、废丝绸的利用(乙)	(184)
六、酪氨酸的单离	(184)
七、丝氨酸的单离	(194)
八、部分氨基酸的离子交换(一)	(205)
九、部分氨基酸的离子交换(二)	(209)
第三节 茧衣、茧层、废丝绸的利用(丙)	(216)
十、丝粉的制备	(216)
十一、接枝改性在再生丝、绢纺丝及丝绸上的应用	(218)
第四节 丝绸厂废水废液的利用	(222)
一、缫丝厂废水性状概述	(222)
二、织绸厂废液性状概述	(223)
三、废水废液的处理和回收	(224)
四、土化肥的制造	(227)
五、合成洗涤剂的提炼	(228)
主要参考资料	(230)

第一章 绪 论

一、 蚕丝综合利用的意义

综合利用是技术革命的一个重要方面，这是因为实行综合利用，才能最合理、最节约、最充分地利用资源。

综合利用资源，决不是权宜之计，而是社会主义建设的长远技术方针。我们要进行技术革命，不仅要革落后设备和工具的命，在生产中使用现代设备和工具，还要革利用资源方面落后状态的命，高度地综合利用资源。这就是说，综合利用资源是工业现代化的主要标志之一，是衡量一个国家工业技术水平的主要标志之一。因为资源的综合利用，可以变无用为有用、变一用为多用、变小用为大用、变有害为有利，真正做到物尽其用，因此可以取得最大限度增产和节约的效果。

我们要勤俭建国、勤俭办工厂、勤俭办学校、勤俭办一切事业，“俭”就是节约。反对浪费，励行节约，是社会主义的根本原则。我们不但要节约使用资金，节约使用劳动力，还要节约使用一切资源。我们自然资源非常丰富，但决不意味着可以满不在乎地使用甚至浪费，而只意味着综合利用资源的天地极其广阔，只意味着综合利用资源的任务极其繁重。我们不但要在建设速度方面，在工农业产品产量和质量方面，在劳动生产率方面，赶上和超过资本主义大国，而且要在资源的综合利用方面，赶上和超过资本主义大国。我们应该有这样的雄心大志。

我们要在2000年达到小康水平，根本改变“一穷二白”的面貌，把我国建设成一个初具规模的现代工业现代农业现代科学文化和现代国防的社会主义强国。其中工业现代化要求机械化自动化和化学化，而所谓化学化，就包括资源的综合利用。

桑、蚕、茧、丝绸的利用，过去除了单打一的所谓正产品外，其他副产物都设有充分利用，如蚕蛾的废弃、煮缫水和精炼液的让其自然流失等。如果能充分利用这些副产物，就可以制造多种产品，而这些产品的产值，千百倍于过去的所谓正产品。变无用为有用，如蚕蛾和煮缫水精炼液的利用；变一用为多用，如蚕蛹的蛹油、蛹粕的利用；变小用为大用，如屑茧废丝制丝氨酸、酪氨酸；变有害为有利，如野蚕、燕尾天蚕、网蚕等蚕的利用等等。因此我们可以说综合利用资源既可为建设四化增加财富，又能防止污染，强化环境保护，是关系到社会主义建设整体利益的事情。

二、 蚕丝副产物综合利用概述

(一) 蚕丝副产物综合利用的价值 我国是蚕丝古国，有万年左右的历史，近百年来受到帝国主义、封建地主和反动政府的掠夺和破坏，以及抗日战争中日本军国主义的疯狂摧残，蚕丝事业每况愈下，一落千丈。解放后在党和人民政府的英明领导下，蚕丝事业迅速恢复发展，自二五期开始，打破栽桑、养蚕、缫丝的界限，大搞综合利用，使“物尽其用”

“宝中取宝”。例如过去桑条仅供作燃料，现在桑皮可制人造棉、纸浆、人造丝等；桑条可制人造丝、葡萄糖、糖醛等；残桑过去仅作燃料或肥料，现在可制作干酪素、药用桑浆素等；蚕沙过去仅作肥料，现在可提制干酪素、活性炭、叶绿素等。在蚕蛹蚕蛾方面，过去也仅作肥料和鸡鸭饲料，现在可提取蛹油、蛾油、蛾公酒、干酪素、酪氨酸等；煮缫废水精炼废液，可提取丝胶、丝氨酸并作助染剂和化学肥料等。

这些产品的利用，大大增加了蚕丝生产的利用价值，我们通常制100公斤生丝，约需原料茧800公斤，从其副产物中可能收到的丝胶约15~16公斤，再按照现在丝氨酸的提取方法，收得率按5%计，就可得丝氨酸750~800克，根据上海市化学试剂公司进口的价格，每克6元6角就可节约外汇4950元~5280元人民币。又从800公斤鲜茧中，约可制得蛹油50公斤，脱脂干蛹120公斤左右，以脱脂蛹提取酪氨酸，按收得率2%计，约可得酪氨酸2400克，按照进口市价每克2元计，就可节约外汇4800元。这就是说，缫制100公斤生丝后的副产物，加以利用时，仅以可能取得的丝氨酸和酪氨酸这两种氨基酸的产值来说，就有一万元左右。

又根据投入生产的叶绿素制造经验，仅从蚕沙提炼，饲养一张种以生产100公斤蚕沙计算，可制造叶绿素1250克，产值以每克0.5元计为625元，而只花原料成本约30元，相当于蚕茧收益的十倍。

这些具体事例都说明，综合利用蚕丝生产资源，不但为国家积累财富，对于多快好省建设社会主义，有极其重大的价值，而且自力更生，把原来是进口的物资，一变而为出口的资源，这从政治意义上来说，更比经济意义大得多。

(二) 桑蚕茧丝副产物综合利用的产品 根据现在国际生产和研究试制情况，分栽桑养蚕过程的主副产品和缫丝织绸中的主副产品，简述如下：

栽桑养蚕过程中的主副产品

1. 桑叶：鲜桑叶主要作为养蚕饲料。以每亩桑叶500公斤计可以喂蚕产茧50公斤，枯桑叶每亩约100公斤，可以作为家畜饲料和中药散风退热清凉剂，从残桑中制造干酪素提取叶绿素，喂蚕剩下的叶脉叶柄还可以作饲料和制中药。

2. 桑条：桑树每年要剪枝两次，每亩可取得桑条200公斤，可剥皮40公斤，余下光梗160公斤左右。50公斤桑皮可提取果胶0.5~1公斤，提取果胶后的可制人造棉12.5公斤或高级纸浆175公斤，或人造丝浆5公斤。

桑条可以造纸，制人造丝浆，可以培养食用菌，也可以编制提篮、椅子、帽子和巴茸等手工艺品。

3. 桑椹（桑果）：每亩约产果5~10公斤，其中桑籽约5~7%。桑果除直接食用外，加工后的用途也很大。桑果可以榨果汁、造果酒、制果酱、熬果膏或果蜜（桑椹膏、桑椹蜜）。果籽可以榨油作食用，而渣是很好的肥料。

4. 桑根：可以制中药，提钾盐。

5. 蚕粪：每亩桑园的桑树养蚕，可得粪800斤至1500斤。蚕粪可作饲料和提取植物生长素，或者制造叶绿素，提贵重药品组氨酸。100斤蚕粪可制30~40斤活性炭。

6. 卵壳：可以制造甲壳质作织物整理剂，也可作避孕药。

7. 蚕蛾：可以制尿酸，提蛾油，蛾粕可炼制谷氨酸、酪氨酸，还可配蛾公酒等。

缫丝织绸过程中的主副产品

8. 茧丝：是丝绸工业原料，缫丝制成生丝后编织高级服饰绸缎、针织品和国防工业用

品。

9. 茧衣：现在约占缫丝用茧的5~8%，可作绢纺原料，茧毛等。丝胶在茧衣中有40~45%，可提炼丝氨酸，制益体补汁等。

10. 蚕蛹：现在100斤鲜茧约可得75~80斤鲜蛹，20斤干蛹。100斤干蛹可提30斤左右的蛹油，蛹油可制肥皂、磺化油，分裂制成汽油、煤油、柴油。还可以进一步加工制成维生素B₂和B₁₂等。

蛹壳可制甲壳质，100斤蚕蛹可提炼3斤左右。甲壳质除作上浆剂外，还可制成酒石酸和甲壳质纤维。

脱脂蛹可单离多种氨基酸，现在提炼酪氨酸，100斤干蛹还可制30斤左右的干酪素。

11. 干湿下脚：长吐滞头各约占丝产量的9%，可以提取油脂，作绢纺原料，作茧毛、再生丝原料，可水解单离氨基酸。

屑茧约占缫丝用茧的5%，可作丝棉、绢纺、茧毛等原料，也可水解单离氨基酸。双宫茧还可缫制双宫丝。

12. 废水废液：煮茧水、缫丝汤、精炼液，都含有一定量的丝胶。特别是精炼液，含胶量达20%左右。这些废水废液，除直接用作肥料外，还可提取丝胶，制造各种丝胶产品。

(三) 蚕丝副产物综合利用的范围 蚕丝生产，从来把生丝和绸缎作为最终产品，对其他副产物的利用，应特加注意。因为这些产品的用途很大，对于人民生活、医药卫生、农牧渔副、生化等方面，有极大关系。兹分述于下：

1. 关于人民生活方面：可作食用的，如蚕蛹可制造酱油、味精；桑椹可酿酒，制果子酱，果子露；桑树各部分（皮、芽、叶、梗、根）都可焙制桑茶等。

可做日用品的，如桑皮可造纸，制人造棉，人造丝；蚕蛹可制人造毛、树脂；蛹油可制肥皂、皮革揩光浆；蚕粪可作塑料、叶绿素牙膏；茧衣可拉丝棉，制茧毛等。

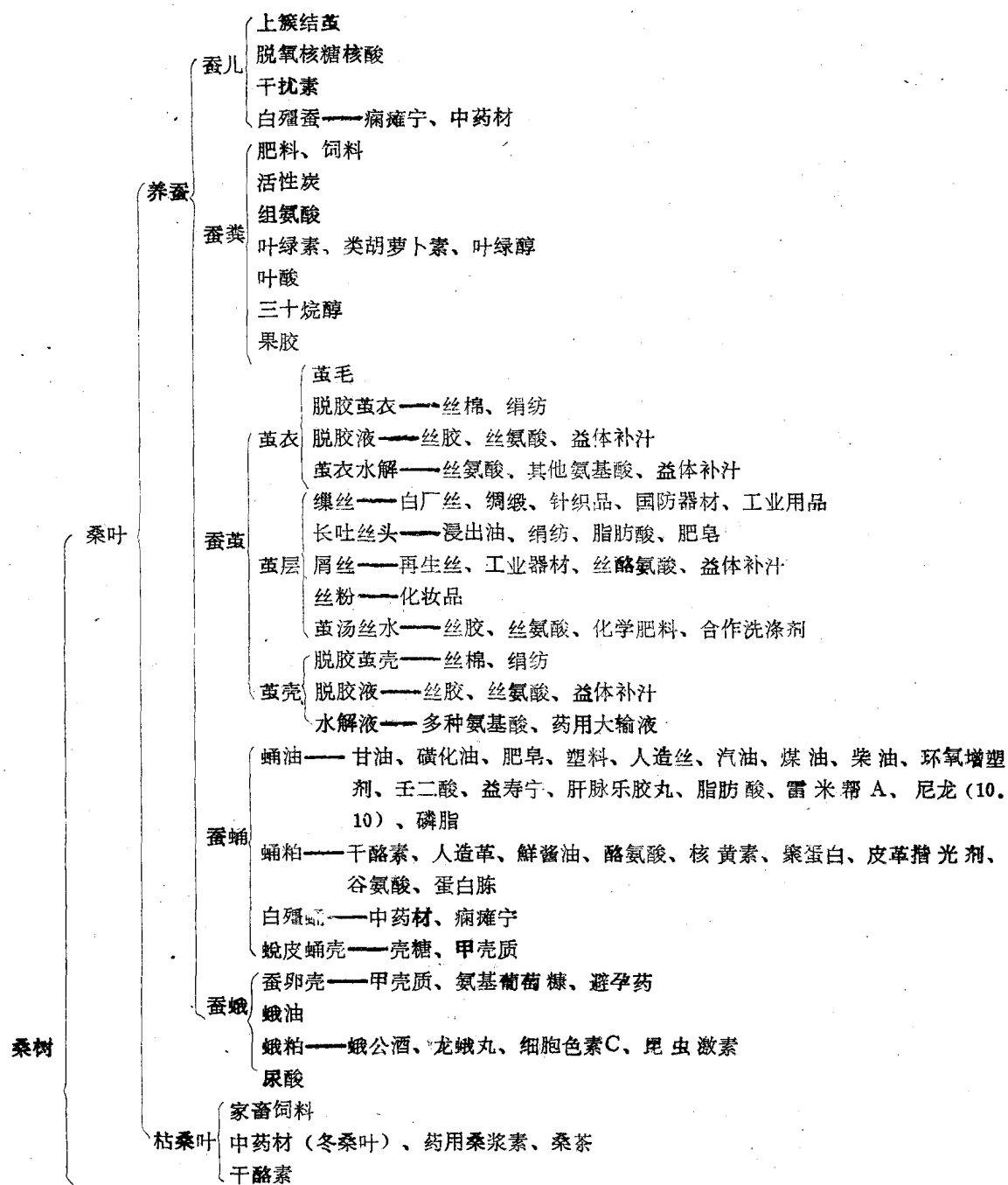
2. 关于医药卫生方面：如桑根制酒，有强精降压的作用；可制营养剂，防止脱发和头屑，是毛发的营养品。桑白皮是中药的利尿去湿药物。蚕蛹可提取酪氨酸，维生素B₂、B₁₂，水解蛋白等。酪氨酸是双碘酪氨酸和贵重药品肾上腺激素和甲状腺激素以及抗生素绿霉素的原料。蚕蛹和蚕蛾又可做成皮肤病药膏、蛾公酒等。丝胶可提丝氨酸，丝氨酸是肺结核特效药环丝氨酸的原料。丝素可制丝素膏、滑肤美容抗老，从蚕蛹、蚕蛾、蚕粪、蚕衣、废丝中可提取其他几种氨基酸，如谷氨酸可配成治疗癫痫、贫血、白血病、癌症等的高效药品；组氨酸可医疗十二指肠溃疡，并能防癌等。蛹壳可制d-氨基葡萄糖，是种医药原料。

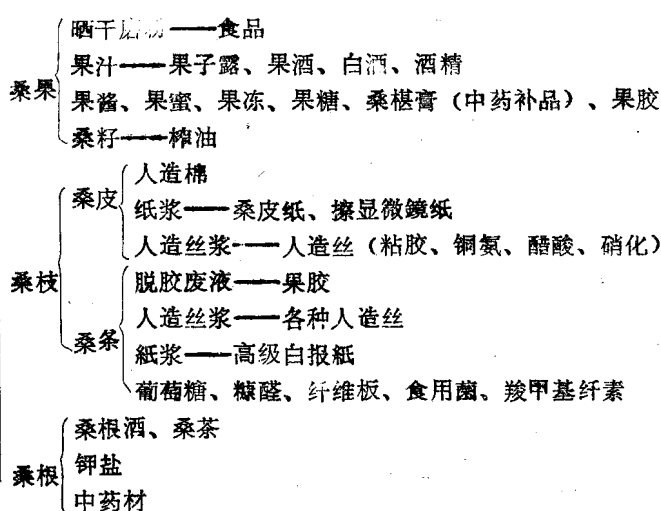
3. 关于农林牧副渔方面：可做肥料的，有蚕蛹粕、蚕蛾粕、蚕粪梗沙、残桑落叶，煮缫废水、精炼废液等。还可提取植物生长素三十烷醇。

可做饲料的，蚕蛹蚕蛾蚕粪梗沙，残桑落叶等。因上述产物中含有大量的脂肪、蛋白等营养物质，并在蚕粪中含有植物生长素，故可作肥料饲料。

4. 关于生化和化工方面：丝胶可提炼丝氨酸、酪氨酸等多种氨基酸，可供作生化试剂，又是合成其他化学药物的原料。脱脂蚕蛹也含有酪氨酸、谷氨酸等，且可制活性炭、人造毛，作塑料原料。蛹壳可制甲壳质。蚕粪提组氨酸，是生化试剂，也可制活性炭，提叶绿素、胡萝卜素。桑皮可制纤维素，造纸。蛾口茧、下脚茧、长吐、茧衣、屑丝等，提取丝胶后，仍可作绢纺原料。蛹油蛾油可制精炼皂、磺化油，提汽油、煤油、柴油，制人造毛。从蚕蛹蚕蛾中，还可提炼尿酸。

(四) 蚕丝副产物的综合利用图解 蚕丝副产物的综合利用，可以分成两大类。第一类为养蚕、制种之后的副产，如桑皮、桑条、桑果、蚕粪、楮沙、枯桑叶、枯桑树、蚕蛾、卵壳等，这一类资源比较分散，有一定的季节限制，可由农村、乡镇或制种厂来搞。第二类为产茧、缫丝之后的副产物，如蚕蛹、茧衣、屑丝、长吐、滞头、废水废液等，这类资源集中在丝厂中，可由缫丝厂、织绸厂或绢纺厂来搞。兹根据上述情况，蚕丝综合利用图解如下：





以上主要是家蚕方面的综合利用。至于野蚕方面，如橡实的利用，柞蚕蛹、蛾的利用，蓖麻茧的利用，其他野蚕如燕尾天蚕和蛹的利用，小柏天蚕茧、樗蚕茧和网蚕茧的利用等，前途更是辽阔广大。

三、 蚕丝综合利用的发展方向

现代产业，一般分为产前、产中、产后三个重要领域，三者有机结合，协调发展，互相促进，共同提高。在三者比例关系上，产中部门的比重逐渐缩小，产后部门的比重相应提高。蚕丝副产物的综合利用，至少有五点重要作用：第一，提高经济效益；第二，扩大就业范围，第三，增加社会财富；第四，促进商品经济的发展；第五，降低主产品的成本，使丝绸消费能够逐步做到价廉物美，以满足广大人民的消费需要。

但蚕丝副产物的综合利用，是1958年以后才提出的新课题，需要相应的科学技术知识，学习应是最好的办法。读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。边干边学，在实践中总结提高，以现有科学技术促进蚕丝综合利用，并以蚕丝综合利用发展现代科学技术。

其次，综合利用资源是人民群众的事，应该从群众中来，到群众中去。蚕丝副产物的综合利用应该发动广大蚕丝从业人员和消费者，大家来关心，并且实行教育生产科研三结合，把有关科学技术搞上去。

第三，综合利用设备可以土洋结合，大、中、小型并举。工厂可以搞，农村可以搞，个体户、专业户也可以搞。可以有自动化生产线的洋设备，也可以筑起简单的炉灶，安上一口铁锅的土设备。总之从实际出发，能大就大，能洋就洋，能土就土，从小到大，从低到高，来促进并巩固综合利用。

第四，关于土洋结合方面，还不单单是个土洋并举的问题。因为土法上马，既易搞成，在实践中摸索新问题，探索新科学，创造新工艺，制炼新产品，又易成为中国的、科学的、现代的东西，也就是中国式的社会主义工艺。

第五，综合利用是以行动贯彻自力更生，勤俭建国，艰苦奋斗，发奋图强的精神，符合双增双节的要求。蚕丝副产物的综合利用，在降低成本、扩大消费方面，既起了丝绸消费大众化的作用，又促进桑、蚕、丝、绸科技向高、精、尖、缺的方向发展。

第六，蚕丝副产物综合利用的研究方向，应该从生活用品的利用向医药卫生方向发展。也就是说，今后重点应该放在防病、治病，延年益寿方面。因此除掉一般性的理化性能，用途拓展等等之外，对生物工程也要涉及，以期扩大干扰素等的生产制造。总以能大大造福于人类为最终目的。

第二章 桑树各部副产物的综合利用

第一节 桑条的利用

桑条又称桑枝、桑梗、桑藤、桑杆，是指每年采叶时或整枝时伐下的枝条而言。

一、桑条性状概述

新鲜桑叶中干物略多于水分，一般干物约占55~60%，水分占40~45%，梢部水分多而基部干物多。木质与桑皮的比例，木质多而桑皮少。通常基部木质占45~50%，韧皮（白皮）占7.4~8.8%，外皮（黑皮）占4.6~5.4%；中部木质占41~45%，韧皮占7.5~9.8%，外皮占5~7%；梢部木质占35~42%，韧皮10~12%，外皮8~9.5%。随桑品种不同而有所不同，晚生桑木质和韧皮均多于早生桑，外皮少于早生桑。

桑条的化学组成，根据18种桑条分析结果的平均值，约如下示

表2-1 桑条的化学组成（干物100分）

种类	含有率（%）
总氮量	0.639
稀盐酸可溶物	15.06
乙醚可溶物	1.636
灰分	2.73
纤维素	51.51
木质素	18.25
果胶	1.10
合计	90.925

其中总氮量新梢多于基部，基部多于旧条。粗纤维韧皮部较木质部多，前者约为52.71~60.04%，后者约为51~58%。其中纤维素在木质部为58.46~66.49%，在韧皮部为74.67~81.67%。一般旧条多于新条，但木质部多于韧皮部。戊糖新条多于旧条，木质部多于韧皮部。灰分新条多于旧条，梢部多于基部，皮部多于木质部。

桑条中各种纤维素的含量比，举例揭其一斑：

表2-2 桑条中不同纤维素的含量比

项目		改良鼠返	市平
木质部	总纤维素量%	53.07	52.02
	纤维% 素	α 纤维素	65.00
		β 纤维素	4.16
		γ 纤维素	30.84
韧皮部	总纤维素量%	55.36	56.34
	纤维% 素	α 纤维素	77.52
		β 纤维素	3.92
		γ 纤维素	16.57

二、羧甲基纤维素（简写C.M.C）的制造

（一）用途 羧甲基纤维素是一种纤维素醚类，因其有良好的水解性，富于粘性，能形成强韧而有抗性的薄膜，是服用纤维尤其是蚕丝、人丝、棉纱上浆用的一种理想浆料。其用途较广，主要有以下几种：

1. 纺织印染工业：①代替淀粉，节约粮耗，而功用胜过淀粉。②渗透性强，可以室温上浆，改变高温操作的不良环境，因而大大改善了浆纱工序的劳动条件。③有良好的亲水性，在织造时车间不必喷雾布湿，改善了织造工序的劳动环境。④织成织物后，再加印染工序，可以不必退浆，简化了加工的手续，降低了印染厂的成本。⑤C.M.C不受紫外线的影响，印染后成品不致变黄。⑥C.M.C吸收染料的能力强，用来印染织物时可出两面颜色一样的布。⑦增强纤维强度，提高织物的耐久性。

2. 肥皂与合成洗涤剂工业：在肥皂与合成洗涤剂中，加入羧甲基纤维素，可使洗涤下的污垢不沾染在衣服上，一般用量为皂重量的1~2%。

3. 造纸工业：纸浆内若加入0.1~0.3%的羧甲基纤维素，能使纸张的抗张强度增加40~50%，耐油性增大4~5倍，并且纸质均匀，印刷时油墨易于渗入。此外，在经羧甲基纤维素处理过的纸张上，如涂以重金属盐的溶液，可制成防水和防油纸，用作油腻食品的包装纸等。

4. 医药与日用化妆品工业：本产品对人体无害，长期保存也不变质，故可做各种药膏、软膏的基本原料，用作药丸、胶囊药片的粘结剂等。日用化妆品方面如雪花膏牙膏可应用，亦可用作安定剂及乳化剂。

5. 石油钻井工程：在钻探深井工程中，深井井壁易于失水，在通过岩盐层、石膏层等时，钻井工程常受阻碍，不能转动，妨碍工程进行，甚至半途而废，在泥浆中若加羧甲基纤维素，可防止上述弊病。

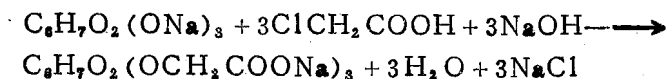
6. 陶瓷工业：可用作焙烧前化型的粘结剂，特别适用于绝缘陶瓷。加0.2~0.5%的羧甲基纤维素，制品机械强度提高2~3倍。又可用于釉瓷的悬浮剂，并加固陶瓷颜色。

7. 废水中回收重金属：用C.M.C固化的硝基腐植酸小球，代替离子交换树脂作吸附剂，能去掉废水中79.5%以上的镉、汞、铅等重金属。试验表明在玻管中放10g此种吸附剂，能去掉50公升废水中全部镉的残迹，而且这种酸小球的吸收能力，易通过盐酸或盐水洗涤而恢复，故可长期使用。

8. 其他：可用作食品及铅笔等的粘结剂，橡胶胶乳的稳定剂等等。

（二）制备原理 羧甲基纤维素的制造过程，是将纤维素经过苛性钠处理，成为碱性纤维素。

$$C_6H_7O_2(OH)_3 + 3NaOH \longrightarrow C_6H_7O_2(ONa)_3 + 3H_2O$$
然后再以一氯醋酸醚化，并以稀盐酸中和而成：

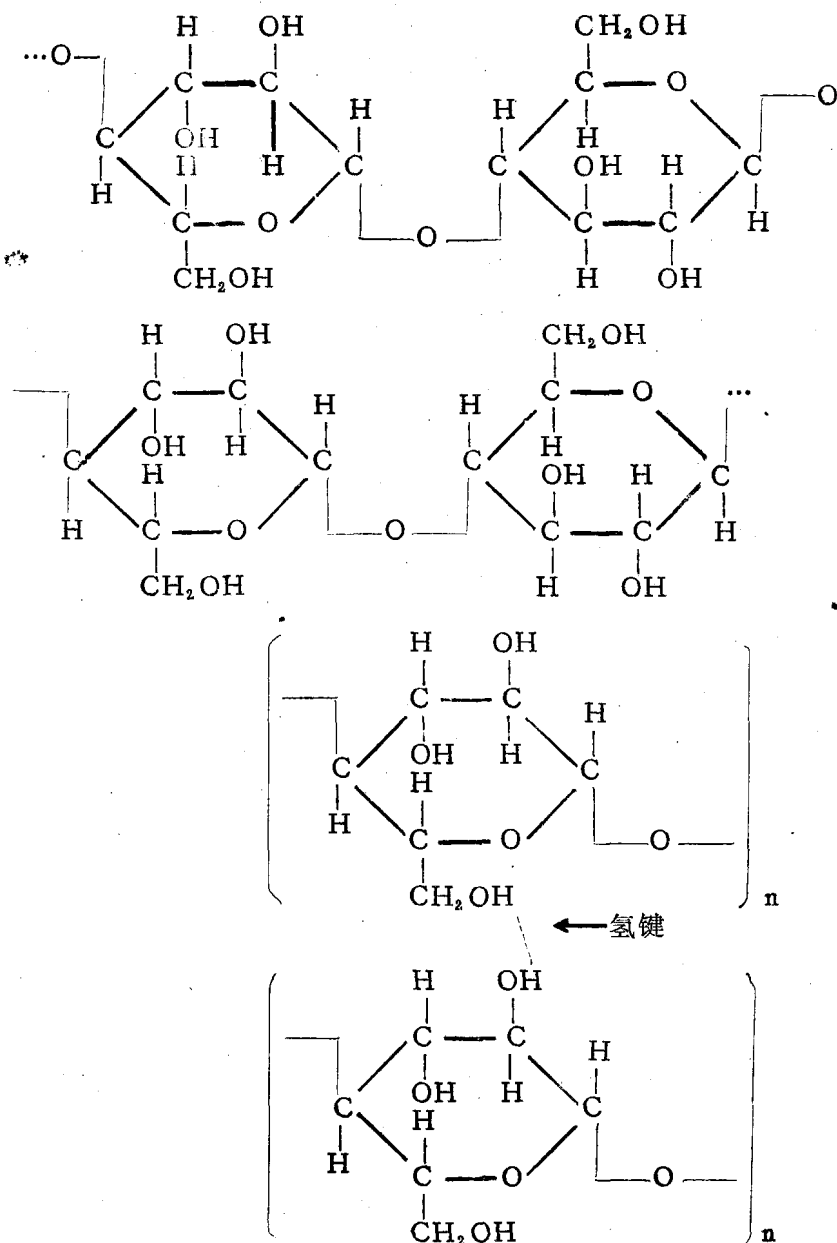


也可以在纤维素中同时加入苛性钠一氯醋酸，作一次处理。

当纤维素基环中羟基上的氢元素为醇基所取代后，即成为纤维素的醚类。而纤维素基环上的三个羟基，在醚化反应中，并不是全部被醇基所取代的。最先被取代的是第6个碳元素上的羟基，其次是在第二个碳元素上，且最不容易被取代的是在第三个碳元素上的。

由于可被取代的程度不同，因此同一种纤维素的醚化物，就往往有不同的“替代度”（以 *D*、*S* 表示），反应在成品的性能上，特别是粘度和溶解度，就有显著的不同。因此醚化反应的完善与否直接关系到成品的好坏。

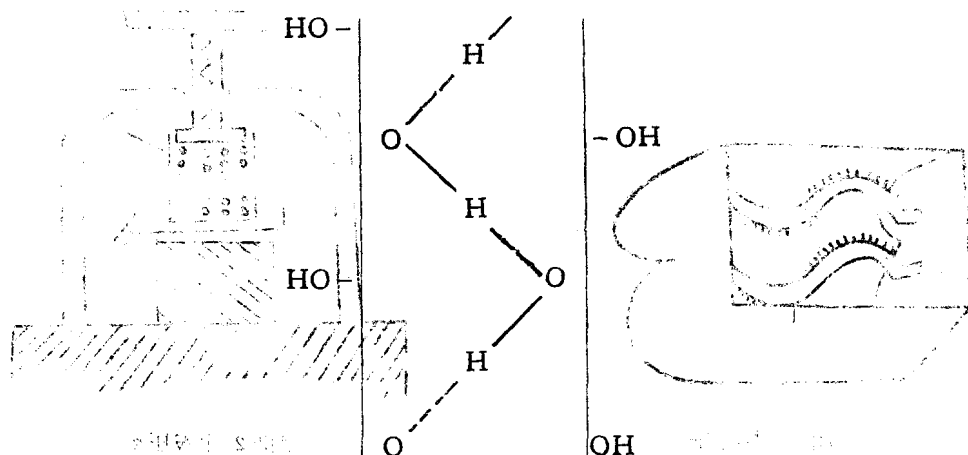
原来纤维素约由1000~1400个葡萄糖残基组成，约由60个纤维素分子组成一个微胶粒 (Micelle)，以氢键连接，这些氢键的坚固性比其他化学键小16~18倍，但数目多，故十分坚固。



可以肯定，相连接的纤维素大分子的全部羟基都被吸引在氢键上，大分子相互愈靠近愈长，互相接触的总面积愈大，则氢键的力也表现得愈大。估计氢键的能约为4~8千卡/摩尔，温得华氏的能在2~3千卡/摩尔之间，而葡萄糖基键——氧桥键（—C—O—C—）约

为80~90千卡/摩尔，因此氢键力的总和超过大分子内部主价键的化合力。

大分子间的力随大分子间距离的增加而显著降低，距离超过2.6 Å 时，形成氢键的饱和羟基就成为游离状态，而纤维素分子内的游离羟基，可被某种基所替代，如甲基 (CH₃)。乙酰基 (CH₃CO) 等，形成酯或醚。羧甲基纤维素即是利用纤维素的此项性能。



制造品质优良的纤维素醚类的基本条件，还在于纤维条件的选择。

凡是纤维素中α纤维素含量愈高，其铜值愈低，对于醚化愈有利。如果β纤维素高，则铜值亦高，就不利于醚化。桑皮脱胶纤维，α纤维素含量在70%以上，作为上浆用浆料，在性能上是符合上浆的工艺要求的。

(三) 生产原料和消费定额

1. 生产原料：

①纤维素 用脱胶精炼过的桑皮纤维素，α纤维素最好在90%左右，高粘度羧甲基纤维素要求较高，中粘度次之，低粘度要求较低。

含铜质应在0.2%以下，否则影响醚化速度，硫酸不溶物应在0.3%以下。

②烧碱：工业用白氏固碱或40%浓度的碱液（产品颜色较差），含碳酸钠不大于3%，含氯化钠不大于1.5%，含铁、铅、镁等不大于0.03%。

③一氯醋酸：工业用，无色结晶，凝固点61℃，沸点185~190℃，比重71℃时应为1.37。

④盐酸：工业用。

⑤酒精：工业用，浓度达90%即可。

2. 消费定额：生产上的消费定额，约如下示：每吨羧甲基纤维素需用

①桑皮纤维 0.9吨（或棉纤维0.77吨）

②一氯醋酸 0.7吨

③盐酸 0.4吨

④烧碱 0.6吨

⑤酒精 1.0吨

(四) 主要设备 1. 醚化锅（与制胶木粉时用的捏和机构造基本相同）：醚化锅为铁制，内衬不锈钢，容积400公升，有夹套，内有包不锈钢的“乙”字搅拌器两个，以相反方向水平转动、搅拌。

叶的边缘与醚化锅凸起部分的顶端均有锯齿，这样，搅拌器转动时可将纤维撕碎，使反应得以顺利进行。

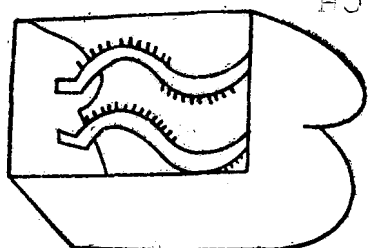


图2-1 醚化锅

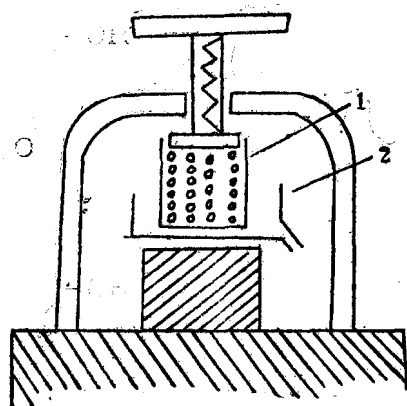


图2-2 手扳压机

2. 碱处理设备：陶瓷缸。

3. 压榨设备：普通的手扳压机（当然有水压最好），压榨时所用压力约140公斤/毫升。

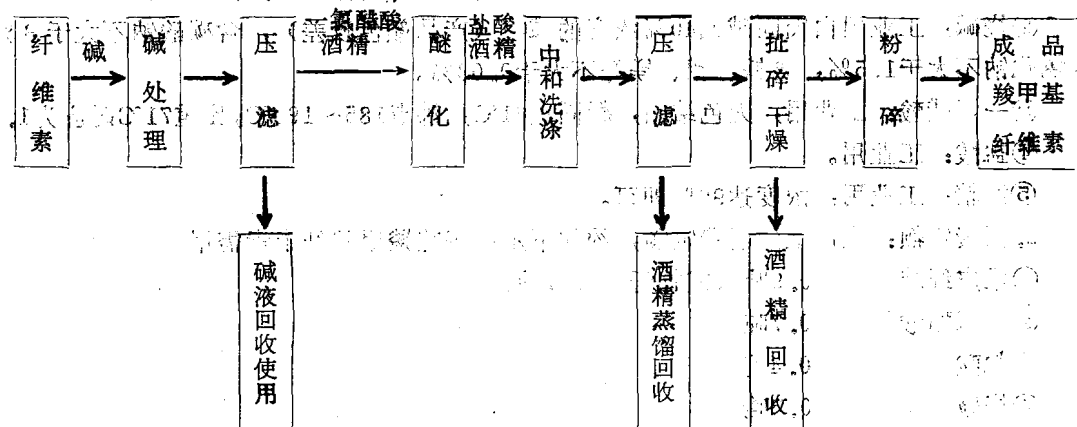
4. 中和与洗涤设备：陶瓷缸附人工用木制搅拌浆。

5. 过滤设备：最好用离心机，否则用一般的过滤设备（如真空吸滤器或空气加压过滤）即可。

6. 烘房：普通多层式烘房即可（最好装有抽风机，用蒸气加热，料放在白铁皮盘中烘干）。

7. 酒精蒸馏设备：铁制，用间接蒸汽加热，蒸馏末期，用直接蒸汽蒸馏。

（五）工艺流程和制造方法：羧甲基纤维素制造的生产流程如下：



1. 碱化：取一定量脱胶精炼的桑皮纤维，放入30%的NaOH溶液中，以浸没为度，在30℃的温度下处理30分钟，然后取出，压榨到原量的 $\frac{1}{3}$ ，充分拉碎，此时已成为碱纤维素。

2. 醚化：以重量为原纤维1.8~2倍的一氯醋酸用同量酒精溶解，制成醚化剂，逐渐加