

纺织新技术书库

桑皮纤维 及其产业化开发

SANGPI XIANWEI
JIQI CHANYEHUA KAIFA

瞿才新◎编著

NEW

TEXTILE



 中国纺织出版社

纺织新技术书库

桑皮纤维 及其产业化开发

瞿才新 编著

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书全面系统介绍了桑皮纤维及其产业化开发,分析了国内外桑皮纤维的研究现状,从鲜茎皮杆分离、桑枝剥皮机的开发、桑皮循环脱胶装置的开发以及桑皮纤维的脱胶方法四个方面介绍了桑皮纤维的制取过程;详细分析了桑皮纤维的结构及化学成分,利用桑皮纤维的性能设计与开发桑皮纤维混纺纱产品、桑皮纤维机织面料、桑皮纤维家纺面料、桑皮纤维户外休闲面料、桑皮纤维基针织产品、桑皮基生物医用产品;应用桑皮纤维提取的果胶整理医用纱布以及后整理的工艺,整理后医用纱布的性能。最后,介绍了桑枝纳米纤维素晶须及其复合材料的开发。

本书对我国从事生物基纤维纺织材料的生产技术人员、高校科研人员 and 在校纺织材料专业学生都有一定参考和使用价值。

图书在版编目(CIP)数据

桑皮纤维及其产业化开发 / 瞿才新编著. —北京:
中国纺织出版社, 2017.3
(纺织新技术书库)
ISBN 978-7-5180-3268-6

I. ①桑… II. ①瞿… III. ①天然纤维—研究 IV.
①TS102

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第010145号

策划编辑: 秦丹红 责任编辑: 王军锋 责任校对: 王花妮
责任设计: 何建 责任印制: 何建

中国纺织出版社出版发行
地址: 北京市朝阳区百子湾东里A407号楼 邮政编码: 100124
销售电话: 010—67004422 传真: 010—87155801
<http://www.c-textilep.com>
E-mail: faxing@c-textilep.com
中国纺织出版社天猫旗舰店
官方微博<http://weibo.com/2119887771>
北京教图印刷有限公司印刷 各地新华书店经销
2017年3月第1版第1次印刷
开本: 710×1000 1/16 印张: 12
字数: 175千字 定价: 68.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书营销中心调换

前言

“十三五”纺织工业发展的重点任务之一就是生物基纤维的研究和应用，到2020年，我国将力争实现多种新型生物基纤维及原料技术的国产化，实现生物基原料产量77万吨，生物基纤维106万吨。桑皮纤维作为一种天然生物基纤维，桑树种植面积大，桑枝资源丰富，平均每亩桑园夏伐桑枝可达到500~800kg，桑皮占到桑枝产量的20%，天然生物基桑皮不仅总量大，而且桑皮纤维具有优良的吸湿性和一定的保健功效，光泽良好、手感柔软、易于染色，是一种纯天然生物基绿色纤维。开发可再生利用的具有较高附加值的生物基桑皮纤维混纺纱线及制品，不仅将广泛的桑树资源保护与综合开发结合起来，实现废物利用，而且对于增加纺织产品的品种，提高纺织服装产品的档次，提高中国纺织品的市场竞争能力具有重要意义。

《桑皮纤维及其产业化开发》是关于生物基桑皮纤维开发的典型案例，为天然纤维素的开发提供了可供参考的理论和实践。本著作以废弃物桑枝为原料，从桑皮制备的设备，桑皮纤维的提取，到纤维的成分和性能结构的表征，开发服用桑皮基面料、家纺用桑皮基产品、功能性桑皮基产品以及果胶的提取和对织物的整理，全面系统对桑皮基产品进行设计和开发，对于桑枝生物基纤维的市场化开发具有举足轻重的作用。该书对我国从事生物基纤维纺织材料的生产技术人员、高校科研人员 and 在校纺织材料专业学生都有一定参考和使用价值。

本书撰写过程中得到了江苏省科技厅和盐城市科技局的项目资助，得到了盐城工业职业技术学院、盐城悦达纺织集团和江苏南纬悦达纺织研究院等单位的支持，得到了王曙东、刘华、陈贵翠、张圣忠、周彬、徐帅、秦晓、周红涛、位丽、王建明、陈燕、赵磊、毛雷、王可、张立峰等老师的帮助，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，本著作难免会存在一些疏漏及错误之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

2016.10

目录

第一章	国内外桑皮纤维的研究现状	001
第一节	桑皮纤维的形成发育过程	001
一、	桑树枝条的生长发育特点	001
二、	桑树枝条的生长周期	002
第二节	国内桑枝种植及其应用现状	004
一、	我国的桑树种质资源及其分布	004
二、	桑树的多元化利用	005
三、	桑皮纤维的国内外研究现状	009
四、	桑皮纤维开发的生态意义	010
第二章	桑皮纤维的制取	011
第一节	鲜茎皮杆分离	011
一、	桑枝鲜茎结构与特点	011
二、	桑枝鲜茎皮杆分离要点	012
第二节	桑枝剥皮机的开发	013
一、	桑枝剥皮机研究概况	013
二、	SZBPJ型桑枝剥皮机结构与原理	014
第三节	桑皮脱胶	017
一、	机械脱胶	017
二、	生物脱胶	019
三、	碱煮脱胶	020
四、	闪爆脱胶	020
五、	超临界二氧化碳萃取	021
六、	微波—生物酶—化学辅助联合脱胶	022

第四节	桑皮循环脱胶装置的开发	025
一、	桑皮脱胶装置的设计思路	025
二、	桑皮脱胶装置的工作原理	026
第三章	桑皮纤维的化学成分及结构分析	027
第一节	桑皮纤维的化学成分与结构	027
一、	化学成分	027
二、	形貌结构	028
三、	分子结构	030
四、	超分子结构	031
第二节	桑皮纤维的性能分析	033
一、	可纺性	033
二、	抗菌性能	034
第四章	桑皮纤维的染色	037
第一节	活性染料染色	038
一、	活性染料染色工艺	038
二、	活性染料染色的颜色特征值	038
第二节	植物染料虎杖染色	039
一、	虎杖色素的提取	039
二、	虎杖色素的染色工艺	040
三、	影响染色效果的主要因素	041
第三节	直接染料染色	045
一、	原材料与仪器	045
二、	标准染液的配制与标准工作曲线的测定	045
三、	直接染料染色工艺	046
四、	直接染料对桑皮纤维染色性能的测定	047
五、	直接染料染色皂洗牢度的测定	050
第五章	桑皮纤维纱线产品的开发	051
第一节	环锭纺产品的开发	051
一、	原料性能分析	051

二、	桑皮纤维预处理	052
三、	典型工艺流程选择及工艺要点	052
第二节	转杯纺产品的开发	055
一、	生产工艺流程	055
二、	工艺技术要点	055
第三节	包芯纱产品的开发	056
一、	原料性能分析	057
二、	纤维的染色及预处理	058
三、	纺纱工艺配置	058
四、	成纱性能分析	061
第四节	桑皮纤维纱线产品的开发实例介绍	063
一、	桑皮纤维/棉 55/45 28tex 转杯纺成纱工艺及性能分析	063
二、	精梳桑皮纤维/棉55/45 18.5tex转杯纱的工艺优化	068
三、	桑皮纤维/棉55/45 28tex喷气涡流针织纱的生产实践	072
第六章	桑皮纤维机织面料的开发	078
第一节	桑皮纤维机织产品设计	078
一、	原料的选择	078
二、	组织结构的选择	078
三、	经纬密度的选择	078
四、	织造工艺	079
五、	染整工艺	079
六、	产品主要性能测试	079
第二节	桑皮纤维普通穿着面料	080
一、	桑皮纤维/棉混纺面料	080
二、	桑皮纤维/麻混纺面料	081
三、	桑皮纤维与桑蚕丝交织面料	081
四、	桑皮纤维/麻纱与涤长丝交织面料	081
第七章	桑皮纤维家纺面料设计与开发	082
第一节	整体设计构思	082
一、	产品定位	082

二、产品用途	082
三、设计思路	083
四、面料配套设计	083
五、产品风格	083
六、织物规格设计	083
七、组织结构设计	085
八、装造与上机工艺设计	087
九、纹织CAD处理	090
第二节 桑皮纤维大提花床品面料的开发	092
一、桑皮纤维大提花床品面料的生产要点	092
二、桑皮纤维大提花床品面料的性能测试与分析	093
三、床品套件规格款式与面料裁剪排版设计	094
四、桑皮纤维床品六件套原纱成本核算与产品经济分析	096
第八章 桑皮纤维户外休闲面料设计与开发	098
第一节 桑皮纤维户外休闲面料品种	098
一、防水透湿面料	098
二、抗菌除臭面料	098
三、保暖透气面料	098
四、隔热阻燃面料	099
第二节 桑皮纤维户外休闲面料产品设计实例	100
一、整体设计思路	100
二、阻燃抗菌芳砜纶/桑皮纤维/棉混纺纱的开发	100
三、“三防一阻一抗”芳砜纶/桑皮纤维/棉织物的开发	104
第三节 桑皮纤维织物的服用性能分析	109
一、桑皮纤维织物拉伸性能分析	109
二、桑皮纤维织物弯曲性能分析	111
三、桑皮纤维织物耐磨性能分析	112
四、桑皮纤维织物悬垂性能分析	114
五、桑皮纤维织物抗皱性能分析	115
六、桑皮纤维织物的舒适性能分析	117

第九章	桑皮纤维针织产品的开发	119
第一节	桑皮纤维袜子的开发	119
一、	提花袜子	119
二、	添纱袜子	119
第二节	桑皮纤维内衣的开发	122
一、	纬编内衣	122
二、	经编内衣	125
第三节	桑皮纤维针织外套面料的开发	129
一、	桑皮纤维小褶皱面料的开发	129
二、	桑皮纤维格纹毛衫外套面料的开发	133
三、	桑皮纤维基单面凹凸条纹空气层保暖面料的开发	136
四、	桑皮纤维时尚毛衫面料的开发	140
第十章	桑皮纤维非织造材料及产业用纺织材料的开发	146
第一节	桑皮纤维非织造布的开发	146
一、	桑皮纤维前处理	146
二、	非织造布生产主要技术措施	148
第二节	桑皮纤维成膜装置的开发	150
一、	含胶类纤维成膜装置的设计思路与工作原理	151
二、	桑皮纤维膜的制备	152
三、	桑皮胶质的提取及其应用	153
第三节	桑皮纤维增强复合材料的开发	154
一、	天然植物纤维复增强复合材料的性能与特点	154
二、	天然植物纤维增强复合材料的应用	155
第四节	桑皮秆芯黏胶纤维的制备	158
一、	桑皮秆芯制浆工艺	158
二、	桑皮黏胶纤维生产工艺	159
第五节	桑皮果胶整理织物的制备和性能测试	159
一、	桑皮果胶的结构与基本特性	159
二、	桑皮果胶的提取	162
三、	桑皮果胶整理棉织物及真丝绸织物的结构与性能	162

第六节 桑皮果胶整理医用纱布的工艺及性能测试	166
一、整理工艺	166
二、织物的顶破性能与分析	166
三、织物的撕裂性能与分析	167
四、织物的透湿性能与分析	168
五、织物的抗菌性能与分析	168
第十一章 桑皮纳米纤维素晶须的制备与性能	171
第一节 桑皮纳米纤维素晶须的制备与表征	171
一、桑皮纳米纤维素晶须的制备	171
二、桑皮纤维素纳米晶须的表征	174
第二节 桑皮纳米纤维素晶须/PVA复合材料的制备及性能测试	176
一、桑皮纳米纤维素晶须/PVA复合材料的制备	176
二、桑皮纳米纤维素晶须/PVA复合材料的性能	176
参考文献	180

第一章 国内外桑皮纤维的研究现状

第一节 桑皮纤维的形成发育过程

桑茎是由桑种子中的胚芽生长发育而成，并由茎生长成树干和枝条。树干有主干和支干之分，主干位于根颈的上方，主干上的分支称支干，依次分为第一支干、第二支干等。树干和枝条的主要功能是运输水分、养分，贮藏有机物及支撑枝、叶。

一、桑树枝条的生长发育特点

桑树枝条一般茎高60~180cm，枝条直径1~2cm，分叉少。新抽出的枝条外观呈绿色，称新梢，这是外皮层细胞中的叶绿素透过无色的表皮显现出来的颜色。以后随着枝条的成长，在表皮下形成木栓层，木栓层细胞中含有色素，这种色素显现的颜色就是一年生枝条固有的皮色。枝条的皮色因品种而不同。在冬季落叶后的枝条上，叶柄脱落处呈凹陷的半圆形痕迹，叫叶痕；紧靠叶痕的上方是冬芽；冬芽两侧略下方的枝条上稍稍隆起处叫芽褥。这一部分总称为节。节与节之间叫节间，在枝条梢端和基部的节间较短，中部的节间略长。一般比较品种之间的节间的长短，是采取枝条中部十个节间的平均数。节间的长短因品种而不同。

枝条的姿态因品种而不同，大致上可分为直立型、开展型、垂卧型三类。直立型的桑品种，树冠紧凑，适于密植，便于机械耕作，桑园通风透光较好。开展型品种适用于稀植的桑园，垂卧型品种作观赏用。

枝条的长短粗细除因品种特性不同外，与土壤、气候、树龄、剪伐和肥培管理等的差异有很大的关系。幼年和壮年树的生长势强，枝条粗而长。桑树达到一定年龄后，树势已进入衰老阶段，枝条的生长能力变弱，应该采用更新复壮措施，以提高桑叶产量；适当剪伐后生长的枝条粗长，不剪伐的乔木桑枝条细短；低干养成的

桑树枝条粗长，随着树干的提高，枝条也相应变短；土壤疏松、肥培管理好的枝条粗长，反之则细短；气候干旱，土壤水分不足或桑园积水等，也影响枝条的生长。

桑树发条数是指桑树经过伐条后的发芽抽条能力，单株发条数因品种而异，如广东桑、湖桑32号的发条能力较强，湖桑199号、黑油桑的发条能力较弱。发条的能力与养成的树形也有关系。树形高、支干数多的单株发条数就多，反之则较少。为了适应一年中的收获和伐条，在选种时应选育发条能力强的品种。

枝条木质的坚韧性受多种因素影响。肥培是其影响因子之一，多施氮肥的坚韧性较差，多施磷、钾肥的枝条较坚韧。特别是钾肥，对提高枝条坚韧性的效果显著；采叶过多的枝条脆弱，因此条用桑宜少采或不采叶。除上述因素外，不同品种间有差异。

二、桑树枝条的生长周期

桑树枝条顶端有生长点，在生长期不断进行细胞分裂，产生新细胞。新细胞经过不断的生长分化，形成茎的各种构造。加长生长产生初生构造，加粗生长产生次生构造，在一年内完成一个周期。

1. **初生构造** 新梢的加长生长是在茎尖的分生区和伸长区进行的。在茎尖的纵切面可以看到分生区、伸长区和成熟区三部分，但枝条的尖端没有类似根冠的组织。分生区的生长点和伸长区很短，包藏在枝条顶端的生长芽中，成熟区在伸长区的下面，是属于茎的初生构造，细胞已停止伸长，组织分化也已基本完成。

分生区位于新梢顶端的生长点，和根尖一样具有强烈的分生能力，向后产生一群具有分生能力的细胞，合称为初生分生组织，茎的一切组织由它产生。

伸长区位于分生区后面，是由分生区的细胞直接分裂而来，其细胞伸长迅速，使枝条先端不断向上生长，内部组织开始分化，形成表皮、维管束和髓等部分。

成熟区位于伸长区后面，细胞已停止生长而进入成熟阶段，各种初生构造已基本完成，由于成熟区是由初生分生组织分化产生，故称初生构造。它由外向内可分为表皮、皮层和中柱三部分。

表皮是幼嫩新梢的最外层，由一层排列紧密的薄壁细胞组成，是一层保护组织。这层细胞外壁角质化，形成角质层。表皮上有表皮毛和气孔，表皮毛能抑制水分的蒸腾和预防病菌的入侵。部分表皮细胞分化为气孔。当枝条形成次生构造时气孔演变为皮孔。

皮层位于表皮内方，由多层薄壁细胞所组成，细胞较大。接近表皮的一层、二

层细胞排列较整齐，内含叶绿素，有光合作用能力；再向内的细胞，排列疏松，有明显的细胞间隙，并与气孔相通，气体交换是通过细胞间隙进行的。

中柱皮层以内的所有组织称中柱。中柱外层无明显的中柱鞘。中柱内的维管束是最主要部分；由初生韧皮部和初生木质部所组成（图1-1）。

2. 次生构造 枝条（茎）能够产生次生构造和不断增粗，是由于形成层细胞和木栓形成层细胞不断分裂的结果。枝条的次生构造，是由周皮、韧皮部、形成层、木质部和髓部组成（图1-2）。

在显微镜下观察一年生枝条的横切面，可以看到最外一层是表皮。表皮内接着是木栓层、木栓形成层、栓内层，这三层合称为周皮。周皮在枝条的加粗生长中，逐步代替表皮的作用。周皮中的木栓层是由多层细胞集合而成。层数多的耐寒力强，反之则弱。

周皮内侧便是韧皮部，是由形成层细胞向外分裂分化而成，包括韧皮纤维、筛管、伴胞和韧皮薄壁细胞等部分。桑茎的韧皮部具有乳汁管，内有白色乳汁，当枝条受伤时，分泌乳汁覆盖伤口，起着良好的保护作用。

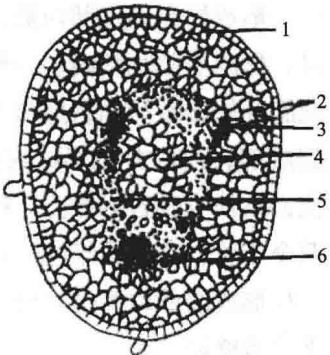


图1-1 茎的初生构造
1—表皮 2—表皮毛 3—皮层
4—髓 5—初生木质部
6—初生韧皮部

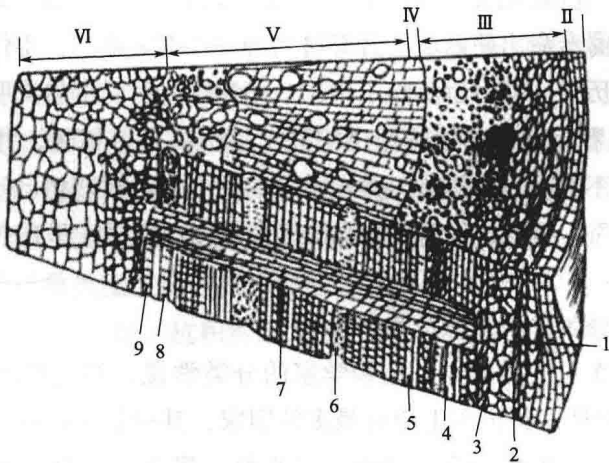


图1-2 桑枝的次生构造
I—表皮（图中不显示） II—木栓层 III—韧皮部 IV—形成层 V—木质部 VI—环纹导管
1—皮孔 2—乳管 3—皮层细胞 4—韧皮纤维 5—筛管 6—网纹导管
7—髓射线 8—煤纹导管 9—环纹导管

形成层在韧皮部内侧，呈环状排列，由扁而狭长的细胞组成。桑树在冬季休眠时，形成层停止活动，一般只有一层形成层母细胞。春季温度上升以后，形成层母细胞开始分裂活动，层次增加，达到5~7层次后，便开始分化，向外分化形成次生韧皮部，向内分化形成次生木质部，使枝干不加粗。在生产实际中，桑树经常复伐，致使生长暂时停止，待新芽萌发后，形成层当年进行第二次活动，由一年出现两个年轮，称为假年轮。春伐桑树后，有这种现象。

形成层的内侧是木质部，是由形成层细胞分裂分化而成，包括木纤维、管胞、木质薄壁细胞等。

髓在枝条中心部位，由大型的不规则的薄壁细胞组成。在木质部和髓交界的髓界部储有较多的养分。髓射线由排列整齐的薄壁细胞组成。从髓部开始呈辐射状，间隔地分布在木质部和韧皮部内，起着横向运输的作用。韧皮部和木质部之间的物质交换都在这里进行。

第二节 国内桑枝种植及其应用现状

我国是世界蚕业的发祥地，也是桑树植物资源的起源中心和分布中心。从“神农耕桑得利”、“伏羲化蚕”、黄帝“淳化鸟兽虫蛾”、嫫祖“始教民育蚕”等的史籍记载，到张骞奉命出使西域，开辟著名的“丝绸之路”，不仅反映了中国发明栽桑养蚕的古老历史，同时也反映了中国栽桑养蚕文化对世界文明的贡献。从中国蚕桑业发展史来看，桑树的栽植与中国数千年历史紧密相联，并长期影响国计民生。随着科技的不断发展和进步，桑树学科的研究和桑树栽植已不仅仅是单纯为了养蚕，而是向养蚕、生态、绿化、食品、医药等方面发展，呈现多元化利用格局。

一、我国的桑树种质资源及其分布

1. 种质资源 根据国内外植物学家的分类学说，经过整理和鉴定，我国有15个桑种及4个变种，是世界上桑种最多的国家，其中栽培种有鲁桑、白桑、广东桑、瑞穗桑等4个；野生种有长穗桑、长果桑、黑桑、华桑、细齿桑、蒙桑、山桑、川桑、唐鬼桑、滇桑、鸡桑等11个；变种有蒙桑的变种鬼桑，白桑的变种大叶桑、垂枝桑、白脉桑等。目前，我国已搜集保存的桑树种质资源数量达到2600余份，是世界上桑树种质资源拥有量最多的国家。

2. 种质资源分布 我国的桑树种质资源广泛分布在全国各地,西南、华南等是我国桑树种质资源分布的主要地区。四川、贵州、福建、河南等省都发现千年以上古桑。在西藏发现树龄1650年左右的古桑,其树干直径超过4m。在雅鲁藏布江畔及江心岛上还保留着较大面积的千年古桑林。桑树长期生长在不同的生态环境中,各个地区的典型种质资源成为相应的生态型。按照生态型分布划分,我国的桑树种质资源分布如下。

(1) 珠江流域的广东桑类型以广东、广西分布为主。桑树发芽早,多属早生早熟桑,叶小,枝条细长,花、葇多,再生能力强,耐剪伐,抗寒性弱,耐湿性强。

(2) 太湖流域的湖桑类型以太湖流域分布为主。多属中、晚生桑,叶形大,叶肉厚,叶质柔软,硬化迟,发条数中等,枝条粗长,花、葇较少。

(3) 四川盆地的嘉定桑类型以四川、重庆分布为主。多属中生中熟桑,发条数较少,枝条粗长,叶形大,硬化迟,花穗较多,葇较少,抗真菌病能力强。

(4) 长江中游的摘桑类型主要指安徽以及湖南、湖北的部分地区。多属中生中熟桑,发条数少,枝条粗壮,叶形很大,硬化迟,花穗小,葇少,抗寒性较弱,树型高大。

(5) 黄河下游的鲁桑类型主要包括山东及河北的部分地区。多属中生中熟或晚生晚熟桑,发条数中等,枝条粗短,叶形中等,硬化较早,花、葇小而少,抗寒耐旱性较强,易发生赤锈病。黄土高原的格鲁桑类型包括山西省、陕西省的东北部和甘肃省的东南部。多属中生中熟桑,发条数多,枝条细直,叶形较小,硬化较早,耐旱性较强,易感黑枯型细菌病。

(6) 新疆的北桑类型包括新疆、青海以及藏北和陇北的部分地区。多属晚生中熟桑,发条数多,枝条细直,花、葇较多,根系发达,侧根扩展面大,适应风力大、沙暴多和干旱天气的不良环境,抗病能力较强。

(7) 东北的辽桑类型主要包括东北三省及周边地区。多属于中生中熟桑,发条数多,枝条细长且弹性好,抗积雪压力能力强,硬化早,根系发达,入土层深,抗寒性强,易发生褐斑病。

二、桑树的多元化利用

人们充分利用桑树资源的独特功效,研究开发出了在医药、食品、化工、动物养殖等领域利用的产品。这不仅变废为宝,避免了环境污染,而且对拓宽传统蚕丝业的产业领域,促进蚕丝业的持续发展有重要意义。

1. 桑枝的利用 桑枝条可分为桑皮部、木质部、髓部三大部分。桑皮的外层称外皮部（也叫黑皮），靠近木质部部分的皮层称韧皮部（也叫白皮）。一般而言，木质部占桑枝条的40%~50%，韧皮部占8%~10%，外皮部占5%~7%，但因品种、部位不同，枝条各部分比例也有差异。

（1）在医药上的利用。桑枝所含化学成分种类较多，主要有多糖、黄酮类化合物、香豆精类化合物、生物碱，此外还含有挥发油、氨基酸、有机酸及各种维生素等，是一种传统的中药材。传统医药记载，桑枝性平、味苦，入肝、脾、肺、肾经，具有祛风湿、利关节、行水气之功效，主治风寒湿痹、四肢拘挛、脚气浮肿、肌肤风痒等。近代中医把桑枝加入复方药中服用，可治疗类风湿性关节炎、高血压，颈椎病引起的上肢麻木，还可用于治疗糖尿病引发的周围神经病变。

（2）在食品上的应用。桑枝皮中还含有较多的果胶。通过碱煮、过滤、酸化、沉淀等程序可以提取果胶，用作食品工业和医药工业原料。果胶能促进人体的代谢，使代谢氮部分随粪便排出，具有较好的降血脂、降低胆固醇和抑菌作用。同时，果胶还是治疗肠道失常症的良方，也可作止血药的辅助剂、人造血浆的增稠剂以及铅、汞等重金属中毒的良好解毒剂和预防剂。

桑枝富含的多种营养成分，非常适合作为食用菌的培养基质。桑枝屑做培养基质栽培香菇、黑木耳、蘑菇、姬菇等食用菌，品质好，产量高，质量上乘，经济效益显著。同时，桑枝中富含钾、钙、镁等16种矿质元素，硒的含量尤其高，可用于培养富硒蘑菇。还可以用来栽培桑枝灵芝，桑枝灵芝与杂木灵芝、原木灵芝相比，主要药理成分灵芝多糖高30%以上。

（3）在化学工业上的利用。由桑枝提取的促进毛发生长的物质制取的养发液不仅对人的枯发病和脱发、落发病有效，对毛皮生长也有良好的促进作用。桑条是生产纤维板的好原料，利用桑条生产纤维板，可大幅度提高经济效益，利用桑枝中纤维素和灰分含量比一般木材高的特性，已开发出桑枝高档纸。

（4）在纺织工业上的应用。桑枝的韧皮中含有桑皮纤维的含量占50%左右，通过对韧皮进行脱胶处理制得桑皮纤维。桑皮纤维是一种新型的天然植物纤维，应用于纺织领域始于20世纪90年代，国内许多学者对桑皮纤维的脱胶、纺、织、印染处理等方面进行了研究。南部县绿神丝绸有限责任公司积极探索桑皮纤维制造设备技术、对桑皮纤维进行科技成果转化开发，2005年4月，桑皮纤维织衣项目、初试、中试已完成。瞿才新等人对桑皮纤维的可纺性进行了深入研究，利用桑皮纤维开发了高品质色纺服装面料并实现了产业化生产。

2. 桑叶的利用 生长期的桑叶，水分约占75%，干物25%左右。干物中粗蛋白约占29%，粗脂肪5%，可溶性碳水化合物20%左右，灰分12%。

(1) 在医药上的利用。我国的许多古典医药著作中记载将桑叶作为中医临床常用的中药材，利用桑叶及其复方治疗上呼吸道感染、鼻出血、眼疾、痤疮、高血压、高血糖、丝虫病性象皮肿和乳糜尿等疾病，均有明显效果。姚连初等利用单味桑叶研制桑叶注射液，该注射液有抗丝虫病的作用，用于治疗象皮肿、丝虫性淋巴结炎和淋巴管炎。王培义等利用桑叶分别研制了桑叶片、桑叶浸膏胶囊、桑叶口服液等制剂，用于治疗丝虫性象皮肿和乳糜尿。广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所从桑叶中提取降血糖的有效成分，并将其开发成防治糖尿病的新产品——桑宁茶，药理和临床试验证明其降糖效果明显。佟伟功等利用桑叶、菊花、决明子等中药开发了一种明目液，可清除眼内异物、消除眼睛疲劳、预防眼黏膜炎症，具有明目、防治眼睛干涩和眼部美容的作用。

(2) 在食品上的利用。桑叶对人体无任何副作用，作为调节生理、维护健康、增强体质的食品越来越受人们的欢迎，特别适合糖尿病患者、高血压患者。桑叶因其风味独特、绿色无害、天然保健等特点受到人们的喜爱。目前利用桑叶研制的食品很多，包括普通食品、保健食品、饮料、调味品等，已开发的产品有桑叶茶、桑叶汁饮料、桑叶冰淇淋、桑叶挂面、桑叶豆腐、桑叶饼干、桑叶豆粉、桑叶酒、桑叶火腿肠、桑叶醋、桑叶酱等。

(3) 在动物养殖上的利用。桑叶作为动物饲料尤其是青绿饲料的最显著特性是具有很高的消化率，动物体内和体外试验证明，在通常情况下动物对桑叶的消化率为70%~90%。桑叶作为饲料的另一重要特性是对所有家畜都具有很好的适口性，当动物首次接触桑叶时，很容易接受而无摄食障碍。桑叶作为泌乳母牛的补充料，能提高奶产量并降低饲料成本；桑叶作为幼犊牛的补充料，可以节约牛乳或代乳料的消耗量，并促进犊牛瘤胃的发育和成长。

3. 桑根的利用 在桑园改造更新时，常常挖掘桑树，得到大量的桑根。桑根刮去最外面一层黄棕色皮，再除去里层木质部，取白色的内皮晒干，即为桑根白皮。桑根白皮含桑皮素、桑皮色烯素、环桑皮素、环桑皮色烯素及桦皮酸等，具有很大的利用价值。

(1) 在医药上的应用。桑白皮，味甘，性寒，能泻肺平喘及行水消肿，主治肺热、水肿、小便短少、糖尿病及骨折等症。它是我国常用的大宗中药材，药用价值较高，应用范围较广泛。用酒精和热水浸提桑根皮得到的降压剂，都有降压