

鲜茧生丝 / 干茧生丝浸渍前后质量对比研究

卜献鸿¹, 陈祥平¹, 刘季平¹, 丁忠建², 陈江³, 傅晓⁴

(1. 四川省丝绸科学研究院, 成都 610031; 2. 海安县苏豪制丝有限公司, 江苏 海安 226600; 3. 德阳成宇丝绸有限公司, 四川 德阳 618000; 4. 四川省丝绸工程技术研究中心, 成都 610031)

摘要: 鲜茧缫丝目前在中国一些生丝主产区具有较大规模和份额, 鲜茧生丝按照商检标准检验与干茧生丝并无明显差别, 但在织造过程中出现了较多质量问题。通过对干茧生丝、鲜茧生丝在浸渍前后的清洁、洁净、抱合等质量指标的检验, 探明了生丝浸渍前后的质量差别; 分析了生丝浸渍后抱合指标严重下降的原因, 为识别鲜茧渗透缫制的生丝提供了一种检测方法; 通过减压自动煮茧机设备及工艺可以显著改变丝胶的黏合度, 从而提高生丝浸渍后抱合成绩的稳定性, 提高鲜茧生丝 / 干茧生丝质量。

关键词: 鲜茧生丝; 干茧生丝; 煮茧; 浸渍; 抱和; 生丝质量

中图分类号: TS101.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-7003(2018)12-0013-05

引用页码: 121103

Quality comparison of raw silk made from fresh cocoon and dry cocoon before and after impregnation

BU Xianhong¹, CHEN Xiangping¹, LIU Jiping¹, DING Zhongjian², CHEN Jiang³, FU Xiao⁴

(1. Sichuan Academy of Silk Sciences, Chengdu 610031, China; 2. Haian SHOHO Silk Reeling & Twisting Co., Ltd., Haian 226600, China; 3. Deyang Chengyu Silk Co., Ltd., Deyang 618000, China; 4. Sichuan Provincial Silk Engineering Research Center, Chengdu 610031, China)

Abstract: Fresh cocoon silk reeling currently shares the major portion in some raw silk producing areas of China. Raw silk made from fresh cocoon is not significantly different from raw silk made from dry cocoon according to commodity inspection standard. However, many quality problems have appeared in the weaving process. Through examining the cleanness and cohesion of raw silk made from fresh cocoon and dry cocoon before and after impregnation, the quality difference of raw silk before and after impregnation was verified. The reason that cohesion index of raw silk decreased sharply after impregnation was analyzed, and an inspection method to identify the raw silk made from fresh cocoon was supplied. With the automatic decompression and cocoon-cooking technology and equipment, the adhesiveness of sericin can be significantly improved, and the stability of cohesion performance of raw silk can be improved. Thus, the quality of raw silk made from both fresh and dry cocoon can be improved.

Key words: raw silk made from fresh cocoon; raw silk made from dry cocoon; cocoon-cooking; impregnation; cohesion; quality of raw silk

鲜茧烘干后为干茧, 用干茧缫制的生丝为干茧生丝。鲜茧通过冷库冷藏后, 采用真空渗透缫制的生丝是鲜茧生丝。中国近代缫丝生产一直采用干茧缫丝, 近 10 年来, 由于冷冻技术的发展及国际市场

对鲜蛹用于食品的需求, 部分制丝企业开始了鲜茧缫丝生产。鲜茧经过冷冻后, 可以防止蛹出蛾, 并可以适当提高丝胶的稳定性。生产时, 将不能缫丝的蚕茧选出后直接真空渗透进行缫丝。鲜茧缫丝能够保护蚕茧的解舒, 大幅度提高产量, 鲜茧可以直接销售, 吨丝综合效益比干茧高 1.5 万元以上。因其缩短了工艺流程, 降低了成本, 吸引了很多企业进行鲜茧缫丝生产。但是鲜茧生丝品质不高, 平均等级在

收稿日期: 2018-06-12; 修回日期: 2018-10-25

作者简介: 卜献鸿(1965—), 男, 高级工程师, 主要从事制丝工艺设备的研究。通信作者: 陈祥平, 教授级高工, exp698@sohu.com。

3A~4A,即使商检检验达到5A级以上,但使用效果比4A级干茧生丝效果差,一般只能用于纬线丝和低端面料的生产。

生丝检验标准 GB/T 1797—2008《生丝》是基于干茧生丝制定的,鲜茧生丝也是采用上述检验标准,至今还没有针对鲜茧生丝的检验标准。丝织生产中的第一道工序须进行生丝浸渍(泡丝),干茧生丝浸渍前后生丝质量指标变化不明显,但鲜茧生丝浸渍后某些关键指标会发生变化,特别是生丝抱合指标急剧下降,降低到50次以下,为超低抱合成绩。鲜茧生丝在络丝、并丝、捻丝等准备工序的断头率明显高于干茧生丝;用作经线丝会造成织造开口不清,部分丝条容易相互缠绕到一起,不易通过综眼最终出现断头,生产效率低;绸面疵点多、质量差,练白后的平方米质量一般要低于干茧生丝面料,因此鲜茧生丝只能生产低端绸缎产品^[1-3]。为便于鉴别干茧生丝、鲜茧生丝,国内一些研究机构、检验单位对干茧生丝、鲜茧生丝丝胶含量、多酚微量组分等^[4-6]进行了研究。对于丝织生产,浸渍后的生丝抱合、清洁、洁净的性能指标才真正影响织造工序,是织造最为关注的。为了对比分析鲜茧生丝、干茧生丝浸渍前后的质量变化,本研究在国内生丝主产区收集了样丝,对其进行了浸渍前后的质量检验,探究质量差异的成因,并提出相应的改进措施。

1 生丝浸渍前后的质量检验

1.1 生丝样品取样

在江苏、四川、山东、广西选择有代表性制丝企业,每个企业分别抽取3绞样丝,均为2016年原料茧缫制的生丝,产品规格均为22.2/24.4 dtex。在每个企业抽取的样丝中,1绞丝用于浸渍前检验、1绞丝经线浸渍工艺后检验、1绞丝纬线浸渍工艺后检验,样丝情况如表1所示。其中江苏海安、四川盐边样丝是以干茧为原料,采用减压自动煮茧机煮茧^[7]缫

表1 生丝样品区域、煮茧类型、数量汇总

Tab. 1 Region of raw silk samples, type of cocoon-cooking and quantity

样丝来源	原料茧产地	蚕茧类型	煮茧方式	生丝数量/绞
江苏海安	2016 海安秋	干茧	减压自动煮茧	3
四川盐边	2016 盐边秋	干茧	减压自动煮茧	3
山东郯城	2016 海安秋	鲜茧	减压自动煮茧	3
广西宜州	2016 宜州秋	鲜茧	真空渗透	3

制的干茧生丝;山东郯城样丝是以鲜茧为原料,采用减压自动煮茧机煮茧缫制的鲜茧生丝;广西宜州样丝是以鲜茧为原料,采用真空渗透后缫制的鲜茧生丝。

1.2 生丝浸渍前后的质量检验方法

每绞丝检验5个黑板,用于清洁、洁净成绩检验;抽取20个丝锭用于抱合检验;抽取10小绞丝用于断裂强度、断裂伸长率检验。经线浸渍采用四川某绸厂16电力纺浸渍工艺为:TS泡丝剂(南充川北助剂厂)用量2 kg/60 kg丝,温度40℃、时间60 min、浴比1:6;纬线浸渍采用四川某绸厂02双绉浸渍工艺为:泡丝剂L-802(湖州吴兴彩源助剂厂)用量3 kg/60 kg丝,温度41℃、时间45 min、浴比1:6。生丝检验委托四川省出入境检验检疫局丝检中心检验。

1.3 生丝浸渍前后的质量检验成绩

生丝检验项目为清洁、洁净、断裂强度、断裂伸长率、抱合成绩指标,检验成绩如表2—表4所示。

表2 生丝浸渍前质量检验成绩

Tab. 2 Quality inspection grade of raw silk before impregnation

样丝来源	清洁/分	洁净/分	断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	断裂伸长率/%	抱合/次
江苏海安	98.60	94.10	4.46	24.25	104.00
四川盐边	98.60	94.10	4.28	22.31	105.00
山东郯城	98.60	93.70	4.46	23.09	110.00
广西宜州	98.80	94.60	4.26	20.54	100.00
平均成绩	98.65	94.13	4.37	22.55	104.75

表3 生丝经线工艺浸渍质量检验成绩

Tab. 3 Quality inspection grade of raw silk warp process

样丝来源	清洁/分	洁净/分	断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	断裂伸长率/%	抱合/次
江苏海安	98.00	94.80	4.34	25.76	102.00
四川盐边	97.80	94.70	4.18	25.58	103.00
山东郯城	96.60	94.60	4.30	25.75	80.00
广西宜州	98.60	95.10	4.26	23.26	80.00
平均成绩	97.75	94.80	4.28	25.08	91.25

表4 生丝纬线工艺浸渍质量检验成绩

Tab. 4 Quality inspection grade of raw silk weft process

样丝来源	清洁/分	洁净/分	断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	断裂伸长率/%	抱合/次
江苏海安	98.60	95.20	4.41	25.85	101.00
四川盐边	97.80	94.90	4.14	25.28	99.00
山东郯城	97.60	95.30	4.43	27.63	71.00
广西宜州	96.80	93.90	4.18	22.69	43.00
平均成绩	97.70	94.83	4.29	25.36	78.50

2 检验成绩对比

2.1 清洁、洁净

从表2可以看出4种样丝浸渍前的清洁平均成绩为98.65分,洁净94.13分,其中广西鲜茧生丝的清洁、洁净分别为98.8分、94.6分,干、鲜生丝成绩没有差别;从表3、表4可以看出,各种样丝经两种工艺浸渍前后清洁、洁净变化不大。从干茧、鲜茧种类来看,用鲜茧缫制的生丝仍然能有较好的成绩。但从浸渍后成绩的稳定性来看,干茧生丝比鲜茧生丝稳定。

2.2 断裂强度、断裂伸长率成绩

从表2—表4的检验成绩来看,断裂强度、断裂伸长率成绩均能达到生丝检验最高等级的要求。从断裂伸长率成绩来看,通过减压自动煮茧机煮茧的江苏、山东、四川平均成绩为26.25%,而广西鲜茧只渗透缫丝的断裂伸长率为22.69%,有一定差别。

2.3 抱合

在生丝浸渍前江苏(干茧减压煮茧)、四川(干茧减压煮茧)、山东(鲜茧减压煮茧)、广西(鲜茧渗透缫丝)的抱合成绩分别为:104、105、110、100次,平均为105次。其中干茧煮茧的平均抱合成绩105次,鲜茧的平均抱合成绩也是105次,这说明在生丝浸渍前,干茧、鲜茧的抱合检验成绩并无差距,如表2所示。

生丝通过浸渍,柔软剂进入丝胶分子内部,破坏了丝胶分子间的结合力,降低了茧丝之间的黏着力,茧丝间的抱合作用降低^[8]。降低程度与丝胶的黏合度、经纬浸渍助剂柔软剂成分相关,纬线助剂中的柔软剂成分多些,下降的次数更多,即浸渍前的抱合成绩大于经线浸渍后的抱合成绩、经线浸渍后的抱合成绩大于纬线浸渍后的抱合成绩,如表2—表4所示检验抱合成绩结果。从检验成绩来看出现了几种情况变化:干茧通过减压自动煮茧机煮茧缫制的生丝的抱合成绩几乎不下降,最大开差6次,下降比例5.7%;鲜茧通过减压自动煮茧机煮茧缫制的生丝抱合,从110次下降到纬线浸渍后的71次,下降的次数为39次,比例为35.5%;鲜茧只渗透后缫丝,抱合成绩从浸渍前的100次急剧下降到纬线浸渍后的43次,属于超低抱合,下降次数为57次,下降比例为57%。图1为原料类别及煮茧方式不同,生丝浸渍前后抱合成绩的变化。从图1可以看到,干茧煮茧的生丝浸渍前后抱合成绩几乎是一条直线;鲜茧通过减压自动煮茧机煮茧,纬线浸渍后下降的次数及比例明显改善;鲜茧渗透缫制的生丝浸渍后抱合成绩倍下降。

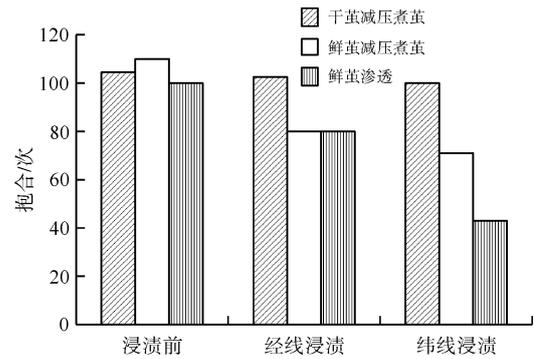


图1 生丝浸渍前后抱合成绩的变化

Fig. 1 Change of cohesion grade before and after impregnation of raw silk

为了进一步分析抱合成绩的稳定性,将每个样丝的20个丝锭的抱合成绩计算标准偏差、变异系数,结果如表5所示。

表5 样丝抱合平均成绩、标准偏差、变异系数汇总

Tab. 5 Average grade, standard deviation and variation coefficient of cohesion of raw silk samples

样丝来源	浸渍状态	平均值/ 次	标准偏差/ 次	变异系数/ %
江苏海安	浸渍前	104	4.09	3.93
	经线浸渍	102	5.31	5.26
	纬线浸渍	101	5.88	5.82
四川盐边	浸渍前	105	3.55	3.38
	经线浸渍	103	5.25	5.09
	纬线浸渍	99	6.42	6.48
山东郯城	浸渍前	110	4.38	3.98
	经线浸渍	80	9.20	11.50
	纬线浸渍	71	10.73	15.11
广西宜州	浸渍前	100	6.70	6.70
	经线浸渍	80	11.42	14.28
	纬线浸渍	43	7.94	18.47

蒋小葵等^[9]研究测试的干茧长笼煮茧,生丝浸渍前的抱合标准偏差、变异系数数据表明:正常茧缫丝的平均抱合107次,标准偏差4.2,变异系数3.9;100%的缫剩过夜茧缫制的生丝抱合标准偏差13.6,变异系数16.1。标准偏差、变异系数越大,抱合越差并且不稳定。江苏海安、四川盐边样丝使用干茧减压煮茧的样丝,生丝浸渍前的平均抱合为104.5次,标准偏差3.82,变异系数3.66,与蒋小葵研究测试相吻合;鲜茧减压煮茧的生丝浸渍前的抱合标准偏差4.38,变异系数3.98;鲜茧渗透缫丝的生丝浸渍前的标准偏差6.7,变异系数6.7。说明在生丝浸渍前不论原料是干茧还是鲜茧,不论煮茧还是渗透,平均抱合次数、标准偏差、变异系数都没有明显地变化,如

山东郯城、广西宜州样丝结果所示。

两种以干茧为原料、使用减压煮茧设备生产的生丝,浸渍后抱合标准偏差、变异系数变化不明显,变异系数最大值为6.48。但以鲜茧为原料生产的生丝,其抱合标准偏差、变异系数会急剧增加,以鲜茧渗透后缫制的生丝最突出,其经过经纬线浸渍工艺后的变异系数值分别达到14.28、18.47。

3 抱合成绩检测结果分析

3.1 不同煮茧方式对干茧生丝浸渍前后抱合成绩的影响

盖国平等^[4]测试的干茧生丝的抱合成绩浸渍前95次,浸渍后68次,下降比例为28.42%;许凤麟等^[7]测试浸渍前86次,浸渍后66次,下降比例为23.25%;两者的平均值在25%左右。因此在生丝抱合性能检测中,采用传统煮茧方法,浸渍生丝后的生丝抱合次数比浸渍前要降低20次左右。而通过减压自动煮茧机煮茧的生丝抱合成绩(纬线浸渍)抱合最大下降6次,下降比例为4.3%。

3.2 鲜茧渗透后缫制的生丝浸渍前后抱合成绩差距大

吕超目等^[10]测试的浸渍前后抱合成绩为:浸渍前114次、经线浸渍54次、纬线浸渍35次;章琪超等^[3]测试结果为:浸渍前104次、经线浸渍66次、纬线浸渍33次。两项测试的鲜茧生丝浸渍前的平均抱合成绩为109次,纬线浸渍后的平均抱合成绩为34次,下降66次,下降比例58.88%,与本次测试的广西鲜茧渗透后缫制的鲜茧生丝纬线浸渍下降比例57%高度吻合。

从上述测试数据可以看出,原料种类、煮茧方式对生丝浸渍后的抱合成绩影响显著,生丝在经纬线助剂浸渍前后的抱合成绩、降低程度如表6所示。

表6 生丝经纬线浸渍前后抱合成绩降低程度对比

Tab.6 Comparison of cohesion grade of raw silk weft before and after impregnation

原料种类 煮茧方法	生丝浸渍前检验 抱合次数/次	浸渍后纬线抱合 降低的次数/次
干茧减压煮茧	100~110	2~6
干茧长笼煮茧	100~110	20~25
鲜茧减压煮茧	100~110	40
鲜茧渗透缫丝	100~105	50~60

3.3 鲜茧渗透缫制的生丝经纬线工艺浸渍后抱合成绩急剧降低的原因

茧丝丝胶由易溶性丝胶和难溶性丝胶组成,其

中易溶性丝胶主要分布在茧层外层,难溶性丝胶分布在茧层内层。易溶性丝胶凝固时,稍呈纤维状,粘着而有弹性,易收缩呈块状,透明。难溶性丝胶凝固时较稳定,成雪白的细粉末,不如易溶性丝胶具有的聚合性和弹性。煮茧可以使难溶丝胶向易溶丝胶转化,其转化关键在于煮茧的蒸煮温度。

目前中国多数鲜茧生丝缫制企业采用直接真空渗透后缫丝,渗透的温度在38~48℃,对茧丝丝胶只能起到膨润作用。通过车头索绪代替煮茧功能,新茧补充到索绪提茧斗处的长度约为0.8m,丝辩的卷取速度为5.6m/min,蚕茧在这段时间的时间约为8.6s,考虑到蚕茧运行的滞后性,约20s,这时蚕茧茧腔中含有水,热能只能作用在蚕茧的表层。因此茧层的表层和中内层的温度差别很大,自动缫车头索绪汤锅的热量无法使茧层内部温度达到94~100℃的温度,故只能促进表层的茧丝丝胶的膨润和适当溶失,并且极不均匀。如果开高索绪温度,又会使蚕茧表层过热,甚至煮崩溃,其结果是增大茧耗,增加万米吊糙,因此通过车头索绪代替蒸煮煮熟功能是完全不可能的。鲜茧渗透缫制的生丝,茧丝各处的丝胶膨润、膨化程度极不均匀,在聚合成为生丝后,黏性、聚合性差,生丝抱合的稳固性也差,在生丝浸渍后,特别是纬线浸渍后,茧丝之间的黏合度降低,抱合指标急剧下降。因此在丝织生产中,使用鲜茧生丝,在络丝、并丝、捻丝等工序的断头率明显高于干茧生丝,且鲜茧生丝易起毛,糙线多。

为了改善鲜茧生丝低抱合成绩问题,国内一些科研单位、生产企业进行了多种试验研究,如增加丝鞘长度、提高缫丝水温,但由于没有改变丝胶性质,因此改善作用不明显。

3.4 提高鲜茧生丝抱合成绩的方法

鲜茧由于茧层组织结构较为疏松,如用长笼煮茧机煮茧,在吐水、蒸煮过程中采用90℃度以上的温度,会将茧层煮崩溃;如果温度低,只能表煮,没有起到煮茧的作用,即没有达到茧层丝胶膨润与适当溶失,难溶丝胶不能转换成易溶丝胶。因此目前大部分鲜茧缫丝企业采用鲜茧直接渗透后缫丝,但生丝浸渍后抱合成绩的大幅下降成为影响鲜茧生丝质量的关键因素。使用鲜茧缫丝,又保证鲜茧生丝浸渍后的抱合成绩,采用减压自动煮茧机煮茧是一条有效途径。

目前山东有两家企业,采用减压自动煮茧机煮

鲜茧, 在生丝浸渍后, 抱合成绩下降幅度明显减少。其他指标也好于直接渗透的鲜茧生丝。蒸煮的最高温度达到 94 ~ 99 ℃, 茧层内外受热程度更加均匀, 特别是内层茧丝丝胶得到了充分膨润膨化, 丝胶性质发生变化, 黏度、膨胀能力、胶凝性增强。在聚合生成生丝时, 丝胶的黏合性能高, 在生丝泡丝以后, 抱合指标下降程度得到改善, 织造企业实际生产表明, 可以满足有梭织机经线生丝质量要求。

4 结 论

1) 生丝浸渍后抱合检测是区分鲜茧生丝/干茧生丝的有效方法之一。从本研究可以看出, 鲜茧生丝与干茧生丝在质量上还存在一定的差异, 尤其是原料茧类型和煮茧方式对生丝浸渍后的抱合成绩影响显著。其中干茧减压煮茧与鲜茧渗透的生丝, 经过纬线工艺浸渍后的抱合成绩差异达到一倍以上。因此, 可以通过纬线工艺浸渍后检测其抱合成绩, 来鉴别鲜茧生丝/干茧生丝。

2) 煮茧是提高生丝质量的必要途径。提高和改善生丝的清、洁、净、抱、合、强、力等指标, 煮茧是关键。煮茧能够改变丝胶特性, 将部分难溶丝胶转化成易溶丝胶, 从而提高茧丝丝胶的黏性、聚合性。通过丝胶膨润适当溶解, 减少丝胶相互之间的差别, 增加生丝聚合牢度, 有效减少浸渍以后茧丝与茧丝之间分股, 从而减少在络丝、并丝、捻丝等工序的断头率, 提高真丝织物质质量。

3) 采用减压自动煮茧机煮茧可以显著提高生丝质量。鲜茧缫丝具有原料茧耗低、生产运转率高、企业经济效益高的特征, 在中国一些蚕茧主产区已经发展成为生丝加工的主要方式。针对鲜茧生丝的质量问题, 采用减压自动煮茧设备及工艺技术, 能够较好地改变丝胶性质, 使浸渍后抱合成绩下降程度得到显著改善, 有效提高鲜茧生丝质量。同样, 采用减压自动煮茧机煮茧缫制的干茧生丝在浸渍后, 抱合成绩仅下降 4 ~ 6 次, 其良好稳定的抱合成绩更能适应剑杆织机高速织造的要求。

参考文献:

[1] 黄继伟, 于媛媛, 封宝山, 等. 提高鲜茧缫生丝抱合成绩的探讨[J]. 丝绸, 2014, 51(10): 12-15.
HUANG Jiwei, YU Yuanyuan, FENG Baoshan, et al. Discussion on enhancing cohesion performance of fresh cocoon silk[J]. Journal of Silk, 2014, 51(10): 12-15.

[2] 朱忠强. 鲜茧丝与干茧丝在梭织纬线上的使用比较[J]. 丝绸, 2014, 51(4): 15-17, 35.
ZHU Zhongqiang. Comparison of use of fresh cocoon silk and dry cocoon silk in woven weft[J]. Journal of Silk, 2014, 51(4): 15-17, 35.

[3] 章琪超, 江文斌, 傅雅琴. 鲜茧生丝与干茧生丝的结构性能差异研究[J]. 现代纺织技术, 2015, 23(1): 1-5.
ZHANG Qichao, JIANG Wenbin, FU Yaqin. Research on differences of fresh cocoon raw silk and dried cocoon raw silk in structure and performance [J]. Advanced Textile Technology, 2015, 23(1): 1-5.

[4] 盖国平, 李艳, 蒋小葵, 等. 鲜茧生丝与干茧生丝的耐微脱胶性对比[J]. 丝绸, 2016, 53(2): 26-31.
GE Guoping, LI Yan, JIANG Xiaokui, et al. A comparative study of anti-microdegumming property of fresh cocoon raw silk and dried cocoon raw silk[J]. Journal of Silk, 2016, 53(2): 26-31.

[5] 蒋小葵, 许建梅, 盖国平, 等. 鲜茧生丝与干茧生丝含胶率试验比对[J]. 丝绸, 2017, 54(7): 1-6.
JIANG Xiaokui, XU Jianmei, GE Guoping, et al. A comparative study on sericin content in fresh cocoon raw silk and dried cocoon raw silk [J]. Journal of Silk, 2017, 54(7): 1-6.

[6] 王聪磊, 马明波, 董锁拽, 等. 焙烘处理对鲜茧生丝多酚微量组分的影响[J]. 丝绸, 2017, 54(10): 1-6.
WANG Conglei, MA Mingbo, DONG Suozhuai, et al. Effect of baking treatment on polyphenols trace components in fresh raw silk [J]. Journal of Silk, 2017, 54(10): 1-6.

[7] 许凤麟, 赵骆建, 徐英莲. 柔软工艺对生丝性能的影响[J]. 丝绸, 2015, 52(3): 11-15.
XU Fenglin, ZHAO Luojian, XU Yinglian. The influence of soft process on properties of raw silk [J]. Journal of Silk, 2015, 52(3): 11-15.

[8] 陈祥平, 刘季平, 王建平, 等. 减压煮茧新技术及设备研究[J]. 丝绸, 2016, 53(11): 22-28.
CHEN Xiangping, LIU Jiping, WANG Jianping, et al. Study on new technology and equipment of decompressed cocoon cooking [J]. Journal of Silk, 2016, 53(11): 22-28.

[9] 蒋小葵, 周盛波, 甘霖, 等. 生丝低抱合疵点的试验研究[J]. 丝绸, 2014, 51(10): 6-11.
JIANG Xiaokui, ZHOU Shengbo, GAN Lin, et al. Experimental study on low cohesion defect of raw silk [J]. Journal of Silk, 2014, 51(10): 6-11.

[10] 吕超目, 顾晨, 叶飞, 等. 鲜茧煮茧对提高鲜茧丝抱合性能的试验研究[J]. 中国纤检, 2015(S1): 125-127.
LÜ Chaomu, GU Chen, YE Fei, et al. Study on improving the cohesion performance of fresh cocoon cooking processing [J]. China Fiber Inspection, 2015(S1): 125-127.