

上簇环境与茧层丝胶的性质

朱 良 均

(浙江农业大学)

【摘要】 用物理方法测定不同上簇环境中丝胶性质。发现在高温多湿环境中吐丝结成的茧，茧层丝胶的初期溶解率低，DSC 分析的吸热峰在高温侧出现，且吸收强度大，丝胶分子中存在着 β 结构和无规卷曲结构，而适温适湿环境中吐丝结成的茧，外观形质好，茧层丝胶分子为无规卷曲结构。

一、材料和方法

(一) 材料

春用品种的熟蚕，分别在特设的高温多湿区(30℃, RH94.2%)、低温多湿区(15℃, RH91.4%)和适温适湿区(21~24℃, RH67%)上簇吐丝结茧，经 3~5 日后采茧作为试料。

(二) 方法

1. 茧丝的离解：每个上簇处理区各抽取 15 粒茧，在实验型缫丝机上采用一粒缫方法进行茧质调查。

2. 茧层丝胶的 DSC 分析：将茧层切片(1 厘米²左右)，在浴比 1:100, 温度 85~90℃ 的热水中，经 20、30、40 分钟的间接处理，获得各区各种丝胶溶液，自然干燥后的粉末，作为试料。DSC 用理学电机制台式差示扫描热量计，试料量 4 毫克，升温速度 20℃/分，感度 4mcal/秒，在空气中进行测定。

3. 茧层丝胶的 CD 光谱：将上述方法制得的丝胶溶液加 30 倍量的蒸馏水稀释后作为试料。CD 用日本分光制(J-40AS)的自记分光偏振计，测定波长 190~240nm 范围的 CD 光谱。

二、结果与讨论

对茧质起主导作用的丝胶，经过不同上簇环境处理后，发生变化的情况分述如下，表 1 是各处理区的茧层丝胶的初期溶解率。

表 1 上簇环境与茧层丝胶的初期溶解率

(单位: %)

处理区	鲜 茧		干 茧	
	85℃, 水浴20分	85℃, 水浴30分	85℃, 水浴40分	95℃, 水浴40分
高温多湿	3.02	5.52	5.95	6.92
适温适湿	4.74	6.67	7.56	8.54
低温多湿	3.94	5.98	6.98	8.04

由表 1 可知，各处理区的茧层丝胶溶解率相差很大，适温适湿区的溶解率最高，高温多湿区为最低，无论是温度、时间，还是鲜茧、干茧等都具同样倾向。茧层丝胶较长时间处于多湿的环境中，再加上高温的影响，丝胶从易溶性转化为难溶性。故在多湿时，温度越高，丝胶的变性程度就越重，这就说明了高温多湿区的茧层丝胶溶解率低于低温多湿区的原因。

图 1 是上簇环境不同的茧层丝胶的 DSC 曲线。可见各处理区的 DSC 曲线中，都出现 3 个吸热峰(谷)，但吸热的位置(温度值)和峰的强度不同。第 1 吸收峰各处理区大致都在 110℃ 附近，这个峰的温度与茧层丝胶水分的性质有关。第 2 吸收峰的位置是：适温适湿区在 280℃ 附近，低温多湿区在 222℃ 处，高温多湿区在 218℃ 处出现，这个峰的温度与茧层丝胶的融解性能有关。相反，第 3 吸收峰的位置是：高温多湿区最高，在 268℃ 处出现最大吸收，并且吸收峰形大而尖锐，低温多湿区次之，在 260℃ 处，其吸收峰形也较大而尖锐，而适温适

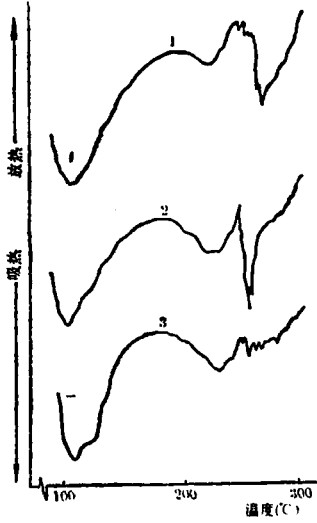


图1 上簇环境不同的茧层丝胶的DSC曲线

- 1—高温多湿区；
- 2—低温多湿区；
- 3—适温适湿区。

湿区最小,在255℃处出现,这个峰的温度为茧层丝胶的热分解温度。另外,从热融解峰与热分解峰之间的温度范围来看,高温多湿区最大,为218°~268℃,低温多湿区次之,为222°~260℃,适温适湿区最小,在230°~255℃之间,即高温多湿处理区的茧层丝胶发生热分解反应的时间长,而适温适湿区的茧层丝胶发生热分解反应的时间最

短,低温多湿区介于两者之间。

茧层丝胶的热分解性质与有关资料^[1]中的试验结果相一致,即茧层丝胶的溶解性差,其分解吸热峰有向高温侧方向推移的倾向,可解释为,在高温多湿环境中吐丝结茧,茧层丝胶的分子结构向致密化、结晶化方向发展,其分子内能增大。所以,在高温多湿环境中结成的蚕茧,其茧层丝胶的溶解性差,DSC曲线上的吸收峰形大而尖陡,并在高温侧出现。

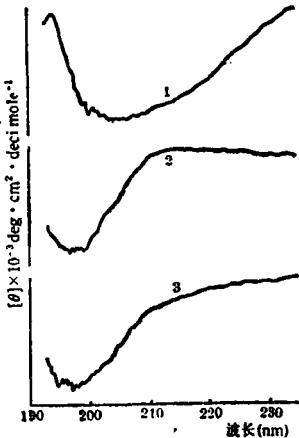


图2 上簇环境不同的茧层丝胶的CD光谱

- 1—高温多湿区；
- 2—低温多湿区；
- 3—适温适湿区。

在图2中,高温多湿区茧层丝胶在199~205nm处出现负的吸收峰(谷),在195nm处

出现正的吸收峰(峰);而低温多湿区和适温适湿区的茧层丝胶分别在197~199nm、195~198nm处出现负的吸收峰(谷)。根据经典的研究结果^[2],β结构的特征吸收是在195~197nm处出现正的吸收,而无规卷曲结构则是在196~202nm间产生负的吸收。由此可知,高温多湿区的茧层丝胶中既存在着β结构,也存在着无规卷曲结构,而适温适湿区和低温多湿区都是无规卷曲结构。在高温多湿的环境中吐丝结茧,茧层丝胶趋向结构紧密化和结晶化的强度大,从而使部分丝胶从无规卷曲结构转化成β结构。此外,从吸收峰形的强度来看也呈同样趋向,适温适湿区的吸收峰形强度大于低温多湿区的强度,即从量的观点来看,适温适湿区所含有的无规卷曲结构多于低温多湿区的量。

从CD光谱曲线的吸收峰的出现位置和峰形强度可见,良好的上簇环境中吐丝结茧,其茧层丝胶的分子结构主要是无规卷曲结构,随着上簇环境的恶化,无规卷曲向β结构转化而逐渐减少。茧层丝胶分子从无规卷曲结构转化为β结构后,分子的有序性、密集性增强,即结晶化程度增加,溶解性随之降低,引起茧层丝胶物性的变化,从而引起蚕茧解舒率的变化(见表2)。实验证明,蚕茧解舒的优劣,除丝素结构的原因外,主要是由于茧层丝胶的结构变化所致。

表2 上簇环境与蚕茧解舒率

条 件	解舒率 (%)
高温多湿	9.47
适温适湿	82.35
低温多湿	48.39

三、 结 论

1. 在恶劣的环境中吐丝结茧,其蚕茧质量显著恶化,见表2。

2. 在恶劣的环境中吐丝结茧,其茧层丝胶

(下转第37页)

(上接第16页)

的吸热分解温度高。根据 DSC 分析, 高温多湿区的茧层丝胶热分解发生范围最大(218~268℃), 适湿适湿区的茧层丝胶热分解范围最小(230~255℃), 而低温多湿区则介于两者之间(222~260℃)。

3. 在恶劣的环境中吐丝结茧, 茧层丝胶分子由无规则卷曲转化成 β 结构。根据 CD 分析, 高温多湿区的茧层丝胶分子结构, 既有 β 结构也存在无规卷曲结构; 适温适湿区和低温

多湿区的茧层丝胶分子都以无规卷曲结构状态存在, 但适温适湿区中无规卷曲的比例为最高。

本试验得到日本东京农工大学工学部平林洁教授、荒井三雄先生的指导, 谨表谢意。

参 考 资 料

- [1] 平林洁, 《日本蚕系学杂志》, 45(5), 399~402(1976)。
- [2] 平林洁, 《绢系物理学》, (1980), 东京农工大学制系绢研究会。