

文章编号: 1009 6281(2009) 03 0260 07

# 酸性柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的热特性及其聚集体特性的研究

李 岱, 张 静\*, 孙润广, 郭树琴

(陕西师范大学物理学与信息技术学院 生物物理与生物医学工程研究室, 陕西 西安 710062)

**摘 要:** 本文报道了酸性柴胡多糖(WBP<sub>011</sub>)在各种环境中的聚集态行为。利用热分析系统改变酸性柴胡多糖(WBP<sub>011</sub>)的环境温度,跟踪检测到该多糖的聚集态特性的变化,表明在不同温度环境下,该多糖有多种聚集形态。利用原子力显微镜观察云母片表面 WBP<sub>011</sub>分子的形貌,研究不同溶剂对该多糖分子及聚集体行为的影响。通过观察发现,水溶液中 WBP<sub>011</sub>分子呈螺旋态的柔性链;盐离子的浓度在一定程度上控制着多糖分子构象的变化;碱溶液中由于分子间负电荷数目的增加强化了静电排斥作用,使 WBP<sub>011</sub>分子呈刚性排列,与在水溶液中的排列有明显不同。以上结果表明 WBP<sub>011</sub>分子构象的变化依赖于 WBP<sub>011</sub>/云母片界面及 WBP<sub>011</sub>分子/WBP<sub>011</sub>分子间的相互作用。

**关键词:** 酸性柴胡多糖(WBP<sub>011</sub>);热分析系统;原子力显微镜

中图分类号: R285; Q336; TG115. 21<sup>+</sup> 5. 7 文献标识码: A

柴胡,别名地熏、茺胡、茄草等,为伞形科多年生草本植物,其性味苦凉,有疏散退热疏肝解闷,升阳举气之功效,常用于治疗寒热往来、胸满肋痛、口苦耳聋、头痛目眩等,是药物价值极高的一种传统中草药。柴胡多糖是柴胡中主要的活性成分之一。从 1989 年至今近 20 年的研究表明,柴胡多糖具有多种生物活性功能,例如,柴胡多糖-柴 III 5311 的抗辐射功能,柴胡果胶多糖 2 II b 对巨噬细胞 Fc 受体表达的调节作用及抗溃疡作用,防治急性呼吸窘迫综合症的作用及对实验性胃粘膜损伤的保护作用<sup>[1]</sup>。但目前对其微观形貌、分子链构象的研究尚无报道。

原子力显微镜的出现,为人们直接观察高分子的微观形貌提供了有利手段,目前已广泛应用于多糖等大分子构象的分析研究中<sup>[2-4]</sup>。长期以来由于云母片表面电荷与阴性多糖分子之间静电排斥作用使阴性多糖分子很难吸附在云母片表面,因而利用 AFM 观察的手段也很难获得阴性多糖分子的结构信息。近年来,人们总结了对 DNA 的观察经验<sup>[5-7]</sup>,发现通过添加无机盐来屏蔽这种静电排斥效应,就可以使阴性多糖分子有效地沉积在云母片表面上,同时金属盐离子及其它离子(溶剂性质、离子浓度、酸碱度)的引入改变了阴性多糖的介电性质,从而改变大分子间的缔合能力,使得阴性多糖微观结构形貌的多样化。

本研究首先对陕西商洛地区产的柴胡进行热

水浸提、醇沉,得到了水提柴胡粗多糖 WBP01; 然后对其进行分离纯化,获得酸性组分-酸性柴胡多糖 WBP<sub>011</sub>; 在此基础上,借助热分析系统跟踪检测了酸性柴胡多糖 WBP<sub>011</sub>在 27 °C(室温)~ 800 °C 范围的热学特性; 利用原子力显微镜对该多糖分子进行直接观测,获得了该多糖在不同溶液中的分子链构象、聚集体形貌特征的信息,为进一步研究多糖的构效关系提供了实验依据。

## 1 材料和仪器

**材料:** 柴胡产于陕西商洛,购于西安万寿路中药材市场; DEAE-纤维素 52 阴离子交换剂(Whatman); Sephadex G 150 Medium(Pharacia); NaCl 和 NaOH 均为分析纯。

**主要仪器:** LXJ II B 型低速大容量离心机(上海安亭科学仪器厂)、78-1 磁力加热搅拌器(上海浦东物理光学仪器厂)、SPM9500 J3 型原子力显微镜(日本岛津公司)、Q1000DSC+ LNCS+ FACS Q600SDT 的热分析系统、系列层析柱 2.5 × 60 cm(上海琪特分析仪器有限公司)。

## 2 实验方法

### 2.1 柴胡多糖 WBP<sub>011</sub>的制备和纯化

称取一定量的柴胡粉碎物,脱脂<sup>[8]</sup>得脱脂柴胡

收稿日期: 2008 10 19; 修订日期: 2009 01 20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(No. 20772077), 教育部科学技术研究重点资助项目(No. 104167)。

**Foundation item:** National Natural Science Foundation of China(No. 20772077) .

作者简介: 李岱(1981-), 女(汉族), 山西运城人, 硕士。

\* 通讯作者: 张静, 女(汉族), 副教授, 硕士研究生导师. E-mail: zhangjin@snnu.edu.cn.

粉末,按实验所获得的柴胡多糖最佳提取工艺<sup>[9]</sup>提取水提柴胡粗多糖 WBP<sub>0</sub>。0.01 mol/L NaCl 作为洗脱液,利用 DEAE-纤维素 52 阴离子交换层析法从粗多糖 WBP<sub>0</sub> 中分离出酸性柴胡多糖 WBP<sub>011</sub><sup>[10]</sup>,进一步采用 Sephadex G-150 凝胶过滤层析分级分离,获得分子量不同的两组分 WBP<sub>011</sub> (白色)和 WBP<sub>012</sub> (浅黄色),本实验的研究对象是 WBP<sub>011</sub>。

## 2.2 柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 纯度的鉴定

利用 Sephadex G-150 凝胶过滤法对柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的纯度进行鉴定。

## 2.3 WBP<sub>011</sub> 热分析

利用型号为 Q1000DSC+ LNCS+ FACS Q600SDT 的热分析系统跟踪检测柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 在 27 °C (室温)~ 800 °C 范围的热学特性 (20 °C/min)。

## 2.4 WBP<sub>011</sub> 原子力显微镜的观察及 AFM 样品的制备<sup>[11,12]</sup>

采用日本岛津公司的 SPM 9500J3 型原子力显微镜,室温下大气环境中对柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的分子形态进行扫描观测。探针为 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (微悬臂长: 200 μm,弹性系数 0.12 N/m),原子力显微镜图像的形态

学特征均系原子力显微镜附带的软件进行分析(数据均为 50 次测量取平均值)。

用蒸馏水溶解已制备好的柴胡多糖 WBP<sub>011</sub>,磁力搅拌器持续搅 3 h,配成 1 mg/mL WBP<sub>011</sub> 储备液。将所得多糖储备液分别用双蒸水、氯化钠、氢氧化钠母液稀释成 100 μg/mL WBP<sub>011</sub> 多糖水溶液,100 μg/mL WBP<sub>011</sub> (0.005 mol/L 氯化钠、0.01 mol/L 氯化钠、0.5 mol/L 氯化钠、0.005 mol/L NaOH) 不同浓度的多糖盐溶液和碱溶液,取确定浓度的溶液 2 μL,滴在新剥离的云母表面上,室温空气中干燥 30 min,60 °C 烘箱干燥 24 h。原子力显微镜观测(氯化钠溶液稀释的样品滴在云母片上干燥后蒸馏水冲洗,无水乙醇固定,室温空气中干燥,原子力显微镜观测)。

## 3 结果与讨论

### 3.1 WBP<sub>011</sub> 纯度的鉴定

选用 Sephadex G-150 柱 (2.5 × 60 cm) 层析法对柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的均一性进行测定,柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 显示一个单峰如图 1,结果证明柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 为组分均一的多糖。

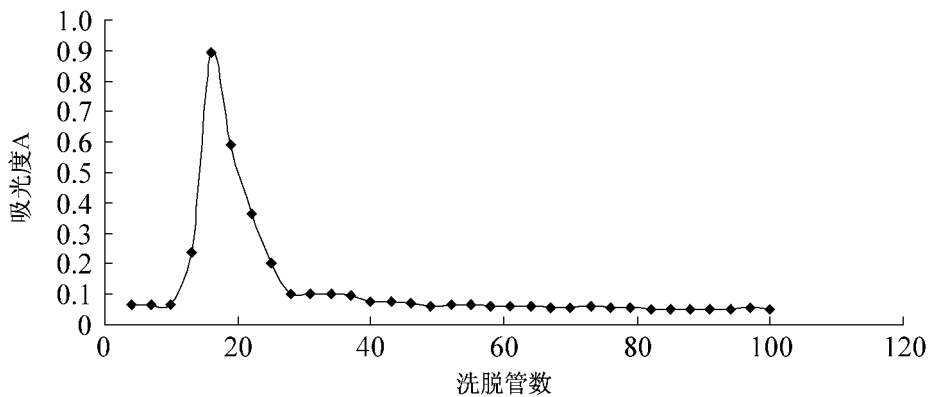


图1 柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的 Sephadex G-150 柱层析图。

Fig. 1 Sephadex G-150 chromatography of Bulpeurum Polysaccharide WBP<sub>011</sub>.

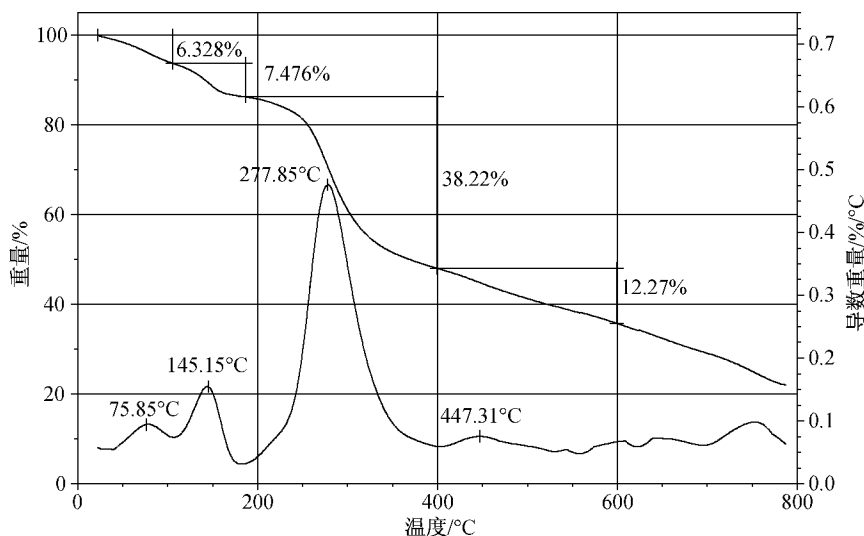
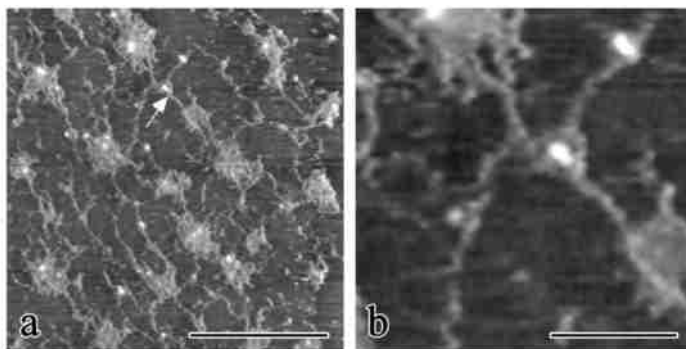
### 3.2 WBP<sub>011</sub> 热特性分析

柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 在 27 °C (室温)~ 800 °C 逐渐加热的过程中,失重率,与失重速率结果如图 2 所示,在温度升高的过程中,干燥的 WBP<sub>011</sub> 有 3 次大的质量损失,其中,在 27 °C (室温)~ 100 °C 的过程中,失重率为 6.328%;在 100~ 187 °C,失重率为 7.476%;在 187~ 400 °C,失重率为 38.22%,失重速率最大,其后直至 800 °C 的加热过程中,WBP<sub>011</sub> 的质量一直在减小,但失重的速率也较之前减小,减小的速率也基本处于稳定。多糖质量在加热过程中的这种变化与多糖的组成、含水量、分子间的相互作用以及聚集态

的行为有关。因此,柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的这种如下图所示的热变化特性,说明在温度变化的过程中,多糖聚集态的结构发生相应变化<sup>[12]</sup>。

### 3.3 水溶液中 WBP<sub>011</sub> 分子的形貌特征

图 3 显示的是 100 μg/mL WBP<sub>011</sub> 的 AFM 图像,可见云母片表面有 WBP<sub>011</sub> 分子聚集体的存在,聚集体之间由延伸出来的分子单链相互缠绕联结在一起,形成如图 3A 所示的网状结构。这种局域性的分布结果是由于云母片表面和聚集体分子之间微弱的相互作用导致样品分子链在云母片表面发生移动<sup>[3]</sup>。在分子聚集体周围可观察到分子的重叠、搭

图 2 WBP<sub>011</sub>的热分析图。Fig. 2 Thermal analysis of WBP<sub>011</sub>.图 3 100 µg/mL WBP<sub>011</sub> AFM 图像(溶剂: 蒸馏水)。

a: 大范围图像(Bar= 2 µm); b: a 中白色箭头所指处的放大图像(Bar= 500 nm)。

Fig. 3 AFM images of 100 µg/mL WBP<sub>011</sub> (solvent: distilled water).

链、相互缠绕的现象,从图 3b 可看到多数分子链呈柔性旋绕的状态,实验测得其高度为  $1.672 \pm 0.75$  nm ( $\geq$  一个葡萄糖单元的高度(0.3 nm 左右)),这可能是因为浓度过高部分条件恰当的糖链在晾干的过程中发生了局部的聚集,单分子链由旋绕转变成螺旋的状态,也可能相应地增加了单链之间的链接,因此可能形成高度较高的分子双链或数链并行紧密缠绕的 WBP<sub>011</sub> 多糖分子股<sup>[3]</sup>。

### 3.4 NaCl 盐溶液中 WBP<sub>011</sub> 分子的形貌特征

图 4~ 图 6 显示 WBP<sub>011</sub> 在钠盐中的结构信息,将水溶性的 WBP<sub>011</sub> 溶解在钠盐中制成 WBP<sub>011</sub> 钠盐溶液,然后将此溶液沉积在云母片表面上制成 AFM 观察的样片。

图 4 为 WBP<sub>011</sub> 在 0.005 mol/L NaCl 溶液中的 AFM 图像,可看到 WBP<sub>011</sub> 单分子链在微量钠盐引起的屏蔽效应下通过, WBP<sub>011</sub> 分子/云母片, WBP<sub>011</sub>/

WBP<sub>011</sub> 分子间,分子内的相互作用开始缔合成多股分子的胶束,其临近胶束多糖分子链上羟基间的紧密接触有利于分子间形成氢键,促成了胶束网状结构或高分子聚集体的形成,如图 4a 中的棒状或颗粒状高分子聚集体(平均高度 17.597 nm)。图 4c 中在棒状或颗粒状聚集体周围分布着分子胶态的网状结构,其中红色箭头所示的一刚性分子,高度为 0.48 nm(一个葡萄糖单元的高度为 0.3 nm 左右),可视其一 WBP<sub>011</sub> 分子单链;绿色箭头所示的分子高度为 1.11 nm,可能为 3 条单分子链较链成的分子股。可看出在 Na<sup>+</sup> 存在的情况下, WBP<sub>011</sub> 分子已经由水溶液中的无序柔性分子转变成盐溶液中的刚性分子,对比水溶液中 WBP<sub>011</sub> 单分子链高度,多糖在 0.005 mol/L NaCl 溶液中的单分子链的高度有所减小,与其它文献[3, 13]的报道不同,但这个结果并不与分子在不同溶剂中从无序到有序这种构象转变的现象

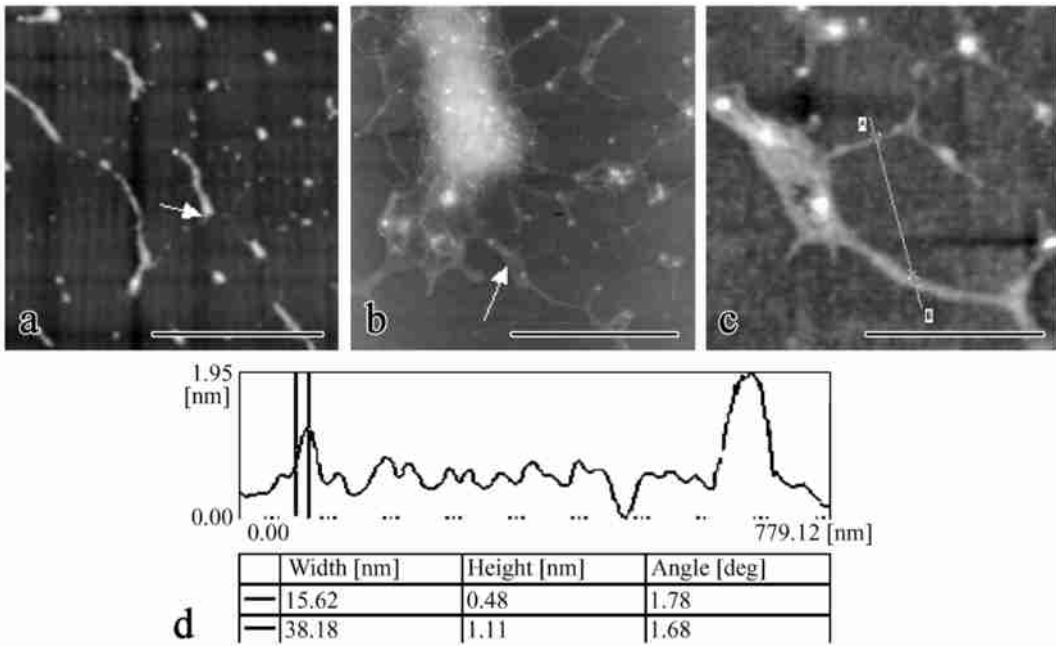


图4 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (溶剂: 0.005 mol/L NaCl) 的 AFM 图像。

a: 大范围图像 (Bar= 20  $\mu\text{m}$ ); b: a 中所指区域棒状聚集体及其周边的大分辨率图像 (Bar= 2  $\mu\text{m}$ ); c: b 中白色箭头所指部位的高分辨率图像 (Bar= 689.01 nm); d: c 中红绿箭头所示位置分子链的高度图。

Fig. 4 AFM images of 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (solvent: 0.005 mol/L NaCl).

相矛盾,因为在盐存在的前提下,本文的研究不仅仅是因为探针和云母片间的排斥力减弱,而且探针与聚合物间的相互作用也同时改变的缘故而变得更加复杂<sup>[3]</sup>,在纳米范围尤其很难校准。

图5是WBP<sub>011</sub>在0.01 mol/L NaCl溶液中的AFM图像,可看到在相同的视场有更大片的高分子网状结构,分子链的方向性变得更加模糊。说明样品在干燥过程中,分子发生了较图4更大的移动,形成了如图这种不规则的分布形态,这种移动发生的动力同样来自较大的屏蔽效应下分子间及分子内有效的氢键作用和分子间的 van der Waals 相互作用,同时这种动力的增强也使得WBP<sub>011</sub>分子间及分子内的交联作用增强,造成多糖分子相互缠绕,形成了如图5示的网状结构。

图6是WBP<sub>011</sub>在0.5 mol/L NaCl溶液中的AFM图像,通过对样品多区域的扫描,获得如图6a所示的WBP<sub>011</sub>分子在云母片表面分布有序且长短不一的棒状形态。进一步观察图6b可看到图6a中所示的棒状分子实为梯子一样的支架结构。实验测得此环境下的WBP<sub>011</sub>分子的平均高度为19.303 nm,宽度为 $0.516 \pm 0.17 \mu\text{m}$ 。WBP<sub>011</sub>分子在0.5 mol/L NaCl溶液中,形成这种如图6所示的高分子聚集体并有序地分布在云母片的表面,可能是因为随着离子浓度的

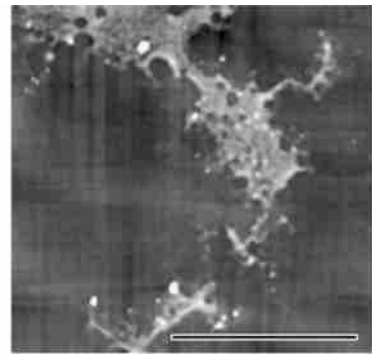


图5 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (溶剂: 0.01 mol/L NaCl) 的 AFM 图像。Bar= 20  $\mu\text{m}$

Fig. 5 AFM image of 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (solvent: 0.01 mol/L NaCl).

增加,由于屏蔽效应,云母片表面对阴性多糖分子的吸附增加,但是适当的排斥仍然存在,同时由于补偿离子的缩合效应,分子间和分子内氢键形成的竞争机制下,前者处于优势,因此多糖分子在强大的分子间的氢键(O—H—O氢键为直线时最强)和 van der Waals 相互作用下发生缔合,形成如图所示多股紧密并行排列的梯形胶束分子形态。

### 3.5 NaOH 碱性环境中 WBP<sub>011</sub> 分子的形貌特征

本实验采用文献[14]的制样方法,利用原子力显微镜扫描得到100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (0.005 mol/L NaOH) 的AFM图像,由图7a可见大小不一的柴胡多

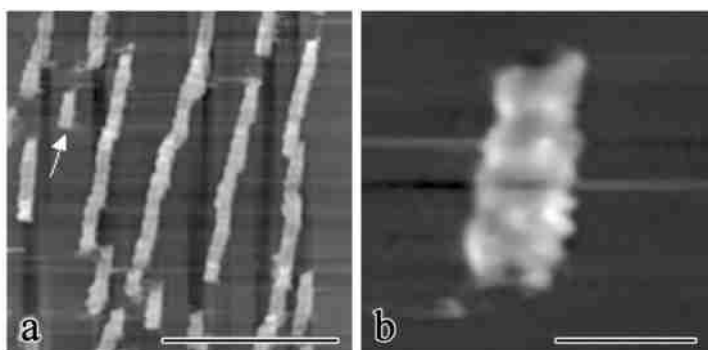


图 6 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (溶剂: 0.5 mol/L NaCl) 的 AFM 图像。

a: 低分辨率图(Bar= 5  $\mu\text{m}$ ); b: 白色箭头所示棒状分子的高分辨率图像(Bar= 500 nm)。

Fig. 6 AFM images of 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (solvent: 0.5 mol/L NaCl).

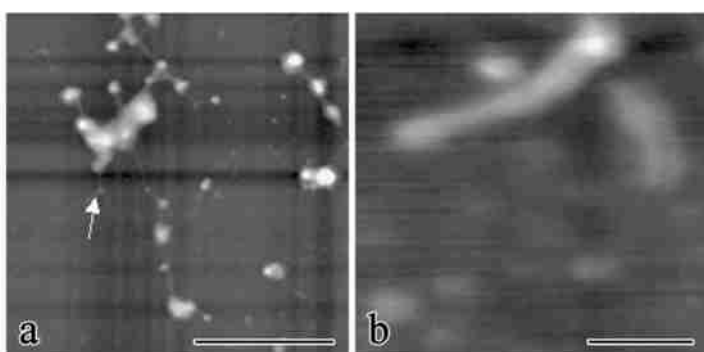


图 7 100  $\mu\text{g/mL}$  (溶剂: 0.005 mol/L NaOH) AFM 图像。a: Bar= 2  $\mu\text{m}$ ; b: Bar= 200  $\mu\text{m}$

Fig. 7 AFM images of 100  $\mu\text{g/mL}$  WBP<sub>011</sub> (solvent: 0.005 mol/L NaOH).

糖大分子的聚集体, 实验测量其高度为 47.219 nm 左右。当放低视场高度, 就可看见这些大小不一的聚集体之间由平均高度为  $0.708 \pm 0.40$  nm 多糖刚性分子相互链接在一起, 形成以聚集体为亮点的网状布局。比较 WBP<sub>011</sub> 在水溶液中分布的 AFM 图像, 可认为这一方面是由于沉积在云母片表面上的多糖大分子在干燥过程中发生了移动, 另一方面是由于微弱的碱性环境使得 WBP<sub>011</sub> 的 COO<sup>-</sup> 发生解离, 与带负电的云母片基底产生更大的互斥作用, 使得阴性柴胡多糖大分子形成较大的聚集体, 为数不多的多糖单分子链从聚集体中延伸出来, 延伸出来的有些单分子链或其支链上相邻羟基的紧密接触使得至少有两个单分子链在氢键及 van der Waals 相互作用下缔合成多糖分子股<sup>[2]</sup>。图 7b 显示柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 分子在 0.005 mol/L NaOH 溶液中为高度 0.914 nm 左右的刚性分子, 与文献[13]中测得的一致, 由于扫描环境空气湿度的影响, 云母片表面保留了一层薄薄的水层, 大约有一个大分子的直径(0.25~1 nm)厚, 因此对比单链分子的垂直高度可推测其可能为两条的单分子链相互作用缔合成的多糖刚性分子

股。这与文献中报道的在 5 mmol/L 的 NaOH 环境不会破坏多糖的胶束结构一致<sup>[14]</sup>, 由于碱性环境中阴性多糖 WBP<sub>011</sub> 分子裸露的 COO<sup>-</sup> 离子的增多使得分子内静电排斥作用较其在水溶液中有增无减, 因此难以形成如水溶液中所示的任意旋绕的柔性连, 而形成如图 7b 所示的刚性直连。

综上所述, WBP<sub>011</sub> 在钠盐溶液中不再像其在水溶液中形貌特征(图 3), 而是在无机盐离子的屏蔽作用下单分子链之间通过氢键, van der Waals 相互作用缔合成胶态分子股, 随着无机盐离子浓度的增大, WBP<sub>011</sub> 分子/云母片, WBP<sub>011</sub>/WBP<sub>011</sub> 分子间, 分子内的相互作用也随之改变, WBP<sub>011</sub> 在云母片上的形态由水溶液中相互缠绕的柔性分子变成在低盐溶液中的分子间相互缔合的胶态网状结构, 随着 NaCl 浓度的进一步增大(0.5 mol/L NaCl), WBP<sub>011</sub> 分子聚集成长短不一的梯形结构的棒状形态, 有序地分布在云母片表面。

#### 4 结论

实验表明, 柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的分子构象会因环

境(温度、溶剂性质、离子浓度)的变化而变化。热分析结果表明:在加热过程中,多糖的三次质量损失,提示柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 的组成、分子量及分子间的相互作用因环境温度的变化而变化,从而影响到多糖分子的微观形貌和聚集体行为的变化。观察不同溶液中 WBP<sub>011</sub> 分子的 AFM 图片,水溶液中阴性柴胡多糖 WBP<sub>011</sub> 由于静电效应,分子呈螺旋状柔性链杂乱地分布在云母片的表面。在 NaCl 存在的环境中,由于静电屏蔽效应, WBP<sub>011</sub> 分子间及分子内,支链临近羟基形成的氢键, van der Waals 相互作用下形成分子胶态网状结构。随着离子浓度的增大,当离子浓度增大到 0.5 mol/L 时,胶态分子网状结构变成了梯形结构有序地分布在云母片的表面。在金属离子浓度的影响下, WBP<sub>011</sub> 分子构象的这种跨越式变化,可认为是金属离子浓度变化引起的 WBP<sub>011</sub>/云母片表面, WBP<sub>011</sub>/WBP<sub>011</sub> 之间的相互作用互相竞争的结果,但它们之间的牵制机制尚不清楚。在 0.005 mol/L NaOH 溶液中,由于促进了糖基上 COO<sup>-</sup> 的解离,裸露的 COO<sup>-</sup> 相应地增大了 WBP<sub>011</sub>/云母片表面, WBP<sub>011</sub>/WBP<sub>011</sub> 之间的静电排斥效应,在氢键和 van der Waals 相互作用下形成较高的分子聚集体,单分子链呈刚性无盘绕/螺旋态由聚集体中延伸出来分布在云母片的表面。结果表明,通过调节多糖的环境参数,可以控制其构象行为,因此未来有待进一步研究为这种控制机制建立数学模型,为获得最佳的功能多糖提供理论和科学依据。

#### 参考文献:

[ 1 ] 李岱,张静,孙润广. 柴胡多糖的研究现状和进展. 生物医学物理学[M]. 北京:科学出版社,2008.

[ 2 ] Camesano T A, Wilkinson K J. Single molecule study of xanthan. conformation using atomic force microscopy[ J]. Biomacromolecules, 2001, 2: 1184- 1191.

[ 3 ] Balnois E, Stoll S, Wilkinson K J, Buffle J. Conformations of succinoglycan as observed by atomic force microscopy[ J]. Macromolecules, 2000, 33: 7440- 7447.

[ 4 ] Decho A W. Imaging an alginate polymer gel matrix using atomic force microscopy[ J]. Carbohydr Res, 1999, 315: 330 - 333.

[ 5 ] Lyubchenko Y L, Shlyakhtenko L S. Visualization of supercoiled DNA with atomic force microscopy in situ[ J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1997, 94(2): 496- 501.

[ 6 ] Hansma H G, Laney D E, Bezanilla M, Sinsheimer R L, Hansma P K. Applications for atomic force microscopy of DNA[ J]. Biophys J, 1995, 68(5): 1672.

[ 7 ] Helen G H, Daniel E L. DNA binding to mica correlates with cationic radius: assay by atomic force microscopy[ J]. Biophys J, 1996, 70: 1933- 1939.

[ 8 ] 孙润广,张静. 甘草多糖螺旋结构的原子力显微镜研究[J]. 化学学报, 2006, 64(24): 2467- 2672.

[ 9 ] 李岱,张静,孙润广. 超声波处理对柴胡多糖提取率、微观形貌特征及生物活性的影响[J]. 生物加工过程, 2009, 7(2): 29- 34.

[ 10 ] 耿俊贤,陈仕儒. 柴胡多糖的分离与鉴定[J]. 中国中药杂志, 1989, 14(1): 37- 40.

[ 11 ] 王博,孙润广,张静. 羧甲基茯苓多糖结构的红外光谱表征与原子力显微镜观测[A]. 2007 中国生物医学工程联合学术年会论文集[C], 中国生物医学工程进展, 2007.

[ 12 ] 倪德江,陈玉琼,谢笔钧,等. 乌龙茶多糖 OTPS2-1 三维光谱特性、形貌特征及热特性研究[J]. 高等学校化学学报, 2004, 25(12): 2263- 2268.

[ 13 ] Decho Alan W. Imaging an alginate polymer gel matrix using atomic force microscopy[ J]. Carbohydrate Research, 1999, 315: 330- 333.

[ 14 ] Yang Jin, Zhang Hongbin, Yin Yimei, et al. Comparison of curdlan and its carboxymethylated derivative by means of Rheology, DSC, and AFM[ J]. Carbohydrate Research, 2006, 341: 90- 99.

# Thermal properties and aggregation behaviors of acidic bulpeurum polysaccharide WBP<sub>011</sub>

LI Dai, ZHANG Jing<sup>\*</sup>, SUN Ruir guang, GUO Shur qin

(Laboratory of Biophysics and Biomedical Technology, College of Physics and Information Technology, Shanxi Normal University, Xi'an Shanxi 710062, China)

**Abstract:** Aggregation behavior of acidic Bulpeurum Polysaccharide (WBP<sub>011</sub>) in a variety of environments was investigated. Using thermal analysis to trace the behavior of aggregation of polysaccharide with temperature rising, it was discovered that the change of the configuration of acidic Bulpeurum Polysaccharide (WBP<sub>011</sub>) in different temperature. The effect of different solvents on aggregation behavior of acidic Bulpeurum Polysaccharides was investigated using atomic force microscope observing WBP<sub>011</sub> molecular morphology on the surface of mica in Atmospheric environment. The concentration of ions controlled conformation changes of acidic Bulpeurum Polysaccharide (WBP<sub>011</sub>) in a certain extent. In alkali solution, the increasing of negative charge strengthened the role of the electrostatic repulsion, consequently WBP<sub>011</sub> molecules exhibited rigid structures. The above results showed that conformation of WBP<sub>011</sub> molecular changed dependently on the interfacial change between WBP<sub>011</sub> and mica, as well as interaction among WBP<sub>011</sub> molecules.

**Keywords:** Bulpeurum polysaccharide(WBP<sub>011</sub>); thermal analysis system; atomic force microscope

\* Corresponding author