

## 蒎与鲑鱼精子 DNA 相互作用及其影响因素的光谱学分析

吕嘉楠, 李军生\*, 黄国霞, 阎柳娟, 马 纪

广西科技大学广西糖资源绿色加工重点实验室, 广西 柳州 545006

**摘 要** 利用紫外-可见吸收光谱和共振光散射法研究蒎(chrysene, CHR)与鲑鱼精子 DNA 的相互作用, 通过计算其 DNA 结合饱和值来评估 CHR 对 DNA 的结合能力。此外, 还分别考察了温度, pH, 氯化钠, 氯化钙, 维生素 C, 十二烷基磺酸钠等环境因素对 CHR 与 DNA 相互作用的影响, 为下一步利用 DNA 构建消除 CHR 的方法奠定基础。紫外可见光谱显示, 加入 DNA 后, CHR 的最大吸收峰出现减色效应且伴随有红移现象, 这说明 CHR 与 DNA 的相互作用属于嵌插结合模式。共振光散射光谱结果表明 CHR 在 468 nm 处出现稳定的共振光散射峰。当 CHR 的浓度为  $2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 其饱和 DNA 浓度为  $3.08 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , CHR 的 DNA 结合饱和值在 25 °C 时为 0.84, 而当 pH=7.40, 30 °C 时, CHR 的 DNA 结合饱和值则达到 0.94。在此条件下, 氯化钠, 氯化钙, 维生素 C, 十二烷基磺酸钠对 CHR 与 DNA 相互作用的影响也不同, 相应 CHR 的 DNA 结合饱和值分别为 0.84, 0.76, 1.25 和 1.07。以 30 °C 时 CHR 的 DNA 结合饱和值为基准, 各环境共存物下的相应 DNA 结合饱和值变化率分别为 -10%, -19%, 33% 和 14%, 说明阳离子的存在会抑制 CHR 与 DNA 的结合, 而一定浓度的维生素 C 和十二烷基磺酸钠则对 CHR 与 DNA 的结合有协同促进作用。本研究结果可为建立新的基于 DNA 嵌插的 CHR 去除法提供参考。

**关键词** 蒎; DNA; 相互作用; 光谱法; 结合饱和值; 影响因素

**中图分类号:** O657.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2022)01-0210-05

### 引 言

蒎(chrysene, CHR; 见图 1)是一种多环芳烃类物质, 主要产生于生物燃烧、垃圾焚烧等过程, 循环于水、空气、土壤和沉积物中, 是威胁人类生存与健康的持久性有机污染物, 在动物和细胞培养的研究中具有致癌、致畸、致突变和基因毒性作用<sup>[1]</sup>。人们一直试图通过自然降解、生物吸附或者光催化降解等传统方法来减少或者消除多环芳烃, 但这些方法在实际的应用中出现了针对性不强, 易造成二次污染等弊端, 所以探索更新颖有效的多环芳烃去除方法亟不可待。

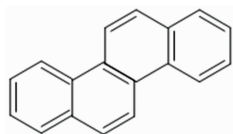


图 1 多环芳烃 CHR 的结构式  
Fig.1 Chemical structure of CHR

DNA 具有独特的双螺旋结构, 对许多芳香杂环有很强的亲和力。Lerman 早在 1961 年就提出具有平面芳香稠环结构的分子会以嵌入方式与 DNA 结合, 首先证明了嵌入作用是这种亲和力的来源。后来陆续有学者提出通过嵌入作用原理, 利用双链 DNA 去除一些诸如溴化乙锭、二噁英、吡啶等有害成分物质。这些构想为创建新型多环芳烃消除技术提供了新思路。因此, 探索和揭示 CHR 与 DNA 体外条件下的相互作用及其影响因素, 对于创建利用 DNA 消除 CHR 的新方法至关重要。

研究平面刚性结构有机小分子与 DNA 相互作用的方法有很多, 其中, 紫外可见分光光度法最为经典, 而共振光散射法也因其对复合物的粒子体积变化高度敏感且能提供更丰富的信息等被研究者广泛应用。王倩倩<sup>[2]</sup>等应用共振光散射法计算香柠檬烯的 DNA 结合饱和值, 根据其对 DNA 的结合能力分析其潜在毒性。Gao<sup>[3]</sup>等通过共振光散射法计算获得了三羟基蒽醌的 DNA 结合饱和值, 并以大黄酚、大黄酸、茜素为参考, 建立了快速评估三羟基蒽醌毒性的方法。Li<sup>[4]</sup>等也通过共振光散射法计算黄曲霉毒素 B1 的 DNA 结合饱

收稿日期: 2021-01-09, 修订日期: 2021-04-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(21966008)和广西自然科学基金项目(2018GXNSFDA281030, 2020GXNSFAA159021)资助

作者简介: 吕嘉楠, 1996 年生, 广西科技大学生物与化学工程学院硕士研究生 e-mail: 1452603599@qq.com

\* 通讯作者 e-mail: junshenglee63@aliyun.com

和值,说明其嵌入 DNA 的能力要小于溴化乙锭,大于补骨脂素,为判断黄曲霉毒素 B1 与 DNA 的相互作用提供了定量参考。然而目前应用光谱法探索环境因素对 CHR 与 DNA 体外相互作用的影响,从而创造最佳的环境结合条件以达到高效去除目的的研究还未见报道。本文主要是利用紫外可见吸收光谱和共振光散射法研究 CHR 与鲱鱼精子 DNA 的体外相互作用,并通过计算 CHR 与 DNA 结合饱和值判断其结合 DNA 的能力,分析影响二者相互作用的一些外源因素以获得促进 CHR 和 DNA 相互作用的条件,为设计高效去除环境中 CHR 的方法奠定基础。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器及试剂

荧光分光光度计(RF-5301PC,日本岛津);紫外可见分光光度计(Cary-60,安捷伦科技);漩涡混合器(XW-80A,上海精科实业有限公司);微机型精密酸度计(PHS-25CW,上海思龙科学仪器有限公司);数显恒温水浴锅(HH-4,国画电器有限公司)。

CHR (Dr. Ehrenstorfer GmbH (Augsburg Germany), 纯度 > 99.9%), 利用 98% 乙醇溶解后使用 pH 为 7.40 的 Tris-HCl 缓冲溶液稀释至所需浓度。鲱鱼精子脱氧核糖核酸(hsDNA, Solarbio 公司), 溶于超纯水后利用紫外分光光度计测得其 260 nm 处的吸光度值,并根据朗伯比尔定律计算其浓度,储存于 4 °C 的冰箱中。0.1 mol · L<sup>-1</sup> 的三羟甲基甲烷(Tris)与 0.1 mol · L<sup>-1</sup> 的盐酸按照比例配置成 pH 7.40 的 Tris-HCl 缓冲溶液,探究 pH 影响因素时可利用 pH 计将其调配成不同 pH 的缓冲溶液。所有试剂均为分析纯,实验所用的水为超纯水。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 CHR 与 DNA 相互作用的紫外可见吸收光谱

在 25 °C, 向 1.0 cm × 1.0 cm 的石英比色皿中加入 3 mL CHR 溶液(9.96 × 10<sup>-6</sup> mol · L<sup>-1</sup>), 后逐渐向比色皿中滴加 DNA 溶液(4.12 × 10<sup>-5</sup> mol · L<sup>-1</sup>), 每次加入 10 μL, 充分混匀后静置 10 min 使反应达到平衡, 以紫外-分光光度计进行扫描, 扫描范围 200~400 nm。

#### 1.2.2 CHR 与 DNA 相互作用的共振光散射光谱

在 25 °C, 向 1.0 cm × 1.0 cm 的石英比色皿中加入 3.5 mL CHR 溶液(2.59 × 10<sup>-6</sup> mol · L<sup>-1</sup>), RF-5301PC 荧光分光光度计设置 λ<sub>em</sub> = λ<sub>ex</sub> 进行同步扫描。后逐渐向 CHR 溶液中滴加 DNA 溶液(1.23 × 10<sup>-4</sup> mol · L<sup>-1</sup>), 每次滴加 10 μL, 充分混匀后静置 10 min 至反应达到平衡, 进行同步扫描并记录。

## 2 结果与讨论

### 2.1 CHR 与 DNA 相互作用的紫外可见吸收光谱

在没有或者有 DNA 存在的情况下, CHR 的紫外光谱图如图 2 所示。当没有加入 DNA 时, CHR 的最大紫外吸收峰出现在 267 nm 处, 随着 DNA 的逐渐加入, CHR 的最大吸

收峰出现明显的减色效应, 且伴随有轻微的红移现象。事实上减色效应和红移现象与小分子和 DNA 的嵌插结合密切相关, 这种结合是由于药物的稠环结构和 DNA 碱基对的平面环结构中 π-π 芳香基团的强烈堆积作用造成的<sup>[5]</sup>。因此由 CHR 的紫外光谱图变化可以推测出 CHR 与 DNA 之间为嵌插结合模式。

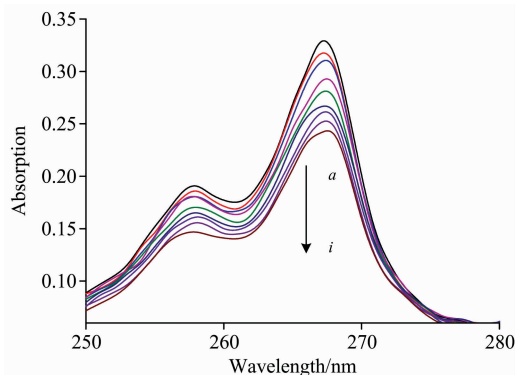


图 2 在 pH 7.40, 25 °C 下没有 DNA 和有 DNA 存在时 CHR 的紫外可见光谱

[CHR] = 9.96 × 10<sup>-6</sup> mol · L<sup>-1</sup>, a-i: [DNA] = (0, 0.14, 0.27, 0.41, 0.54, 0.68, 0.81, 0.94, 1.07) × 10<sup>-6</sup> mol · L<sup>-1</sup>

Fig. 2 UV-Visible spectra of CHR in the absence and presence of DNA at 25 °C at pH 7.40

[CHR] = 9.96 × 10<sup>-6</sup> mol · L<sup>-1</sup>, a-i: [DNA] = (0, 0.14, 0.27, 0.41, 0.54, 0.68, 0.81, 0.94, 1.07) × 10<sup>-6</sup> mol · L<sup>-1</sup>

### 2.2 CHR 与 DNA 相互作用的共振光散射光谱

#### 2.2.1 CHR 与 DNA 相互作用的共振光散射光谱

DNA 结合饱和值可以预测和评价药物分子与 DNA 结合能力强弱<sup>[6]</sup>。因为任何一种药物分子是否具有嵌入 DNA 分子能力以及嵌入 DNA 分子能力大小是由该药物分子的分子结构决定。在某一条条件下, 一种药物分子与 DNA 的结合位点及位点数量都是先天决定。因此, 在共振光散射光谱检测中, 待检测的药物分子浓度固定且过量时, 其共振光散射峰强度会随着 DNA 的加入而不断增强, 但是当药物分子与 DNA 的结合达到极限后, 即使再增加 DNA, 其共振光散射峰强度达到最大后也不再增强, 继续增加 DNA, 其共振光散射峰强度甚至反而减小。共振光散射强度达到最大时对应的 DNA 浓度被称为饱和 DNA 浓度。待测药物分子浓度/饱和 DNA 浓度, 即可得出该药物分子嵌入的 DNA 结合饱和值。药物分子的 DNA 结合饱和值由式(1)求出

$$\text{DNA 结合饱和值} = \frac{\text{药物分子的浓度}}{\text{饱和 DNA 的浓度}} \quad (1)$$

共振光散射强度主要与散射粒子的大小、粒子浓度、溶液中相界面的形成等因素有关, 相关变化通常能表示体系中相互作用的强度大小<sup>[7]</sup>。在有或无 DNA 存在的情况下, CHR 的共振光散射光谱如图 3 所示, 可以清楚地看到 CHR 在 468 nm 处有稳定的共振光散射峰, 因此选择 468 nm 处的散射峰为观察对象。由图 3 看出, 随着 DNA 的不断加入, CHR 的共振光散射峰强度不断增加, 表明 CHR 与 DNA 之间发生了相互作用, 并不断形成更大体积的微粒物质。当 DNA 浓

度为  $3.08 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, CHR 的共振光散射强度达到最大。继续增加 DNA, 体系散射强度不再增大反而减小。因此, 在  $25^\circ\text{C}$  的条件下当 CHR 的浓度为  $2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 其饱和 DNA 的浓度为  $3.08 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 相应的 CHR 与 DNA 的结合饱和值则为 0.84。因此推测具有平面芳香环结构的 CHR 是以嵌插模式与 DNA 结合的。

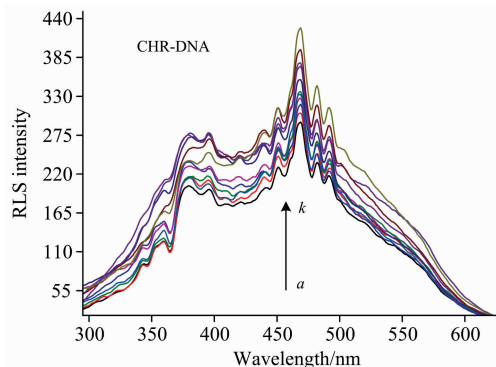


图 3 在 pH7.40,  $25^\circ\text{C}$  没有 DNA 和有 DNA 存在时 CHR 的共振光散射光谱

$[\text{CHR}] = 2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $a-k$ :  $[\text{DNA}] = (0, 0.35, 0.70, 1.05, 3.42, 1.39, 1.73, 2.07, 2.41, 2.75, 3.08) \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Fig. 3 RLS spectra of CHR with and without DNA at  $25^\circ\text{C}$  at pH 7.40

$[\text{CHR}] = 2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $a-k$ :  $[\text{DNA}] = (0, 0.35, 0.70, 1.05, 3.42, 1.39, 1.73, 2.07, 2.41, 2.75, 3.08) \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

### 2.2.2 环境因素的影响

由图 4(a)所示, 当温度从  $25^\circ\text{C}$  上升至  $65^\circ\text{C}$  时, RLS 强度呈先增大后减小的趋势,  $30^\circ\text{C}$  时达到最大, 这种现象可能是因为温度较低时分子间相对运动较慢, 温度上升导致分子间相对运动加快。随着温度继续升高, DNA 分子结构破坏, 降低了 CHR 和 DNA 的结合作用力, 导致 RLS 强度的降低。因此将  $30^\circ\text{C}$  作为 CHR-DNA 体外相互作用的标准条件。

由图 4(b)所示,  $30^\circ\text{C}$  时, 从酸性到碱性环境下 RLS 强度呈先增大后逐渐减小的趋势, 在 pH 为 7.40 时达到最大值。分析认为在酸性条件下, DNA 磷酸基团中的磷酸根负离子会与氢离子相互吸引, 使得碱基周围富集大量氢离子, 阻碍了 CHR 与 DNA 的结合。碱性环境可能会诱发 DNA 变性甚至解旋, 直接导致 CHR 与 DNA 分子之间的结合位点减少。因此, 将 pH 7.40 作为 CHR-DNA 体外相互作用的标准条件。

在  $30^\circ\text{C}$ , pH 7.40 时, 由图 5(a) 可以看到 CHR-DNA 体系的散射峰强度随着氯化钠溶液浓度的逐渐增加而逐渐减弱。分析认为钠离子会与 DNA 磷酸基团中的磷酸根负离子相互吸引, 使得 DNA 碱基周围富集大量钠离子, 磷酸骨架的电荷斥力降低<sup>[8]</sup>, 导致 DNA 链紧缩, 一方面阻碍小分子与 DNA 的结合, 另一方面可能会使得已经被结合的小分子挤出 DNA。因此选择加入最低浓度的氯化钠来探讨其对 CHR 的 DNA 结合饱和值的影响。

在  $30^\circ\text{C}$ , pH 7.40 时, 从图 5(b) 可以看到 CHR-DNA 体系的散射峰强度随着氯化钙溶液浓度的逐渐增加而逐渐减

弱。氯化钙与氯化钠在体系中产生的作用相似, 且  $\text{Ca}^{2+}$  所带电荷更多, 体积更大, 其影响也更显著。因此同样选择加入最低浓度的氯化钙来探讨其对 CHR 的 DNA 结合饱和值的影响。

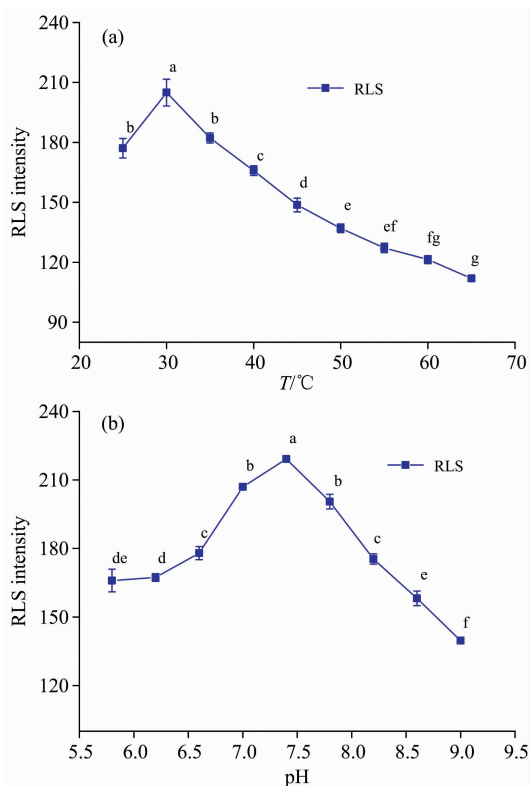


图 4 (a)不同温度下, CHR-DNA 体系共振光散射峰强度的变化; (b)  $30^\circ\text{C}$  时, 不同 pH 下 CHR-DNA 体系共振光散射峰强度的变化 ( $p < 0.05$ )

$[\text{CHR}] = 2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $[\text{DNA}] = 1.65 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Fig. 4 (a) Changes of RLS intensity of CHR-DNA at different temperature; (b) Changes of RLS intensity of CHR-DNA at different pH at  $30^\circ\text{C}$  ( $p < 0.05$ )

$[\text{CHR}] = 2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $[\text{DNA}] = 1.65 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

在  $30^\circ\text{C}$ , pH 7.40 时, 从图 5(c) 可看出 CHR-DNA 体系的散射峰强度随着维生素 C 溶液浓度的增加呈现先增强后减弱的趋势, 当维 C 浓度为  $8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 散射峰强度达到最大值。维生素 C 通过 OH 和 C—O 基团与 DNA 磷酸、碱基和脱氧核糖供体原子与 DNA 发生相互作用, 当其浓度较高时, 生物大分子的结构会出现轻微的螺旋失稳现象<sup>[9]</sup>。因此选择加入  $8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的维生素 C 来探讨其对 CHR 的 DNA 结合饱和值的影响。

在  $30^\circ\text{C}$ , pH 7.40 时, 从图 5(d) 可看出 CHR-DNA 体系的散射峰强度随着 SLS 浓度的逐渐增加呈现先增强后减弱的趋势。在十二烷基磺酸钠(SLS)浓度为  $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, CHR-DNA 相互作用后的散射峰强度达到最大。SLS 是一种阴离子表面活性剂, 低浓度时会使得体系中散射粒子分散且稳定, 导致共振散射峰强度的增大, 而当表面活性剂浓度过高时部分(SLS)会与 DNA 发生疏水作用形成胶束<sup>[10]</sup>,

胶束体系中疏水性和粘性增强, DNA 碱基通过氢键配对的能力被削弱, 从而减少或阻止 CHR 与 DNA 的结合。因此选

择加入  $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 SLS 溶液来探讨其对 CHR 的 DNA 结合饱和值的影响。

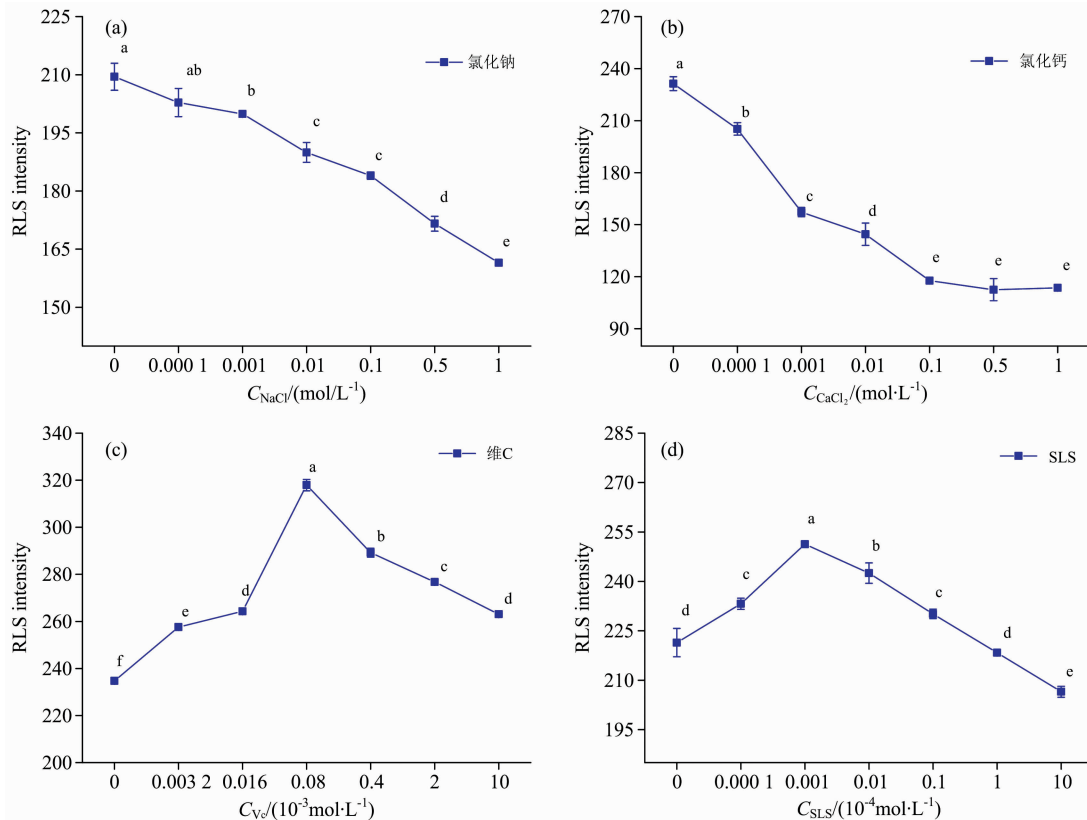


图 5 (a), (b), (c), (d) 分别为在不同氯化钠、氯化钙、维生素 C、SLS 浓度下, CHR-DNA 体系散射峰强度的变化 ( $p < 0.05$ )

$$[\text{CHR}] = 2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, [\text{DNA}] = 1.65 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Fig. 5 (a), (b), (c), (d) was respectively effect of different concentration of NaCl, CaCl<sub>2</sub>, Vitamin C, SLS on RLS intensity of CHR-DNA ( $p < 0.05$ )

$$[\text{CHR}] = 2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, [\text{DNA}] = 1.65 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

在  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 、pH 7.40 的条件下, 固定 CHR 的浓度为  $2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 此时 CHR 的 DNA 结合饱和值计算为 0.94, 分别加入氯化钠 ( $0.0001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), 氯化钙 ( $0.0001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), 维生素 C ( $8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), SLS ( $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 后, 各条件下的 DNA 结合饱和值总结于表 1。从表 1 可看出最低浓度的氯化钠、氯化钙存在时, CHR 的 DNA 结合饱和值均小于标准条件下 CHR 的 DNA 结合饱和值, 说明

阳离子的存在对 CHR 与 DNA 的结合有削弱作用, 可能会直接导致去除率的降低。而维生素 C 和 SLS 存在的情况下, CHR 的 DNA 结合饱和值均大于标准条件下 CHR 的 DNA 结合饱和值, 说明一定浓度的维生素 C 和 SLS 对 CHR 与 DNA 的结合是起到促进作用的, 若向 CHR-DNA 的体系中加入这些环境因素, 则有助于提高污水中 CHR 的去除率。

表 1 CHR 的 DNA 结合饱和值

Table 1 Saturation value binding with DNA of CHR

环境共存物	DNA 结合饱和值	DNA 结合饱和值变化率* / %
CHR-DNA-25 $^\circ\text{C}$ -pH 7.40	0.84	—
CHR-DNA-30 $^\circ\text{C}$ -pH 7.40	0.94	—
CHR-DNA-30 $^\circ\text{C}$ -pH 7.40- $0.0001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钠	0.84	-10
CHR-DNA-30 $^\circ\text{C}$ -pH 7.40- $0.0001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钙	0.76	-19
CHR-DNA-30 $^\circ\text{C}$ -pH 7.40- $8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 维生素 C	1.25	33
CHR-DNA-30 $^\circ\text{C}$ -pH 7.40- $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ SLS	1.07	14

注: \* 各环境因素下 DNA 结合饱和值的变化程度(以 CHR-DNA-30  $^\circ\text{C}$ -pH 7.40 条件下的 DNA 结合饱和值为基准)

### 3 结 论

利用紫外可见吸收光谱与共振光散射法研究了 CHR 与 DNA 的相互作用, 结果表明两者之间为嵌插结合, 说明了建立新的基于 DNA 嵌插原理的 CHR 去除法具有可行性。当 CHR 的浓度为  $2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 25 °C 条件下 CHR 的 DNA 结合饱和值为 0.84, 而 30 °C, pH 7.40 下 CHR 的

DNA 结合饱和值则为 0.94, 在此基础上探究了一些环境污水中可能存在的物质或者洗涤剂中的主要成分对 CHR 与 DNA 相互作用的影响, 发现 CHR 的 DNA 结合饱和值随环境共存物的不同而变化, 结果表明可以尝试着将氯化钠、氯化钙、维生素 C、SLS 这几种因素应用于下一步的消除研究以测定其对污水中 CHR 去除率的影响。综上所述, 研究 CHR 与 DNA 体外相互作用及其影响因素非常有意义, 相信本工作将会为很多领域中解决多环芳烃污染提供新的见解。

### References

- [ 1 ] Biswas S, Ghosh B. *Encyclopedia of Toxicology*, 2014, 1(441): 959.
- [ 2 ] WANG Qian-qian, LI Jun-sheng, HUANG Guo-xia, et al(王倩倩, 李军生, 黄国霞, 等). *Modern Food Science and Technology(现代食品科技)*, 2013, 29(11): 2782.
- [ 3 ] Gao Y, Li J S, Huang G X, et al. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2015, 141: 239.
- [ 4 ] Li J S, Wang J T, Fan J F, et al. *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2020, 230: 118054.
- [ 5 ] Kumar R S, Arunachalam S. *Polyhedron*, 2007, (26): 3255.
- [ 6 ] Yang X M, Li J S, Li Q Q, et al. *Asian Journal of Chemistry*, 2011, 23(8): 3631.
- [ 7 ] Chi Z X, Liu R T, Pan X R, et al. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2010, 75(1): 177.
- [ 8 ] Bi S Y, Wang T J, Zhao T T, et al. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2013, 112: 397.
- [ 9 ] Neault J F, Naoui M, Tajmir-Riahi H A. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1995, 13(2): 387.
- [ 10 ] LI Lai-sheng, HUANG Wei-dong, WANG Li-ping, et al(李来生, 黄伟东, 王丽苹, 等). *Acta Chimica Sinica(化学学报)*, 2002, 60(1): 98.

## Spectroscopic Analysis on the Interaction of Chrysene With Herring Sperm DNA and Its Influence Factors

LÜ Jia-nan, LI Jun-sheng\*, HUANG Guo-xia, YAN Liu-juan, MA Ji

Guangxi Key Laboratory of Green Processing of Sugar Resources, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China

**Abstract** The interaction between chrysene (CHR) and herring sperm DNA (hsDNA) was studied by UV-Visible absorption spectra (UV-Vis) and resonance light scattering (RLS) Spectrometry. Ability binding with DNA of CHR was evaluated by calculating the saturation value binding with DNA of CHR. In addition, the effects of temperature, pH, sodium chloride, calcium chloride, vitamin C, sodium dodecyl sulfate on the interaction between CHR and DNA respectively were respectively investigated, which laid the foundation for establishing a method to eliminate CHR by DNA in the future. UV-Vis spectra showed that after DNA was added, the maximum absorption peak of CHR appeared hypochromic effect and accompanied by a red-shift, suggesting that CHR interacted with DNA in an intercalation mode. The RLS spectra showed that CHR had a stable RLS peak at 468 nm. When the concentration of CHR was  $2.59 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , the saturated concentration of binding with DNA was  $3.08 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , saturation value binding with DNA of CHR was 0.84 at 25 °C, and saturation value binding with DNA of CHR was 0.94 at pH 7.40 at 30 °C. Under this condition, sodium chloride, calcium chloride, vitamin C, sodium dodecyl sulfate also had different effects on the interaction of CHR with DNA. Saturated value binding with DNA of CHR were 0.84, 0.76, 1.25, 1.07 respectively. Their change rate of saturation value binding with DNA with CHR-DNA-30 °C as a standard are -10%, -19%, 33% and 14%, which showed that the presence of cationic can inhibit the combination of CHR with DNA, while a certain concentration of vitamin C and sodium dodecyl sulfonate had a synergistic promotion effect on the interaction of CHR with DNA. This study could provide a reference for establishing a new CHR removal method via DNA based on DNA-intercalation.

**Keywords** Chrysene; DNA; Interaction; Spectroscopy; Saturation value; Influence factors

\* Corresponding author

(Received Jan. 9, 2021; accepted Apr. 18, 2021)