



冰晶的液体界面处不同来源的溶解性有机质在亚硝酸盐诱导下的演化

A Comparative study of the Nitrite-Induced Evolution of Dissolved Organic Matter Derived from Various Sources at the Liquid Interface of Ice Crystals

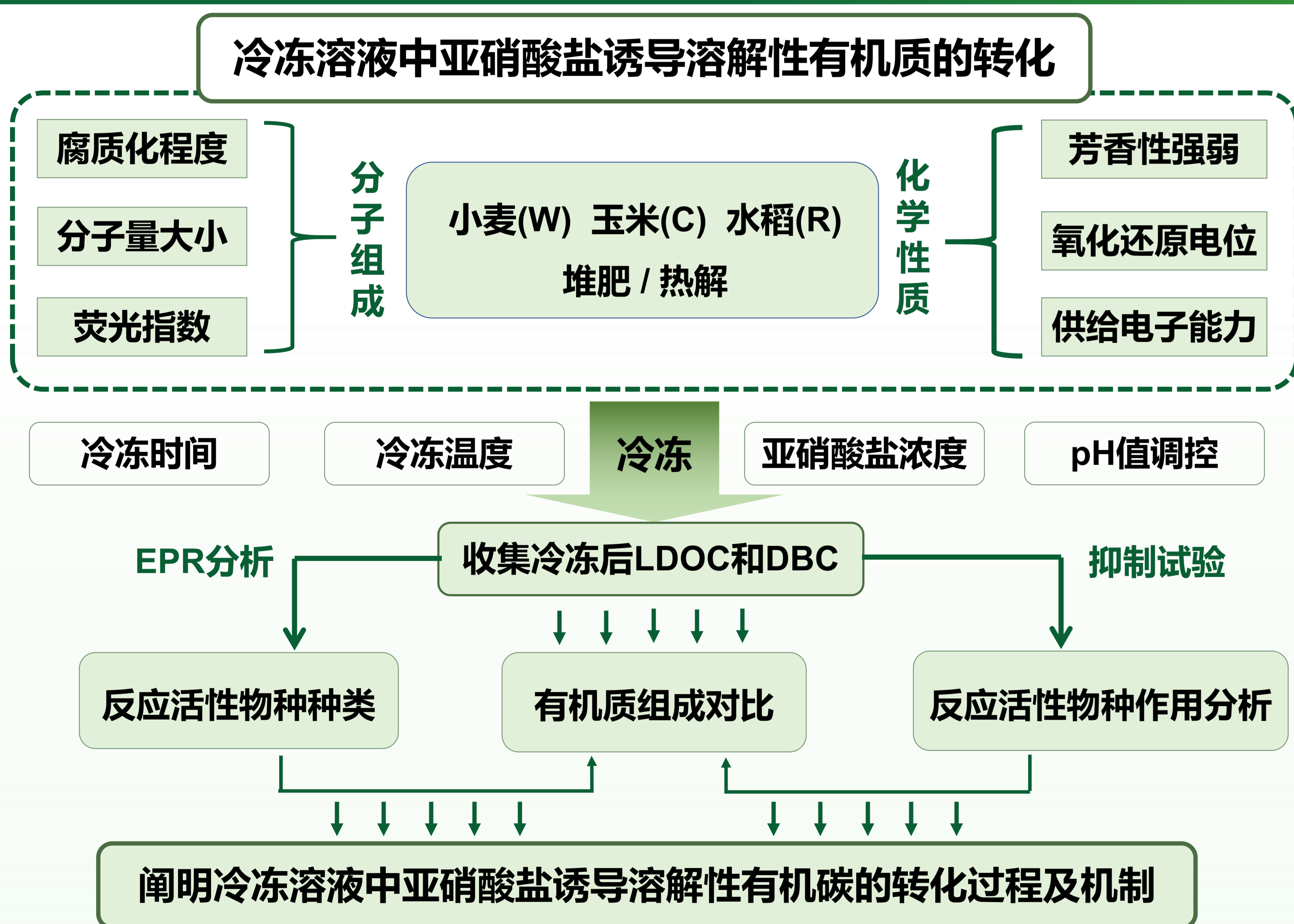
任璐瑶, 邹绍灵, 吕赛飞, 王劲凯, 干雨辰, 陈娜*

西北农林科技大学资源环境学院, 农业农村部西北植物营养与农业环境重点实验室, 杨凌, 712100

1. 冷冻溶液中亚硝酸盐诱导溶解性有机质的转化

自然环境中溶解性有机质 (DOM) 的演变受其来源和环境条件的强烈影响。在本研究中, 我们系统地比较了冷冻过程中冰晶界面处秸秆堆肥浸出的溶解有机碳 (LDOC) 与秸秆热解产生的溶解性黑碳 (DBC) 在亚硝酸盐诱导下的演化。光谱和色谱分析结果显示, LDOC 中含有丰富的酚类化合物, 而 DBC 则以多环芳香烃类组分为特征。在冷冻过程中, 亚硝酸盐的存在显著加速了 LDOC 中腐殖质的形成, 而在 DBC 中, 氧化分解则主导了其转化过程。此外, LDOC 具有更高的同化吸收氮元素的能力, 同化量与其电子接受能力高度相关, 这可能归因于有机自由基的聚合及其与活性氮物种的相互作用。值得注意的是, 在冷冻过程中, DBC 样品中生成的活性氧物种 (包括 $O_2^{\cdot-}$ 、 H_2O_2 和 $\cdot OH$) 显著高于 LDOC 样品, 这导致了 DBC 组分的强烈氧化和破坏。这些发现突出了在冷冻过程中由反应活性物种引起的 LDOC 和 DBC 转化的差异, 并扩展了我们对寒冷地区 DOM 演变和命运的理解。

2. 技术路线



3. 不同来源溶解性有机质的化学结构和分子组成

Types	Wheat straw		Rice straw		Corn straw	
	LDOC	DBC	LDOC	DBC	LDOC	DBC
SUVA ₂₅₄	1.68±0.02	2.05±0.01	0.63±0.01	1.44±0.05	1.38±0.03	1.66±0.02
E ₂ /E ₃	3.77±0.01	5.54±0.39	3.74±0.09	4.81±0.24	4.18±0.04	4.43±0.04
HIX	0.45±0.02	0.49±0.02	0.46±0.02	0.47±0.00	0.62±0.01	0.54±0.00
FI	2.09±0.02	2.83±0.02	2.02±0.08	2.12±0.05	2.28±0.01	2.87±0.02
BIX	0.74±0.02	1.36±0.01	0.99±0.01	0.95±0.02	0.87±0.01	1.41±0.02
Eh	448.63±3.99	420.80±0.50	424.70±3.99	415.23±0.26	425.20±4.00	424.57±1.91
EDC	0.87±0.02	0.56±0.02	0.75±0.02	0.40±0.01	0.73±0.00	0.67±0.01

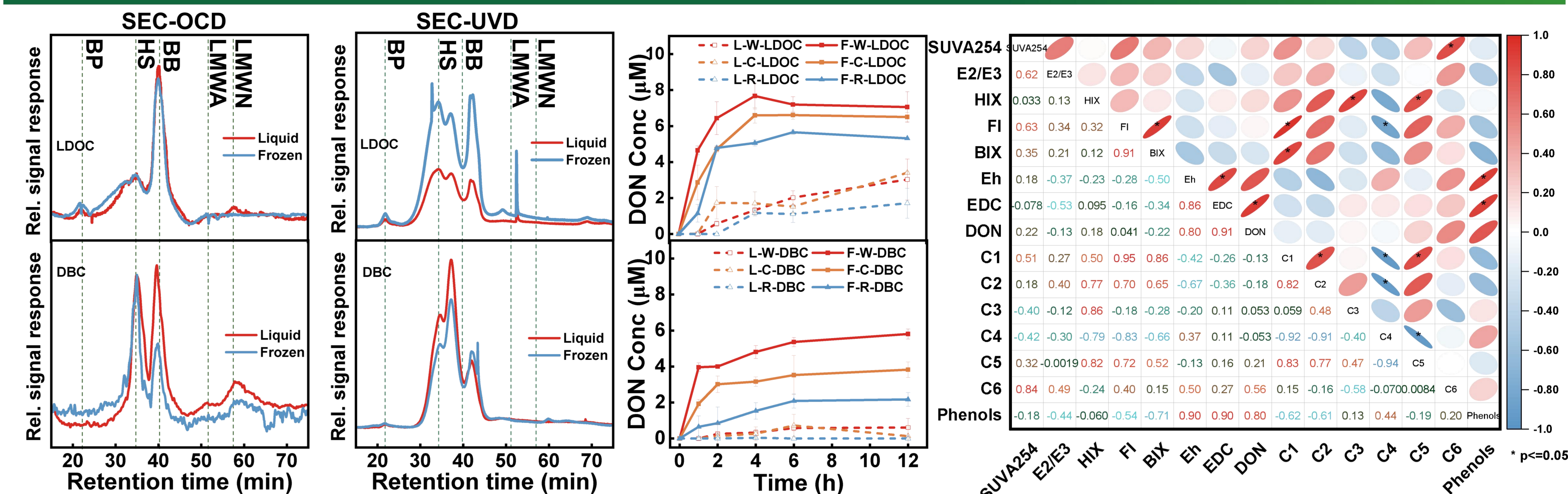
◆ 相对分子量大小: LDOC > DBC

◆ 供给电子能力: LDOC > DBC

◆ 芳香性: DBC > LDOC

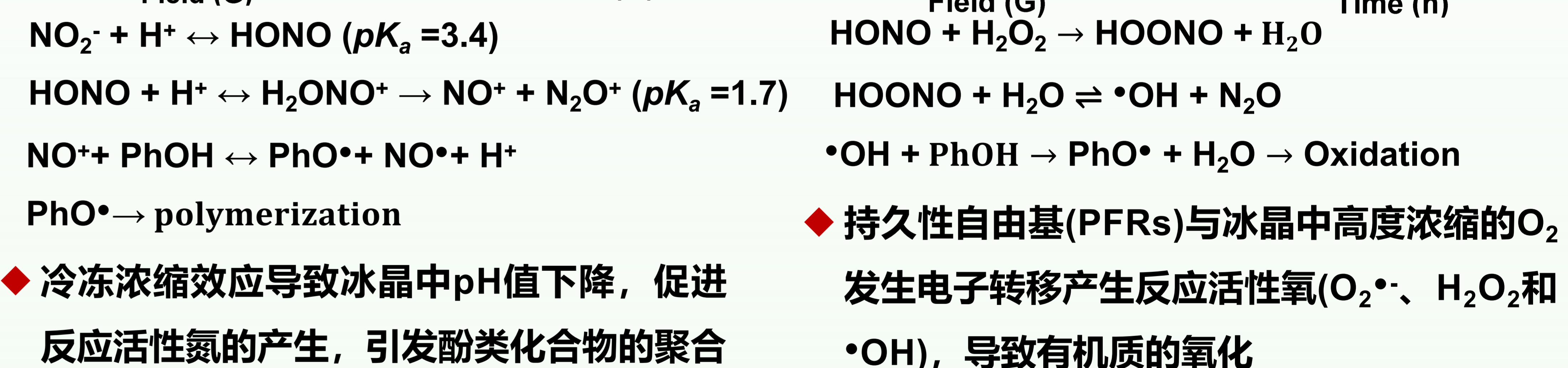
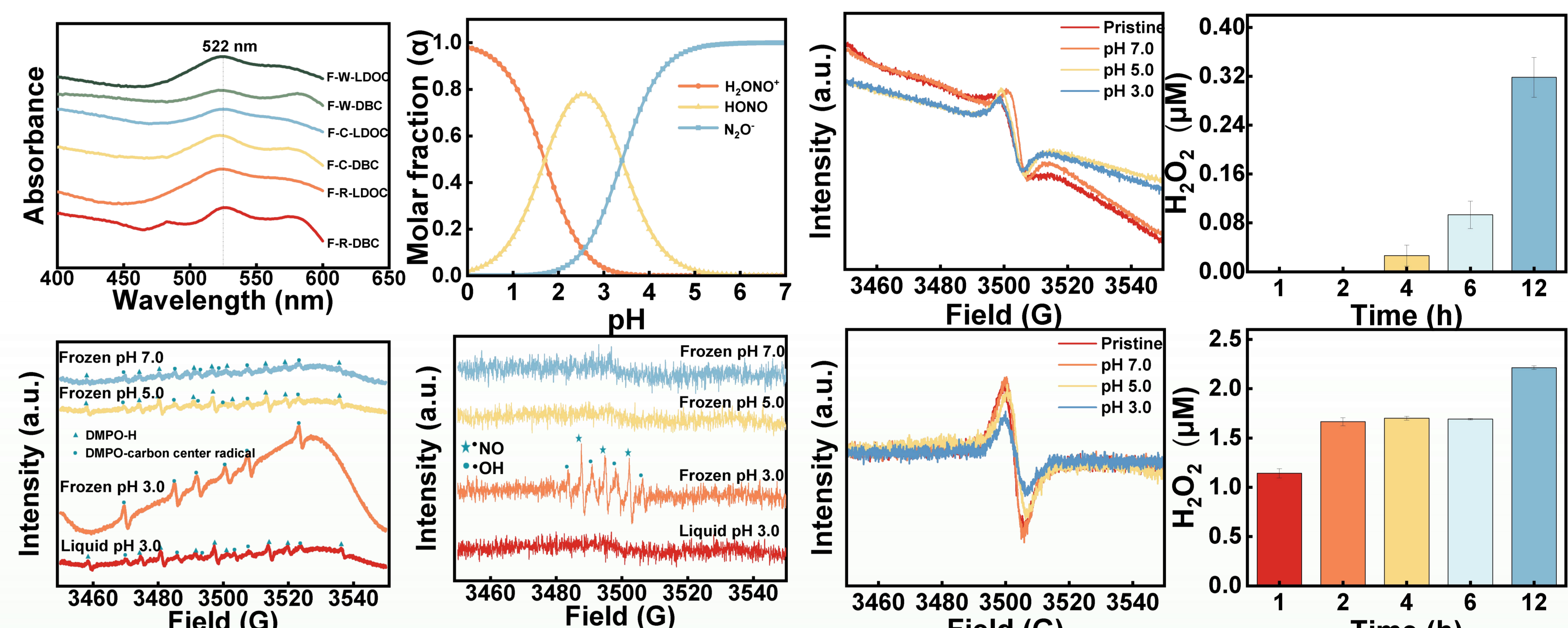
◆ 荧光指数: DBC > LDOC

4. 冷冻溶液中亚硝酸盐诱导溶解性有机碳的转化



- ◆ LDOC 在冷冻反应后腐殖质含量显著增加, 芳香性明显增强; DBC 在冷冻反应后氧化现象强烈
- ◆ 冷冻过程均促进了 LDOC 和 DBC 中溶解性有机氮的生成, 其生成量与 EDC 显著相关

5. LDOC 和 DBC 的腐殖化和氧化机理



6. 结论

- ◆ 富含酚类化合物的 LDOC 在冷冻过程中能够通过酚类自由基的聚合促进腐殖质的形成
- ◆ 冷冻浓缩效应导致 DBC 中高浓度的反应活性氧进一步浓缩造成 DBC 组分发生强烈的氧化反应
- ◆ 无机氮在 LDOC 和 DBC 冷冻体系中均能转化为反应活性氮, 并以自由基加合反应转化为有机氮

7. 参考文献和致谢

[1] Tian, C.; Lv, J. X.; Zhang, W. T., et al., *Angew. Chem. Int. Edit.* 2022, 61, 1433-7851.
[2] Liu, Y. F.; Wang, M. L.; Yin, S. J., et al., *Environ. Sci. Technol.* 2022, 56, 2803-2815.

本研究得到了国家自然科学基金项目和中国博士后科学基金面上资助项目的支持

任璐瑶 (项目负责人): 3573887805@qq.com

陈娜 (指导老师): nachen@nwfau.edu.cn

