

TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE CONTAMINANTES ORGANOCLORADOS ALIFÁTICOS. ELUCIDACIÓN DE LOS CAMINOS DE REACCIÓN.

Serena Randazzo^a, Onofrio Scialdone^a, Enric Brillas^b, Ignasi Sirés^{b,*}

^a*Dipartimento di Ingegneria Chimica, Gestionale, Informatica e Meccanica, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italia*

^b*Laboratori d'Electroquímica dels Materials i del Medi Ambient, Departament de Química Física, Facultat de Química, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España (*i.sires@ub.edu)*

Los hidrocarburos alifáticos clorados conjugan toxicidad con una alta estabilidad química, capacidad de bioacumulación y difusión de largo alcance. Los cloroetanos son particularmente ubicuos en la industria y en los productos domésticos, y su introducción en el medio ambiente puede entrañar riesgos para los seres vivos. Actualmente, la USEPA (*US Environmental Protection Agency*) está llevando a cabo el llamado “*Endocrine Disruptor Screening Program* (EDSP)”, en el cual tanto el 1,2-dicloroetano (DCA) como el 1,1,2,2-tetracloroetano (TCA) son considerados prioritarios debido a sus efectos potenciales sobre el sistema endocrino. El DCA se encuentra también en la lista de sustancias prioritarias establecida recientemente por la Comisión Europea.¹ Para evitar o, cuando menos, minimizar la entrada de cloroetanos en el medio acuático es necesaria la aplicación de tecnologías de tratamiento de aguas más eficaces que las tradicionalmente empleadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo los procesos de oxidación avanzada (AOPs). De entre éstos, los AOPs electroquímicos (EAOPs) como la oxidación anódica (OA) y el proceso electro-Fenton (EF) vienen suscitando un gran interés para la degradación de compuestos orgánicos debido a sus excepcionales características técnicas y al uso reducido de compuestos químicos de elevado coste. Sin embargo, hasta la fecha, la electrorreducción con cátodos de plata ha sido el método electroquímico más utilizado para la destrucción de cloroetanos, observándose en general una conversión parcial de los contaminantes iniciales en lugar de su mineralización total.

En este trabajo, se han tratado disoluciones acuosas ácidas de DCA y TCA mediante los procesos EF y OA. Las electrólisis se han realizado a corriente constante usando un ánodo de diamante dopado con boro (BDD) y un cátodo a difusión de aire (ADE) capaz de generar H₂O₂ in situ, el cual reacciona con el Fe²⁺ añadido para obtener •OH en el seno de la disolución a partir de la conocida reacción de Fenton. A los 420 min de tratamiento EF a 300 mA, se alcanzó la mineralización prácticamente total de disoluciones con 4 mM de DCA o TCA. Tratamientos comparativos en ausencia de Fe²⁺ (es decir, OA) o con un ánodo de menor poder oxidante como el Pt condujeron a una mineralización más pobre. Los resultados tan positivos obtenidos mediante el proceso EF con BDD se pueden atribuir a la acción sinérgica de los radicales oxidantes, es decir, BDD(•OH) en la superficie del ánodo y •OH en el seno de la disolución, además de la minimización de las limitaciones difusivas. El descenso de la concentración del contaminante inicial se ajusta perfectamente a una cinética de pseudo primer orden. Los subproductos acumulados en mayor concentración durante la degradación del DCA y el TCA son los ácidos cloroacético y dicloroacético, respectivamente. Así mismo, se han identificado los ácidos acético, oxálico y fórmico. Los caminos de reacción propuestos incluyen etapas de decoloración oxidativa y reductiva (catódica). Por otra parte, se ha encontrado que el cloro se libera inicialmente como ion Cl⁻, el cual es oxidado a ion ClO₃⁻ y, fundamentalmente, a ion ClO₄⁻, gracias a la acción de los radicales BDD(•OH) y •OH generados en gran proporción.

En conclusión, se ha demostrado que el proceso EF con una celda BDD/ADE es una tecnología muy efectiva para la descontaminación de disoluciones acuosas de DCA y TCA, así como de mezclas de ambos, lo cual constituye un resultado importante de cara a proseguir con su tratamiento en matrices de agua real.

Referencias

1. European Commission, Identification of Priority Hazardous Substances under the Water Framework Directive, Directorate-General Environment, 2000.