



Perspectiva de la EC.1.11.1.14. Lignina Peroxidasa (LiP)

Oscar Díaz-Cuaya* 

Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

*Email: oscar.diazcua@alumno.buap.mx

26 de Noviembre de 2022

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.7367383>

Editado por: Jesús Muñoz-Rojas (Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Revisado por: Alma Rosa Netzahuatl Muñoz (PTC del programa académico de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Tlaxcala, Colonia San Pedro Xalcaltzinco, Tepeyanco, Tlaxcala, México).

Colección de ESMOS

Resumen

La lignina peroxidasa (EC 1.11.1.14), LiP, es una metaloenzima extracelular producida principalmente por basidiomicetos del género *Phanerochaete* que degrada la lignina oxidando el enlace C^α-C^β en las cadenas laterales de sus unidades fenilpropilo, así como otros compuestos aromáticos de alto potencial redox, mediante radicales catiónicos aromáticos [1-7]. Esta

oxidorreductasa de bajo peso molecular (38-43 kDa) y aproximadamente 50×40×40 Å pertenece a la superfamilia de las peroxidasas clase II, presentando en su estructura tres α -hélices mayores, ocho hélices menores y tres pares de láminas- β antiparalelas, cuatro puentes disulfuro, dos iones Ca^{+2} , un ion OH^- , tres glicosilaciones y un grupo hemo que conforma su sitio activo junto a seis residuos, tres distales y tres proximales, con una histidina como quinto ligando del átomo de Fe^{II} [2-6, 8]; el cual se encuentra fijado al bolsillo hemo por un puente de hidrógeno entre el grupo propionato de la porfirina y un aminoácido dicarboxílico, tal que LiP cuenta con dos canales de acceso donde se unirá el sustrato y en el que se encuentran tanto los residuos catalíticos, como aquellos estabilizadores de los estados de transición [2, 4, 6, 8]; lo que explica su bajo pH óptimo de 3.0, pues un pH más básico desestabilizaría al bolsillo hemo, perdiendo su actividad catalítica [2, 4].

El conocimiento actual sobre esta enzima es fruto del interés por los organismos y bioprocesos lignolíticos de las décadas de los 70's y 80's que llevó al estudio de los hongos de la podredumbre blanca, especialmente *Phanerochaete chrysosporium*, resultando en el descubrimiento de la *lignasa* en 1983 y su diferenciación entre "lignasa dependiente de manganeso" (MnP) y "lignasa dependiente de peróxido de hidrógeno" (LiP) junto a la caracterización de seis de sus ocho isozimas por Karen E. Murtagh y Roberta Lee Farrell en 1984 [4, 7]. Así mismo, debido a la alta producción de dióxido de carbono durante la lignólisis y que este proceso continuaba una vez iniciado sin necesidad de una regulación directa por parte de la LiP debido a la generación continua de radicales, su actividad catalítica se denominó "combustión enzimática" [1]; que, similar al de otras peroxidasas, consta de tres fases que implican la transformación del grupo hemo, la reducción del peróxido de hidrógeno y la producción de los radicales aromáticos mediante reacciones redox [3, 4, 6, 9]; en el cual intervienen enzimas productoras del H_2O_2 y de los metabolitos aromáticos (principalmente alcohol veratrílico) que fungirán como sustratos, al igual que enzimas reguladoras que evitan la formación de compuestos tóxicos que puedan ser absorbidos[7].

Debido a su inespecificidad, es idónea para degradar una amplia variedad de xenobióticos recalcitrantes ya sean o no fenólicos, como tintes textiles y restos de carbón sin quemar, de afluentes con gran eficiencia [1, 3, 4]; así como un activo aclarante en cosmética, pues, el responsable del tono oscuro de la piel es un polipirrol [1, 3, 10]. Además, su capacidad lignolítica le ha valido su implementación desde los 80's en el biopulping y el bioblanqueo de

papel, al igual que la producción de fibras vegetales y en la obtención de azúcares fácilmente fermentables para la producción de etanol como biocombustible a bajo costo a partir de biomasa vegetal [1, 3, 4, 7, 9]. Demostrando así su enorme potencial para el futuro.

Palabras clave: enzimas; lignina peroxidasa; oxidoreductasa; lignina; degradación.

<https://sites.google.com/view/esmosbuap/esmos-2022/esmos-32>

Referencias

- [1]. Levin L, Forchiassin F. Aplicaciones biotecnológicas de los hongos lignocelulolíticos. INDUSTRIA & QUIMICA [Internet]. 2006 [citado 2022 sep 29];352(12):28–31. Available from: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/30556>
- [2]. Piontek K, Smith AT, Blodig W. Lignin peroxidase structure and function. Biochem Soc Trans [Internet]. 2001 may 1 [citado 2022 sep 29];29(2):111–6. Available from: <https://doi.org/10.1042/bst0290111>
- [3]. Falade AO, Nwodo UU, Iweriebor BC, Green E, Mabinya L v, Okoh AI. Lignin peroxidase functionalities and prospective applications. Microbiologyopen [Internet]. 2017 [citado 2022 sep 29];6(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5300883/>
- [4]. Javier F, Dueñas R. Caracterización molecular de un nuevo tipo de peroxidasa ligninolítica [Internet]. Madrid; 1998 dic [citado 2022 sep 29]. Available from: <https://webs.ucm.es/BUCM/tesis/19972000/X/3/X3066901.pdf>
- [5]. Martínez AT. Molecular biology and structure-function of lignin-degrading heme peroxidases. Enzyme Microb Technol [Internet]. 2002 abr [citado 2022 oct 5];30(4):425–44. Available from: https://www.researchgate.net/publication/222055586_Molecular_biology_and_structure-function_of_lignin-degrading_heme_peroxidases_Enzyme_Microb_Technol_30_425-444
- [6]. Choinowski T, Blodig W, Winterhalter KH, Piontek K. The crystal structure of lignin peroxidase at 1.70 Å resolution reveals a hydroxy group on

the C β of tryptophan 171: A novel radical site formed during the redox cycle
1 Edited by R. Huber. J Mol Biol [Internet]. 1999 feb [citado 2022 sep
29];286(3):809–27. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10024453/>

[7]. Gutiérrez Suárez A, Martínez AT. Mecanismo de biodegradación de la
lignina. Revista Iberoamericana de Micología [Internet]. 1996 [citado 2022
sep 29];13:18–23. Available from:

<https://digital.csic.es/handle/10261/71580>

[8]. Worldwide Protein Data Bank. Full wwPDB X-ray Structure Validation
Report [Internet]. 2020 [citado 2022 sep 29]. Available from:

https://ftp.wwpdb.org/pub/pdb/validation_reports/lg/1lga/1lga_full_validation.pdf.gz

[9]. Téllez Jurado A, Arana Cuenca A, Anducho Reyes MÁ, Mercado Flores Y.
Panorama de la Industria de Celulosa y Papel y Materiales Lignocelulósicos
2016. En: Area MC, Park SW, editores. 1a ed. São Pablo: Universidad
Nacional de Misiones; 2017 [citado 2022 sep 29]. Available from:

<https://www.researchgate.net/publication/317094519>

[10]. Elure [Internet]. 2019 [citado 2022 sep 29]. Available from:

<https://www.elureskin.eu/>