

ENZIMAS EN LA INDUSTRIA DE DETERGENTES

Recibido: 09/05/2017

Aceptado: 29/06/2017

Edelis Corrales*

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora.
UNELLEZ. Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social- Barinas-Venezuela.

RESUMEN

Las enzimas desempeñan un papel fundamental en la fabricación de los detergentes, permitiendo al formulador enfocarse en necesidades específicas de limpieza. En esta investigación documental, se estudió el uso de enzimas para la fabricación de detergentes, específicamente en la aplicación de la enzima proteasa. Antes de describir los resultados obtenidos, se hace una breve descripción de las definiciones de detergente y proteasa para entrar en su contexto. Una definición que se aplica a los detergentes es la que se refiere a las sustancias que se limpian. La suciedad que se adhiere a los tejidos por partículas oleosas atrae a los polos lipófilos y los polos hidrófilos están dispuestos hacia fuera y rodean la suciedad, de modo que el agua arrastra todo el conjunto. Las proteasas son un tipo de enzima que se encuentra dentro de las hidrolasas que constituyen el tipo de enzimas más utilizadas en los detergentes y la primera que se introdujo. Las proteasas son enzimas capaces de hidrolizar proteínas en medios cuyo pH $\gg 7$, por lo que son ideales para su uso en detergentes, este tipo de enzimas son producidas por varias bacterias Gram + siendo el género *Bacillus* las más utilizadas para la producción industrial, debido principalmente a su capacidad de excretarlos en el medio de cultivo, donde es fácil obtenerlos evitando el trabajo de tener que estallar las células para liberar la enzima.

Palabras Claves: Enzimas, detergentes, proteasas.

ENZYMES IN THE INDUSTRY OF DETERGENTS

ABSTRAC

Enzymes play a fundamental role in the manufacture of detergents, allowing the formulator to approach the specific needs of cleaning. In this documental research the use of enzymes for the manufacture of detergents has been studied, specifically in the application of protease enzyme. Before describing the results obtained, a brief description of the detergent and protease definitions is made to enter into its context. One definition that applies to detergents is the one that refers to substances that are cleaned. The dirt that adheres to the tissues by the oily particles attracts the lipophilic poles and the hydrophilic poles are arranged outwards and surround the dirt, so that the water drags the whole ensemble. Proteases are a type of enzyme that is found within hydrolases that are the type of enzymes most used in detergents and the first to be introduced. Proteases are enzymes capable of hydrolyzing proteins in pH $\gg 7$ medium, so they are ideal for use in detergents, this type of enzymes are produced by several Gram + bacteria being the genus *Bacilo* most used for industrial production, Due Mainly to their capacity to excrete them in the culture medium,

where it is easy to obtain them avoiding the work of having to explode the cells to release the enzyme.

Key words: Enzymes, detergents, proteasas.

INTRODUCCIÓN

La utilización práctica de las enzimas supera con creces su empleo analítico. Su especificidad y su enorme eficacia catalítica han atraído la atención desde hace mucho tiempo, con el fin de emplearlas como catalizadores en reacciones de interés industrial. De hecho, se emplean profusamente en la industria farmacéutica, en la alimentaria, entre otros. Pero el factor económico puede ser, evidentemente, decisivo a la hora de programar un proceso industrial y, desde esa perspectiva, las enzimas presentan varios inconvenientes. (Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad de Valencia, 2007). Los detergentes constituyen una de las principales áreas de aplicación industrial de enzimas. Así, tanto en la formulación de los detergentes para la ropa como para lavavajillas se incluyen enzimas para facilitar la eliminación de determinados restos de suciedad.

En este sentido, los surfactantes con actividad biológica contienen enzimas tales como esperasa, savinasa o alcalasa. Estas enzimas son proteasas capaces de degradar rápidamente manchas de proteínas en un medio de pH alcalino y a temperatura de hasta 60°C. Su actividad permite la utilización de un medio detergente en frío, particularmente en detergentes líquido, para remojo a temperatura ambiente. (Laboratorio de Formulación, Interfaces, Reología y Proceso 1998). Las enzimas proteasas utilizadas en la formulación de detergentes son provenientes de bacterias y hongos, los cuales serán detallados en la presente investigación monográfica.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las enzimas son proteínas especializadas capaces de acelerar la velocidad de una reacción química, promoviendo así la transformación de diferentes moléculas en productos específicos. Diversas características como la alta especificidad con la que se llevan a cabo dichas transformaciones, el volumen reducido de desechos que generan dichos procesos y las condiciones poco agresivas en las que se operan, han permitido que estos biocatalizadores se posicionen como elementos preponderantes en diversos sectores

industriales. Uno de estos sectores es la fabricación de productos para el cuidado y limpieza del hogar, como son los detergentes.

En este sentido, una definición que aplica para los detergentes, es la que se refiere a sustancias que limpian, gracias a tener dos propiedades: la primera hace referencia a la reducción de la tensión superficial del agua, de manera que las moléculas de agua no se sienten tan atraídas mutuamente, y pueden penetrar mejor en la superficie a limpiar (por ejemplo un tejido); y la segunda propiedad establece que las moléculas del detergente tienen un polo lipófilo, que combina bien con las grasas, y un polo hidrófilo, que combina bien con el agua. Por ello, la suciedad que está adherida a los tejidos mediante partículas oleosas atrae a los polos lipófilos, y los polos hidrófilos quedan dispuestos hacia fuera y rodeando la suciedad, de forma que el agua arrastra todo el conjunto.

En este contexto, para los detergentes el uso de las enzimas representa:

- Menor Costo: Menos MP's, Ahorro en almacenamiento.
- Mejor Desempeño en limpieza y cuidado.
- Lavado Sustentable.

Al respecto, las enzimas se encuentran entre los ingredientes funcionales de los detergentes modernos, contribuyendo a la limpieza de un modo eficiente, respetuoso con el ambiente y energicamente favorable. De hecho, su utilización en detergentes es la principal aplicación industrial, por volumen de las enzimas, alcanzando una cota de mercado del 25-30% del total. Cabe destacar que a lo largo del siglo XX, se fueron introduciendo las enzimas en la composición de los detergentes y desarrollando nuevas y, cada vez, más eficaces formulaciones, hasta llegar al momento actual en el que más de la mitad de los detergentes contienen enzimas.

A estos detergentes se les suele denominar en ocasiones detergentes enzimáticos. Los detergentes actuales son formulaciones muy complejas, contienen un gran número de ingredientes con funciones diversas. Entre esos ingredientes, las enzimas suponen un porcentaje minoritario del total, del orden del 0,4 – 0,18% en peso y del 1% en cuanto al costo, pero su contribución es muy importante en la función limpiadora del producto final. (Maytorena y otros, 2012).

Además, el uso de enzimas permite el empleo de menores temperaturas de lavado y de periodos de agitación más reducidos para eliminar la suciedad. En general, los

detergentes que contienen enzimas eliminan las manchas de proteína, grasas y almidón de un modo considerablemente más efectivo que los detergentes que no las contienen.

En este orden de ideas, la presencia de las enzimas en los detergentes contribuye, por ejemplo, a la reducción de los tiempos de lavado, a la reducción de los consumos de energía y de agua, mediante la disminución de la temperatura de 9 lavado, a la generación de efluentes acuosos menos contaminantes, por menos pH y contenido en fosfatos, y a proporcionar una mayor protección de los tejidos. Las enzimas presentes en los detergentes son fundamentalmente del tipo hidrolasas, es decir, enzimas que hidrolizan moléculas de gran tamaño en otras más pequeñas: proteasas, lipasas, amilasas y celulasas. Las tres primeras clases son enzimas que catalizan la hidrólisis de los principales tipos de moléculas de origen biológico que constituyen la suciedad, esto es, proteínas, lípidos y almidón. Las celulasas por su parte, tiene el papel de proporcionar a los tejidos naturales (basados en la celulosa) ciertos cuidados.

En este contexto, las enzimas utilizadas con mayor frecuencia descomponen en fragmentos más pequeños y solubles al agua las grandes manchas insolubles que se fijan a los tejidos. Posteriormente, las moléculas más pequeñas son eliminadas de los tejidos, mediante la acción mecánica de la lavadora o por la interacción de otros ingredientes del detergente. En esta investigación documental se estudia específicamente a las proteasas, por ser las más utilizadas en los detergentes, estas se encargan de accionar directamente sobre las manchas de: carne, grama, leche, huevo, y sangre entre otros.

Las proteasas son producidas por hongos filamentosos y bacterias, las proteasas producidas por hongos tienen un pH óptimo dentro del rango ácido (pH 2-6) mientras que la mayoría de las proteasas de origen bacteriano tienen un pH óptimo alcalino (pH 8-11). Las proteasas pueden romper ya sea enlaces peptídicos específicos, dependiendo de la secuencia de aminoácidos de la proteína, o pueden reducir un péptido completo a aminoácidos. La industria de las enzimas tiene un valor a nivel mundial estimado en \$1 billón de dólares, del cual el 75% corresponde a enzimas hidrolíticas las proteasas representan uno de los tres grupos de enzimas industriales y ocupan el 60% del mercado.(Barriosa y otros, 2015).

Existen más de 3000 enzimas de tipo proteasas descritas hasta la fecha, sin embargo la mayoría de éstas funcionan en un rango muy reducido de pH,

temperatura y fuerza iónica. Además la aplicación tecnológica de las enzimas bajo las condiciones de la demanda industrial disminuyen el número de enzimas posibles de utilizar. Entre las serinoproteasas se encuentra un grupo de enzimas llamadas comúnmente proteasas alcalinas o subtilisinas que son un grupo fisiológica y comercialmente importante utilizadas primordialmente como aditivos en detergentes, el curtido de pieles, recuperación de plata en placas de rayos X, procesamiento de alimentos y tratamiento de aguas. Tienen un rol catalítico muy importante en la hidrólisis de proteínas.

Avances Investigativos del Uso de Enzimas en Detergentes

Las enzimas detergentes son una solución ecológica que se ha utilizado para mejorar la eficacia de la limpieza por más de 35 años. Hoy en día, estas enzimas son ingredientes básicos en polvo y detergentes líquidos, quitamanchas, pre-observadores de lavandería, detergentes para lavavajillas automáticos y productos de limpieza industriales y médica. Diseñado por la naturaleza para digerir proteínas, carbohidratos, grasas y celulosa, las enzimas facilitan la limpieza sin poner en peligro el medio ambiente.

Según Muñoz, 2007 define el papel de las enzimas dentro de los detergentes, concluyendo que las mismas representan el 1-2% del producto comercial, a veces menos aún. Sin embargo esta cantidad es considerada suficiente, porque al ser catalizadores, se recuperan intactos al finalizar la reacción química que promueven. La autora mencionada destaca que el papel de las enzimas es el de aproximar las moléculas, con lo cual disminuye la energía necesaria para formar o romper una unión química. Las enzimas responden a condiciones determinadas de temperatura y pH. En un producto para el lavado de ropa se incluyen enzimas activas entre 20 y 50°C y en pH alcalino (9-11). De este modo se evita el calentamiento del agua del lavado y se asegura la coexistencia con el surfactante.

Por su parte, Vivas, (2013) en su trabajo de investigación titulado “Formulación de Detergentes Líquidos con Proteasas” para optar al título de Ingeniero Textil, propuso incrementar la eficiencia del lavado y mitigar el impacto contra el medio ambiente, en el proceso de desarrollo de detergentes líquidos para textiles. Estudió el uso de enzima proteasa y la interacción frente a un tensioactivo altamente contaminante y con alto consumo mundial como son los Alquilbenceno Sulfonato Lineales (LAS), y un tensioactivo

no iónico de carácter biodegradable como los alcoholes etoxilados grasos (FAEO), y la combinación de estos dos tensioactivos.

Los parámetros de evaluación fueron: desempeño en remoción de manchas, cuidado del color, y cuidado de la fibra textil; de los resultados se concluyó que la mejor eficiencia en lavado, cuidado del color y cuidado de la fibra textil, se obtuvo al combinar proteasa con tensioactivo no iónico (FAEO), ya que obtuvo los mejores promedios en la remoción, como por ejemplo en la mancha de grasas en el que manifestó una reflectancia de 87.79 seguido por 86.56 del de la siguiente formulación, y demostró alta significancia en el ANOVA frente a las demás formulaciones, los datos también fueron evaluados por la prueba de comparaciones múltiples de Duncan reafirmando lo mencionado anteriormente, también se evidenció que la combinación proteasa con FAEO se comporta adecuadamente en el cuidado del color y cuidado de la fibra textil; seguidos por la combinación de ambos tensioactivos con proteasa; asimismo se concluyó que las formulaciones que contienen enzimas son más eficientes en relación a las formulaciones que no las contienen, independientemente a los tipos de tensioactivos empleados.

De igual manera Niyonzimay, F. y Sunil, S. (2015), realizaron una revisión bibliográfica titulada “Coproductión of detergent compatible bacterialenzymes andstainremovalevaluation” donde determinaron la importancia de coproducir las enzimas detergentes en un solo medio de fermentación, ya que la estabilidad de la enzima está asegurada, y el coste de producción se reduce enormemente, también se discutió la coproducción de enzimas compatibles con detergentes por especies bacterianas, estabilidad enzimática en componentes detergentes y análisis de liberación de manchas. Posterior a esta investigación en el mismo año publicaron una investigación titulada “Purification and characterization of detergent-compatible proteasefrom *Aspergillusterreus gr.*” Donde determinaron que la enzima exhibe una mayor estabilidad de almacenamiento a 4, 28 y -20 °C. Es estable y compatible al nivel deseado en los agentes locales.

En consecuencia, la adición de la proteasa en el detergente mejoró la eliminación de manchas de sangre. La proteasa aislada puede pues ser una opción de elección en la industria de los detergentes. Las propiedades de la proteasa de *A. terreus* se investigaron. La enzima era una serina proteasa alcalina termoestable y mostró una alta afinidad por diversos sustratos proteicos, la estabilidad y la compatibilidad cuando se

mezcla con agentes tensioactivos, agentes de blanqueo, agentes oxidantes y detergentes en polvo locales. Además, era capaz de remover por completo la sangre en el paño blanco. Estas propiedades sugieren que la presente enzima debe ser explotada comercialmente como un candidato ideal para un detergente, coincidiendo así con la investigación de (Usama, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación busca promover desde la ingeniería enzimática la utilidad de las enzimas en la fabricación de los detergentes. El estudio está enmarcado en una investigación documental, la cual permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de fenómenos y procesos, según la fuente documental a que hacen referencia. En este contexto la UNESR (2005), define la investigación documental como el tipo de investigación que “se ocupa del estudio de problemas planteados a nivel teórico”. De esta forma el investigador revisa todos los antecedentes que han sido recolectados y extraídos de distintas fuentes existentes para tener una visión completa de los aspectos relacionados con la ingeniería enzimática y dentro de esta el papel que desempeñan las enzimas en la producción de los detergentes; y disponer así de un abanico de posibilidades sobre cuáles aspectos se puede investigar.

El diseño utilizado fue el bibliográfico el cual se basa en la consulta de las fuentes de información (impresas, audiovisuales y electrónicas) “a través de la revisión del material documental de manera sistemática, rigurosa y profunda se llega al análisis de diferentes fenómenos o a la determinación entre variables”. (Ob. Cit., p. 44).

CONCLUSIONES

A lo largo del siglo XX se fueron introduciendo a los detergentes otros componentes que ayudaron a mejorar la eficiencia de lavado, entre ellos las enzimas. Hoy en día las enzimas tienen una gran participación dentro de la industria de detergentes ya que proporciona cuidados a los tejidos y con el tiempo a los detergentes se les exigen tiempos de lavados cortos, acción a bajas temperaturas, biodegradabilidad, baja toxicidad, no irritabilidad a la piel, bajo precio, en otros.

Es considerable mencionar la participación específica de la enzima proteasa dentro de la formulación de detergentes, si bien es cierto que el porcentaje dentro de la formulación en poca, los números beneficios que trae la aplicación de estas son significativos, ya que además de la remoción de manchas también contribuye al medio ambiente.

La proteasa se puede obtener mediante bacterias u hongos como *Bacillus* o *Aspergillus*, siendo el primero el más utilizado, el sustrato a utilizar para la obtención de esta enzima son provenientes de la agroindustria. Una vez obtenida la enzima esta por pertenecer a la familia de las hidrolasas, están son activadas en presencia de agua y allí comienzan su funcionar de hidrolizar las partículas de manchas para removerlas parcial o totalmente. Finalmente se destaca a la enzima proteasa como la más recomendable ya que es estable a unos niveles altos de temperatura y trabaja a pH alcalinos.

REFERENCIAS

- Barriosa, A., Buenrostroa, J., Huertaa, S., Castillo, Omar., Aguilar, C., Pradao, A.(2015). Efecto de la longitud de onda en la producción de proteasas conaplicación en formulaciones de detergentes biológicos. Recuperado de:<http://smbb.com.mx/congresos%20smbb/guadalajara15/PDF/XVI/trabajos/V/VO-10.pdf>
- Laboratorio de Formulación, Interfaces, Reología y Proceso. (1998).
- Maytorena, C., García, F. (2012). Uso de Enzimas en Solventes Orgánicos en la Industria de Bioprocesos.: Recuperado de: http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2012_1/Maytorena_Verdugo.pdf
- Muñoz, M. (2007). Biotecnología y Vida Cotidiana. Coordinación de Biotecnología. Instituto de Tecnología de Río de Janeiro.
- Niyonzima, F., Sunil, S. (2015). Purification and characterization of detergent-compatible protease from *Aspergillus terreus* gr. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-014-0200-6>.
- Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (2007). Universidad de Valencia.
- Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, UNESR (2005), Núcleo Regional de Educación Avanzada, Seminario de Investigación. Valencia, Venezuela.
- Usama F. Ali (2008). Utilization of Whey Amended with Some Agro-industrial By-products for the Improvement of Protease Production by *Aspergillus terreus* and its

Compatibility with Commercial
Detergents. Recuperado de: <http://www.aensiweb.net/AENSIWEB/rjabs/rjabs/2008/886-891.pdf>

Vivas, J. (2013). Formulación de Detergentes Líquidos con Proteasas. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/116/6/0711632.pdf>

Zaragoza, J. (2011). Aislamiento de cepas de Bacillus productoras de proteasas con potencial uso industrial. Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/2955/1/1080224404.pdf>

*Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua y Alimentos. UNELLEZ-VPDS, Barinas.
Participante de la Maestría Biotecnología Alimentaria. Ingeniero Agroindustrial.
Correo: edeliscorrales@gmail.com