

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme: hidrólisis de proteínas para fertilizantes aminoacídicos hidrosolubles, fertirrigación y bioestimulación agrícola

Equipo de investigación de Enzymes.bio · Wellington, Nueva Zelanda · June 21, 2026

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme es un insumo enzimático de proceso usado para transformar materias primas proteicas en hidrolizados con péptidos y aminoácidos que pueden incorporarse a fertilizantes hidrosolubles. Su valor técnico está en la hidrólisis controlada de proteínas: reduce cadenas proteicas largas a fracciones más pequeñas, más dispersables y más adecuadas para formulaciones agrícolas líquidas o solubles.

En aplicaciones B2B, no debe tratarse como un fertilizante terminado ni como una promesa directa de rendimiento en campo. El desempeño agronómico depende de la materia prima, el proceso, la formulación final, el cultivo, el suelo, el sistema de riego o aplicación foliar y el programa nutricional completo.

Qué es Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme es una preparación enzimática orientada a la producción de fertilizantes aminoacídicos hidrosolubles a partir de fuentes proteicas. En términos técnicos, su uso se entiende dentro de la familia de procesos de hidrólisis proteica: el sustrato contiene proteínas; la enzima rompe enlaces peptídicos; el resultado es una mezcla de péptidos de menor tamaño, aminoácidos libres y fracciones nitrogenadas orgánicas que pueden ser más útiles para formular fertilizantes líquidos, polvos solubles o ingredientes para fertirrigación.

La idea central no es nueva: la hidrólisis enzimática de proteínas se usa ampliamente para cambiar las propiedades de materiales proteicos, generar péptidos y modificar solubilidad, funcionalidad y comportamiento tecnológico. En hidrolizados de proteína de suero, por ejemplo, la acción enzimática modifica las características del sistema proteico y puede cambiar su interacción con matrices compuestas, lo que ilustra que la ruptura parcial de proteínas altera de forma medible el comportamiento del material original ^[1].

En agricultura, el producto final deseado suele ser un fertilizante aminoacídico hidrosoluble: una formulación que combina nitrógeno orgánico, aminoácidos, péptidos y otros nutrientes o coformulantes según el diseño del formulador. La literatura sobre fertilizantes solubles muestra que las formulaciones disueltas o fácilmente solubles son importantes en agricultura con ahorro de agua, porque permiten sincronizar mejor la entrega de nutrientes con riego, fertirrigación y etapas del cultivo ^[2].

Enzymes.bio actúa como proveedor en línea de enzimas para usos profesionales, incluyendo aplicaciones de suelo y cultivo, pero no debe presentarse como fabricante ni como laboratorio de análisis. Este producto se vende directamente en línea en unidades de 1 kg; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, de modo que el comprador profesional recibe la documentación de acompañamiento aplicable al lote adquirido.

Qué no es: límites importantes para formuladores agrícolas

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme no es un fertilizante terminado listo para declarar efectos agronómicos por sí mismo. La enzima participa en una etapa de proceso; después de la hidrólisis, el formulador todavía debe definir la composición final, estabilidad, compatibilidad con otros nutrientes, presentación comercial y modo de aplicación agrícola.

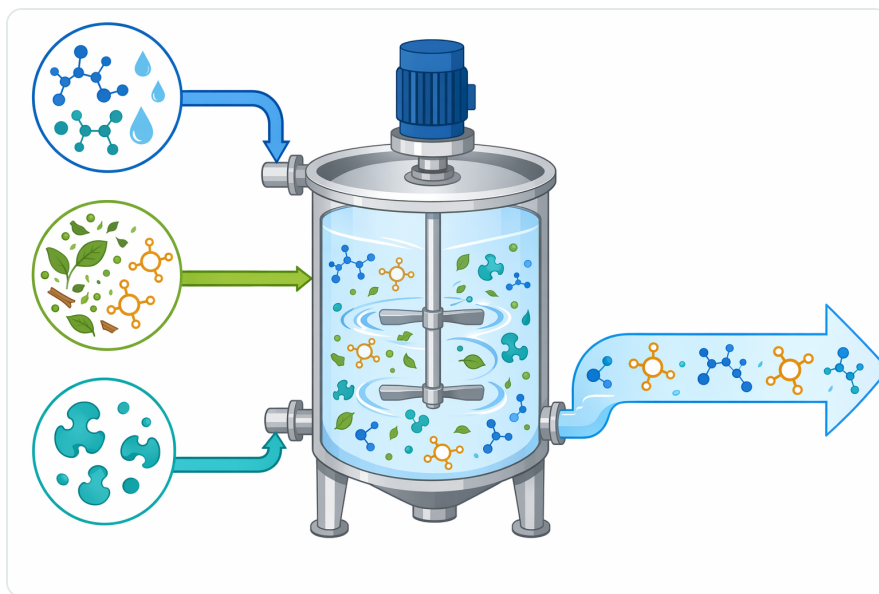


Figure 1. 이 효소는 아미노산 기반 수용성 영양 성분과 유기 인 전환이 만나는 지점에서 촉매적 가공 성분으로 작용합니다.

Tampoco debe confundirse con un bioestimulante final. Los hidrolizados proteicos y los aminoácidos se estudian como bioestimulantes por su posible efecto sobre crecimiento, tolerancia a estrés, desarrollo radicular y eficiencia nutricional, pero esos efectos pertenecen al hidrolizado o formulación

aplicada al cultivo, no a la enzima aislada usada para fabricarlo ^[3].

Además, el término “amino acid fertilizer” cubre productos muy diferentes: hidrolizados vegetales, hidrolizados animales, extractos microbianos, mezclas con minerales, fertilizantes foliares, correctores para fertirrigación o ingredientes de formulación. Por eso, el valor técnico de la enzima debe evaluarse como herramienta de conversión de proteína en fracciones solubles, no como sustituto de un programa completo de NPK, micronutrientes, materia orgánica o manejo del suelo.

Mecanismo de acción: de proteína insoluble a péptidos y aminoácidos

Una proteína es una cadena de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Cuando una preparación proteolítica entra en contacto con una fuente proteica hidratada, las enzimas reconocen regiones accesibles de esa cadena y catalizan la ruptura de enlaces específicos; el agua participa químicamente en la reacción, de ahí el término hidrólisis. El resultado no es una única molécula, sino una distribución de fragmentos: péptidos largos, péptidos cortos, aminoácidos libres y fracciones residuales no hidrolizadas.

Este mecanismo es importante porque muchas materias primas proteicas tienen baja solubilidad o alta complejidad estructural. La queratina, por ejemplo, es conocida por su resistencia debido a su estructura fibrosa y enlaces que dificultan su degradación; por eso la valorización de residuos queratínicos requiere procesos capaces de romper o desorganizar esa matriz antes de obtener productos agrícolas o industriales útiles ^[4].

La hidrólisis enzimática no “crea” nitrógeno nuevo; reorganiza el nitrógeno orgánico ya presente en la proteína. Una harina, residuo o biomasa con proteína contiene nitrógeno en forma de aminoácidos unidos; al cortar las cadenas, la enzima aumenta la proporción de nitrógeno presente como fracciones más pequeñas. Esto puede mejorar la dispersión en agua y facilitar la incorporación a formulaciones de fertilizante aminoacídico hidrosoluble.

Desde la perspectiva de la planta y la rizosfera, los aminoácidos no son solo unidades estructurales de proteínas. En el microbioma de la rizosfera, las rutas de metabolismo de aminoácidos forman parte de redes funcionales que conectan metabolismo microbiano, disponibilidad de compuestos orgánicos y adaptación de la comunidad microbiana alrededor de la raíz ^[3]. Esto no significa que cualquier aminoácido aplicado produzca una respuesta específica, pero sí explica por qué los formuladores agrícolas prestan atención a la composición orgánica soluble, no solo al porcentaje total de nitrógeno.

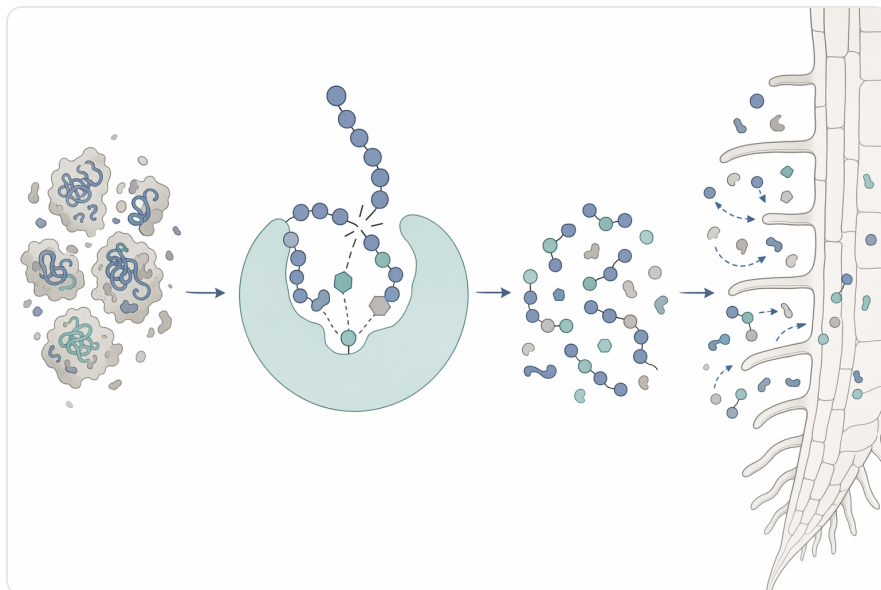


Figure 2. 가수분해는 기존의 염을 단순히 용해하는 것이 아니라 피트산 계열 물질에서 인산기를 단계적으로 제거합니다.

Por qué la solubilidad en agua es crítica en fertilizantes aminoácidos

La solubilidad en agua determina si un ingrediente puede integrarse de forma práctica en sistemas de fertirrigación, pulverización foliar o formulaciones líquidas. En un fertilizante aminoácido, la presencia de proteínas intactas, agregados insolubles o partículas finas no dispersables puede provocar sedimentación, obstrucciones, incompatibilidad con sales minerales o variabilidad de concentración durante la aplicación.

La investigación sobre fertilizantes hidrosolubles y de liberación controlada en agricultura con ahorro de agua destaca que la forma física y la disponibilidad en solución son factores clave para mejorar la eficiencia de aplicación, especialmente cuando el agua de riego es el vehículo principal de entrega de nutrientes ^[2]. Para un formulador, esto vuelve relevante cualquier proceso que transforme una materia prima proteica poco manejable en una fracción más soluble.

Los fertilizantes hidrosolubles también se estudian en aplicaciones foliares. En garbanzo, la aplicación foliar de fertilizantes solubles se ha evaluado por sus efectos sobre crecimiento y rendimiento, mostrando que la nutrición aplicada en solución puede modificar respuestas del cultivo bajo condiciones experimentales específicas ^[5]. Aunque ese tipo de estudio no prueba el efecto de una enzima de hidrólisis, sí respalda la importancia práctica de formulaciones solubles y aplicables por vía acuosa.

En suelos salinos o salino-alcálinos, la calidad de la formulación y su interacción con modificadores del suelo son especialmente importantes. Estudios recientes han evaluado combinaciones de modificadores derivados de hidrochar y fertilizantes hidrosolubles para mejorar propiedades de suelos salinos y crecimiento de pasturas, mostrando que el fertilizante soluble puede formar parte de estrategias integradas de recuperación y producción bajo estrés edáfico [6].

Materias primas proteicas compatibles con el concepto de hidrólisis

Las materias primas para fertilizante aminoácido suelen seleccionarse por disponibilidad, contenido proteico, aceptación regulatoria y perfil agronómico esperado. La enzima no corrige por sí sola problemas de contaminación, composición inadecuada o restricciones legales; simplemente actúa sobre la fracción proteica accesible.

Materia prima proteica	Ventajas potenciales para hidrolizados aminoácidos	Límites técnicos principales	Evidencia relacionada
Harinas vegetales y subproductos de leguminosas	Origen vegetal, buena aceptación en formulaciones agrícolas, perfil de aminoácidos útil para nitrógeno orgánico	Insolubilidad parcial, fibra, antinutrientes o variabilidad entre lotes	Los fertilizantes y prácticas orgánicas/químicas pueden modificar metabolitos solubles y nutrientes minerales en tomate, lo que muestra la sensibilidad de la calidad del cultivo a la fuente nutricional [7]
Residuos animales autorizados para uso agrícola	Alta concentración proteica, posibilidad de valorización de subproductos	Olor, grasa, sales, requisitos regulatorios, riesgo de metales o contaminantes según origen	Los fertilizantes orgánicos derivados de pieles curtidas requieren atención química, ambiental, agronómica y legislativa, especialmente por la posible presencia de cromo [8]
Residuos queratínicos como plumas, pelo o lana	Abundantes y ricos en proteína estructural	La queratina es resistente; puede requerir pretratamientos y control del proceso	La valorización de residuos de queratina se considera una vía para convertir materiales difíciles en productos de mayor valor, pero exige tecnologías de despolimerización adecuadas [4]
Biomasa microalgal	Puede integrar proteína, minerales y compuestos bioactivos	Variabilidad por especie y proceso; necesidad de separar o estabilizar fracciones	Las biorrefinerías de microalgas pueden producir biodiésel, biogás, fertilizantes y compuestos de alto valor en esquemas de aprovechamiento en cascada [9]

Materia prima proteica	Ventajas potenciales para hidrolizados aminoacídicos	Límites técnicos principales	Evidencia relacionada
Mezclas orgánicas agroindustriales	Flexibilidad de suministro, reducción de residuos	Composición heterogénea, sólidos insolubles, necesidad de estandarización	Los fertilizantes hidrosolubles aplicados junto con enmiendas o modificadores se estudian como parte de estrategias integradas de mejora de suelo [10]

Esta comparación muestra un punto práctico: la enzima es más útil cuando la materia prima está bien caracterizada desde el punto de vista de proceso y formulación. Una proteína vegetal fina y dispersable se comporta de manera distinta a una matriz queratínica fibrosa o a un subproducto animal con grasa y sales; por tanto, el formulador debe diseñar el proceso alrededor del sustrato, no asumir que todas las proteínas se hidrolizan igual.

Variables de proceso que determinan el hidrolizado final

El resultado de la hidrólisis depende de la accesibilidad de la proteína, la hidratación, el contacto entre enzima y sustrato, el tiempo de reacción, el pH, la temperatura, la agitación y la presencia de inhibidores o impurezas. No existe una condición universal para todos los materiales, porque cada proteína tiene estructura, solubilidad y composición diferente.

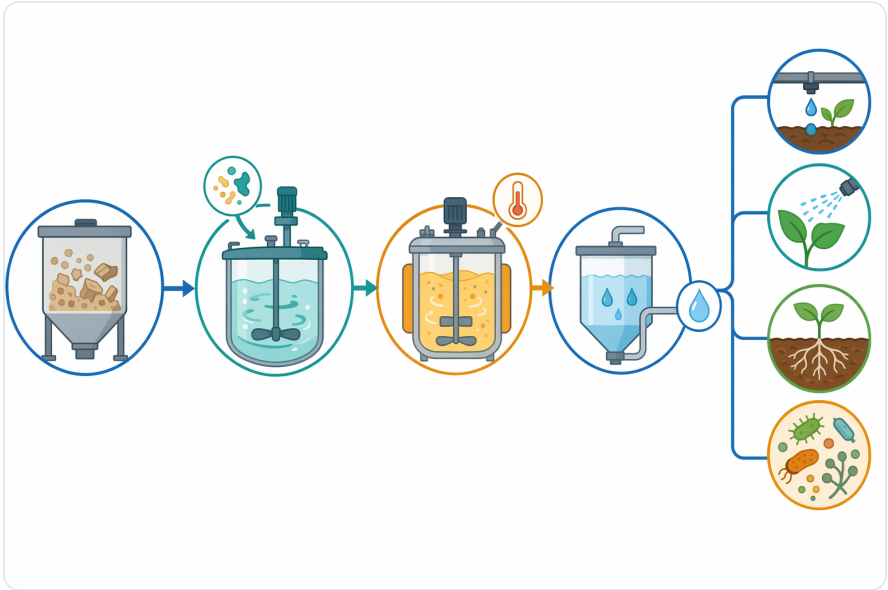


Figure 3. 수용액 상태의 효소 처리는 미네랄 및 아미노산 성분이 수용성 비료 혼합물로 최종 조정되기 전에 선택된 유기 영양 분획을 전환할 수 있습니다.

La diferencia entre una hidrólisis insuficiente y una hidrólisis útil puede ser considerable. Si el proceso queda corto, persistirán proteínas grandes, sólidos o agregados que afectan solubilidad. Si el proceso se lleva demasiado lejos o se formula sin control, pueden aparecer perfiles sensoriales indeseables, exceso de sales solubles, baja estabilidad o incompatibilidad con otros componentes del fertilizante.

La composición del hidrolizado también puede incluir aminoácidos libres con distinta configuración. En fertilizantes proteicos hidrolizados, se han estudiado aminoácidos libres L y D, lo que indica que el perfil químico de estos productos puede ser más complejo que una simple cifra de nitrógeno total o aminoácidos totales ^[11]. Para aplicaciones agrícolas, esta complejidad refuerza la necesidad de distinguir entre “proteína hidrolizada” como categoría general y una formulación final bien controlada.

Otro punto clave es la fracción peptídica. Los péptidos no son residuos incompletos sin valor; pueden contribuir a propiedades de solubilidad, complejación y comportamiento biológico. En otros campos, como los hidrolizados de caseína, la hidrólisis enzimática se usa precisamente para generar péptidos bioactivos identificables, lo que demuestra que el patrón de corte enzimático puede influir en la funcionalidad del hidrolizado ^[12].

Relación con bioestimulación, estrés y nutrición vegetal

Los aminoácidos y péptidos en fertilizantes no actúan como nutrientes minerales simples. Pueden aportar nitrógeno orgánico, participar en metabolismo vegetal, influir en señales relacionadas con estrés y servir como compuestos orgánicos disponibles para microorganismos de la rizosfera. Sin embargo, la respuesta agronómica depende de dosis, cultivo, estado fenológico, estrés ambiental y balance con nutrientes minerales.

Bajo salinidad, las plantas suelen modificar compuestos osmoprotectores y sistemas antioxidantes. En triticale, la aplicación de zinc y biofertilizantes bajo condiciones salinas se relacionó con cambios en actividad de enzimas antioxidantes, clorofila, azúcares solubles y prolina, variables que suelen usarse para interpretar respuestas fisiológicas al estrés ^[13]. Este tipo de evidencia no prueba que un fertilizante aminoacídico produzca los mismos efectos, pero ayuda a explicar por qué las formulaciones orgánicas y bioestimulantes se evalúan con indicadores fisiológicos, no solo con rendimiento final.

La microbiología del suelo también es relevante. En plantaciones de bambú lei, la reducción de fertilizante compuesto combinada con fertilizante hidrosoluble de ácido húmico afectó propiedades del suelo, estructura de la comunidad bacteriana y rendimiento de brotes, lo que ilustra que las formulaciones solubles orgánicas pueden interactuar con comunidades microbianas y propiedades edáficas ^[14].

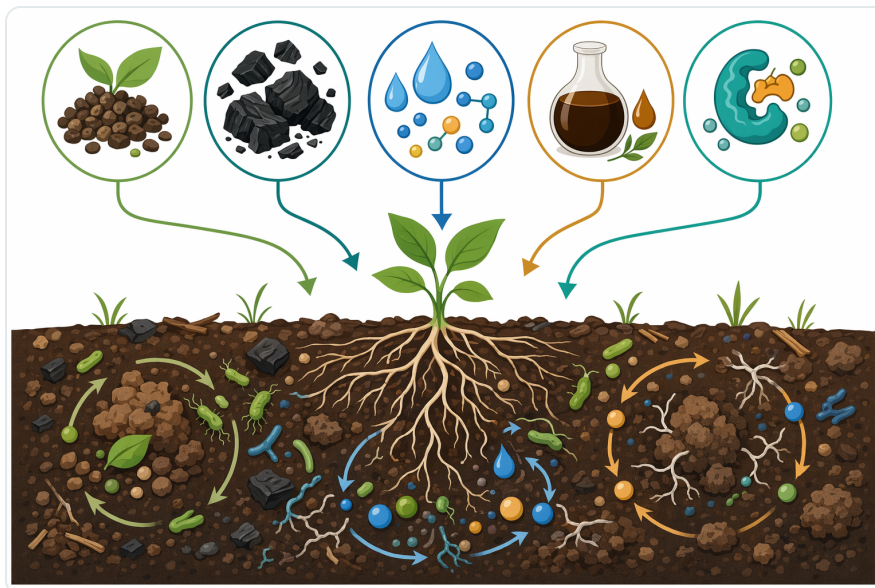


Figure 4. 비료의 성능은 토양 효소, 유기 탄소, 미생물, 뿌리, 영양소 형태가 관여하는 생화학적 순환과 연결되어 있습니다.

En tomate, el perfil de metabolitos solubles y nutrientes minerales se ha usado para evaluar efectos de pesticidas y fertilizantes orgánicos y químicos sobre calidad del fruto. Esto es importante para formuladores de fertilizantes aminoácidos porque el objetivo no siempre es solo aportar nitrógeno; también puede ser influir en calidad, equilibrio nutricional y respuesta metabólica del cultivo dentro de un programa de manejo ^[7].

Aun así, conviene evitar extrapolaciones excesivas. Una enzima de hidrólisis no garantiza por sí misma aumento de rendimiento, tolerancia a salinidad, mayor clorofila o mejora de calidad. Lo que puede aportar es una vía de proceso para obtener un ingrediente orgánico soluble que, si se formula y aplica correctamente, puede participar en estrategias de nutrición, bioestimulación o manejo de estrés.

Aplicaciones industriales realistas

Producción de fertilizantes aminoácidos hidrosolubles

La aplicación principal es producir hidrolizados proteicos destinados a fertilizantes solubles en agua. En este caso, la enzima se incorpora a una etapa de transformación de proteína; después, el hidrolizado puede concentrarse, mezclarse con nutrientes, estabilizarse o convertirse en una presentación sólida soluble, según el diseño industrial y regulatorio del formulador.

El interés por fertilizantes solubles está ligado a la precisión de aplicación. En sistemas de riego tecnificado, la entrega de nutrientes disueltos permite ajustar el suministro durante etapas críticas del cultivo y reducir pérdidas cuando se integra con una estrategia de agua-fertilizante bien diseñada ^[2].

Ingredientes para fertirrigación y aplicación foliar

Los hidrolizados aminoacídicos pueden formularse para aplicaciones por fertirrigación, suelo o foliar, siempre que el producto terminado sea compatible con el equipo, el agua y los nutrientes acompañantes. La investigación en garbanzo muestra que los fertilizantes solubles aplicados foliarmente pueden influir en crecimiento, rendimiento y economía del cultivo bajo condiciones específicas, lo que respalda la importancia agronómica de soluciones fertilizantes bien diseñadas [15].

En aplicaciones foliares, la formulación final debe considerar humectación, fitotoxicidad, sales, pH, compatibilidad y condiciones ambientales de aplicación. La presencia de aminoácidos no elimina estos factores; simplemente añade una fracción orgánica nitrogenada que puede tener valor funcional si está bien integrada.

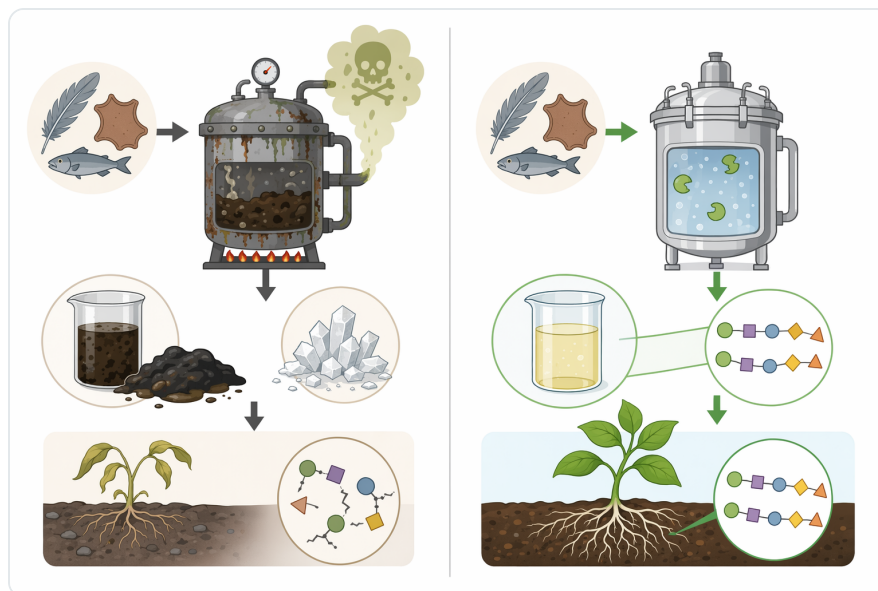


Figure 5. 무기염, 아미노산 성분, 촉매 효소, 휴믹 물질, 바이오차 개량제는 각각의 주요 기능과 작용 메커니즘이 다릅니다.

Valorización de residuos proteicos

La enzima puede formar parte de estrategias de economía circular para convertir subproductos proteicos en insumos agrícolas. La valorización de queratina, biomasa microalgal o residuos animales autorizados puede reducir desperdicio y generar fertilizantes orgánicos, pero requiere control de origen, composición y restricciones ambientales [4].

En microalgas, los esquemas de biorrefinería en cascada muestran cómo una misma biomasa puede fraccionarse para producir energía, fertilizantes y compuestos de mayor valor. La hidrólisis de proteínas puede encajar en esa lógica cuando se busca recuperar la fracción nitrogenada en forma más soluble y formulable [9].

Formulaciones con componentes húmicos, minerales o enmiendas

Los fertilizantes aminoacídicos rara vez operan solos en programas comerciales avanzados. Pueden combinarse con micronutrientes, ácidos húmicos, extractos orgánicos, enmiendas o fertilizantes minerales, siempre que la compatibilidad final sea adecuada. La evidencia en bambú lei con fertilizante hidrosoluble de ácido húmico sugiere que las formulaciones orgánicas solubles pueden modificar simultáneamente suelo, microbiota y producción, aunque el efecto depende del sistema completo [\[14\]](#).

En suelos salino-alcalinos, estudios con fertilizantes hidrosolubles y modificadores muestran que el enfoque integrado puede ser más relevante que un único ingrediente aislado. Para un formulador, esto implica que el hidrolizado aminoacídico debe diseñarse como parte de una arquitectura de producto: fuente de nitrógeno orgánico, acompañantes minerales, estabilidad, aplicación y objetivo agronómico [\[10\]](#).

Ventajas técnicas para el formulador

La primera ventaja es la mejora de manejo de materias primas proteicas. Una proteína intacta puede ser viscosa, insoluble, sedimentable o difícil de estandarizar; la hidrólisis puede convertirla en una mezcla más homogénea de fracciones solubles o dispersables, reduciendo problemas de formulación.

La segunda ventaja es la posibilidad de diseñar perfiles de nitrógeno orgánico diferenciados. Un fertilizante con aminoácidos libres, péptidos cortos y fracciones peptídicas mayores puede comportarse de forma distinta a una simple mezcla de sales minerales nitrogenadas. Esto puede ser relevante en productos orientados a fertirrigación, foliar, recuperación de estrés o nutrición complementaria.

La tercera ventaja es la valorización de subproductos. Muchas cadenas agroindustriales generan biomasa proteica que no se usa de manera eficiente; la hidrólisis enzimática puede convertir parte de esa biomasa en ingredientes agrícolas con mayor valor. Las revisiones sobre fertilizantes orgánicos derivados de pieles y residuos muestran, sin embargo, que la valorización debe equilibrar beneficios agronómicos con aspectos químicos, ambientales y regulatorios [\[8\]](#).

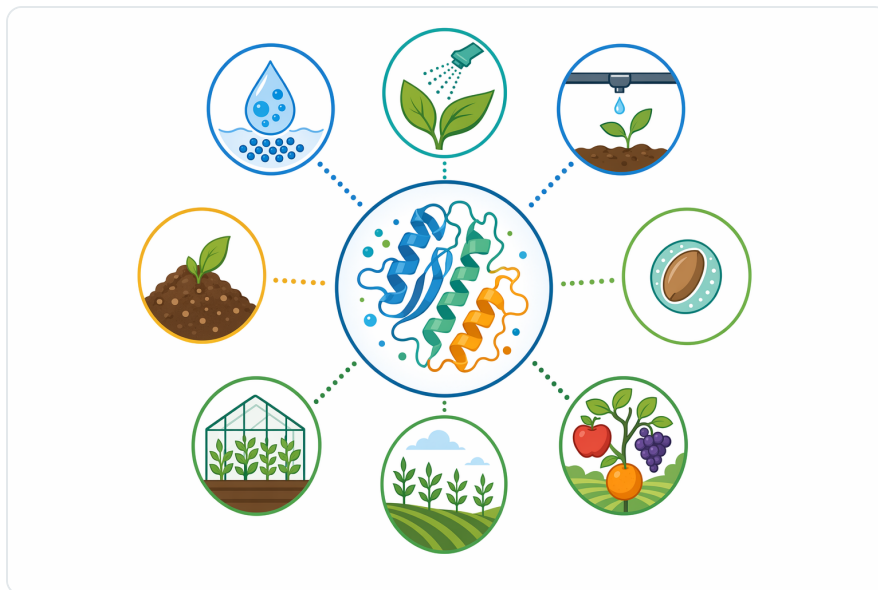


Figure 6. 이 효소는 수용성 가공, 아미노산 혼합물, 유기 원료의 고도화, 또는 시설 재배 환경의 영양 관리에서 유기 인 전환이 필요한 경우에 가장 적합합니다.

La cuarta ventaja es la flexibilidad de formulación. Un hidrolizado puede incorporarse a líquidos, secarse para obtener polvos solubles o usarse como base para mezclas con micronutrientes. Pero esa flexibilidad no es automática: depende de sólidos insolubles, sales, estabilidad, olor, viscosidad y compatibilidad con otros ingredientes.

Riesgos, límites y controles de interpretación

El principal riesgo técnico es sobreprometer efectos agronómicos. La enzima ayuda a fabricar un ingrediente; no reemplaza validación de campo del fertilizante terminado. Si el producto final se posiciona como bioestimulante, corrector nutricional o fertilizante orgánico, sus declaraciones deben basarse en datos de la formulación final y en la normativa aplicable.

Otro límite es la variabilidad de la materia prima. Dos lotes de subproducto proteico pueden diferir en proteína, grasa, cenizas, sales, humedad y contaminantes. La enzima puede actuar sobre enlaces peptídicos, pero no elimina por sí sola metales, exceso de sales, grasa oxidada ni restricciones legales de origen.

También debe considerarse el equilibrio entre solubilidad y estabilidad. Un hidrolizado muy soluble puede seguir presentando problemas de olor, color, espuma, precipitación al mezclar con minerales o degradación durante almacenamiento. En fertilizantes hidrosolubles, el desempeño real depende de la matriz completa, no solo de que la fracción proteica haya sido hidrolizada.

Finalmente, el resultado agronómico es contextual. Estudios sobre fertilizantes hidrosolubles en suelos salinos, foliares en leguminosas o combinaciones con componentes húmicos muestran respuestas bajo condiciones definidas, pero no permiten afirmar que todos los fertilizantes aminoacídicos funcionen igual en todos los cultivos ^[6].

Cómo encaja en compras profesionales a través de Enzymes.bio

Enzymes.bio suministra este tipo de enzima como producto profesional disponible para compra directa en línea. La presentación comercial indicada para el canal es de 1 kg, adecuada para usuarios B2B que necesitan incorporar una enzima de proceso sin recurrir a dinámicas de muestras, cotizaciones o pedidos mayoristas.

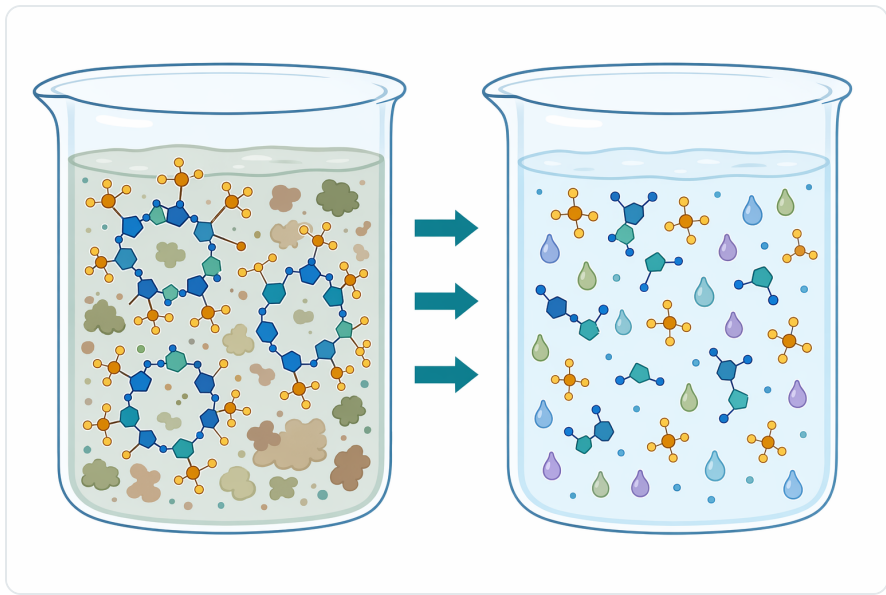


Figure 7. 효소 처리는 피트산을 함유한 혼합물을 더 작은 인 중간체와 방출된 인산염 쪽으로 전환합니다.

El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido. Esta documentación acompaña al producto adquirido y permite al usuario profesional integrar la enzima dentro de sus propios procedimientos internos de recepción, seguridad, almacenamiento y uso conforme a su aplicación prevista.

Es importante describir correctamente el papel de Enzymes.bio: proveedor en línea de enzimas, no fabricante ni laboratorio. La responsabilidad de diseñar, validar y registrar el fertilizante terminado corresponde al formulador o empresa que usa la enzima dentro de su proceso productivo.

Conclusión

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme es una herramienta de proceso para convertir proteínas en hidrolizados con péptidos y aminoácidos, útiles como ingredientes de fertilizantes aminoacídicos hidrosolubles. Su valor principal está en mejorar la transformación de materias primas proteicas, facilitar la solubilidad y ampliar las posibilidades de formulación para fertirrigación, aplicación foliar, productos orgánicos y estrategias de bioestimulación.

La base bioquímica es clara: la hidrólisis enzimática rompe enlaces peptídicos y modifica la distribución molecular de la proteína original. La base agronómica es prometedora pero dependiente del contexto: los fertilizantes hidrosolubles, los compuestos orgánicos solubles y las formulaciones con aminoácidos pueden influir en nutrición, suelo, estrés y calidad del cultivo, pero el efecto final debe atribuirse al fertilizante formulado y validado, no a la enzima aislada.

Para clientes profesionales, la forma más precisa de entender este producto es como un insumo B2B para fabricar fertilizantes aminoacídicos hidrosolubles a partir de materias primas proteicas. Comprado en línea en unidades de 1 kg a través de Enzymes.bio, con CoA y SDS incluidos con el pedido, ofrece una vía práctica para integrar hidrólisis enzimática en el desarrollo de fertilizantes orgánicos solubles y formulaciones agrícolas de mayor valor técnico.

Pedir Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme en línea

Se vende en unidades de 1 kg, en stock y listo para enviar. Haga su pedido directamente en nuestra tienda: pague en línea y procesaremos su pedido. Con cada pedido se incluyen un Certificado de Análisis y una Ficha de Datos de Seguridad.

[Comprar Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme →](#)

Referencias

Numeradas por orden de primera cita. Fuentes de acceso abierto, verificadas como disponibles en el momento de publicación; los números de cita en el texto enlazan aquí.

1. Popescu, V., Molea, A., Moldovan, M., Lopes, P. M., Moldovan, A. M., & Popescu, G. (2021). The Influence of Enzymatic Hydrolysis of Whey Proteins on the Properties of Gelatin-Whey Composite Hydrogels. *Materials*, 14.
2. Guo, Y., Zhang, M., Liu, Z., Zhao, C., Lu, H., Zheng, L., & Li, Y. C. (2020). Applying and Optimizing Water-Soluble, Slow-Release Nitrogen Fertilizers for Water-Saving Agriculture. *ACS Omega*, 5, 11342 - 11351.

3. Tashkandi, M., Jalal, R., Baz, L., Refai, M. Y., Shami, A., Ashy, R., Abuauf, H. W., ... et al. (2022). Functional Interpretation of Cross-Talking Pathways with Emphasis on Amino Acid Metabolism in Rhizosphere Microbiome of the Wild Plant *Moringa oleifera*. *Agriculture*.
4. Holkar, C., Jain, S. S., Jadhav, A., & Pinjari, D. (2017). Valorization of keratin based waste. *Process Safety and Environmental Protection*, 115, 85-98.
5. Singh, K., Kumar, S., & Kaur, C. (2020). Effect of Foliar Application of Water Soluble Fertilizers on Growth and Yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*.
6. Zhao, S., Liu, G., Xiong, J., Chang, D., Li, Y., Wang, W., Chang, H., ... et al. (2024). Evaluation of hydrochar-derived modifier and water-soluble fertilizer on saline soil improvement and pasture growth. *Scientific Reports*, 14.
7. Watanabe, M., Ohta, Y., Sun, L., Motoyama, N., & Kikuchi, J. (2015). Profiling contents of water-soluble metabolites and mineral nutrients to evaluate the effects of pesticides and organic and chemical fertilizers on tomato fruit quality. *Food Chemistry*, 169, 387-95 .
8. Ciavatta, C., Manoli, C., Cavani, L., Franceschi, C., & Sequi, P. (2012). Chromium-Containing Organic Fertilizers from Tanned Hides and Skins: A Review on Chemical, Environmental, Agronomical and Legislative Aspects. *Journal of Environmental Protection*, 03, 1532-1541.
9. Monlau, F., Suárez-Álvarez, S., Lallement, A., Vaca-Medina, G., Giacinti, G., Munarriz, M., Urreta, I., ... et al. (2021). A cascade biorefinery for the valorization of microalgal biomass: biodiesel, biogas, fertilizers and high valuable compounds. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, 59, 102433.
10. Zhao, S., Wang, D., Li, Y., Wang, W., Wang, J., Chang, H., & Yang, J. (2024). The effect of modifier and a water-soluble fertilizer on two forages grown in saline-alkaline soil. *PLoS ONE*, 19, e0299113 - e0299113.
11. Sánchez-Hernández, L., Serra, N. S., Marina, M., & Crego, A. L. (2013). Enantiomeric separation of free L- and D-amino acids in hydrolyzed protein fertilizers by capillary electrophoresis tandem mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 21, 5022-30 .
12. Hau, E., Huang, W., Huang, L., Zeng, X., Huang, Z., Dan, X., Fan, X., ... et al. (2025). Antidiabetic potential of buffalo milk casein hydrolysates through enzymatic hydrolysis and bioactive peptide identification as α -glucosidase inhibitors. *Food Chemistry*, 493 Pt 3, 145780 .
13. Arough, Y. K., Sharifi, R., Sedghi, M., & Barmaki, M. (2016). Effect of Zinc and Bio Fertilizers on Antioxidant Enzymes Activity, Chlorophyll Content, Soluble Sugars and Proline in Triticale Under Salinity Condition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj- napoca*, 44, 116-124.
14. Ni, H., Zhao, J., & Yang, Z. (2024). Effects of Compound Fertilizer Decrement and Water-Soluble Humic Acid Fertilizer Application on Soil Properties, Bacterial Community Structure, and Shoot Yield in Lei Bamboo (*Phyllostachys praecox*) Plantations in Subtropical China. *Forests*.
15. Mudalagiriappa, Ali, M., Ramachandrappa, B. K., Nagaraju, & Shankaralingappa, B. (2016). Effect of foliar application of water soluble fertilizers on growth, yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research*, 39, 610-613.

Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.

CORREO ELECTRÓNICO wholesale@enzymes.bio

TELÉFONO (EE. UU.) **+1 (507) 428-6057**

Contáctenos →



400+ Clientes B2B



60+ socios universitarios de investigación



54 atendidos en todo el mundo

© 2026 Enzymes.bio · Suministro de enzimas industriales y para procesamiento de alimentos · No apto para consumo humano ni venta minorista.