إنزيم Tannase لمعالجة التانينات في الشاي والمشروبات النباتية: آلية العمل والتطبيقات الصناعية

فريق الأبحاث في Enzymes.bio · ويلينغتون، نيوزيلندا · June 21, 2026

Tannase، أو **tannin acyl hydrolase**، هو إنزيم يحفّز تفكيك الروابط الإستيرية وروابط الديبسيد في التانينات القابلة للتحلل، ما يساعد على تحرير حمض الغاليك ومركبات أصغر من مواد نباتية غنية بالتانينات. لذلك يُستخدم في معالجة الشاي والمشروبات النباتية والعصائر، وفي إنتاج حمض الغاليك، وتقليل القابضية أو العكارة المرتبطة ببعض مركبات التانين، مع بقاء الأداء العملي مرتبطًا بنوع المادة الخام وتركيب التانينات فيها [1].

ما هو إنزيم Tannase؟

إنزيم **Tannase** هو محفّز حيوي متخصص في التعامل مع فئة محددة من البوليفينولات النباتية، خصوصًا **التانينات القابلة للتحلل** مثل الغالوتانينات وبعض البنى المرتبطة بحمض الغاليك. وظيفته الأساسية ليست "إزالة كل البوليفينولات"، بل قطع روابط كيميائية بعينها داخل التانين، وعلى رأسها الروابط الإستيرية وروابط الديبسيد، وهي الروابط التي تجعل وحدات الغالويل مرتبطة بسكريات أو بوحدات فينولية أخرى [2].

توجد التانينات طبيعيًا في الشاي، القشور النباتية، الرمان، الكاجو، العنب، السورغم، وبعض المخلفات الزراعية والغذائية. هذه المركبات قد تمنح المنتج النباتي خصائص مرغوبة مثل البنية الحسية واللون، لكنها قد تسبب أيضًا قابضية زائدة، عكارة، ترسبات، أو انخفاضًا في قابلية الاستفادة من بعض المكونات الغذائية بسبب ارتباطها بالبروتينات والمعادن أو تفاعلها مع مركبات أخرى في الوسط [3].

تُنتَج التانازات بحثيًا وصناعيًا من مصادر ميكروبية متعددة، خصوصًا الفطريات مثل أنواع **Aspergillus**، وكذلك بعض البكتيريا. وتُظهر الأدبيات أن مصدر الإنزيم يؤثر في خصائصه العامة وسلوكه في التطبيقات، لذلك لا ينبغي تعميم نتائج دراسة واحدة على كل منتجات التاناز التجارية، بل يجب فهمها بوصفها دليلًا على إمكانات العائلة الإنزيمية ككل [4].

آلية عمل Tannase: ماذا يحدث للتانينات؟

تعمل التانينات القابلة للتحلل كبُنى متعددة الوحدات، حيث ترتبط مجموعات الغالويل بسكر أو بوحدات فينولية عبر روابط قابلة للقطع إنزيميًا. عند إضافة **Tannase** إلى وسط يحتوي على هذه البنى، يقوم الإنزيم بتحفيز التحلل المائي لهذه الروابط، فتتفكك الجزيئات الكبيرة نسبيًا إلى نواتج أصغر، أهمها حمض الغاليك وسكريات أو مركبات فينولية أقل تعقيدًا بحسب تركيب التانين الأصلي [1].

هذه الآلية تفسّر أثر التاناز في المشروبات النباتية. فالقابضية والعكارة لا تنتجان من "وجود التانين" فقط، بل من طريقة تفاعله مع البروتينات والكافيين والسكريات والمركبات الفينولية الأخرى. عندما يغيّر التاناز حجم الجزيئات التانينية وبنيتها، فإنه قد يقلل قدرتها على تكوين معقّدات غير مرغوبة أو ترسبات، أو يخفف إدراك القابضية في بعض المنتجات [2].

لكن حدود الآلية مهمة بقدر أهميتها. فالتاناز لا يعمل بنفس الكفاءة على كل أشكال التانين؛ فالتانينات المكثفة، مثل بعض البروأنثوسيانيدينات، لا تُعامل دائمًا كركائز مباشرة بالقدر نفسه الذي تُعامل به الغالوتانينات القابلة للتحلل. لذلك تكون أفضل نتائجه عندما يكون الحمل التانيني في المادة الخام غنيًا بروابط قابلة للتحلل المائي، وليس عندما تكون المشكلة مرتبطة بكل البوليفينولات بصورة عامة [3].

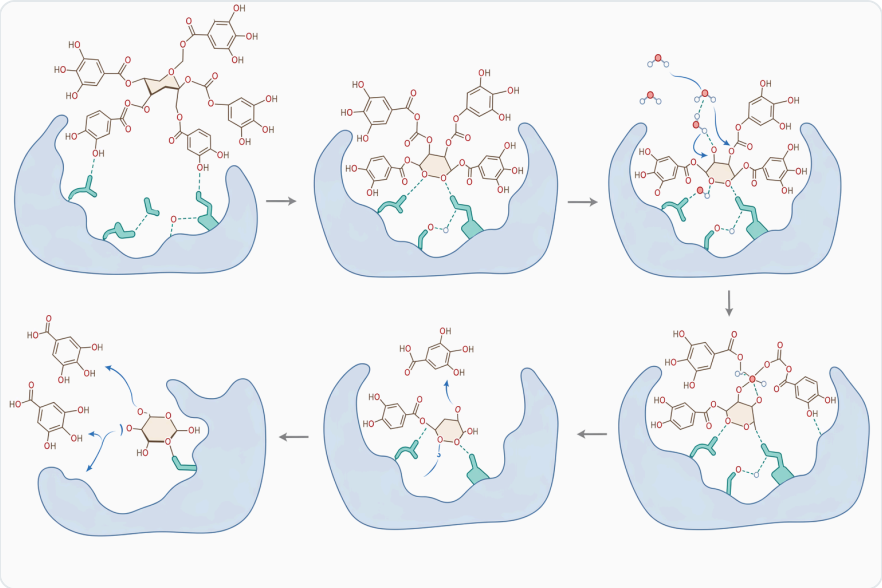

Figure 1. 탄나아제는 큰 가수분해성 탄닌과 갈레이트 에스터를 갈산과 같은 더 작은 페놀성 화합물로 전환하여 불용성 복합체를 형성하려는 경향을 줄인 .다

لماذا يهتم مصنعو الأغذية والمشروبات بإنزيم Tannase؟

في صناعة الأغذية والمشروبات، تكمن قيمة **Tannase enzyme** في أنه يقدّم وسيلة انتقائية نسبيًا لتعديل مكوّن كيميائي مؤثر دون اللجوء دائمًا إلى معالجة قاسية أو تغييرات كبيرة في الوصفة. فهو لا يضيف نكهة بذاته، بل يغيّر بعض المركبات المسؤولة عن القابضية أو الترسيب أو صعوبة الاستخلاص، وهو ما يجعله مفيدًا في المنتجات النباتية الغنية بالتانينات [2].

توضح مراجعات تطبيقات التاناز أن الإنزيم ارتبط تاريخيًا بتطبيقات في الشاي، العصائر، البيرة، النبيذ، إنتاج حمض الغاليك، وتحسين التعامل مع مواد نباتية ثانوية. هذه التطبيقات لا تعني أن التاناز حل واحد لكل المنتجات، لكنها تُظهر أن نقطة قوته الأساسية هي التحكم في التانينات القابلة للتحلل عندما تكون هذه المركبات عاملًا محددًا للجودة أو القيمة [1].

كما أن الاهتمام بالتاناز تزايد مع توجه الصناعات إلى الاستفادة من القشور والمخلفات النباتية الغنية بالبوليفينولات. فالمادة التي كانت تُعد صعبة المعالجة بسبب محتواها التانيني قد تصبح مصدرًا لمركبات نافعة أو مكوّنًا غذائيًا أكثر قابلية للاستخدام عندما تُعالج بإنزيم قادر على تفكيك جزء من بنيتها الفينولية [4].

تطبيق Tannase في الشاي: تقليل العكارة وترسبات "Tea Cream"

يُعد الشاي أحد أكثر التطبيقات وضوحًا لإنزيم **Tannase**. ففي مستخلصات الشاي، قد تظهر ظاهرة تُعرف عادة باسم **tea cream**، وهي ترسب أو عكارة ترتبط بتفاعلات مركبات فينولية مع الكافيين ومكوّنات أخرى، خصوصًا بعد التبريد أو أثناء التخزين. دراسات حديثة على مستخلصات الشاي الأسود التركي المدعومة بالموجات فوق الصوتية بحثت أثر إضافة التاناز في كمية هذه الترسبات ومحتوى الكاتيكينات، ما يوضح أن الإنزيم يُدرس كأداة مباشرة لمعالجة هذا النوع من مشكلات الجودة [5].

في الشاي الأخضر أيضًا، دُرس استخدام التاناز لتقليل العكارة وتكوّن الترسبات في مستخلصات محضّرة بمساعدة الموجات فوق الصوتية. قيمة هذه الدراسات ليست في إثبات أن كل شاي سيستجيب بالطريقة نفسها، بل في إظهار أن تعديل المركبات التانينية والغالويلية يمكن أن يكون مسارًا عمليًا لتحسين صفاء بعض مستخلصات الشاي أو استقرارها [6].

تطبيق التاناز في الشاي لا يعني إزالة الشخصية الفينولية للمشروب. الشاي يعتمد في هويته على البوليفينولات، لذلك يكون الهدف الصناعي عادةً هو **التحكم الجزئي** في التفاعلات التي تسبب القابضية الزائدة أو الترسيب، لا القضاء على كل المركبات المسؤولة عن الطعم واللون. ولهذا السبب يعتمد نجاح التطبيق على المادة الخام، درجة استخلاصها، نوع الشاي، والتوازن المطلوب بين الصفاء والنكهة [7].

العصائر والمشروبات النباتية: من الكاجو إلى المنتجات الغنية بالبوليفينولات

في العصائر النباتية، قد تؤدي التانينات إلى طعم قابض، لون غير مستقر، أو عكارة يصعب التحكم فيها بالترشيح وحده. بحثت دراسة عن عصير تفاح الكاجو كفاءة إنزيم التاناز في تفكيك التانين ضمن نموذج تحسين للمعالجة، ما يبرز أهمية الإنزيم في عصائر تحتوي بطبيعتها على حمل تانيني مؤثر في القبول الحسي والاستقرار [8].

Figure 2. 탄나아제는 펙틴, 단백질, 셀룰로오스 또는 전분이 아니라 탄닌의 에스터 결합과 depside 결합을 표적으로 한다는 점에서 펙티나아제, 프로테아제, 셀룰라아제, 아밀라아제와 구별된다.

تختلف العصائر عن الشاي في أنها تحتوي غالبًا على سكريات وأحماض عضوية وبكتين ومركبات عطرية وبروتينات نباتية بكميات متفاوتة. لذلك قد يكون التاناز جزءًا من معالجة أوسع، وليس الخطوة الوحيدة. عندما تكون العكارة ناتجة أساسًا من البكتين، على سبيل المثال، لن يكون التاناز بديلًا مباشرًا لإنزيمات البكتين؛ أما عندما يكون جزء مهم من المشكلة مرتبطًا بالتانينات القابلة للتحلل، فتصبح له قيمة أوضح [2].

يظهر دور التاناز أيضًا في المشروبات المخمرة أو شبه المخمرة التي تتأثر بالتوازن بين البوليفينولات والبروتينات والمعادن. المراجعات الصناعية تذكر ارتباط التاناز بتطبيقات في البيرة وبعض المنتجات الشبيهة بالنبيذ، لكن الاستخدام المهني يحتاج إلى فهم مصفوفة المنتج؛ لأن تعديل التانينات قد يؤثر في الصفاء والقابضية، وربما في الإحساس العام بالبنية الحسية [1].

إنتاج حمض الغاليك والتحويل الحيوي للمواد النباتية

أحد التطبيقات الكلاسيكية لإنزيم **Tannase** هو إنتاج **حمض الغاليك** من التانينات القابلة للتحلل. عند قطع روابط الغالويل في الغالوتانينات، يتحرر حمض الغاليك باعتباره ناتجًا مباشرًا، وهذا يفسر اهتمام الصناعات الكيميائية والغذائية والصيدلانية بالتاناز كأداة تحويل حيوي أكثر انتقائية من بعض المعالجات الكيميائية التقليدية [3].

تكمن أهمية هذا التطبيق في أنه يحوّل مادة نباتية معقدة إلى مركب أكثر تعريفًا. فبدل التعامل مع القشور أو المخلفات الغنية بالتانينات باعتبارها عبئًا أو مادة منخفضة القيمة، يمكن توجيهها نحو مسار يعطي نواتج قابلة للاستخدام في سلاسل قيمة متعددة. وتناقش مراجعات المعالجة الأولية واللاحقة للتاناز هذه الفكرة ضمن إطار أوسع يشمل إنتاج الإنزيم، استرجاعه، واستخدامه في تحويل ركائز نباتية غنية بالتانين [4].

مع ذلك، لا يكفي وجود التانين في المادة الخام لضمان كفاءة عالية في إنتاج حمض الغاليك. يجب أن يكون نوع التانين مناسبًا، وأن تكون البنية قابلة للوصول الإنزيمي. فالقشرة النباتية أو المستخلص الخام قد يحتويان على ألياف، دهون، بروتينات، أو مركبات مثبطة تؤثر في التفاعل، ولهذا تختلف قابلية التحويل من مصدر نباتي إلى آخر [1].

الأعلاف: تقليل أثر التانينات في مكونات نباتية محددة

في الأعلاف، تُعرف التانينات بأنها مركبات قد ترتبط بالبروتينات وتؤثر في الاستساغة أو الهضم، لكنها ليست دائمًا "ضارة" بصورة مطلقة؛ فالأثر يعتمد على النوع والتركيز والنظام الغذائي والحيوان المستهدف. لذلك يُستخدم التاناز بحثيًا كوسيلة لتقليل أثر التانينات في مواد نباتية محددة، وليس كإضافة عامة تصلح لكل علائق الأعلاف [3].

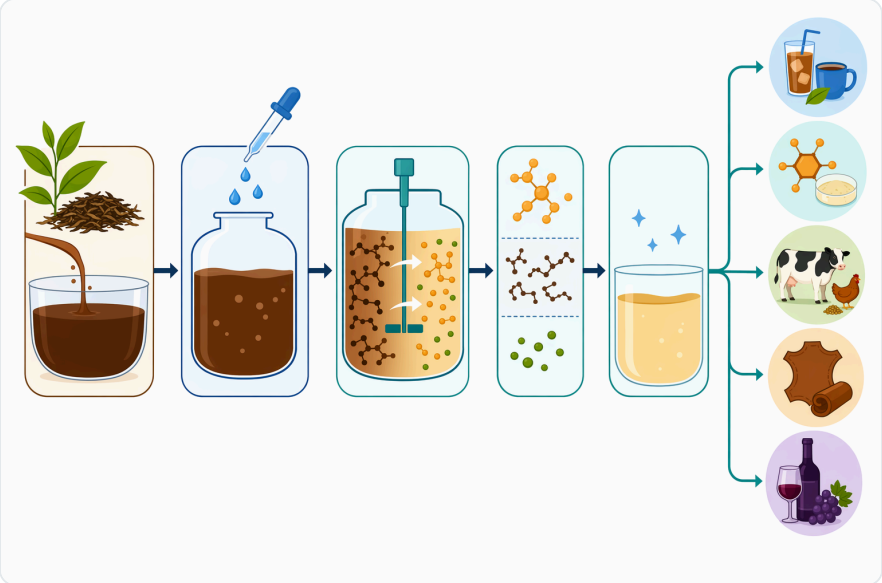

Figure 3. 차 가공에서 탄나아제는 후속 분리 공정 전에 차 폴리페놀의 갈로일기를 제거하여 티 크림, 혼탁 및 저온 불용성을 줄인다.

أظهرت دراسة على ماعز دمشقية حلوب تتغذى على علائق تحتوي على قشر الرمان اهتمامًا بتقييم تاناز مطوّر من **Aspergillus terreus** مقارنة بتاناز تجاري في سياق علفي غني بالتانينات. أهمية هذه الدراسة أنها تربط التاناز بمواد ثانوية نباتية شائعة في التغذية الحيوانية، لكنها تبقى مرتبطة بنوع الحيوان، وتركيبة العليقة، ومصدر التانين المستخدم [9].

كما دُرس استخدام التاناز في علائق دجاج التسمين المعتمدة على السورغم الأحمر والأبيض، وهي مواد قد تختلف في محتواها من المركبات الفينولية والتانينية. هذه الأدبيات تدعم فكرة أن التاناز قد يساعد في إدارة المكونات النباتية الغنية بالتانينات، لكنها لا تعني أن النتيجة موحدة في كل الأنواع أو المراحل الإنتاجية [10].

المعالجة البيئية والمخلفات الغنية بالتانينات

بعيدًا عن الأغذية والأعلاف، تظهر للتاناز أهمية في معالجة المخلفات الغنية بالتانينات، مثل بعض مخلفات الصناعات النباتية أو الدباغة. التانينات في هذه المخلفات قد ترفع العبء العضوي، وتؤثر في التحلل الحيوي، وتشكّل معقّدات مع بروتينات أو معادن، لذلك يمكن أن يكون تفكيكها خطوة مفيدة ضمن منظومة معالجة أوسع [11].

درست أبحاث حديثة تطبيقات معالجة حيوية لتاناز من فطر أسكوميستي في التعامل مع التانينات وبعض جوانب المخلفات الملوثة. مثل هذه النتائج تشير إلى إمكانات بيئية واعدة، لكنها لا تجعل الإنزيم حلًا منفردًا لكل ملوثات المخلفات الصناعية؛ فالمعادن والمواد العضوية الأخرى قد تحتاج إلى امتزاز أو فصل أو معالجة حيوية متعددة الخطوات [11].

في هذا المجال تحديدًا، ينبغي النظر إلى التاناز كجزء من **استراتيجية معالجة** لا كمادة نهائية بحد ذاتها. نجاحه يعتمد على طبيعة المخلف، نوع التانينات، وجود مثبطات، وترتيب خطوات المعالجة. وبذلك تكون الأدبيات البيئية مفيدة لتحديد الإمكانات، لكنها لا تختصر الحاجة إلى تصميم عملية مناسب لكل حالة [4].

جدول مقارنة: أين يضيف Tannase قيمة عملية؟

مجال التطبيق	المشكلة العملية المرتبطة بالتانينات	دور Tannase المحتمل	قوة الدليل من الأدبيات
الشاي الأسود والأخضر	عكارة، ترسبات، قابضية زائدة في بعض المستخلصات	تعديل التانينات ومشتقات الغالويل لتقليل تكوّن الترسبات وتحسين الصفاء	دراسات تطبيقية حديثة ومراجعات غذائية [5]
العصائر النباتية	طعم قابض أو حمل تانيني يؤثر في الاستقرار	تفكيك جزء من التانينات القابلة للتحلل وتحسين قابلية المعالجة	دراسة تطبيقية على عصير تفاح الكاجو ومراجعات غذائية [8]
إنتاج حمض الغاليك	الحاجة إلى تحويل ركائز غنية بالغالوتانينات	تحرير حمض الغاليك عبر التحلل المائي للروابط المناسبة	أساس إنزيمي قوي ومذكور في مراجعات متعددة [1]
الأعلاف النباتية	ارتباط التانينات بالبروتينات وتأثيرها في الاستفادة الغذائية	تقليل أثر بعض التانينات في مواد مثل قشر الرمان أو السورغم	دراسات علفية محددة وليست قابلة للتعميم الكامل [9]
المخلفات الصناعية أو الزراعية	حمل تانيني يصعب التحلل أو يسبب أثرًا بيئيًا	إدخال الإنزيم ضمن نظام معالجة حيوية أو تحويل حيوي	أدلة واعدة مرتبطة بتصميم العملية [11]

مصادر Tannase: فطريات، بكتيريا، ونطاق واسع من الخصائص

تؤكد الأدبيات أن التاناز ليس منتجًا واحدًا بخصائص ثابتة، بل عائلة من الإنزيمات التي تختلف تبعًا للمصدر الحيوي وبنية البروتين ووسط الإنتاج. الفطريات، خصوصًا أنواع **Aspergillus**، حظيت باهتمام واسع بسبب قدرتها على إنتاج تانازات ذات قيمة في التطبيقات الغذائية والصناعية [3].

Figure 4. 탄나아제의 활용은 가수분해성 탄닌이나 갈로일화 화합물이 혼탁, 침전, 떫은맛, 항영양 효과 또는 갈산 수율을 좌우하는 분야에서 특히 두드러 .진다

على سبيل المثال، درست أبحاث تانازًا معزولًا من **Aspergillus nomius** بحري، وناقشت تنقيته وتوصيفه وتطبيقاته المحتملة. مثل هذه الدراسات تعكس تنوع المصادر الفطرية، كما توضح أن بيئات غير تقليدية، مثل العزلات البحرية، قد تكون مصدرًا لإنزيمات ذات خصائص مختلفة عن المصادر الشائعة [12].

في المقابل، توجد تانازات بكتيرية أيضًا. دُرس تاناز من **Enterobacter cloacae** من حيث التنقية والخصائص والإمكانات التقنية الحيوية، كما ظهرت دراسات أحدث على بكتيريا أخرى مثل **Enterobacter hormaechei**. هذه الأعمال لا تعني أن كل تاناز بكتيري أفضل أو أسوأ من الفطري، بل تؤكد أن اختيار الإنزيم يعتمد على التطبيق والخصائص المطلوبة [13].

وتتوسع الأبحاث كذلك نحو مصادر بيئية جديدة، مثل الفطريات الداخلية في نباتات المانغروف، بحثًا عن منتجين جدد للتاناز. هذا الاتجاه مهم صناعيًا لأنه قد يفتح المجال لإنزيمات أكثر ملاءمة لركائز أو أوساط معينة، لكنه يبقى مجالًا بحثيًا يحتاج إلى تقييم تطبيقي قبل تحويله إلى استخدام تجاري واسع [14].

الإنزيمات الحرة والمثبتة: ماذا تضيف تقنيات التثبيت؟

في بعض التطبيقات، لا يُستخدم التاناز كإنزيم حر فقط، بل قد يُثبَّت على مواد حاملة لإعادة الاستخدام أو لتحسين الثبات التشغيلي. درست أبحاث حديثة بناء محفز نانوي حيوي يعتمد على أكسيد غرافين مغناطيسي وبوليمر مع تاناز مثبت، بهدف تعزيز ثبات الإنزيم وكفاءة تحويل التانينات [15].

هذه التقنيات مهمة في المصانع التي تفكر في عمليات مستمرة أو شبه مستمرة، حيث يصبح فصل الإنزيم وإعادة استخدامه عاملًا اقتصاديًا. لكن التثبيت ليس مطلوبًا في كل تطبيق؛ فبعض عمليات الأغذية والمشروبات تعمل بمنطق جرعة إنزيمية تُضاف ضمن خطوة معالجة محددة، بينما تحتاج عمليات التحويل الحيوي أو المعالجة البيئية إلى استراتيجيات مختلفة [15].

من المهم هنا عدم الخلط بين البحث في التثبيت وبين مواصفات المنتج التجاري المتاح. فالدراسات التي تستخدم مواد حاملة متقدمة تثبت إمكانات تقنية معينة، لكنها لا تعني أن كل منتج تاناز في السوق مثبت أو مصمم بالطريقة نفسها. لذلك يجب قراءة هذه الأبحاث بوصفها اتجاهًا تقنيًا، لا وصفًا تلقائيًا لأي منتج بعينه [4].

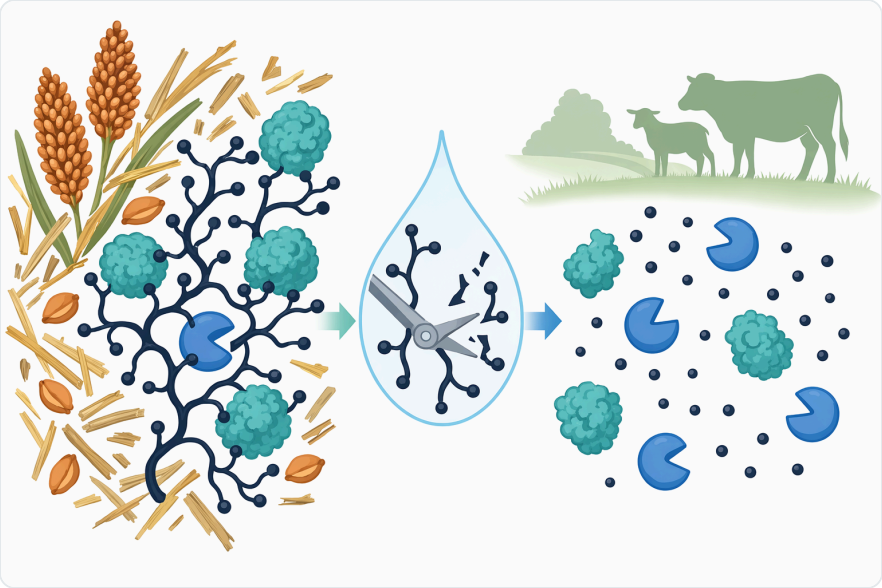

Figure 5. 사료 처리에서 탄나아제는 가수분해성 탄닌 구조를 분해하여 탄닌이 단백질과 소화효소에 결합하는 것을 줄인다.

السلامة والاستخدام الغذائي: تقييم مرتبط بالمنتج والسلالة

عند استخدام أي إنزيم في الغذاء، لا تُقيَّم السلامة بناءً على اسم الإنزيم فقط. فالتقييم يرتبط بمصدر الكائن المنتج، نقاء التحضير، بقايا عملية الإنتاج، وطبيعة الاستخدام المقصود. لذلك فإن وجود دراسات سلامة على تاناز معين لا يعني تلقائيًا أن كل التانازات متطابقة من حيث الوضع التنظيمي أو حدود الاستخدام [16].

توضح دراسة تقييم سلامة حديثة لإنزيم تاناز غذائي من سلالة **Aspergillus sp. TAN 206** غير معدلة وراثيًا أن تقييم الإنزيمات الغذائية يتم على مستوى السلالة والتحضير المحدد. هذه النقطة مهمة للعملاء الصناعيين لأنها تفصل بين المعرفة العامة بآلية التاناز وبين المتطلبات التنظيمية الخاصة بكل منتج وسوق [16].

في التطبيقات غير الغذائية، مثل معالجة المخلفات أو التحويل الحيوي، تختلف اعتبارات السلامة والترخيص عن الأغذية. ومع ذلك تبقى وثائق مثل **SDS** ضرورية لفهم التعامل الآمن، التخزين، السيطرة على الغبار أو التعرض المهني، وإجراءات السلامة العامة المرتبطة بالإنزيمات البروتينية .

حدود الأداء: لماذا تختلف النتائج بين مادة وأخرى؟

أكثر خطأ شائع في فهم **Tannase** هو افتراض أنه يعالج كل مشكلات اللون، المرارة، أو العكارة في المنتجات النباتية. الواقع أن الإنزيم يعمل على روابط محددة؛ فإذا كانت المشكلة ناتجة من بروتينات، بكتين، نشا، زيوت، أو بوليفينولات غير قابلة للتحلل بالتاناز، فقد يكون أثره محدودًا أو يحتاج إلى دمجه مع خطوات أخرى [2].

حتى داخل فئة التانينات نفسها، تختلف البنية الكيميائية باختلاف النبات والصنف وطريقة الاستخلاص والمعالجة الحرارية والتخزين. لذلك قد يستجيب مستخلص شاي معين بوضوح، بينما يستجيب عصير أو قشرة نباتية بدرجة أقل. هذا لا ينتقص من قيمة الإنزيم، بل يوضح أنه أداة انتقائية يجب ربطها بتركيب الركيزة [1].

كذلك يمكن أن تؤثر مكونات الوسط في الوصول إلى الركيزة. وجود ألياف كثيفة، بروتينات مترسبة، أملاح، أو مركبات فينولية مؤكسدة قد يغير حركة الإنزيم أو يحد من ملامسته للروابط المستهدفة. ولهذا السبب تركز الأدبيات على تكامل التاناز مع تصميم العملية، وليس على الإنزيم وحده [4].

كيف يندرج منتج Enzymes.bio ضمن هذا السياق؟

توفّر **Enzymes.bio** إنزيم **Tannase** كمورّد عبر الإنترنت، وليست جهة مصنّعة ولا مختبر تطوير أو اختبار. لذلك تهدف هذه الوثيقة إلى شرح الأساس العلمي والتطبيقات العامة للإنزيم بلغة تقنية موثوقة، دون الادعاء بأن Enzymes.bio تنتج الإنزيم داخليًا أو تطوّر سلالاته أو تجري توصيفه البحثي .

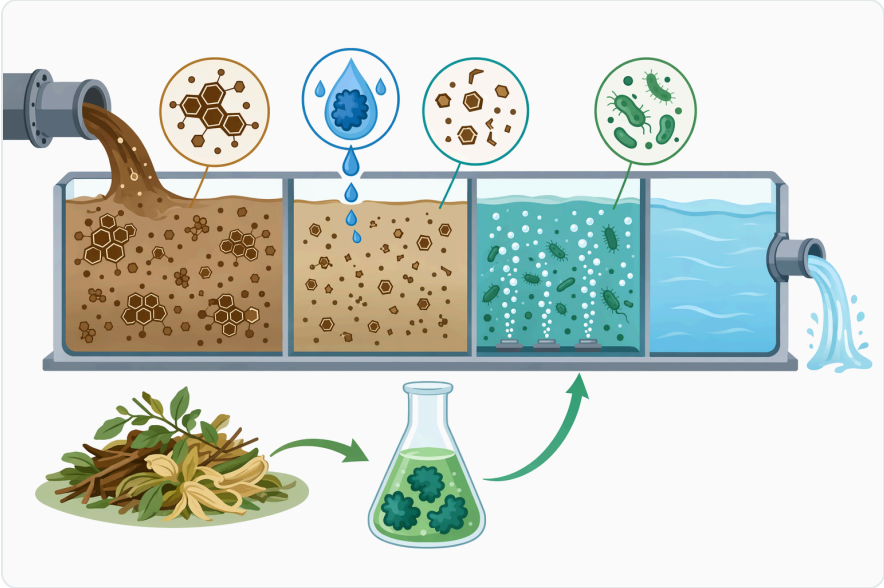

Figure 6. 탄나아제는 복합 탄닌을 더 작은 분자로 분해함으로써 더 넓은 범위의 폐수 처리 및 순환 가공 시스템에서 기능할 수 있다.

المنتج متاح للشراء المباشر عبر الإنترنت بوحدة **1kg**، وتُرفق مع الطلب وثائق داعمة مثل **CoA** و **SDS**. تساعد شهادة التحليل ونشرة بيانات السلامة في التعرف على المنتج والتعامل معه مهنيًا، بينما تبقى ملاءمة الإنزيم لأي تطبيق مرتبطة بطبيعة المادة الخام والهدف من المعالجة .

ينبغي قراءة أي استخدام مقترح للتاناز في ضوء الأدبيات المنشورة: الأساس الإنزيمي لتحلل التانينات القابلة للتحلل قوي، وتطبيقات الشاي والمشروبات مدعومة بدراسات ومراجعات، أما الأعلاف والمعالجة البيئية والتحويل الحيوي فتحتاج إلى تفسير أكثر ارتباطًا بالسياق. بهذه الطريقة يُنظر إلى **Tannase enzyme powder** كأداة إنزيمية متخصصة، لا كحل عام لكل مشكلات البوليفينولات [1].

الخلاصة التقنية

إنزيم **Tannase** يضيف قيمة عندما تكون التانينات القابلة للتحلل عاملًا مؤثرًا في المنتج أو العملية. فهو يقطع الروابط الإستيرية وروابط الديبسيد في ركائز مثل الغالوتانينات، ويحرر حمض الغاليك ومركبات أصغر، ما يفسر استخدامه في تحسين صفاء الشاي، تقليل بعض الترسبات، معالجة عصائر غنية بالتانين، وإنتاج مركبات ذات قيمة مضافة [2].

تدعمه أدبيات واسعة في الأغذية والمشروبات، مع أدلة تطبيقية حديثة في الشاي الأسود والأخضر وعصير تفاح الكاجو، إضافة إلى دراسات في الأعلاف والمخلفات البيئية. ومع ذلك، يظل نجاحه العملي مشروطًا بنوع التانين، مصفوفة المنتج، وهدف المعالجة، لأن التاناز إنزيم انتقائي وليس مزيلًا شاملًا لكل البوليفينولات [8].

بالنسبة للعميل الصناعي أو المهني، أفضل فهم للتاناز هو اعتباره أداة لتحويل أو تعديل جزء محدد من الكيمياء النباتية. وعند توفيره من Enzymes.bio، يأتي المنتج ضمن نموذج توريد مباشر عبر الإنترنت مع وثائق CoA وSDS، بينما تبقى قرارات التطبيق مرتبطة بتقييم المادة الخام والعملية المقصودة، لا بادعاءات عامة غير محددة .

اطلب Tannase عبر الإنترنت

يُباع بوحدة 1 kg، وهو متوفر في المخزون وجاهز للشحن. اطلب مباشرة من متجرنا — ادفع عبر الإنترنت وسنعالج طلبك. تُرفق شهادة التحليل ونشرة بيانات السلامة مع كل طلب.

اشترِ Tannase →

المراجع

مرقّمة حسب ترتيب أول اقتباس. مصادر مفتوحة الوصول، تم التحقق من إتاحتها عند النشر؛ وترتبط أرقام الاستشهاد في النص هنا.

1. Tripathi, A., & Lakshmi, B. (2021). A Review on Tannase and its Applications. *Journal of Microbiology and Related Research*.
2. Kumar, S. S., Sreekumar, R., & Sabu, A. (2018). Tannase and Its Applications in Food Processing. *Energy, Environment, and Sustainability*.
3. Dhiman, S., Mukherjee, G., Kumar, A., Mukherjee, P., Verekar, S., & Deshmukh, S. (2017). Fungal Tannase: Recent Advances and Industrial Applications.
4. Rodríguez-Durán, L. V., Valdivia-Urdiales, B., Contreras-Esquivel, J., Rodríguez-Herrera, R., & Aguilar, C. N. (2011). Novel Strategies for Upstream and Downstream Processing of Tannin Acyl Hydrolase. *Enzyme Research*, 2011.
5. YÜCEL, E. E., & Kaya, C. (2023). Ultrasound-Assisted Turkish Black Tea Extracts: Effect of Tannase Enzyme Supplementation on Amount of Tea Cream and Catechins. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*.
6. Esin, E. (2024). Reduction Of Turbidity And Cream Formatıon In Ultrasound-Assisted Turkish Green Tea Extracts: Application Of Tannase Enzyme. *Cukurova University, Agriculture Faculty*.
7. Shao, Y., Zhang, Y., Zhang, F., Yang, Q., Weng, H., Xiao, Q., & Xiao, A. (2020). Thermostable Tannase from Aspergillus Niger and Its Application in the Enzymatic Extraction of Green Tea. *Molecules*, 25.
8. Abdullah, S., Pradhan, R., Aflah, M., & Mishra, S. (2020). Efficiency of tannase enzyme for degradation of tannin from cashew apple juice: Modeling and optimization of process using artificial neural network and response surface methodology. *Journal of Food Process Engineering*, 43.
9. Azzaz, H., Kholif, A., Tawab, A. M. A. E., Khattab, M., Murad, H., & Olafadehan, O. (2020). A newly developed tannase enzyme from Aspergillus terreus versus commercial tannase in the diet of lactating Damascus goats fed diet containing pomegranate peel. *Livestock Science*, 241, 104228.
10. Obadimu, A. O., Jegede, A., Opowoye, I., Mafimidiwo, A. N., & Williams, G. A. (2024). Haematological, Serum biochemical indices and lipid profile of finisher broiler chickens fed red and white sorghum based diets, supplemented with tannase enzyme. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*.

11. Al-rawi, J. M., & ABDUL-HADI, S. (2025). Evaluation of some bioremediation applications of Tannase enzyme purified from ascomycete fungus Helvella bachu. *Journal of Rafidain Environment*.

12. Farag, A., Hassan, S., El-Says, A. M., & Ghanem, K. (2018). Purification, Characterization and Application of Tannase Enzyme Isolated from Marine Aspergillus nomius GWA5. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.

13. R.K, G., Krishnamurthy, M., Neelamegam, R., Shyu, D., Muthukalingan, K., & Nagarajan, K. (2019). Purification, structural characterization and biotechnological potential of tannase enzyme produced by Enterobacter cloacae strain 41. *Process Biochemistry*.

14. Kushwaha, V., Patil, J. R., Nikalje, G., & Yadav, L. S. (2025). Exploration of Mangrove Endophytes as Novel Sources of Tannase Producing Fungi. *Journal of Fungi*, 11.

15. Huan, W., Liu, B., Liu, P., Gao, F., Zhang, Y., Li, L., Li, J., ... et al. (2022). Construction of a Tannase-Immobilized Magnetic Graphene Oxide/Polymer Nanobiocatalyst with Enhanced Enzyme Stability for High-Efficiency Transformation of Tannins. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*.

16. Zorn, H., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Catania, F., Gadermaier, G., Greiner, R., Mayo, B., ... et al. (2025). Safety evaluation of the food enzyme tannase from the non-genetically modified Aspergillus sp. strain TAN 206. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 23.

تواصل مع Enzymes.bio

هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

البريد الإلكتروني **wholesale@enzymes.bio** الهاتف (الولايات المتحدة) **+1 (507) 428-6057**

تواصل معنا →

400+ عملاء B2B **60+** شركاء بحثيون جامعيون **54** نخدم العملاء حول العالم

© 2026 Enzymes.bio · توريد إنزيمات صناعية & لمعالجة الأغذية · غير مخصص للاستهلاك البشري أو البيع بالتجزئة.