

Transglutaminase per carne, latticini, plant-based, bakery e film proteici: meccanismo, applicazioni e uso B2B

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

La **transglutaminase** è un enzima che modifica le proteine formando legami covalenti tra residui di glutammina e lisina; per questo viene usata per migliorare coesione, texture, viscosità, gelificazione e ritenzione d'acqua in alimenti ricchi di proteine. Nelle applicazioni alimentari è nota soprattutto come **microbial transglutaminase** o **m-transglutaminase**, talvolta cercata come “transglutaminase meat glue” o “colla per carne”, ma il suo impiego tecnico riguarda anche prodotti lattiero-caseari, alternative vegetali, proteine isolate, idrolizzati e materiali di confezionamento edibili ^[1].

Enzymes.bio fornisce transglutaminase per acquisto online in unità da **1 kg**. Enzymes.bio è un fornitore, non un produttore né un laboratorio; **CoA** e **SDS** sono forniti insieme all'ordine.

Che cos'è la transglutaminase e perché interessa l'industria alimentare

La transglutaminase è una famiglia di enzimi capaci di catalizzare reazioni di reticolazione proteica. In ambito alimentare, l'interesse principale riguarda la **microbial transglutaminase**: una forma impiegata per modificare reti proteiche in carne, pesce, latte, yogurt, formaggi, prodotti vegetali e sistemi proteici ricostituiti. Le rassegne recenti sull'enzima descrivono la transglutaminase microbica come uno strumento biotecnologico rilevante per l'industria alimentare, con applicazioni legate alla strutturazione, alla modifica funzionale delle proteine e alla qualità sensoriale dei prodotti trasformati ^[2].

Dal punto di vista formulativo, la transglutaminase non “aggiunge” una struttura esterna come farebbe un idrocolloide gelificante; lavora invece sulle proteine già presenti o aggiunte alla ricetta. La sua efficacia dipende quindi dalla natura della matrice proteica: proteine miofibrillari della carne, caseine e sieroproteine, proteine di legumi, arachidi, soia, quinoa o altri isolati vegetali possono rispondere in modo diverso perché presentano diversa accessibilità dei gruppi reattivi, diverso stato di denaturazione e diversa interazione con acqua, sali, grassi e altri ingredienti ^[1].

Nel linguaggio commerciale, la transglutaminase meat glue è associata soprattutto alla coesione di carne e pesce; in italiano compaiono spesso ricerche come “**m transglutaminase colla per carne in quali alimenti si trova**” o “**m-transglutaminase colla per carne**”. Questa definizione è riduttiva: la “colla” non è un adesivo sintetico, ma una reazione enzimatica su proteine alimentari. La stessa chimica di reticolazione è studiata anche in proteine vegetali, lattiero-casearie e film commestibili a base proteica [3].

La transglutaminase reaction: il meccanismo di reticolazione proteica

La **transglutaminase reaction** più importante per le applicazioni alimentari è la formazione di legami covalenti tra gruppi presenti in residui di **glutamina** e **lisina**. Il risultato è una rete proteica più connessa: le catene proteiche vengono collegate tra loro o all’interno della stessa molecola, modificando proprietà come rigidità, elasticità, viscosità, capacità di gelificare, stabilità al taglio e ritenzione d’acqua [1].

Per capire il meccanismo senza banalizzarlo, è utile immaginare una matrice alimentare come un insieme di catene proteiche disperse in acqua, grassi e altri componenti. Prima della reazione, le catene possono interagire tramite legami idrogeno, interazioni idrofobiche, ponti salini o intrappolamento fisico; queste interazioni possono essere sufficienti in alcune ricette, ma spesso sono sensibili a temperatura, taglio meccanico o variazioni di pH. La transglutaminase introduce invece collegamenti covalenti più stabili, rendendo la rete meno dipendente dalle sole interazioni deboli [2].

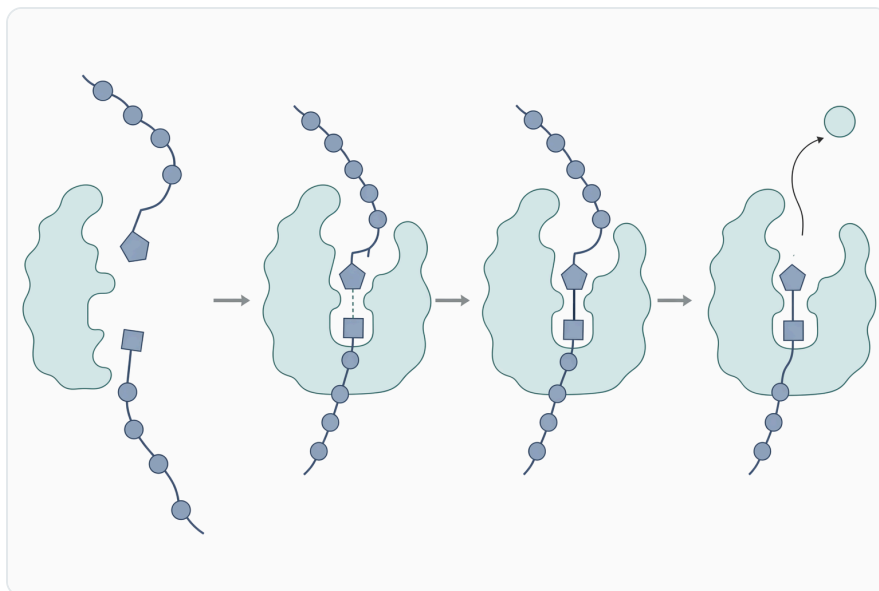


Figure 1. 트랜스글루타미나아제는 단백질에 결합된 글루타민 잔기와 라이신 잔기 같은 아민 공여체 사이에 공유 가교 결합을 촉매한다.

L'effetto tecnologico non è identico in tutte le matrici. In un prodotto a base di carne, la reticolazione può aumentare la coesione tra frammenti muscolari e migliorare la tenuta al taglio; in uno yogurt può contribuire a un gel più corposo; in un isolato proteico vegetale può cambiare solubilità, emulsione e struttura; in un film proteico può modificare resistenza meccanica e comportamento all'umidità. Questa variabilità è coerente con il fatto che l'enzima agisce sulla conformazione e sulla disponibilità dei siti proteici, non su un singolo parametro universale ^[4].

Transglutaminase microbica, mTG e differenze rispetto alle transglutaminasi umane

La sigla **mTG** o **m-transglutaminase** viene usata per indicare la transglutaminase microbica impiegata in applicazioni alimentari. Le rassegne su biosintesi e applicazione alimentare della microbial transglutaminase la distinguono dalle transglutaminasi presenti negli organismi superiori, pur condividendo il principio generale della reticolazione proteica ^[1].

Nel corpo umano esistono diverse transglutaminasi con funzioni biologiche specifiche. La letteratura sulla barriera cutanea, per esempio, descrive la reticolazione mediata da transglutaminasi in proteine dell'involucro corneo; studi su proteine small proline-rich e su SKALP/elafin mostrano che la transglutaminase può partecipare a reti proteiche della pelle, un contesto completamente diverso dall'uso alimentare della mTG ^{[5][6]}. Il termine **epidermal transglutaminase** si riferisce quindi a un ambito biologico e dermatologico, non alla transglutaminase microbica usata come ingrediente tecnologico.

Questa distinzione è importante anche per le ricerche su **anti transglutaminase antibodies**, **anti transglutaminase IgA**, **anti-transglutaminase IgA** e **transglutaminase IgA**. Tali espressioni sono comunemente associate al contesto clinico della risposta immunitaria, in particolare alle indagini su autoanticorpi contro transglutaminasi tissutale. Non vanno confuse con la funzione tecnologica della microbial transglutaminase in un alimento trasformato, anche se la letteratura discute possibili interazioni tra mTG, immunogenicità e celiachia ^[7].

Applicazioni principali: dove si usa la m-transglutaminase e perché

La domanda "**m-transglutaminase colla per carne in quali alimenti si trova**" nasce perché il primo utilizzo noto al pubblico riguarda carne e prodotti ricomposti. Tuttavia, la letteratura tecnica e scientifica descrive applicazioni molto più ampie: prodotti carnei e ittici, yogurt e altri latticini, proteine vegetali, idrolizzati, film commestibili e sistemi proteici funzionalizzati ^[8].

Area applicativa	Substrato proteico prevalente	Effetto tecnologico atteso	Aspetto da controllare nel processo
Carne, pollame, pesce	Proteine miofibrillari e sarcoplasmatiche	Coesione, porzionabilità, compattezza, minore perdita di liquidi	Distribuzione uniforme e adeguata interazione enzima-proteina
Yogurt e latticini	Caseine e sieroproteine	Gel più stabile, viscosità, corpo, riduzione di sineresi in specifiche formulazioni	Compatibilità con fermentazione, trattamento termico e composizione del latte
Prodotti plant-based	Proteine di soia, legumi, arachidi, quinoa e miscele	Texture, masticabilità, emulsione, struttura più coesa	Accessibilità delle proteine e bilanciamento con acqua, grassi e fibre
Idrolizzati proteici	Peptidi e proteine parzialmente idrolizzate	Modifica di proprietà sensoriali e funzionali	Possibile impatto su amarezza, aroma e comportamento in soluzione
Film edibili e packaging proteico	Proteine isolate, miscela proteina-polisaccaride	Migliore integrità della rete filmogena	Equilibrio tra resistenza, flessibilità e barriera all'umidità

Carne, pesce e prodotti ricomposti

Nella carne e nel pesce, la transglutaminase viene impiegata per aumentare la coesione tra superfici proteiche, frammenti o porzioni irregolari. La reticolazione consente di ottenere una massa più continua e tagliabile, migliorando l'integrità strutturale prima e dopo la cottura. Per questo motivo l'enzima è noto come **transglutaminase meat** o "meat glue", ma il meccanismo resta biochimico: la matrice diventa più coesa perché le proteine vengono collegate covalentemente ^[2].

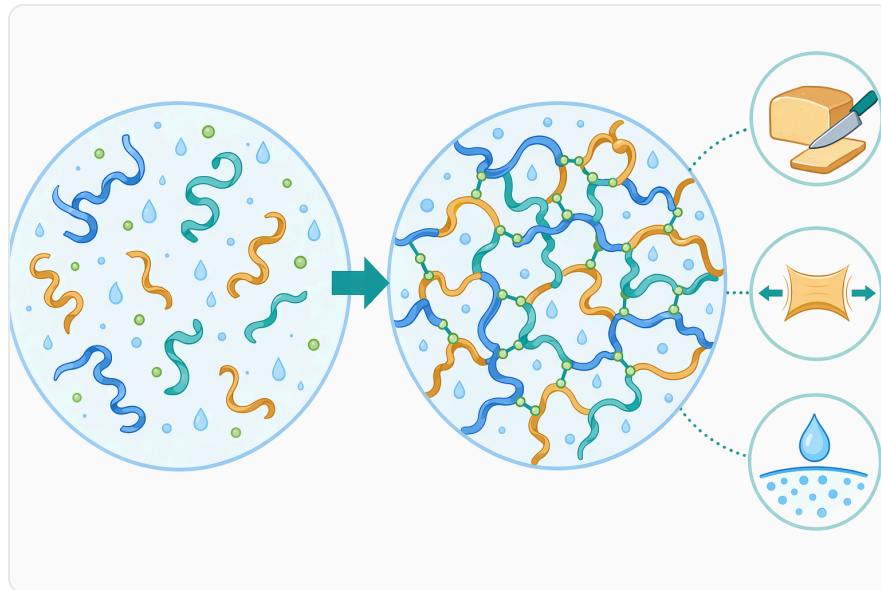


Figure 2. 단백질 가교 결합은 느슨한 단백질 집합체를 물리적 거동이 다른, 더 응집력 있는 식품 매트릭스로 전환한다.

L'effetto è particolarmente rilevante quando la materia prima presenta variabilità naturale: ritagli, porzioni di forma irregolare, muscoli con diverso contenuto connettivale o preparazioni miscelate con acqua, sale e altri ingredienti. La transglutaminase può aiutare a standardizzare consistenza e porzionabilità, ma non compensa materie prime inadatte, contaminazione microbiologica, scarsa igiene o processo termico non controllato. L'uso corretto richiede che l'enzima sia inserito in un processo alimentare validato e conforme alla normativa applicabile [8].

Latticini, yogurt e formaggi

Nei sistemi lattiero-caseari, la transglutaminase interagisce con caseine e sieroproteine, contribuendo alla formazione di reti più strutturate. Studi specifici sulla reticolazione delle proteine del latte indicano un impatto sulle proprietà del gel dello yogurt, un'applicazione in cui viscosità, corpo e stabilità sono attributi sensoriali e tecnologici centrali [9].

Nel caso dello yogurt, la rete proteica deve trattenere fase acquosa e mantenere un profilo sensoriale gradevole durante conservazione e distribuzione. La reticolazione può supportare un gel più compatto o più viscoso, a seconda della formulazione e del processo. Non è però un sostituto della qualità del latte, del controllo della fermentazione o dell'equilibrio tra proteine, grassi e solidi totali: è uno strumento di modifica proteica che agisce in combinazione con questi fattori [9].

Nei formaggi e in altri latticini, l'interesse tecnologico riguarda resa, consistenza e comportamento della matrice proteica. La letteratura sull'impiego alimentare della microbial transglutaminase include prodotti lattiero-caseari tra le principali aree di applicazione, ma l'effetto varia con il tipo di prodotto, il

trattamento termico precedente, la disponibilità delle sieroproteine e le condizioni di processo [1].

Alternative vegetali e proteine plant-based

Le applicazioni plant-based sono tra le più interessanti perché molte proteine vegetali hanno struttura, solubilità e comportamento gelificante diversi dalle proteine animali. In burger vegetali, polpette, salsicce vegetali, prodotti fermentati plant-based e analoghi lattiero-caseari, la sfida è ottenere una texture coerente senza creare una matrice gommosa, friabile o acquosa. La transglutaminase può contribuire alla coesione proteica quando la formulazione contiene substrati accessibili e ben dispersi [4].

Uno studio su isolato proteico di fagiolo nero riscaldato ha valutato l'effetto della reticolazione con transglutaminase su struttura e prestazioni emulsionanti. Questo è rilevante perché molti prodotti vegetali non richiedono solo "compattezza": devono anche stabilizzare grassi, trattenere acqua e mantenere una sensazione in bocca gradevole. La reticolazione può modificare l'architettura proteica e quindi influenzare la capacità della matrice di emulsionare e stabilizzare la fase lipidica [4].

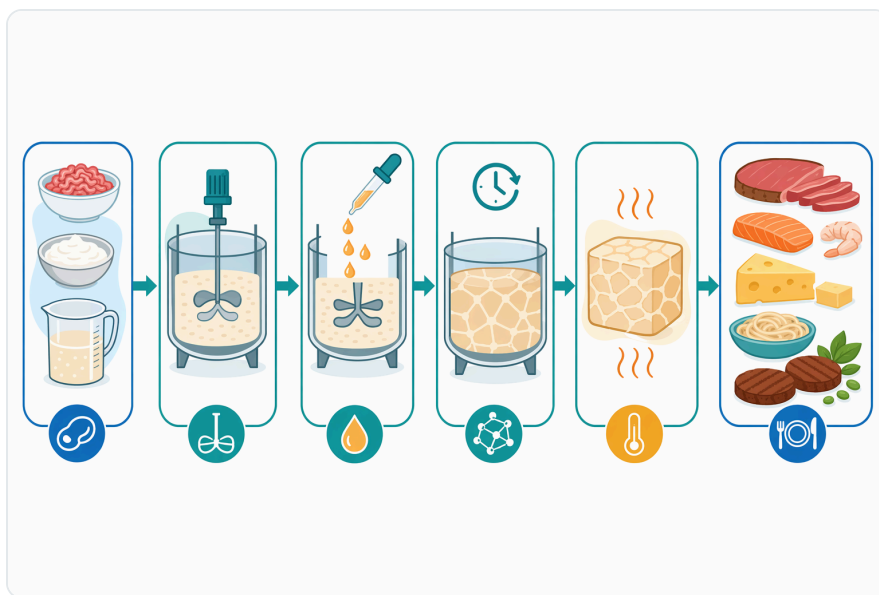


Figure 3. 육류 결착에는 노출된 살코기 단백질 표면, 효소의 균일한 분포, 밀착, 반응 시간, 그리고 제품에 적합한 이후의 취급 또는 가열 조리가 필요하다.

Anche le proteine di arachide sono state studiate in combinazione con microfluidizzazione e reticolazione enzimatica. Le ricerche su isolati proteici di arachide e sulle frazioni arachina/conaracchina mostrano che trattamenti fisici e transglutaminase possono modificare proprietà conformazionali e funzionali; questo conferma che il risultato dipende non solo dall'enzima, ma anche dallo stato fisico delle proteine prima della reazione [10][11].

Idrolizzati proteici, sapore e funzionalità

Gli idrolizzati proteici sono usati per ragioni nutrizionali, funzionali o sensoriali, ma possono presentare problemi di amarezza, solubilità, interazione con aromi e stabilità. La transglutaminase può modificare peptidi e proteine parzialmente idrolizzate, alterando dimensione apparente, interazioni e proprietà sensoriali. Uno studio sugli idrolizzati di proteine del siero ha esaminato cambiamenti fisico-chimici e amarezza dopo reticolazione con transglutaminase, indicando che l'effetto sensoriale è un tema tecnico da considerare, non un dettaglio secondario ^[12].

Un altro lavoro ha valutato l'effetto della reticolazione su prodotti della reazione di Maillard ottenuti da idrolizzati di proteine di soia, con attenzione alle caratteristiche sensoriali e alle attività antiossidanti. Questo mostra che la transglutaminase può entrare anche in sistemi complessi dove reticolazione proteica, prodotti di imbrunimento, aroma e funzionalità antiossidante interagiscono tra loro ^[13].

Film edibili e packaging proteico

Oltre agli alimenti in senso stretto, la transglutaminase è studiata per film proteici e materiali edibili. Una rassegna sui film da packaging alimentare a base proteica reticolati con transglutaminase descrive l'enzima come strumento per migliorare reti filmogene, con potenziale impatto su proprietà meccaniche e funzionali del materiale ^[3].

Uno studio su isolati proteici di quinoa miscelati con chitosano ha valutato l'effetto della reticolazione sulla proprietà fisico-chimiche di film edibili. In questi sistemi, la reazione non mira a migliorare "masticabilità", ma a ottenere una matrice continua, sufficientemente resistente e compatibile con l'applicazione alimentare. La logica resta la stessa: collegare proteine per modificare il comportamento macroscopico del materiale ^[14].

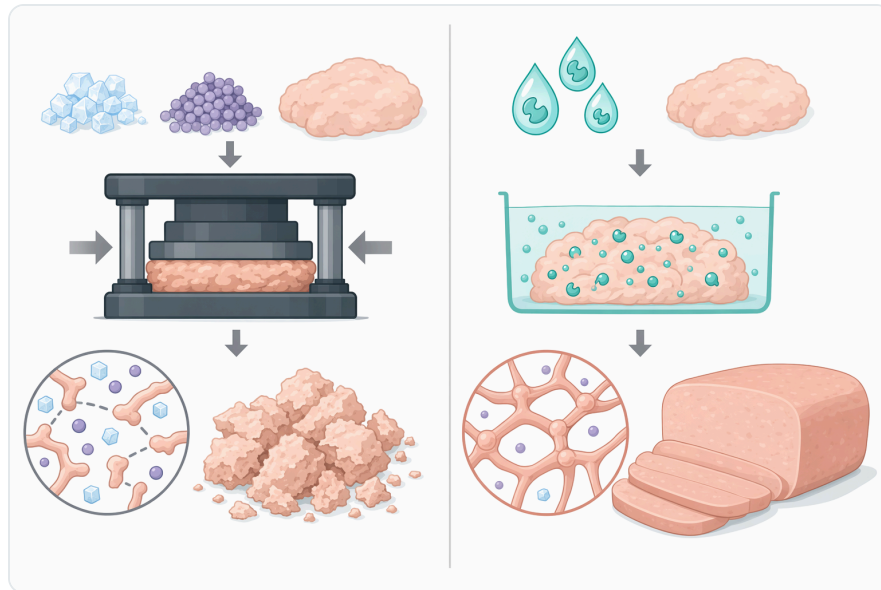


Figure 4. 유제품 시스템에서 트랜스글루타미나아제는 눈에 보이는 표면 접촉 제처럼 작용하기보다 단백질 네트워크의 연결성을 변화시킨다.

Variabili che determinano la performance nella formulazione

La prima variabile è la **disponibilità delle proteine**. Una ricetta con proteine poco solubili, aggregate in modo eccessivo o schermate da grassi e fibre può rispondere in modo diverso rispetto a una dispersione proteica ben idratata. Nei sistemi vegetali, la fonte proteica e i pretrattamenti incidono fortemente sulla conformazione, come mostrano gli studi che combinano microfluidizzazione e reticolazione enzimatica in isolati di arachide ^[10].

La seconda variabile è la **distribuzione dell'enzima**. La reticolazione avviene dove enzima e substrato entrano in contatto; una dispersione non uniforme può generare zone troppo compatte e zone deboli. Questo aspetto è evidente nei prodotti ricomposti, ma vale anche per yogurt, analoghi vegetali e film proteici: la qualità della miscelazione condiziona la regolarità della rete finale ^[2].

La terza variabile è il **tempo di interazione** prima che il processo venga stabilizzato da raffreddamento, cottura, fermentazione, trattamento termico o altre fasi. La reazione deve essere integrata nella sequenza produttiva: se la struttura si forma troppo poco, l'effetto è insufficiente; se la rete diventa eccessiva per quel prodotto, la texture può risultare troppo rigida o elastica. La letteratura applicativa sulla microbial transglutaminase sottolinea infatti che l'enzima va considerato in relazione al processo alimentare complessivo ^[1].

La quarta variabile è la **composizione della matrice**: acqua, sale, pH, grassi, zuccheri, fibre, polisaccaridi, proteine native o denaturate e ingredienti funzionali possono modificare accessibilità e mobilità delle proteine. Nei film di quinoa con chitosano, per esempio, la presenza di un polisaccaride

cationico entra nel comportamento fisico-chimico del sistema, mostrando che la transglutaminase non lavora in isolamento ma in una rete multicomponente [14].

Benefici tecnici per operatori B2B

Per un operatore B2B, il primo beneficio è il **controllo della texture**. La transglutaminase può aiutare a trasformare una matrice fragile, friabile o poco coesa in un sistema più continuo e resistente, con effetti su taglio, morso, viscosità, gelificazione e stabilità durante manipolazione o cottura. Le rassegne sull'innovazione alimentare con microbial transglutaminase collegano il successo applicativo proprio alla capacità di tradurre la reticolazione proteica in attributi percepibili dal consumatore [7].

Il secondo beneficio è la **valorizzazione delle proteine esistenti**. Invece di aumentare semplicemente la quantità di stabilizzanti, la transglutaminase sfrutta le proteine presenti nella ricetta. Questo può essere utile in carne e pesce ricomposti, ma anche nei sistemi plant-based in cui il costo, il profilo sensoriale e la lista ingredienti dipendono fortemente dal modo in cui proteine, acqua e grassi vengono organizzati [4].

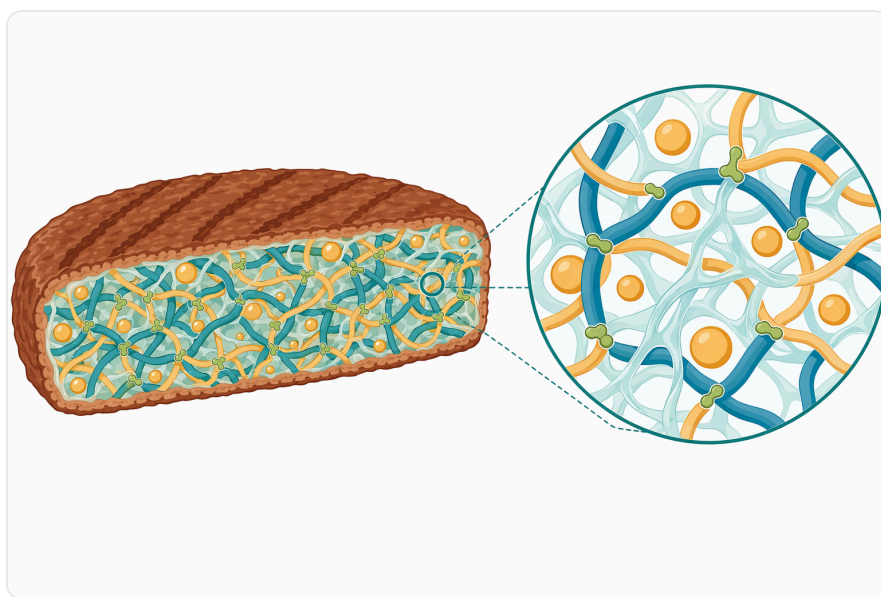


Figure 5. 식물성 고기 대체품은 식감을 형성하고 형태 유지력을 높이기 위해 효소적 단백질 가교 결합을 다른 구조화 시스템과 함께 사용할 수 있다.

Il terzo beneficio è la **stabilità della matrice**. In yogurt, film proteici e prodotti ricostituiti, la reticolazione può contribuire a una rete meno soggetta a separazione, collasso o perdita di liquidi. Gli studi sullo yogurt e sui film edibili mostrano due esempi molto diversi dello stesso principio: una rete proteica più connessa modifica il comportamento macroscopico del prodotto finito [9][3].

Il quarto beneficio è la **flessibilità applicativa**. La transglutaminase non appartiene a una sola categoria alimentare: viene studiata in proteine animali, vegetali, idrolizzati, sistemi emulsificati e materiali commestibili. Questa versatilità non significa che il risultato sia automatico, ma rende l'enzima adatto a progetti di formulazione in cui la proteina è il principale elemento strutturale ^[2].

Transglutaminase, intolleranza, anticorpi e comunicazione corretta

Le ricerche online su “**m transglutaminase intolleranza**”, “**m-transglutaminase intolleranza**” e “**m-transglutaminase colla per carne intolleranza**” riflettono un tema reale: alcuni consumatori associano l'enzima a celiachia, sensibilità alimentari o immunogenicità. Una rassegna critica ha discusso la microbial transglutaminase come additivo o coadiuvante di processo nei prodotti trasformati, segnalando interrogativi su possibili effetti immunologici e sulla relazione con la celiachia ^[7].

È importante formulare il tema con precisione. Gli **anti transglutaminase antibodies** e gli **anti transglutaminase IgA** sono marcatori discussi in ambito clinico, ma non indicano automaticamente una reazione verso ogni transglutaminase alimentare né sostituiscono una valutazione medica. Dal punto di vista di un produttore alimentare, la questione pratica è gestire correttamente normativa, etichettatura, destinazione d'uso, allergeni della matrice e comunicazione al consumatore, evitando affermazioni salutistiche non supportate ^[7].

La transglutaminase non elimina allergeni e non rende “sicuro” un alimento per soggetti allergici o celiaci. Se la matrice contiene glutine, latte, soia, arachide, pesce o altri allergeni, questi restano temi separati dalla funzione enzimatica. La reticolazione può modificare struttura e proprietà delle proteine, ma non deve essere presentata come trattamento di detossificazione o riduzione del rischio immunologico senza evidenze specifiche per il prodotto e per il contesto normativo ^[7].

Regolatorio, qualità documentale e ruolo di Enzymes.bio

La transglutaminase può essere considerata ingrediente, additivo o coadiuvante tecnologico a seconda della giurisdizione, della categoria alimentare, della funzione e del modo in cui viene impiegata. Le rassegne sull'uso alimentare della microbial transglutaminase riportano che il suo inquadramento regolatorio e la sua accettazione dipendono dal contesto, quindi l'operatore deve applicare le regole del mercato di destinazione e della specifica categoria di prodotto ^[8].

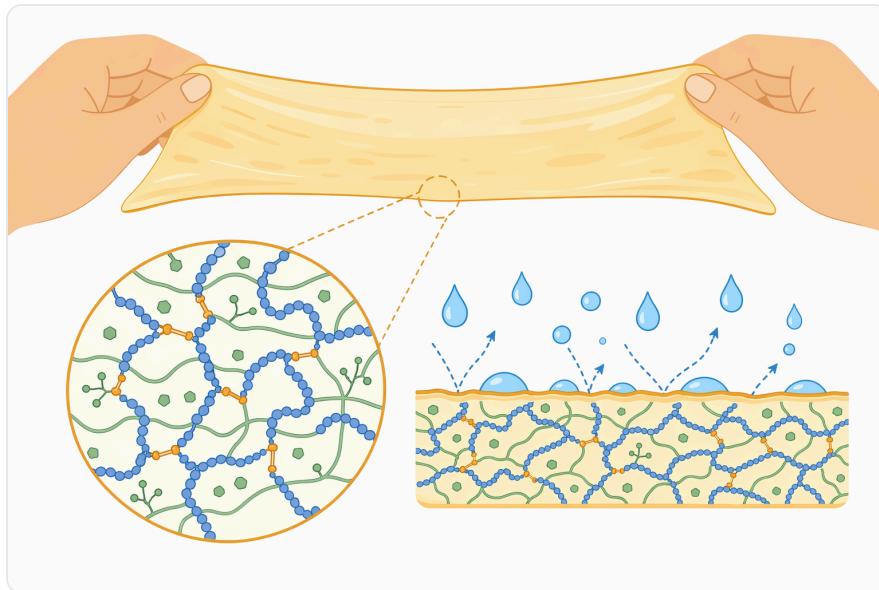


Figure 6. 가교 결합은 단백질 기반 식용 필름을 더 촘촘히 연결되게 하고, 기계적 강도를 높이며, 급격한 수분 변화에 덜 민감하게 만들 수 있다.

Enzymes.bio fornisce il prodotto per acquisto diretto online in unità da **1 kg**. Non è un produttore e non è un laboratorio; per questo la comunicazione corretta è quella di un fornitore B2B che rende disponibile l'enzima e la documentazione associata all'ordine. Il **certificato di analisi CoA** e la **scheda di dati di sicurezza SDS** accompagnano l'ordine, così l'acquirente dispone dei documenti relativi al lotto consegnato.

In un contesto tecnico B2B, è utile distinguere tra tre livelli: il meccanismo biochimico dell'enzima, l'effetto formulativo nel prodotto reale e la conformità regolatoria del mercato. La transglutaminase ha una base scientifica solida come enzima di reticolazione proteica; tuttavia, la performance in una ricetta specifica e la correttezza dell'impiego commerciale dipendono dal processo, dalla matrice alimentare e dalle regole applicabili ^[1].

Conclusion

La **transglutaminase** è uno strumento di modifica proteica utile quando l'obiettivo è ottenere maggiore coesione, texture più controllata, gelificazione, viscosità, ritenzione d'acqua o stabilità strutturale. La sua azione deriva dalla formazione di legami covalenti tra residui proteici, un meccanismo che spiega l'interesse per carne, pesce, yogurt, formaggi, alternative vegetali, idrolizzati e film edibili ^[2].

L'enzima non è una soluzione universale: funziona in modo diverso a seconda della fonte proteica, della dispersione, del processo, della composizione della ricetta e dell'obiettivo sensoriale. Le evidenze disponibili mostrano applicazioni convincenti in proteine del latte, proteine vegetali come fagiolo nero,

arachide e quinoa, idrolizzati di siero e soia, oltre a materiali proteici per packaging alimentare [\[4\]\[10\]\[9\]](#).

Per gli acquirenti B2B, il punto chiave è usare la m-transglutaminase come tecnologia di formulazione responsabile: efficace quando la matrice proteica è adatta, da valutare nel contesto normativo corretto e da comunicare senza confondere l'impiego alimentare con temi clinici come anti-transglutaminase IgA o transglutaminasi epidermiche. Enzymes.bio fornisce transglutaminase online in unità da 1 kg, con CoA e SDS inclusi nell'ordine.

Ordina Transglutaminase online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

[Acquista Transglutaminase →](#)

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Akbari, M., Razavi, S., & Kieliszek, M. (2021). Recent advances in microbial transglutaminase biosynthesis and its application in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 110, 458-469.
2. Kolotylo, V., Piwowarek, K., & Kieliszek, M. (2023). Microbiological transglutaminase: Biotechnological application in the food industry. *Open Life Sciences*, 18.
3. Zhang, W., Hedayati, S., Tarahi, M., Karaça, A. C., Hadidi, M., Assadpour, E., & Jafari, S. (2023). Advances in transglutaminase cross-linked protein-based food packaging films; a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 127399 .
4. San, Y., Xing, Y., Li, B., & Zheng, L. (2024). Effect of transglutaminase cross-linking on the structure and emulsification performance of heated black bean protein isolate. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
5. Candi, E., Tarcsa, E., Idler, W., Kartasova, T., Marekov, L., & Steinert, P. (1999). Transglutaminase Cross-linking Properties of the Small Proline-rich 1 Family of Cornified Cell Envelope Proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 274, 7226 - 7237.
6. Molhuizen, H., Alkemade, H., Zeeuwen, P., Jongh, G. J., Wieringa, B., & Schalkwijk, J. (1993). SKALP/elafin: an elastase inhibitor from cultured human keratinocytes. Purification, cDNA sequence, and evidence for transglutaminase cross-linking. *Journal of Biological Chemistry*, 268 16, 12028-32 .
7. Miwa, N. (2020). Innovation in the food industry using microbial transglutaminase: Keys to success and future prospects. *Analytical Biochemistry*, 113638 .

8. Багрянцева, О. В., Хотимченко, С. А., Шевелева, С. А., Минаева, Л. П., & Семенова, П. А. (2021). About using transglutaminase enzyme in the food industry. *Food processing industry*.
9. Bönisch, M. P., Huss, M., Weitzl, K., & Kulozik, U. (2007). Transglutaminase cross-linking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties. *International Dairy Journal*, 17, 1360-1371.
10. Hu, X., Zhao, M., Sun, W., Zhao, G., & Ren, J. (2011). Effects of microfluidization treatment and transglutaminase cross-linking on physicochemical, functional, and conformational properties of peanut protein isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 16, 8886-94 .
11. Hu, X., Amakye, W., Pei-He, Wang, M., & Ren, J. (2021). Effects of microfluidization and transglutaminase cross-linking on the conformations and functional properties of arachin and conarachin in peanut. *LWT*.
12. Carvalho, N. C., Pessato, T. B., Negrão, F., Eberlin, M., Behrens, J., Zollner, R. L., & Netto, F. (2019). Physicochemical changes and bitterness of whey protein hydrolysates after transglutaminase cross-linking. *LWT*.
13. Song, N., Tan, C., Huang, M., Liu, P., Eric, K., Zhang, X., Xia, S., ... et al. (2013). Transglutaminase cross-linking effect on sensory characteristics and antioxidant activities of Maillard reaction products from soybean protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 136 1, 144-51 .
14. Escamilla-García, M., Delgado-Sánchez, L., Ríos-Romo, R. A., García-Almendárez, B., Calderón-Domínguez, G., Méndez-Méndez, J., Amaro-Reyes, A., ... et al. (2019). Effect of Transglutaminase Cross-Linking in Protein Isolates from a Mixture of Two Quinoa Varieties with Chitosan on the Physicochemical Properties of Edible Films. *Coatings*.

Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.


EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Contattaci →](#)

 **400+** Clienti B2B

 **60+** partner di ricerca universitari

 **54** serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.