

# Neutral Cellulase cho giặt denim: enzyme xử lý bề mặt trong quy trình denim washing

Nhóm Nghiên cứu Enzymes.bio · Wellington, New Zealand · June 20, 2026

**Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process** là enzyme cellulase hoạt động trong vùng gần trung tính, được dùng để xử lý bề mặt denim cotton nhằm tạo hiệu ứng bạc màu, giảm xù lông, làm mềm tay vải và hỗ trợ biostoning/biopolishing. Cơ chế chính không phải “tẩy màu” như chất oxy hóa, mà là thủy phân có kiểm soát các vi xơ cellulose ở lớp ngoài; khi kết hợp với ma sát trong máy giặt, lớp xơ bề mặt mang indigo được loại bỏ một phần, tạo diện mạo denim đã mặc tự nhiên hơn <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio cung cấp sản phẩm này với vai trò **nhà cung cấp trực tuyến**, không phải nhà sản xuất enzyme hay phòng thí nghiệm phát triển chủng vi sinh. Sản phẩm được bán online theo đơn vị **1 kg**; **CoA** và **SDS** được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

## Neutral cellulase trong giặt denim là gì?

Neutral cellulase là tên ứng dụng cho nhóm enzyme cellulase được lựa chọn để làm việc hiệu quả trong điều kiện gần trung tính của quy trình xử lý ướt denim. Cellulase nói chung là hệ enzyme có khả năng phân cắt cellulose — polymer chính trong sợi cotton — thông qua các hoạt động hỗ trợ như cắt mạch bên trong vùng cellulose dễ tiếp cận, giải phóng đoạn mạch ngắn hơn và hỗ trợ làm suy yếu cấu trúc vi xơ trên bề mặt sợi <sup>[2]</sup>.

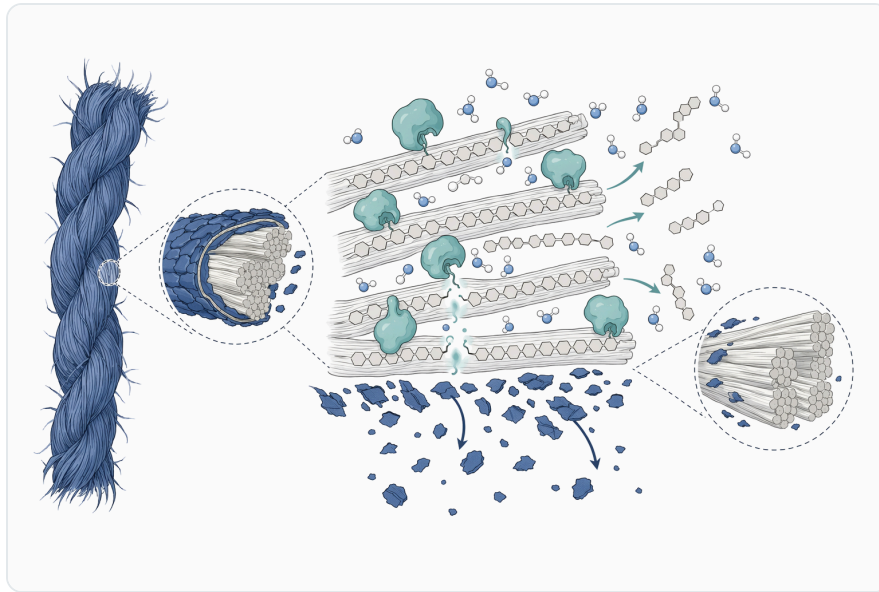
Trong denim, phần sợi cần xử lý thường không phải lõi sợi cotton mà là lớp ngoài gồm đầu xơ nhô ra, vi xơ bị mài trong quá trình dệt/nhuộm/giặt, và vùng cellulose mang thuốc nhuộm indigo ở bề mặt. Neutral cellulase tác động ưu tiên lên các vùng dễ tiếp cận này; nhờ vậy quy trình có thể tạo hiệu ứng bề mặt rõ rệt mà vẫn phải kiểm soát để hạn chế giảm bền kéo, giảm bền xé hoặc hao hụt khối lượng quá mức <sup>[3]</sup>.

Khác với chất tẩy oxy hóa, neutral cellulase không phá màu indigo bằng phản ứng oxy hóa mạnh. Enzyme làm yếu lớp cellulose bề mặt; sau đó chuyển động tumbling, ma sát vải-vải và vải-thành máy kéo theo việc bong vi xơ và giải phóng một phần indigo nằm trên lớp ngoài. Đây là lý do cellulase được

dùng trong **denim enzyme wash, bio-stoning, bio-polishing denim** và hoàn tất vải cotton theo hướng sinh học [4].

## Vì sao denim cần xử lý bằng cellulase?

Denim nhuộm indigo có đặc điểm màu tập trung nhiều ở lớp ngoài sợi hơn là thấm đều vào toàn bộ lõi sợi. Khi bề mặt sợi bị mài hoặc được enzyme làm suy yếu có kiểm soát, màu xanh đậm trên lớp ngoài giảm dần, tạo vùng bạc, vùng sáng hoặc hiệu ứng “worn look” mà thị trường thời trang denim thường yêu cầu [5].



**Figure 1.** 중성 셀룰라아제는 데님 표면의 노출된 셀룰로오스 섬유다발을 가수 분해하여 조절된 마모 효과와 인디고 염료 제거를 구현합니다.

Giặt đá truyền thống tạo hiệu ứng bạc màu bằng va đập cơ học giữa hàng may và đá bọt. Cách này có thể tạo bề mặt thời trang mạnh, nhưng cũng đi kèm bùn đá, bụi, mài mòn thiết bị và nguy cơ tổn thương vải. Các tài liệu về enzyme trong xử lý dệt ghi nhận cellulase giúp thay thế hoặc giảm một phần phụ thuộc vào mài mòn thô, nhờ cơ chế chọn lọc hơn trên nền cellulose [1].

Với denim cotton hoặc denim pha có tỷ lệ cotton đáng kể, neutral cellulase còn giải quyết vấn đề xù lông và pilling. Các đầu xơ nhỏ trên bề mặt làm vải nhìn mờ, dễ bám bụi màu và kém mịn; khi enzyme làm yếu các đầu xơ này, lực cơ học trong giặt có thể loại bỏ chúng, giúp bề mặt sạch hơn, tay vải mềm hơn và màu nhìn rõ hơn [6].

## Cơ chế hoạt động: từ vi xơ cellulose đến hiệu ứng bạc màu

Ở cấp độ sợi, cellulose trong cotton không đồng nhất hoàn toàn. Các vùng tinh thể bền hơn nằm xen kẽ với vùng vô định hình dễ tiếp cận hơn; trên bề mặt sợi còn có các fibril nhỏ, đầu xơ và vết tổn thương cơ học phát sinh trong quá trình kéo sợi, dệt, nhuộm và giặt. Cellulase thường tiếp cận trước những vùng lộ ra trên bề mặt, nơi nước và enzyme có thể khuếch tán dễ hơn [2].

Bước đầu tiên là hấp phụ enzyme lên bề mặt cellulose. Nghiên cứu về khả năng bám cellulose cho thấy tương tác giữa enzyme và cơ chất chịu ảnh hưởng bởi điều kiện xử lý, trong đó nhiệt độ có thể làm thay đổi khả năng liên kết và hoạt động thực tế của enzyme trên vật liệu cellulose [7].

Sau khi bám lên bề mặt, cellulase thủy phân một phần liên kết glycosidic trong chuỗi cellulose. Trong ứng dụng denim, mục tiêu không phải chuyển hóa toàn bộ cellulose thành đường, mà là làm yếu các đoạn vi xơ bề mặt vừa đủ để ma sát cơ học tách chúng ra khỏi vải. Nếu cân bằng đúng, bề mặt vải giảm fuzz và màu indigo bên ngoài được loại bỏ có chọn lọc; nếu xử lý quá mạnh, cấu trúc sợi nền cũng bị ảnh hưởng [8].

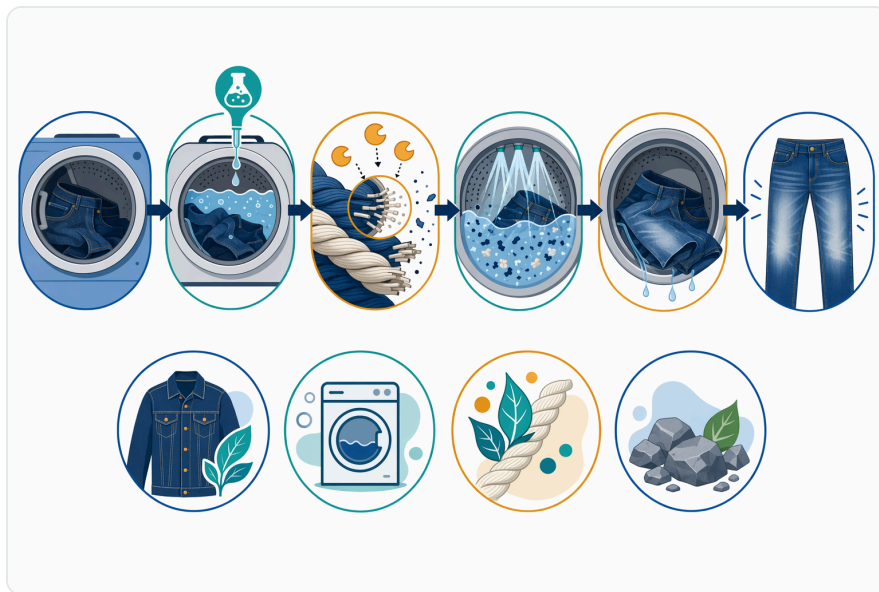


Figure 2. 데님 워싱에서 중성 셀룰라아제는 부석 마모 공정의 일부 또는 전부를 대체해 조절된 워싱 효과와 더 부드러운 원단 촉감을 제공합니다.

Bước cuối cùng là cơ học giặt. Enzyme tạo điều kiện sinh hóa, nhưng chuyển động trong máy giặt mới là yếu tố bóc tách phần xơ đã yếu ra khỏi bề mặt. Vì vậy cùng một enzyme có thể cho kết quả khác nhau khi thay đổi kiểu máy, tải hàng, mức nước, thời gian đảo, thành phần vải hoặc mức ma sát trong mẻ giặt [9].

## “Neutral” có ý nghĩa gì trong quy trình denim washing?

Từ “neutral” trong neutral cellulase nhấn mạnh khả năng ứng dụng trong vùng gần trung tính, khác với các cellulase acid từng được sử dụng nhiều trong biostoning. Về mặt vận hành, vùng gần trung tính thường thuận lợi khi nhà máy muốn giảm các bước điều chỉnh môi trường quá mạnh, phối hợp tốt hơn với một số hóa chất hoàn tất, hoặc hạn chế rủi ro tái bám màu trong quy trình denim <sup>[10]</sup>.

Acid cellulase có thể cho hiệu ứng mài màu mạnh, nhưng tài liệu kỹ thuật về ứng dụng cellulase trong nhuộm và hoàn tất dệt đã nêu các vấn đề như back staining, kiểm soát độ bền và sự khác biệt lớn giữa các chế phẩm enzyme. Neutral cellulase thường được chọn khi mục tiêu là cân bằng giữa độ bạc màu, cảm giác tay vải và bảo toàn chất lượng cơ lý <sup>[11]</sup>.

Điểm cần hiểu đúng là “neutral” không có nghĩa enzyme không thể làm yếu sợi. Mọi cellulase đủ hoạt tính trên cotton đều có khả năng thủy phân cellulose; khác biệt nằm ở mức độ, điều kiện tối ưu và cách quy trình được kiểm soát. Vì thế neutral cellulase vẫn cần được vận hành như một công cụ xử lý bề mặt có kiểm soát, không phải phụ gia vô hại tuyệt đối <sup>[3]</sup>.

## So sánh neutral cellulase, acid cellulase và giặt đá truyền thống

Tiêu chí kỹ thuật	Giặt đá truyền thống	Acid cellulase	Neutral cellulase
Cơ chế chính	Mài mòn cơ học bằng đá bọt, làm bong lớp màu và xơ bề mặt	Thủy phân cellulose trong môi trường acid hơn, hỗ trợ mài màu nhanh	Thủy phân lớp vi xơ cellulose trong vùng gần trung tính, kết hợp ma sát để tạo hiệu ứng
Mức chọn lọc trên cellulose	Thấp hơn, phụ thuộc va đập vật lý	Có chọn lọc sinh học nhưng có thể mạnh trên bề mặt cotton	Có chọn lọc sinh học, thường được dùng để cân bằng fading và bảo toàn vải
Rủi ro thường được nhắc đến	Bùn đá, bụi, mài mòn máy, tổn thương cơ học	Back staining, thay đổi tay vải, cần kiểm soát điều kiện acid	Vẫn có thể giảm bền nếu xử lý quá mức; cần quản lý thời gian, nhiệt và cơ học
Vai trò trong denim hiện đại	Tạo hiệu ứng stone-wash mạnh nhưng phát sinh chất thải rắn	Dùng cho một số hiệu ứng mài màu mạnh	Phù hợp bio-stoning, bio-polishing và quy trình cần giảm phụ thuộc đá bọt
Mục tiêu phù hợp	Hiệu ứng vintage mạnh, abrasion rõ	Fading nhanh trong hệ quy trình phù hợp	Fading có kiểm soát, giảm fuzz, cải thiện tay vải, hạn chế back staining tốt hơn khi quy trình phù hợp

Bảng trên không có nghĩa neutral cellulase luôn “tốt hơn” trong mọi thiết kế sản phẩm. Nếu yêu cầu là phá màu rất mạnh hoặc tạo vết mài cơ học thô, nhà máy có thể vẫn cần kết hợp các công đoạn khác; ngược lại, nếu mục tiêu là bề mặt sạch, mềm, bạc màu vừa phải và giảm tác động cơ học, neutral cellulase thường là lựa chọn hợp lý hơn trong khung xử lý sinh học [1].



Figure 3. 중성 셀룰라아제는 데님 워싱, 면 바이오 폴리싱, 잔털 제거, 보풀 방지 및 의류의 부드러움 개선에 사용됩니다.

## Lợi ích kỹ thuật trong bio-stoning denim

Trong bio-stoning, neutral cellulase hỗ trợ tạo vẻ stone-washed bằng cách làm yếu lớp cellulose chứa indigo trên bề mặt sợi. Khi các vi xơ bị tách ra, ánh màu xanh đậm giảm ở vùng chịu ma sát, tạo sắc độ bạc và tương phản đường may/đường gấp mà không nhất thiết phải dùng lượng đá bọt lớn như quy trình cổ điển [4].

Lợi ích quan trọng là khả năng giảm mài mòn thô. Đá bọt tạo lực va đập không chọn lọc lên toàn bộ hàng may, bao gồm cả mép túi, đường may, vùng đũng, gấu và chi tiết co giãn. Enzyme không loại bỏ hoàn toàn vai trò của cơ học, nhưng chuyển một phần “công việc” từ va đập vật lý sang thủy phân bề mặt có chọn lọc hơn [12].

Các nghiên cứu về denim sau xử lý enzyme thường theo dõi nhiều chỉ tiêu cùng lúc: thay đổi màu, độ bền, độ giãn, độ cứng, độ co, khối lượng và hình thái bề mặt. Điều này phản ánh thực tế rằng bio-stoning không chỉ là làm vải bạc hơn; quy trình phải đạt thẩm mỹ nhưng vẫn giữ được độ mặc, độ bền và cảm giác tay phù hợp [3].

## Lợi ích trong biopolishing: giảm xù lông và làm sạch bề mặt

Biopolishing bằng cellulase đặc biệt hữu ích với vải cotton vì cotton dễ xuất hiện đầu xơ nhỏ sau nhiều bước cơ học. Những đầu xơ này tán xạ ánh sáng, khiến bề mặt nhìn xám hoặc mờ; chúng cũng dễ rơi lại thành pilling sau mặc và giặt. Cellulase xử lý lớp xơ này để bề mặt gọn hơn và cảm giác tay mịn hơn [6].

Với denim, giảm fuzz còn giúp màu nhìn “sạch” hơn. Khi sợi lông nhỏ mang indigo hoặc bụi màu bị loại bỏ, bề mặt vải có độ tương phản tốt hơn giữa vùng xanh, vùng bạc và đường may. Đây là lý do cellulase không chỉ được xem là enzyme tạo fading, mà còn là công cụ hoàn tất bề mặt cho chất lượng cảm quan [13].



Figure 4. 부석만을 사용한 마모 공정에 비해 중성 셀룰라아제 데님 워싱은 원단 손상이 적고 고�형 폐기물이 적으며, 더 정밀하게 조절된 워싱 효과를 제공합니다.

Tuy nhiên, biopolishing quá mức có thể làm giảm khối lượng hoặc ảnh hưởng độ bền, đặc biệt ở denim mỏng, denim co giãn hoặc cấu trúc sợi đã bị xử lý mạnh trước đó. Vì vậy lợi ích “mịn hơn” luôn cần được cân bằng với yêu cầu giữ độ bền mặc và ổn định kích thước của thành phẩm [9].

## Ảnh hưởng đến back staining và độ sạch màu

Back staining là hiện tượng indigo hoặc chất màu bị tách ra trong bể giặt rồi tái bám lên vùng không mong muốn, chẳng hạn nền vải sáng, túi trong, sợi ngang trắng hoặc đường may. Trong denim washing, đây là vấn đề chất lượng quan trọng vì nó làm giảm độ tương phản và khiến sản phẩm nhìn bẩn màu [10].

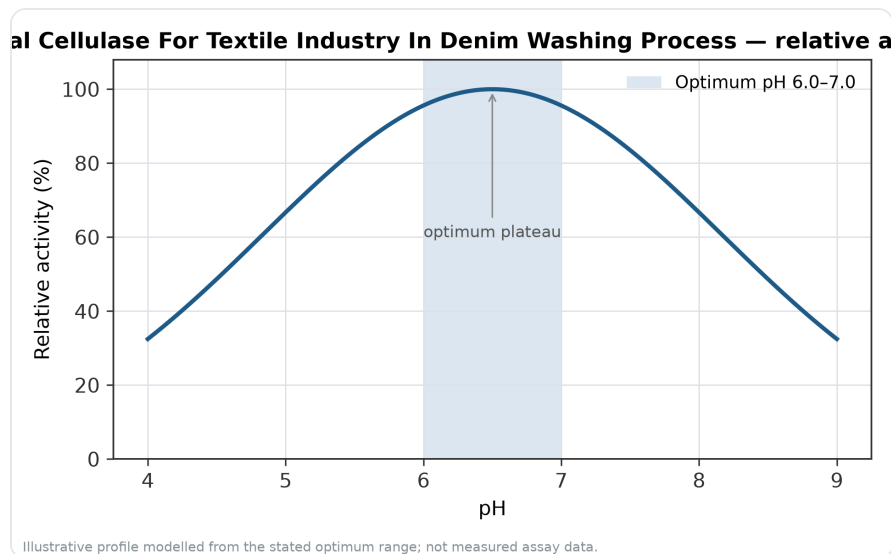
Neutral cellulase thường được ưa chuộng hơn acid cellulase trong nhiều quy trình vì có xu hướng ít gây tác động quá mạnh lên bề mặt và dễ tích hợp với hệ kiểm soát tái bám màu hơn. Dù vậy, back staining không chỉ do enzyme; nó còn liên quan đến lượng màu giải phóng, chất phân tán, trình tự xả, tái máy, thời gian giặt và trạng thái bề mặt vải [11].

Vì vậy cần tránh diễn giải rằng neutral cellulase tự động loại bỏ hoàn toàn back staining. Cách hiểu đúng là enzyme gần trung tính có thể giúp quy trình dễ cân bằng hơn, nhưng kết quả cuối phụ thuộc vào toàn bộ hệ giặt và hoàn tất, không phải riêng tên enzyme [8].

## Tác động đến độ bền, độ giãn và denim co giãn

Trong denim cotton 100%, rủi ro chính của cellulase là thủy phân quá sâu vào cấu trúc sợi, dẫn đến giảm độ bền kéo hoặc bền xé. Trong denim co giãn, vấn đề phức tạp hơn vì nền cotton thường kết hợp với sợi đàn hồi; xử lý quá mạnh có thể ảnh hưởng đến độ giãn, độ phục hồi và cảm giác mặc [9].

Nghiên cứu về các quá trình giặt trên four-way stretch denim cho thấy lựa chọn quy trình hoàn tất có thể làm thay đổi các tính chất vật lý của vải co giãn. Điều này nhấn mạnh rằng neutral cellulase cần được xem là một phần của hệ xử lý tổng thể, đặc biệt khi sản phẩm có elastane, sợi pha hoặc cấu trúc dệt nhẹ [9].



**Figure 5.** pH에 따른 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 상대 활성으로, pH 6.0-7.0에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Trong thực tế kỹ thuật, mục tiêu hợp lý là dùng enzyme để xử lý lớp bề mặt đủ tạo hiệu ứng, không để enzyme tiếp tục hoạt động khi đã đạt mức bạc màu và độ mịn mong muốn. Việc dừng hoặc làm giảm hoạt tính sau công đoạn chính là bước quan trọng để tránh “quá xử lý” trong các mẻ hàng nhạy cảm [3].

## Khung ứng dụng trong quy trình giặt denim

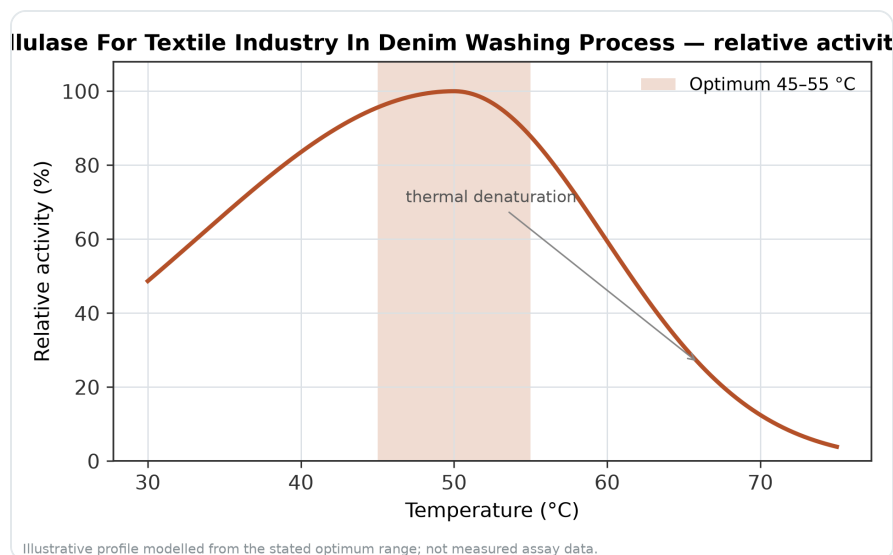
Một quy trình denim enzyme wash thường được hình dung theo chuỗi: làm ướt hàng, tạo môi trường xử lý phù hợp, đưa neutral cellulase vào công đoạn bio-washing hoặc bio-stoning, vận hành với cơ học giặt, sau đó dừng hoạt tính enzyme, xả sạch và chuyển sang hoàn tất tiếp theo. Đây là khung quy trình, không phải công thức cố định cho mọi loại hàng [1].

Các biến số ảnh hưởng gồm loại denim, khối lượng vải, mật độ dệt, mức nhuộm indigo, hồ còn lại, tiền xử lý, kiểu máy, tải hàng, nhiệt độ, pH, thời gian và lực cơ học. Các nghiên cứu so sánh chế phẩm cellulase trên cotton cho thấy khác biệt giữa enzyme có thể tạo ra kết quả khác nhau về mức loại bỏ xơ, thay đổi bề mặt và tác động cơ lý [8].

Neutral cellulase có thể được dùng riêng hoặc kết hợp trong hệ enzyme khác, tùy mục tiêu. Ví dụ, amylase thường liên quan đến desizing hồ tinh bột, còn laccase có thể tham gia một số hướng xử lý màu; cellulase giữ vai trò chính trên cellulose bề mặt. Các nghiên cứu về enzyme trong xử lý dệt bền vững cho thấy phối hợp enzyme là hướng đáng chú ý, nhưng cần được thiết kế theo từng nền vải và mục tiêu hoàn tất [12].

## Ứng dụng trên denim pha jute-cotton và các nền cellulose khác

Ngoài denim cotton truyền thống, neutral enzyme cũng được nghiên cứu trên denim pha jute-cotton. Jute và cotton đều là xơ cellulose/lignocellulose ở mức độ khác nhau, nên xử lý enzyme có thể ảnh hưởng đến bề mặt, độ mềm và đặc tính cơ lý của vải pha [5].



**Figure 6.** 온도에 따른 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 상대 활성으로, 45-55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열변성에 따른 특징적인 활성 저하가 나타납니다.

Nghiên cứu về tác động của neutral enzyme trên denim pha jute-cotton cho thấy nhóm enzyme này có liên quan trực tiếp đến điều chỉnh đặc tính vải sau hoàn tất. Với các nền pha, kết quả có thể khác đáng kể so với cotton 100% vì mỗi loại xơ có cấu trúc, độ mịn, độ hút nước và khả năng chịu mài mòn riêng [5].

Điều này quan trọng với nhà máy giặt vì cùng một mức xử lý trên denim cotton nặng có thể quá mạnh với denim pha nhẹ, denim rayon/cotton hoặc denim có sợi đàn hồi. Neutral cellulase là công cụ linh hoạt, nhưng không nên coi là một “mức xử lý chuẩn” cho mọi nền vải [9].

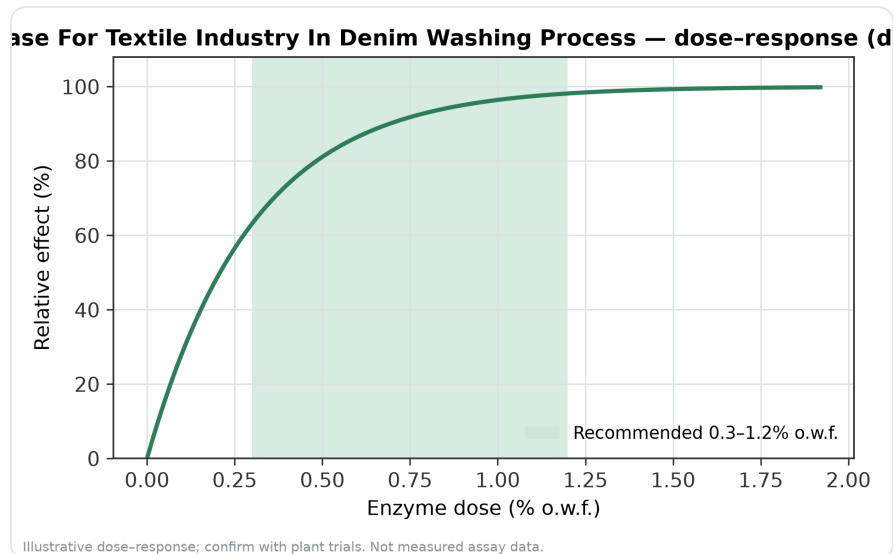
## Vai trò trong sản xuất denim bền vững hơn

---

Enzyme trong dệt may được quan tâm vì chúng có tính chọn lọc cao và thường hoạt động trong điều kiện ôn hòa hơn nhiều quy trình hóa học truyền thống. Các tổng quan gần đây về enzyme vi sinh trong dệt nhấn mạnh vai trò của enzyme trong giảm tải môi trường, hỗ trợ xử lý ướt sạch hơn và cải thiện hiệu quả quy trình khi được áp dụng đúng [12].

Đối với denim, lợi ích bền vững của neutral cellulase thường đến từ việc giảm phụ thuộc vào đá bọt, giảm mài mòn cơ học, hỗ trợ rút gọn một số công đoạn và cải thiện độ kiểm soát hiệu ứng. Tuy nhiên, tác động môi trường thực tế vẫn phụ thuộc vào toàn bộ hệ thống: nước, năng lượng, hóa chất phụ trợ, xả thải, thiết bị và tỷ lệ hàng đạt chất lượng ngay từ lần xử lý đầu [1].

Các hướng thời trang tuần hoàn và tái sử dụng denim cũng đang xem bio-polishing như một công cụ làm mới bề mặt hàng may. Trong bối cảnh tái xử lý hoặc nâng cấp sản phẩm denim đã qua sử dụng, enzyme có thể giúp cải thiện bề mặt và cảm giác tay mà không nhất thiết phải dựa hoàn toàn vào các công đoạn hóa học mạnh [13].



**Figure 7.** 권장 사용 범위(원단 중량 대비 0.3–1.2%)에서 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 예시적인 용량-반응 관계입니다.

## Các giới hạn kỹ thuật cần hiểu đúng

Thứ nhất, neutral cellulase chỉ tác động hiệu quả trên nền có cellulose. Với vải tổng hợp không có cellulose, enzyme này không tạo cùng cơ chế xử lý bề mặt; với denim pha, hiệu ứng chủ yếu đến từ phần cotton hoặc xơ cellulose trong cấu trúc vải [2].

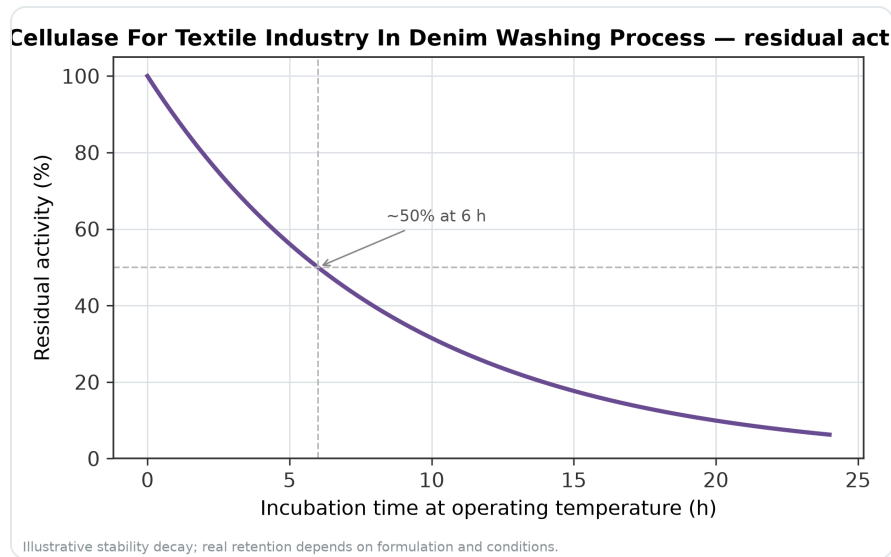
Thứ hai, enzyme không tự tạo mọi hiệu ứng thời trang nếu thiếu ma sát. Hiệu ứng denim enzyme wash xuất hiện từ kết hợp giữa thủy phân sinh học và cơ học giặt; nếu cơ học quá nhẹ, bề mặt đã yếu có thể không được loại bỏ đủ, còn nếu cơ học quá mạnh, nguy cơ mài rách hoặc giảm bền tăng lên [4].

Thứ ba, không phải mọi cellulase đều giống nhau. Nghiên cứu so sánh các chế phẩm cellulase trên cotton cho thấy sự khác biệt về thành phần enzyme và đặc tính tác động có thể dẫn đến kết quả khác nhau trên bề mặt vải. Vì vậy tên “cellulase” chỉ cho biết nhóm chức năng chung, không bảo đảm cùng hiệu ứng ở mọi sản phẩm [8].

Thứ tư, neutral cellulase không thay thế toàn bộ hóa học hoàn tất denim. Nó có thể giảm một phần phụ thuộc vào đá bọt hoặc hóa chất mạnh trong một số mục tiêu, nhưng các hiệu ứng như tẩy sáng mạnh, resin finishing, nhuộm phủ, ozone, laser hoặc xử lý mềm chuyên biệt vẫn là các công cụ khác trong thiết kế sản phẩm denim [1].

## Chất lượng tài liệu đi kèm và vai trò của Enzymes.bio

Enzymes.bio cung cấp neutral cellulase cho ứng dụng giặt denim theo mô hình bán trực tiếp online, đóng gói theo đơn vị **1 kg**. Enzymes.bio không trình bày mình là nhà sản xuất enzyme, cơ sở lên men hay phòng thí nghiệm thử nghiệm; vai trò phù hợp là nhà cung cấp sản phẩm enzyme cho khách hàng cần ứng dụng trong xử lý dệt.



**Figure 8.** 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 예시적인 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Khi đặt hàng, **CoA** và **SDS** được cung cấp kèm theo. CoA giúp nhận diện lô hàng và các thông tin chất lượng do chuỗi cung ứng cung cấp; SDS hỗ trợ người dùng hiểu các nội dung an toàn, bảo quản và xử lý sản phẩm trong môi trường công nghiệp. Những tài liệu này không thay thế việc nhà máy tự kiểm soát quy trình giặt theo nền vải và tiêu chuẩn thành phẩm của mình.

## Kết luận: khi nào neutral cellulase là lựa chọn phù hợp?

Neutral cellulase phù hợp khi quy trình denim washing cần tạo bạc màu bằng cơ chế sinh học có kiểm soát, giảm xù lông, làm sạch bề mặt và hỗ trợ cảm giác tay mềm hơn trong điều kiện gần trung tính. Cơ chế của enzyme dựa trên thủy phân vi xơ cellulose bề mặt, sau đó ma sát giặt loại bỏ phần xơ đã yếu và kéo theo một phần indigo ngoài cùng [2].

Lựa chọn này đặc biệt hữu ích cho bio-stoning, bio-polishing và các quy trình muốn giảm phụ thuộc vào đá bọt hoặc mài mòn thô, đồng thời vẫn phải theo dõi độ bền, độ co, độ giãn, mức phai màu và nguy cơ back staining. Bằng chứng nghiên cứu trên denim và cotton cho thấy cellulase là công cụ đã được công nhận trong hoàn tất dệt, nhưng kết quả cuối luôn phụ thuộc vào nền vải và điều kiện vận hành cụ thể [3].

Với cách tiếp cận đúng, **Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process** là một công cụ kỹ thuật thực tế cho nhà máy giặt denim: không phải chất tẩy màu vụn vặt, mà là enzyme xử lý bề mặt cellulose giúp tạo hiệu ứng denim tự nhiên hơn, bề mặt sạch hơn và quy trình hoàn tất linh hoạt hơn <sup>[1]</sup>.

## Đặt mua Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process trực tuyến

Bán theo đơn vị 1 kg, có sẵn trong kho và sẵn sàng giao hàng. Đặt mua trực tiếp trên cửa hàng của chúng tôi — thanh toán trực tuyến và chúng tôi sẽ xử lý đơn hàng. Mỗi đơn hàng đều kèm Chứng nhận Phân tích và Bảng Dữ liệu An toàn.

[Mua Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process →](#)

## Tài liệu tham khảo

Được đánh số theo thứ tự trích dẫn đầu tiên. Các nguồn truy cập mở, đều được xác minh có thể truy cập tại thời điểm xuất bản; số trích dẫn trong bài liên kết đến đây.

1. Kabir, S. M. M., & Koh, J. (2021). Sustainable Textile Processing by Enzyme Applications. *Biodegradation [Working Title]*.
2. Jayasekara, S., & Ratnayake, R. (2019). Microbial Cellulases: An Overview and Applications. *Cellulose*.
3. Saleh, S., El-Sayed, I. M., & El-Shikh, A. (2012). Investigating the Impact of Enzymatic Treatment on Mechanical and Chemical Properties of Denim Fabrics. *Research journal of textile and apparel*, 16, 111-117.
4. Mondal, M. I. H., Khan, M. M. R., & Ahmed, M. F. (2016). Physico-Mechanical Properties of Finished Denim Garment by Stone-Enzymatic Treatment. *Journal of textile and apparel technology and management*, 10.
5. Helal, M., Uddin, M., Rahman, M. M., & Alam, M. (2022). The Impact of Neutral Enzyme on Jute-Cotton Blended Denim Fabric. *GUB Journal of Science and Engineering*.
6. Sutaoney, P., Rai, S., Sinha, S., Choudhary, R., Gupta, A., Singh, S. K., & Banerjee, P. (2024). Current perspective in research and industrial applications of microbial cellulases. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130639.
7. Andreaus, J., Azevedo, H., & Cavaco-Paulo, A. (1999). Effects of temperature on the cellulose binding ability of cellulase enzymes. *Journal of Molecular Catalysis B-enzymatic*, 7, 233-239.
8. Gusakov, A., Berlin, A. G., Popova, N. N., Okunev, O., Sinitsyna, O., & Sinitsyn, A. (2000). A comparative study of different cellulase preparations in the enzymatic treatment of cotton fabrics. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 88, 119-126.
9. Hasan, M., Mamun, M., M.A., B., Siddiquee, & Asif, A. (2017). EFFECT OF VARIOUS WASHING PROCESS ON PROPERTIES OF FOUR WAY STRETCH DENIM FABRIC.

10. Dong-liang, Y. (2004). Certain problems in applications of cellulase to textile dyeing and finishing.
11. Dong, Y. (2004). Certain problems in applications of cellulase to textile dyeing and finishing.
12. Khan, M. F. (2025). Recent Advances in Microbial Enzyme Applications for Sustainable Textile Processing and Waste Management. *The Scientist.*
13. Hossain, A., Rahman, M., Shakil, S. M. M. A., Mitu, S. A., & Rubel, M. C. (2025). Advancing Circular Fashion: An Innovative Reuse Framework for Knit Denim Garments via Cold Bleaching, Dry Processing and Bio-polishing. *Technium.*

## Liên hệ Enzymes.bio

Có câu hỏi về đơn hàng? Đội ngũ của chúng tôi luôn sẵn sàng hỗ trợ.

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

ĐIỆN THOẠI (HOA KỲ) **+1 (507) 428-6057**

[Liên hệ với chúng tôi →](#)



**400+** khách hàng B2B



**60+** đối tác nghiên cứu đại học



**54** phục vụ trên toàn cầu

© 2026 Enzymes.bio · Cung ứng enzyme công nghiệp & chế biến thực phẩm · Không dùng cho người tiêu thụ hoặc bán lẻ.