

Food-Grade Cellulase Enzyme cho chiết xuất thực vật: cơ chế và ứng dụng trong botanical extraction

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

Food-Grade Cellulase Enzyme For Botanical Extraction là enzyme cellulase dạng bột được Enzymes.bio cung cấp cho quy trình chiết xuất thực vật, thảo dược và phụ phẩm giàu xơ trong chế biến thực phẩm công nghiệp. Cellulase hỗ trợ phá vỡ một phần mạng cellulose của thành tế bào, giúp dung môi tiếp cận mô thực vật tốt hơn và tăng khả năng giải phóng polyphenol, flavonoid, protein, polysaccharide, dầu hoặc các hợp chất hoạt tính khác tùy nền nguyên liệu ^[1]. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

Food-Grade Cellulase Enzyme For Botanical Extraction là gì?

Food-Grade Cellulase Enzyme For Botanical Extraction là chế phẩm cellulase dùng như công cụ hỗ trợ công nghệ trong chiết xuất botanical, không phải sản phẩm tiêu dùng trực tiếp. Trong ngữ cảnh này, “food-grade” nên được hiểu là phù hợp cho ứng dụng chế biến thực phẩm và nguyên liệu có nguồn gốc thực vật ở môi trường B2B, nơi enzyme được đưa vào quy trình xử lý nguyên liệu rồi được kiểm soát bằng các bước công nghệ tiếp theo như lọc, tách pha, cô đặc hoặc sấy.

Cellulase không phải một enzyme đơn lẻ theo nghĩa hẹp, mà thường là nhóm hoạt tính enzyme cùng tác động lên cellulose: endoglucanase cắt ngẫu nhiên bên trong chuỗi cellulose, cellobiohydrolase giải phóng các đơn vị ngắn hơn từ đầu chuỗi, và β -glucosidase tiếp tục chuyển các oligosaccharide như cellobiose thành glucose. Cách tác động phối hợp này làm suy yếu cấu trúc cellulose, đặc biệt ở những vùng dễ tiếp cận của thành tế bào thực vật, từ đó cải thiện truyền khối trong quá trình chiết ^[1].

Enzymes.bio là **nhà cung cấp** sản phẩm enzyme này cho khách hàng công nghiệp và chế biến thực phẩm; nội dung kỹ thuật ở đây không hàm ý Enzymes.bio là nhà sản xuất enzyme hoặc phòng thí nghiệm phân tích. Sản phẩm được bán online theo đơn vị 1 kg, phù hợp với các cơ sở R&D ứng dụng, nhà phát triển nguyên liệu botanical, nhà sản xuất chiết xuất thực vật và đơn vị chế biến phụ phẩm cần một enzyme để tích hợp vào quy trình hiện có.

Vì sao thành tế bào thực vật là rào cản trong chiết xuất botanical?

Trong nhiều nguyên liệu thực vật, hợp chất mục tiêu không “nằm tự do” trong dung môi ngay khi ngâm nguyên liệu. Chúng có thể bị giữ trong không bào, bào quan, mô sợi hoặc liên kết với mạng polymer của thành tế bào gồm cellulose, hemicellulose, pectin, lignin và protein cấu trúc; vì vậy, dung môi phải thẩm qua nhiều lớp vật lý trước khi hoạt chất khuếch tán ra ngoài ^[2].

Với lá, thân, rễ, vỏ quả, bã ép, vỏ hạt hoặc phụ phẩm nông nghiệp, trở lực này càng rõ vì phần xơ không hòa tan cao làm chậm thẩm ướt, tạo dịch treo nhiều hạt mịn, tăng độ nhớt và gây khó lọc. Các tổng quan về thu hồi hợp chất hoạt tính từ phụ phẩm lignocellulose nhấn mạnh rằng phá vỡ hoặc làm lỏng cấu trúc thành tế bào là bước quan trọng để khai thác các phân tử giá trị cao từ sinh khối thực vật ^[1].

Chiết xuất truyền thống thường giải quyết rào cản này bằng nghiền mịn, ngâm lâu, gia nhiệt, tăng lượng dung môi hoặc dùng kỹ thuật hỗ trợ như siêu âm, vi sóng, xung điện trường và dung môi xanh. Các phương pháp này có giá trị riêng, nhưng cũng có thể làm tăng năng lượng, tải cặn, độ đục hoặc rủi ro suy giảm hoạt chất nhạy nhiệt nếu điều kiện xử lý quá mạnh ^[3].

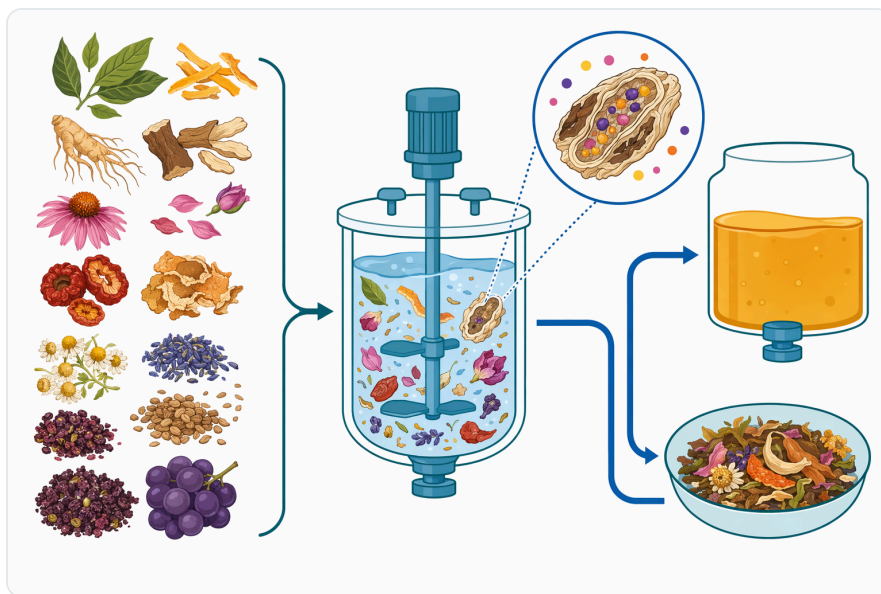


Figure 1. 섬유성 식물 구조가 액체 침투, 성분 방출 및 이후 분리 공정을 제한할 때 셀룰라아제를 사용합니다.

Cellulase bổ sung một hướng tiếp cận sinh học: thay vì chỉ “ép” dung môi vào nguyên liệu bằng năng lượng cơ học hoặc nhiệt, enzyme làm suy yếu một phần cấu trúc cellulose để đường khuếch tán mở hơn. Vì vậy, enzyme-assisted extraction thường được xem là một nhánh của công nghệ chiết xuất bền vững, đặc biệt trong valorization phụ phẩm nông nghiệp và thực phẩm ^[4].

Cơ chế cellulase hỗ trợ chiết xuất thực vật

Phân giải cellulose và mở đường truyền khối

Cellulose là polymer tuyến tính của glucose liên kết bằng liên kết β -1,4-glycosidic, tạo vi sợi có độ bền cơ học cao trong thành tế bào. Khi cellulase thủy phân một phần mạng này, tính toàn vẹn của “khung” thành tế bào giảm, tạo thêm khe rỗng và vùng tiếp xúc cho dung môi đi vào mô thực vật ^[1].

Ở cấp độ quy trình, lợi ích quan trọng nhất không chỉ là tạo đường đơn, mà là cải thiện truyền khối: dung môi thấm vào nhanh hơn, hợp chất mục tiêu thoát ra dễ hơn và nồng độ hoạt chất trong pha lỏng có thể đạt mức mong muốn trong điều kiện ôn hòa hơn. Đây là lý do cellulase thường được đặt ở giai đoạn tiền xử lý hoặc đồng xử lý với chiết nước, ethanol-nước hoặc các hệ dung môi tương thích với thực phẩm ^[2].

Giảm trở lực lọc và xử lý dịch chiết

Trong nhiều dịch chiết botanical, vấn đề vận hành không nằm ở việc “có chiết được hay không”, mà nằm ở độ chậm của lọc, độ đục, bùn mịn và khả năng tách rắn-lỏng. Khi cellulase cắt ngắn hoặc làm lỏng cấu trúc xơ cellulose, mạng hạt treo có thể ít giữ nước hơn, giúp ly tâm, lọc hoặc ép tách bã thuận lợi hơn trong một số hệ nguyên liệu ^[1].

Tác dụng này có ý nghĩa thực tế vì các bước sau chiết—lọc, cô đặc chân không, sấy phun, phối trộn hoặc chuẩn hóa—đều bị ảnh hưởng bởi độ nhớt và lượng chất rắn lơ lửng. Một cải thiện vừa phải ở khả năng tách pha đôi khi tạo lợi ích vận hành lớn hơn so với chỉ nhìn vào hiệu suất thu hồi hoạt chất ^[5].

Không phải “phá hủy toàn bộ” nguyên liệu

Cellulase nên được hiểu là công cụ điều chỉnh cấu trúc, không phải hóa chất phá hủy toàn bộ mô thực vật. Nếu xử lý quá nhẹ, thành tế bào chưa mở đủ; nếu xử lý quá mạnh hoặc kéo dài không phù hợp, dịch chiết có thể chứa thêm đường hòa tan, chất keo, tạp nền hoặc thay đổi cảm quan tùy nguyên liệu ^[2].

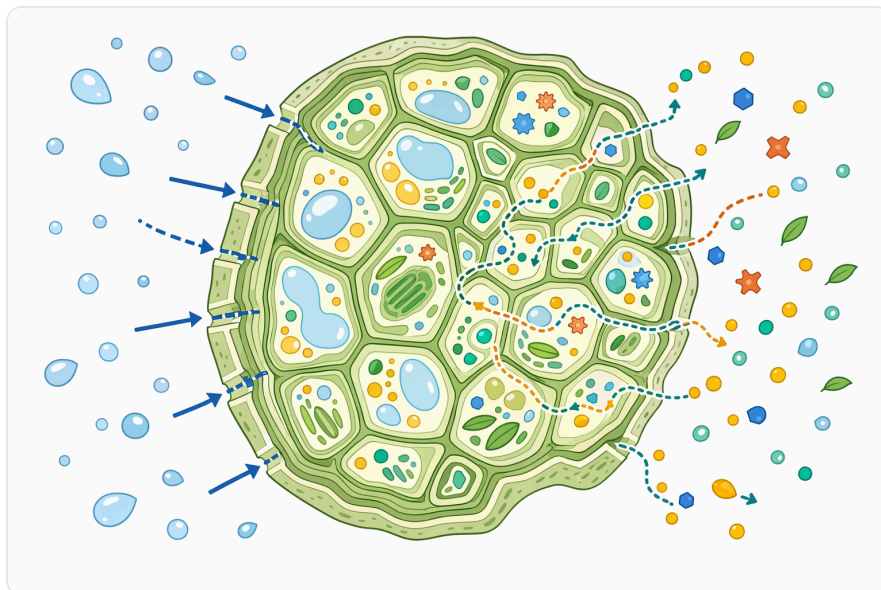


Figure 2. 셀룰로오스가 풍부한 세포벽 구조는 식물 원료를 절단하거나 분쇄한 후에도 물리적인 물질 전달 장벽으로 작용할 수 있습니다.

Vì vậy, mục tiêu kỹ thuật là đạt mức thủy phân vừa đủ để tăng giải phóng hợp chất mục tiêu và cải thiện tách pha, đồng thời không làm phức tạp downstream processing. Cách nhìn này phù hợp với các nghiên cứu chiết xuất hiện đại, trong đó enzyme được tối ưu cùng tiền xử lý cơ học, dung môi, nhiệt, thời gian và công nghệ hỗ trợ [3].

Bảng chứng khoa học về enzyme-assisted botanical extraction

Các tổng quan về hợp chất hoạt tính thực vật cho thấy hiệu quả chiết phụ thuộc mạnh vào cấu trúc mô, loại dung môi, nhiệt độ, thời gian, kích thước hạt và kỹ thuật hỗ trợ. Enzyme-assisted extraction được xếp trong nhóm phương pháp xanh vì có thể hoạt động trong điều kiện tương đối ôn hòa và hướng tới giảm dung môi hoặc năng lượng trong một số ứng dụng [6].

Với phụ phẩm lignocellulose, enzyme được nghiên cứu rộng rãi để thu hồi phenolic, flavonoid, protein, peptide, polysaccharide và các phân tử giá trị gia tăng. Tổng quan về valorization phụ phẩm nông nghiệp nhấn mạnh rằng cellulase và các enzyme phá vách tế bào khác giúp giải phóng hợp chất bị giữ trong cấu trúc cellulose–hemicellulose–lignin, nhưng hiệu quả phụ thuộc từng nền sinh khối [1].

Nghiên cứu trên cám mè cho thấy enzyme-assisted extraction có thể kết hợp với vi sóng, siêu âm hoặc chân không để thu hồi protein thực vật và hợp chất chống oxy hóa từ phụ phẩm thực phẩm. Các công trình này đáng chú ý vì chúng xem enzyme như một phần của hệ công nghệ tích hợp, không phải một biến đơn lẻ tách khỏi nghiền, hydrat hóa và tách pha [7].

Một nghiên cứu khác về cám mè đánh giá đồng thời chân không và siêu âm trong chiết xuất hỗ trợ enzyme, cho thấy các kỹ thuật vật lý có thể tăng tiếp xúc dung môi-nguyên liệu và hỗ trợ thu hồi protein cùng hợp chất hoạt tính. Điểm thực tế cho nhà máy là sự phối hợp cellulase với công nghệ hỗ trợ cần được thiết kế theo mục tiêu cuối: protein, polyphenol, hoạt tính chống oxy hóa hay đặc tính dịch chiết [8].

Với phenolic từ thực vật dược liệu, nghiên cứu tối ưu hóa chiết xuất từ *Verbascum nigrum* L. cho thấy tiếp cận enzymatic extraction có thể nâng cao thu hồi hợp chất hoạt tính theo hướng bền vững. Dù kết quả cụ thể không thể chuyển nguyên xi sang mọi nguyên liệu, nghiên cứu củng cố nguyên tắc rằng enzyme phá vỡ rào cản mô thực vật có thể hỗ trợ thu hồi phenolic [9].

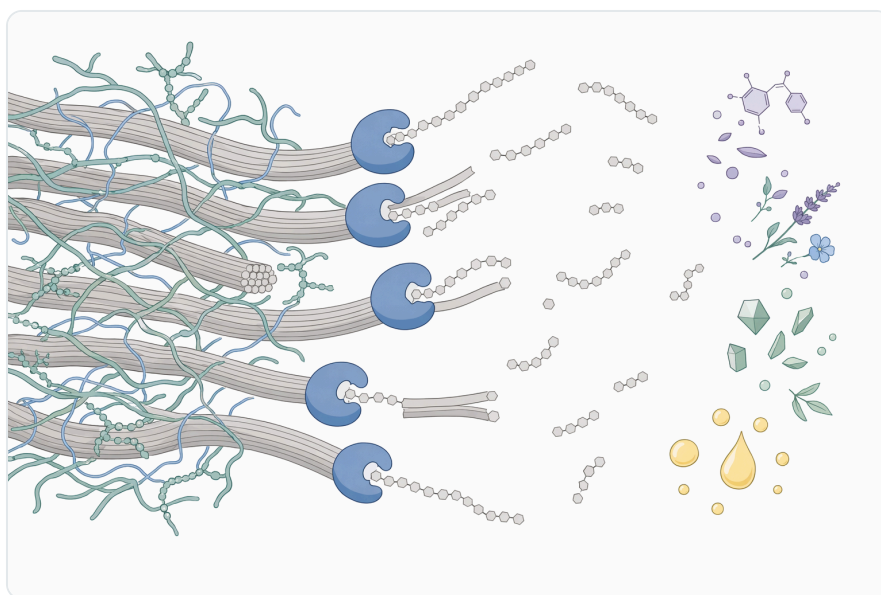


Figure 3. 셀룰라아제는 접근 가능한 세포벽 표면에서 β -1,4 결합 셀룰로오스 사슬을 가수분해하여 지지 구조를 약화시키고 추출액이 통과할 수 있는 경로를 엽니다.

Grape pomace là ví dụ điển hình của phụ phẩm giàu phenolic nhưng cũng giàu vách tế bào và xơ. Nghiên cứu về phương pháp kết hợp siêu âm và enzyme để thu hồi phenolic từ bã nho cho thấy hiệu quả thường đến từ tương tác giữa phá vỡ vật lý và thủy phân sinh học, đặc biệt với phụ phẩm còn giữ nhiều hoạt chất trong bã sau ép [10].

Coffee silverskin cũng được nghiên cứu như nguồn phenolic, protein và peptide hoạt tính sinh học. Việc khai thác phụ phẩm này minh họa xu hướng rộng hơn: các dòng phụ phẩm thực phẩm từng bị xem là chi phí xử lý đang được tái định vị thành nguồn nguyên liệu botanical hoặc ingredient, trong đó enzyme hỗ trợ mở cấu trúc nền và tăng khả năng thu hồi [11].

Trong nhóm curcuminoid và curcumin, các tổng quan về phương pháp chiết nhấn mạnh rằng cấu trúc mô củ, độ phân cực dung môi, nhiệt và công nghệ hỗ trợ đều ảnh hưởng đến hiệu suất và chất lượng dịch chiết. Cellulase có thể phù hợp ở giai đoạn tiền xử lý khi thành tế bào là rào cản, nhưng không thay thế yêu cầu kiểm soát dung môi và ổn định hoạt chất [12].

Bảng so sánh: cellulase trong bối cảnh các chiến lược chiết xuất botanical

Chiến lược chiết xuất	Cơ chế chính	Điểm mạnh	Hạn chế cần kiểm soát	Khi nào cellulase có vai trò rõ
Ngâm chiết truyền thống	Dung môi khuếch tán vào nguyên liệu và hòa tan hợp chất mục tiêu	Thiết bị đơn giản, dễ mở rộng	Thời gian dài, tiêu tốn dung môi, truyền khối chậm với nguyên liệu giàu xơ	Cellulase có thể tiền xử lý để mở thành tế bào trước hoặc trong ngâm chiết [2]
Gia nhiệt	Tăng tốc khuếch tán và hòa tan	Tăng tốc chiết với nhiều hợp chất bền nhiệt	Có thể ảnh hưởng hoạt chất nhạy nhiệt, màu, hương	Cellulase giúp giảm phụ thuộc vào xử lý quá mạnh trong một số hệ nguyên liệu [3]
Siêu âm	Tạo cavitation, phá vỡ mô và tăng tiếp xúc dung môi	Tăng truyền khối, hữu ích với phụ phẩm	Có thể tạo nhiều hạt mịn, cần kiểm soát năng lượng	Phối hợp cellulase–siêu âm có thể hỗ trợ phenolic trong bã nho hoặc nền giàu xơ [10]
Vi sóng	Gia nhiệt thể tích, tăng phá vỡ cấu trúc mô	Nhanh, hiệu quả với một số nền ẩm	Cần kiểm soát điểm nóng và ổn định hoạt chất	Có thể kết hợp enzyme trong quy trình nhiều bước với phụ phẩm thực phẩm [7]
Xung điện trường	Làm tăng tính thấm màng tế bào	Ít dùng dung môi mạnh, phù hợp hướng xanh	Phụ thuộc thiết bị và tính dẫn điện của hệ	Cellulase có thể bổ sung khi rào cản còn lại là vách cellulose sau xử lý vật lý [13]
Dung môi eutectic sâu	Điều chỉnh khả năng hòa tan polyphenol và hợp chất phân cực	Tiềm năng dung môi xanh cho polyphenol	Cần đánh giá tương thích thực phẩm và downstream	Cellulase hữu ích nếu dung môi tốt nhưng thành tế bào vẫn hạn chế tiếp cận [14]

Ứng dụng chính trong sản xuất chiết xuất thực vật

Chiết xuất polyphenol và flavonoid

Polyphenol và flavonoid thường nằm trong không bào hoặc liên kết với thành tế bào, protein và polysaccharide nền. Khi cellulose bị thủy phân một phần, dung môi có thể tiếp cận các vùng chứa phenolic dễ hơn, đồng thời giảm hiện tượng hoạt chất còn bị giữ lại trong bã sau chiết [15].

Các dòng nguyên liệu phù hợp gồm lá, hoa, thân non, vỏ quả, bã ép trái cây, bã nho, phụ phẩm trà, coffee silverskin và phụ phẩm thảo dược. Nghiên cứu về bã nho và coffee silverskin cho thấy phụ phẩm thực phẩm có thể là nguồn phenolic đáng chú ý nếu quy trình được thiết kế để vượt qua rào cản xơ và thu hồi hợp chất mục tiêu một cách chọn lọc [11].

Chiết xuất protein thực vật và peptide hoạt tính

Trong nguyên liệu giàu protein thực vật như cám, hạt, bánh dầu hoặc phụ phẩm ngũ cốc, protein có thể bị giữ trong ma trận cellulose–hemicellulose–lignin hoặc gắn với polysaccharide thành tế bào. Cellulase hỗ trợ giải phóng protein bằng cách mở cấu trúc mô, trong khi protease có thể được dùng ở bước khác nếu mục tiêu là peptide hoặc cải thiện tính hòa tan protein [16].

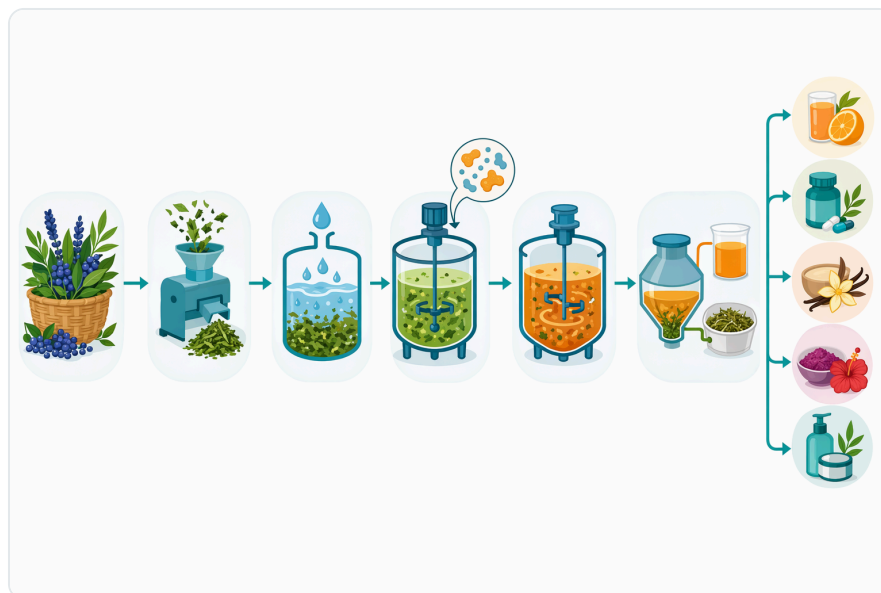


Figure 4. 식물 추출에서는 일반적으로 고액 분리와 최종 농축 또는 건조 전에, 수화 또는 추출 단계에서 셀룰라아제를 첨가합니다.

Các nghiên cứu trên cám mè cho thấy enzyme-assisted extraction kết hợp công nghệ hỗ trợ có thể thu hồi đồng thời protein và hợp chất chống oxy hóa từ phụ phẩm. Đây là mô hình quan trọng cho doanh nghiệp muốn phát triển ingredient thực vật đa chức năng thay vì chỉ nhắm đến một phân tử đơn lẻ [7].

Chiết xuất polysaccharide tan trong nước

Với nấm, rễ, thân, hạt hoặc ngũ cốc, polysaccharide tan trong nước có thể là hoạt chất mục tiêu hoặc thành phần tạo chức năng. Cellulase có thể giúp mở thành tế bào để polysaccharide khuếch tán ra ngoài, nhưng cần kiểm soát để tránh thủy phân quá mức làm thay đổi khối lượng phân tử hoặc đặc tính tạo gel, tạo nhớt và cảm quan ^[2].

Trong nhóm ứng dụng này, mục tiêu không nhất thiết là “càng thủy phân càng tốt”. Nhà sản xuất thường quan tâm đến cấu trúc polysaccharide, độ hòa tan, độ nhớt, khả năng sấy và tính nhất quán giữa các lô; do đó cellulase cần được tích hợp như công cụ điều chỉnh cấu trúc nền, không phải chỉ nhằm tạo thêm đường ^[15].

Chiết xuất dầu thực vật, hợp chất kỵ nước và tinh dầu

Ở hạt, vỏ quả hoặc mô chứa dầu, thành tế bào có thể ngăn dầu thoát ra khỏi khoang chứa lipid. Cellulase giúp phá vỡ thành cellulose, tạo điều kiện cho dầu hoặc hợp chất kỵ nước được giải phóng trước khi tách pha, ép, ly tâm hoặc phối hợp với dung môi phù hợp ^[1].

Với tinh dầu, enzyme không thay thế chưng cất nhưng có thể hỗ trợ tiền xử lý mô thực vật trước khi hydrodistillation hoặc steam distillation. Tổng quan về tinh dầu thực vật trong thực phẩm cho thấy hiệu quả thu hồi và chất lượng hương phụ thuộc mạnh vào loài cây, bộ phận sử dụng, điều kiện chưng cất và độ nguyên vẹn của mô tiết tinh dầu ^[17].

Chiết xuất curcumin, curcuminoid và hợp chất màu

Các hợp chất màu như curcuminoid có độ nhạy với điều kiện môi trường và thường yêu cầu dung môi, nhiệt và bảo vệ oxy hóa phù hợp. Cellulase có thể đóng vai trò tiền xử lý để tăng khả năng tiếp cận mô củ, nhưng hiệu quả cuối cùng vẫn phụ thuộc vào hệ dung môi và cách bảo toàn hoạt chất sau chiết ^[18].

Điều này minh họa nguyên tắc chung trong botanical extraction: cellulase giải quyết phần “rào cản cấu trúc”, nhưng không tự động giải quyết phần “hóa học hòa tan”. Với hoạt chất kém tan trong nước, enzyme nên được xem là một mắt xích trong quy trình gồm nghiền, chọn dung môi, khuấy trộn, tách rắn-lỏng và ổn định dịch chiết ^[12].

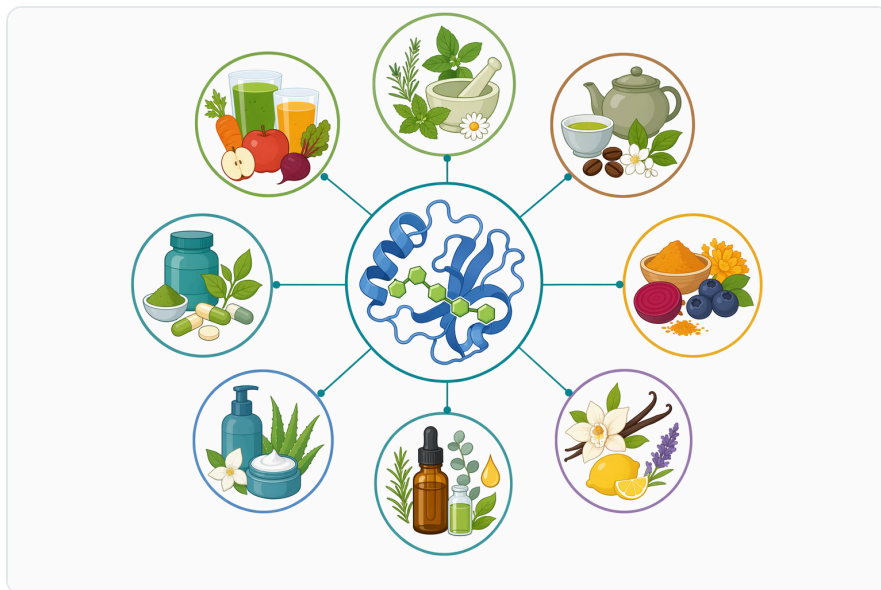


Figure 5. 셀룰라아제 처리로 기대하는 주요 실용적 효과는 셀룰로오스가 풍부한 조직이 병목 요인일 때 회수 수율 증가, 방출 속도 향상, 분리 용이성 개선, 추출물 외관 개선입니다.

Khi nào cellulase đơn lẻ là đủ, và khi nào cần phối hợp enzyme khác?

Cellulase có vai trò rõ nhất khi nguyên liệu giàu cellulose hoặc mô sợi: thân, lá khô, rễ, vỏ quả, bã ép, bã dewatered và phụ phẩm nông nghiệp. Nếu nút thắt chính là thành tế bào cellulose làm chậm thẩm dung môi và giữ lại hoạt chất trong bã, cellulase thường là enzyme nền tảng đáng xem xét ^[1].

Tuy nhiên, thành tế bào thực vật hiếm khi chỉ có cellulose. Pectin tạo gel và độ nhớt trong trái cây; hemicellulose tạo mạng polysaccharide bao quanh vi sợi cellulose; tinh bột có thể làm dịch chiết đục hoặc nhớt; protein có thể liên kết phenolic hoặc làm phức tạp tách pha ^[6].

Vì vậy, cellulase có thể được phối hợp với pectinase khi nguyên liệu giàu pectin như vỏ quả hoặc thịt quả; với hemicellulase/xylanase khi nền giàu hemicellulose; với amylase khi tinh bột gây nhớt hoặc đục; và với protease khi mục tiêu là giải phóng protein hoặc peptide. Các tổng quan về chiết xuất hợp chất hoạt tính thực vật cho thấy lựa chọn enzyme cần dựa vào thành phần nền và nhóm hợp chất mục tiêu, thay vì áp dụng một công thức chung cho mọi botanical ^[15].

Trong thực tế, enzyme phối hợp không có nghĩa là càng nhiều enzyme càng tốt. Mỗi enzyme có thể tạo thêm sản phẩm thủy phân, thay đổi độ nhớt, màu, vị, độ đục hoặc tải chất rắn hòa tan; do đó giá trị của phối hợp enzyme nằm ở tính chọn lọc và phù hợp với downstream, không chỉ ở mức độ phá vỡ mô ^[5].

Cách tích hợp cellulase vào quy trình chiết xuất ở mức công nghệ

Một quy trình điển hình bắt đầu bằng chuẩn bị nguyên liệu: làm sạch, cắt nhỏ, sấy hoặc điều chỉnh ẩm nếu cần, rồi nghiền đến kích thước phù hợp để tăng diện tích tiếp xúc. Tiền xử lý cơ học tốt giúp cellulase tiếp cận bề mặt thành tế bào hiệu quả hơn, nhưng nghiền quá mịn có thể làm tăng hạt treo và gây khó lọc ^[2].

Sau đó, nguyên liệu được hydrat hóa hoặc phối trộn với hệ dung môi tương thích. Với nhiều ứng dụng thực phẩm, nước hoặc hỗn hợp nước–dung môi thực phẩm thường được dùng để tạo môi trường cho enzyme hoạt động; tuy nhiên, dung môi, độ phân cực và mục tiêu hoạt chất vẫn phải được cân bằng vì cellulase cần môi trường phù hợp để duy trì hoạt tính trong thời gian xử lý ^[3].

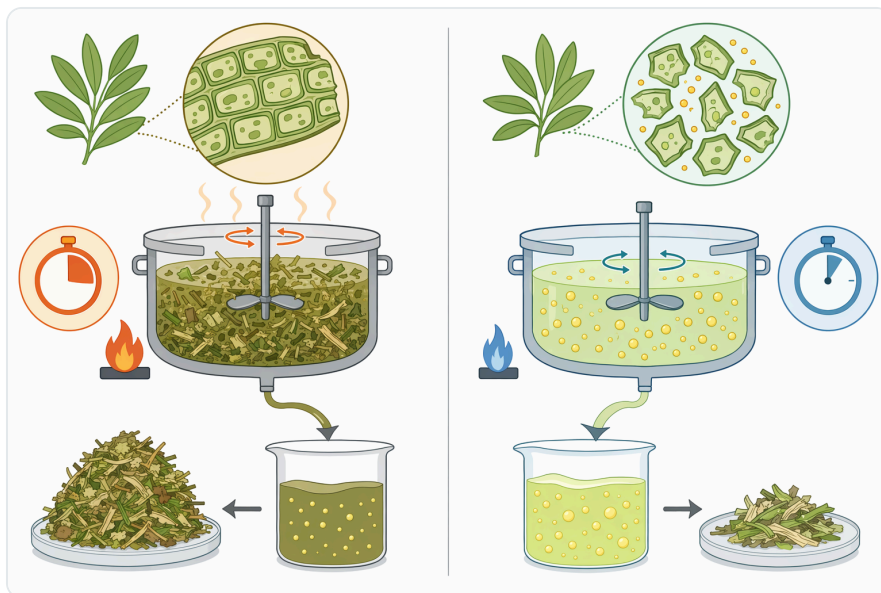


Figure 6. 효소 종류마다 표적으로 하는 식물 매트릭스 성분이 다르므로, 추출을 제한하는 요인이 펙틴, 전분, 헤미셀룰로오스 또는 단백질이 아니라 셀룰로오스일 때 셀룰라아제가 가장 적합합니다.

Giai đoạn enzyme thường được đặt trước chiết chính hoặc đồng thời với chiết, tùy nguyên liệu. Nếu mục tiêu là mở cấu trúc vách tế bào trước khi dùng dung môi chiết hoạt chất, enzyme có thể hoạt động như bước tiền xử lý; nếu dung môi và điều kiện phù hợp với enzyme, quá trình thủy phân và chiết có thể diễn ra đồng thời để rút ngắn chuỗi vận hành ^[7].

Sau xử lý enzyme, quy trình thường chuyển sang tách rắn–lỏng, lọc, ly tâm, cô đặc, sấy hoặc chuẩn hóa. Đây là nơi lợi ích của cellulase được đánh giá không chỉ bằng hàm lượng hoạt chất, mà còn bằng tốc độ lọc, lượng bã ướt, độ trong, độ ổn định dịch chiết và khả năng vận hành của thiết bị downstream ^[1].

Nếu sản phẩm cuối yêu cầu hồ sơ chất lượng và an toàn vận hành, CoA và SDS đi kèm khi đặt hàng giúp khách hàng lưu hồ sơ nội bộ cho nguyên liệu enzyme. Enzymes.bio cung cấp sản phẩm ở vai trò nhà cung cấp online theo đơn vị 1 kg; tài liệu này không thay thế quy trình thẩm định nội bộ của từng nhà sản xuất thực phẩm hoặc botanical ingredient .

Lợi ích công nghệ có thể kỳ vọng một cách thận trọng

Lợi ích đầu tiên là cải thiện thu hồi hoạt chất khi cellulose là rào cản chính. Bằng cách mở thành tế bào, cellulase giúp dung môi tiếp cận vùng chứa polyphenol, flavonoid, protein, polysaccharide hoặc lipid tốt hơn, phù hợp với các nghiên cứu enzyme-assisted extraction trên phụ phẩm thực vật và nguyên liệu botanical ^[1].

Lợi ích thứ hai là hỗ trợ điều kiện chiết ôn hòa hơn. Trong một số hệ, enzyme có thể giảm nhu cầu kéo dài thời gian ngâm hoặc tăng cường xử lý nhiệt, từ đó phù hợp với định hướng chiết xuất xanh và bảo toàn các hợp chất nhạy với điều kiện khắc nghiệt ^[5].

Lợi ích thứ ba là cải thiện vận hành sau chiết. Dịch chiết ít bị giữ nước trong bã, ít nhớt hơn hoặc dễ tách pha hơn có thể giúp giảm thời gian lọc, giảm nghẽn, ổn định cô đặc và tạo tiền đề tốt hơn cho sấy phun hoặc sấy chân không ^[2].



Figure 7. 셀룰라아제는 식물 조직에 대한 물리적 접근성을 개선하지만, 목표 성분을 운반할 수 있는 추출 단계의 필요성을 대체하지는 않습니다.

Tuy vậy, không nên diễn giải cellulase như giải pháp tự động tăng yield cho mọi nguyên liệu. Nếu hoạt chất mục tiêu nằm chủ yếu ở bề mặt, nếu dung môi không hòa tan tốt hoạt chất, nếu nền giàu pectin hơn cellulose, hoặc nếu bước lọc bị chi phối bởi hạt mịn do nghiền quá mức, cellulase đơn lẻ có thể chỉ

tạo cải thiện hạn chế ^[15].

Vai trò trong valorization phụ phẩm và phát triển ingredient bền vững

Một động lực lớn của enzyme-assisted extraction là chuyển phụ phẩm thực phẩm và nông nghiệp thành nguồn hợp chất giá trị cao. Các dòng như bã nho, coffee silverskin, vỏ xoài, cám mè, vỏ quả, bã ép và phụ phẩm chế biến thực vật thường còn chứa phenolic, protein, chất chống oxy hóa hoặc polysaccharide nhưng bị khóa trong cấu trúc lignocellulose ^[4].

Ví dụ, vỏ xoài được xem là phụ phẩm công nghiệp có tiềm năng chứa hợp chất chống oxy hóa, enzyme-related activity và hoạt tính kháng vi sinh vật, cho thấy giá trị của việc khai thác phần nguyên liệu từng bị loại bỏ. Với những nền như vậy, cellulase có thể hỗ trợ mở mạng xơ để quá trình thu hồi hoạt chất khả thi hơn ^[19].

Ở góc độ kinh tế quy trình, giá trị không chỉ nằm ở phần trăm tăng thu hồi. Nếu enzyme giúp giảm lượng bã khó xử lý, tăng tốc lọc, tạo dịch chiết ổn định hơn hoặc cho phép dùng điều kiện chiết nhẹ hơn, tổng chi phí vận hành và chất lượng sản phẩm có thể được cải thiện ngay cả khi mức tăng hoạt chất không quá lớn ^[5].

Tuy nhiên, mỗi phụ phẩm có biến động mùa vụ, độ ẩm, độ già hóa mô, mức lignin hóa và lịch sử xử lý khác nhau. Điều này giải thích vì sao dữ liệu từ một nền như cám mè, bã nho hoặc coffee silverskin chỉ nên dùng làm cơ sở thiết kế, không phải cam kết hiệu quả cho mọi nguyên liệu ^[8].

Lưu ý về chất lượng sản phẩm và hồ sơ B2B

Với khách hàng B2B, enzyme là nguyên liệu công nghệ cần được quản lý trong hệ thống chất lượng của nhà máy. CoA và SDS đi kèm khi đặt hàng hỗ trợ việc lưu hồ sơ, đánh giá an toàn thao tác và truy xuất thông tin lô hàng trong phạm vi sử dụng nội bộ .

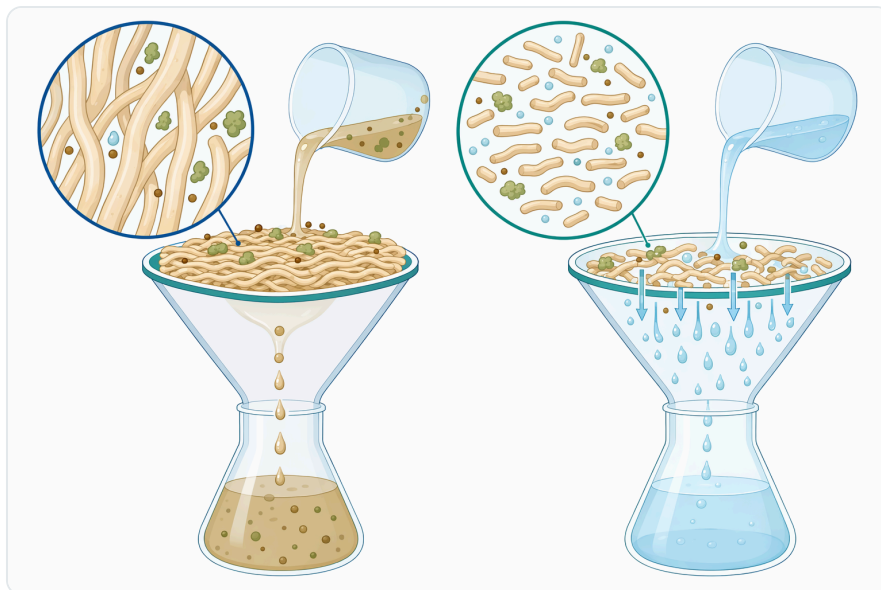


Figure 8. 여과 저항과 탁도가 셀룰로오스가 풍부한 조각들에 의해 발생하는 경우, 셀룰라아제는 섬유성 네트워크의 구조적 완전성을 낮추어 더 깨끗한 분리를 돕습니다.

Vì Enzymes.bio là nhà cung cấp, các thông tin ứng dụng nên được dùng như nền tảng kỹ thuật để khách hàng tích hợp vào quy trình của mình. Việc tối ưu điều kiện chiết, xác nhận phù hợp với sản phẩm cuối và kiểm soát downstream thuộc về quy trình phát triển và sản xuất của từng đơn vị sử dụng .

Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg, tạo sự thuận tiện cho các nhóm phát triển công thức, pilot, R&D ứng dụng hoặc sản xuất botanical quy mô phù hợp. Nội dung này không đưa ra lời mời yêu cầu mẫu, báo giá hay đặt hàng số lượng lớn; trọng tâm là giải thích cơ chế và phạm vi ứng dụng của cellulase trong chiết xuất thực vật .

Kết luận

Food-Grade Cellulase Enzyme For Botanical Extraction là công cụ enzyme hữu ích khi mục tiêu của quy trình là vượt qua rào cản thành tế bào trong nguyên liệu thực vật giàu cellulose. Cơ chế chính là thủy phân một phần mạng cellulose, mở đường truyền khối, giúp dung môi tiếp cận mô thực vật tốt hơn và hỗ trợ giải phóng hợp chất hoạt tính trong chiết xuất botanical ^[1].

Bằng chứng học thuật về enzyme-assisted extraction cho thấy cellulase và các enzyme phá vách tế bào có vai trò trong thu hồi phenolic, flavonoid, protein, polysaccharide, dầu và hợp chất hoạt tính từ nguyên liệu thực vật cũng như phụ phẩm nông nghiệp. Các nghiên cứu trên cám mè, *Verbascum nigrum*, bã nho, coffee silverskin và các tổng quan về chiết xuất xanh đều củng cố cách tiếp cận này, đồng thời nhấn mạnh rằng hiệu quả phụ thuộc mạnh vào nền nguyên liệu và thiết kế quy trình ^[7].

Cách sử dụng đúng về mặt kỹ thuật là xem cellulase như một mắt xích trong hệ chiết xuất gồm chuẩn bị nguyên liệu, dung môi, điều kiện enzyme, tách rắn-lỏng và downstream processing. Khi được tích hợp hợp lý, cellulase có thể hỗ trợ tăng thu hồi, cải thiện lọc và thúc đẩy valorization phụ phẩm; khi nguyên liệu phức tạp hơn, phối hợp với enzyme khác hoặc công nghệ hỗ trợ có thể cần thiết để đạt hiệu quả ổn định ^[15].

Đặt mua Food-Grade Cellulase Enzyme For Botanical Extraction 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 Food-Grade Cellulase Enzyme For Botanical Extraction →](#)

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. Costa, J. R., Tonon, R., Cabral, L., Gottschalk, L., Pastrana, L., & Pintado, M. (2020). Valorization of Agricultural Lignocellulosic Plant Byproducts through Enzymatic and Enzyme-Assisted Extraction of High-Value-Added Compounds: A Review. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8, 13112-13125.
2. Krakowska-Sieprawska, A., Kiełbasa, A., Rafińska, K., Ligor, M., & Buszewski, B. (2022). Modern Methods of Pre-Treatment of Plant Material for the Extraction of Bioactive Compounds. *Molecules*, 27.
3. Waseem, M., Majeed, Y., Nadeem, T., Naqvi, L. H., Khalid, M., Sajjad, M., Sultan, M., ... et al. (2023). Conventional and advanced extraction methods of some bioactive compounds with health benefits of food and plant waste: A comprehensive review. *Food Frontiers*.
4. Aït-Kaddour, A., Hassoun, A., Tarchi, I., Loudiyi, M., Boukria, O., Cahyana, Y., Ozogul, F., ... et al. (2024). Transforming plant-based waste and by-products into valuable products using various "Food Industry 4.0" enabling technologies: A literature review. *Science of the Total Environment*, 176872 .
5. Zaky, A., Witrowa-Rajchert, D., & Nowacka, M. (2025). Revolution of Bioactive Compound Extraction: Impacts on Food Safety, Health, and Sustainability. *Food Safety and Health*, 3.
6. El-Saadony, M., Saad, A., Mohammed, D. M., Alkafaas, S. S., El-Mageed, T. A. A., Fahmy, M. A., ahmed, A. E., ... et al. (2025). Plant bioactive compounds: extraction, biological activities, immunological, nutritional aspects, food application, and human health benefits—A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 12.
7. Görgüç, A., Özer, P., & Yılmaz, F. (2019). Microwave-assisted enzymatic extraction of plant protein with antioxidant compounds from the food waste sesame bran: Comparative optimization study and identification of metabolomics

using LC/Q-TOF/MS. *Journal of food processing and preservation*.

8. Görgüç, A., Özer, P., & Yılmaz, F. (2020). Simultaneous effect of vacuum and ultrasound assisted enzymatic extraction on the recovery of plant protein and bioactive compounds from sesame bran. *Journal of Food Composition and Analysis*, 87, 103424.
9. Brienza, F., Calani, L., Bresciani, L., Mena, P., & Rapacioli, S. (2025). Optimized Enzymatic Extraction of Phenolic Compounds from Verbascum nigrum L.: A Sustainable Approach for Enhanced Extraction of Bioactive Compounds. *Applied Sciences*.
10. Stanek-Wandzel, N., Zarębska, M., Wasilewski, T., Hordyjewicz-Baran, Z., Krzyszowska, A., Gębura, K., & Tomaka, M. (2025). Enhancing Phenolic Compound Recovery from Grape Pomace Residue: Synergistic Approach of Ultrasound- and Enzyme-Assisted Extraction. *ACS Omega*, 10, 23129 - 23138.
11. Jirarat, W., Kaewsalud, T., Yakul, K., Rachtanapun, P., & Chaityaso, T. (2024). Sustainable Valorization of Coffee Silverskin: Extraction of Phenolic Compounds and Proteins for Enzymatic Production of Bioactive Peptides. *Foods*, 13.
12. Ciuca, M. D., & Racovita, R. C. (2023). Curcumin: Overview of Extraction Methods, Health Benefits, and Encapsulation and Delivery Using Microemulsions and Nanoemulsions. *International Journal of Molecular Sciences*, 24.
13. Pallarés, N., Berrada, H., Ferrer, E., Rached, W., Pinela, J., Mandim, F., Pires, T., ... et al. (2025). Green and Innovative Extraction: Phenolic Profiles and Biological Activities of Underutilized Plant Extracts Using Pulsed Electric Fields and Maceration. *Foods*, 14.
14. Sahu, S., Kumari, D., Kusam, K., Kuila, A., Gurjar, R. S., Sharma, K., & Verma, R. (2025). Deep eutectic solvent extraction of polyphenol from plant materials: Current status and future prospects in food applications. *Food Chemistry*, 482, 144125 .
15. Abdelmaksoud, T., Younis, M. I., Altemimi, A., Tlay, R. H., & Hassan, N. A. (2025). Bioactive Compounds of Plant-Based Food: Extraction, Isolation, Identification, Characteristics, and Emerging Applications. *Food Science & Nutrition*, 13.
16. Sharma, K., Zhang, W., & Rawdkuen, S. (2025). Dietary Plant-Based Protein Supplements: Sources, Processing, Nutritional Value, and Health Benefits. *Foods*, 14.
17. Hassid, A., Salla, M., Krayem, M., Khaled, S., Hassan, H. F., & Khatib, S. E. (2025). A review on the versatile applications of plant-based essential oils in food flavoring, culinary uses and health benefits. *Discover Food*, 5.
18. Basha, S. J., Kaur, K., Kaur, P., & Rehal, J. K. (2024). Curcuminoids: Composition, extraction, health benefits, delivery systems, and relation to COVID-19 treatment. *Food Safety and Health*.
19. Kučuk, N., Primožič, M., Kotnik, P., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2024). Mango Peels as an Industrial By-Product: A Sustainable Source of Compounds with Antioxidant, Enzymatic, and Antimicrobial Activity. *Foods*, 13.

Liên hệ Enzymes.bio

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

EMAIL 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.