

Phospholipase trong degumming dầu và biến đổi phospholipid: cơ chế, ứng dụng B2B và cách hiểu đúng

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

Phospholipase là nhóm enzyme xúc tác cắt chọn lọc các liên kết trong phospholipid, nhờ đó có thể thay đổi tính nhũ hóa, độ phân tán và khả năng tách loại “gum” trong dầu thực vật. Trong ứng dụng B2B, enzyme này được quan tâm nhiều nhất ở degumming dầu, biến đổi lecithin, sản xuất phospholipid chức năng và điều chỉnh hệ nhũ tương thực phẩm. Hiệu quả thực tế phụ thuộc vào loại phospholipase, loại cơ chất lipid, trạng thái nhũ tương, nước, pH, nhiệt độ và cách kết thúc phản ứng.

Phospholipase là gì và vì sao một tên gọi bao gồm nhiều cơ chế?

“Phospholipase là gì?” là câu hỏi dễ gây nhầm lẫn vì phospholipase không phải một enzyme đơn lẻ. Đây là một họ enzyme cùng tác động lên phospholipid—những phân tử lưỡng tính có đuôi acid béo kỵ nước và đầu phosphate phân cực, thường tập trung ở màng tế bào, lecithin, dầu thô, lòng đỏ trứng, sữa và các hệ nhũ tương dầu–nước. Tổng quan về ứng dụng công nghiệp nhấn mạnh rằng phospholipase đã được khai thác vì khả năng biến đổi phospholipid theo hướng chọn lọc hơn so với nhiều xử lý hóa học thông thường ^[1].

Điểm quan trọng nhất trong **phospholipase function** là vị trí cắt. Nếu enzyme cắt liên kết ester acyl ở khung glycerol, sản phẩm chính thường là lysophospholipid và acid béo tự do; nếu enzyme cắt liên kết gần nhóm phosphate, sản phẩm có thể là diacylglycerol, phosphatidic acid hoặc nhóm đầu phân cực được giải phóng. Vì vậy, cùng một nguyên liệu như lecithin đậu nành có thể cho kết quả công nghệ rất khác nhau tùy enzyme là PLA1, **phospholipase A2**, **phospholipase C** hay **phospholipase D** ^[1].

Trong công nghiệp dầu và thực phẩm, cách gọi “phospholipase enzyme” thường được dùng rộng, nhưng người vận hành quy trình cần hiểu chức năng theo lớp enzyme. Chẳng hạn, **phospholipase A2 enzymes** liên quan đến cắt vị trí sn-2 của phospholipid, còn PLC và PLD liên quan đến vùng phosphate và nhóm đầu; sự khác biệt này quyết định enzyme phù hợp hơn với degumming dầu, biến đổi lecithin hay tạo phospholipid giá trị gia tăng ^[2].

Các nhóm phospholipase chính và sản phẩm phản ứng

Bảng dưới đây tóm tắt các nhóm thường gặp. Đây không phải bảng thông số sản phẩm, mà là cách đọc cơ chế để liên hệ enzyme với mục tiêu quy trình.

Nhóm enzyme	Vị trí tác động điển hình trên phospholipid	Sản phẩm thường gặp	Ý nghĩa công nghệ thường gặp
PLA1	Liên kết ester acyl tại vị trí sn-1	Acid béo tự do + lysophospholipid	Biến đổi lecithin, thay đổi tính nhũ hóa, hỗ trợ thủy phân phospholipid
PLA2 / phospholipase A2	Liên kết ester acyl tại vị trí sn-2	Acid béo tự do + lysophospholipid	Biến đổi bề mặt lipid; trong sinh học liên quan giải phóng acid béo hoạt tính
PLC / phospholipase C	Liên kết phosphodiester tạo DAG và nhóm phosphate đầu	Diacylglycerol + nhóm phosphoryl hóa	Degumming dầu, giảm phospholipid hydrat hóa kém, điều chỉnh lipid phân cực
PLD / phospholipase D	Liên kết giữa phosphate và nhóm đầu phân cực	Phosphatidic acid + alcohol/nhóm đầu; hoặc sản phẩm chuyển nhóm	Biến đổi phospholipid, sản xuất phospholipid chức năng như phosphatidylserine trong điều kiện phù hợp

PLA1 và PLA2 làm phospholipid trở nên “một đuôi” hơn, tạo lysophospholipid có đặc tính bề mặt khác phospholipid ban đầu. Nghiên cứu về cố định phospholipase A1 trong hệ vi nhũ nước-trong-dầu cho thấy hướng tiếp cận này được quan tâm vì có thể tăng hiệu quả thủy phân phospholipid và khả năng dùng lại xúc tác trong các bối cảnh thiết kế quy trình, dù điều kiện thực tế phải được tối ưu theo từng hệ nguyên liệu ^[3].

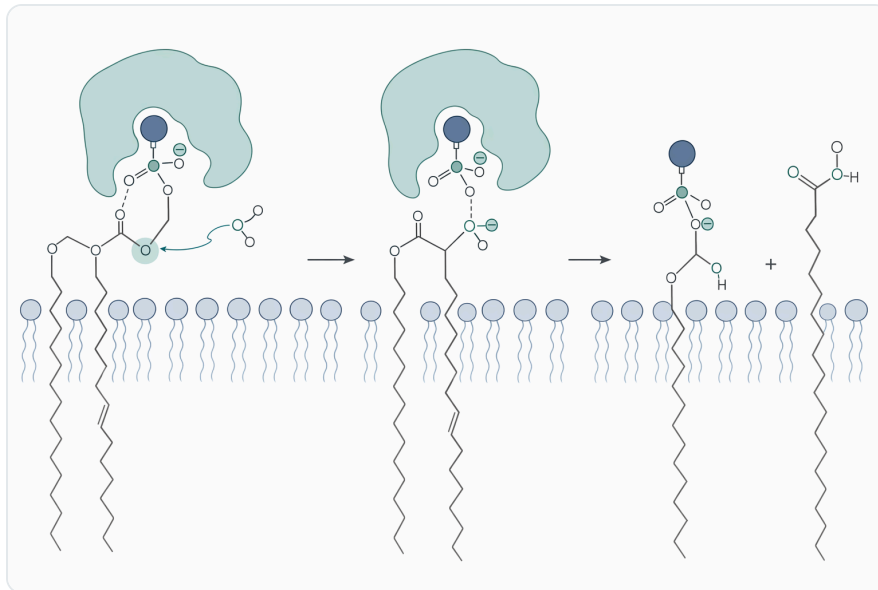


Figure 1. 포스포리파아제는 인지질의 에스터 결합을 가수분해해 리소인지질과 유리 지방산을 생성하여, 인지질의 제거 또는 변형 효율을 높입니다.

PLC có vai trò đáng chú ý trong degumming dầu vì nó chuyển một phần phospholipid thành diacylglycerol và phần đầu phosphate tan hoặc phân tán khác đi. Các nghiên cứu gần đây về **thermostable phospholipase C** xem PLC là chìa khóa để tiến tới quy trình degumming dầu hiệu quả và bền vững hơn, đặc biệt khi cần xử lý phospholipid khó loại bỏ trong dầu thô [4].

PLD lại nổi bật trong hướng biến đổi nhóm đầu phospholipid. Tổng quan về **phospholipase D** nhấn mạnh tiềm năng công nghiệp của enzyme này vì ngoài thủy phân, PLD có thể tham gia phản ứng chuyển nhóm trong điều kiện có chất nhận phù hợp, mở đường cho các phospholipid có giá trị chức năng cao hơn [2].

Phospholipase mechanism: vì sao giao diện dầu–nước quyết định tốc độ phản ứng?

Để hiểu **phospholipase mechanism**, cần bắt đầu từ cấu trúc của cơ chất. Phospholipid không tan như đường hoặc muối trong nước; chúng tập trung ở bề mặt phân cách dầu–nước, trong màng hoặc micelle. Do đó, enzyme không chỉ “gặp” cơ chất trong dung dịch mà phải tiếp cận cơ chất tại giao diện, nơi đầu phân cực hướng ra nước và đuôi acyl nằm trong pha dầu hoặc vùng kỵ nước [5].

Đặc tính này giải thích vì sao cùng một lượng enzyme có thể cho kết quả khác nhau khi thay đổi trộn, mức phân tán, hàm lượng nước hoặc trạng thái nhũ tương. Nghiên cứu về phospholipase A2 liên kết lipoprotein mô tả rõ vai trò của màng trong điều hòa allosteric và nhận diện bề mặt, cho thấy môi trường lipid không chỉ là “nền” thụ động mà có thể quyết định cấu hình hoạt động của enzyme [5].

Với PLA2, **phospholipase A2 mechanism** thường được mô tả là enzyme tiếp cận bề mặt lipid, định vị phân tử phospholipid vào vùng xúc tác rồi thủy phân liên kết ester tại sn-2. Trong bối cảnh sinh học, vị trí sn-2 thường chứa acid béo không bão hòa như arachidonic acid; vì vậy cụm tìm kiếm **phospholipase A2 arachidonic acid** thường xuất hiện khi nói về tiền chất của chất trung gian viêm [6].

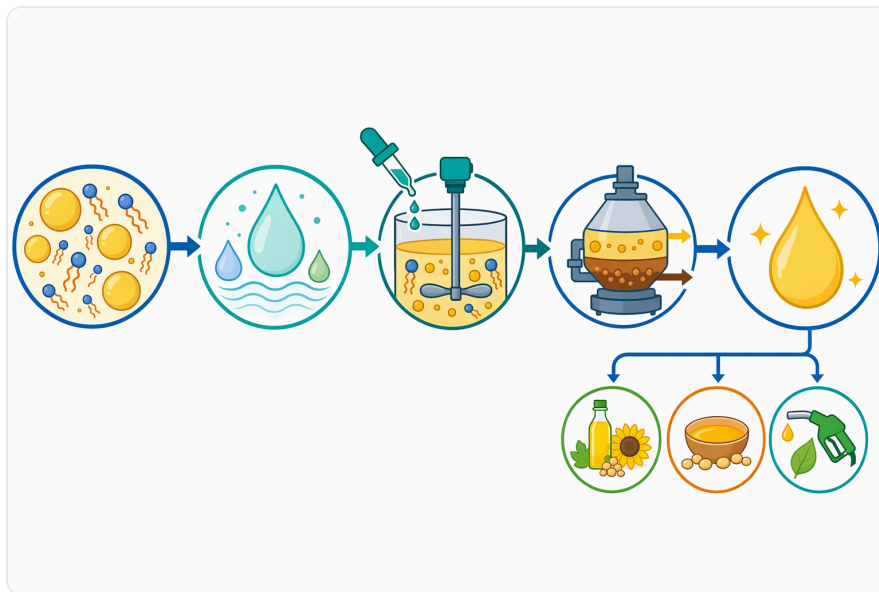


Figure 2. 산업용 포스포리파아제 공정은 일반적으로 효소적 오일 탈검 과정에서 수화성 및 비수화성 인지질을 분리 가능한 생성물로 전환합니다.

Với PLC, cơ chế khác hẳn: enzyme tác động vào liên kết phosphodiester của phospholipid. Trong sinh học tín hiệu, cụm **phospholipase C pathway** hoặc **phospholipase C IP3 DAG pathway** thường chỉ việc phospholipase C cắt phosphatidylinositol phosphate để tạo IP3 và diacylglycerol; nghiên cứu về **phospholipase C gamma** trên cơ chất hòa tan và micelle cho thấy hoạt tính PLC γ chịu ảnh hưởng của cả xúc tác và trạng thái bề mặt cơ chất [7].

Với PLD, cơ chế được quan tâm vì có thể đi theo hai hướng: thủy phân để tạo phosphatidic acid, hoặc chuyển nhóm đầu nếu có alcohol/chất nhận phù hợp. Đây là nền tảng của nhiều ứng dụng biến đổi phospholipid, vì thay vì chỉ phá vỡ phân tử, PLD có thể tái cấu trúc nhóm đầu để tạo phân tử có chức năng mới [2].

Ứng dụng 1: enzymatic degumming trong tinh luyện dầu thực vật

Trong dầu thô, phospholipid là thành phần gây “gum”: chúng kéo theo nước, kim loại vết, sắc tố hoặc tạp chất khác, làm tăng độ nhớt bùn gum và gây hao hụt dầu trung tính. Degumming bằng enzyme dùng phospholipase để chuyển phospholipid sang dạng dễ tách hoặc ít gây thất thoát dầu hơn, nhờ đó được nghiên cứu như một giải pháp tinh luyện chọn lọc hơn [1].

PLA, PLC và đôi khi PLD đều có thể liên quan đến degumming, nhưng chúng không tạo cùng kết quả. PLA tạo lysophospholipid và acid béo tự do; PLC tạo diacylglycerol, có thể ở lại pha dầu tốt hơn so với phospholipid ban đầu; còn PLD tạo phosphatidic acid, có tính chất phân cực và tương tác kim loại khác. Việc chọn cơ chế phụ thuộc vào mục tiêu: giảm phosphorus, giảm gum, giữ dầu trung tính, cải thiện lọc hay tối ưu bùn phụ phẩm [4].

Nghiên cứu năm 2024 về phospholipase cố định trên hạt nano từ tính cho degumming dầu đậu nành thô cho thấy lĩnh vực này đang đi theo hướng cải thiện khả năng thu hồi, tái sử dụng và kiểm soát xúc tác. Dù cố định enzyme không phải lúc nào cũng phù hợp với mọi nhà máy, công trình này minh họa rằng enzymatic degumming không còn là khái niệm phòng thí nghiệm đơn giản mà đang được thiết kế theo hướng quy trình công nghiệp có kiểm soát [8].

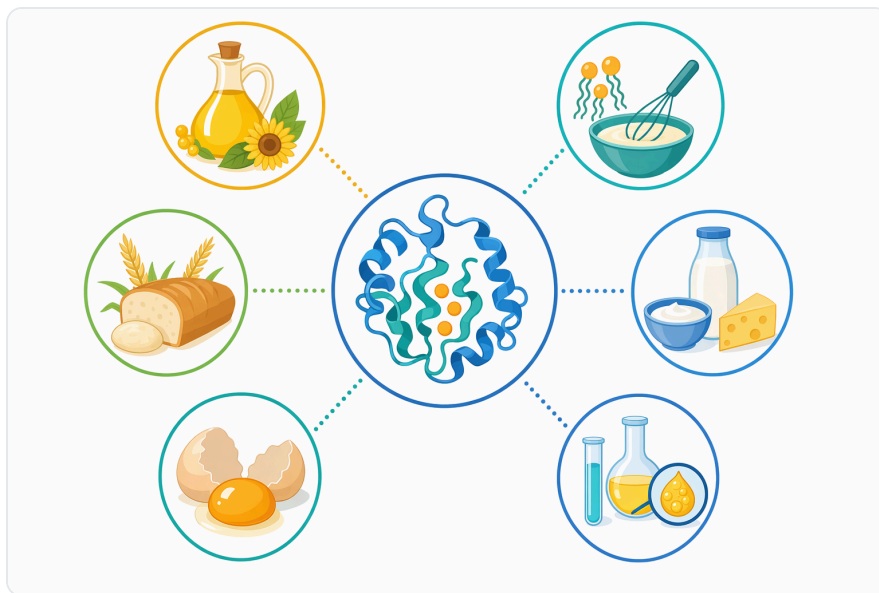


Figure 3. 포스포리파아제는 식용유 정제, 레시틴 고도화, 제빵, 유제품, 난가공 및 지질 변형 분야 전반에서 사용됩니다.

Từ góc nhìn vận hành, phospholipase trong degumming nhạy với khả năng tiếp xúc giữa enzyme ưa nước và cơ chất nằm trong pha dầu. Vì vậy, nước, trộn, acid hóa hoặc tiền xử lý, thời gian giữ và cách tách pha đều ảnh hưởng đến kết quả; enzyme không thể bù hoàn toàn cho một hệ phân tán kém hoặc nguyên liệu có biến động quá lớn [4].

Ứng dụng 2: biến đổi lecithin và phospholipid chức năng

Lecithin thương mại là hỗn hợp phospholipid, triglyceride và các thành phần minor khác. Phospholipase có thể biến đổi lecithin theo hướng tăng tỷ lệ lysophospholipid, phosphatidic acid hoặc phospholipid có nhóm đầu mới, từ đó thay đổi HLB, độ phân tán trong nước, khả năng nhũ hóa dầu-nước và tương tác với protein hoặc tinh bột [1].

Trong ngành nguyên liệu chức năng, PLD được chú ý vì phản ứng chuyển nhóm có thể tạo các phospholipid đặc thù, ví dụ phosphatidylserine, khi hệ phản ứng có chất nhận phù hợp. Tổng quan về khai thác PLD cho biết rào cản công nghiệp nằm ở tính đặc hiệu cơ chất, cân bằng thủy phân–chuyển nhóm, trạng thái pha và khả năng mở rộng quy trình, chứ không chỉ ở việc “có enzyme PLD” [2].

Điểm cần nhấn mạnh là biến đổi lecithin không đơn thuần là tăng hoặc giảm một chỉ tiêu. Một thay đổi nhỏ trong cấu trúc nhóm đầu hoặc vị trí acyl có thể làm thay đổi độ nhớt, màu, mùi, độ ổn định oxy hóa và hiệu suất nhũ hóa. Do đó, phospholipase nên được xem là công cụ tinh chỉnh cấu trúc lipid, không phải phụ gia “đa năng” tạo hiệu quả giống nhau trong mọi công thức [1].

Ứng dụng 3: thực phẩm nhũ tương, bánh, trứng và sữa

Trong thực phẩm, phospholipid đóng vai trò ở giao diện: giữ giọt dầu phân tán, ổn định bọt, ảnh hưởng kết cấu bột nhào và tương tác với protein. Khi phospholipase biến đổi phospholipid tự nhiên trong bột, trứng, sữa hoặc lecithin bổ sung, hệ nhũ tương có thể thay đổi theo hướng bền hơn hoặc phù hợp hơn với mục tiêu công thức [1].



Figure 4. 화학적 탈검과 비교할 때, 효소적 포스포리파아제 처리는 오일 수율을 높이고 화학물질 사용량과 폐수 발생을 줄일 수 있습니다.

Ở sản phẩm bánh, phospholipase có thể gián tiếp ảnh hưởng đến mạng gluten, phân bố chất béo và cấu trúc ruột bánh thông qua thay đổi lipid phân cực. Tuy nhiên, tác động này phụ thuộc vào loại bột, lượng chất béo, lecithin, enzyme khác trong công thức, thời gian trộn, lên men và nhiệt xử lý; cùng một phospholipase có thể hữu ích trong một công thức nhưng không tối ưu trong công thức khác [1].

Với lòng đỏ trứng, phospholipid vốn là thành phần tạo nhũ tự nhiên. Biến đổi bằng phospholipase có thể làm thay đổi độ bền mayonnaise, sốt hoặc nguyên liệu trứng sấy, nhưng cũng có thể ảnh hưởng cảm quan nếu thủy phân quá mức. Trong các hệ giàu lipid như vậy, kiểm soát mức phản ứng quan trọng không kém lựa chọn enzyme [1].

Trong sữa và phô mai, phospholipid nằm trong màng cầu béo sữa và tham gia tương tác với casein, whey protein và muối khoáng. Phospholipase có thể được dùng để điều chỉnh bề mặt cầu béo hoặc hệ nhũ, nhưng cần hiểu đây là can thiệp vào cân bằng protein–lipid phức tạp, không phải chỉ là “tăng nhũ hóa” theo nghĩa đơn giản [1].

Phospholipase A2 trong viêm và thuốc ức chế: nên hiểu thế nào trong tài liệu B2B?

Các cụm như **phospholipase A2 function in inflammation**, **phospholipase A2 inhibitor**, **phospholipase A2 inhibitor drugs** thường xuất hiện trong tìm kiếm vì PLA2 có vai trò sinh học quan trọng. Khi PLA2 giải phóng acid béo ở vị trí sn-2, trong đó có arachidonic acid, cơ thể có thể chuyển hóa các acid béo này thành eicosanoid và các chất trung gian liên quan phản ứng viêm; vì vậy sPLA2 là một mục tiêu được thảo luận trong phát triển liệu pháp chống viêm [6].

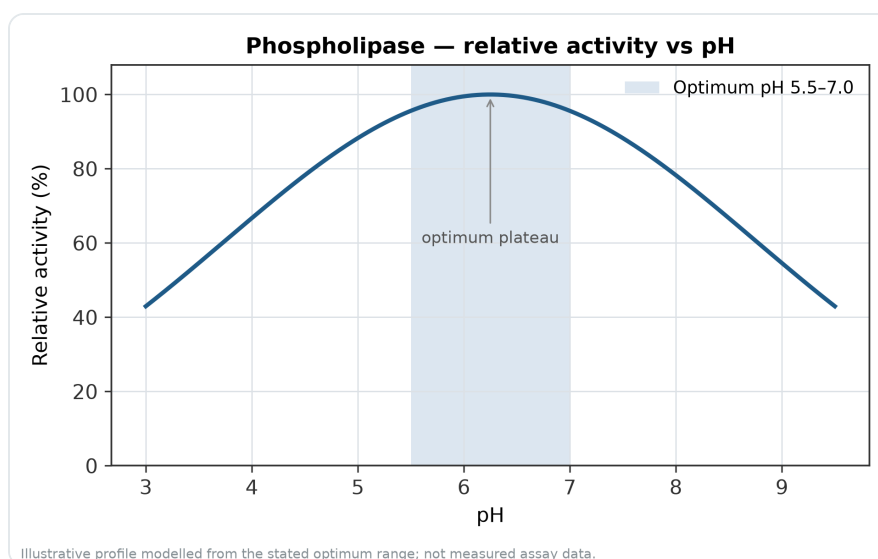


Figure 5. pH에 따른 포스포리파아제의 상대 활성으로, pH 5.5~7.0에서 최적 활성 평탄 구간을 보입니다.

Tuy nhiên, thông tin y sinh này không nên bị trộn lẫn với ứng dụng enzyme công nghiệp. Một chế phẩm phospholipase dùng trong xử lý dầu hoặc thực phẩm không phải thuốc, không phải chất điều trị viêm và không nên được diễn giải theo ngôn ngữ dược phẩm. Các nghiên cứu về chất ức chế PLA2—ví dụ

mô phỏng resveratrol hoặc peptide antinflammin/uteroglobin—giúp hiểu cơ chế gắn kết và ức chế, nhưng không phải bằng chứng cho công dụng của sản phẩm enzyme trong người ^[9].

Câu hỏi “**phospholipase A2 is secreted by** gì?” cũng cần đặt đúng bối cảnh. Trong sinh học, các PLA2 tiết có thể được tìm thấy ở nhiều mô hoặc nguồn sinh học, và một số nọc rắn giàu PLA2 gây tác dụng độc sinh học; nghiên cứu proteomics nọc rắn Russell’s viper cho thấy PLA2 là một trong các thành phần enzyme đáng chú ý trong hệ nọc ^[10].

Với khách hàng B2B, giá trị thực tế của phần kiến thức này là hiểu sự khác biệt giữa cơ chế sinh học và mục tiêu quy trình. PLA2 có thể liên quan đến viêm trong cơ thể, nhưng trong nhà máy, điều đáng quan tâm là cơ chất phospholipid, điều kiện phản ứng, sản phẩm thủy phân, ảnh hưởng cảm quan và yêu cầu an toàn thao tác với protein enzyme ^[6].

Phospholipase C function và PLC inhibitor: tách biệt tín hiệu tế bào với xử lý lipid

Phospholipase C function trong sinh học tế bào thường được nhắc đến cùng **phospholipase C gamma**, IP3, DAG và truyền tín hiệu nội bào. PLC γ là một isoform quan trọng trong các đường tín hiệu receptor, và nghiên cứu trên cơ chất phosphatidylinositol cho thấy hoạt động của PLC γ chịu chi phối bởi trạng thái micelle/bề mặt chứ không chỉ bởi cấu trúc hóa học của cơ chất ^[7].

Cụm **phospholipase C inhibitor** thường thuộc lĩnh vực nghiên cứu tín hiệu tế bào hoặc dược lý, không phải hướng dẫn dùng enzyme công nghiệp. Trong bối cảnh B2B, PLC được quan tâm chủ yếu vì khả năng xử lý phospholipid trong dầu hoặc nguyên liệu lipid, nơi sản phẩm như diacylglycerol và nhóm phosphate giúp thay đổi khả năng tách gum hoặc tính chất pha ^[4].

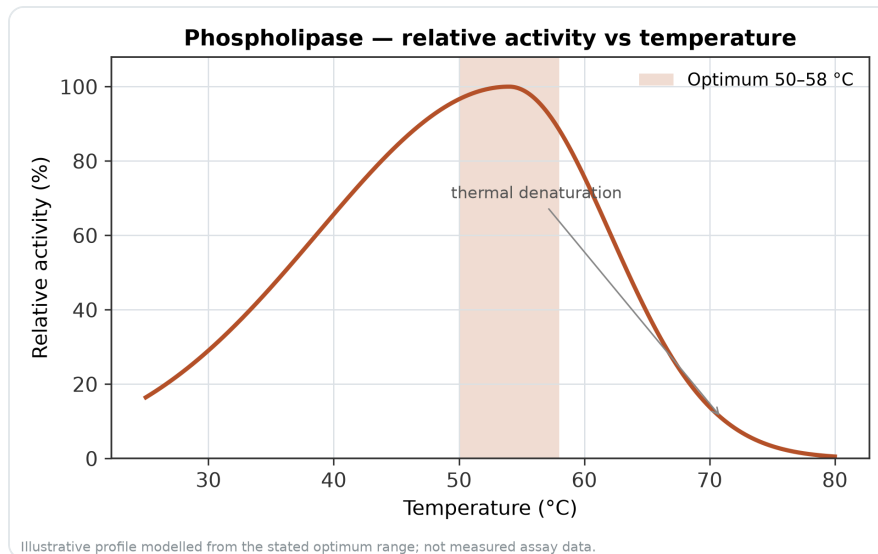


Figure 6. 온도에 따른 포스포리파아제의 상대 활성으로, 50~58°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

Sự tương đồng giữa PLC sinh học và PLC công nghiệp nằm ở liên kết hóa học bị cắt, nhưng mục tiêu hoàn toàn khác nhau. Sinh học tế bào quan tâm tín hiệu IP₃/DAG; công nghiệp dầu quan tâm giảm phosphorus, giảm gum, cải thiện thu hồi dầu và kiểm soát tạp chất. Việc dùng đúng ngôn ngữ giúp tránh suy diễn rằng một enzyme xử lý dầu có ý nghĩa được lý [4].

Các yếu tố quy trình quyết định hiệu quả phospholipase

Yếu tố đầu tiên là loại phospholipid trong nguyên liệu. Dầu đậu nành, dầu hạt cải, lecithin, lòng đỏ trứng và sữa có tỷ lệ phosphatidylcholine, phosphatidylethanolamine, phosphatidylinositol, phosphatidic acid và glycolipid khác nhau; mỗi loại có khả năng hydrat hóa, mang điện và tạo nhũ khác nhau. Vì vậy, cùng một **phospholipase mechanism** có thể cho tốc độ và sản phẩm khác nhau tùy nền cơ chất [1].

Yếu tố thứ hai là trạng thái pha. Phospholipase thường cần nước để xúc tác thủy phân, nhưng quá nhiều nước hoặc phân tán không phù hợp có thể tạo hệ nhũ khó tách. Trong các hệ nước-trong-dầu hoặc dầu-trong-nước, kích thước giọt, diện tích bề mặt và lực cắt khi trộn ảnh hưởng trực tiếp đến số điểm tiếp xúc enzyme-phospholipid [3].

Yếu tố thứ ba là pH và nhiệt độ. Enzyme là protein nên có vùng hoạt động hữu ích và vùng bất hoạt; vượt quá giới hạn thích hợp có thể làm giảm hoạt tính, thay đổi cấu trúc hoặc làm tăng phản ứng phụ. Các nghiên cứu về PLC bền nhiệt cho thấy khả năng chịu nhiệt là một hướng cải thiện quan trọng cho degumming vì dầu thường được xử lý ở điều kiện ấm/nóng trong vận hành thực tế [4].

Yếu tố thứ tư là chất hoạt động bề mặt, muối, kim loại và tạp chất. Vì phospholipase hoạt động tại giao diện, bất kỳ thành phần nào thay đổi bề mặt lipid-nước đều có thể ảnh hưởng đến enzyme. Nghiên cứu về rhamnolipid cho thấy một số biosurfactant anion không nhất thiết làm biến tính enzyme công nghiệp, nhưng tác động cụ thể vẫn phụ thuộc từng enzyme và nền công thức [11].

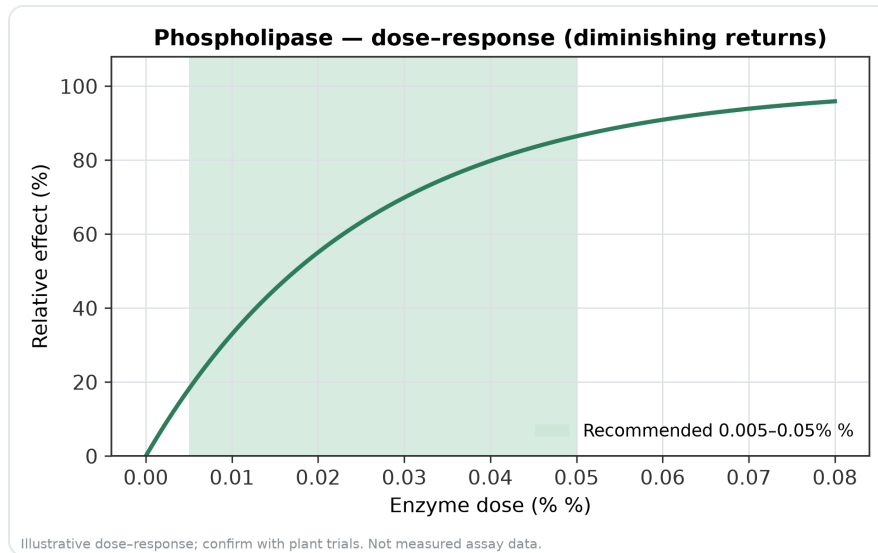


Figure 7. 권장 사용 범위(0.005~0.05%)에서 포스포리파아제의 용량-반응을 예시한 그래프입니다.

Yếu tố cuối cùng là cách kết thúc phản ứng. Trong thực phẩm hoặc dầu tinh luyện, phản ứng phospholipase thường cần được dừng hoặc làm giảm hoạt động sau khi đạt mục tiêu để tránh tiếp tục thủy phân, sinh acid béo tự do hoặc làm thay đổi cảm quan. Việc kết thúc có thể dựa trên các bước nhiệt, tách pha hoặc quy trình chế biến tiếp theo, nhưng cần phù hợp với nguyên liệu và tiêu chuẩn sản phẩm cuối [1].

So sánh hướng ứng dụng theo mục tiêu công nghệ

Bảng sau giúp liên hệ mục tiêu sản xuất với nhóm phospholipase thường được xem xét. Mục đích là định hướng kỹ thuật, không thay thế xác nhận quy trình trên nguyên liệu thực tế.

Mục tiêu B2B	Nhóm phospholipase thường liên quan	Kết quả mong muốn	Rủi ro cần kiểm soát
Degumming dầu thực vật	PLA, PLC, đôi khi PLD	Giảm phospholipid gây gum, hỗ trợ tách pha, cải thiện thu hồi dầu	Nhũ tương bền khó tách, tăng acid béo tự do, khác biệt giữa lô dầu
Biến đổi lecithin	PLA1, PLA2, PLD	Thay đổi HLB, tăng lysophospholipid hoặc tạo	Độ nhớt, mùi vị, oxy hóa lipid, mức thủy phân quá sâu

Mục tiêu B2B	Nhóm phospholipase thường liên quan	Kết quả mong muốn	Rủi ro cần kiểm soát
		phospholipid nhóm đầu mới	
Phospholipid chức năng	PLD là hướng nổi bật	Tạo phospholipid có nhóm đầu đặc thù trong điều kiện phù hợp	Cân bằng thủy phân/chuyển nhóm, tinh sạch, hiệu suất phụ thuộc nền phản ứng
Bánh và nhũ tương thực phẩm	PLA, đôi khi PLC/PLD tùy hệ	Cải thiện phân tán lipid, cấu trúc và ổn định nhũ	Tác động khác nhau theo bột, chất béo, lecithin và enzyme đi kèm
Sữa, phô mai, trứng	PLA hoặc phospholipase phù hợp nền lipid	Điều chỉnh màng cầu béo, nhũ tương và chức năng phospholipid	Biến đổi cảm quan, tương tác protein-lipid ngoài dự kiến

Trong mọi trường hợp, lợi ích của phospholipase đến từ chọn lọc xúc tác chứ không phải “sức mạnh” xử lý. Enzyme có thể làm việc ở điều kiện ôn hòa hơn nhiều tác nhân hóa học mạnh, nhưng cũng nhạy hơn với biến động nguyên liệu và điều kiện pha. Đây là lý do các tổng quan công nghiệp xem phospholipase là nhóm enzyme có tiềm năng rộng, nhưng luôn gắn với tối ưu hóa ứng dụng cụ thể ^[1].

Sản phẩm Phospholipase từ Enzymes.bio: cách diễn giải phù hợp

Enzymes.bio là nhà cung cấp enzyme B2B qua kênh online, không phải nhà sản xuất hay phòng thí nghiệm phát triển enzyme. Sản phẩm Phospholipase được bán trực tiếp theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng để hỗ trợ hồ sơ chất lượng và an toàn thao tác nội bộ .

Khi mô tả sản phẩm, nên dùng ngôn ngữ quy trình: phospholipase là công cụ xúc tác để xử lý hoặc biến đổi phospholipid trong nguyên liệu công nghiệp/thực phẩm. Không nên diễn giải sản phẩm như thuốc, chất điều trị, chất ức chế PLA2/PLC hoặc thành phần tiêu dùng trực tiếp, vì các cụm như **phospholipase A2 inhibitor drugs** hay **phospholipase C inhibitor** thuộc bối cảnh nghiên cứu y sinh khác với xử lý nguyên liệu ^[6].

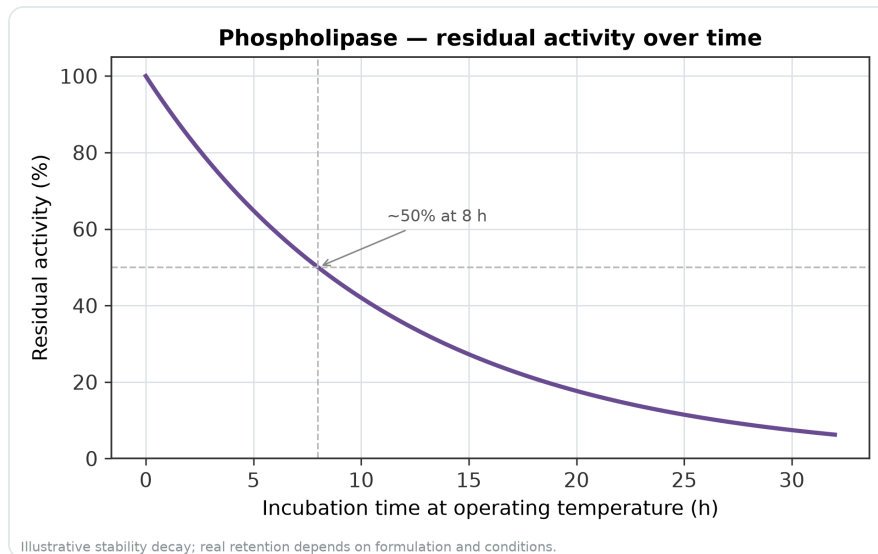


Figure 8. 포스포리파아제의 열 안정성 감소 예시 — 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Với doanh nghiệp thực phẩm, dầu thực vật, lecithin hoặc nguyên liệu lipid chức năng, cách tiếp cận phù hợp là xác định rõ mục tiêu: loại gum, thay đổi nhũ hóa, tạo lysophospholipid, tạo phosphatidic acid hay hướng đến phospholipid nhóm đầu đặc thù. Sau đó, điều kiện quy trình cần được điều chỉnh quanh cơ chất, trạng thái pha và yêu cầu sản phẩm cuối, thay vì giả định một điều kiện chung cho mọi nguyên liệu [2].

Kết luận kỹ thuật

Phospholipase là họ enzyme quan trọng trong xử lý phospholipid vì có thể cắt chọn lọc các liên kết khác nhau trong cùng một lớp phân tử lipid. PLA1 và PLA2 chủ yếu tạo lysophospholipid và acid béo tự do; PLC tạo diacylglycerol và nhóm phosphate; PLD tạo phosphatidic acid hoặc tham gia chuyển nhóm để hình thành phospholipid chức năng trong điều kiện thích hợp [1].

Trong B2B, các ứng dụng đáng chú ý nhất gồm degumming dầu thực vật, biến đổi lecithin, cải thiện hệ nhũ tương thực phẩm, xử lý nguyên liệu trứng/sữa và phát triển phospholipid giá trị cao. Cơ sở khoa học vững chắc nằm ở hoạt động tại giao diện dầu–nước và tính đặc hiệu vị trí cắt, nhưng kết quả sản xuất luôn cần được hiểu theo từng nền nguyên liệu, mục tiêu và điều kiện vận hành [8].

Sản phẩm Phospholipase do Enzymes.bio cung cấp nên được xem là một enzyme quy trình cho khách hàng công nghiệp/thực phẩm, được bán online theo đơn vị 1 kg cùng CoA và SDS khi đặt hàng. Cách sử dụng hiệu quả là gắn enzyme với mục tiêu biến đổi phospholipid cụ thể, kiểm soát điều kiện phản ứng và phân biệt rõ ứng dụng công nghiệp với các thuật ngữ y sinh như **phospholipase A2 inhibitor** hoặc **phospholipase C pathway**.

Đặt mua Phospholipase 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 Phospholipase →](#)

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. Cerminati, S., Paoletti, L., Aguirre, A., Peirú, S., Menzella, H. G., & Castelli, M. E. (2019). [Industrial uses of phospholipases: current state and future applications](#). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 2571 - 2582.
2. Zhang, P., Gong, J., Qin, J., Li, H., Hou, H., Xiao-Zhang, Xu, Z., ... et al. (2021). [Phospholipids \(PLs\) know-how: exploring and exploiting phospholipase D for its industrial dissemination](#). *Critical Reviews in Biotechnology*, 41, 1257 - 1278.
3. Hayakawa, Y., Nakayama, R., Namiki, N., & Imai, M. (2021). [Promising Immobilization of Industrial-Class Phospholipase A1 to Attain High-Yield Phospholipids Hydrolysis and Repeated Use with Optimal Water Content in Water-in-Oil Microemulsion Phase](#). *Applied Sciences*.
4. Val, D. S., Nardo, L. D., Marchisio, F., Lacava, F., Aguirre, A., Peirú, S., Castelli, M. E., ... et al. (2025). [Thermostable phospholipase C: A key to efficient and sustainable enzymatic oil degumming processes](#). *Journal of the American Oil Chemists Society*.
5. Mouchlis, V. D., Hayashi, D., Vasquez, A., Cao, J., McCammon, J., & Dennis, E. (2022). [Lipoprotein-associated phospholipase A2: A paradigm for allosteric regulation by membranes](#). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119.
6. Sales, T. A., Marcussi, S., & Ramalho, T. C. (2019). [Current anti-inflammatory therapies and the potential of secretory Phospholipase A2 inhibitors in the design of new anti-inflammatory drugs: a review of 2012 - 2018.](#) *Current Medicinal Chemistry*.
7. Zhou, C., Horstman, D., Carpenter, G., & Roberts, M. (1999). [Action of phosphatidylinositol-specific phospholipase C \$\gamma\$ 1 on soluble and micellar substrates. Separating effects on catalysis from modulation of the surface.](#) *Journal of Biological Chemistry*, 274 5, 2786-93 .
8. Chen, L., Gao, Y., He, M., Liu, Y., Teng, F., & Li, Y. (2024). [Magnetic nanoparticles-immobilized phospholipase LM and phospholipase 3G: Preparation, characterization, and application on soybean crude oil degumming.](#) *International Journal of Biological Macromolecules*, 279 Pt 3, 135368 .
9. Sharifpour, S., Fakhraee, S., & Behjatmanesh-Ardakani, R. (2020). [Insights into the mechanism of inhibition of phospholipase A2 by resveratrol: An extensive molecular dynamics simulation and binding free energy calculation.](#) *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 100, 107649 .

10. Faisal, T., Tan, K. Y., Sim, S., Quraishi, N., Tan, N., & Tan, C. H. (2018). Proteomics, functional characterization and antivenom neutralization of the venom of Pakistani Russell's viper (*Daboia russelii*) from the wild. *Journal of Proteomics*, 183, 1-13 .
11. Madsen, J. K., Pihl, R., Møller, A., Madsen, A., Otzen, D., & Andersen, K. K. (2015). The anionic biosurfactant rhamnolipid does not denature industrial enzymes. *Frontiers in Microbiology*, 6.

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.