

Lipase 효소: 지방 분해, 세제 세정, 식품 향미·유지 전 환용 산업 생촉매

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 17, 2026

Lipase는 트리글리세리드와 지방산 에스터의 결합을 선택적으로 가수분해하거나, 조건에 따라 에스터화·전이에스터화 반응을 촉매하는 효소군입니다. 산업적으로는 지방 얼룩 제거, 식품 향미 형성, 유지·올레오케미컬 전환, 바이오디젤, 종이 탈묵, 정밀화학 합성처럼 “오일·지방·에스터 결합”이 핵심인 공정에서 검토됩니다 ^[1]. Enzymes.bio는 Lipase를 제조하거나 시험하는 실험실이 아니라, 1kg 단위로 온라인 직접 판매하는 효소 공급업체이며 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

Lipase 뜻: 산업 공정에서 “지방 에스터 결합을 다루는 효소”라는 의미

Lipase 뜻을 가장 실무적으로 설명하면, 물에 잘 녹지 않는 지방성 기질의 에스터 결합을 계면에서 인식하고 전환하는 생촉매입니다. 대표 기질은 트리글리세리드, 지방산 에스터, 오일성 잔류물, 유지 부산물 등이며, 수분이 충분한 조건에서는 유리지방산과 글리세롤 또는 부분 글리세리드를 만들고, 수분활성이 낮거나 알코올·산 기질이 조합된 조건에서는 에스터화 또는 전이에스터화가 가능해집니다 ^[2].

이 특성 때문에 lipase는 단순한 “분해 효소”가 아니라, 반응 방향을 조건으로 조절할 수 있는 지질 전환 효소로 이해해야 합니다. 식품에서는 지방 분해와 향미 전구체 생성에, 세제에서는 지방 얼룩의 분산·제거 보조에, 유지화학에서는 지방산 에스터 및 구조지질 전환에, 정밀화학에서는 선택적 합성에 연결됩니다 ^[3].

산업용 Lipase와 임상 검색어의 구분

“lipase 정상수치”, “lipase 정상 수치”, “normal lipase level”, “lipase 수치”, “lipase 수치 높으면”, “lipase 상승 원인”, “amylase lipase 상승”, “amylase lipase 정상 수치” 같은 검색어는 대개 혈액검사나 체장 관련 임상 문맥에서 사용됩니다. 이 문서의 Lipase는 산업·공정용 효소 제품의 기능을 설명하는 자료이며, 혈청 검사값 해석이나 질환 판단을 다루지 않습니다 ^[4].

산업용 lipase와 생리학적 lipase도 구분해야 합니다. pancreatic lipase는 소화관에서 식이지방 분해와 관련된 효소명으로 자주 언급되고, lipoprotein lipase 또는 lipase lipoprotein이라는 표현은 혈중 지질 운반·대사와 관련된 효소를 가리키는 문맥에서 쓰입니다. hormone-sensitive lipase, hormone sensitive lipase, hsl lipase는 지방조직 내 저장지방 동원과 관련된 생리학적 효소명으로 사용되며, Enzymes.bio의 산업용 Lipase 제품을 의미하지 않습니다 [4].

용어 또는 검색어	주로 쓰이는 문맥	산업용 Lipase 제품과의 관계
lipase	효소군 전체 또는 산업용 지질 전환 효소	본 문서의 핵심 대상
pancreatic lipase	소화 생리, 췌장 lipase, pancreatic lipase inhibition 연구	산업 제품과 동일한 용도로 해석하면 안 됨
lipoprotein lipase, lipase lipoprotein	혈중 지질 대사 생리	산업용 세제·식품 공정 효소와 구분 필요
hormone-sensitive lipase, hsl lipase	지방조직 저장지방 분해 생리	산업용 Lipase와 다른 생체 내 효소 맥락
lipase 정상수치, normal lipase level	임상검사 수치 검색	제품 성능·활성 정보가 아님
amylase lipase	임상검사 조합 또는 효소 배합 문맥	전분은 amylase, 지방은 lipase가 담당하는 식으로 기능이 다름

작동 원리: 가수분해와 합성 반응을 가르는 것은 물, 계면, 기질 조성이다

Lipase의 기본 반응은 트리글리세리드의 에스터 결합을 절단하는 가수분해입니다. 촉매부위에서는 일반적으로 세린 잔기가 에스터 결합의 카보닐 탄소를 공격하고, 히스티딘과 산성 잔기가 전하 이동을 안정화해 아실-효소 중간체를 형성한 뒤, 물이 들어와 유리지방산을 방출하는 방식으로 설명됩니다 [1].

이 반응은 단순히 물속에서 효소와 기질이 만나는 수용성 반응과 다릅니다. 많은 lipase는 오일과 물이 만나는 계면에서 활성부위 접근성이 커지는 계면 활성화 특성을 보이며, 일부 lipase에서는 활성부위를 덮는 lid 구조가 소수성 계면에서 열리면서 지방 기질이 촉매부위로 들어가기 쉬워집니다 [5].

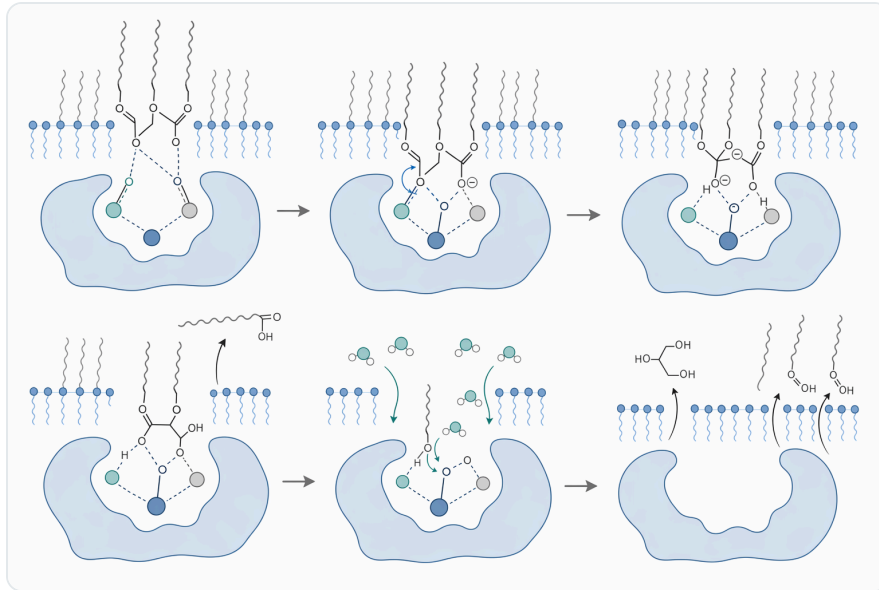


Figure 1. 리파아제는 트리글리세리드의 에스터 결합을 절단하여 유리 지방산, 모노아실글리세롤, 디아실글리세롤, 그리고 최종적으로 글리세롤을 방출한다.

수분이 많은 환경에서는 가수분해가 유리합니다. 예를 들어 지방 얼룩, 식품 내 유지, 오일성 폐기물에서 지방산 에스터 결합이 절단되면 유리지방산과 부분 글리세리드가 생성되고, 이들은 세정계에서는 계면활성제와 함께 분산되거나 식품계에서는 향미 전구체로 이어질 수 있습니다 [3].

반대로 수분활성이 낮고 알코올 또는 지방산 기질이 적절히 존재하면, lipase는 에스터화나 전이에 에스터화 방향으로 활용될 수 있습니다. 이 원리는 지방산 알킬에스터, 향료 에스터, 기능성 지질, 특정 지방산 조성의 구조지질을 만들 때 중요하며, lipase가 유지화학과 정밀화학에서 연구되는 이유이기도 합니다 [2].

주요 응용 1: 세제와 세정에서 지방 오염을 겨냥하는 Lipase

세제 분야에서 lipase는 식용유, 피지, 버터, 소스류, 산업용 오일 잔류물처럼 소수성 지방 오염을 더 작고 분산되기 쉬운 분자로 바꾸는 역할을 기대할 수 있습니다. *Bacillus licheniformis* 유래 lipase 연구에서는 세제 산업 적용 가능성과 소수성 에스터 물질 분해 능력이 함께 논의되었으며, 이는 세탁·세정 조건에서 지방성 오염을 효소적으로 처리하려는 접근과 연결됩니다 [6].

세제 조성에서는 lipase 단독보다 amylase, protease, cellulase 등과 함께 복합 효소 개념으로 이해되는 경우가 많습니다. amylase lipase라는 표현이 세제 문맥에서 쓰일 때, amylase는 전분성 오염을, lipase는 지방성 오염을 겨냥한다는 식의 기능 분담을 의미할 수 있으며, 세제용 amylase 연구에서도 효소가 특정 오염물 분해를 통해 세정 성능을 보조하는 원리가 설명됩니다 [7].

세제용 lipase에서 중요한 것은 “지방을 분해할 수 있는가”만이 아닙니다. 계면활성제, 빌더, pH, 산화성 성분, 저장 중 수분, 분말 또는 액상 조성의 물리적 안정성에 따라 효소의 잔존 성능이 달라질 수 있으며, Bacillus pumilus 유래 lipase 연구에서도 세제 산업 적용을 위한 안정성·상용성 평가가 핵심 주제로 다뤄졌습니다 [8].

고정화 또는 건조 제형화된 lipase도 세제 응용에서 연구됩니다. 예를 들어 spray-dried immobilized lipase 연구는 세제 조건에서 효소를 더 다루기 쉬운 형태로 만들려는 접근을 보여주며, 이는 효소 단백질을 공정 또는 제품 매트릭스 안에서 안정화하려는 산업적 관심을 반영합니다 [9].

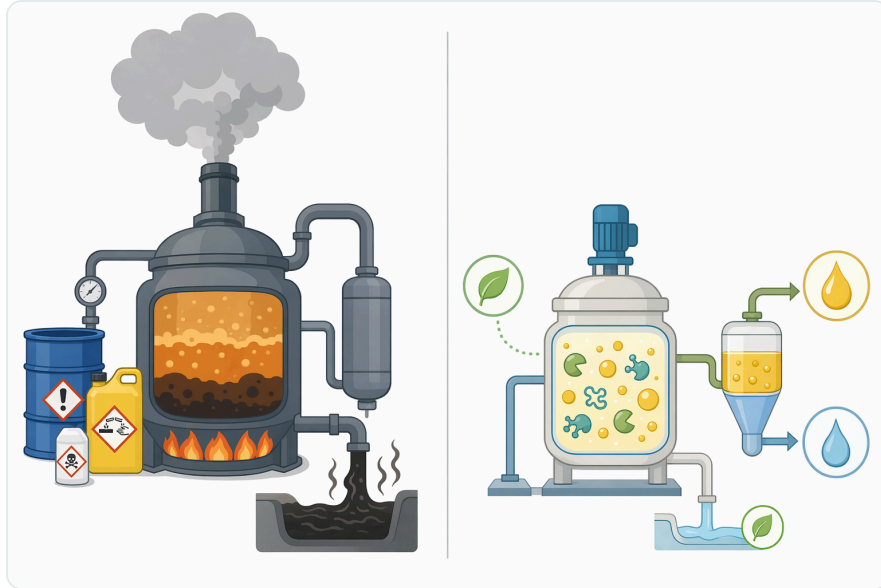


Figure 2. 산업용 리파아제는 지질 기질을 처리하는 생체촉매인 반면, 혈액 리파아제 검사는 의료 현장에서 해석되는 임상 지표이다.

주요 응용 2: 식품 향미, 유지 전환, 기능성 지질

식품에서 lipase는 지방을 유리지방산으로 분해하고, 유리지방산은 산화·환원·에스터화·미생물 대사와 연결되어 향미 형성에 기여할 수 있습니다. 식품 내 콜레스테롤 및 flavor modification 관련 리뷰에서는 미생물 lipase가 향미 생성과 지질 조성 변화에 활용될 수 있음을 다루며, 특히 지방산 방출이 휘발성 향미 성분의 전구 단계가 될 수 있음을 설명합니다 [3].

치즈, 발효육, 발효 수산물, 식물성 발효 원료처럼 지방이 품질에 영향을 주는 식품에서는 lipase의 작용이 “향이 강해진다”는 단순한 결과가 아니라 지방산 조성, 산화 정도, 미생물군, 염도, 숙성 시간과 함께 결정됩니다. 따라서 식품 공정에서 lipase는 목표 향미를 만드는 독립 변수라기보다, 지질 분해 속도와 전구체 풀을 조절하는 생화학적 도구로 보는 것이 더 정확합니다 [10].

유지 전환에서는 lipase의 위치선택성과 기질선택성이 중요합니다. 특정 지방산 사슬을 우선적으로 떼어내거나, 다른 지방산과 교환시키거나, 알코올과 반응시켜 에스터를 만드는 방식으로 구조지질, 지방산 에스터, 향료 에스터를 설계할 수 있으며, 이는 고온·강산·강염기 조건을 줄이는 생촉매 공정의 장점과 연결됩니다 [5].

식품산업에서 lipase 안정성은 실제 적용성을 좌우합니다. 효소공학 리뷰에서는 lipase의 안정성과 활성을 개선하기 위해 구조 분석, 계산 기반 변이 설계, 단백질 공학이 연구되고 있음을 정리하며, 이는 식품 매트릭스처럼 염, 수분, 지방, 산화성 물질이 함께 존재하는 환경에서 효소가 쉽게 동일하게 작동하지 않는다는 점을 보여줍니다 [5].

주요 응용 3: 바이오디젤과 올레오케미컬 전이에스터화

바이오디젤 생산에서 핵심 반응은 오일이나 지방의 트리글리세리드를 알코올과 반응시켜 지방산 알킬에스터로 전환하는 전이에스터화입니다. Lipase는 이 반응을 촉매할 수 있기 때문에 바이오디젤과 올레오케미컬 분야에서 반복적으로 검토되어 왔고, 특히 물과 유리지방산이 섞인 원료를 화학 촉매로 처리할 때 생기는 부반응 문제를 완화할 가능성이 연구됩니다 [2].

효소적 전이에스터화의 장점은 온화한 조건, 선택성, 후처리 부담 감소 가능성입니다. 그러나 실제 경제성은 원료 오일의 품질, 알코올 종류와 농도, 수분 수준, 생성 글리세롤의 영향, 효소 안정성, 재사용 가능성에 좌우되므로, lipase가 모든 바이오디젤 공정에서 자동으로 더 유리하다고 일반화할 수는 없습니다 [1].

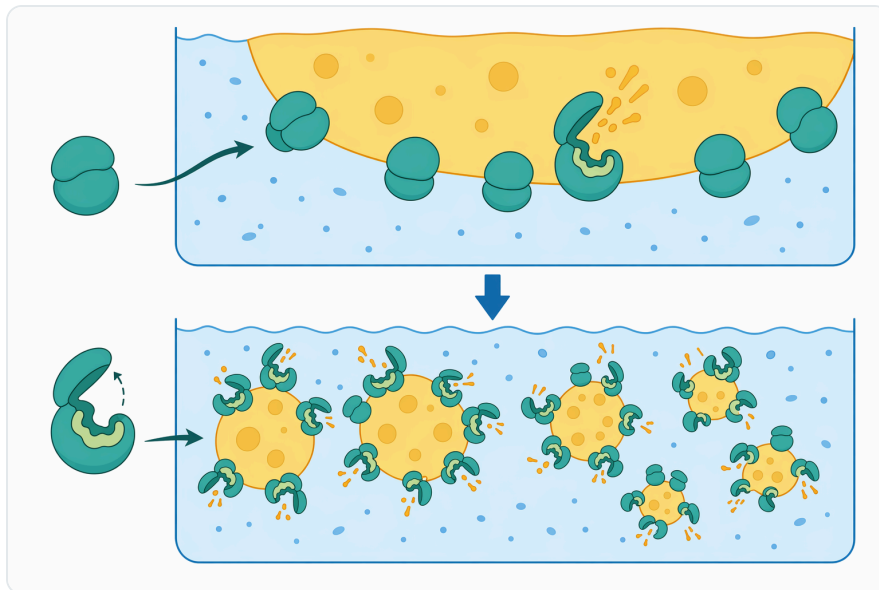


Figure 3. 많은 리파아제는 지질-물 계면에서 더 높은 활성을 보이는데, 이는 계면이 활성 부위를 노출시키고 기질 접근성을 높일 수 있기 때문이다.

올리브오일 산업 폐기물을 활용한 lipase 생산 및 고정화 연구처럼, 유지 부산물과 효소 기술을 연결 하려는 시도도 보고되어 있습니다. 이러한 연구는 폐유·부산물·지방성 폐기물의 가치화라는 관점에서 lipase가 원료 전처리, 분해, 전환, 세제 응용까지 넓게 연결될 수 있음을 보여줍니다 [11].

주요 응용 4: 종이·펄프, 탈묵, 섬유성 원료 전처리

Lipase는 종이·펄프 분야에서도 주목됩니다. 폐지 탈묵에서는 잉크와 섬유 사이의 소수성 결합, 바인더, 오일성 성분이 문제를 일으킬 수 있는데, lipase는 지방산 에스터 성분을 가수분해해 잉크 입자의 박리와 분산을 도울 수 있습니다 [12].

Lipase와 cutinase를 결합한 키메라 효소 연구는 폐지 탈묵에서 효소 구조를 조정해 소수성 기질 접근성과 반응성을 개선하려는 접근을 보여줍니다. 이는 단순히 "lipase를 넣는다"보다, 기질 표면과 효소 구조가 맞아야 실제 탈묵 효율이 달라진다는 점을 시사합니다 [12].

밀짚 전처리 연구에서는 lipase와 xylanase 처리가 원료 구조와 펄핑 특성에 영향을 줄 수 있음이 보고되었습니다. 여기서 lipase는 섬유 표면의 지질·왁스성 성분에 관여하고, xylanase는 헤미셀룰로오스 구조에 작용하는 식으로 서로 다른 기질 영역을 담당할 수 있습니다 [13].

응용별 Lipase 사용 논리 비교

응용 분야	Lipase가 겨냥하는 기질	기대되는 공정 효과	주의해야 할 변수
세제·세정	식용유, 피지, 지방 얼룩, 오일 잔류물	지방성 오염의 분해·분산 보조	계면활성제, pH, 산화제, 저장 안정성
식품 향미	유지, 유리지방산 전구체, 지방산 에스터	향미 전구체 생성, 숙성 특성 조절	원료 지방산 조성, 미생물 군, 산화 조건
유지·올레오 케미컬	트리글리세리드, 지방산, 알코올	에스터화·전이에스터화, 구조지질 전환	수분활성, 알코올 농도, 선택성
바이오피젤	식물성 오일, 폐유, 동물성 지방	지방산 알킬에스터 형성	원료 품질, 글리세롤 영향, 효소 안정성
종이 탈묵	잉크 바인더, 소수성 에스터, 왁스성 성분	잉크 박리·분산 보조	섬유 손상, 효소 조합, 표면 접근성
정밀화학	키랄 에스터, 지방산 유도체	선택적 합성, 부산물 감소	용매, 기질 농도, 생성물 회수

Lipase 성능을 좌우하는 공정 변수

Lipase 반응에서 가장 먼저 봐야 할 것은 기질이 물에 녹는지, 오일상으로 분리되는지, 유화되어 있는지입니다. 기질이 큰 오일 방울로 존재하면 계면 면적이 작아 효소 접근성이 제한될 수 있고, 반대로 지나친 전단이나 부적절한 유화는 효소 단백질 안정성에 불리할 수 있습니다 [5].

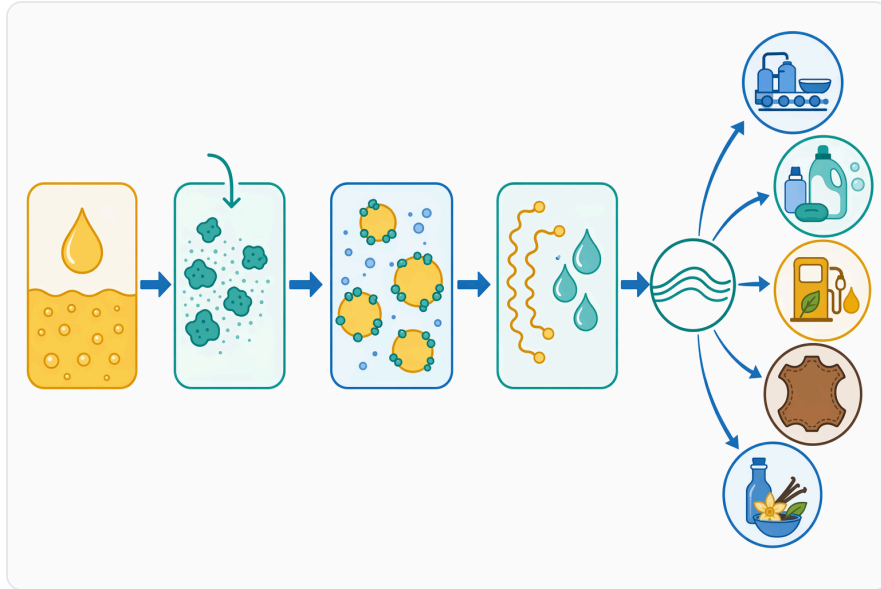


Figure 4. 물이 풍부한 시스템에서는 가수분해가 유리한 반면, 수분이 적고 기질이 풍부한 시스템에서는 에스터화, 전이에스터화, 에스터 교환, 산분해 또는 알코올분해가 유리할 수 있다.

두 번째 변수는 수분입니다. 가수분해를 원한다면 물은 반응물로 필요하지만, 에스터화나 전이에스터화를 목표로 할 때는 과도한 물이 평형을 가수분해 방향으로 밀 수 있습니다. 따라서 같은 lipase라도 수분 조건에 따라 “지방을 자르는 효소” 또는 “에스터를 만드는 촉매”로 보일 수 있습니다 [2].

세 번째는 온도와 pH입니다. Lipase는 단백질이므로 지나치게 높은 온도나 극단적 pH에서 구조가 변성될 수 있지만, 각 lipase의 최적 범위와 안정성은 유래와 제형에 따라 다릅니다. 미생물 lipase 리뷰들은 생산 균주, 정제 수준, 생화학적 특성, 적용 산업에 따라 안정성 프로파일이 크게 달라질 수 있음을 반복적으로 정리합니다 [1].

네 번째는 배합 상용성입니다. 세제에서는 계면활성제와 산화성 성분, 식품에서는 염·당·지질·폴리페놀·미생물 대사산물, 화학합성에서는 유기용매와 고농도 기질이 효소에 영향을 줄 수 있습니다. 따라서 lipase는 공정 조건 안에서 평가되어야 하며, 문헌상 lipase라는 효소군의 가능성이 특정 배합에서의 동일한 성능을 의미하지는 않습니다 [8].

자유 효소와 고정화 Lipase의 차이

고정화 lipase는 효소를 지지체에 결합하거나 포획해 분리·재사용·공정 안정성을 높이려는 형태입니다. 기능성 자성 lipase 하이브리드 나노플라워 연구처럼, 무기·유기 소재 기반 고정화는 효소의 회수성과 구조 안정성을 개선하려는 전략으로 활발히 연구되고 있습니다 [14].

유기 기능화 실리카 나노입자를 lipase 담체로 사용하는 접근도 보고되어 있으며, 이러한 연구는 생분해·생촉매 응용에서 지지체 표면화학이 효소 흡착, 활성 유지, 물질전달에 영향을 준다는 점을 보여줍니다 [15]. 다만 고정화가 항상 더 높은 반응속도를 보장하는 것은 아니며, 기질이 큰 오일 방울이나 고분자성 표면에 있을 때는 지지체 내부 확산과 계면 접근성이 제한될 수 있습니다.

구분	자유 Lipase	고정화 Lipase
장점	기질 접근이 빠를 수 있고 사용 구성이 단순함	회수·재사용, 연속공정, 안정성 개선 가능
한계	반응 후 분리가 어렵고 재사용성이 제한될 수 있음	담체 비용, 확산 제한, 고정화 중 활성 손실 가능
적합한 문맥	단회성 처리, 분말 배합, 세정 보조	반복 반응, 합성 공정, 고부가가치 전환
핵심 변수	용해·분산, pH, 온도, 배합 안정성	담체 표면, 결합 방식, 기질 확산, 재사용 조건

Pancreatic lipase inhibition 연구와 산업용 Lipase의 차이

문헌에는 pancreatic lipase inhibitory peptides, pancreatic lipase inhibition, 항비만 후보 물질 같은 연구도 많습니다. 이 연구들은 식이지방 소화 과정에서 pancreatic lipase의 작용을 낮추는 물질을 찾는 생리·영양·의약 연구이며, 산업용 lipase를 세제나 유지 전환에 사용하는 목적과 반대 방향의 질문을 다룹니다 [16].

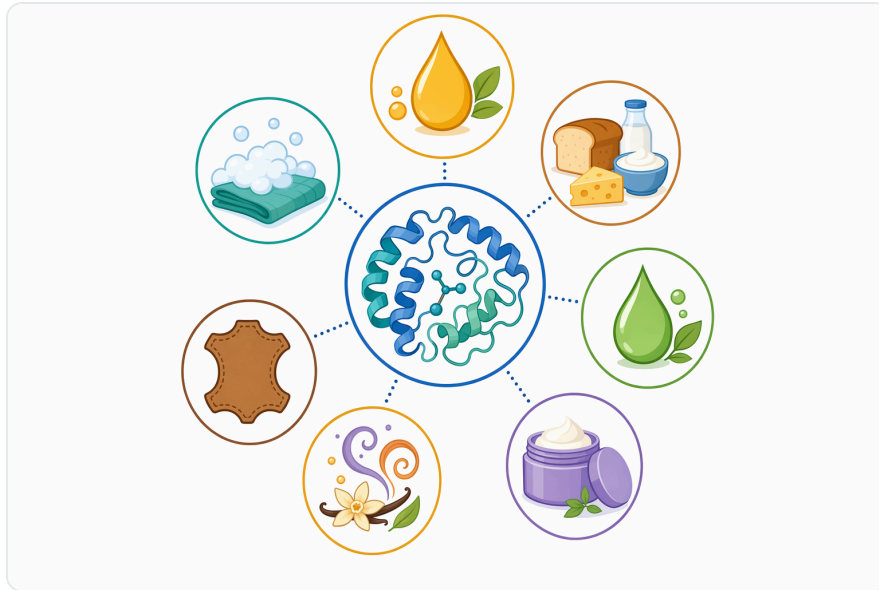


Figure 5. 세제, 식품, 화장품, 정밀화학, 바이오디젤, 가죽, 섬유 및 소재 분야의 리파아제 응용은 지질 에스터 변환이라는 공통점으로 연결된다.

예를 들어 benzothiazole-sulfonate 유도체의 amylase, tyrosinase, pancreatic lipase 저해 평가처럼, 일부 연구는 여러 효소를 동시에 저해하는 화합물을 분석합니다. 여기서 amylase lipase라는 조합은 임상·대사 연구의 표적 효소 조합일 수 있으므로, 세제나 식품가공에서 효소를 투입해 기질을 분해 하려는 문맥과 혼동하면 안 됩니다 [17].

따라서 "lipase 상승", "lipase 정상수치", "lipase 수치 높으면"처럼 인체 검사 결과를 전제로 한 검색어와, "lipase enzyme for detergent" 또는 "lipase for esterification" 같은 산업 검색어는 같은 단어를 쓰지만 의사결정에 필요한 정보가 완전히 다릅니다. Enzymes.bio의 제품 문맥에서는 혈액검사 해석이 아니라 지방·오일·에스터 결합을 다루는 공정 적합성이 핵심입니다.

Enzymes.bio에서의 제품 이해

Enzymes.bio는 Lipase를 1kg 단위로 온라인 직접 판매하는 효소 공급업체입니다. Enzymes.bio는 효소를 제조하거나 자체 시험을 수행하는 실험실로 설명되어서는 안 되며, 본 문서는 특정 제조 공정, 특정 활성 단위, 특정 분석법, 특정 의료·식품 규제 적합성을 보증하지 않습니다.

제품의 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다. CoA는 해당 주문 제품의 품질 문서로, SDS는 보관·취급·노출 관리·폐기와 관련된 안전 정보를 확인하는 문서로 활용됩니다. 효소 분말 또는 효소 함유 제형은 단백질성 물질이므로 흡입, 눈 접촉, 피부 접촉, 비산을 줄이는 일반적인 작업 관리가 필요합니다.

Lipase를 검토할 때 가장 중요한 질문은 제품 구매 절차가 아니라 공정상 기질입니다. 처리하려는 문제가 지방성 얼룩, 오일 잔류물, 트리글리세리드, 지방산 에스터, 왁스성 에스터, 유지 부산물이라면 lipase가 타당한 후보가 될 수 있습니다. 반대로 주 기질이 전분이면 amylase, 단백질이면

protease, 셀룰로오스면 cellulase가 더 직접적인 효소군입니다 [7].

실무적으로 기대할 수 있는 장점과 한계

Lipase의 장점은 온화한 조건에서 선택적으로 에스터 결합을 전환할 수 있다는 점입니다. 강산·강염기·고온 공정에 비해 부산물과 에너지 부담을 줄일 가능성이 있고, 특정 지방산 사슬이나 입체구조를 선호하는 효소를 활용하면 화학 촉매로 얻기 어려운 선택성을 설계할 수 있습니다 [2].

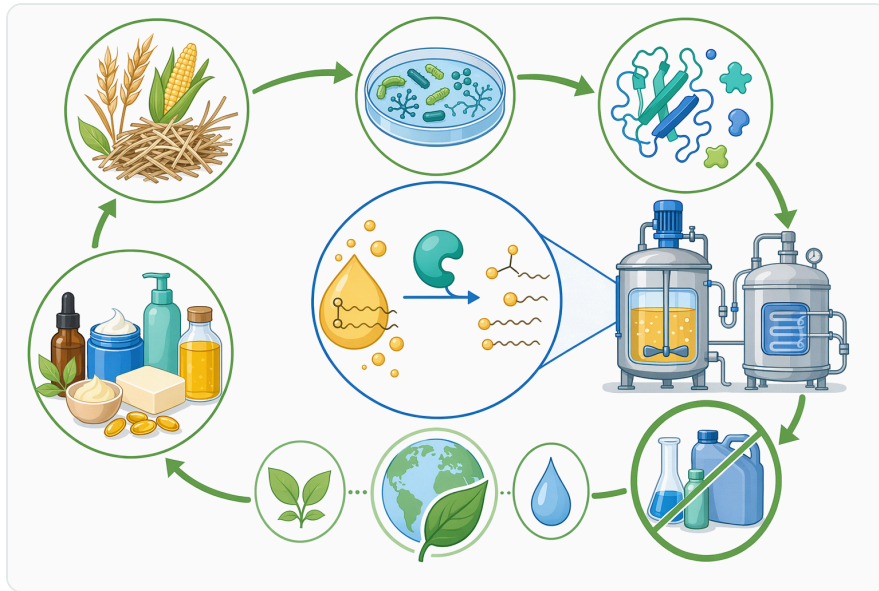


Figure 6. 온화한 생체촉매 반응, 재생 가능한 원료, 효율적인 회수, 폐기물 감소가 전체 공정에서 달성될 때 리파아제는 녹색화학 목표를 지원할 수 있다.

하지만 lipase는 만능 첨가제가 아닙니다. 기질이 효소에 접근하지 못하면 반응은 느려지고, 계면이 불안정하면 재현성이 낮아지며, pH·온도·용매·산화제·보관 조건이 맞지 않으면 단백질 구조가 손상될 수 있습니다. 이런 이유로 문헌에서는 lipase의 산업 잠재력을 넓게 인정하면서도, 적용 조건별 안정성 평가와 공정 최적화가 반복적으로 강조됩니다 [1].

식품이나 화장품 원료 합성처럼 규제와 소비자 안전이 연결되는 분야에서는 효소 자체의 촉매 기능과 최종 원료의 적합성을 구분해야 합니다. Lipase로 만든 에스터나 구조지질이 목표 물질일 수는 있지만, 완제품 사용에는 원료 규격, 잔류물, 알레르겐 관리, 지역별 규제 요건이 별도로 작동합니다 [3].

결론: Lipase는 지방·오일·에스터 결합 공정을 위한 선택적 생촉매다

Lipase는 트리글리세리드와 지방산 에스터를 가수분해하거나, 조건에 따라 에스터화·전이에스터화 반응을 촉매하는 산업적으로 중요한 효소군입니다. 세제, 식품 향미, 유지·올레오케미컬, 바이오디젤, 종이 탈묵, 정밀화학에서 lipase가 반복적으로 연구되는 이유는 소수성 기질과 계면 반응을 다룰 수 있는 생촉매이기 때문입니다 [1].

다만 lipase의 실제 성능은 기질 조성, 수분, 계면 면적, pH, 온도, 배합 성분, 고정화 여부에 따라 달라집니다. "lipase 정상 수치"나 "amylase lipase 상승"처럼 임상검사에서 쓰이는 lipase와, 산업용 Lipase 제품은 용어만 겹칠 뿐 목적과 해석 기준이 다릅니다.

Enzymes.bio의 Lipase는 온라인에서 1kg 단위로 주문 가능한 효소 제품이며, CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다. 이 문서는 구매자가 Lipase의 작동 원리와 주요 응용을 이해하도록 돕는 기술 개요이며, 특정 활성 단위나 분석법, 의료적 사용, 제조사 수준의 성능 보증을 제시하는 문서가 아닙니다.

Lipase 온라인 주문

1kg 단위로 판매되며 재고 보유, 즉시 출고됩니다. 온라인 스토어에서 바로 결제하시면 주문을 처리해 드립니다. 모든 주문에는 시험성적서(CoA)와 물질안전보건자료(SDS)가 포함됩니다.

[Lipase 구매하기 →](#)

참고문헌

최초 인용 순서로 번호를 매겼습니다. 모든 출처는 발행 시점에 접근 가능 여부를 확인한 오픈 액세스 자료이며, 본문의 인용 번호가 이곳으로 연결됩니다.

1. Abdelaziz, A. A., Abo-Kamar, A. M., Elkotb, E. S., & Al-Madboly, L. A. (2025). Microbial lipases: advances in production, purification, biochemical characterization, and multifaceted applications in industry and medicine. *Microbial Cell Factories*, 24.
2. Choudhury, P., & Bhunia, B. (2017). INDUSTRIAL APPLICATION OF LIPASE: A REVIEW.
3. Sharma, R., & Sharma, N. (2018). Microbial Lipase Mediated by Health Beneficial Modification of Cholesterol and Flavors in Food Products: A Review. *Recent Patents on Biotechnology*, 12 2, 81-91 .
4. Nbk537346. *NCBI*.
5. Cheng, W., & Nian, B. (2023). Computer-Aided Lipase Engineering for Improving Their Stability and Activity in the Food Industry: State of the Art. *Molecules*, 28.

6. Zhao, J., Liu, S., Gao, Y., Ma, M., Yan, X., Cheng, D., Wan, D., ... et al. (2021). Characterization of a novel lipase from *Bacillus licheniformis* NCU CS-5 for applications in detergent industry and biodegradation of 2,4-D butyl ester. *International Journal of Biological Macromolecules*.
7. Niyonzima, F., Mahnashi, M., Shaikh, I., Mannasaheb, B. A., Ghoneim, M., Asdaq, S. M., Khan, A., ... et al. (2023). Detergent-Compatible Amylases Produced by Fungal Species and Their Applications in Detergent Industry. *Science of Advanced Materials*.
8. Khan, S., Verma, V., & Rasool, S. (2021). Purification and Characterization of Lipase Enzyme From Endophytic *Bacillus Pumilus* WSS5 for Application in Detergent Industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
9. Nadaroğlu, H., Baran, A., & Bayrakçeken, H. (2024). Spray-dried immobilized lipase from *Staphylococcus aureus* HA25 for application in detergent industry. *Journal of Surfactants and Detergents (JSD)*.
10. Dong, B., Wang, Y., Yao, Y., & Zhao, G. (2025). Intracellular regulation in response to environmental stresses, production processes of flavor substances, and potential applications of *Debaryomyces hansenii* in the food industry: a review. *Food Chemistry*, 493 Pt 4, 146111 .
11. Khelalef, H., & Benlounissi, A. (2026). BIOCONVERSION OF OLIVE OIL INDUSTRY WASTES FOR LIPASE PRODUCTION AND IMMOBILIZATION ON CLAY PEBBLES AND JADE STONES: POSSIBLE APPLICATIONS IN DETERGENTS. *Applied Ecology and Environmental Research*.
12. Liu, M., Yang, S., Long, L., Cao, Y., & Ding, S. (2017). Engineering a Chimeric Lipase-cutinase (Lip-Cut) for Efficient Enzymatic Deinking of Waste Paper. *Bioresources*, 13, 981-996.
13. Jia, Q., Chen, J., Yang, G., Liu, K., Wang, Y., & Zhang, K. (2022). Effects of Lipase and Xylanase Pretreatment on the Structure and Pulping Properties of Wheat Straw. *Polymers*, 14.
14. Anboo, S., Lau, S. Y., Kandedo, J., Yap, P., Hadibarata, T., & Kamaruddin, A. (2024). Functionalized magnetic lipase/Cu₃(PO₄)₂ hybrid nanoflower: Synthesis, characterization, and enzymatic evaluation. *Heliyon*, 10.
15. Milovanović, J., Banjanac, K., Nikolić, J., Nikodinović-Runić, J., & Prlainović, N. (2025). The Organic-Functionalized Silica Nanoparticles as Lipase Carriers for Biocatalytic Application: Future Perspective in Biodegradation. *Catalysts*.
16. Tan, Y., Gan, C., Shafie, M. H., Yap, P., Rodhi, A. M., Ahmad, A., Murugaiyah, V., ... et al. (2023). A comprehensive review on the pancreatic lipase inhibitory peptides: A future anti-obesity strategy. *Electronic Journal of General Medicine*.
17. Korkmaz, A., Bursal, E., & Kurtay, G. (2023). In Vitro and In Silico Evaluation of Amylase, Tyrosinase, and Pancreatic Lipase Inhibitions of Novel Benzothiazole-Sulfonate Derivatives. *ChemistrySelect*.


Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.


이메일 wholesale@enzymes.bio

전화 (미국) **+1 (507) 428-6057**

[문의하기 →](#)

 **400+** B2B 고객사

 **60+** 대학 연구 파트너

 **54** 전 세계 54개국 공급

© 2026 Enzymes.bio · 산업용 및 식품 가공용 효소 공급 · 인체 섭취 또는 소매 판매용이 아님