

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes：製パン品質改善向けホスホリパーゼ

Enzymes.bio リサーチチーム・ニュージーランド・ウェリントン・June 18, 2026

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes は、パン生地中のリン脂質に作用し、乳化性・気泡界面の安定性・クラム構造を支援するための製パン向け酵素です。実務上は、食パン、ソフトブレッド、バンズ、リッチドウ、冷凍生地などで、体積、内相、柔らかさ、生地安定性を調整する「脂質改質型」のベーカリー酵素として位置づけられます。Enzymes.bio は本製品をB2B向けに1 kg単位でオンライン直接販売する供給業者であり、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

製品の位置づけ：リン脂質を利用する製パン用ホスホリパーゼ

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes は、製パン配合中に存在するリン脂質を酵素的に改質し、パン生地の界面挙動を整えることを目的としたベーカリー酵素です。ホスホリパーゼは、グリセロリン脂質を基質とする酵素群として扱われ、食品酵素の安全性評価でも「ホスホリパーゼ活性を含む食品酵素」が個別に評価対象となっています^[1]。

パン生地は単なる小麦粉と水の混合物ではなく、デンプン粒、グルテンタンパク質、内在性脂質、添加油脂、酵母、糖、塩、水が同時に存在する多相分散系です。製パン中の品質差は、グルテン形成だけでなく、発酵ガスを保持する気泡膜、油脂の分散、水分移動、焼成中のデンプン糊化、冷却後のクラム構造にも左右されます。ホスホリパーゼは、このうち特に脂質と水相・タンパク質相・気泡界面の接点に関与する酵素として理解すると、過度に単純化せずに実務上の役割を捉えやすくなります。

食品産業では、微生物由来酵素が加工品質、工程効率、食感、保存性の制御に広く利用されており、パン・ベーカリー領域でもアミラーゼ、キシラナーゼ、プロテアーゼ、リパーゼ系酵素などが配合設計の一部として使われます^[2]。その中でホスホリパーゼは、デンプンを主に扱うアミラーゼや、アラビノキシランに作用するキシラナーゼとは異なり、リン脂質を介して乳化・界面安定性へ働きかける点が特徴です。

Enzymes.bio は、Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes をオンラインで提供する供給業者であり、製造業者または研究機関としての説明ではなく、B2Bの食品加工・産業用途向け酵素供給チャネルとして本製品を扱います。製品ページでは、製パン改良用途のホスホリパーゼ酵素として提示されており、購入単位は1 kgです。

ホスホリパーゼが製パンで狙う品質項目

生地安定性と機械耐性

製パン工場では、ミキシング、分割、丸め、成形、発酵、焼成までの各工程で生地が機械的ストレスを受けます。生地の粘弾性が不足すると、成形時に破れやすくなり、逆に過度に締まると伸展性が落ちて、発酵中の膨張や焼成時のオーブンスプリングが制限されます。パン品質の改善には、生地レオロジー、ガス保持、発酵安定性を同時に見る必要があり、無塩パンを対象にした研究でも、酵素組成による品質改善が検討されています^[3]。

ホスホリパーゼは、グルテンを直接架橋する酵素ではありません。しかし、リン脂質を改質して界面活性を持つ成分の挙動を変えることで、気泡膜や油脂分散の状態を補助し、生地の均一性や機械耐性に影響し得ます。特に連続生産ラインでは、ミキシング直後に良好でも、分割・成形・発酵の途中でガス保持が崩れると最終体積や内相がばらつくため、界面の安定化は実用上重要です。

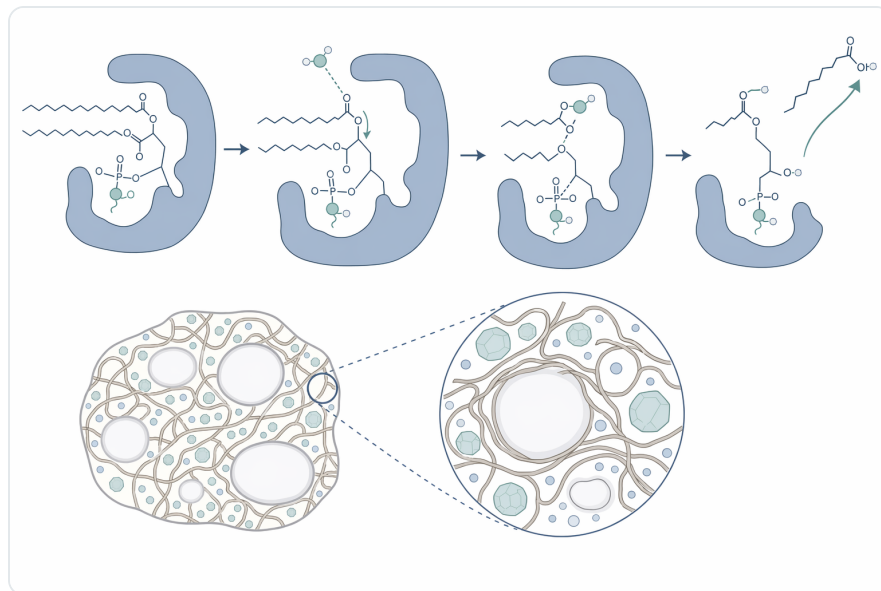


Figure 1. 포스포리파아제는 반죽의 인지질을 리소인지질로 가수분해하여 유화력을 강화하고 가스 보유력을 향상시킵니다.

パン体積とクラムのきめ

パンの体積は、酵母が発生させる二酸化炭素量だけでは決まりません。発生したガスをどの程度保持できるか、気泡が粗大化せずに分散できるか、焼成時に膜が破断せずに膨張できるかが、最終的な比容積とクラムのきめを左右します。酵素による製パン品質改善は、単一の化学反応ではなく、生地構造と焼成時の物理変化の組み合わせとして現れます^[2]。

ホスホリパーゼによってリン脂質の状態が変化すると、水になじみやすい部分と油になじみやすい部分を持つ脂質成分の配置が変わり、気泡界面での安定化に寄与する可能性があります。その結果、発酵中の気泡の合一が抑えられ、焼成後により均一な内相へつながることが期待されます。ただし、体積改善の程度は、小麦粉のタンパク質品質、配合中の油脂・卵・乳成分、加水量、発酵条件、焼成条件に強く依存します。

柔らかさ、口どけ、保存中の食感

パンの柔らかさは、焼き上がり直後の水分量だけでなく、クラム構造、気泡壁の厚さ、デンプンの糊化状態、冷却中の水分移動、保存中の老化に左右されます。ホスホリパーゼはデンプンを直接分解する酵素ではありませんが、脂質改質を通じてクラム構造や水分の分布に関与し、柔らかい食感や口どけを支援する設計に組み込まれます。

一方、保存中の硬化にはデンプン再結晶化など複数の要因が関与するため、ホスホリパーゼだけで老化対策を完結させるのは適切ではありません。ベーカリー酵素の実務では、アミラーゼ系酵素によるデンプン由来の食感維持、キシラナーゼによる水分保持や生地改良、ホスホリパーゼによる界面安定化を組み合わせ、目的の食感と保存安定性へ近づけます^[2]。

冷凍生地、パーベイク、流通後品質

冷凍生地やパーベイク製品では、冷凍・解凍・再焼成の過程で水分再分布、氷結晶による構造損傷、酵母活性の低下、グルテンネットワークの弱化が起こりやすくなります。ホスホリパーゼは氷結晶を消す酵素ではありませんが、生地内の脂質界面を整えることで、冷凍・解凍後の生地のまとまり、発酵時のガス保持、焼成後の内相安定性を支援する目的で使われることがあります。

グルテンフリーや特殊配合のベーカリー製品では、通常的小麦グルテンに依存できないため、ハイドロコロイド、タンパク質、デンプン、酵素、加工技術を組み合わせて構造を作る必要があります^[4]。小麦パンでも特殊パンでも、脂質と水相の界面制御は品質設計の一部であり、ホスホリパーゼはその中で「リン脂質改質」という固有の役割を担います。

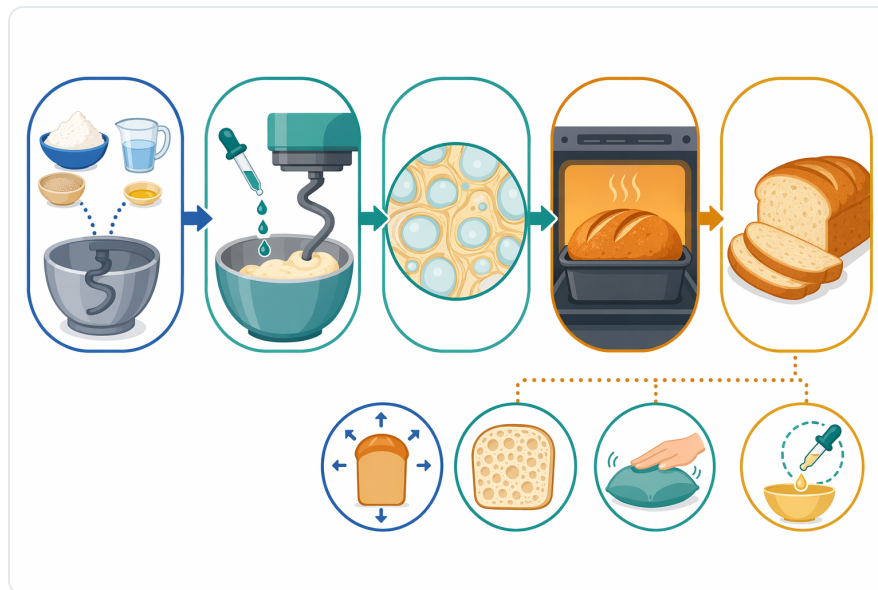


Figure 2. 제빵 과정에서는 믹싱 단계에서 포스포리파아제를 첨가해 발효와 굽기 전에 반죽 내에서 유화 기능을 가진 지질을 생성합니다.

作用機序：生地中のリン脂質を界面機能へつなげる

リン脂質と気泡界面の関係

リン脂質は、親水性の頭部と疎水性の脂肪酸鎖を持つため、水と油、または水相と気相の境界に集まりやすい性質を持ちます。パン生地では、発酵によって生じる二酸化炭素の気泡を安定化するために、タンパク質、脂質、デンプン由来成分、水が複合的に膜を形成します。ホスホリパーゼは、この膜形成に関与するリン脂質の構造を変えることで、乳化性や界面安定性のバランスに影響を与えます。

小麦にもホスホリパーゼA関連遺伝子が存在し、リン脂質代謝や脂質含量との関係が研究されています^[5]。製パン用に添加されるホスホリパーゼは、植物の代謝そのものを再現するものではありませんが、小麦粉中の脂質がパン生地品質に関わることを理解する上で、リン脂質を対象とする酵素反応の重要性を示す背景になります。

リゾリン脂質生成と乳化性の変化

ホスホリパーゼA型の反応では、リン脂質から脂肪酸鎖の一部が切り出され、リゾリン脂質が生成されます。リゾリン脂質は元のリン脂質とは分子形状や界面での配列が異なるため、生地中での乳化性、気泡膜への吸着、水相・油相間の分散挙動に変化をもたらします。この変化が、パン体積、内相の均一性、クラムの柔らかさに結びつくと考えられます。

ただし、ここで重要なのは「酵素が乳化剤を外から追加する」のではなく、「生地中または配合中に存在するリン脂質を改質して、界面機能を変える」という点です。卵、乳由来原料、大豆レシチン、小麦内在性脂質、油脂の種類によって基質となり得る脂質環境は変わるため、同じホスホリパーゼでも配合によって効果の出方が異なります。

グルテン、デンプン、脂質の相互作用

パン生地の骨格は主にグルテンネットワークが担いますが、グルテンだけで良いパンができるわけではありません。デンプン粒は生地中の充填材として働き、焼成時には糊化してクラム構造を固定します。脂質は、グルテンと相互作用したり、気泡界面に分布したり、デンプンとの複合体形成に関与したりします。ホスホリパーゼはこの脂質側の状態を変えるため、結果としてタンパク質・デンプン・水の挙動にも波及します。

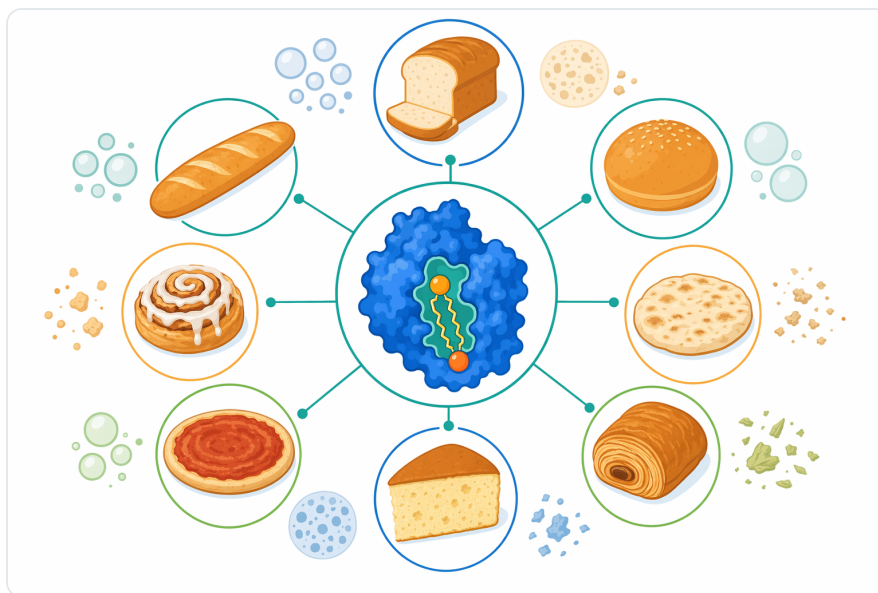


Figure 3. 제빵용 포스포리파아제는 빵, 번, 롤, 플랫ブレ드 및 기타 효모 발효 베이커리 제품 전반에서 부피와 크림 품질을 개선하는 데 사용됩니다.

このため、ホスホリパーゼの効果は「脂質だけを変える」と説明するより、「脂質を起点に、生地中の分散状態、気泡膜、クラム構造を変える」と表現する方が実務に近いです。特に油脂や乳化剤を含むソフトブレッド、バンズ、菓子パンでは、脂質の界面挙動が最終品質に現れやすくなります。

他のベーカリー酵素との役割比較

ホスホリパーゼは、他のベーカリー酵素と置き換え関係にあるというより、異なる基質と作用点を持つ補完的な酵素です。以下の表は、製パンで一般的に使われる酵素群と、ホスホリパーゼの位置づけを整理したものです。

酵素群	主な作用対象	製パンでの主な狙い	ホスホリパーゼとの違い
ホスホリパーゼ	リン脂質	乳化性、気泡界面、生地安定性、クラム均一性の支援	脂質改質を通じて界面挙動を調整する
アミラーゼ	デンプン	発酵性糖の供給、クラム柔軟性、老化抑制の支援	デンプンを主対象とし、食感保持に直接関与しやすい
キシラナーゼ	アラビノキシランなどの非デンプン多糖	生地の伸展性、水分分布、ボリューム支援	小麦粉中の繊維様成分・水分挙動を調整する
プロテアーゼ	グルテンタンパク質	生地の伸展性調整、硬い生地の緩和	タンパク質ネットワークを直接弱める方向に働き得る
リパーゼ	中性脂質など	油脂改質、風味・物性調整	ホスホリパーゼはリン脂質を主な対象とする点が異なる

食品産業における微生物酵素の利用は、原料の分解や機能改質を通じて品質や工程性を制御する考え方に基づいています^[2]。この表のように、製パン酵素を基質別に整理すると、ホスホリパーゼが単なる「柔らかさ改善剤」ではなく、脂質と界面を扱う酵素であることが明確になります。

用途別の実務的な適性

食パン・ソフトブレッド

食パンやソフトブレッドでは、均一な内相、十分なボリューム、しっとりしたクラム、スライス時の形状保持が重視されます。ホスホリパーゼは、リン脂質改質によって気泡界面と油脂分散を支援し、過度に粗い気泡やクラムの不均一化を抑える方向で利用されます。特に、機械製パンラインでは生地が連続的にストレスを受けるため、ミキシング後から発酵・焼成までの安定性が重要です。

ソフトブレッドでは油脂、糖、乳成分が加わることで多く、リーンなフランスパン系配合よりも乳化設計の影響が大きくなります。ホスホリパーゼは、添加した乳化剤や油脂と競合するだけでなく、生地内で脂質機能を調整する補助因子として働くため、柔らかさと構造安定性の両立を狙う配合に適しています。

バンズ・ロールパン

ハンバーガーバンズやロールパンでは、体積、丸み、均一な高さ、スライス適性、噛み切りやすさが求められます。バンズは発酵過多やガス保持不足があると、焼成後に天面がしぼんだり、クラムが粗くなったりしやすい製品です。ホスホリパーゼは、発酵中の気泡膜を支える脂質側の条件を整え、焼成時の膨張を安定化させる目的で使われます。

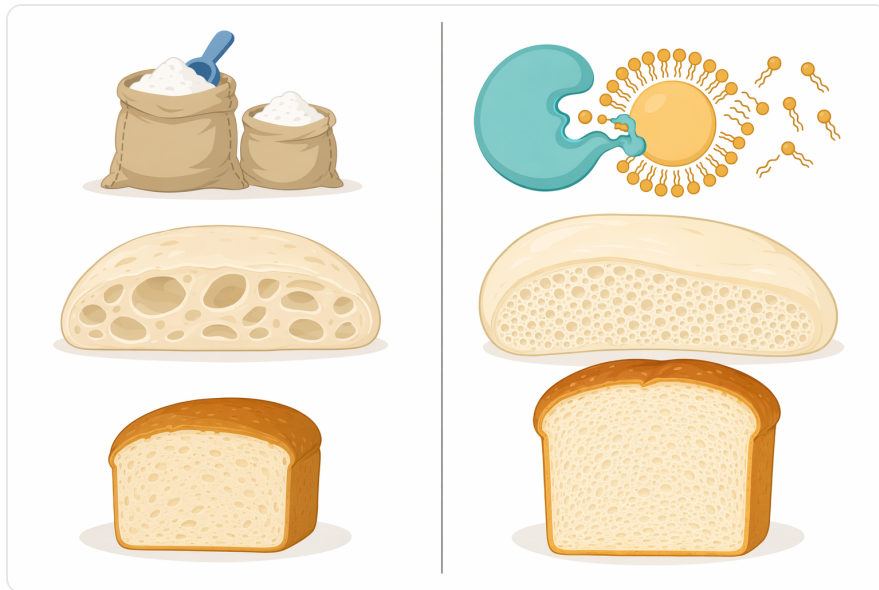


Figure 4. 첨가 유화제만 사용하는 경우와 비교하면, 포스포리파아제는 반죽 내부에서 기능성 리소인지질을 생성하여 더 클린 라벨에 적합한 빵 품질 개선을 지원할 수 있습니다.

また、バンズは具材やソースと接触するため、クラムが過度に脆いと崩れやすく、過度に締まると食感が重くなります。ホスホリパーゼによる界面安定性の改善は、気泡の細かさやクラムのまとまりを通じて、食感と加工適性の両方に影響し得ます。

菓子パン・リッチドウ

菓子パン、ブリオッシュ系、ミルクパンなどのリッチドウでは、卵、乳、油脂、砂糖が高い割合で含まれることが多く、脂質と水相の分散が生地のまとまりや発酵性に強く影響します。糖や油脂が多い配合ではグルテン形成が遅れたり、発酵挙動が変化したりするため、界面制御の重要性が高まります。

卵黄や乳成分にはリン脂質を含む成分が存在するため、ホスホリパーゼの基質環境がリーンな配合とは異なります。リッチドウでのホスホリパーゼの狙いは、乳化性の補助、生地の一体感、焼成後の柔らかさ、口どけの改善にあります。ただし、甘味、油脂量、発酵時間、ミキシング条件によって効果が変わるため、最終品質は全体設計の中で評価されます。

冷凍生地・パーベイク製品

冷凍生地では、冷凍時の氷結晶形成、解凍時の水分移動、酵母へのストレス、グルテン構造の変化により、焼成後の体積低下やクラム粗大化が起こりやすくなります。ホスホリパーゼは冷凍耐性を単独で決める酵素ではありませんが、脂質界面を整えることで、冷凍・解凍後のガス保持や焼成時の膨張安定性を支える配合要素になり得ます。

パーベイク製品では、一次焼成後の冷却、包装、保管、再焼成の各段階でクラムとクラストの水分状態が変化します。ホスホリパーゼによる脂質改質は、初期の生地構造とクラム形成に関与するため、再加熱後の食感や形状安定性にも間接的な影響を与える可能性があります。

グルテンフリー・特殊ベーカリー配合

グルテンフリー製品では、小麦グルテンの粘弾性に頼れないため、米粉、トウモロコシ粉、デンプン、植物タンパク質、食物繊維、ハイドロコロイドなどを組み合わせて気泡保持構造を作ります。グルテンフリーベーカリーの開発では、機能性原料や新しい加工技術が重要な役割を持つことがレビューされています^[4]。

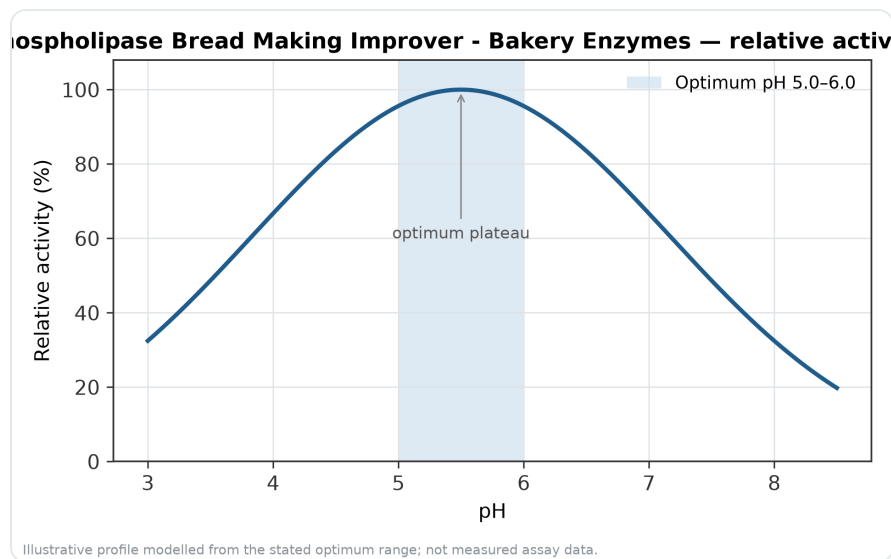


Figure 5. pH에 따른 Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes의 상대 활성으로, pH 5.0~6.0에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

ホスホリパーゼは、すべてのグルテンフリー配合で同じ効果を示すわけではありませんが、卵、乳化剤、植物レシチン、油脂を含む配合では、リン脂質改質を通じて分散安定性や食感設計に関与する余地があります。小麦パンと異なり、気泡を支える主構造が配合ごとに大きく異なるため、ホスホリパーゼの価値は「グルテン代替」ではなく「界面設計の補助」と捉えるのが適切です。

科学的根拠の読み方：確実なことと限定的なこと

確実に言えること

確実に言えるのは、ホスホリパーゼがリン脂質に作用する酵素群であり、食品酵素としての安全性評価や産業利用の文脈で扱われていることです。ホスホリパーゼ活性を含む食品酵素については、特定の生産菌株由来酵素を対象に安全性評価が行われています^[1]。

また、製パン分野で酵素を使って品質を調整すること自体は確立した実務です。微生物酵素は食品産業において、品質、加工性、食感、原料利用性を改善する目的で広く使われています^[2]。ホスホリパーゼもその一群として、主に脂質改質と界面安定性に関わる酵素として理解できます。

さらに、小麦中のホスホリパーゼA関連遺伝子と脂質含量の関係が研究されていることから、小麦という原料自体にもリン脂質代謝が存在し、脂質状態が植物生理や原料特性と関連することが示されています^[5]。これは製パン添加酵素の直接効果をそのまま証明するものではありませんが、パン生地中の脂質が無視できない成分であることを裏付ける背景情報です。

条件依存で見るべきこと

条件依存で見るべきなのは、特定のホスホリパーゼ製剤が、あらゆる粉・配合・工程で同じ改善を示すわけではない点です。パンの体積やクラム品質は、小麦粉のタンパク質量と品質、損傷デンプン、酵素活性、加水量、油脂、糖、塩、酵母、発酵時間、焼成プロファイルに影響されます。ホスホリパーゼは脂質に働きかけますが、最終品質は複数因子の結果です。

たとえば無塩パンのように塩によるグルテン強化や発酵制御が得にくい配合では、酵素組成による品質改善が検討されます^[3]。このような特殊条件では、生地の弱さ、発酵挙動、風味、テクスチャーの問題が通常配合とは異なるため、ホスホリパーゼの効果も単独ではなく、他の酵素や配合条件との組み合わせとして評価されます。

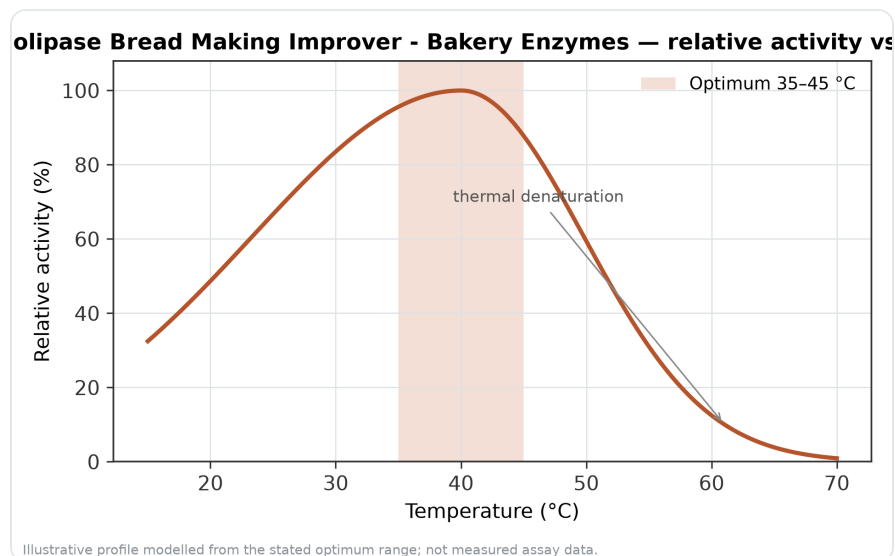


Figure 6. 온도에 따른 Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes의 상대 활성으로, 35~45° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

避けるべき過大表現

ホスホリパーゼを「すべてのパンで体積を必ず増やす」「乳化剤を完全に置き換える」「老化を完全に防ぐ」と表現するのは適切ではありません。リン脂質改質は重要な機序ですが、パンの老化にはデンプン再結晶化、水分移動、タンパク質マトリックスの変化が関与し、冷凍生地では氷結晶や酵母ストレスも加わります。

より正確には、Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes は、製パン配合中のリン脂質を利用して、乳化性、気泡安定性、生地の均一性、クラム品質を支援する酵素です。効果は配合と工程に依存し、アミラーゼ、キシラナーゼ、乳化剤、油脂、発酵条件、焼成条件と組み合わせて最終品質が決まります。

工程中での考え方

ミキシング初期から均一に分散させる

ホスホリパーゼは、基質となるリン脂質に接触して初めて機能します。そのため、粉体原料や製パン改良剤とともに、ミキシング初期から生地中へ均一に分散する設計が重要です。局所的に偏ると、脂質改質も局所化し、生地物性やクラムにばらつきが出やすくなります。

ただし、ここで重要なのは、特定の分析手順や試薬条件ではなく、製パン工程上の分散性です。酵素は少量で作用する加工助剤であるため、均一混合、適切な加水、十分なミキシング、過度な酸化や過混捏の回避といった基本工程が品質に大きく影響します。

発酵中のガス保持を見る

ホスホリパーゼの価値は、ミキシング直後の手触りだけでは判断しにくい場合があります。発酵中に生地表面が荒れないか、成形後の腰持ちがあるか、過度にだれるか、気泡が粗大化するかを観察することで、脂質改質が生地安定性に与える影響をより実務的に把握できます。

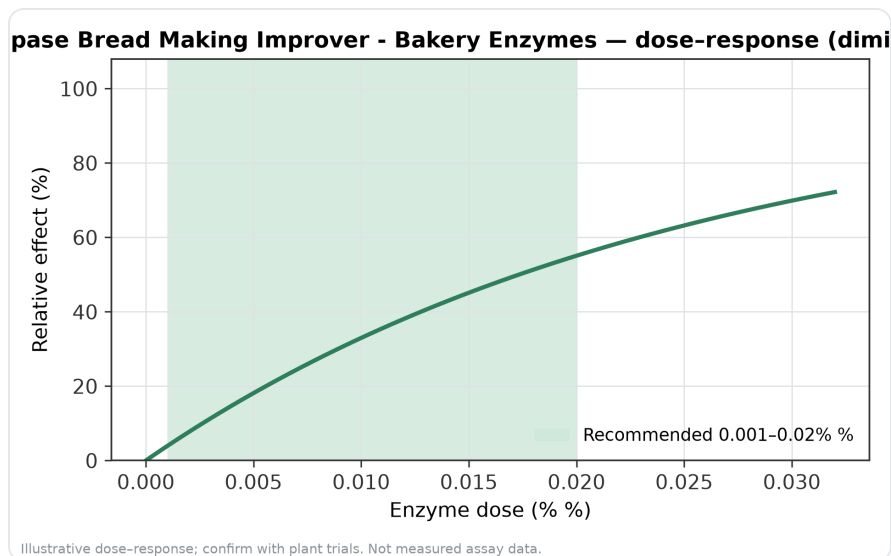


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001~0.02%)에서 Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes의 예시적 용량-반응 관계입니다.

発酵工程では、酵母によるガス生成と生地膜の保持能力が釣り合う必要があります。ホスホリパーゼが界面安定性を補助しても、発酵過多、温度変動、加水過多、粉質不適合があると、最終的な体積や内相は安定しません。

焼成後と保存中の品質で評価する

ホスホリパーゼは、生地段階の扱いやすさだけでなく、焼成後のパン体積、クラムのきめ、柔らかさ、弾力、口どけ、保存中の硬化を含めて評価する必要があります。焼成中には、気泡膨張、酵母失活、デンプン糊化、タンパク質変性、水分蒸発が同時に進み、生地での差が最終クラムに反映されます。

食品酵素は加工工程全体の中で品質に影響するため、単一の観察点だけで結論を出すのではなく、配合、工程、焼成後品質をつなげて見る必要があります^[2]。ホスホリパーゼの場合は、特に「脂質改質が、気泡膜とクラム構造にどう反映されたか」を中心に見ると、作用点と結果の関係が整理しやすくなります。

安全性と取扱いの考え方

酵素はタンパク質であり、食品加工で広く利用される一方、粉体として扱う場合には粉じんの吸入、皮膚や眼への接触に注意が必要です。作業現場では、食品原料としての衛生管理に加え、粉体飛散を抑える取扱い、適切な換気、必要な保護具の使用など、一般的な酵素取扱いの安全管理が求められます。

ホスホリパーゼ活性を含む食品酵素については、安全性評価の対象となった例があり、食品酵素としての使用に関する科学的評価が行われています^[1]。これは個々の国・地域での規制判断や特定用途の適合を自動的に意味するものではありませんが、ホスホリパーゼが食品加工用途で評価される酵素群であることを示します。

Enzymes.bio では、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。CoAは注文ロットに関連する品質文書、SDSは安全な取扱い、保管、輸送、曝露管理などに関する情報を含む文書として位置づけられます。本製品はB2Bの食品加工・産業用途向けであり、一般消費者向けの直接摂取用製品として扱うものではありません。

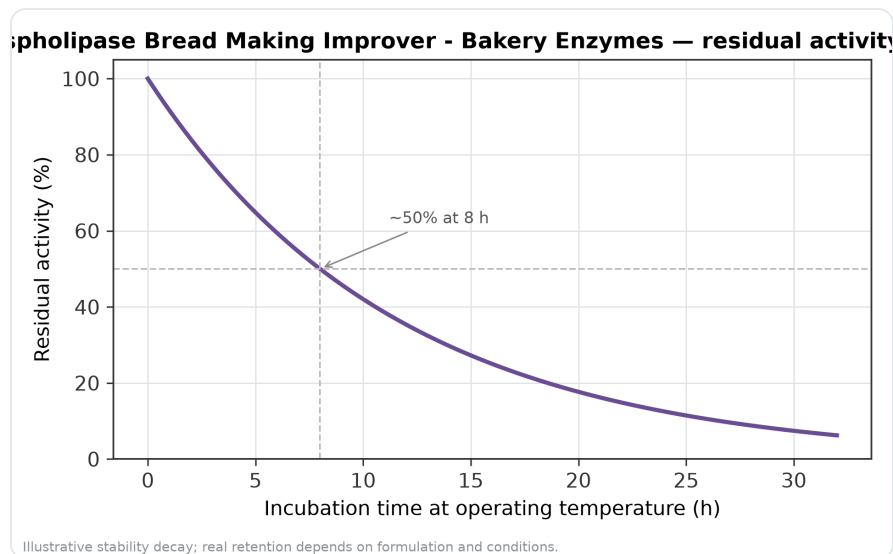


Figure 8. Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes의 예시적 열 안정성 감소로, 작용 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Enzymes.bioでの供給形態

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes は、Enzymes.bio の製品ページから1 kg単位でオンライン直接購入できるベーカリー酵素です。Enzymes.bio は酵素を扱う供給業者であり、製品を製造する研究所や製造業者としてではなく、B2B用途の酵素購入チャネルとして位置づけられます。

Enzymes.bio のサイトでは、食品加工・産業用途に関連する酵素カテゴリが掲載されており、ベーカリー用途だけでなく、さまざまな酵素製品がオンラインで案内されています。本製品についても、製パン改良用途のホスホリパーゼとして、食パン、ソフトブレッド、バンズ、菓子パン、冷凍生地などの脂質改質型アプローチに適した選択肢として整理できます。

まとめ：ホスホリパーゼは製パンにおける脂質改質型の品質改善酵素

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes は、パン生地中のリン脂質を改質し、乳化性、気泡界面の安定性、生地の均一性、クラム品質を支援する製パン用ホスホリパーゼです。アミラーゼがデンプン、キシラナーゼが非デンプン多糖、プロテアーゼがタンパク質を主に扱うのに対し、ホスホリパーゼは脂質と界面を起点に製パン品質へ関与します。

実務上の価値は、食パンやソフトブレッドの柔らかさ、パンズの体積と均一性、リッチドウの乳化安定性、冷凍生地の構造維持支援などにあります。ただし、効果は粉質、配合、油脂・卵・乳成分、加水量、発酵条件、焼成条件に依存するため、万能の単独解決策ではなく、製パン配合全体の中で働く酵素技術として捉えることが重要です。

Enzymes.bio は本製品をB2B向けに1 kg単位でオンライン直接販売しており、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。製パン品質を脂質改質と界面安定性の観点から設計したい場合、Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymes は、既存の乳化剤、油脂、アミラーゼ、キシラナーゼ、工程条件と組み合わせて検討しやすいベーカリー酵素です。

Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymesをオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

[Phospholipase Bread Making Improver - Bakery Enzymesを購入 →](#)

参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Dungen, M. W., Galano, M., Vondervoort, P. J., Kooi, I., Bruine, A., Peij, N. V., & Abbas-Lindfors, H. E. (2025). Safety evaluation of a food enzyme containing phospholipase activity produced by a strain of *Fusarium commune*. *Food and Chemical Toxicology*, 115484 .
2. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.

3. Пономарева, Е. И., Лукина, С. И., & Кривошеев, А. (2019). USE OF ENZYME COMPOSITIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF NO-SALT BREAD. *Известия вузов. Пищевая технология*.
4. Ronnie, M., Zainol, M., & Mamat, H. (2021). A review on the recent applications of gluten-free flour, functional ingredients and novel technologies approach in the development of gluten-free bakery products. *Food Research*.
5. Madhawan, A., Kumar, P., Sharma, P., Godara, M., Das, D., Bhandawat, A., Bhunia, R., ... et al. (2025). Genome-wide identification of phospholipase A genes and effect on lipid content under abiotic stress in bread wheat (Triticum aestivum L.). *Plant Physiology Reports*, 30, 796 - 807.

Enzymes.bioへお問い合わせ

ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール wholesale@enzymes.bio

電話（米国） **+1 (507) 428-6057**

[お問い合わせ →](#)



400+ B2B顧客



60+ 大学研究パートナー



54 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用・食品加工用酵素の供給・人の摂取用または小売販売用ではありません。