

Hemicellulase Enzyme Breaker：製パンで生地物性とパン品質を改善するヘミセルラーゼ酵素

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

Hemicellulase Enzyme Breaker は、小麦粉中のヘミセルロース、特にアラビノキシランやペントサンに作用し、生地の水分分布、伸展性、ガス保持性、ローフ容積、クラムの均一性を改善する目的で使われる製パン向け酵素です。製パンでの「Breaker」は、繊維性多糖を完全に糖化する意味ではなく、グルテン形成や気泡保持を妨げる不溶性画分を工程内で扱いやすい状態へ制御するという意味で理解するのが実務的です。酵素は粉質、全粒粉・ブラン配合、発酵条件、他酵素との組合せによって効果が変わるため、万能な膨張剤ではなく、ヘミセルロース由来の生地課題を調整する技術素材です^[1]。

製パン向けヘミセルラーゼの役割

ヘミセルラーゼは、植物細胞壁を構成するヘミセルロース画分を加水分解する酵素群の総称です。小麦粉や全粒粉の製パンで特に重要なのは、アラビノキシラン、ペントサン、関連する非デンプン性多糖に対する作用です。これらは小麦粉中ではデンプンやグルテンタンパク質ほど多くありませんが、水を強く抱え込み、生地の粘性、吸水、ガスセルの安定性、焼成後のクラム構造に大きく影響します。近年の製パン酵素レビューでも、アミラーゼ、キシラナーゼ、リパーゼ、プロテアーゼ、酸化還元酵素などが、生地形成から焼成後の品質保持まで異なる段階で機能することが整理されています^[1]。

Hemicellulase Enzyme Breaker の用途は、生地中の繊維性多糖を「弱める」だけではありません。むしろ重要なのは、不溶性アラビノキシランがグルテンネットワークを物理的に分断したり、水を競合的に保持したりする状態を緩和し、ミキシング時にタンパク質が連続した膜状構造を形成しやすくすることです。小麦粉生地のレオロジーを扱った酵素研究では、個別酵素が吸水、発達時間、安定性、軟化、伸展性に異なる影響を与えることが示されており、ヘミセルラーゼ系酵素は「水相と繊維画分を介してグルテン挙動を変える酵素」と位置づけられます^[2]。

Enzymes.bioは製造業者または研究所ではなく、酵素をオンラインで供給するサプライヤーです。本製品は1 kg単位でオンライン直接販売され、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。ここで述べる内容は、特定ロットの活性値や分析条件ではなく、製パン分野で報告されているヘミセ

ルラーゼおよび関連酵素の作用機序と、パン品質改善における実務的な意味を整理したものです [3]。

なぜ小麦粉中のヘミセルロースがパン品質を左右するのか

小麦粉の製パン性は、主にグルテン形成タンパク質、デンプン、酵素活性、水分、損傷デンプン、灰分、粒度などで説明されます。しかし、全粒粉、ブラン、アリュールン層、雑穀粉、食物繊維素材を配合すると、少量成分であるヘミセルロースの影響が急に大きくなります。不溶性ペントサンやアラビノキシランは、ミキシング中に水を抱え込み、グルテンタンパク質の水和を遅らせ、形成されるネットワークを不連続にしやすいからです。全粒粉パンの研究では、酵素と乳化剤の補助により、生地特性と焼成品質が変化することが報告され、繊維画分を多く含む粉では補助的な機能素材の影響が大きくなること示されています [4]。

白パンでは問題になりにくいヘミセルロースも、ブランや全粒粉が増えると、発酵中の気泡膜を弱める要因になります。発生した二酸化炭素を保持するには、グルテン膜が伸びながら破れにくい状態を保つ必要がありますが、不溶性繊維が多いと、膜の連続性が下がり、ガスセルが粗大化または破裂しやすくなります。その結果、比容積の低下、クラムの締まり、口どけの悪化、焼成後の硬化が起こりやすくなります。全粒粉を基盤とした製パン研究では、酵素補助によって生地レオロジーとパン品質が改善されることが確認されており、ヘミセルロース画分の制御はその一部を担います [4]。

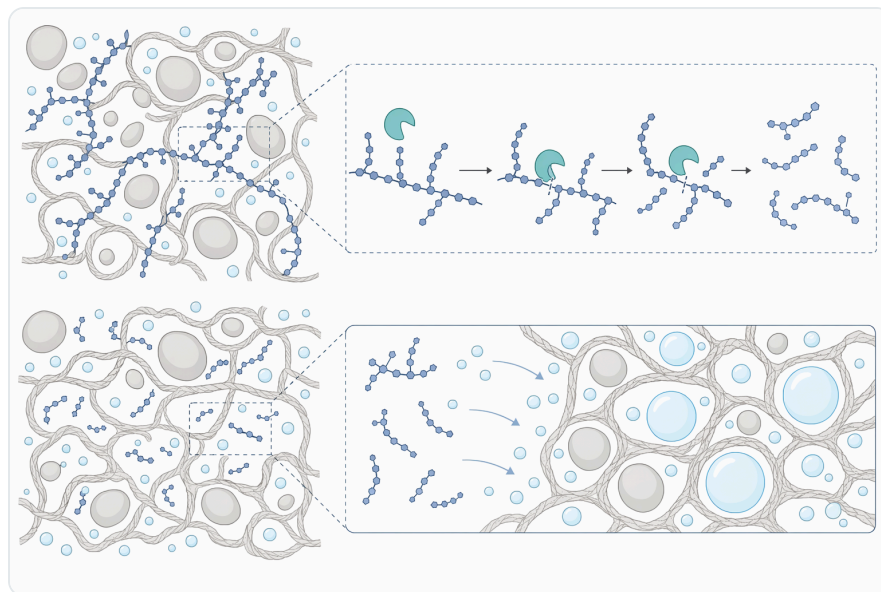


Figure 1. 헤미셀룰라아제는 반죽의 수분 결합과 글루텐 연속성에 영향을 미치는, 헤미셀룰로오스가 풍부한 곡물 세포벽 다당류, 특히 아라비노자일란과 펜토산을 표적으로 합니다.

さらに、ヘミセルロースは水分保持にも関与します。水を抱えること自体は必ずしも悪いことではなく、適切な可溶性多糖は生地粘度を支え、焼成後のしっとり感にも寄与します。一方で、過度に大きい不溶性構造は、グルテンやデンプンが必要とする水を奪い、生地を硬く、裂けやすく、発酵耐性の低い状態にします。ヘミセルラーゼの価値は、この両面性を踏まえ、不溶性画分を部分的に可溶化・低分子化しながら、パン生地に必要な粘弾性を損ないすぎない範囲で構造を調整する点にあります^[1]。

作用機序：アラビノキシランをどう変えるか

製パンでヘミセルラーゼと呼ばれる酵素の中核には、キシラナーゼ様の作用が含まれることが多くあります。キシラナーゼは、アラビノキシラン主鎖のキシラン骨格を切断し、長い不溶性多糖を短い鎖または可溶化しやすい状態へ変換します。これにより、不溶性ペントサンが水を固定しすぎる状態が緩和され、グルテンタンパク質が水和しやすくなります。微生物酵素の食品利用に関するレビューでも、微生物由来酵素は食品加工で多糖、タンパク質、脂質などの構造を選択的に改変する手段として位置づけられています^[3]。

この反応の実務上のポイントは、「分解量が多いほど良い」わけではないことです。アラビノキシランが過度に低分子化すると、生地がべたつき、機械適性が低下し、発酵中にガスを保持する粘弾性が不足する場合があります。逆に作用が弱すぎると、不溶性繊維の阻害効果が残り、生地が締まり、伸びにくく、焼成後に密なクラムになりやすいまです。小麦粉生地における酵素の個別効果を比較した研究では、酵素の種類によって生地発達、安定性、軟化挙動が異なり、同じ「酵素添加」でも機能方向が一様ではないことが示されています^[2]。

ヘミセルラーゼ処理による水分分布の変化も重要です。不溶性繊維に拘束されていた水の一部が生地連続相へ移動すると、グルテン形成が進み、ミキシング中の生地がまとまりやすくなります。同時に、可溶化したアラビノキシランが水相の粘度を高め、気泡膜の安定化に寄与することがあります。このため、適切に作用したヘミセルラーゼは、生地を単に軟化させるのではなく、伸展性、抵抗性、粘着性、発酵耐性のバランスを変える酵素として働きます。熱安定性酵素カクテルを小麦生地に適用した研究でも、アミラーゼ、キシラナーゼ、セルラーゼなどの組合せが生地レオロジーを変化させることが報告されています^[5]。

生地物性への効果：扱いやすさ、伸展性、発酵耐性

製パン現場で最初に確認される変化は、ミキシング後の生地のまとまりと伸展性です。ヘミセルラーゼが適切に作用すると、繊維性多糖による水の偏在が緩和され、生地が硬く裂ける状態から、伸びやすくつながりのある状態へ近づきます。これは、成形時の割れ、丸め不良、モルダー通過時の

裂け、発酵中の表皮破れを減らす方向に働きます。小麦粉生地に対する複数酵素の比較研究では、酵素ごとにレオロジー指標が異なる方向へ変化し、製パン適性は単一の柔らかさではなく複数の物性バランスで決まることが示されています^[2]。

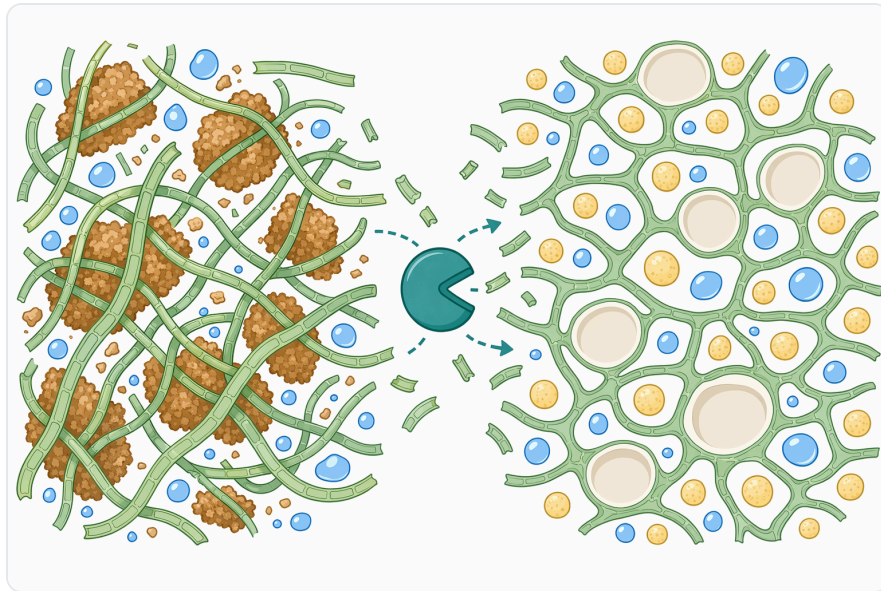


Figure 2. 조절된 가수분해는 큰 수분 결합성 식이섬유 구조의 일부를 더 작은 조각으로 바꾸어 반죽 팽창을 덜 방해하게 합니다.

全粒粉やブラン配合では、この効果がより明確になります。ブラン粒子やアリュールン層成分は、グルテン膜を物理的に切断するだけでなく、アラビノキシランを通じて水相を変化させます。ヘミセルラーゼがこれらの非デンプン性多糖を部分的に変えることで、グルテンの連続性が高まり、発酵中に二酸化炭素を保持しやすい膜構造が形成されます。全粒粉を用いた研究では、酵素と乳化剤の組合せが生地特性と焼成品質を変え、繊維を多く含む小麦粉で品質改善の余地があることが示されています^[4]。

ただし、生地が弱い配合では注意が必要です。低タンパク粉、過度に長い発酵、糖・油脂の多いリッチ配合、あるいは酵素を複数組み合わせる条件では、生地軟化や粘着性増加が過剰になることがあります。化学酸化剤と酵素処理を複数の小麦品種で比較した研究では、粉質によってレオロジー応答が異なることが示され、酵素の効果は基質となる粉そのものの性質に依存することが確認されています^[6]。

パン品質への効果：ローフ容積、クラム構造、柔らかさ

ヘミセルラーゼの製パン上の主要な目的は、最終製品であるパンの容積とクラム品質を改善することです。発酵中に保持されたガスが焼成初期に膨張し、デンプン糊化とタンパク質熱変性によって構造が固定されると、ローフ容積と気泡構造が決まります。ヘミセルラーゼによりグルテン膜の連

続性と水相粘度が適切に調整されると、オーブンスプリングが安定し、粗大な空洞や締まった底部を抑えた、より均一なクラムが得られやすくなります。製パン酵素のレビューでは、酵素が生地形成、ガス保持、焼成後品質に多面的に関与することが整理されています^[1]。

クラムの柔らかさは、単に水分量だけで決まるわけではありません。ローフ容積が大きいほど単位体積あたりの固形分密度は下がり、噛んだときの硬さは低くなります。また、水分が繊維画分、デンプン、タンパク質の間でどのように分配されるかによって、保存中の硬化速度も変わります。ヘミセルラーゼはアミラーゼのようにデンプン老化へ直接作用する酵素ではありませんが、ガス保持と水分分布を変えることで、クラムの柔らかさと口どけに間接的な影響を与えます。全粒粉パンの品質改善研究でも、酵素添加はレオロジーだけでなく焼成後品質に反映されることが示されています^[4]。

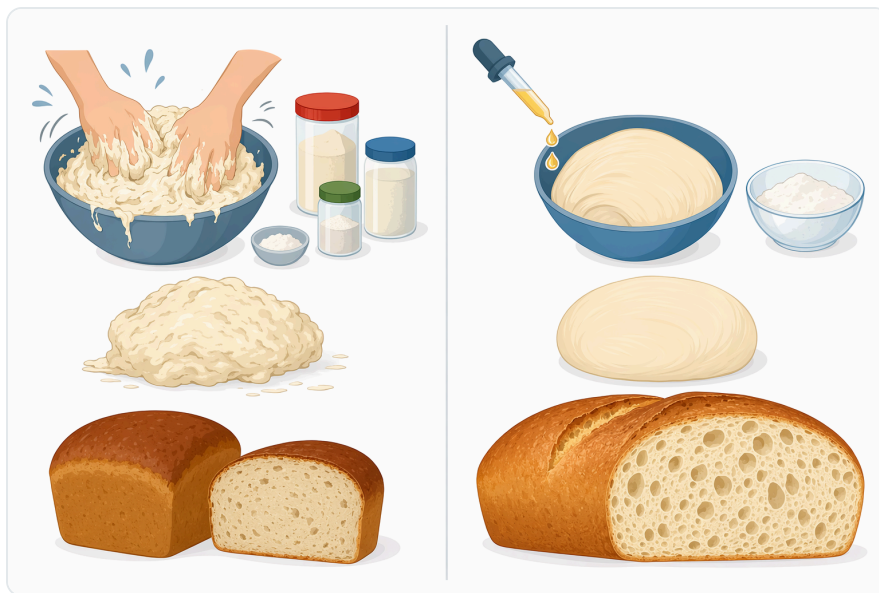


Figure 3. 자일라아제는 헤미셀룰라아제와 관련된 활성으로 아라비노자일란의 자일란 주사슬에 작용하며, 더 광범위한 헤미셀룰라아제 제제는 추가적인 헤미셀룰로오스 구조를 변형할 수 있습니다.

パンの食感評価では、硬さ、弾力、凝集性、咀嚼性、湿潤感が同時に問題になります。市販グルテンフリーパンのテクスチャー評価研究では、パン品質は一つの指標では把握できず、機械的テクスチャーと官能特性の両方から評価されることが示されています。これは小麦パンにも当てはまり、ヘミセルラーゼの効果を考える際も、容積だけでなく、クラムの粒立ち、口どけ、噛み切りやすさ、保存中の硬化を一体として見る必要があります^[7]。

全粒粉・ブラン・食物繊維強化パンでの意義

ヘミセルラーゼが特に有用なのは、全粒粉パン、ブラン入りパン、食物繊維強化パン、アリュールン層を多く含む高付加価値パンです。これらの配合では、栄養面の価値が高まる一方で、グルテンネットワークが弱まり、比容積が低下し、クラムが粗く硬くなりやすいという課題があります。全粒粉を基盤に酵素と乳化剤の補助効果を調べた研究では、生地特性と焼成品質の調整が可能であることが示され、繊維を含む小麦粉の品質改善に酵素が関与できることが確認されています^[4]。

ブランやアリュールン層には、ミネラル、ビタミン、食物繊維などの成分が含まれますが、製パン性の観点では水分競合と物理的障害が問題になります。ヘミセルラーゼは、ブラン由来のアラビノキシランを部分的に可溶化し、グルテン形成を妨げる影響を弱めます。これにより、全粒粉比率を上げた配合でも、生地が締まりすぎる、成形時に裂ける、焼成後に密になるといった問題を緩和しやすくなります。近年の小麦粉酵素処理に関する研究では、酵素を含む処理が多糖プロファイルや粉の性質に影響することが示されています^[8]。

一方、食物繊維素材の種類によって応答は異なります。小麦ブラン、オートブラン、サイリウム、 β -グルカン、雑穀粉などは、それぞれ水和挙動と粘度形成が異なります。たとえば β -グルカンを含む冷凍生地研究では、保存中の水分移動、微細構造、焼成品質が問題となることが示されており、繊維強化パンでは酵素作用だけでなく冷凍・解凍、発酵、焼成条件も品質を左右します^[9]。

他の製パン酵素との違い

製パン改良では、ヘミセルラーゼ単独ではなく、アミラーゼ、リパーゼ、プロテアーゼ、グルコースオキシダーゼ、ラッカーゼなどと組み合わせて考えられることがあります。ただし、各酵素の標的は異なります。ヘミセルラーゼは主に非デンプン性多糖に作用し、アミラーゼはデンプン分解を通じて発酵糖、焼き色、柔らかさ、老化遅延に関与します。リパーゼは脂質を介して生地強化やクラム改良に関わり、プロテアーゼはタンパク質ネットワークを弱めて伸展性を高める方向に働きます。全粒粉パンでマルトテトラオース生成アミラーゼを用いた研究では、アミラーゼが生地レオロジーと焼成性能に影響することが示され、ヘミセルラーゼとは異なる経路で品質を変えることが分かります^[10]。

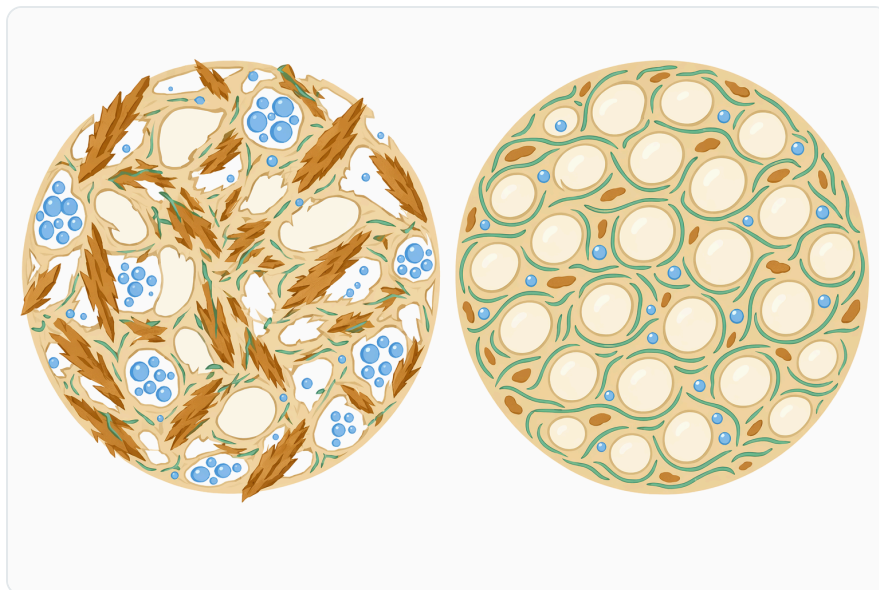


Figure 4. 전립분 반죽과 겨가 많이 들어간 반죽은 글루텐을 방해하고 물을 결합할 수 있는 세포벽 물질이 더 많기 때문에 가장 큰 이점을 얻습니다.

酵素の種類	主な基質	生地での主な作用	パン品質への典型的な寄与	過剰作用時に起こり得る問題
ヘミセルラーゼ/キシラナーゼ	アラビノキシラン、ペントサン	不溶性繊維の影響を緩和し、水分分布と伸展性を調整	ローフ容積、クラム均一性、柔らかさ、全粒粉適性の改善	べたつき、過度の軟化、発酵耐性低下
アミラーゼ	デンプン、損傷デンプン	発酵糖生成、デンプン老化への影響	焼き色、発酵安定、保存中の柔らかさ	粘着性、内相の湿りすぎ、腰折れ
プロテアーゼ	グルテンタンパク質	生地抵抗を下げ、伸展性を高める	クラッカー、ビスケット、伸びが必要な生地でも有用	生地弱化、ガス保持低下
リパーゼ	脂質、極性脂質前駆体	乳化性成分を生成し生地膜を補強	容積、クラムきめ、ソフト感	配合によって風味・物性の変動
酸化系酵素	フェノール性成分、糖など	架橋や酸化還元を介してネットワークに影響	生地強化、形状保持	硬化、伸展性不足

複合酵素を用いる場合、効果は単純な足し算にはなりません。たとえばヘミセルラーゼで水分分布が変わると、アミラーゼが作用する損傷デンプン周辺の水環境も変化し、プロテアーゼやリパーゼの影響も見え方が変わります。微生物酵素の複合効果を扱った研究では、個別酵素とは異なるレオロジー応答が組合せ条件で現れることが示されており、複合改良剤では目的とするパン種に合わせたバランスが重要になります^[11]。

白パン、バゲット、冷凍生地での考え方

白パンやソフトロールでは、ヘミセルラーゼの主な狙いは、生地の伸展性、容積、クラムの柔らかさです。白粉ではブラン由来の阻害が少ないため、効果は全粒粉ほど劇的でない場合がありますが、粉質のばらつきやミキシング耐性の調整には有用です。特に、短時間工程や機械成形では、生地が硬すぎても柔らかすぎてもライン適性が低下するため、ヘミセルラーゼによる水分分布の微調整が意味を持ちます。製パン酵素の総説では、酵素が生地発達から保存性まで幅広い品質属性に関わることが示されています^[1]。

バゲットやハード系パンでは、過度な軟化よりも、伸びと抵抗のバランス、内相の気泡構造、クラストとの関係が重視されます。ヘミセルラーゼは気泡の初期形成と発酵中の膨張を支える一方で、作用が強すぎると生地がだれ、クープの開きや形状保持に影響する可能性があります。したがって、ハード系では「容積を最大化する酵素」というより、粉のばらつきや繊維画分の影響を抑え、気泡構造を整える酵素として考える方が適切です^[2]。

冷凍生地では、水分移動と氷結晶による構造損傷が加わります。繊維素材を含む冷凍生地研究では、冷凍保存がテクスチャー、微細構造、水の移動性、焼成品質に影響することが報告されています。ヘミセルラーゼはこの全てを直接解決するものではありませんが、冷凍前の生地構造と水分分布を整えることで、解凍・発酵・焼成後の品質に間接的に寄与する可能性があります^[9]。

サワードウや発酵条件との相互作用

ヘミセルラーゼの作用は、発酵時間、pH、温度、水分量によって変わります。サワードウや長時間発酵では、乳酸菌や酵母由来の酸生成、内在酵素活性、タンパク質分解、多糖の変化が同時に進むため、ヘミセルラーゼの見かけの効果も通常の直捏法とは異なります。サワードウパンの研究では、発酵時間がテクスチャー、デンプン消化速度、タンパク質加水分解に影響することが示されており、発酵条件そのものがパン品質を大きく左右します^[12]。

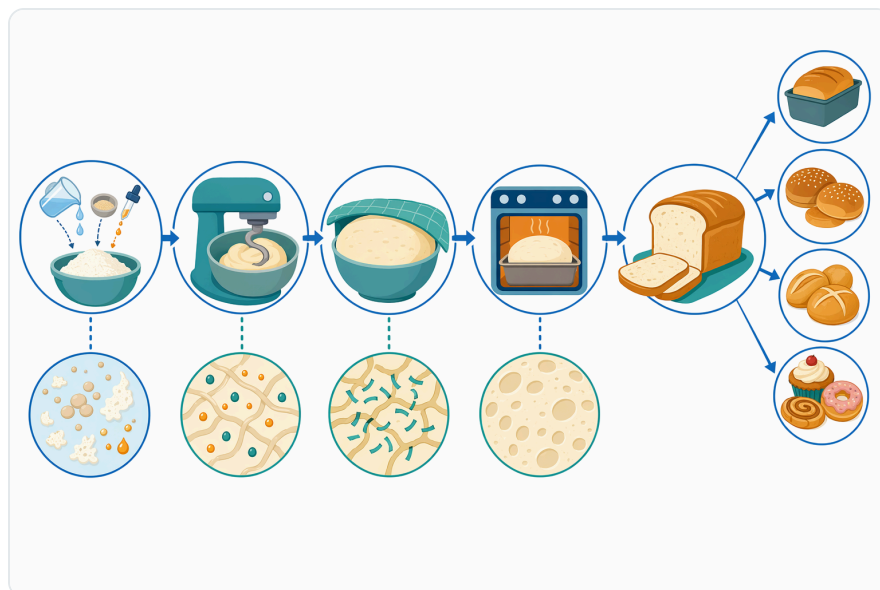


Figure 5. 배합이 적절할 때 실제 효과는 반죽 취급성 개선, 더 균일한 가스 보유, 더 큰 빵 부피 팽창, 더 고운 빵결의 순서로 나타납니다.

サワードウと酵素を組み合わせる場合、酸性化によってグルテンの挙動や多糖の溶解性が変わり、ヘミセルラーゼの効果が強く見えることも弱く見えることもあります。グルテンベースのパン品質に対するサワードウ、酵素、およびその組合せを扱った研究では、発酵系と酵素系の相互作用が品質に影響することが報告されています。したがって、サワードウ配合では、酵素を単独の改良剤としてではなく、酸生成、発酵時間、吸水、ミキシングと一体で考える必要があります^[13]。

長時間発酵では、ヘミセルラーゼの作用時間が長くなるため、生地軟化が進みやすい場合があります。一方、短時間工程では作用時間が限られるため、期待される効果は粉への分散性、吸水、ミキシング条件に左右されます。いずれの場合も、ヘミセルラーゼは焼成前の生地段階で多糖構造を変える酵素であり、焼成熱によって最終的には酵素活性が失われる方向へ進むため、主な影響はミキシングから発酵、焼成初期までの構造形成に現れます^[1]。

証拠が強い領域と慎重に扱うべき領域

研究上、比較的強く支持されているのは、ヘミセルラーゼまたはキシラナーゼを含む酵素処理が、小麦粉生地のレオロジー、全粒粉・ブラン配合生地の扱いやすさ、ローフ容積、クラム構造、柔らかさに影響し得るという点です。とくに全粒粉や繊維強化配合では、ヘミセルロース画分が品質低下の一因となるため、その制御が合理的な改善手段になります。全粒粉ベースの研究では、酵素補助により生地特性と焼成品質が変わることが示され、ヘミセルラーゼ系酵素の利用根拠を支えています^[4]。

一方で、慎重に扱うべきなのは、すべての粉、すべての配合、すべての工程で同じ改善幅が得られるという表現です。酵素の効果は、基質となるアラビノキシラン量、粒度、損傷デンプン、タンパク質量、発酵時間、加水、塩、糖、油脂、乳化剤、他酵素によって変わります。複数酵素の組合せ研究では、個別効果と複合効果が異なることが示されており、ヘミセルラーゼだけに最終品質の変化を単純に帰属できない場合があります^[11]。

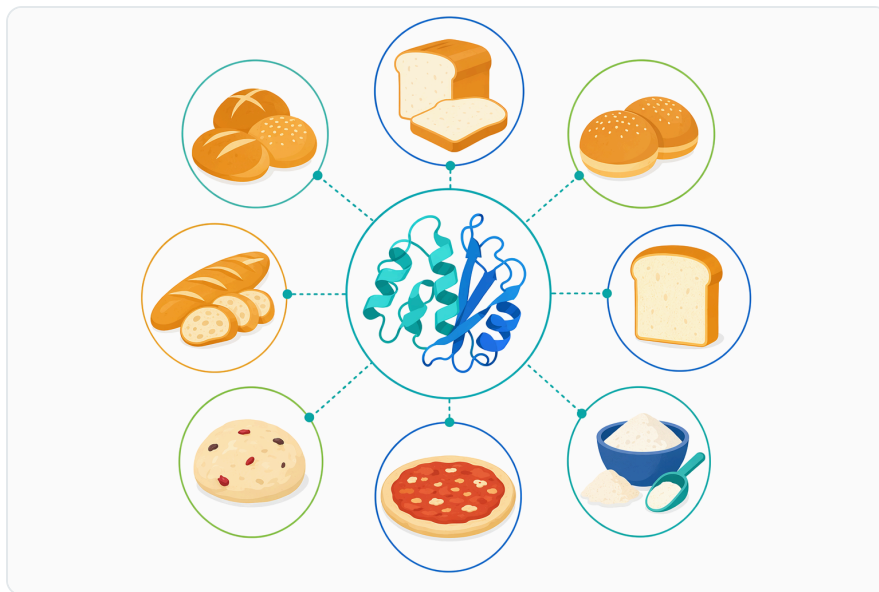


Figure 6. 상업적 적용 분야에는 흰 식빵, 통밀빵, 잡곡 및 씨앗류 함유 빵, 번과 롤, 그리고 식이섬유 관련 반죽 특성이 품질을 제한하는 일부 플랫폼브레드 시스템이 포함됩니다.

また、パン品質は生地物性だけでなく、焼成条件と保存条件にも依存します。近年のパンの口腔処理に関する研究では、水分、還元糖、咀嚼性の分布を可視化する試みが行われており、食感はパン内部で均一ではなく、焼成後の水分移動や構造分布に左右されることが示されています。ヘミセルラーゼはこの複雑な品質形成の一部を制御する酵素であり、最終的な食感や保存性は配合全体と工程設計の結果として決まります^[14]。

産業用途で得られる実務上の利点

製パン工場や業務用ベーカリーでヘミセルラーゼを使う利点は、粉のばらつきへの対応、繊維配合時の品質低下緩和、成形適性の改善、最終製品の肉相改善にあります。小麦は農産物であるため、産地や収穫年によってタンパク質、損傷デンプン、酵素活性、非デンプン性多糖が変動します。ヘミセルラーゼは、こうした変動のうちヘミセルロース画分に由来する部分を調整し、生地の硬さ、伸び、ガス保持を安定化させる目的で利用できます^[1]。

全粒粉パンや高繊維パンでは、栄養価と食感の両立が課題です。消費者は全粒粉や食物繊維を求め一方で、硬く、重く、ぱさついたパンは受け入れにくい傾向があります。ヘミセルラーゼは、繊維を取り除くのではなく、繊維由来の製パン阻害を弱める点で有用です。これにより、全粒粉比率やブラン配合を活かしながら、より柔らかく、均一で、食べやすいクラムを設計しやすくなります[4]。

クリーンラベル志向の製品開発でも、酵素は重要な選択肢です。酵素は工程中に基質へ作用し、焼成後の最終品質に影響を残す加工助剂的な使われ方をすることがあります。化学的な改良剤を単純に置き換えられるとは限りませんが、酵素を用いることで、粉、水、発酵、熱の相互作用を利用した品質改善が可能になります。微生物酵素は食品産業で広く利用され、工程効率、品質改良、原料利用の高度化に関わる技術として整理されています[3]。

用途別に見たヘミセルラーゼの位置づけ

用途・パン種	典型的な課題	ヘミセルラーゼが関与する点	期待される品質方向
白食パン、ロールパン	粉質差による生地 hardness、容積不足、内相の粗さ	水分分布と伸展性を調整	まとまり、容積、クラム均一性の改善
バゲット、ハード系	伸び不足、気泡構造の乱れ、形状保持との両立	不溶性ペントサンの影響を緩和	気泡構造、発酵耐性、焼成時膨張の安定化
全粒粉パン	ブランによるグルテン阻害、比容積低下、硬化	アラビノキシランの部分分解・可溶化	容積、柔らかさ、食べやすさの改善
ブラン・高繊維パン	吸水競合、成形時の裂け、密なクラム	繊維画分の水保持挙動を調整	成形適性、クラムの軽さ、口どけ改善
冷凍生地	水分移動、構造損傷、焼成後品質低下	冷凍前の生地構造と水相を整える	解凍後の発酵・焼成品質の安定化
サワードウ併用	酸性化と長時間発酵による物性変動	pH・時間依存で多糖作用が変化	配合により伸展性、風味、食感を調整

このように、ヘミセルラーゼは「パンを膨らませる酵素」と単純化するより、「ヘミセルロースを介して生地の水相と繊維構造を整え、グルテンが機能しやすい環境をつくる酵素」と理解する方が正確です。最終的なローフ容積や柔らかさは、その結果として現れます。酵素の食品応用に関するレビューでも、各酵素は基質特異性を通じて食品構造を変え、製品品質に反映されると説明されています[3]。

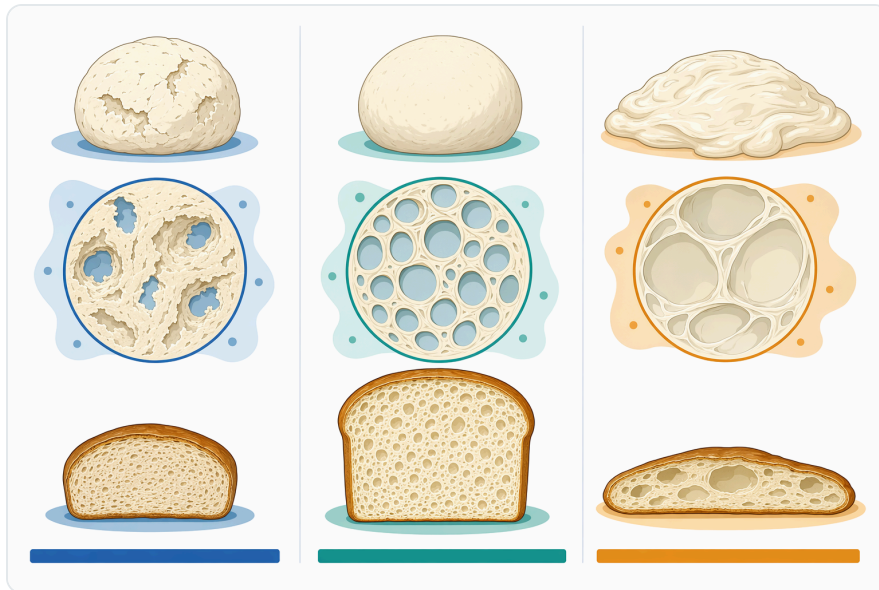


Figure 7. 적당한 헤미셀룰로오스 절단은 반죽 기능을 개선할 수 있지만, 변형이 너무 적거나 너무 많으면 반죽이 뻣뻣하게 남거나 느슨하고 끈적해질 수 있습니다.

Enzymes.bioでの提供形態

Enzymes.bioは、ヘミセルラーゼを含む食品・飼料・植物素材加工向け酵素をオンラインで供給するサプライヤーです。本製品は、製パンにおいて生地特性とパン品質の改善を目的とするヘミセルラーゼ酵素として、1 kg単位でオンライン直接販売されます。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されるため、購入者は製品情報と安全情報を注文内容と一緒に確認できます。

Enzymes.bioは製造業者や研究所としてではなく、酵素製品の供給元として位置づけられます。そのため、本記事では特定の活性単位、分析法、グレード、活性定義、製造条件を示さず、公開研究に基づいて製パン用途でのヘミセルラーゼの役割を説明しています。製品の選択は、最終的なパン種、粉質、配合、工程条件に合わせて考える必要がありますが、本製品の技術的な中心は、小麦粉中のヘミセルロース画分を制御し、生地物性とパン品質を改善する点にあります^[1]。

まとめ

Hemicellulase Enzyme Breaker は、小麦粉、全粒粉、ブラン配合生地に含まれるアラビノキシランやペントサンへ作用し、不溶性繊維による水分競合とグルテン形成阻害を緩和する製パン向け酵素です。適切に作用すると、生地のまとまり、伸展性、発酵中のガス保持、焼成時の膨張、ローフ容積、クラムの均一性、柔らかさを改善する方向に働きます。製パン酵素に関する研究では、ヘミセルラーゼを含む酵素処理が生地レオロジーとパン品質に影響することが複数報告されています^[1]。

ただし、効果は粉質、繊維量、全粒粉比率、発酵条件、加水、他酵素との組合せによって変化します。したがって、ヘミセルラーゼは「必ず大きく膨らませる添加物」ではなく、ヘミセルロース由来の生地課題を制御する酵素ツールです。特に、全粒粉パン、ブラン入りパン、食物繊維強化パンのように、栄養価と食感、容積、機械適性の両立が求められる用途で、科学的根拠に基づいた実用性が期待できます^[4]。

Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread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。

Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread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. Chowdhury, M. A. H., Sarkar, F., Reem, C. S. A., Rahman, S. M., Mahamud, A. U., Rahman, M., & Ashrafudoulla, M. (2024). Enzyme applications in baking: From dough development to shelf-life extension. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137020 .
2. Bueno, M. M., Thys, R., & Rodrigues, R. (2016). Microbial Enzymes as Substitutes of Chemical Additives in Baking Wheat Flour—Part I: Individual Effects of Nine Enzymes on Flour Dough Rheology. *Food and Bioprocess Technology*, 9, 2012-2023.
3. 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.
4. Sheikholeslami, Z., Mahfouzi, M., Karimi, M., & Ghiafehdavoodi, M. (2021). Modification of dough characteristics and baking quality based on whole wheat flour by enzymes and emulsifiers supplementation. *Lwt - Food Science and Technology*, 139, 110794.
5. Waters, D., Ryan, L., Murray, P., Arendt, E., & Tuohy, M. (2011). Characterisation of a Talaromyces emersonii thermostable enzyme cocktail with applications in wheat dough rheology. *Enzyme and Microbial Technology*, 49 2, 229-36 .

6. Tozatti, P., Hopkins, E. J., Briggs, C., Hucl, P., & Nickerson, M. (2019). Effect of chemical oxidizers and enzymatic treatments on the rheology of dough prepared from five different wheat cultivars. *Journal of Cereal Science*.
7. Tóth, M., Kaszab, T., & Meretei, A. (2022). Texture profile analysis and sensory evaluation of commercially available gluten-free bread samples. *European Food Research and Technology*, 248, 1447 - 1455.
8. Lewko, P., Wójtowicz, A., & Kamiński, D. M. (2024). The Influence of Processing Using Conventional and Hybrid Methods on the Composition, Polysaccharide Profiles and Selected Properties of Wheat Flour Enriched with Baking Enzymes. *Foods*, 13.
9. Ahmed, J., Thomas, L., & Al-Hazza, A. (2020). Effects of frozen storage on texture, microstructure, water mobility and baking quality of brown wheat flour/ β -glucan concentrate Arabic bread dough. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 15, 1258 - 1269.
10. Bae, W., Lee, S. ..., Yoo, S., & Lee, S. (2014). Utilization of a maltotetraose-producing amylase as a whole wheat bread improver: dough rheology and baking performance.. *Journal of Food Science*, 79 8, E1535-40 .
11. Bueno, M. M., Thys, R., & Rodrigues, R. (2016). Microbial Enzymes as Substitutes of Chemical Additives in Baking Wheat Flour—Part II: Combined Effects of Nine Enzymes on Dough Rheology. *Food and Bioprocess Technology*, 9, 1598-1611.
12. Terrazas-Avila, P., Palma - Rodríguez, H., Navarro-Cortez, R., Hernández - Uribe, J. P., Piloni-Martini, J., & Vargas - Torres, A. (2024). The effects of fermentation time on sourdough bread: An analysis of texture profile, starch digestion rate, and protein hydrolysis rate.. *Journal of texture studies*, 55 2, e12831 .
13. Yahia, D. F., Bourekoua, H., Fetouhi, A., Wójcik, M., Wójtowicz, A., Mitrus, M., Siar, E. H., ... et al. (2025). Impact of Sourdoughs, Enzymes, and Their Combinations on Gluten-Based Bread Quality. *Processes*.
14. Tian, X., Fang, Q., Zhang, X., Yu, S., Dai, C., & Huang, X. (2024). Visualization of Moisture Content, Reducing Sugars, and Chewiness in Bread During Oral Processing Based on Hyperspectral Imaging Technology. *Foods*, 13.


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。