

Alpha-Amylase (α-アミラーゼ) — でんぷん液化・製パン・発酵・飼料加工に使われる産業用酵素

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

Alpha-Amylase (α-アミラーゼ) は、でんぷん中のα-1,4グリコシド結合を内部から切断し、長いでんぷん鎖をデキストリンやマルトオリゴ糖へ変える酵素です。主な用途は、でんぷんスラリーの粘度低下、製パンでの発酵性糖供給、醸造・発酵原料の糖化補助、飼料中でんぷんの利用性改善、でんぷん系汚れや糊料の分解です。Enzymes.bioはAlpha-Amylaseを1kg単位でオンライン販売する供給業者であり、注文時にCoAおよびSDSが提供されます。

Alpha-Amylaseの基本機能：でんぷんを「流れやすく、反応しやすい」糖鎖へ変える

Alpha-Amylaseは、アミロースおよびアミロペクチンの内部α-1,4結合を加水分解するエンド型アミラーゼです。アミロースは主に直鎖状、アミロペクチンは分岐構造を持つため、酵素反応後の生成物は単一の糖ではなく、分子量の異なるデキストリン、マルトース、マルトトリオースなどの混合物になります。微生物アミラーゼの産業応用を整理したレビューでは、アミラーゼ類が食品、でんぷん加工、発酵、繊維、紙・パルプなど幅広い工程で利用される酵素群として扱われています[1]。

この酵素反応の実務上の価値は、でんぷんの「総量」を消すことではなく、でんぷん鎖の長さを短くして物性を変える点にあります。糊化したでんぷんは水を抱え込み、急激に粘度を上げますが、Alpha-Amylaseが鎖を切ると分子間の絡み合いが減り、スラリー、生地、糊料、発酵原料が扱いやすくなります。Cissus populnea gumに対するα-アミラーゼ加水分解の研究でも、酵素処理が多糖系素材の物理化学的性質を変える手段として検討されています[2]。

作用機序：α-1,4結合の切断が粘度・糖供給・焼成品質を同時に動かす

Alpha-Amylaseの反応は、基質であるでんぷんが水を含み、酵素が結合へ接近できる状態で進みます。未糊化のでんぷん粒は結晶性領域を持つため酵素が入り込みにくい一方、加熱や水和で粒が膨潤すると、酵素がアミロースやアミロペクチン鎖に作用しやすくなります。米象由来α-アミラーゼ

を酵母宿主で発現した研究では、粒状でんぷんを消化できる α -アミラーゼが扱われており、でんぷん粒そのものへの作用性が酵素の由来や構造に依存することを示しています[3]。

製パンでは、この反応が複数の品質因子を同時に動かします。まず、小麦粉中のでんぷんの一部が短鎖化され、酵母が利用しやすい糖が増えるため、発酵による二酸化炭素発生を支えます。次に、焼成時に還元糖が褐変反応へ関与し、クラスト色や香ばしさに影響します。さらに、残存でんぷんの老化挙動が変わり、パンの硬化速度やクラムの口どけにも関わります。小麦粒では成熟後期 α -アミラーゼ、いわゆるLMAが品質評価上の問題として研究されており、 α -アミラーゼ活性が小麦でんぷん品質に大きく関係することが示されています[4]。

ただし、酵素作用が強すぎると、望ましい加工性を超えて粘度が落ちたり、生地がべたついたり、焼成品の内部が過度に湿った食感になる可能性があります。Alpha-Amylaseは「多く入れれば品質が上がる」原料ではなく、でんぷん量、水分、加熱履歴、発酵時間、他酵素との組み合わせにより効果が変わる機能性酵素です。産業用途では、定常状態だけでなく反応初期やゼロ次領域の速度論的理解も工程設計に関係することが論じられています[5]。

用途別に見るAlpha-Amylaseの価値

用途領域	主な基質・工程	Alpha-Amylaseが起す変化	実務上の利点	注意点
でんぷん加工	コーン、タピオカ、小麦、米などのでんぷんスラリー	長鎖でんぷんをデキストリン化	粘度低下、移送・攪拌・濾過の改善、後段糖化の準備	加熱条件と水分状態で反応性が変わる
製パン・ベーカリー	小麦粉中のでんぷん、損傷でんぷん	発酵性糖と短鎖デキストリンを生成	発酵補助、焼き色、クラム改善、硬化抑制	過剰作用でべたつきや過軟化が起こり得る
醸造・発酵	穀物・でんぷん質原料	酵母や微生物が利用しやすい糖へ近づける	発酵基質の供給、歩留まり安定化	麦芽酵素や他の糖化酵素との関係を考える必要がある
飼料	穀物飼料中のでんぷん	消化管内または加工中のでんぷん分解を補助	エネルギー利用性、腸内環境、飼料効率の改善が期待される	動物種・飼料設計により結果が異なる
洗剤・繊維・紙	でんぷん系汚れ、糊料、サイズ剤	でんぷん系ポリマーを短鎖化	汚れ除去、糊抜き、粘度調整	温度、pH、界面活性剤との相性が重要

でんぷん液化と糖化前処理

でんぷん加工でAlpha-Amylaseが重視される理由は、粘度制御です。高濃度のでんぷんスラリーは加熱糊化で急激に粘り、熱交換、攪拌、ポンプ移送、均一混合を妨げます。Alpha-Amylaseにより分子鎖が短くなると、同じ固形分でも流動性が上がり、後段で糖化酵素を使う場合の反応面積や処理性が改善します。Bacillus pacificus由来 α -アミラーゼの研究では、褐藻に関連する菌株からの酵素について培養条件、精製、生化学的性質が検討されており、微生物由来 α -アミラーゼの多様な性質が産業利用の基盤になることを示しています^[6]。

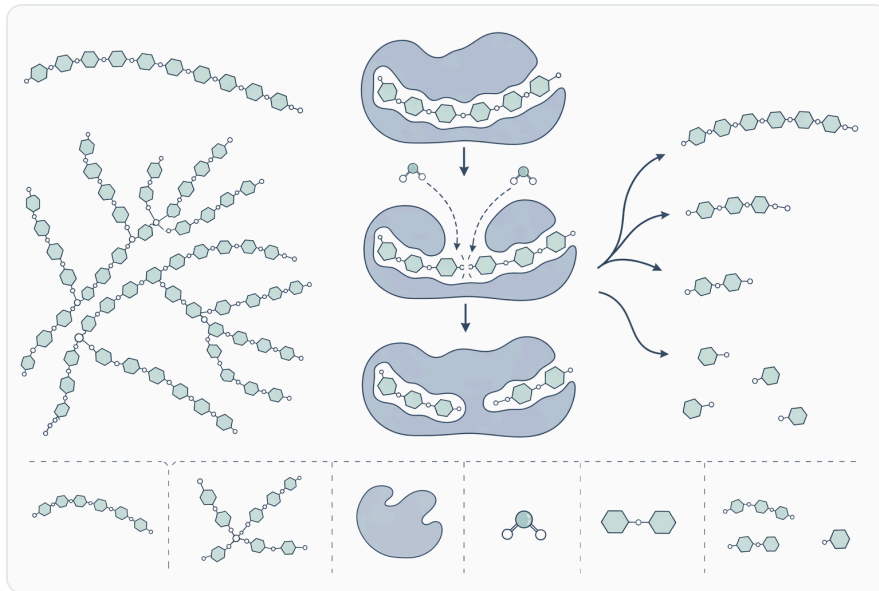


Figure 1. 알파-아밀레이스는 전분 사슬 내부의 알파-1,4 결합을 절단하여 더 짧은 덱스트린을 생성하고 점도를 낮춥니다.

でんぷん液化用途では、Alpha-Amylase単独で最終糖組成を完全に決めるわけではありません。 α -アミラーゼは内部結合をランダムに切るため、短鎖デキストリンを多く作る一方、グルコースを主生成物にするには別の糖化酵素が関与することがあります。したがって、Alpha-Amylase formulationを考える際は、目的が「粘度を落とすこと」なのか、「発酵可能糖を増やすこと」なのか、「食感を変えること」なのかを切り分ける必要があります。廃水由来微生物から α -アミラーゼを得て最適化・特性評価した研究もあり、産業利用を念頭に置いた生産源探索が継続していることが分かります^[7]。

製パン・ベーカリー：発酵性糖、焼き色、老化抑制

ベーカリー用途のalpha amylaseは、小麦粉中の損傷でんぷんや糊化初期のでんぷんに作用し、酵母が利用できる糖を増やします。酵母はでんぷんを直接大量に利用できないため、発酵性糖の供給が不足すると膨らみや焼成色が不安定になります。Alpha-Amylaseが適度に働くと、発酵中のガス

発生、焼成時の褐変、クラムのしっとり感が連動して改善することがあります。小麦のLMA研究では、成熟期や環境条件によって α -アミラーゼが誘導される現象が調べられており、穀物品質と α -アミラーゼの関係が製パン性にとって重要であることを裏付けています^[8]。

一方、製パンでのAlpha-Amylaseは品質改善だけでなく品質リスクにもなります。小麦粒で過度の α -アミラーゼ活性があると、でんぷん分解が進みすぎ、粉の評価や焼成適性に悪影響を与えることがあります。LMAか穂発芽かを区別する研究では、冷涼条件下で小麦粒が成熟中に早期発芽様の挙動を示し得ることが扱われており、穀物中の α -アミラーゼ発現が単純な「良い・悪い」ではなく、工程と目的に依存することを示しています^[4]。

醸造・発酵：でんぷん質原料を微生物が使いやすい形へ

醸造や発酵では、米、麦、トウモロコシ、雑穀などのでんぷん質原料を、酵母や他の発酵微生物が利用しやすい糖へ近づけることが重要です。Alpha-Amylaseは長鎖でんぷんを短鎖化し、粘度を下げると同時に、後段の糖化反応や微生物代謝へ入りやすい基質を作ります。Mao wineの発酵動態と α -アミラーゼ阻害を扱った研究では、酵母種の違いと発酵過程の関係が検討されており、発酵食品における糖質分解系の制御が製品特性に関わることを示唆されます^[9]。

発酵工程で重要なのは、Alpha-Amylaseが作る糖の種類と速度が、微生物の糖消費速度と一致するかどうかです。糖が不足すれば発酵が伸び、過剰な低分子糖が急に増えれば浸透圧や副生成物に影響することがあります。 α -アミラーゼは糖化工程の一部を担う酵素であり、グルコアミラーゼ、プルラーナーゼ、プロテアーゼなど他酵素や麴・麦芽由来酵素との組み合わせで最終プロファイルが決まります。

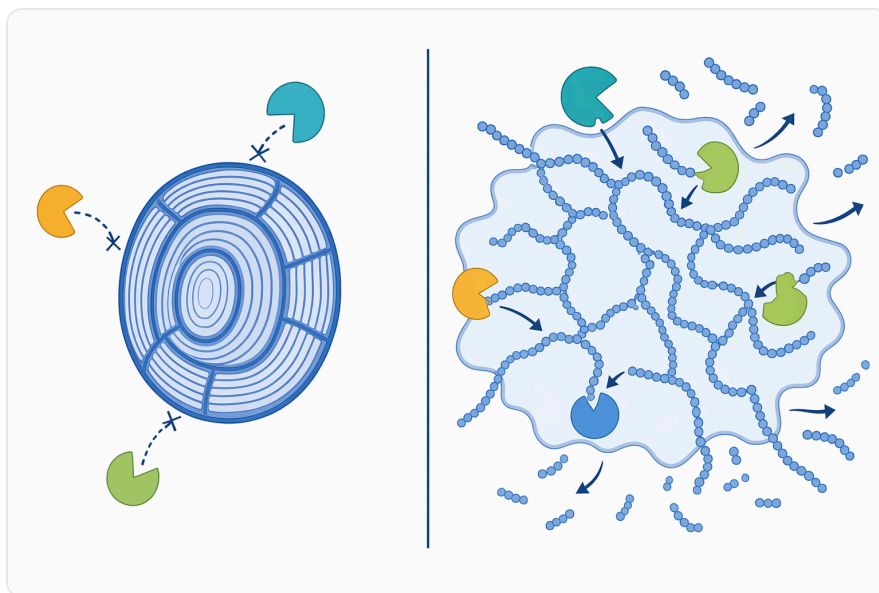


Figure 2. 호화된 전분은 온전한 생전분 과립보다 더 많은 알파-글루칸 사슬을 알파-아밀레이스에 노출시킵니다.

飼料加工：でんぷん利用性と腸内環境への寄与

家禽や家畜飼料では、穀物中のでんぷんをどれだけ効率よく利用できるかが、エネルギー利用、成長、飼料効率に関係します。2024年のブロイラー研究では、代謝エネルギーを下げた条件で α -アミラーゼを補給した場合の成績と腸内健康への影響が報告されており、飼料中でんぷんの酵素的利用補助が動物栄養分野で検討されていることを示しています^[10]。

飼料用途のAlpha-Amylaseは、単に「消化を助ける」だけでは説明が不十分です。穀物でんぷんの粒径、加工処理、糊化度、非でんぷん性多糖、タンパク質マトリックスが、酵素の基質接近性を左右します。さらに、胃腸管内のpH変化、滞留時間、内因性消化酵素との関係も結果に影響します。そのため、飼料向けでは配合設計全体の中で、エネルギー設計と腸内環境指標を見ながらAlpha-Amylaseの役割を考える必要があります。

洗剤・繊維・紙パルプ：でんぷん系ポリマーを分解する加工助剤

洗剤分野では、でんぷんを含む食品汚れを短鎖化し、水や界面活性剤で落ちやすくするために α -アミラーゼが利用されます。繊維では、織布工程で用いられるでんぷん糊を除去する糊抜きに関係し、紙・パルプではでんぷん系サイズ剤や粘度調整に使われます。微生物アミラーゼのレビューでは、食品以外にも繊維、紙、洗剤、バイオ燃料などでの応用が整理されています^[1]。

これらの非食品用途では、食品用途とは異なる条件耐性が重視されます。たとえば洗剤では界面活性剤やビルダーとの共存、繊維では処理温度と繊維損傷のバランス、紙工程では粘度低下の速度と最終物性が問題になります。Alpha-Amylaseはでんぷん選択的に働く酵素ですが、工程中には塩、界面活性剤、金属イオン、酸化剤などが存在し得るため、反応環境が酵素性能を大きく左右します。

由来と酵素特性：微生物由来Alpha-Amylaseが産業で重視される理由

Alpha-Amylaseは植物、動物、微生物に広く存在しますが、産業用では微生物由来が特に重要です。微生物は培養による供給設計がしやすく、Bacillus属やAspergillus属を含む多様な微生物から、温度安定性、pH適応性、基質特異性の異なる酵素が見いだされています。微生物アミラーゼの産業応用レビューでは、微生物由来酵素が生産性と用途適応性の点で中心的な位置を占めることが整理されています^[1]。

Bacillus系 α -アミラーゼは、でんぷん液化や高温工程との相性が検討されることが多く、Aspergillus系 α -アミラーゼは食品発酵や穀物加工との関係で扱われることがあります。ただし、由来名だけで性能は決まりません。同じ属でも酵素配列、カルシウム結合性、熱安定性、pH安定性、

でんぷん粒への吸着性が異なります。Bacillus pacificus関連酵素の研究のように、個別酵素の培養条件と生化学的性質を評価する研究が続いているのは、この多様性が実用途に直結するためです [6]。

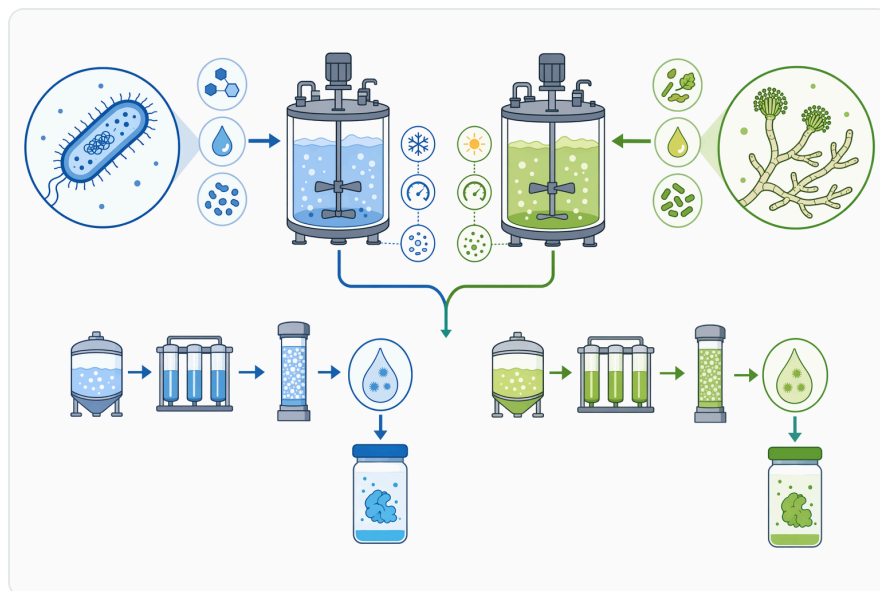


Figure 3. 산업용 알파-아밀레이스는 일반적으로 Bacillus와 Aspergillus 같은 미생물에서 생산됩니다.

植物・食品研究に見るAlpha-Amylaseの別の側面

Alpha-Amylaseは産業用酵素であると同時に、植物の発芽や種子活力にも関与します。種子は発芽時に貯蔵でんぷんを分解し、成長に必要な糖を供給します。インゲン種子の塩ストレス条件下における活力と α -アミラーゼ活性を扱った研究では、環境ストレスと種子代謝の関係が検討されており、 α -アミラーゼが植物生理の文脈でも重要であることが分かります[11]。

食品機能研究では、Alpha-Amylaseはしばしば「阻害される対象」として登場します。糖質の消化を遅らせる目的で、 α -アミラーゼや α -グルコシダーゼを阻害する化合物が研究されており、チアゾリジンジオン誘導体を用いた二重阻害剤の設計・評価も報告されています[12]。これは産業用Alpha-Amylaseを摂取して健康効果を得るという話ではなく、消化酵素を抑える研究です。したがって、alpha galactosidase lipase alpha amylase protease and lactase capsules usesのような検索語で見られる消化サプリメント用途と、Enzymes.bioが扱う産業用酵素原料の用途は明確に区別する必要があります。

植物抽出物や食品素材による α -アミラーゼ阻害も研究されています。たとえばCarpobrotus edulisの低温・高温条件下での α -アミラーゼ阻害、蜂蜜粉末を置換したダークチョコレートの抗酸化能・ α -アミラーゼ阻害・カロリー値などが報告されています[13][14]。これらは「 α -アミラーゼを活用し

て加工する」文脈ではなく、「 α -アミラーゼ活性を抑える成分を評価する」文脈であり、食品加工用Alpha-Amylaseの機能説明に混同して使うべきではありません。

唾液Alpha-Amylaseと産業用Alpha-Amylaseは目的が異なる

Alpha-Amylaseという語は、唾液中のストレス関連バイオマーカーとしても使われます。スポーツ競技後の心理生理的ストレスと唾液コルチゾール・ α -アミラーゼ覚醒反応を扱った研究では、唾液 α -アミラーゼが生体反応の指標として測定されています^[15]。また、唾液 α -アミラーゼ活性の測定方法や保存条件の安定性を扱った研究もあります^{[16][17]}。

しかし、唾液Alpha-Amylaseは診断・生理指標の文脈であり、産業用alpha-amylase formulationとは目的も評価軸も異なります。産業用では、でんぷん基質に対する加工効果、工程中の安定性、処方中での扱いやすさ、最終製品の物性が中心になります。検索上は同じ「alpha amylase」でも、医療・生理測定、消化サプリメント、食品加工、でんぷん液化、飼料、洗剤では意味が大きく変わります。

Alpha-Amylaseを他酵素と組み合わせる考え方

Alpha-Amylaseは単独でもでんぷん鎖を短くできますが、実際の処方では他の酵素と役割分担することがあります。たとえば、グルコアミラーゼは非還元末端からグルコースを生成し、プルラナーゼはアミロペクチンの分岐に関係する α -1,6結合へ作用します。プロテアーゼはタンパク質マトリックスを変え、キシラナーゼは小麦粉中のアラビノキシランに作用し、生地的水分分布に影響します。こうした組み合わせの中でAlpha-Amylaseは、でんぷんの内部鎖を切って粘度と糖供給の初期条件を整える位置づけになります。

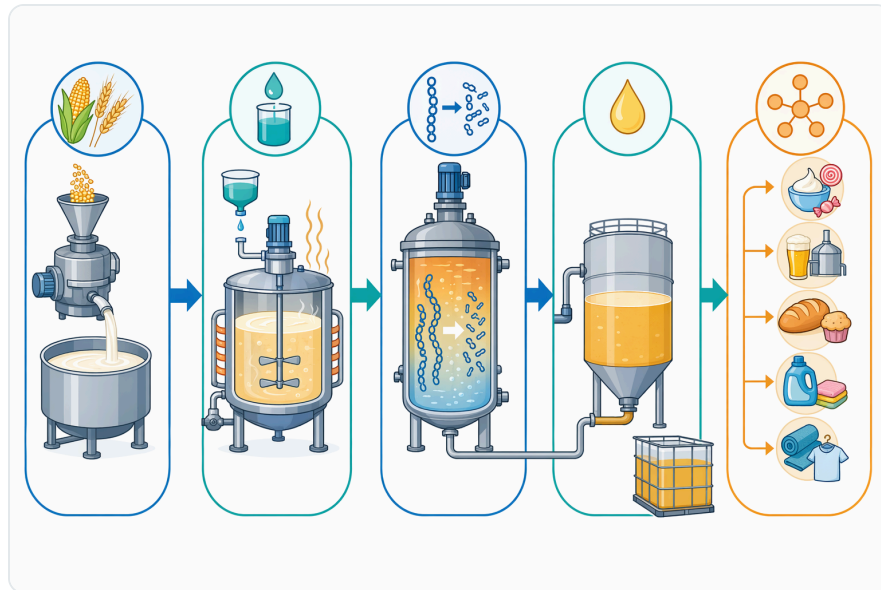


Figure 4. 액화 과정에서 가열된 전분은 점성이 높아지고, 알파-아밀레이스가 내부 사슬을 절단하며, 그 결과 생성된 덱스트린이 풍부한 흐름은 펌핑과 가공이 더 쉬워집니다.

検索語として見られる「alpha galactosidase lipase alpha amylase protease and lactase capsules uses」は、複数の消化酵素を含むカプセル製品の用途を探る文脈です。Alpha-galactosidaseは豆類などのオリゴ糖、lipaseは脂質、proteaseはタンパク質、lactaseは乳糖、alpha amylaseはでんぷんに関係します。これに対し、産業用途では「人が飲むための消化補助」ではなく、食品・飼料・発酵・洗浄などの工程内で基質を変える加工助剤として設計されます。

工程条件で変わる効果：温度、水分、pH、基質状態

Alpha-Amylaseの効果は、酵素そのものだけでなく、でんぷんの状態に強く依存します。乾いた粉体中では酵素と基質が十分に接触しにくく、水分が入り、でんぷん粒が膨潤し、アミロースが溶出するにつれて反応は進みやすくなります。製パンではミキシングから発酵、焼成初期にかけて水分と温度が変化し、でんぷんの利用可能性も変化します。小麦LMA研究が示すように、温度条件は穀物中の α -アミラーゼ発現や活性の問題にも関係します^[8]。

pHも重要です。酵素タンパク質の活性部位では、酸塩基触媒に関与するアミノ酸残基の電荷状態が反応速度を左右します。pHが適合範囲から外れると、基質結合、触媒反応、立体構造安定性が低下し、期待した粘度低下や糖生成が得られにくくなります。微生物由来 α -アミラーゼ研究では、生産条件や生化学的特性の把握が重視されており、酵素の性質と工程条件の一致が重要であることが分かります^[6]。

温度については、反応速度を上げる方向と酵素を失活させる方向が同時に働きます。温度が上がると基質分子の運動と反応速度は高まりやすくなりますが、酵素タンパク質の立体構造が不安定になれば活性は失われます。そのため、高温でんぷん液化、低温発酵、焼成初期の短時間作用など、用途ごとに必要な温度挙動は異なります。産業用途の速度論では、反応初期、定常状態、基質過剰条件の違いを理解することが、工程上の再現性に関係します^[5]。

クリーンラベルと加工助剤としての位置づけ

食品分野でAlpha-Amylaseが注目される背景には、化学的改良剤を減らしながら加工性や品質を保ちたいという需要があります。酵素は反応を触媒するタンパク質であり、目的とする加工効果を少量で発揮できる場合があります。製パンでは、でんぷん由来糖を生地内で生成することで、外部から糖や改良剤を増やさずに発酵や焼き色を支える設計が可能になる場合があります。

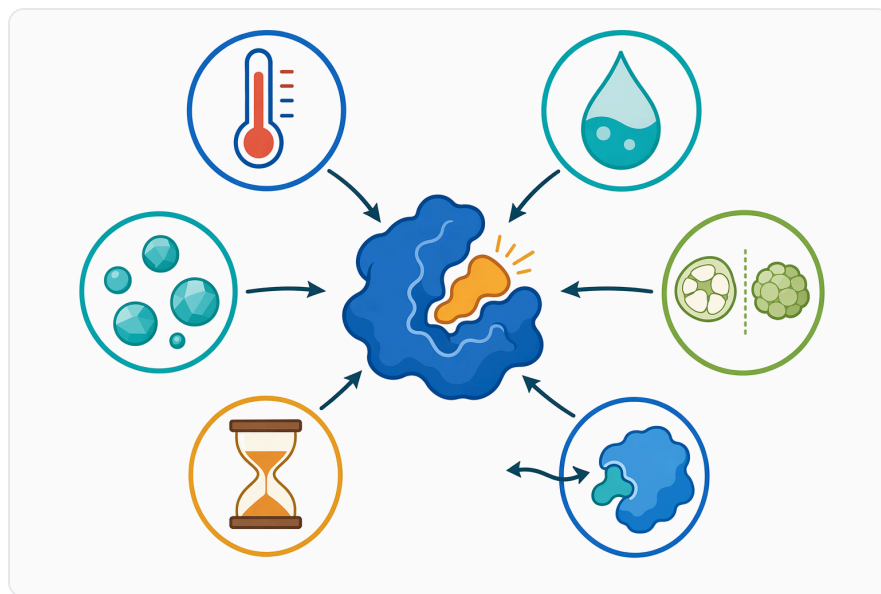


Figure 5. 알파-아밀레이스의 성능은 효소 안정성, pH와 온도 조건, 미네랄의 영향, 기질 접근성, 반응 시간 및 효소 조합에 따라 달라집니다.

ただし、「クリーンラベル」は法的定義が国や地域で一律ではなく、酵素の表示上の扱いも用途、残存性、最終製品中での機能、地域規制によって変わります。したがって、Alpha-Amylaseを使えば必ず表示が簡素化される、あるいは必ず特定の表示区分になるとは言えません。ここで重要なのは、Alpha-Amylaseがでんぷんを工程内で変換し、物性・発酵・焼成品質を調整する技術手段であるという点です。

Enzymes.bioでの提供形態

Enzymes.bioは、Alpha-Amylaseを産業用途向けの酵素原料として1kg単位でオンライン販売します。製品はオンラインで直接注文でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

Enzymes.bioは製造業者または研究機関ではなく、B2B向け酵素原料の供給業者として、食品加工、発酵、でんぷん処理、飼料、洗浄関連などの用途検討に使いやすい形で製品情報を整理しています。

本ページは、Alpha-Amylaseの作用機序、用途、関連研究の読み分けを説明する技術文書です。具体的な活性単位、分析法、単位定義、グレード比較ではなく、でんぷんを含む工程でAlpha-Amylaseがどのように機能し、どの用途でどのような価値を持つかに焦点を当てています。

まとめ：Alpha-Amylaseはでんぷん工程の粘度・糖供給・品質安定化を結ぶ酵素

Alpha-Amylaseは、でんぷんの内部 α -1,4結合を切断し、長鎖多糖を短鎖デキストリンや発酵に使いやすい糖鎖へ変える酵素です。その結果、でんぷんスラリーの粘度低下、製パンでの発酵性糖供給、焼き色とクラム品質の調整、発酵原料の前処理、飼料中でんぷんの利用性改善、でんぷん系汚れや糊料の分解といった実務的効果が得られます。微生物アミラーゼのレビューでも、 α -アミラーゼは食品、でんぷん加工、繊維、紙、発酵など複数産業を横断する重要な酵素群として整理されています^[1]。

一方で、Alpha-Amylaseという語は、糖尿病関連の阻害剤研究、植物種子の発芽生理、唾液ストレスマーカー、消化酵素カプセルなど、異なる文脈にも使われます。産業用Alpha-Amylaseを理解する際は、これらを混同せず、でんぷん基質、工程条件、目的物性、他酵素との役割分担に基づいて考えることが重要です。Enzymes.bioのAlpha-Amylaseは1kg単位でオンライン購入でき、注文時にCoAおよびSDSが提供される酵素原料です。

Alpha-Amylase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。

[Alpha-Amylase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. Oyenado, O., & Omoruyi, I. (2024). Review of amylase production by microorganisms and their industrial application. *Ife Journal of Science*.
2. Iji, E., Kadiri, J., & Nep, E. (2025). Effect of alpha-amylase hydrolysis on the physicochemical properties of Cissus populnea gum. *Nigerian Journal of Pharmaceutical Research*.
3. Celińska, E., Białas, W., Borkowska, M., & Grajek, W. (2014). Cloning, expression, and purification of insect (*Sitophilus oryzae*) alpha-amylase, able to digest granular starch, in *Yarrowia lipolytica* host. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99, 2727 - 2739.
4. Peery, S. R., Carle, S. W., Wysock, M., Pumphrey, M., & Steber, C. (2023). LMA or vivipary? Wheat grain can germinate precociously during grain maturation under the cool conditions used to induce late maturity alpha-amylase (LMA). *Frontiers in Plant Science*, 14.
5. Iloh, U. (2025). Linking the Pre-Steady-State, Steady-State, and Zero-Order Kinetic Parameters Together for Industrial Applications. *Asian Journal of Biochemistry Genetics and Molecular Biology*.
6. Alonazi, M. A., Karray, A., Badjah-Hadj-Ahmed, A., & Bacha, A. B. (2020). Alpha Amylase from *Bacillus pacificus* Associated with Brown Algae *Turbinaria ornata*: Cultural Conditions, Purification, and Biochemical Characterization. *Processes*.
7. Musbau, S. A., Omoniyi, F., A, A., A.L, H., & S.T, N. (2025). Production, Optimization and Characterization of Alpha Amylase Isolated from Wastewater. *International journal of research and scientific innovation*.
8. Liu, C., Tuttle, K. M., Campbell, K. A. G., Pumphrey, M., & Steber, C. (2021). Investigating conditions that induce late maturity alpha-amylase (LMA) using Northwestern US spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Seed Science Research*, 31, 169 - 177.
9. Sripakdee, T., Manochai, K., Singkhan, P., Jandaruang, J., Siriwong, K., & Poomsuk, N. (2024). Fermentation Kinetic and Alpha-Amylase Inhibition Studies of Mao Wine Fermented by Three Commercial *Saccharomyces cerevisiae* Yeasts. *TRENDS IN THE SCIENCES*.
10. Bruch, C. A., Andrade, T. S., Júnior, N. R., Ribeiro, T., Junior, J. V., & Nunes, R. V. (2024). Alpha-amylase supplementation improves broiler performance and intestinal health under reduced metabolizable energy conditions. *Ciência e Agrotecnologia*.
11. Padilha, M. S., Coelho, C., & Ehrhardt-Brocardo, N. (2021). Vigor and alpha-amylase activity in common bean seeds under salt stress conditions. *Semina: Ciências Agrárias*.
12. Singh, G., Singh, R., Monga, V., & Mehan, S. (2024). Thiazolidine-2,4-dione hybrids as dual alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitors: design, synthesis, in vitro and in vivo anti-diabetic evaluation. *RSC Medicinal Chemistry*, 15 8, 2826-2854 .
13. Mashigo, M., Ngwira, K., Choene, M., & Risenga, I. (2023). Alpha-amylase Inhibition of *Carpobrotus edulis* (L.) Bolus Exposed to Low and High-Temperature Conditions. *Biomedical & Pharmacology Journal*.

14. Rusli, A. A., Mohamad, N. J., Mahmood, A., & Ibrahim, N. H. (2023). Antioxidant Capacity, Alpha Amylase Inhibition, and Calorie Value of Dark Chocolate Substituted with Honey Powder. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*.
15. Aydemir, M., Makaracı, Y., Avci, B., Ürkmez, Y. C., & Cintineo, H. P. (2025). The Psychophysiological Stress and Salivary Cortisol and Alpha-Amylase Awakening Responses to Cross-Country Running Competitions in National-Level Female Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 39, e676 - e683.
16. Abdi, F., Gorgani-Firuzjaee, S., Behroozi, J., Vahidi, M., & Heidari, M. F. (2024). A New Strategy for Measuring Salivary Alpha - Amylase Activity Using Glucometer. *Starke (Weinheim)*.
17. Heyers, K., Pfeifer, L., Walusiacki, K., Reinke, P., Moser, D., Ocklenburg, S., & Wolf, O. T. (2023). Stability and durability of salivary alpha-amylase across different storage conditions.. *Psychoneuroendocrinology*, 161, 106929 .

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。