

ケーススタディ: ProteoAnalyzer System

ミオグロビンの新たな展開 - Paleo における酵母由来代替 タンパク質の生産

精密発酵による代替タンパク質生産の促進

植物由来の代替肉の人気が高まるにつれ、食品科学者は消費者のニーズに応えるために新しい革新的な技術を探求するようになりました。最近の研究では、精密発酵が有望な方法として注目されています。この技術では、安全な微生物の代謝経路を変更し、その後発酵と加工のステップをスケールアップすることで、豊富で費用対効果の高い資源を使って食品素材を生産します¹。Paleo は拡大する需要に応えることを目的として、このアプローチを採用しています。

ベルギーを拠点とする Paleo は、精密発酵の際にピキア酵母 (*Pichia pastoris*) という特定の酵母を生産宿主として用い、さまざまなヘムタンパク質 (ミオグロビン) を生産しています。Paleo の食品科学者は、牛、鶏、魚の DNA 配列を融合し、肉のさまざまな風味を作り出します。この製造過程において、ミオグロビンは酵母細胞から外部に分泌されます。分泌された細胞外ミオグロビンタンパク質は精製され、さまざまな代替肉や魚製品に使用するための試験が実施されます。味、食感、香り、栄養など、植物由来食品に共通する課題に基づいた厳格な効能試験により、Paleo の製品が最適な品質であることが保証されます。

「世界で最も持続可能な企業 2024」では、最終選考に残った Paleo の代替肉生産における環境に配慮したソリューションが注目を集めました。このような成功を収め、Paleo の研究チームが革新的な製品の開発をさらに進めるためには、効率的でハイスループットのタンパク質分析ワークフローを導入することが不可欠となりました。



Paleo のラボ技術者 Tatjana Cools 氏と
Agilent ProteoAnalyzer system

作業量の増加に伴い必要になった、 タンパク質をより迅速に評価する方法

特定の代替タンパク質を産生する酵母を開発するには、生産性の高い菌株を選び出す継続的な実験が必要です。Paleo の最高科学責任者である Elsa Lauwers 博士は、非常に多くの菌株を試験することは難しいことだと述べています。「非常に低コストで大量のミオグロビンを生産することができる最適な菌株を探すには、毎週数十もの菌株を作製して試験する必要があります。」

多くの異なる酵母株があれば、評価すべきミオグロビンの量も多くなり、SDS-PAGE のような従来のタンパク質分析法では、速いペースの研究を実現できません。ゲルでの泳動では、一晩かけて染色、脱色してから、ゲルイメージングする必要があり何時間もかかります。この方法が実際にどれほど多くの時間と労力を要するかを経験のある研究者は理解しています。結果が得られるまでの時間を短縮するために、この工程を効率化する必要性を認識した Paleo は、ハイスループットのワークフローを構築するための重要な構成要素として、Agilent ProteoAnalyzer system を導入しました。このシステムはキャピラリー電気泳動装置であり、わずか 30 分で 12 種類のタンパク質サンプルを同時に自動分析します。

分析の自動化による信頼性と解析時間の改善

Paleo の分子生物学科学者兼、生物情報学者である Victor De Pillecyn 理学修士は、同僚のラボ技術者である Tatiana Cools 理学士とともに、ProteoAnalyzer system をスムーズにラボに統合しました。Victor 氏は、機器の操作がいかに簡単であるか言及しました。「ProteoAnalyzer の利点の 1 つは、使用し始めて結果を出すのに、電気泳動に関する多くの予備知識を必要としないことです。」

このシステムでは、候補となる新しい酵母株を導入から、そのタンパク質の生産効率を試験するまでの時間を短縮することに加え、時間がかかりエラーの発生しやすい染色工程も必要ありません。「信頼性を向上させることは重要でした。当初はすべての菌株を手作業で試験しており、手作業が多いために菌株の決定に使用するデータに必ずしも自信が持てませんでした。」

以前は、新しい菌株を作製する研究者が、SDS-PAGE とデータ解析を個別に実施する必要がありました。現在では、ProteoAnalyzer ですべてのサンプルを SDS-PAGE とデータ解析を同時に負担なく実施できます。自動分析を採用してから、チームは 45 分でバッチ全体を分析してデータを解析できるようになり、研究者の時間と労力が削減されました。「一度に多数のサンプルを準備し、そのサンプルを装置にセットして分析を開始すれば、装置から離れることができます。そして、しばらくしてから戻ってきて、データを確認することができます。」

ハイスループットのタンパク質分析ワークフローの開発

より多くの新しいピキア酵母株を試験できるまでにラボの能力が向上した重要な要因は、効率化されたワークフローを開発したことでした。Paleo のチームは、精密発酵工程全体、開始から終了まで、そしてその間のすべての段階において、タンパク質分析に ProteoAnalyzer を使用しています。

ワークフロー用の独自の社内標準プロトコルを開発し、トレーニング資料を作成することにより、研究開発科学者は同じ方法で作業を完了でき、自動化システムは人為的ミスの可能性を最小限に抑えます。Tatiana 氏は次のように述べています。「1 つの大きな利点は、ProteoAnalyzer ではピークを正確に積分し、それに基づいてタンパク質の純度を決定することが可能で、主観を排除できることです。つまり、別の研究者が分析したサンプルでも、同じ結果が得られるということです。他の方法では、これを達成するのは容易ではありません。」

さらに、このシステムのデジタルデータ解析では、迅速で正確なタンパク質の評価が可能になります。結果が得られるまでの時間が短縮されたことにより、Paleo の食品科学者が利用できる植物由来の食肉製品の効能試験のデータ量が増加しています。Victor 氏は、Agilent ProSize Data Analysis Software の直感的な操作性を強調しており、ピークとベースラインの設定を自動化する方法がユーザーが選択することができ、出力するデータを簡単に確認できると述べました。「このソフトウェアを使用してスミア分析を実施すれば、常にピークを手動で選択する必要はありません。分析は厳格な方法で実施され、可能な限り自動化することができます」。これによりチームは、高いデータ精度を維持しながら菌株を迅速に分析し、ミオグロビンが最適な品質であることを保証することができます。

ラボ内外において環境への影響を軽減

持続可能な精密発酵とコスト効率に優れたミオグロビン生産における Paleo の功績により、商業食肉産業が環境に与える影響を軽減するという点において、飛躍的な進歩を遂げました。単一のハイスループット自動タンパク質分析ワークフローが、チームの拡大する成功を支えています。

Paleo は、環境に配慮した製品だけではなく、標準的なラボ作業中に発生する廃棄物にも配慮することにより、地球の生物多様性の保全に尽力しています。このような取り組みは、ラボの内外において良い影響をもたらしています²。

今後の展望

今後、Lauwers 博士はミオグロビンタンパク質の他のバリエーションや、他の種類のタンパク質にまで研究を拡大できる可能性に期待しています。Agilent ProteoAnalyzer system に備えられている、多種多様なタンパク質を評価する能力は、Paleo にとって強力なツールになると考えられます。

Paleo の詳細はこちら：[Paleo | Same Taste.Different Story.Different Story](#)

Agilent ProteoAnalyzer system の詳細はこちら：[自動タンパク質分析、ProteoAnalyzer | アジレント](#)

参考文献

1. Hilgendorf, K.; Wang, Y.; Miller, M. J.; Jin, Y.-S. Precision Fermentation for Improving the Quality, Flavor, Safety, and Sustainability of Foods. *Current Opinion in Biotechnology* **2024**, *86*, 103084–103084. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2024.103084>
2. *Paleo | Impact*. <https://paleo.bio/impact/> (accessed 2024-07-18).

www.agilent.com/genomics/proteoanalyzer-jp

[お問い合わせ窓口]

アジレント・テクノロジー株式会社

本社 / 〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

●カスタムコンタクトセンター ☎ 0120-477-111

mail : email_japan@agilent.com

※仕様は予告なく変更する場合があります。

※本資料掲載の製品はすべて試験研究用です。

診断目的にご利用いただくことはできません。

G240693

www.agilent.com/genomics/genomics-jp

© Agilent Technologies, Inc. 2024

本書の一部または全部を画面による事前の許可なしに複製、
改変、翻訳することは、著作権法で認められている場合を除き、
法律で禁止されています。

Printed in Japan, September 12, 2024

5994-7792JAJP

