

Agilent 4200 MP-AES と 窒素ジェネレータを使用した フルーツジュース中の主要元素の測定

アプリケーションノート

食品

著者

Phuong Truong, John Cauduro

Agilent Technologies, Australia



はじめに

カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、カリウムなどの主要元素は食品中の必須栄養素であり、フルーツジュースの品質管理では、これら元素の含有レベルが日常的に分析されています。フレイム原子吸光分光法 (フレイム AA) は、分析に必要な性能が適正なコストで提供されるため、このアプリケーションに最適です。ただし、Agilent マイクロ波プラズマ原子発光分光分析装置 (MP-AES) を使用すると、このアプリケーションにフレイム AA を用いた場合に生じる分析の課題を解決できるため、MP-AES は、よりパワフルで安全な技術への移行を検討しているラボに理想的な装置です。



Agilent Technologies

4200 MP-AES のプラズマガスである窒素は Agilent 4107 窒素ジェネレータから供給されます (空気はエアコンプレッサを利用)。この結果、ランニングコストが大幅に削減され、アセチレンガスや亜酸化窒素ガスなど、フレーム AA に必要な特殊ガスに伴う安全上の懸念が解消されます。窒素に基づく 4200 MP-AES のプラズマ温度はフレーム AA のフレーム温度よりも高い温度で動作するため、(特に Ca などの元素について) フレーム AA で生じる化学的干渉を回避することができます。この結果、時間のかかる前処理や、同じサンプルに含まれる Ca、Na、K、Mg をフレーム AA で分析する場合に必要なバーナーの交換が不要になります。MP-AES を使用したこのアプリケーションの分析では、高コストで時間のかかる試薬の添加剤やイオン化抑制剤の使用が不要になります。MP-AES のプラズマ温度により、フレーム AA に比べて検出下限や直線ダイナミックレンジなどの性能が向上します。これは、元素が存在する濃度範囲が広い場合の分析に非常に重要です。可燃性ガスが不要な場合は MP-AES を自動運転できるため、サンプルスループットが向上します。

このアプリケーションノートでは、Agilent 4107 窒素ジェネレータで動作させた Agilent 4200 MP-AES を用いたフルーツジュースサンプルの分析について紹介します。

実験

使用機器

すべての測定は、Agilent 4107 窒素ジェネレータから供給された窒素を使用した Agilent 4200 MP-AES で測定しました。サンプル導入システムは、ダブルパススプレーチャンバと OneNeb ネブライザで構成されています。

装置本体はパワフルで使いやすい MP Expert ソフトウェアで制御しました。MP-AES は連続した波長範囲をカバーし、また MP Expert は、分析に必要な濃度範囲に適した波長選択が可能な波長データベースを備えています。たとえば、このアプリケーションでは、感度の低い Mg 518.360 nm がより高感度の Mg 285.213 nm よりも適しています。

表 1. Agilent 4200 MP-AES 測定条件

パラメータ				
元素	Ca	Mg	Na	K
波長	422.673	518.360	589.592	769.897
ネブライザ	OneNeb			
ネブライザ流量	デフォルト (0.75 L/min)			
スプレーチャンバ	ダブルパスガラス製サイクロニック			
ポンプ速度	15 rpm			
サンプルポンプチューブ	オレンジ/緑			
廃液ポンプチューブ	青/青			
オートサンブラ	SPS 3			
読み取り時間	1 秒			
測定回数	3			
取り込み中の高速ポンプ	オン			
サンプル取り込み	30 秒			
洗浄時間	40 秒			
安定時間	20 秒			
バックグラウンド補正	自動			
ガス供給源	4107 窒素ジェネレータ			

標準溶液とサンプルの前処理

次の2種類の品質管理 (QC) テスト材料を分析し、メソッドのバリデーションを行いました。

- リンゴジュース T1650QC (FAPAS により認定*)
- グレープフルーツジュース T0842QC (FAPAS により認定*)

*FAPAS – The Food and Environmental Research Agency、英国から購入しました。

さらに、市販のリンゴジュースを長期安定性試験で分析しました。

すべてのフルーツジュースサンプルは 5 % HNO₃ (ACS グレード、Merck) で 20 倍に希釈しました。干渉抑制剤やイオン化抑制剤は不要でした。

標準溶液は 10,000 mg/L 多元素標準溶液 (Inorganic Ventures) から調製しました。すべてのキャリブレーションブランクと標準溶液は 5 % HNO₃ を使用して調製しました。

結果

動作範囲

標準溶液の濃度範囲を表 2 にまとめました。MP-AES の測定濃度範囲はフレーム AA の測定濃度範囲を大きく上回り (場合によっては最大で 20 倍)、サンプルを 1 回希釈するだけで元素を連続測定することができます。

表 2. 4200 MP-AES 標準溶液の測定濃度範囲

元素、波長	4200 MP-AES の濃度範囲 (mg/L)	相関係数
Ca 422.673	0~20	0.99990
Mg 518.360	0~100	0.99988
Na 589.592	0~20	0.99996
K 769.897	0~100	0.99968

回収率

表 3 に 2 種類のフルーツジュースに含まれる 4 元素の濃度と回収率の結果を示します。このメソッドを使用したフルーツジュース中の Ca、Mg、Na、K の回収率の結果は指定値の ± 10 % 以内でした。この実験で測定したすべての結果は、2 つの品質管理テスト材料の認定範囲でした。

表 3. 4200 MP-AES と窒素ジェネレータを使用したフルーツジュースに含まれる 4 元素の回収率の結果

リンゴジュース T0840QC	認定値 (mg/L)		測定値 (mg/L)	回収率 (%)
	指定値	範囲		
マグネシウム	49.0	40.3~57.8	49.9 ± 0.6	102
ナトリウム	21.2	16.9~25.4	22.2 ± 0.5	105
カリウム	1044	926~1161	1039 ± 29.7	100

グレープフルーツジュース T0842QC	認定値 (mg/L)		測定値 (mg/L)	回収率 (%)
	指定値	範囲		
カルシウム	145.6	123.6~167.6	158.3 ± 3.2	109
マグネシウム	92.5	77.5~107.4	91.1 ± 0.6	99
カリウム	1102	979~1225	1100 ± 14.7	100

長期的な安定性

市販のリンゴジュース溶液 (5 % HNO₃ で 20 倍希釈) を 6 時間にわたり繰り返し分析しました。結果の安定性プロットを図 1 に示します。すべての元素の RSD は 6 時間で 4 % 未満でした。OneNeb ネブライザとマスフローコントロール (ネブライザガス) を使用したところ、高マトリックスサンプルにおいて安定した結果が得られました。

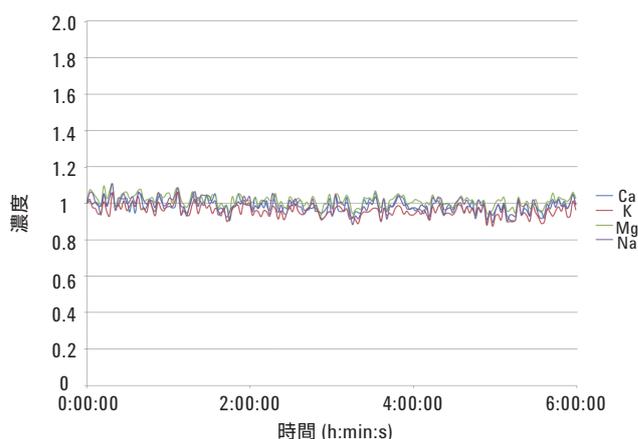
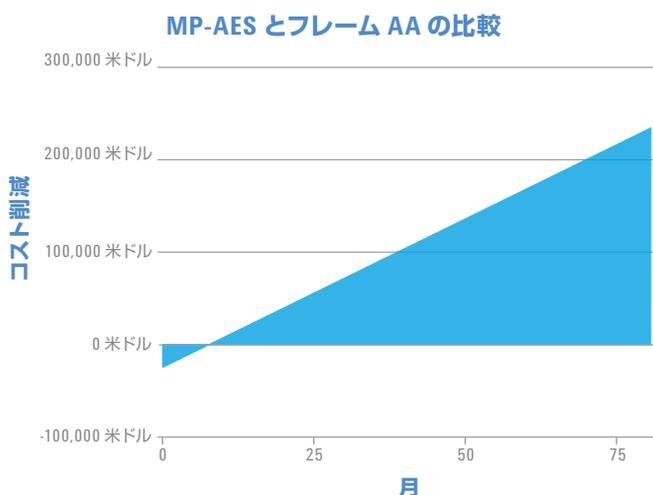


図 1. リンゴジュースサンプルに含まれる 4 元素の安定性 (6 時間)

4200 MP-AES によるコスト削減

このアプリケーションに 4200 MP-AES を使用することで実現する潜在的なコスト削減を、エアコンプレッサおよび 1 年分の消耗品とともに購入したフレーム AA と、エアコンプレッサ、窒素ジェネレータ、サンブラ SPS 3、および 1 年分の消耗品とともに購入した MP-AES を比較しました。分析条件は、1 週間あたり 500 サンプル、1 サンプルあたり 4 元素です。計算では、フレーム AA をオートサンブラなしで実行すること、また 3 つの元素を空気/アセチレンで、1 つの元素を亜酸化窒素/アセチレンで分析するものと仮定しました。この例の結果は、7 年間の評価期間で 220,000 米ドルを超えるコスト削減が推定されることを示しています¹。この計算ではガスの世界的な平均コストを使用しました。結果は国によって異なります。



¹この例は、MP-AES とフレーム AA の運用コストおよびコスト削減の比較を支援するために提供されています。適用した式とパラメータは知る限りにおいては適切なものですが、結果を保証することはできません。コスト削減は、各地域のガスおよび電気料金、オペレータのコスト、元素の数と種類などの要因によって異なることがあります。この計算では、オペレータのコストを 25 米ドル/時、電気料金を 0.18 米ドル/kW と設定しています。

結論

フルーツジュース中の Ca、Mg、Na、K を分析するために MP-AES を使用した簡単に迅速なメソッドを開発しました。2 種類の QC テスト材料の分析で得られた回収率は指定値の $\pm 10\%$ 以内で、認定濃度範囲内でした。4200 MP-AES に標準付属のサンプル導入システムを使用したところ、6 時間にわたり優れた長期安定性が得られました。

4200 MP-AES は、フレーム AA からの移行とラボの分析機能の拡張を検討しているお客様に理想的な装置です。運用コストの削減、多くの使いやすい機能と簡略化されたサンプル前処理による生産性の向上、安全性の向上、検出下限の向上や直線ダイナミックレンジの拡張を含む分析性能の向上などが、本測定においても実証されました。

www.agilent.com/chem/jp

アジレントは、本文書に誤りが発見された場合、また、本文書の使用により付随的または間接的に生じる損害について一切免責とさせていただきます。

本資料に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

アジレント・テクノロジー株式会社
© Agilent Technologies, Inc. 2014
Published January 7, 2014
Publication number:5991-3613JAJP