

修正版 QuEChERS 法による 動物由来食品中の 36 種類の動物用 医薬品の LC/MS/MS スクリーニング

アプリケーションノート

食品試験および農業

著者

Jin-Lan Sun, Chang Liu, Yue Song
Agilent Technologies Co., Ltd.,
Shanghai, 200131 China
Jian-Zhong Li
Agilent Technologies Co., Ltd.,
Beijing, 100102 China

概要

このアプリケーションノートでは、食品中の 4 種類の動物用医薬品 (スルファニルアミド、大環状ラクトン、キノロン、クロピドール) をスクリーニングする修正版 QuEChERS 法を紹介しします。修正版 QuEChERS 法は、抽出キット (4 g Na_2SO_4 + 1 g NaCl) と分散 SPE キット (50 mg PSA、150 mg、C18EC、900 mg Na_2SO_4) で構成されます。抽出溶媒は 1 % 酢酸を含むアセトニトリルです。4 種類すべての動物用医薬品について、このメソッドで満足 of いく回収率が得られました。これらの動物用医薬品を、ダイナミックマルチプルリアクションモニタリング (DMMR) を用いた LC/ESI/MS/MS で定量しました。得られた検出下限は、これら 4 種類の動物用医薬品について定められた各種の MRL に一致するものでした。平均回収率は 50 % を上回り、ルーチン分析の要件を満たしています。



Agilent Technologies

はじめに

QuEChERS 法は当初、果実や野菜から農薬を抽出する手法として導入されました [1]。QuEChERS 法は、抽出/分画と分散 SPE (d-SPE) という 2 つの手順に分けられます。第 1 の手順では、アセトニトリルを抽出溶媒として使用し、硫酸マグネシウムと塩により分画/抽出を促進させます。第 2 の手順にあたる d-SPE では、抽出物からマトリックス干渉を除去します。一般的な d-SPE 充填剤バルクとしては、1 級-2 級アミン (PSA)、エンドキャップした C18 (C18EC)、グラファイトカーボンブラック (GCB) があります。

その有効性が確認されて以来、QuEChERS 法はさまざまなサンプルマトリックスで広く用いられるようになってきました。果実や野菜と異なり、このアプリケーションノートで扱う動物由来食品サンプルでは、d-SPE で PSA と C18EC を用いて、こうした種類のサンプルで見られるタンパク質や脂質による余分な干渉を除去する必要があります。このアプリケーションノートで分析した動物用医薬品では、pH の影響を受けやすい農薬の抽出で用いられる緩衝用の塩を含む AOAC や EN バージョンを使用する必要はありませんでした。この選択性と感度の高いメソッドは、複雑な食品マトリックスに存在する微量ターゲット農薬の分析において、きわめて堅牢で高速な手法となることが実証されています。

固相抽出 (SPE) と比べて、QuEChERS は「必要最低限」のサンプル前処理テクニックであるため、マトリックス干渉が大きくなります。そのため、動物用医薬品を簡単かつ正確に分析するためには、DMRM を備えた LC/MS/MS などの選択性の高い機器が求められます。

このアプリケーションノートで説明する LC/MS/MS メソッドを使えば、動物由来食品中の 36 種類の動物用医薬品を 9 分未満で効率的に分離することができます。短時間で前処理できる QuEChERS 法と組み合わせれば、分析時間と分析者が費やす時間を大幅に短縮し、ルーチン作業のなかで動物用医薬品を確実にスクリーニングすることが可能です。

実験手法

試薬と標準

試薬と標準は、すべて HPLC または分析グレードのものを使用しました。メタノール (MeOH) とアセトニトリル (ACN) を Honeywell (マスキーゴン、ミシガン州、米国) から入手しました。ギ酸 (FA) と酢酸を Sigma-Aldrich (セントルイス、ミズーリ州、米国) から入手しました。

溶液と標準

毎日新しい ACN 100 mL に 1 % ギ酸溶液を作成し、よく混合しました。

濃度 10 µg/mL (スルファニルアミドと大環状ラクトン)、5 µg/mL (クロピドール)、1 µg/mL (キノロン) で標準溶液を作成しました。

機器と材料

ダイオードアレイ検出器搭載 Agilent 1260 HPLC (Agilent Technologies、カリフォルニア州、米国)

AJST エレクトロスプレーイオン源搭載 Agilent 6460 トリプル四重極 LC/MS システム (Agilent Technologies、カリフォルニア州、米国)

Agilent Bond Elut QuEChERS 硫酸マグネシウム (p/n 5982-8082)

Agilent Bond Elut 塩化ナトリウム (p/n 5982-5750)

Agilent Bond Elut PSA (p/n 5982-8382 または 5982-5753)

Agilent Bond Elut C18EC (p/n 5982-1382 または 5982-5752)

Agilent Bond Elut SAX (p/n 12213042)

Agilent Bond Elut NH2 (p/n 12213021)

Agilent Bond Elut d-SPE、残留薬剤用 (p/n 5982-4956)

Agilent Bond Elut バッファなし QuEChERS 抽出キット (p/n 5982-5550)

Agilent ZORBAX ソルベントセーバー HD Eclipse Plus C18 3.0 × 100 mm、1.8 µm カラム (p/n 959757-302)

機器条件

HPLC 条件

カラム:	Agilent ZORBAX ソルベントセーバー HD Eclipse Plus C18、3.0 × 100 mm、1.8 μm		
流速:	0.5 mL/min		
カラム温度:	30 °C		
注入量:	5 μL		
移動相:	A: H ₂ O 0.1 % ギ酸 B: ACN		
グラジエント:	時間	%A	%B
	0.0	90	10
	0.5	90	10
	1.0	80	20
	4.0	75	25
	8.0	40	60
	9.0	5	95
	12.0	5	95
	12.1	90	10
	15.0	90	10

MS 条件

極性:	ポジティブ
ガス温度:	300 °C
ガス流速:	7 L/min
ネブライザ:	50 psi
キャピラリー:	3,000 V
ソースガス温度:	350 °C
ソースガス流速:	10 L/min
スキャンモード:	DMRM

サンプル前処理

サンプル均質化

ブランクの豚肉、牛乳、ハチミツ、卵を地元の食料品店で購入しました。サンプルを洗浄し、細かく刻み (必要に応じて)、-20 °C で保管しました。

抽出

各サンプル (必要に応じて均質化) 2 g (±0.05 g) を 50 mL 遠沈管に入れました。その後、サンプルに動物用医薬品標準 200 μL を添加し、濃度を 10 ng/g (スルファニルアミドと大環状ラクトン)、5 ng/g

(クロピドール)、1 ng/g (キノロン) としました。水 4 mL を添加し、サンプルを 1 分間ボルテックスしました。1 % 酢酸 ACN 溶液 10 mL を各遠沈管に添加しました。遠沈管にふたをし、1 分間ボルテックスしました。抽出塩 (4 g Na₂SO₄、1 g NaCl) を各遠沈管に加えしました。サンプル遠沈管にしっかりとふたをし、1 分間よく振とうしました。遠沈管を 5,000 rpm、4 °C で 5 分間遠心分離したのち、30 分間放置しました。

分散-SPE

上澄みの ACN 層 6 mL を、PSA 50 mg、C18EC 150 mg、無水 Na₂SO₄ 900 mg の入った 15 mL 試験管に移しました。試験管にしっかりとふたをし、1 分間ボルテックスしたのち、5,000 rpm で 5 分間遠心分離しました。上澄みの ACN 層 4 mL を別の試験管に移し、40 °C の N₂ 気流で乾燥させました。サンプルを ACN/H₂O (2:8) 1 mL に再溶解し、10,000 rpm で 10 分間遠心分離しました。上澄み層をオートサンプリバイアルに移しました。

結果と考察

最適なクロマトグラフィ条件

Agilent 1260 Infinity Binary LC システムを使えば、最高圧力 600 bar できわめて高品質なデータを迅速に得られます。Eclipse Plus C18 サブ 2 μm 粒子カラムと組み合わせれば、分離能を向上させ、分析時間を短縮し、感度を高めることができます。こうした要素は、動物用医薬品のスクリーニングではきわめて重要です。Agilent 6460 MS/MS は優れた感度を備え、最先端のヘキサポールコリジョンセルにより、バックグラウンドノイズとクロストークを排除します。また、革新的なダイナミックマルチプルリアクションモニタリング (DMRM) メソッドにより、各化合物のリテンションタイム枠をもとに、LC 分離中にイオン遷移リストを作成します。

マトリックス標準溶液に含まれる 36 種類の動物用医薬品 (スルファニルアミドと大環状ラクトンは 10 ng/g、クロピドールは 5 ng/g、キノロンは 1 ng/g) を LC/MS/MS で分析した結果を図 1 に示しています。各化合物の MS 条件を表 1 に示しています。

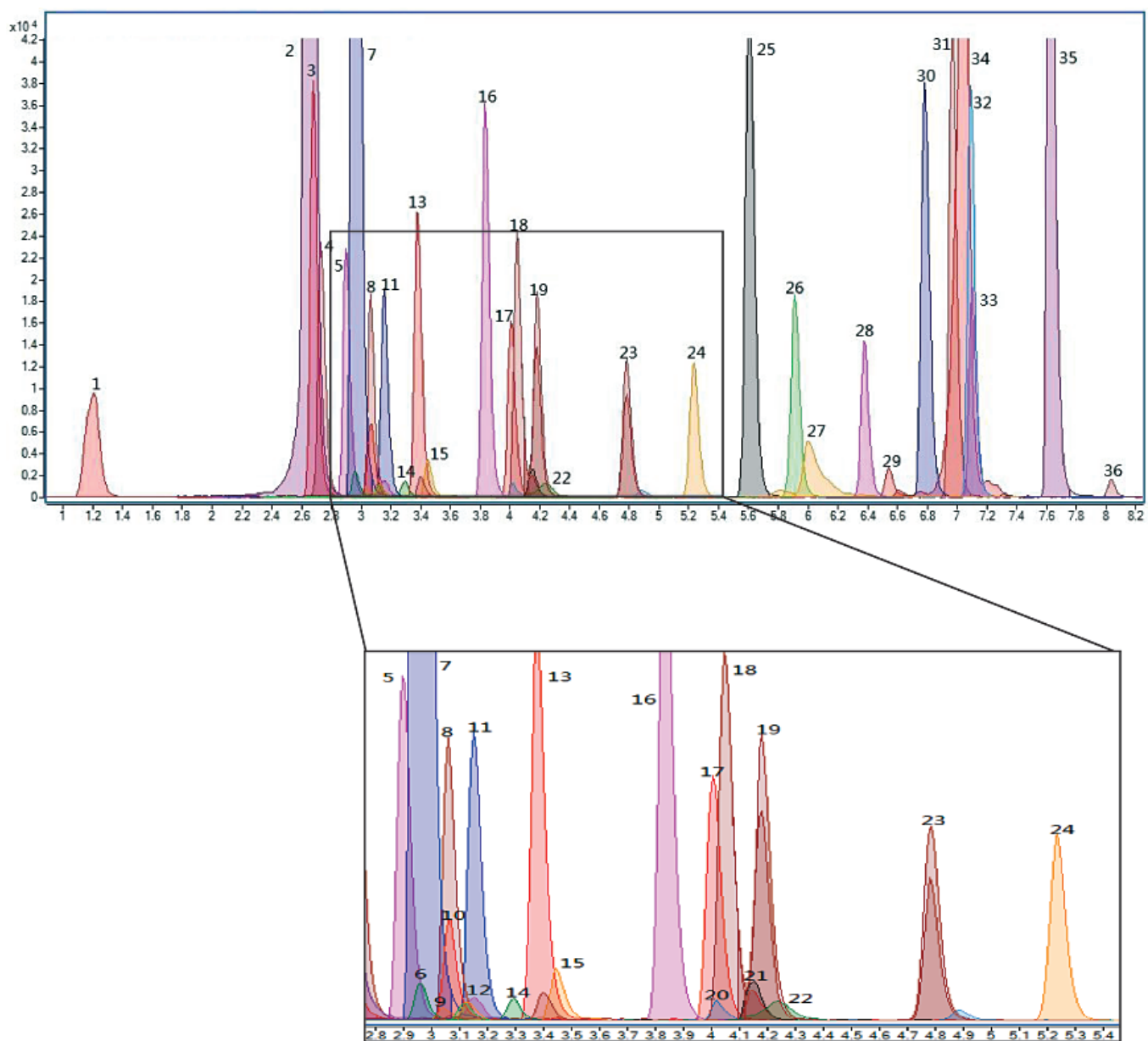


図 1. 動物用医薬品の MRM 抽出クロマトグラム

表 1. MRM トランジションおよび MS 動作パラメータ

No.	RT	化合物名	プレカーサ イオン	フラグメンター (V)	クオンティ ファイアイオン	クオンティ ファイア CE(V)	クオリファイア イオン	クオリファイア CE(V)
1	1.24	スルファグアニジン	215.0	80	108.0	20	156.0	9
2	2.75	リンコマイシン	407.2	150	126.0	30	359.0	15
3	2.68	クロピドール	192.1	110	101	25	87	30
4	2.78	スルファセタミド	215.0	70	92.0	19	156.0	3
5	2.97	スルファジアジン	251.1	100	108.0	22	156.0	10
6	3.1	マルボフロキサシン	363.0	120	320.1	9	345.1	17
7	3.11	トリメトプリム	291.2	150	123.0	22	230.1	22
8	3.15	スルファチアゾール	256.0	100	108.0	21	156.0	9
9	3.23	ノルフロキサシン	320.0	140	276.1	13	302.1	17
10	3.26	オフロキサシン	362.0	140	261.1	26	318.1	14
11	3.27	スルファピリジン	250.1	100	156.0	10	184.0	14
12	3.36	シプロフロキサシン	332.1	130	231.0	42	314.1	18
13	3.52	スルファメラジン	265.1	120	92.0	30	172.0	13
14	3.57	ダノフロキサシン	358.2	140	255.0	46	340.1	22
15	3.76	エンロフロキサシン	360.0	130	316.2	18	342.1	18
16	4.05	スルファメタジン	279.1	120	124.0	18	186.0	14
17	4.2	スルファチゾール	271.0	100	108.0	22	156.0	10
18	4.27	スルファメトキシピリダジン	281.1	125	108.0	22	156.0	14
19	4.38	スルファメーター	281.1	120	108.0	26	156.0	14
20	4.43	サラフロキサシン	386.1	140	342.1	14	368.1	18
21	4.57	ジフロキサシン	400.0	140	356.1	18	382.1	18
22	4.91	スピラマイシン	843.5	200	101.0	46	174.0	42
23	5.07	スルファモノメトキシン	281.1	120	108.0	26	156.0	14
24	5.54	スルファクロロピリダジン	285.0	100	108.0	22	156.0	10
25	6	スルファドキシ	311.1	120	92.0	30	156.0	14
26	6.21	スルファメトキサゾール	254.1	100	92.0	26	156.0	10
27	6.45	チルミコシン	869.6	250	174.0	50	696.4	45
28	6.65	スルファイソキサゾール	268.1	100	113.0	10	156.0	10
29	6.83	オキシリン酸	262.1	100	216.0	30	244.0	13
30	7.12	エリスロマイシン	734.5	170	158.1	30	576.3	14
31	7.21	スルファベンズアミド	277.1	80	108.0	22	156.0	6
32	7.34	スルファジメトキシン	311.1	125	108.0	26	156.0	17
33	7.36	スルファキノキサリン	301.1	110	92.0	29	156.0	11
34	7.37	チロシン	916.5	240	101.0	54	174.0	42
35	7.96	ロキシスロマイシン	837.5	170	158.0	38	679.4	18
36	8.28	フルメキン	262.0	150	216.0	30	244.0	13

抽出および分散 SPE パラメータの修正

初期の検証では、Agilent Bond Elut バッファなし抽出キットおよび Agilent Bond Elut QuEChERS d-SPE 残留薬剤用キットを使用しました。メソッド開発の際、手順の修正が必要なることがわかりました。これらの修正により、以下に示すように、ルーチン分析の要件を満たす回収率が得られました。この手順は、食肉、ハチミツ、卵、牛乳という 4 種類の食品マトリックスに問題なく適用できました。

抽出手順の最適化

はじめに、残留薬剤用 d-SPE (150 mg C18、900 mg MgSO₄) をメソッド 1、2、3、4 (表 2) で用いて、抽出手順の修正を検証しました。

抽出塩

QuEChERS 法では、MgSO₄ を用いて、サンプル内の水を除去します。実験による検証では、多くの化合物、特にスルファニルアミドと大環状ラクトンの回収率に MgSO₄ が悪影響を与えることがわかりました。Na₂SO₄ を MgSO₄ の代わりに用いたところ、サンプルは 30 分の遠心分離後も分解されず、効率的に水分を吸収できました [2]。この結果は、MgSO₄ を Na₂SO₄ に置き換えること

で、スルファニルアミドと大環状ラクトンの回収率が向上することを示しています (表 2 のメソッド 1 およびメソッド 2)。

抽出溶媒

水とアセトニトリルの比率も、抽出手順のなかで検証しました。その結果、水/アセトニトリルが 1:2 のほうが、1:1 よりも良好な回収率が得られることがわかりました (表 2 のメソッド 2 およびメソッド 3)。

食肉マトリックス向けの多くのサンプル前処理テクニックでは、酸を用いて、回収率に直接的な影響を与える化合物とタンパク質の結合を分解します。この目的に一般的に用いられる酸は、ギ酸と酢酸です [3]。両者の比較により、1 % 酢酸アセトニトリルのほうが、1 % ギ酸アセトニトリルよりも良好な回収率が得られることがわかりました (表 2 のメソッド 3 およびメソッド 4)。

リンコマイシンの回収率は、検証した 4 つのメソッドすべてできわめて低くなりました。これは、リンコマイシンの極性 (log P = 0.56) により、アセトニトリルへの抽出が制限されるためと考えられます。

表 2. 各種の抽出手順最適化の結果

メソッド	1	2	3	4
抽出塩	MgSO ₄ +NaCl	Na ₂ SO ₄ +NaCl	Na ₂ SO ₄ +NaCl	Na₂SO₄+NaCl
分散 SPE ミックス	C18EC+MgSO ₄	C18EC+Na ₂ SO ₄	C18EC+Na ₂ SO ₄	C18EC+Na₂SO₄
抽出溶媒	1 % ギ酸アセトニトリル	1 % ギ酸アセトニトリル	1 % ギ酸アセトニトリル	1 % 酢酸アセトニトリル
水	8 mL	8 mL	4 mL	4 mL
大環状ラクトンの平均回収率	22.95 %	43.66 %	45.12 %	70.46 %
スルファニルアミドの平均回収率	10.86 %	25.96 %	33.25 %	54.35 %
キノロンの平均回収率	86.79 %	47.69 %	62.69 %	64.44 %
クロピドールの平均回収率	55.12 %	38.02 %	49.89 %	65.37 %

d-SPE の最適化

マトリックス干渉の除去を向上させるための d-SPE の修正を検証する際には、マトリックスからタンパク質と脂質を吸着する C18EC 充填剤 [4] に加えて、水を除去する無水 Na₂SO₄ を添加した条件で調べました。修正したメソッドは、PSA (メソッド 1 および 2)、SAX (メソッド 3)、NH₂ (メソッド 4) です。QuEChERS 法では、アニオン交換特性をもつ PSA、NH₂、SAX が d-SPE 材料として用いられます。これらの材料は、極性有機酸、糖、脂肪酸などのマトリックス中の酸性干渉に強く作用します。

表 3. 分散 SPE パラメータ最適化の結果

メソッド	1	2	3	4	5
抽出塩	Na ₂ SO ₄ +NaCl	Na ₂ SO ₄ +NaCl	Na ₂ SO ₄ +NaCl	Na ₂ SO ₄ +NaCl	Na ₂ SO ₄ +NaCl
分散 SPE ミックス	50 mg PSA+ 150 mg C18EC+ 900 mg Na ₂ SO ₄	100 mg PSA+ 150 mg C18EC+ 900 mg Na ₂ SO ₄	50 mg SAX+ 150 mg C18EC+ 900 mg Na ₂ SO ₄	100 mg NH ₂ + 150 mg C18EC+ 900 mg Na ₂ SO ₄	300 mg C18EC+ 900 mg Na ₂ SO ₄
抽出溶媒	1 % 酢酸 アセトニトリル	1 % 酢酸 アセトニトリル	1 % 酢酸 アセトニトリル	1 % 酢酸 アセトニトリル	1 % 酢酸 アセトニトリル
水	4 mL	4 mL	4 mL	4 mL	4 mL
大環状ラクトンの平均回収率	54.57 %	42.23 %	59.87 %	33.70 %	66.10 %
スルファニルアミドの平均回収率	64.37 %	63.27 %	77.35 %	51.71 %	71.80 %
キノロンの平均回収率	73.88 %	88.34 %	76.82 %	97.03 %	84.66 %
クロピドールの平均回収率	85.12 %	100.11 %	71.57 %	70.27 %	91.17 %

表3の結果から、C18ECをPSAありまたはなしで用いたメソッド1と5で、最良の回収率が得られていることがわかります。本研究の目的は、すべてのサンプルマトリックスで使用できるd-SPEを定義することです。したがって、ハチミツマトリックスでよく見られる有機酸と糖を除去できるPSAをd-SPEで使うことが重要です。そのため、50 mg PSA、150 mg C18EC、900 mg Na₂SO₄のd-SPEメソッドを選択しました。

その他のサンプルマトリックス

食肉マトリックス以外の卵、牛乳、ハチミツマトリックスでも、このメソッドを問題なく使用できました。各マトリックスの回収率も許容範囲内で、動物用医薬品のルーチン測定に求められる要件を満たしています(付録1)。

結論

修正版QuEChERS法とLC/MS/MSを組み合わせれば、動物由来マトリックス中のスルファニルアミド、大環状ラクトン、キノロン、クロピドールを確実にかつ効率的にスクリーニングすることができます。このアプリケーションで定義された最適なQuEChERS法の構成は、抽出塩として4 g Na₂SO₄と1 g NaCl、抽出溶媒としてアセトニトリル(1%酢酸)、d-SPE材料として50 mg PSA、150 mg C18EC、900 mg Na₂SO₄を用いる組み合わせです。この修正版QuEChERS法で得られた回収率は、動物用医薬品のルーチンスクリーニングに求められる要件を満たしています。

製品情報

品名	1パックあたりの量/サイズ	内容	部品番号
QuEChERS抽出チューブ	50パックおよびチューブ	4 g Na ₂ SO ₄ 、1 g NaCl	5982-4950
Dispersive-SPE	50-15 mLチューブ	50 mg PSA、150 mg C18EC、900 mg Na ₂ SO ₄	5982-0032

参考文献

- [1] M. Anastassiades, S. J. Lehotay, "Fast and Easy Multiresidue Method Employment Acetonitrile Extraction/Partitioning and "Dispersive Solid-Phase Extraction" for the Determination of Pesticide Residues in Produce", *J. AOAC Int.*, 86, 412-431 (2003).
- [2] George Stubbings & Timothy Bigwood, "The development and validation of a multiclass liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC/MS/MS) procedure for the determination of veterinary drug residues in animal tissue using a QuEChERS (QUick, Easy, CHear, Effective, Rugged and Safe) approach", *Analytica Chimica Acta*, 637, 68-78 (2009).
- [3] Jerry Zweigenbaum, *et al*, "Multi-Residue Pesticide Analysis with Dynamic Multiple Reaction Monitoring and Triple Quadrupole LC/MS/MS Fast and Effective Method Development Using an Application Kit and a Pesticides Compound Parameter Database" Agilent Technologies Inc., Application Note, Publication No. 5990-4253 EN.
- [4] Angelika Wilkowska & Marek Biziuk "Determination of pesticide residues in food matrices using the QuEChERS methodology," *Food Chemistry*, 125, 803-812 (2011).

詳細情報

本書に記載したデータは代表的なものです。アジレント製品とサービスの詳細については、アジレントのウェブサイト www.agilent.com/chem/jp をご覧ください。

付録 1. 修正版 QuEChERS 法を用いて分析した 4 種類のマトリックスに含まれる動物用医薬品の回収率と LOQ

化合物	RT (分)	食肉の回収率 (豚肉) (%)	食肉の LOQ (豚肉) (ng/g)	卵の回収率 (%)	卵の LOQ (ng/g)	牛乳の 回収率(%)	牛乳の LOQ (ng/g)	ハチミツの 回収率(%)	ハチミツの LOQ (ng/g)
リンコマイシン	2.7	12.61	0.012	10.77	0.013	12.74	0.018	7.18	0.025
スピラマイシン	4.9	75.31	0.813	45.57	0.293	74.46	0.476	54.72	0.431
チルミコシン	6.5	99.43	0.085	106.67	0.130	161.03	0.144	66.40	0.184
エリスロマイシン	7.1	26.10	0.027	39.76	0.017	36.67	0.013	25.60	0.030
チロシン	7.4	68.29	0.083	47.08	0.126	69.18	0.524	63.89	0.145
ロキシスロマイシン	8.0	86.83	0.015	95.17	0.008	96.42	0.007	71.19	0.017
スルファグアニジン	2.7	23.96	0.678	43.95	0.719	42.16	0.339	46.59	0.127
スルファセタミド	2.7	50.15	0.500	75.50	0.293	72.04	0.289	70.66	0.457
スルファジアジン	2.9	50.78	0.420	75.14	0.025	65.35	0.043	66.62	0.060
トリメトプリム	3.0	83.71	0.026	83.22	0.009	83.53	0.013	82.72	0.014
スルファチアゾール	3.1	37.41	0.133	59.15	0.094	57.37	0.116	53.09	0.113
スルファピリジン	3.2	46.22	0.037	70.50	0.029	63.07	0.035	64.50	0.024
スルファメラジン	3.4	54.98	0.373	68.24	0.106	63.83	0.052	66.89	0.060
スルファメタジン	3.9	45.70	0.206	69.76	0.044	61.04	0.024	69.42	0.035
スルファメチゾール	4.1	33.43	0.460	64.39	0.136	58.59	0.081	54.69	0.228
スルファメーター	4.1	41.96	0.025	71.82	0.010	59.34	0.022	60.48	0.022
スルファメトキシピリダジン	4.2	40.36	0.039	75.35	0.066	70.40	0.123	68.04	0.097
スルファモノメトキシ	4.9	50.13	0.113	74.10	0.077	64.10	0.089	71.37	0.101
スルファクロロピリダジン	5.3	48.26	0.124	71.89	0.107	63.97	0.108	66.32	0.042
スルファジメトキシ	5.8	58.76	0.029	76.94	0.013	48.33	0.015	69.93	0.020
スルファドキシ	5.8	50.91	0.032	74.45	0.074	64.35	0.060	69.93	0.032
スルファメトキサゾール	6.0	45.82	0.135	76.80	0.072	69.80	0.050	71.15	0.077
スルフィソキサゾール	6.5	51.23	0.154	72.43	0.056	66.84	0.051	68.77	0.160
スルファベンズアミド	7.1	55.37	0.035	73.00	0.038	47.34	0.020	62.96	0.040
スルファキノキサリン	7.3	51.06	0.073	73.89	0.035	51.43	0.030	69.25	0.093
クロピドール	2.7	75.69	0.056	78.79	0.039	78.26	0.037	81.13	0.020
ノルフロキサシン	3.2	66.37	1.587	72.83	3.846	55.25	2.703	71.68	0.469
オフロキサシン	3.2	57.10	0.102	46.76	0.114	49.68	0.074	67.19	0.079
シプロフロキサシン	3.3	107.17	1.370	38.30	0.082	48.53	0.007	59.34	0.110
ダノフロキサシン	3.6	56.26	0.053	55.68	0.031	30.23	0.641	79.00	0.526
エンフロキサシン	3.7	60.82	0.179	54.61	0.071	49.82	0.143	76.53	0.102
サラフロキサシン	4.4	56.04	1.087	93.79	0.588	57.33	0.227	72.75	0.667
ジフロキサシン	4.5	69.74	0.340	60.40	0.065	62.27	0.157	85.53	0.222
フルメキン	6.8	79.34	1.299	68.91	0.244	47.87	1.389	84.74	0.121
オキソリン酸	8.2	72.96	2.000	76.20	1.333	56.73	0.518	86.55	0.382
マルボフロキサシン	7.3	56.81	0.546	39.71	0.455	53.80	0.333	106.56	10.000

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。

本文書に記載の情報、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。著作権法で許されている場合を除き、書面による事前の許可なく、本文書を複製、翻案、翻訳することは禁じられています。

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc., 2012

Printed in Japan

May 4, 2012

5991-0013JAJP



Agilent Technologies