

ウシ食肉抽出物中の多成分残留農薬測定 における各種サンプルマトリックスクリーン アップ手法の比較

Intuvo 9000 GC/MS/MS による分析

著者

Pimperelli J. dos Santos,
Sônia M. V. S. Cardoso,
Osmar D. Prestes,
Martha B. Adaime, and
Renato Zanella
Universidade Federal de
Santa Maria, Departamento
de Química,
Laboratório de Análises
de Resíduos de Pesticidas
(LARP)
Santa Maria, RS, Brazil

Mariana Baptistão
Agilent Technologies, Inc.
Barueri, SP, Brazil

概要

このアプリケーションノートでは、干渉除去ステップでの固液抽出および充填剤カートリッジによるクリーンアップに基づいた、ウシ中の多成分残留農薬測定の分析メソッドについて説明します。3種類の異なるマトリックスクリーンアップ手法（Agilent Bond Elut C18、Bond Elut NH₂、および Captiva EMR-Lipid）を評価して、マトリックス除去および農薬回収率を比較しました。分析には、Agilent Intuvo 9000 GC および Agilent 7010B トリプル四重極 GC/MS による GC/MS/MS を使用しました。アセトニトリル（ACN）抽出およびその後の Captiva EMR-Lipid クリーンアップにより、脂質やタンパク質のような食肉マトリックスの効率的な除去、および許容できる農薬回収率について実証しました。56種類の農薬残留物の回収率は全体で 62～119% の範囲で RSD ≤ 16% でした。

はじめに

食肉は人の食事で重要な種類の食品であり、世界中で消費されています。ただし、こういう利点があるにもかかわらず、食肉中に農薬のような汚染残留物が存在することにより^{1, 2, 10}、常に食品の安全性に関する懸念が示されています。^{2, 3, 4, 5}人の健康に対する農薬の毒性作用が認識されていることにより、消費者を保護するための戦略として、一連の規制値の制定が進められています。例えば、ウシの筋中のヘキサクロロシクロヘキサンおよびアセトクロールに対して EU が規定している最大残留基準値 (MRL) は 0.01 mg/kg です。これに対して、ヘキサクロロベンゼンで規定されている MRL は 0.005 mg/kg です。^{1, 6, 7}

食肉中の脂質およびタンパク質の含有量が高いことを考慮すると、信頼性が高く一貫したサンプル分析を実施するには、効率的なマトリックスクリーンアップ手順が重要になります。動物由来の食品からの抽出物に対して有機溶媒 (ACN など) を使用することは非常に重要な役割を担っており、追加のクリーンアップ手順として機能して、クリーンアップステップ前に適切な抽出物を提供します。C18、アミン (NH₂)、最近では Agilent Captiva Enhanced Matrix Removal-Lipid (EMR-Lipid)^{5, 8, 9, 10}のようなカートリッジクリーンアップ製品を使用することにより、食肉などの複雑なマトリックス中の農薬残留物をより適切に検出して定量できます。

Captiva EMR-Lipid は、脂質様分子において長い非分岐の脂肪族鎖を選択的にトラップするサイズ排除および疎水性相互作用を組み合わせたことにより、高効率の選択的脂質除去を実現します。Captiva EMR-Lipid の独自のパススルー機能により、サンプル前処理ワークフローを簡単にできます。⁹また、高度に選択的な相互作用メカニズムにより、「バルク」分子との望ましくない相互作用を大幅に低減し、ターゲットの回収率への影響を最小限に抑えます。

この実験の目的は、GC/MS/MS によるウシ食肉中の農薬分析において 3 種類の製品 (Bond Elut C18、Bond Elut NH2、および Captiva EMR-Lipid) を使用したサンプルクリーンアップを比較することでした。サンプル前処理メソッドは、固液抽出およびその後のカートリッジパススルークリーンアップをベースとしました。GC/MS/MS メソッドは、超高感度イオン源 (HES) と Agilent J&W HP-5MS ウルトライナートカラムを用いたダイナミックマルチブルリアクションモニタリング (dMRM) をベースとしました。

実験方法

化学物質および試薬

- 農薬標準物質 (高純度 ≥ 95 %) は、Dr. Ehrenstorfer (ドイツ) および Sigma-Aldrich (米国) から入手しました。
- HPLC グレードの ACN は J.T. Baker (米国) から入手しました。

溶液および標準試料

個々の農薬原液 (1,000 mg/L) を ACN、MeOH、またはトルエンで調製し、≤ -5 °C で保管しました。混合スパイク溶液 (10 mg/L) を ACN で調製し、≤ -5 °C で保管しました。

機器および消耗品

- 遠心分離機 NT 825 : (Novatecnica、サンパウロ、ブラジル)、SL 703 : (Solab、サンパウロ、ブラジル)
- ボルテックスミキサー QL-901 : (Microtechnology、サンパウロ、ブラジル)
- 電子天びん UX-420H および AUW 220D : (島津製作所、京都、日本)
- 超純水 (18 MΩ cm) : Milli-Q システム (Merck Millipore、フランス)
- Agilent Bond Elut C18 カートリッジ、3 mL、500 mg (部品番号 12102028)
- Agilent Bond Elut NH2 カートリッジ、3 mL、500 mg (部品番号 12102041)
- Agilent Captiva EMR-Lipid カートリッジ、3 mL、300 mg (部品番号 5190-1003)

- Agilent Bond Elut EMR-Lipid 脱水キットパック、無水 MgSO₄ (部品番号 5982-0102)
- Agilent 12 ポートトラック、Vac Elut 12 マニホールド用 (部品番号 5982-9115)
- Agilent Captiva エコノフィルタシリンジフィルタ、13 mm、0.22 μm、ナイロン (部品番号 5190-5269)
- Agilent 注入口セプタム、ブリードおよび温度最適化 (BTO)、ノンスティック、11 mm (部品番号 5183-4757)
- Agilent バイアル、2 mL、透明、スクリュウ、検定済 (部品番号 5182-0714)
- Agilent スクリューキャップ、PTFE/赤シリコンセプタム、検定済 (部品番号 5182-0717)
- Agilent ALS シリンジ、ニードル固定型、10 μL、PTFE-チップ付きプランジャ (部品番号 5183-4730)
- Agilent ウルトライナート注入口ライナ、スプリットレス、シングルテーパ、ガラスウール入り (部品番号 5190-3167)
- Agilent J&W HP-5ms ウルトライナート Intuvo GC カラムモジュール、30 m × 0.25 mm、0.25 μm (部品番号 19091S-433UI-INT)
- Agilent ガードチップ、Intuvo、スプリット/スプリットレス (部品番号 G4587-60565)
- Agilent ガスクリーンキャリアガスフィルタキット : ブラケット、コネクティングユニット、および水、酸素、有機物除去用のキャリアガスフィルタを含む (部品番号 CP17975)
- さまざまな容量のピペット (Eppendorf、米国)
- T 25 デジタル ULTRA TURRAX ホモジナイザ (IKA、ドイツ)
- ポリプロピレンチューブ、15 および 50 mL (Sarstedt、ドイツ)
- エッペンドルフマイクロチューブ、2 mL (Axygen Scientific、EUA)

分析には、Agilent Intuvo 9000 GC と Agilent 7010B トリプル四重極 GC/MS を組み合わせて使用しました。GC システムには、エレクトロニックニューマティクスコントロール (EPC) を搭載し、Agilent 7693A オートサンブラを組み合わせた。データの取り込みと解析には、Agilent MassHunter ワークステーションソフトウェアを使用しました。

分析条件

GC/MS/MS 機器の条件は、ターゲット化合物に基づいて設定しました。表 1 は、GC/MS/MS メソッド条件を示しています。表 2 は、ターゲット取り込み条件を示しています。

表 1. Agilent Intuvo 9000 GC および Agilent 7010B トリプル四重極 GC/MS の条件

パラメータ	設定値
キャリアガス	ヘリウム、1.2 mL/min
注入量	1 µL
注入モード	スプリットレス
オープンプログラム	60 °C (1 分間)、 40 °C/min で 170 °C まで昇温、 10 °C/min で 310 °C まで昇温、 3 分間保持
インジェクタ温度	280 °C
ガードチップ温度	初期 85 °C、 トラックオープンモード
バス温度	280 °C
トランスファーライン	300 °C
イオン源	HES (電子イオン化法)
イオン源温度	300 °C
MS1/MS2 温度	150 °C
取り込みモード	dMRM
コリジョンガス	窒素、1.5 mL/min

表 2. 農薬の MRM トランジションとコリジョンエネルギー

化合物	RT (分)	定量イオン (m/z)	CE (V)	確認イオン (m/z)	CE (V)
ジクロロボス	4.65	109.0 -> 79.0	5	184.9 -> 93.0	10
E-メビンホス	5.50	127.0 -> 109.0	10	127.0 -> 94.9	15
Z-メビンホス	5.50	127.0 -> 109.0	10	127.0 -> 94.9	15
エトプロホス	6.79	157.9 -> 114.0	5	157.9 -> 97.0	15
クロロプロファム	6.87	127.0 -> 65.1	25	153 -> 125.1	10
トリフルラリン	7.00	306.1 -> 264.0	5	264.0 -> 206.0	5
カズサホス	7.16	158.8 -> 131	5	158.8 -> 97.0	15
ホレート	7.23	121.0 -> 65.0	10	128.9 -> 65.0	15
α-HCH	7.35	180.9 -> 145.0	15	216.9 -> 181.0	5
アトラジン	7.59	214.9 -> 58.1	10	214.9 -> 200.2	5
β-HCH	7.73	181.0 -> 145.0	15	218.9 -> 183.1	5
リンデン	7.82	181.0 -> 145.0	15	218.9 -> 183.1	5
テルブホス	7.83	152.9 -> 97.0	5	230.9 -> 129.0	20
ピリメタニル	7.96	198.0 -> 183.1	15	198.0 -> 158.1	20
ジスルホン	8.08	88.0 -> 60.0	5	142.0 -> 109.0	5
エトリムホス	8.28	292.0 -> 181.0	5	181.0 -> 153.0	10
ピリミカルブ	8.37	238.0 -> 166.2	10	166.0 -> 55.1	20
クロロピリホスメチル	8.75	124.9 -> 47.0	15	78.9 -> 47.0	10
パラチオンメチル	8.75	125.0 -> 47.0	10	125.0 -> 79.0	5
プロメトリン	8.99	241.0 -> 184	10	226.0 -> 184.0	10
フェニトロチオン	9.17	125.1 -> 47.0	15	125.1 -> 79.0	5
ピリホスメチル	9.17	232.2 -> 151.0	5	290.0 -> 125.0	20
マラチオン	9.31	126.9 -> 99.0	5	157.8 -> 125.0	5
メトラクロール	9.46	162.2 -> 133.2	15	238.0 -> 162.2	10
フェンプロピモルフ	9.47	128.1 -> 70.1	10	128.1 -> 110.1	5
トリアジメホン	9.57	208.0 -> 181.1	5	128.0 -> 65.0	20
テラコナゾール	9.62	170.9 -> 136.0	10	152.9 -> 97.0	5
シプロジニル	9.94	225.2 -> 224.3	10	224.2 -> 208.2	20
ペンコナゾール	10.08	248.0 -> 192.1	15	248.0 -> 157.1	25
クロルフェンピホス	10.19	266.9 -> 159	20	294.9 -> 266.9	5
キナルホス	10.26	146.0 -> 118.0	10	146.0 -> 91.0	30
プロシミドン	10.36	96.0 -> 67.1	10	96.0 -> 53.1	15
メチダチオン	10.51	144.9 -> 85.0	5	144.9 -> 58.1	15
α-エンドスルファン	10.75	194.9 -> 159.0	5	194.9 -> 160.0	5
フルトリアホル	10.81	123.1 -> 95.0	15	123.1 -> 75.1	25
ピコキシストロビン	10.81	145.0 -> 102.1	25	145.0 -> 115.1	15
ヘキサコナゾール	10.94	175.0 -> 111.0	20	175.0 -> 147.0	10
ミクロブタニル	11.22	179.0 -> 152.1	10	150.0 -> 123.0	15
フルシラゾール	11.27	233.0 -> 165.1	15	314.7 -> 232.9	10
ピリメート	11.30	272.9 -> 193.1	5	272.9 -> 108.0	15
フルアジホップ-P-ブチル	11.47	281.9 -> 91.0	15	281.9 -> 238.0	15
β-エンドスルファン	11.73	206.9 -> 172.0	15	194.9 -> 158.9	10
エチオン	11.90	152.9 -> 96.9	10	124.9 -> 96.9	0
プロピコナゾール I	12.36	172.9 -> 145.0	15	172.9 -> 109.0	30
クレソキシムメチル	12.42	116.0 -> 89.0	15	116.0 -> 63.0	30
トリフロキシストロビン	12.53	172.0 -> 145.0	15	116.0 -> 89.0	15

サンプル前処理

図 1 に示すように抽出を実行しました。ウシ食肉サンプルは、肉挽き機で粉碎してホモジナイズし、冷凍庫で $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ で保管しました。分析の前に、サンプルを室温で完全に解凍しました。次に、5 g のウシ食肉サンプルを計量して 50 mL ポリプロピレンチューブに移し、必要に応じて標準を添加しました。サンプルを 1 分間ボルテックスしました。5 mL の ACN を添加して、タンパク質の沈殿と分析対象物の抽出を同時に実行しました。ULTRA TURRAX ホモジナイザを使用して、サンプル混合物を 10,000 rpm で 20 秒間さらにホモジナイズしました。チューブを 6,000 rpm で 8 分間、5 $^{\circ}\text{C}$ で遠心分離して、上澄みを収集しました。次に、Bond Elut C18 カートリッジ、Bond Elut NH2 カートリッジ、または Captiva EMR-Lipid カートリッジを使用して、4 mL のサンプル抽出物をパススルークリーンアップしました。Captiva EMR-Lipid クリーンアップでは、未処理の抽出物を水と混合し、有機物/水の混合物 (80:20, v:v) を生成しました。Bond Elut C18 および Bond Elut NH2 クリーンアップでは、未処理の抽出物を直接カートリッジに移してクリーンアップしました。Bond Elut C18 および Bond Elut NH2 からの溶出液を収集して、直接 GC/MS/MS に注入しました。GC/MS/MS 分析の前に、Captiva EMR-Lipid からの溶出液は無水 MgSO_4 で脱水させ、水を除去しました。

食肉サンプルの 3 つのスパイクレベル (10、20、および 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$) について、4 回の繰り返し分析で回収率と RSD (%) を評価しました。分析対象物の同定と定量は、リテンションタイムと MRM トランジションに基づいて測定しました。

化合物	RT (分)	定量イオン (m/z)	CE (V)	確認イオン (m/z)	CE (V)
プロピコナゾール II	12.50	172.9 \rightarrow 145.0	15	172.9 \rightarrow 109.0	30
テブコナゾール	12.71	125.0 \rightarrow 89.0	15	125.0 \rightarrow 99.0	20
ヌアリモル	12.74	203.0 \rightarrow 107.0	10	139.0 \rightarrow 111.0	15
エポキシコナゾール	13.01	192.0 \rightarrow 138.1	10	165.0 \rightarrow 138.0	10
テブフェンピラド	13.55	275.9 \rightarrow 171.1	10	332.9 \rightarrow 171.0	15
フェニアミドン	13.58	238.0 \rightarrow 237.2	10	268.0 \rightarrow 180.2	20
メトコナゾール	13.66	125.0 \rightarrow 89.0	20	125.0 \rightarrow 99.0	20
フェナリモル	14.49	219.0 \rightarrow 107.1	10	139.0 \rightarrow 75.0	30
フルキンコナゾール	15.26	108.0 \rightarrow 57.0	15	340.0 \rightarrow 298.0	15
ボスカリド	15.98	140.0 \rightarrow 112.0	10	140.0 \rightarrow 76.0	25

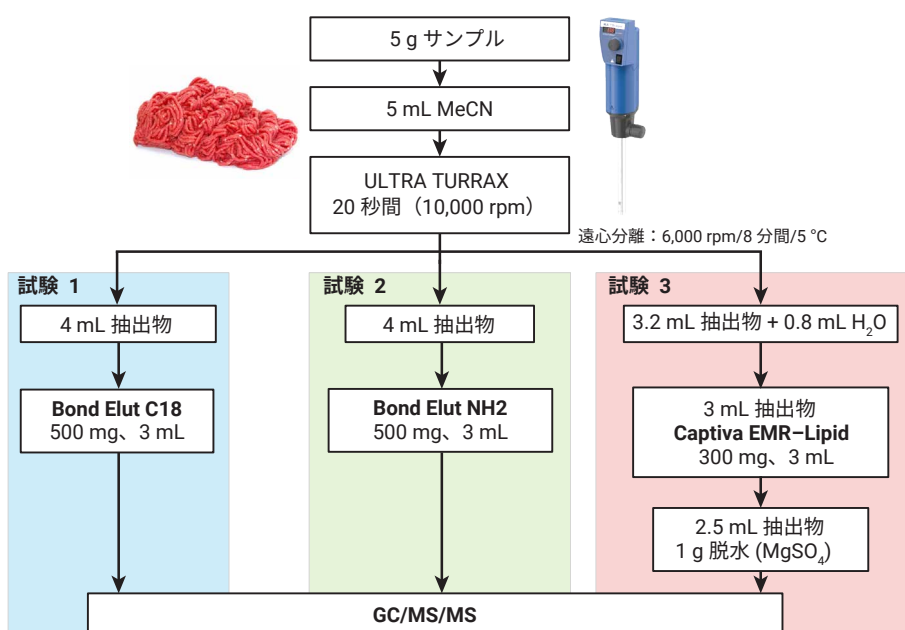


図 1. 固液抽出および Agilent Bond Elut C18、Agilent Bond Elut NH2、および Agilent Captiva EMR-Lipid カートリッジをそれぞれ使用した 3 種類の異なるパススルークリーンアップによる、ウシ食肉サンプル前処理手順

結果と考察

GC/MS フルスキャンによるマトリックス抽出物のクリーンアップの評価

異なるサンプル抽出物全体のクリーンアップ度を評価するために、GC/MS フルスキャン (FS) クロマトグラムを収集して比較しました。図 2 に、3 種類のカートリッジクリーンアップで前処理されたウシ食肉サンプルの FS クロマトグラムを示します。クロマトグラムを比較することにより、Bond Elut C18 クリーンアップでは最低の GC/MS FS バックグラウンドで、最適なサンプルクリーンアップが実行されていることがわかります。一方で、NIST ライブラリを使用した Bond Elut NH2 クリーンアップの結果は、クリーンアップ後もコレステロールが存在することを示しており、これはクリーンアップステップ後も脂質が存在している証拠です。重要なのは、この特定のピークが Bond Elut C18 または Captiva EMR-Lipid を使用した際に、サンプルクロマトグラムに現れていないことです。

ターゲットの回収率と再現性

56 種類の農薬残留物の回収率は全体で 62 ~ 119 % の範囲で $RSD \leq 16\%$ でした。Captiva EMR-Lipid を使用した場合、すべての化合物において回収率は許容できる範囲で (70 ~ 120 %)、50 mg/kg のスパイクレベルで良好な再現性 ($RSD < 20\%$) を示しました。

ターゲットの回収率と再現性を、ウシ食肉のスパイクレベル 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ で評価して比較しました。図 3 は、分析困難な化合物での回収率の比較結果を示しています。

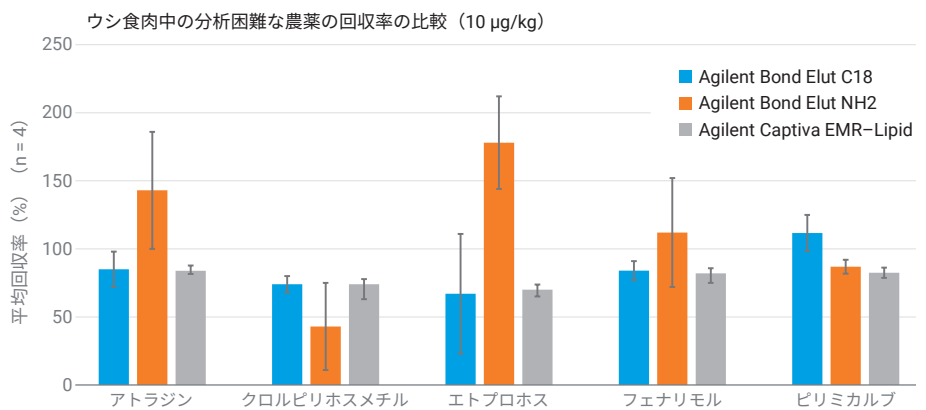


図 3. スパイクレベル 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ でのウシ食肉中の 5 種類の分析困難な農薬の回収率

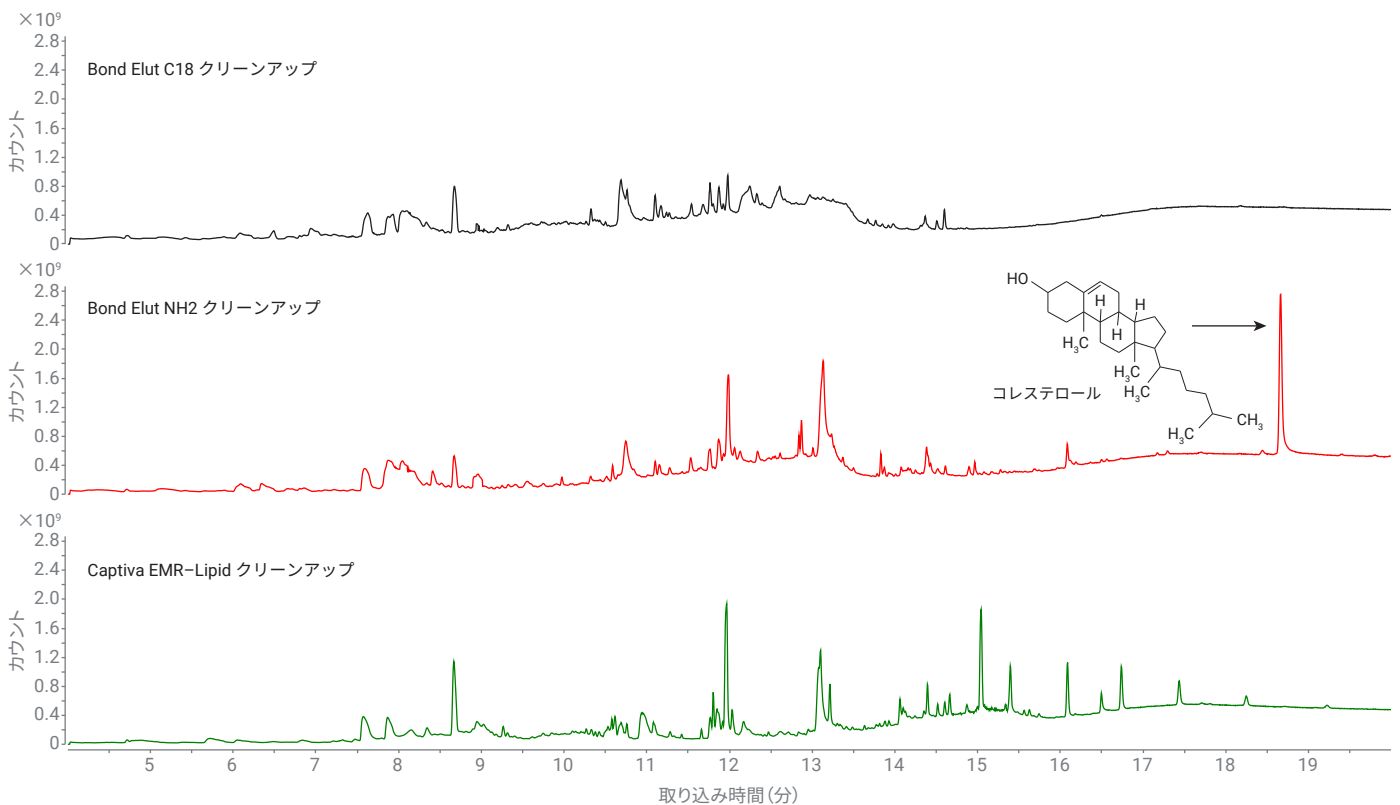


図 2. 異なるカートリッジクリーンアップで前処理したウシ食肉サンプルの GC/MS FS クロマトグラム

Captiva EMR-Lipid クリーンアップでは、分析困難なすべての化合物において回収率は許容できる範囲で (70 ~ 120 %)、優れた再現性 (RSD < 10 %) を示しました。Bond Elut NH2 クリーンアップで処理したサンプルでは、クロルピリホスメチルで回収率 < 70 %、およびアトラジンとエトプロホスで回収率 > 120 % を示しました。さらに、Bond Elut NH2 クリーンアップで前処理したサンプルでは、5 種類の分析困難な化合物のうち 4 種類の RSD が高くなっており、これはサンプル前処理時に多くのばらつきが生じたか、またはこれらのターゲットに与えるマトリックスの影響が大きかったことを示しています。Bond Elut C18 クリーン

アップで前処理したサンプルでは、分析困難なすべての化合物で回収率は許容できる値でしたが、エトプロホスで再現性が不十分でした (RSD > 20 %)。

S/N 比とピーク形状

マトリックス効果の存在を評価するために、ターゲット農薬の S/N 比値を調査しました。図 4 は、3 種類の異なるクリーンアップメソッドで前処理した、スパイクレベル 10 µg/kg でのウシ食肉抽出物中のエトプロホスおよびアトラジンという代表的な 2 種類の化合物のピーク S/N 比とピーク形状を比較したものです。

比較結果は、Bond Elut C18 クリーンアップを適用した際に S/N 比値が低いことを示しています。Bond Elut NH2 クリーンアップは、Bond Elut C18 クリーンアップと比較してより高い S/N 比を示しましたが、ピーク形状のフロンティングを引き起こしていました。Captiva EMR-Lipid クリーンアップは、両方の化合物で最高の S/N 比、および左右対称のピーク形状を示しました。ターゲットの高い S/N 比および優れたピーク形状により、メソッドの感度および積分の精度と一貫性が保証されます。

スパイクレベル 10 µg/kg でのウシサンプル抽出物

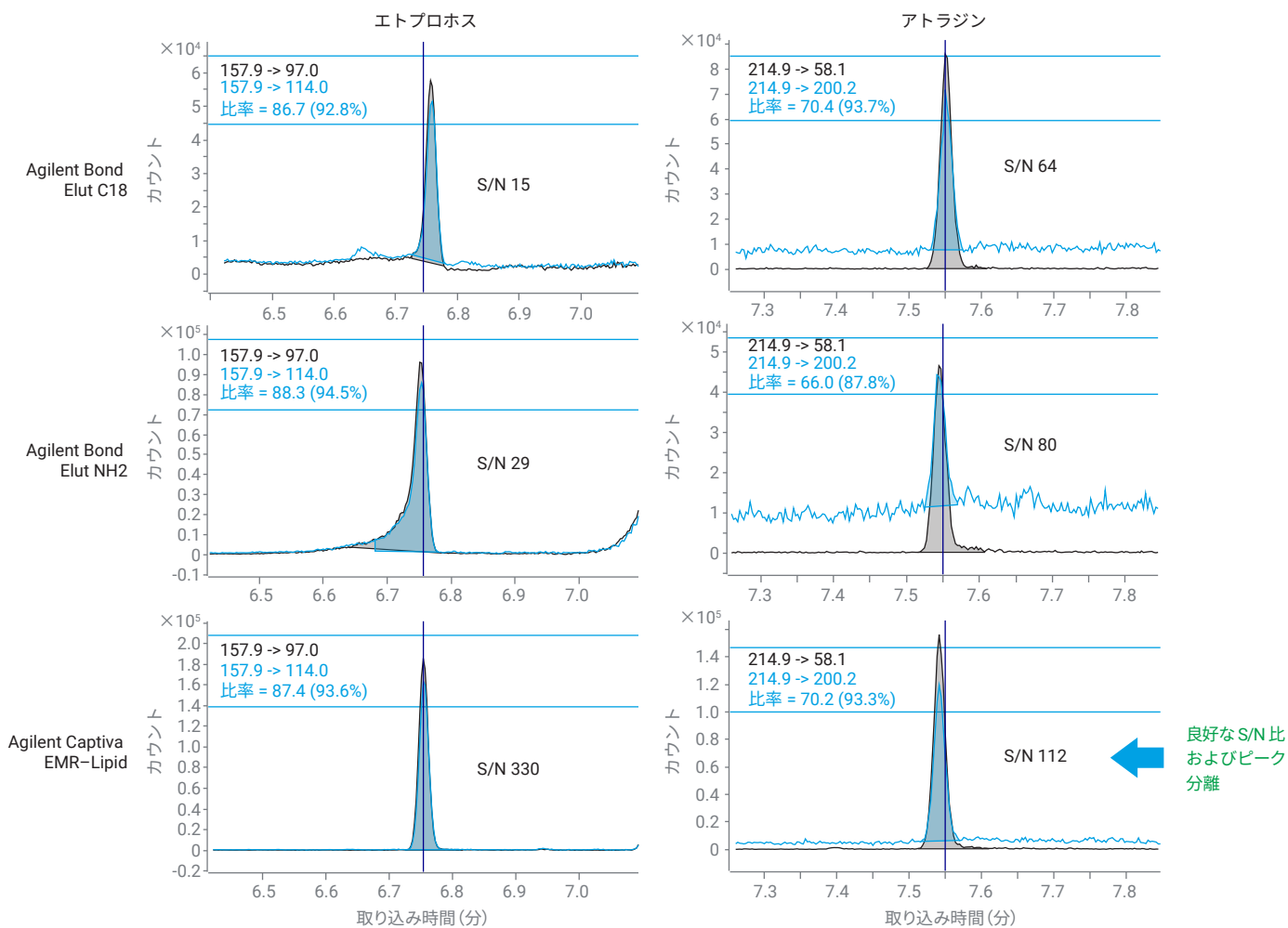


図 4. 代表的なターゲットのエトプロホスおよびアトラジンの S/N 比とピーク形状の比較

メソッドの定量下限 (LOQ) と MRL の比較

表 3 は、EU およびブラジル (Plano Nacional de Controle de Resíduos de Contaminantes) による公式の MRL および食肉中の現在規定されている農薬で得られたメソッド LOQ を比較したものです。Captivea EMR-Lipid クリーンアップでは、ブラジルの公式メソッドで規制されているエポキシコナゾールを除いて、EU およびブラジルの公式メソッドの両方で規制されているウシ食肉中の大部分の農薬において、MRL を下回るメソッド LOQ (10 µg/kg) を示しました。比較では、Bond Elut C18 および Bond Elut NH2 クリーンアップの両方で、より多くの農薬において求められる MRL よりも高いメソッド LOQ を示しました。

結論

マトリックス除去、ターゲットの回収率と再現性、分析対象物の S/N 比値とピーク形状、およびメソッド LOQ と規制 MRL の比較に基づいた詳細なメソッド評価により、Agilent Captiva EMR-Lipid クリーンアップは、Agilent Bond Elut NH2 および C18 メソッドよりも優れたクリーンアップメソッドであることが実証されました。メソッドはウシ食肉マトリックスで検証しました。他の類似した食肉マトリックスに拡張できる可能性が高いと考えられます。

56 種類の農薬において、回収率と再現性は許容できる値でした。メソッド LOQ は、大部分の EU およびブラジルの MRL に適合しています。効率的なサンプルクリーンアップメソッドは、GC/MS/MS システムのメンテナンス頻度の低減、カラムと消耗品の寿命の延長、および信頼性の高い定量結果の達成に有効です。

表 3. ウシ食肉に対して EU およびブラジル PNCRC 規制により規定された MRL と SLE 後に各テスト対象充填剤で得られた LOQ の比較

規制対象農薬	EU による MRL	PNCRC (ブラジル) による MRL	Agilent Bond Elut C18 クリーンアップによる LOQ	Agilent Bond Elut NH2 クリーンアップによる LOQ	Agilent Captiva EMR-Lipid クリーンアップによる LOQ
アトラジン	-	-	10	50	10
ボスカリド	10	10	10	20	10
クロルプロファミ	50	-	10	-	10
クロルピリホスメチル	10	50	10	50	10
エポキシコナゾール	10	2	20	50	10
エトプロホス	10	50	20	20	10
フェンアミドン	10	-	20	50	10
フェナリモル	20	20	10	50	10
フルトリアホル	10	10	10	20	10
メトラクロール	10	-	50	50	10
メピンホス (E- および Z-)	-	10	10	-	10
ミクロブタニル	10	10	20	50	10
ヌアリモル	10	-	20	20	10
パラチオンメチル	10	-	50	50	10
ピリミカルブ	50	10	10	10	10
ピリメタニル	100	-	50	50	10
テブコナゾール	100	50	50	50	10
テトラコナゾール	50	-	10	50	10
トリアジメホン	10	-	20	50	10

参考文献

1. CODEX ALIMENTARIUS <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/roster/detail/en/c/297672/>
2. Caldas, E. D. Pesticide poisoning in Brazil. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, **2016**. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10282-9>
3. Sabarwal, A. et al. Hazardous Effects of Chemical Pesticides on Human Health-Cancer and Other associated Disorders. Environ.Toxicol. Pharmacol. **2018**, 103–114, <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.08.018>
4. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Report on the 2017 European Union Report on Pesticide Residues in food. EFSA Journal **2019**, 17(6), 5743, 152.
5. Dervilly-Pinel G. et al. Micropollutants and Chemical Residues in Organic and Conventional Meat. Food Chem. **2017**, 232, 218–228. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.013>
6. Commission Regulation (EU) 2015/603 of 13 April 2015, Official Journal of the European Union. **2015**. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0603&from=EN>
7. Commission Regulation (EU) 2016/1866 of 17 October 2016, Official Journal of the European Union. **2016**. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1866&from=EN>
8. Nguyen, T. D. et al. Rapid Determination of 95 Pesticides in Soybean Oil Using Liquid–Liquid Extraction Followed by Centrifugation, Freezing and Dispersive Solid Phase Extraction as Cleanup Steps and Gas Chromatography with Mass Spectrometric Detection. Microchemical Journal **2010**, 95(1), 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.11.009>
9. Yang, X. Agilent Captiva EMR-Lipid と LC/MS/MS による豚肉およびブタ肝臓中のホルムアミジン系農薬および代謝物の分析, Agilent Technologies application note, publication number 5994-0357JAJP, **2019**.
10. Yang, X. et al. Agilent Captiva EMR-Lipid と LC/MS/MS および GC/MS/MS による牛乳中の複数種類の残留農薬の多成分分析, Agilent Technologies application note, publication number 5994-2038JAJP, **2020**.

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンター

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。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。

DE22170147

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2022

Printed in Japan, July 14, 2022

5994-5061JAJP