

Analyse mehrkerniger aromatischer Kohlenwasserstoffe in Lebensmitteln

Durchführung einer Triple Quadrupol-GC/MS/MS mit Helium oder Wasserstoff als Trägergas

Leitfaden für die Bestellung von Verbrauchsmaterialien für den Arbeitsablauf



Mehrkernige aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) reichern sich leicht in fetthaltigen Lebensmitteln wie Fisch, Fleisch, Öl und Milch an und sind selbst in geringen Konzentrationen außerordentlich giftig.¹ Die US-amerikanische Food and Drug Administration (FDA) verlangt eine PAK-Analyse von Meeresfrüchten im niedrigen ppb-Bereich.² Die Europäische Union reguliert eine Reihe von PAK, die in Lebensmittelmatrices vorkommen, und stellt konkrete Vorgaben für verarbeitete getreidebasierte Lebensmittel und Babynahrung für Säuglinge und Kleinkinder.³

Isolierung der Analyten aus der Lebensmittelmatrix

Eine der Herausforderungen bei der Analyse von PAK in fetthaltigen Lebensmittelmatrices ist die Extraktion der Analyten aus dem extrem hohen Lipidanteil in der Matrix. Die Agilent Captiva Enhanced Matrix Removal (EMR) Lipid-Aufreinigung im Durchlauformat ist am einfachsten in der Implementierung und bei der Entfernung der Probenmatrix am effizientesten. Durch ihre selektive Wechselwirkung mit den unverzweigten Kohlenwasserstoffketten von Lipiden ist sie ideal für die Multirückstandsanalyse von fetthaltigen Lebensmittelmatrices mit unterschiedlichen Verbindungsklassen.⁴⁻⁶

Die GC/MS bietet eine hohe Selektivität und Empfindlichkeit für PAK im Spurenbereich in komplexen Matrices. Zwar gilt Helium im Allgemeinen als das beste Trägergas für die GC/MS-Analyse, aber die ständigen Engpässe haben zu einem Anstieg der Nachfrage nach der Verwendung von Wasserstoff als Trägergas geführt. Wasserstoff ist ein reaktives Gas und kann möglicherweise chemische Reaktionen im Einlass, in der Säule und mitunter auch in der MS-EI-Quelle verursachen, die Auswirkungen auf die Analyseergebnisse haben können. Mit der Agilent Hydrolnert-Ionenquelle, einer neu entwickelten Extraktor-Ionenquelle für GC/MSD, lassen sich diese Probleme umgehen und die Leistung mit H₂-Trägergas bei der GC/MS verbessern. Es wurde eine Methode mit H₂ als Trägergas im Agilent 8890 GC und 5977 GC/MSD verwendet, um niedrig konzentrierte PAK in Säuglingsmilch unter Einhaltung der EU-Verordnung für die PAK-Analyse in Lebensmitteln zu bestimmen.⁴

Zu berücksichtigende Faktoren bei der Verwendung von Wasserstoff anstelle von Helium als Trägergas

PAK sind relativ langlebige Verbindungen und können daher mit Wasserstoff als Trägergas analysiert werden, wenn die in diesen Application Notes beschriebene optimierte Methode verwendet wird und die Empfehlungen zur Vermeidung von Peak tailing beachtet werden.⁷⁻⁹







Tabelle 1. Wichtige Faktoren, die bei der Verwendung von Wasserstoff als Trägergas zu berücksichtigen sind.

| Aspekt | Beschreibung |
|---|--|
| Wasserstoffgas | Als Trägergas wird intern verfügbarer Wasserstoff mit einer Reinheit von 99,9999 % und einem niedrigen individuellen Gehalt von Wasser und Sauerstoff empfohlen. Es ist wichtig, eine zuverlässige Quelle für sauberes Wasserstoffgas zu verwenden. Zur langfristigen Verwendung empfehlen sich Generatoren zur Herstellung von Gas mit einer Reinheit von > 99,9999 % und einem niedrigen individuellen Gehalt von Wasser und Sauerstoff. Für die Verwendung mit Wasserstoffgeneratoren werden Feuchtigkeitsfilter empfohlen. Für die kurzfristige Verwendung sind Flaschen mit Wasserstoff mit einer Reinheit für Chromatographie- oder Forschungsanwendungen geeignet. |
| Gepulste splitlose Injektion | Wird verwendet, um den Transfer der PAK, insbesondere schwerer Verbindungen, vom GC-Einlass in die Säule zu maximieren. |
| Einlass-Liner | Der Agilent Universal UI Einlass-Liner mit Fritte in der Mitte sorgt für eine gute Peakform, Inertheit und Langlebigkeit bei den Bodenextrakten. Die Fritte überträgt Wärme auf die PAK und blockiert den direkten Zugang auf den Einlassboden. Wenn die PAK am Einlassboden kondensieren, ist es schwierig, sie zu verdampfen und zurück in die Säule zu spülen. |
| Säulenabmessungen | Zur Aufrechterhaltung eines optimalen Gasflusses und Einlassdrucks in der Backflush-Konfiguration werden zwei Agilent J&W DB-EUPAH-Säulen (20 m × 0,18 mm Innendurchmesser, 0,14 µm) empfohlen. |
| 8890 PSD-Modul und Backflush in der Mitte der Säulenordnung | Das Agilent 8890 GC-Pneumatikmodul ist eine pneumatische Umschaltvorrichtung (Pneumatic Switching Device, PSD), die für Backflush-Anwendungen optimiert ist und reibungslose gepulste Injektionen ermöglicht. Die Fähigkeit zur Flussumkehr wird durch die Agilent Purged Ultimate Union (PUU) ermöglicht. Die PUU ist ein eingefügtes T-Stück, in diesem Fall zwischen zwei identischen 20-m-Säulen. Während der Analyse ist ein geringer Makeup-Trägergasfluss vom 8890 PSD-Modul zur Spülung des Verbindungsstücks erforderlich. Beim Backflush muss der Makeup-Trägergasfluss vom PSD-Modul viel stärker erhöht werden, um hochsiedende Verunreinigungen aus der ersten Säule rückwärts und aus der zweiten Säule vorwärts zu spülen. |
| Hydrolnert Elektronenstoß-ionisationsquelle | Die Agilent Hydrolnert-Ionenquelle ist ein Ersatz für die Extraktor-Ionenquelle, wenn Wasserstoff als Trägergas verwendet wird. Sie besteht aus Materialien, die unerwünschte Reaktionen in der Quelle erheblich reduzieren, um die spektrale Wiedergabetreue bei der Verwendung mit Wasserstoff aufrechtzuerhalten. Wie allgemein bekannt ist, stellen PAK besondere Anforderungen an die MS-EI-Quelle, selbst mit Helium als Trägergas. ¹⁰ Mit Wasserstoff als Trägergas wird die Leistung bei der PAK-Analyse verbessert, insbesondere mit der Hydrolnert-Ionenquelle. Im Lieferumfang der Hydrolnert-Ionenquelle ist standardmäßig die 9-mm-Extraktorlinse enthalten; sie ist die beste Wahl für die PAH-Analyse ^{11,12} , da sie die beste Linearität der Kalibrierung, Präzision der Response und Peakform bietet. |
| Kollisionsgas | Als Kollisionsgas sollte bei der GC/TQ nur Stickstoff verwendet werden, wenn Wasserstoff das Trägergas ist. Das Helium-Einlass-Fitting der Kollisionszelle muss verschlossen sein. Der optimale Stickstoffgasfluss beträgt 1,5 ml/min, was sich auch in früheren Arbeiten zur PAK-Analytik mit Wasserstoff als Trägergas als optimal erwiesen hat. ⁹ |
| MS/MS | Die zusätzliche Selektivität des MRM-Modus bei der GC/TQ vereinfacht die Durchsicht der Daten von Proben mit hohem Matrixanteil im Vergleich zur GC/MS, indem Störreaktionen der Matrix reduziert oder eliminiert werden. Störreaktionen erfordern häufig die manuelle Integration von Quantifizier- oder Qualifizierungen. |

Trennung von PAK-Isomeren

Eine der Herausforderungen der PAK-Analytik ist die chromatographische Trennung von PAK-Isomeren, da diese die gleiche chemische Struktur besitzen. Massenspektrometer können wegen des identischen Molekulargewichts nicht einfach zwischen diesen Isomeren unterscheiden. Sowohl die Gruppe der EU-PAK4 als auch die größere Gruppe der EU-PAK (15+1) enthalten kritische Paare, die koeluierten und mit GC-Massenspektrometern schwierig aufzulösen sind. Die Auswahl der richtigen GC-Säule für mehrkernige aromatische Kohlenwasserstoffe hängt von der Zielsetzung der Analyse ab. Tabelle 2 zeigt, wie gut die empfohlenen Säulen die kritischen, für Lebensmittel reglementierten PAK sowie häufige Verunreinigungen auflösen.

Tabelle 2. Kritische PAK, für die Obergrenzen bestehen: SCF (PAH15+1), JECFA (PAH13), CONTAM (PAH8).

| Analyt | DB-EUPAH ^{*,13-15} | Select PAH ^{*,16-17} | DB-5ms UI ^{*,16} |
|------------------------------------|---|---|--|
| Benzo[a]anthracen | x | x | x |
| Cyclopenta[c,d]pyren | x | x | x |
| Triphenylen (Verunreinigung) | | x | |
| Chrysen | koeluierten | x | koeluierten |
| Benzo[b]fluoranthen | x | x | |
| Benzo[j]fluoranthen | x | x | koeluierten |
| Benzo[k]fluoranthen | x | x | x |
| Benzo[a]pyren | x | x | x |
| Indeno[1,2,3-c,d]pyren | x | x | x |
| Dibenzo[a,h]anthracen | x | x | x |
| Benzo[g,h,i]perylen | x | x | x |
| Dibenzo[a,e]pyren | x | x | x |
| Coronen (Verunreinigung) | x | x | x |
| Dibenzo[a,h]pyren | x | x | x |
| Dibenzo[a,i]pyren | x | x | x |
| Dibenzo[a,l]pyren | x | x | x |
| 5-Methylchrysen | x | x | x |
| Benzo[c]fluoren | x | x | x |
| Gesamtanalysendauer | <28 min¹⁶ | <45 min¹⁷ | <22 min¹⁶ |
| Maximale Betriebstemperatur | 320 bis 340 °C | 325 bis 350 °C | 325 bis 350 °C |
| Vorteile | Höchste PAK-Spezifität  | Höchste PAK-Spezifität  | Vielseitigkeit  |
| | Kostengünstig  | Produktivität  | Produktivität  |
| Auswahlkriterien | <ul style="list-style-type: none"> – Beste Wahl, wenn die Auflösung von Triphenylen und Chrysen nicht entscheidend ist | <ul style="list-style-type: none"> – Genaue Quantifizierung aller 16 PAK nach EPA – Einzigartige Selektivität löst alle Isomere auf – Einzige Säule, die Chrysen und Triphenylen trennt, falls vorhanden | <ul style="list-style-type: none"> – Kostengünstige Wahl – Hervorragend für die meisten EPA-Methoden, bei denen weniger PAK-Isomere analysiert werden müssen |

*x = komplette Basislinientrennung

Diskriminierung nach Molekulargewicht

Die Diskriminierung nach Molekulargewicht ist eine weitere Herausforderung, die auftreten kann, wenn

- a. die Temperatur des Injektionsports zu niedrig eingestellt wird (<300 °C) und eine unvollständige Probenverdampfung im Einlass auftritt oder
- b. die Haltezeit der splitlosen Injektion nicht darauf optimiert wird, einen effektiven Transfer der gesamten Probe auf den Kopf der analytischen Säule zu gewährleisten, oder
- c. der falsche Einlass-Liner ausgewählt wird. In den chromatographischen Ergebnissen lässt sich dann eine geringere Response der PAK mit höherem Molekulargewicht beobachten.

Empfehlungen zur Umgehung der Diskriminierung beim molekularen Gewicht und andere Best Practices zur Optimierung der PAK-Analytik mittels GC/MS oder GC/MS/MS:^{10,18}

- Injektionsvolumen: 1 bis 2 µl
- Einlass, Temperatur der MS-Quelle und Transferleitungstemperatur: 320 °C. Temperaturen unter 300 °C führen zu einem PAK-Tailing. Beheizte Bereiche isoliert und heiß halten, um das Potential für Kältepunkte im System und damit einhergehenden Signalverlust zu reduzieren.
- Spülzeit: 45 bis 90 Sekunden splitlos.
- Splitless-Liner, 4 mm, mit Fritte in der Mitte oder Glaswolle. Die Fritte bzw. die Glaswolle im Liner überträgt Wärme auf die PAK und blockiert den direkten Zugang auf den Einlassboden. Wenn die PAK am Einlassboden kondensieren, ist es schwierig, sie zu verdampfen und zurück in die Säule zu spülen. Glasfritte-Liner sind eine hervorragende Alternative zu Glaswolle, da sie das Risiko eines Bruchs der Glaswolle oder einer Bewegung des Liners eliminieren.
- Gepulste splitlose Injektion bei 20 bis 50 psi für 0,9 min, um hochsiedende PAK auf die Säule zu transferieren. „Cold Trapping“ auf der flüssigen Phase wird oft für höhermolekulare, höhersiedende Analyten wie beispielsweise PAK bei Splitless/PTV/MMI-Injektionen angewendet. Eine anfängliche Ofentemperatur von 75 °C liefert gewöhnlich gute Peakformen für viele Lösemittel der Proben.
- Verwendung von hocheffizienten GC-Säulen mit 0,15/0,18 mm ID für kürzere Analysendauern ohne Verlust bei der Auflösung.
- Minimierung der Verweilzeit im Einlass (und im System) durch höhere Flussraten durch die Säule ohne Beeinträchtigung der MS-Detektorempfindlichkeit. Durchführung der Analyse mit konstantem Fluss.
0,15 mm: 1,2 ml/min He
0,18 und 0,25 mm: 1,2 bis 1,4 ml/min He
Hinweis: Obwohl GC-Säulen mit 0,18 mm und 0,25 mm ID mit höheren Flussraten umgehen können, führen diese zu einer schlechteren MS-Empfindlichkeit. Eine Flussrate von mehr als 1,5 ml/min wird bei Verwendung der HES-Quelle nicht empfohlen.
- Verwendung von Retention-Gaps und/oder Rückspülung zur Vermeidung von Probenübertrag, Reduzierung der Wartung und Verkürzung der Analysenzykluszeiten.
- Verwendung einer selbstreinigenden Agilent JetClean-Ionenquelle, um die Notwendigkeit der manuellen Ionenquellenreinigung erheblich zu reduzieren, insbesondere bei Proben mit hohem Matrixanteil. Es wurde gezeigt, dass eine kontinuierliche Reinigung der Quelle mit Wasserstoff (0,33 ml/min) die Linearität der Kalibrierung und die Präzision der Response für die PAK-Analytik langfristig erheblich verbessert.
- Eine 9-mm-Extraktorlinse minimiert die für die Ablagerung von PAK zur Verfügung stehenden Oberflächen. Sie ist als Standardlinse im Lieferumfang der HydroInert-Ionenquelle enthalten und für die Verwendung mit Wasserstoff optimiert. Es handelt sich dabei um die beste Wahl für die PAK-Analyse, da sie die beste Linearität der Kalibrierung, Präzision der Response und Peakform bietet.
- PAK-Standards vor der Verdünnung oder der Zubereitung von Kalibrierungsmischungen auf Raumtemperatur erwärmen lassen, da PAK mit höherem Molekulargewicht bei gekühlter Lagerung ausfallen können.

Literatur

1. Honda, M., Suzuki, N., Toxicities of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Aquatic Animals, *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, 17(4), 1363
2. U.S. Food and Drug Administration, 2010, accessed July 2020, [Protocol for Interpretation and Use of Sensory Testing and Analytical Chemistry Results for Re-opening Oil-Impacted Areas closed to Seafood Harvesting due to the Deepwater Horizon Oil Spill](#).
3. Europäische Kommission, Verordnung (EU) Nr. 835/2011 der Kommission vom 19. August **2011** zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln, *Amtsblatt der Europäischen Union*, L 215/4, Rev 08.2011.
4. Extraction and Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Infant Formula Using Agilent Captiva Emr-Lipid Cartridges by GC/MS with Hydrogen Carrier Gas, [5994-5560EN](#)
5. Determination of 19 Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Compounds in Salmon & Beef Using Captiva EMR-Lipid Cleanup by GC/MS/MS, [5994-0553EN](#)
6. Determination of 14 Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Compounds in Edible Oil, [5994-1483EN](#)
7. Analysis of PAHs Using GC/MS with Hydrogen Carrier Gas and the Agilent Hydrolnert Source, [5994-5711EN](#)
8. GC/MS/MS Analysis of PAHs with Hydrogen Carrier Gas Using the Agilent Hydrolnert Source in a Challenging Soil Matrix, [5994-5776EN](#)
9. Optimized PAH Analysis Using Triple Quadrupole GC/MS with Hydrogen Carrier, [5994-2192EN](#)
10. Optimized GC/MS/MS Analysis for PAHs in Challenging Matrices Using the Agilent 8890/7000D Triple Quadrupole GC/MS with Jet Clean and Midcolumn Backflush, [5994-0498EN](#)
11. Anderson, K. A. *et al.* Modified Ion Source Triple Quadrupole Mass Spectrometer Gas Chromatograph for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *J. Chromatog. A* **2015**, 1419, 89–98. DOI: 10.1016/j.chroma.2015.09.054
12. Quimby, B. D. *et al.* In-Situ Conditioning in Mass Spectrometer Systems. *US* 8,378,293, **2013**.
13. Increased Reproducibility in the Analysis of EU and EPA PAHs with the Agilent J&W Select PAH GC Column and Agilent Intuvo 9000 GC System, [5994-0877EN](#)
14. GC/MS Analysis of European Union (EU) Priority Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Using an Agilent J&W DB-EUPAH GC Column with a Column Performance Comparison, [5990-4883EN](#)
15. Analysis of European Union Polyaromatic Hydrocarbons (EUPAH) with Agilent 8890GC, [5994-0485EN](#)
16. PAH Analysis with High Efficiency GC Columns: Column Selection and Best Practices, [5990-5872EN](#)
17. Separation of 54 PAHs on an Agilent J&W Select PAH GC Column, [SI-02232](#)
18. Optimized GC/MS Analysis for PAHs in Challenging Matrices Using the 5977 Series GC/MSD with JetClean and Midcolumn Backflush, [5994-0499EN](#)

Informationen für eine einfache Auswahl und Bestellung

Zur Bestellung der in den folgenden Tabellen zusammengefassten Artikel im Agilent Online Store nehmen Sie die gewünschten Artikel in Ihre Liste „Produktfavoriten“ auf. Klicken Sie dazu auf die MeineListe-#-Links in den Überschriften. Dann geben Sie die gewünschte Menge ein, wählen die Option „In den Warenkorb“ und gehen zur Kasse. Ihre Liste bleibt unter „Produktfavoriten“ für Sie zur Verwendung bei künftigen Bestellungen erhalten.

Wenn Sie „Produktfavoriten“ zum ersten Mal benutzen, werden Sie zur Eingabe Ihrer E-Mail-Adresse aufgefordert, um das Kundenkonto zu bestätigen. Wenn Sie bereits über ein Agilent Konto verfügen, können Sie sich einfach anmelden. Andernfalls müssen Sie sich registrieren, damit ein Konto angelegt werden kann. Diese Funktion ist nur in Regionen verfügbar, in denen E-Commerce möglich ist. Alle Artikel können auch über die üblichen Verkaufs- und Vertriebskanäle bestellt werden.

MeineListe von Produkten für die Probenvorbereitung

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|--|-----------|
| Lachs, Rindfleisch, Säuglingsnahrung | |
| QuEChERS-Extraktionssalzmischungen, Originalmethode (10-g-Proben), keine Zentrifugenröhrchen, 50 St. | 5982-6550 |
| Captiva EMR-Lipid, 3 ml-Kartuschen, mit 300 mg Sorbensmasse, 100 St. | 5190-1003 |
| Oliven-, Traubenkern-, Avocado- und Mandelöl | |
| Captiva EMR-Lipid, 6 ml-Kartuschen, mit 600 mg Sorbensmasse, 100 St. | 5190-1004 |
| Bond Elut Jr PSA, 500 mg | 12162042B |
| Verbrauchsmaterialien für Probenvorbereitung | |
| Keramik-Homogenisatoren für 15-ml-Röhrchen, 100 St. | 5982-9312 |
| Zentrifugenröhrchen mit Deckel, Polypropylen, 15 ml, 25 St. | 5610-2039 |
| Zentrifugenröhrchen mit Deckel, Polypropylen, 50 ml, 25 St. | 5610-2049 |
| Überdruckverteiler-Prozessor 48 (PPM-48)* | 5191-4101 |
| Sammelrack, 16 x 100 mm Röhrchen, für PPM-48* | 5191-4108 |
| Sammelrack, 12 x 32 mm Fläschchen für automatische Probengeber, für PPM-48* | 5191-4109 |
| Kartuschen-Rack für Festphasenextraktion, 3 ml, für PPM-48* | 5191-4103 |
| Kartuschen-Rack für Festphasenextraktion, 6 ml, für PPM-48* | 5191-4104 |

*Einmalige Anschaffung.

MeineListe von Standards**

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|---|-------------|
| Agilent PAK-Kalibrierungsproben-Kit für Analyser | G3440-85009 |
| Mischung mit deuterierten internen PAK-Standards, interne Standards | 5191-4509 |

**Für benutzerdefinierte Standards beachten Sie bitte www.agilent.com/chem/standards.



MeineListe von GC-Säulen

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|---|------------|
| Agilent J&W DB-EUPAH, 20 m x 0,18 mm x 0,14 µm (2 St., wird bei Verwendung von Wasserstoff als Trägergas empfohlen) | 121-9627 |
| Agilent J&W Select PAH, 30 m x 0,25 mm, 0,15 µm | CP7462 |
| Agilent J&W Select PAH, 15 m x 0,15 mm, 0,10 µm | CP7461 |
| Agilent J&W DB-5ms UI 20 m x 0,18 mm, 0,18 µm | 121-5522UI |
| Inerte Fused Silica-Kapillare, 5 m, 0,15 mm | 160-7625-5 |



MeineListe zur Hydrolnert-Ionenquelle für den Wechsel auf H₂ als Trägergas

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|---|-------------|
| Komplette Hydrolnert-Quelleneinheit für 5977 | G7078-67930 |
| Komplette Hydrolnert-Quelleneinheit für 7000 TQ | G7006-67930 |
| Hydrolnert GC/MSD-Upgrade, enthält die erforderlichen Teile für das Upgrade einer vorhandenen 5977A/B/C Inert Plus Quelle | 5505-0083 |
| Hydrolnert GC/TQ-Upgrade, enthält die erforderlichen Teile für das Upgrade einer vorhandenen 7000C/D/E Inert Plus Quelle | 5505-0084 |
| Installationskit für Gaschromatographen, Edelstahl, enthält 1/8" Edelstahlkapillare, Fittings, große Universalfalle mit Edelstahl-Fittings und Werkzeugsatz | 19199S |



MeineListe von GC-Verbrauchsmaterial

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|---|-------------|
| Agilent Einlass-Liner, Ultra Inert, Split, geringer Druckabfall, Glaswolle (für Wasserstoffgas empfohlen) | 5190-2295 |
| Agilent Einlass-Liner, Ultra Inert, einseitig konischer Splitless-Liner, Glaswolle | 5190-2293 |
| Advanced Green Septum, nicht klebend, 11 mm, 50 St. | 5183-4759 |
| GC-Einlassdichtung, vergoldet mit Unterlegscheibe, Ultra Inert, 1 St. | 5190-6144 |
| Purged Ultimate Union-Einheit | G3186-80580 |
| CFT Ferrule Flex Gold, flexible Metall-Ferrule, vergoldet, 0,4 mm ID, für Fused Silica-Kapillare mit 0,1 bis 0,25 mm ID | G2855-28501 |
| Spritze für automatischen Flüssigprobengeber, 10 µl, feste Nadel, 23-26/42/Konus, Kolben mit PTFE-Spitze | G4513-80203 |
| Ferrule, 0,4 mm ID, 15 % Graphit/85 % Vespel, für Säulen mit 0,1 bis 0,25 mm, 10 St. | 5181-3323 |
| Selbstsichernde Säulenmutter, mit Schraubfixierung, Einlass | G3440-81011 |
| Selbstsichernde Säulenmutter, mit Schraubfixierung, MSD | G3440-81013 |



MeineListe von MS-Verbrauchsmaterial

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|---|-------------|
| EI-Filament (für 7000A/B/C/D, 5977B Inert Plus, 5977A Extraktor, inert oder Edelstahl und 5975 Systeme) | G7005-60061 |
| HES-Filament für 7010 Triple Quadrupol GC/MS | G7002-60001 |
| Drawout-Platte, 9 mm, inert | G3440-20022 |
| Drawout-Platte, 9 mm, Extraktor-Ionenquelle* (für Helium-Trägergas) | G3870-20449 |



*G3870-20449 enthält eine 3-mm-Drawout-Platte. Für PAK-Applikationen durch die 9-mm-Drawout-Platte, Best.-Nr. G3440-20022, ersetzen.

MeineListe von Gas Clean Filtern

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|--|-----------|
| Gas Clean Trägergas-Kit für Agilent 8890 und 8860 GC-Systeme | CP179880 |
| Gas Clean Ersatzkartusche für Trägergas-Gasreiniger | CP17973 |
| Gas Clean Filter-Kit für Intuvo | CP17995 |



MeineListe von Probenbehältern

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|--|-----------|
| A-Line Schraubverschluss-Probenflasche, 2 ml, braun mit Beschriftungsfeld, 100 St. Probenflaschengröße: 12 x 32 mm (12mm-Deckel) | 5190-9590 |
| Deckel, Schraubverschluss, blau, Septa aus PTFE/rotem Silikon, 100 St. Deckelgröße: 12 mm | 5182-0717 |



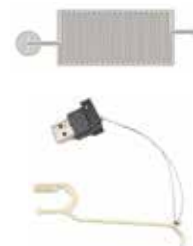
MeineListe von Intuvo GC-Säulen

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|--|----------------|
| Agilent J&W DB-EUPAH Intuvo, 20 m x 0,18 mm, 0,14 µm | 121-9627-INT |
| Agilent DB-UI8270D Intuvo, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm | 122-9732-INT |
| Agilent DB-UI8270D Intuvo, 20 m x 0,18 mm, 0,36 µm | 121-9723-INT |
| Agilent J&W Select PAH Intuvo, 30 m x 0,25 mm, 0,15 µm | CP7462-INT |
| Agilent J&W Select PAH Intuvo, 15 m x 0,15 mm, 0,10 µm | CP7461-INT |
| Agilent J&W DB-5ms UI Intuvo, 20 m x 0,18 mm, 0,18 µm | 121-5522UI-INT |



MeineListe von Intuvo GC-Verbrauchsmaterialien

| Beschreibung | Best.-Nr. |
|--|-------------|
| Guard-Chip, Intuvo, Split/Splitless | G4587-60565 |
| Intuvo Einlass-Chip | G4581-60031 |
| Flow-Chip, Intuvo, D2-MS | G4581-60033 |
| Flow-Chip, Intuvo, vormontiertes HES MS-Ende | G4590-60109 |
| Polyimidichtung für Einlass/MSD (Intuvo) | 5190-9072 |



Agilent bietet auch Standards für EPA-PAK mit 500 µg/ml und EU-PAK (15+1) mit 250 µg/ml und alle GC-Verbrauchsmaterialien an, die Sie für die zuverlässige und reproduzierbare PAK-Analytik in Lebensmittelmatrices, auch im Spurenbereich, benötigen.

Agilent CrossLab: Echte Erkenntnisse, echte Ergebnisse

Agilent CrossLab geht über die Geräte hinaus und bietet Ihnen Services, Verbrauchsmaterialien und laborweites Ressourcenmanagement. Damit kann Ihr Labor die Effizienz steigern, den Betrieb optimieren, die Betriebszeit der Geräte erhöhen, die Anwenderfähigkeiten verbessern und mehr.

Erfahren Sie mehr über Agilent CrossLab und sehen Sie sich an, wie Erkenntnisse zu optimalen Ergebnissen führen: www.agilent.com/crosslab

Weitere Agilent Bestellinformationen für Verbrauchsmaterialien für den Arbeitsablauf finden Sie hier:

www.agilent.com/chem/ordering-guides

Deutschland

0800-603 1000

CustomerCare_Germany@agilent.com

Europa

info_agilent@agilent.com

Asien und Pazifik

inquiry_lsca@agilent.com