



Ásványolaj-eredetű szénhidrogén szennyezők az élelmiszerekben (MOSH, MOAH) – szennyezőforrások, ajánlott határértékek és analitikai kihívások

Balázs Gábor

Hungalimentaria, 2025.04.02



Miért aktuális?

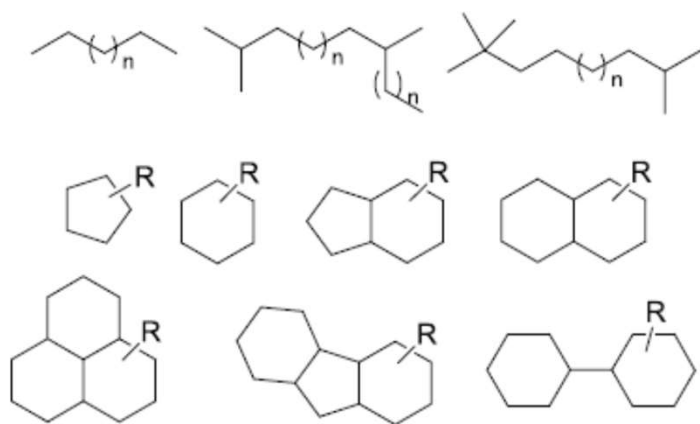


- Növekvő számú RASFF jelzések (rizs – leginkább EU-n kívüli forrásból, egyéb gabonafélék és termékeik, növényi olajok) és növekvő nemzeti riasztások (chips)
- Várható új szabályozás - a MOAH javasolt maximális szintjei előkészítés alatt vannak az Unió reguláció szintjén is
- Mindeközben nem tisztázott analitikai kérdések sora – a laborok közötti összemérések során jelentős eltérés tapasztalható a különböző analitikai laboratóriumok között, gyakori koelúció miatt különböző tisztítási és értékelési nehézségek, eltérő megközelítések, költséges megoldások

- **MOSH: Mineral Oil Saturated Hydrocarbons**, 65-85% (Ásványolaj-eredetű telített szénhidrogének): egyenes- és elágazó láncú alkánok, naftének;
- **MOAH: Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons**, 15-35% (Ásványolaj-eredetű aromás szénhidrogének): általában 1-4 aromás gyűrűt tartalmazó vegyületek;
(együttesen **MOH**)
- **POSH: Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons** (Poliolefinek oligomerei, telített szénhidrogének): polietilénből vagy polipropilénből származnak;
- **POA: Poly Alpha Olefins** (Poli-alfa-olefinek, szintén telítettek): képlékenyebb műanyagok (fóliák, zacskók), kenőanyagok

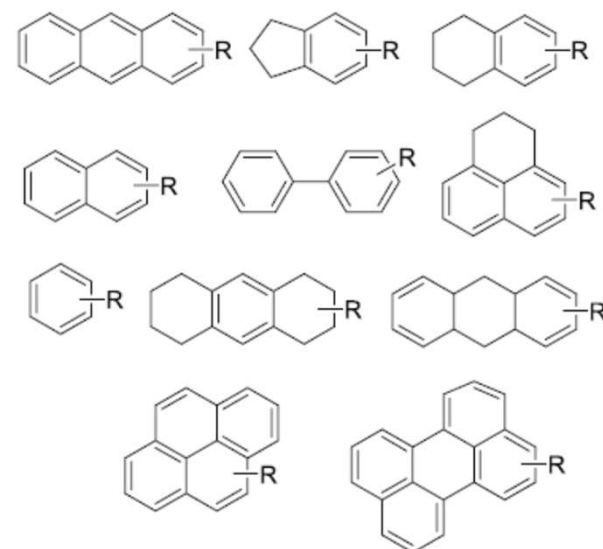
Ásványolaj-eredetű szénhidrogén szennyezők

MOSH



- Heveny orális toxicitásuk alacsony
- Alacsony dózisú, idült kitettség a jellemző
- *Felhalmozódik az emberi szervezetben*
- *Karcinogén hatásuk nem bizonyított*

MOAH



- Heveny orális toxicitásuk alacsony
- Alacsony dózisú, idült kitettség a jellemző
- *Nem raktározódnak, metabolizálódnak*
- *Karcinogén, mutagén hatás*

Honnan kerülnek az élelmiszerekbe a MOH-ok?

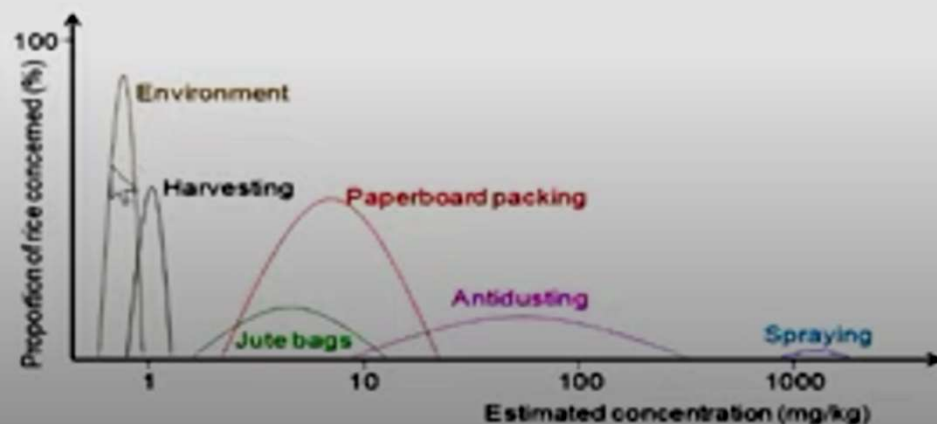
- **Környezeti források** betakarítás és szállítás során
 - mezőgazdasági járművek - olajok, üzemanyag, kipufogó gázok, és egyéb környezeti szennyezők mint kátrány, vagy autógumi és egyéb hulladék
- **Feldolgozás közbeni szennyeződés** (élelmiszeripari berendezések)
 - gépi olajok és zsírok, különböző például odatapadást akadályozó kenőanyagok
- **Migráció élelmiszerrel érintkező anyagból**
 - jutazsákokból, újrahasznosított papírcsomagolásból, ragasztóanyagokból, festékekből



Honnan kerülnek az élelmiszerekbe a MOH-ok?



The rice example



permission of an authoris

Háttértörténet (EFSA, EC, JRC)



- 2008: nagyobb mennyiségben érkezik MOH-al szennyezett naprafogóolaj az EU-ba. Ezután sürgős kérés érkezik a Bizottsághoz ennek kivizsgálására, de azt valószínűsítve, hogy a szennyezés csak telített szénhidrogéneket jelent, az EFSA első állásfoglalása szerint ez nem jelentett igazán magas veszélyt.
- Nem sokkal később Biedermann és Grob (2009) azt találta, hogy a MOH szennyezéseknek 14-37%-a aromás (MOAH) a napraforgóolajban.
- 2010: a Bizottság utasította az EFSA-t egy teljes körű kockázatbecslési tanulmány elkészítésére.
- 2012-ben megjelent ez a tanulmány, jelenleg ennek a 2023-ban frissített verziója megtalálható: (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/8215>)
- 2014-2015: az ISO 17780:2015 szabvány laboratóriumközi validálása és publikálása megtörténik: „Állati és növényi zsírok és olajok – Alifás szénhidrogének meghatározása növényi anyagokban”.
- 2019: JRC technikai jelentése megjelenik: „Útmutató a mintavételhez, elemzéshez és adatszolgáltatáshoz ásványolaj-szénhidrogének megfigyelése élelmiszerekben és élelmiszerekkel érintkező anyagokban”.
- Tekintettel a MOAH különböző élelmiszerekben tapasztalt elfordulására a tagállamok közös végrehajtásban állapodnak meg 2021 júniusában csecsemőknek és kisgyermekeknek szánt tápszerek, 2022 áprilisában pedig az összes többi élelmiszerre vonatkoztatva.

2023 végén az EU Bizottság benyújtotta az első rendelettervezetet az ásványolaj aromás szénhidrogének (MOAH) maximális határértékeinek meghatározásáról. A cél az, hogy ezeket a maximális értékeket beépítsék az (EU) 2023/915 számú európai szennyezőanyag-rendeletbe. Jelenleg is folynak a megbeszélések arról, hogy a 231/2012/EU rendeletben rögzítsék a MOAH maximális szintjét az élelmiszer-adalékanyagokra vonatkozó előírásokban.

A MOAH *javasolt* felső határértékei:

≤ 4 % zsír/olaj zsírtartalmú termékek: 0,5 mg/kg

> 4 % zsír/olaj és ≤ 50 % zsír/olaj zsírtartalmú termékek: 1,0 mg/kg

> 50 % zsír/olaj zsírtartalmú termékek: 2,0 mg/kg

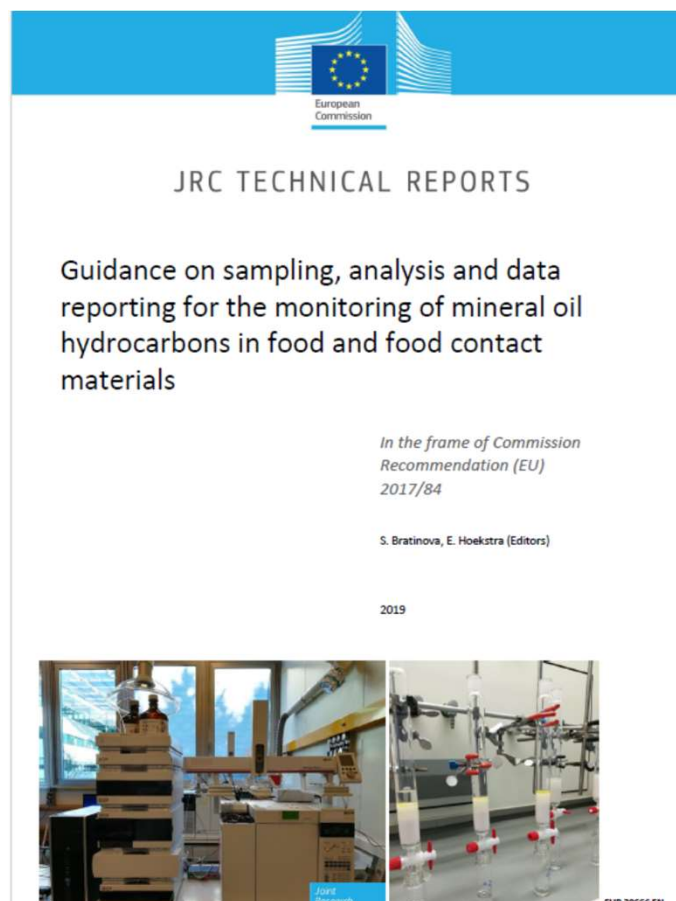
Jelenleg vita tárgyát képezi egy differenciáltabb megközelítés a MOAH (C10-C50) specifikus felső határértékeivel különböző mintamátrixokra lebontva.

MOAH

- A Növények, Állatok, Élelmiszerek és Takarmányok Állandó Bizottsága (SC PAFF-bizottság, EU): kimutatható MOAH-migrálás a csomagolásból MOAH esetén nem lehet megengedett a toxikológiai adatok alapján.
- Ajánlás specifikus MOAH-migrációra újrahasznosított papírok esetén: 0,5 mg/kg (German Mineral Oil Ordinance)

MOSH

- BfR (Német Szövetségi Kockázatértékelési Intézet) irányadó értéke: C10-től C16-ig terjedő szénlánc hosszúságú MOSH esetén 12 milligramm/kilogramm élelmiszer, C16 és C20 közötti MOSH esetén legfeljebb 4 milligramm élelmiszer kilogrammonként.
- Továbbá az EFSA 2022-ben 5 milligramm/kilogramm fajlagos kioldódási határértéket javasolt élelmiszerekkel érintkező műanyagok esetén



- MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 16995, Élelmiszerek. Növényi olajok és növényiolaj-alapú élelmiszerek. Az ásványolaj-eredetű telített szénhidrogének (MOSH) és aromás szénhidrogének (MOAH) meghatározása online HPLC-GC-FID vizsgálattal
- MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 14338 Élelmiszerekkel érintkezésbe kerülő papír és karton. Papírból és kartonból eredő migráció meghatározásának feltételei módosított poli(fenilén-oxid) (MPPO)-ot modellanyagként használva
- JRC Technical reports: Guidance on sampling, analysis and data reporting for the monitoring of mineral oil hydrocarbons in food and food contact materials, 2009

CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY - © Eurofins Scientific (Ireland) Ltd [2025]. All rights reserved. Any use of this material without the specific permission of an authorised representative of Eurofins Scientific (Ireland) Ltd is strictly prohibited.

MOSH MOAH - analitika



- A MOSH- és MOAH-frakciókat alapvetően HPLC-GC-FID rendszerrel határozzuk meg.
- A mintában lévő MOSH- és MOAH-frakciókat szilikagéllal töltött oszlopon n-hexán-diklórmétán gradienst használva elválasztjuk, és arra alkalmas interfész segítségével mindegyik frakcióból a GC-be juttatunk.
- A mintában lévő trigliceridek a HPLC-oszlopon maradnak. A GC-re juttatott frakciókból az oldószer-gőzöket még az analitikai oszlop előtt elvezetjük.



CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY - © Eurofins Scientific (Ireland) Ltd [2025]. All rights reserved. Any use of this m

Title: Presentation title Document Name: PowerPoint template (16-9) MASTER EDR: N/A Document owner: Conor O

LC retenció és HPLC-GC interfész

A megadott retenciósidők a rendszertől és a vizsgálatához használt oszlopoktól függően változhatnak.

Jelmagyarázat:

X idő, percben

Y1, Y2 abundancia

1 MOSH

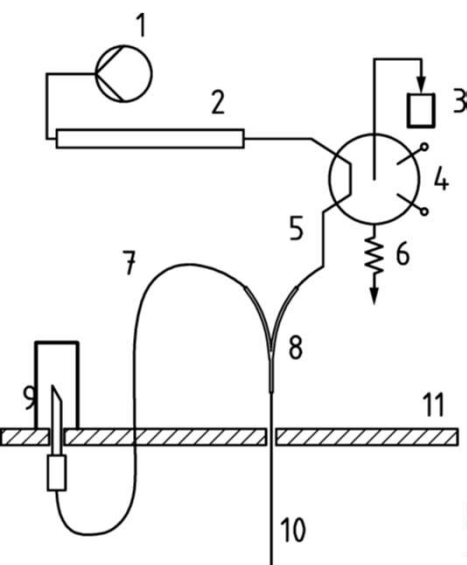
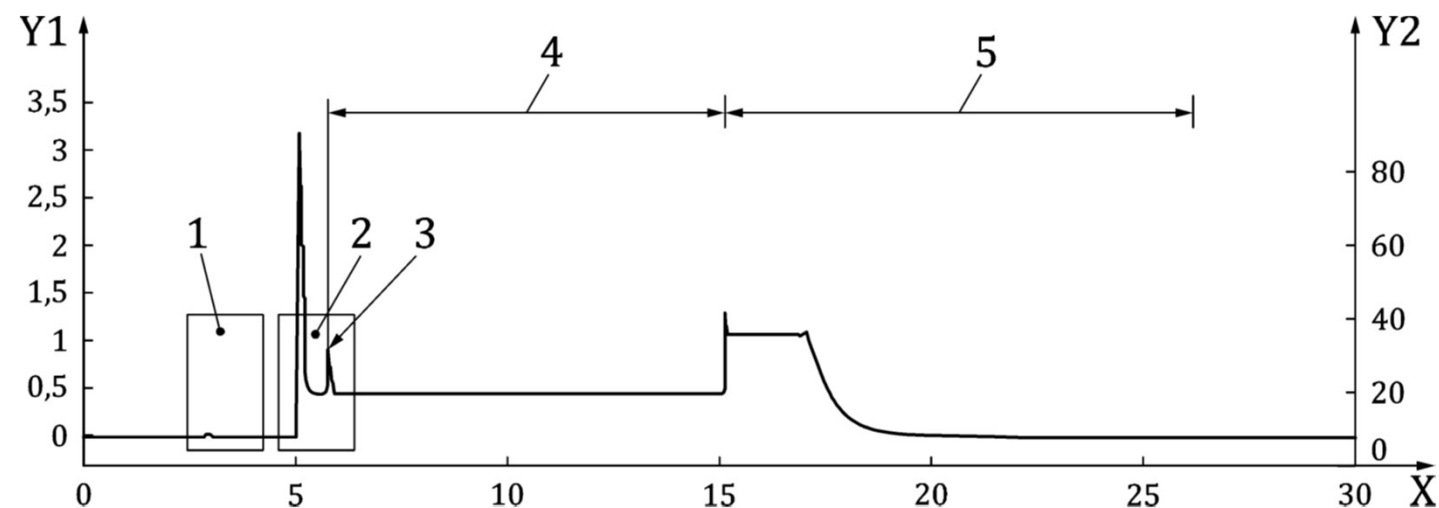
2 MOAH

3 perilén

4 ellenáramú öblítés (injektálás után 7,2 perccel)

5 újrakondicionálás

1. ábra: HPLC-UV kromatogram



Jelmagyarázat:

1 HPLC-pumpa

2 HPLC-oszlop

3 HPLC-elfolyó

4 összekötő szelep

5 összekötő vezeték (transfer line)

6 az összekötő vezeték (transfer line) ellenáramú öblítése

7 vivőgáz

8 Y-elem

9 injektor

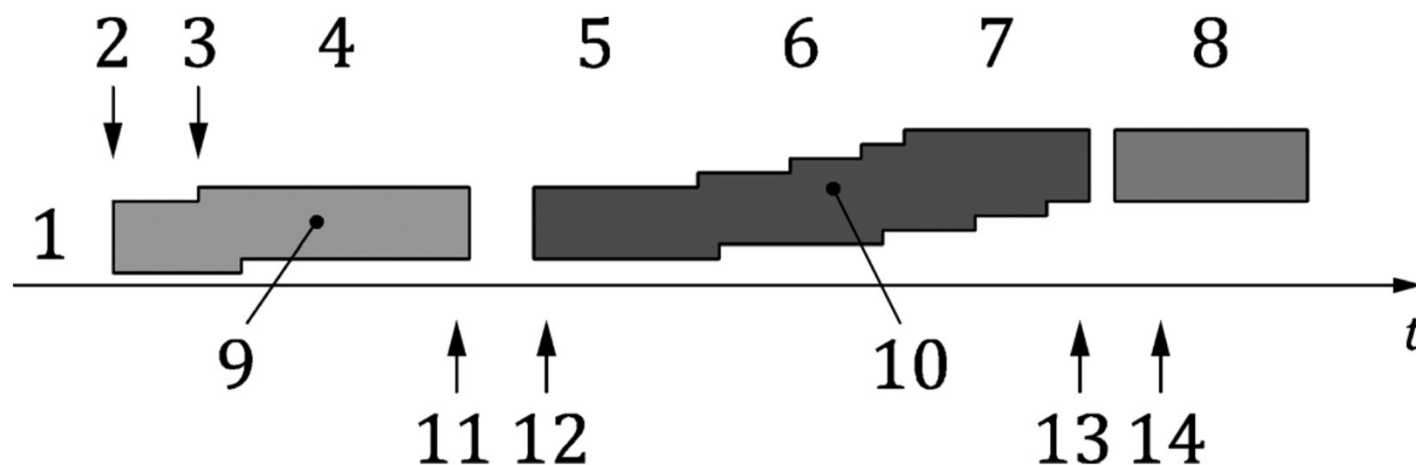
10 az előtétoszlop bemenete

11 GC-oszloptér

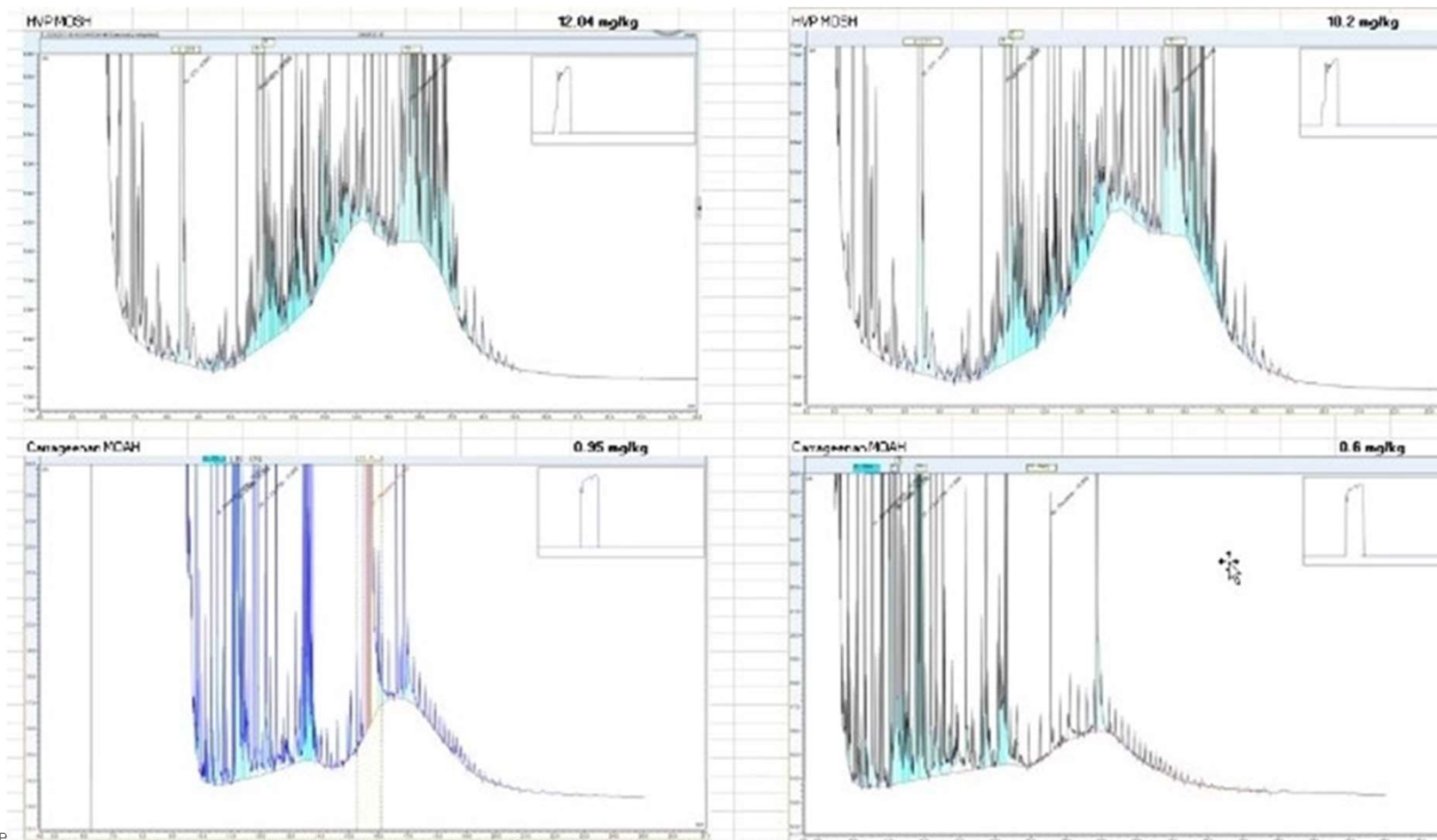
MOSH MOAH - elúciós sorrend, GC

A MOSH- és MOAH-vegyületek (felső rész), valamint a frakcióablak megállapításához és ellenőrzéséhez használt ellenőrző standardok (alsó rész) elúciós sorrendje

- 1 Injektálás
- 2 Nagy tömegű paraffinok
- 3 Kis tömegű paraffinok
- 4 Naftének
- 5 Alkilezett benzolok
- 6 Erősen alkilezett poliaromások
- 7 Kevésbé alkilezett poliaromások
- 8 Telített viaszészterek
- 9 MOSH
- 10 MOAH
- 11 Kolesztán
- 12 Tri-terc-butilbenzol
- 13 Perilén
- 14 Viaszészterek
- t Retenciós idő



MOSH MOAH – jellemző kromatogramok



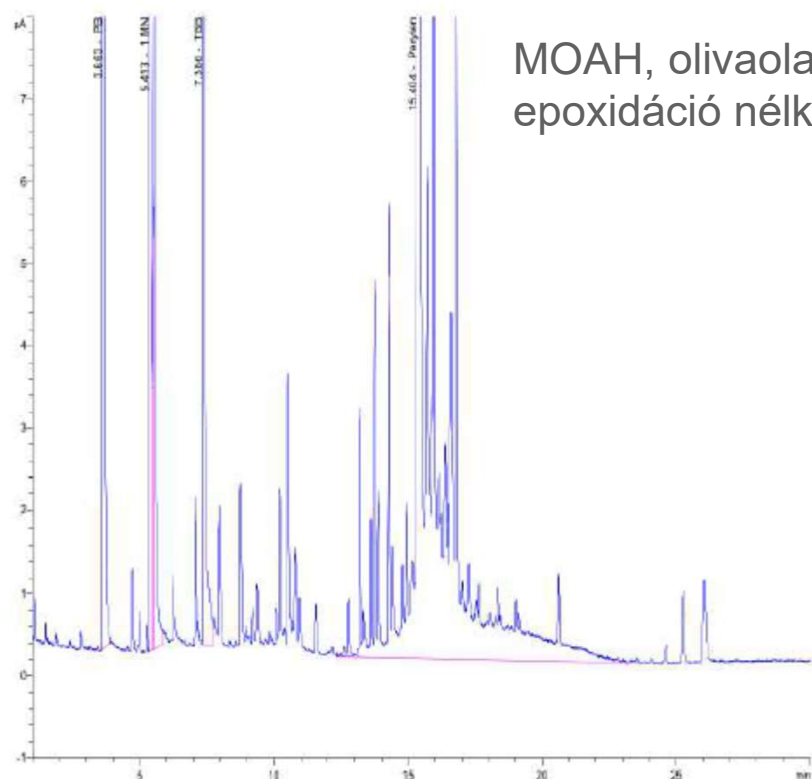
CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY. This document contains confidential information and is intended for use only by the individuals named herein. It is not to be distributed outside the organization. Any unauthorized disclosure or use of this information is strictly prohibited.

Mátrix függően szükséges tisztítási lépések

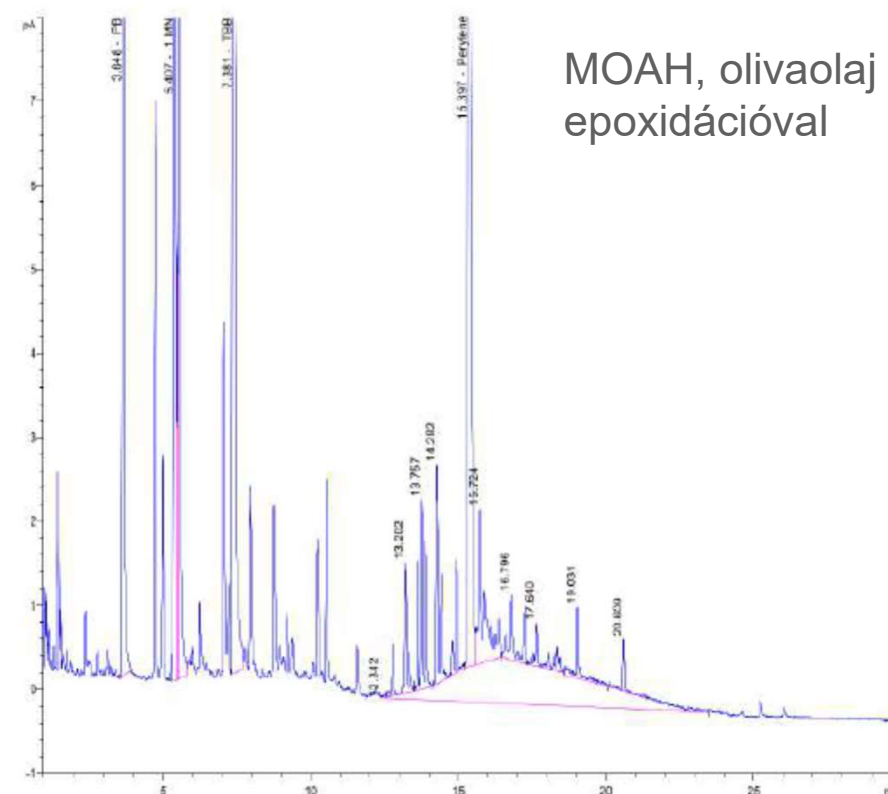


- MOSH, Alox
 - Egyes növényi olajok olyan mennyiségben tartalmaznak páratlan szénatomszámú n-alkánokat a C21–C33 szénatomszámú tartományban, amely a MOSH-frakció kromatogramját komolyan túlterheli
 - Az aktivált alumínium-oxid erősen visszatartja a hosszú szénláncú n-alkánokat. Ellenben a szennyező ásványolajok szinte kizárólag elágazó és ciklusos komponensekből állnak, amelyeket az alumínium-oxid nem tart vissza. Következésképpen, az aktivált alumínium-oxid használata lehetővé teszi a növényi paraffinok eltávolítását.
- MOSH, MOAH, Epox:
 - Az epoxidálás az olyan olefinek, mint a szkvalén, eltávolításához járul hozzá, amelyek a MOAH-frakcióban eluálódnak és zavarják a mennyiségi meghatározást (pl. olívaolajban, pálmaolajban).
 - Az epoxidálás bizonyos, a MOSH-frakcióval együtt eluálódó olefineket is eltávolítja, ezért az epoxidálás a MOSH-frakció tisztítási lépéseként is alkalmazható. Az epoxidálási lépés a legjobb kompromisszum az olefinek eltávolítására, még akkor is, ha nem teljesen kvantitatív és a hatékonysága függhet a mintától. A mintától függően, ez a reakció előidézheti a MOAH egy részének az epoxidálódását vagy a zavaró olefinek nem tökéletes eltávolítását.

Mátrix függően szükséges tisztítási lépések



MOAH, olivabaja
epoxidáció nélkül

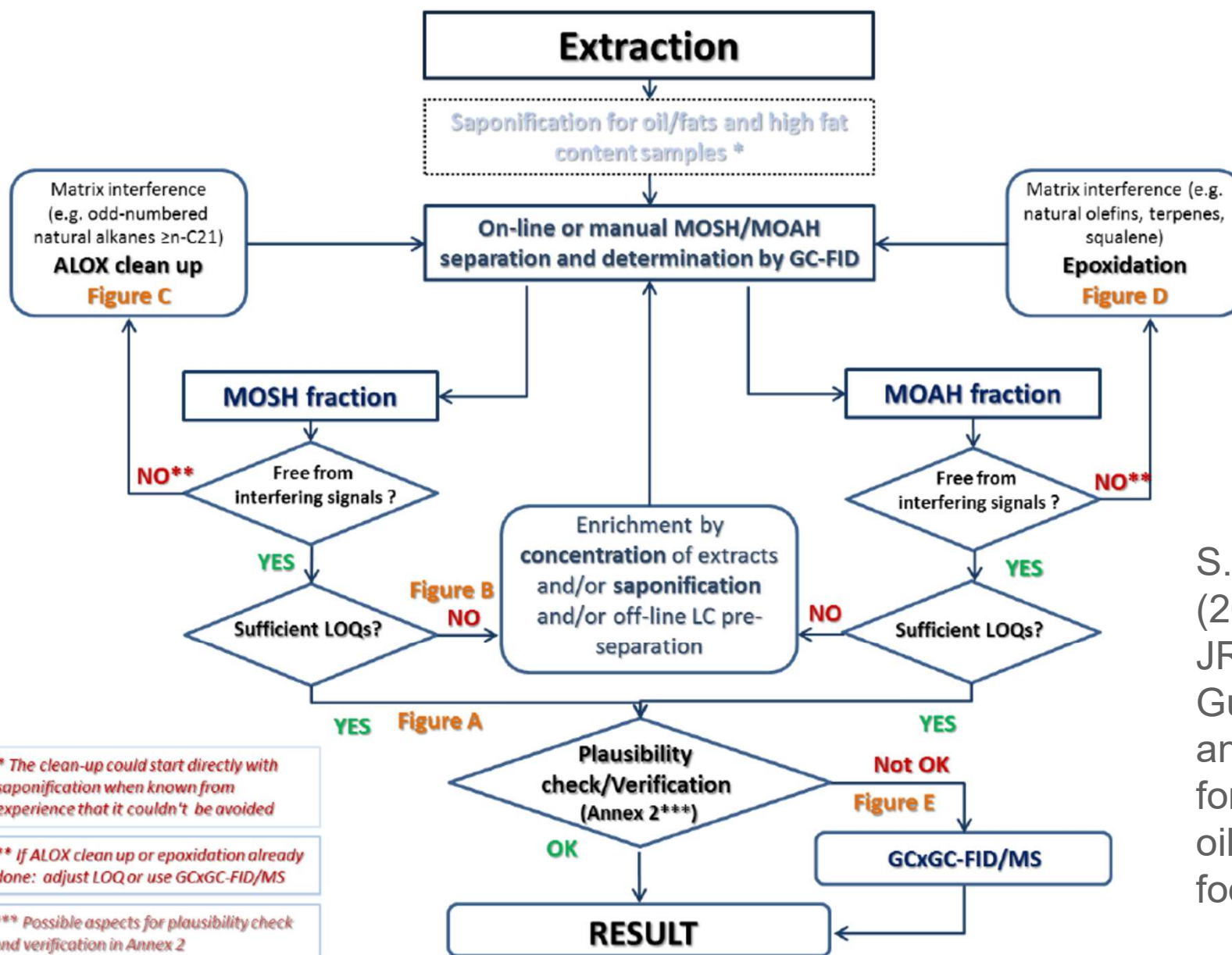


MOAH, olivabaja
epoxidációval

Döntési fa

S. Bratinova, E. Hoekstra
(2019)

JRC Technical report:
Guidance on sampling,
analysis and data reporting
for the monitoring of mineral
oil hydrocarbons in food and
food contact materials



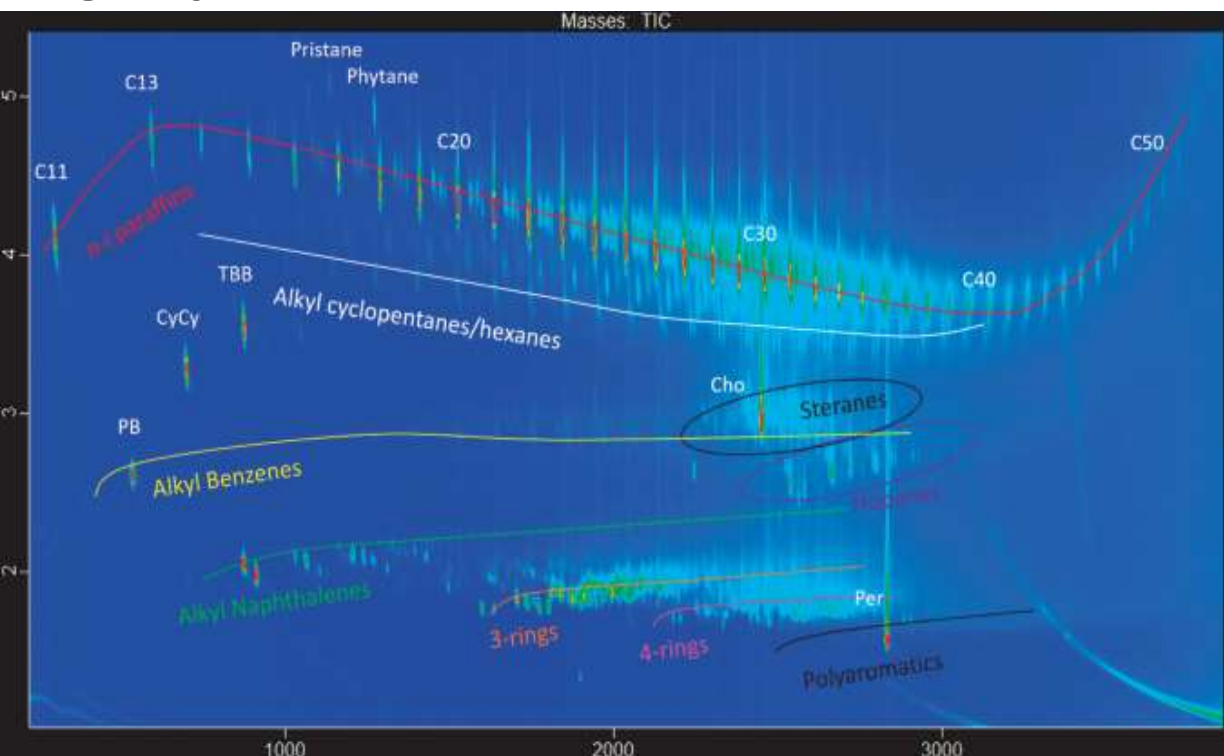
Kromatogramok ellenőrzése és értékelése



	MOSH	MOAH
Első ellenőrző kérdések	Jellemzők a púpok/huplik alakja az ásványolajfrakciókra (pl. a szélessége)? A MOSH és MOAH molekulatömeg-eloszlása megfelel-e standardoknak és a korábbi méréseknek? A MOSH és MOAH koncentráció aránya a várható tartományon belüli-e?	
A púpon (huplin) ülő lovagló csúcsok kezelése	Az n-alkánok eloszlása homogén eloszlása → MOSH (pl. ásványolaj eredetű viaszok); az összes többi (terpének, természetes alkének/alkének) kivonható Terhelik-e a páratlan számú n-alkánok: természetes alkánok kivonhatóak ha nem; Túlterhelés esetén aktivált alumínium-oxiddal el kell távolítani őket	A lovaglócsúcsok általában nem MOAH-ák: az összeset le kell vonni, ezek tipikusan pl. gyantasav ami újrahasznosított kartonpapírból származhat, vagy polisztirol oligomerek etc.
Természetes olefinek	Az on-line LC-GC-ben az egyszeresen telítetlen olefinek a MOSH-frakcióban eluálódnak; telítetlenek a MOSH vagy MOAH frakcióban	A szkvalén és a szterének egyetlen jelet képeznek a C28-C29 körül (epoxidálással eltávolíthatók), mintázatuk általában jellegzetes
	A szkvalén és karotin izomerizációs termékei keskenyebb púpokat képeznek, mint a MOH (epoxidációval eltávolítható)	
Poliolefin oligomer szénhidrogének (POH) vagy más szintetikus szénhidrogének	a PP és PE tipikus és flsimerhető csúcsmintá ad, de LDPE oligomer keverék esetén nehéz megkülönböztetni a MOSH-tól - páros számú n-alkánok vagy alkének tipikusan: PE POH - izo-alkánok homológ sora, ΔC3 tipikusan: PP POH - keskeny púpok (huplik) sorozata (tipikusan adhezív anyagok vagy szintetikus kenőanyagokból származó PAO) - reális-e ezek jelenléte az adott mintatípusban?	A MOAH-frakció többszörösen telítetlen szintetikus szénhidrogéneket tartalmaz, amelyek keskeny púpok sorozataként fordulnak elő, például adhezív anyagokban. Az egyszeresen telítetlen POH a MOAH-frakcióba tolódhat el
Kétség esetén	Megerősítő vizsgálat szükséges	

Analitikai kihívások

- Természetes eredetű zavaró hatások gyanúja esetén a MOSH- és MOAH-frakciók ásványi eredetét GC-MS (GCxGC-TOF-MS) vizsgálattal igazoljuk.



JRC TECHNICAL REPORT

Determination of MOSH and MOAH in edible oil

Proficiency Test Report
JRC FCM-22/01

Stefanka Bratinova, Piotr Robouch,
Fernando Cordeiro, Giorgia Beldi, Chiara Senaldi,
Lubomir Karasek and Eddo Hoekstra

2023

Laborok közötti jelentős
különbség minden fellelhető
jártasságvizsgálati eredmény
alapján

sed representative of Eurofins Scientific (Ireland) Ltd is strictly prohibited.

Mi tehet egy labor? - validálás



	3332367 puffasztott rizs MOSH egyedi értékek mg/kg			Átlag mg/kg	Reprodukálhatóság RSD	Ismételhetőség RSD
1. nap	26.9	26.4	25.4	26.3	2.9%	2.2%
2.nap	26.0	28.0	27.3	27.1	3.8%	
	3387167 gabonás omlós keksz MOSH egyedi értékek mg/kg			Átlag mg/kg	Reprodukálhatóság RSD	Ismételhetőség RSD
1. nap	1.23	1.14	1.02	1.13	9.3%	18.9%
2.nap	0.86	0.75	0.98	0.86	13.3%	
	3387166 sütemény MOSH egyedi értékek mg/kg			Átlag mg/kg	Reprodukálhatóság RSD	Ismételhetőség RSD
1. nap	1.87	1.69	2.11	1.89	11.1%	14.2%
2.nap	2.46	2.13	2.35	2.31	7.3%	
	3379178 moulded fibre packaging material MOSH egyedi értékek mg/kg			Átlag mg/kg	Reprodukálhatóság RSD	Ismételhetőség RSD
1. nap	1150	1123	1182	1152	2.6%	6.4%
2.nap	1012	1048	1096	1052	4.0%	

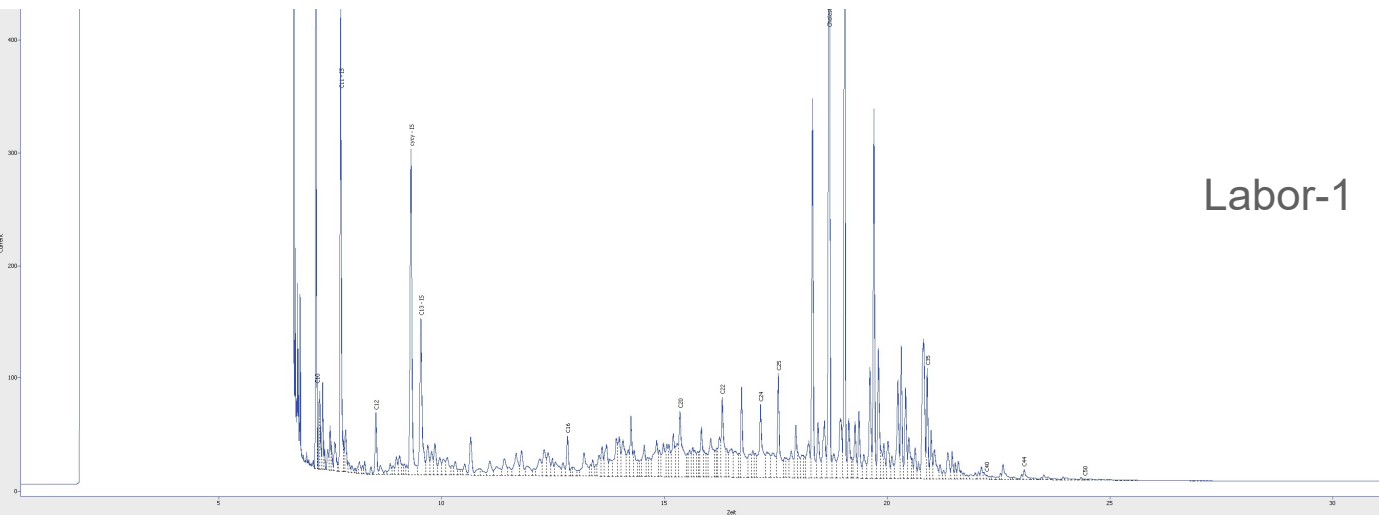
CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY - © Eurofins Scientific (Ireland) Ltd [2025]. All rights reserved. Any use of this material without the specific permission of an authorised representative of Eurofins Scientific (Ireland) Ltd is strictly prohibited.

Labor közötti módszerharmonizáció, jó gyakorlat kidolgozása

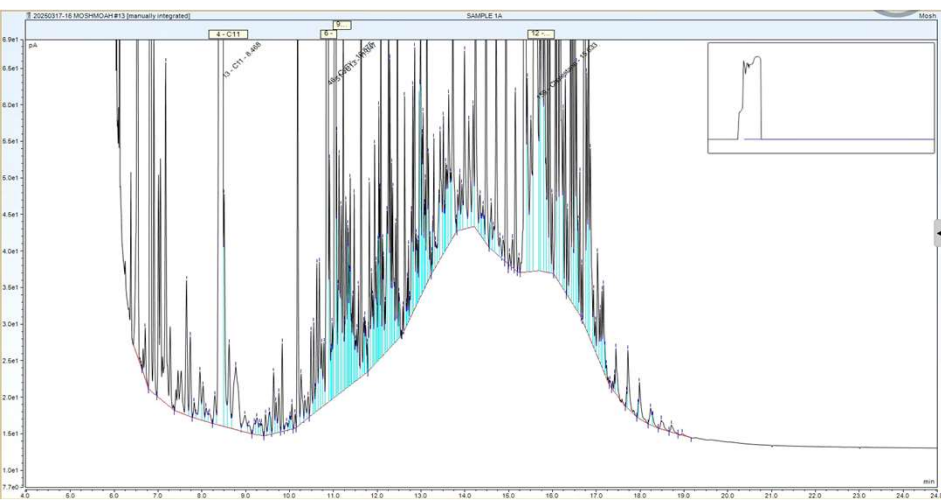


Labor, 1	Labor, 1	Labor, 2	Labor, 3
Alacsony zsírtartalmú minták	Alacsony zsírtartalmú minták (gyümölcs, zöldség, gyógynövények, alacsony olajtartalmú fűszerek)	Egyéb száraz alacsony zsírtartalmú minták	Alacsony zsír és magas keményítőtartalmú minták
0.5-10 g (javasolt 1g)	0.5-10 g (javasolt 1g)	20 g	2 g
ISTD	ISTD	200 µl ISTD (0.36-1.44 mg/L várható értéktől függően)	20 ml n-hexán
10 ml n-hexán	10 ml n-hexán	30 ml n-hexán	30 perc ultrahangos fürdő
Ráztatás 2 óra, 160 rpm	Ráztatás 2 óra, 160 rpm	5 perc ráztatás	Az exztraktum 1.5 ml részéhez az ISTD hozzáadása
Centrifugálás, 5 perc, 1500 rpm	Centrifugálás, 5 perc, 1500 rpm	5 perc centrifugálás	Bepárlás 1ml-re
Szerves fázis bepárlása 1 ml-re	Szerves fázis bepárlása 1 ml-re	10 ml ml extrakt bepárlása 1ml-re	
Spatula nátriumszulfát hozzáadása	Spatula nátriumszulfát hozzáadása		
Centrifugálás, 5 perc, 6000 rpm	Centrifugálás, 5 perc, 6000 rpm		

Laborok közötti összemérések - MOSH

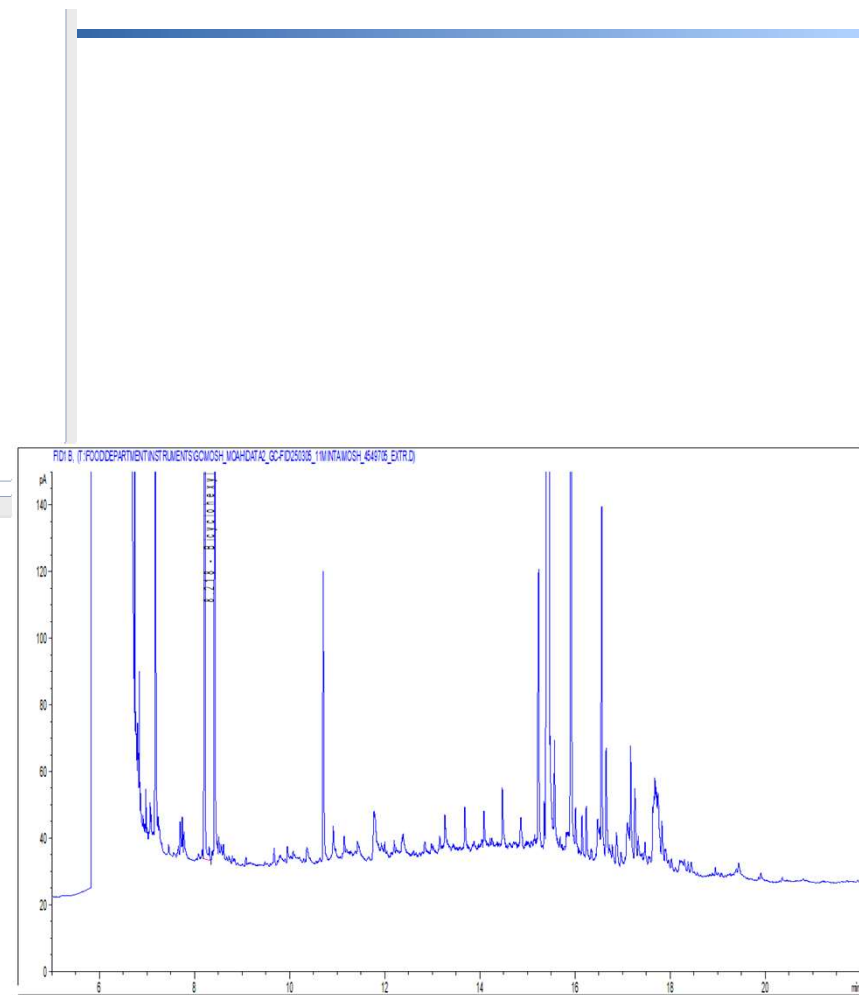


Labor-1

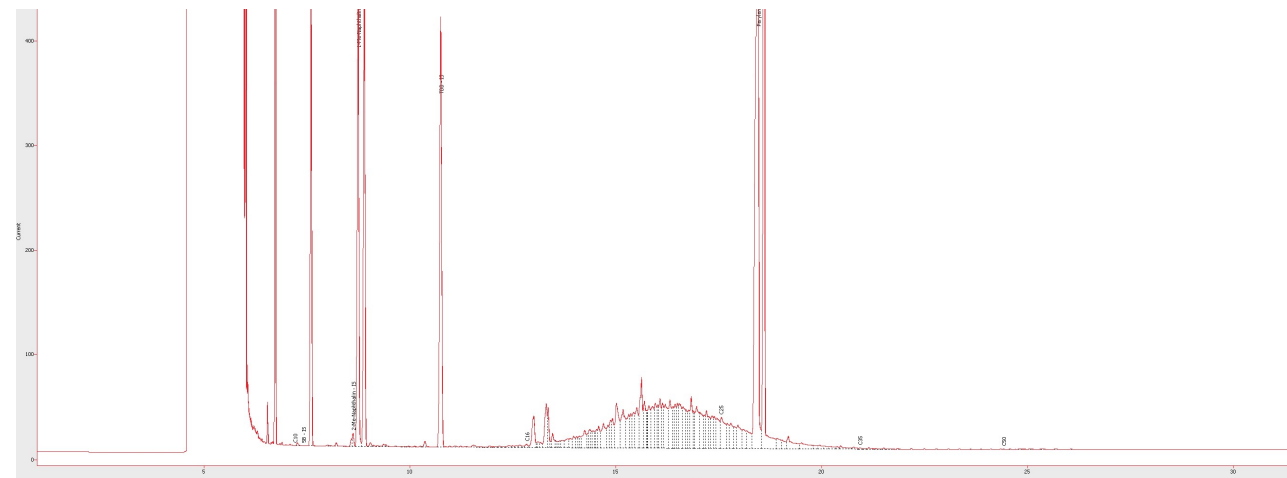


Labor-2

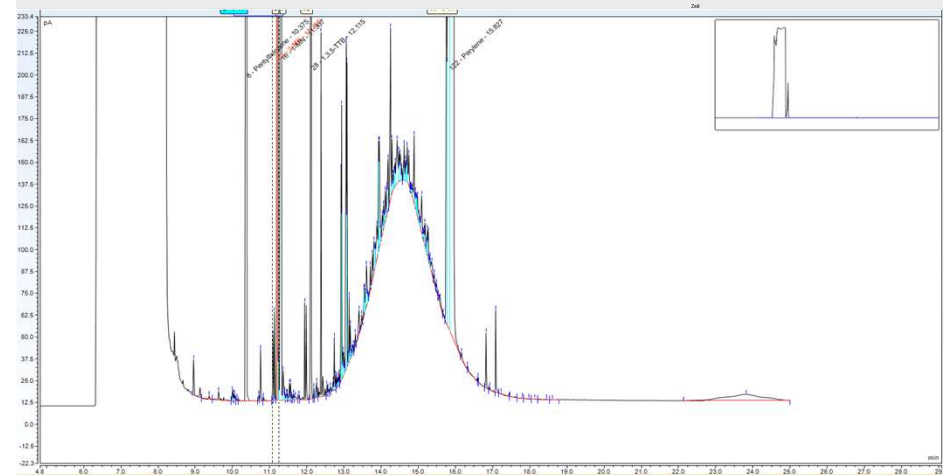
Labor-3



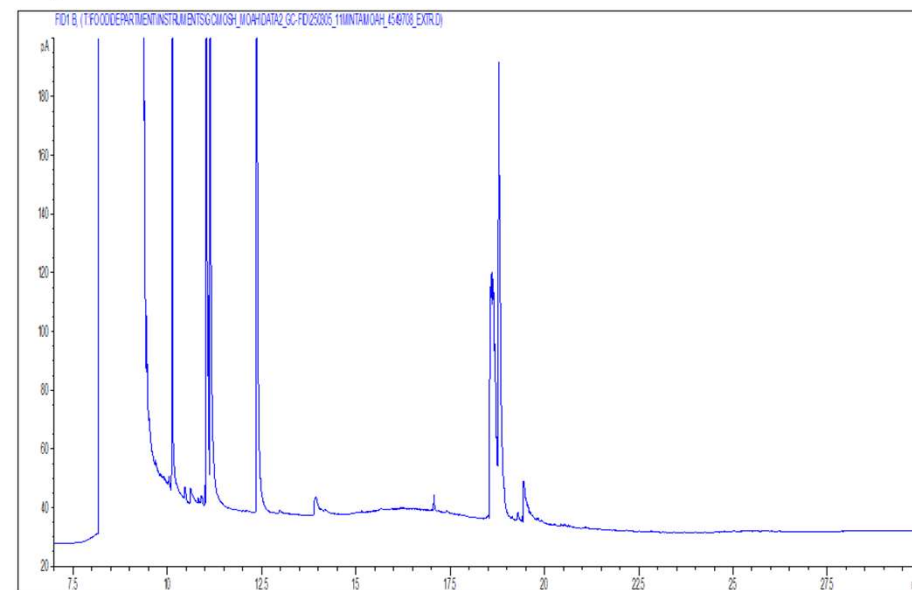
Laborok közötti összemérések - MOAH



Labor-1



Labor-2



Labor-3

Köszönöm a kollégáimnak, akik a munka döntő részét elvégezték:

- *Berente Bálint*
- *Kocsisné Bárdos Györgyi*
- *Lovászné Rajt Csilla*
- *László József*
- *Dési Eszter*

Köszönöm a Figyelmet!

BALÁZS Gábor
Osztályvezető - Analitikai Osztály – Élelmiszervizsgáló Laboratórium
Head of the Food Analytical Department – Food Testing Laboratory



Eurofins Food and Feed Testing Budapest Kft.
1045, Budapest, Anonymus utca 6.
Telefon: + 36 1 872 3743
Mobil: + 36 20 357 5124
E-mail: balazs.gabor@laboratorium.hu
Web: <https://www.eurofins.hu/hu/food-and-feed-testing/>