

**MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR
KERPELY ANTAL ANYAGTUDOMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIÁK DOKTORI
ISKOLA**

PHD ÉRTEKEZÉS

**ÉTKEZÉSI ÉS NÖVÉNYI OLAJOK LÁGYÍTÓHATÁSÁNAK
VIZSGÁLATA GUMIKEVERÉKEKBEN**

TAMÁSI KINGA

OKLEVELES ANYAGMÉRNÖK

PROF. DR. MAROSSY KÁLMÁN

TUDOMÁNYOS VEZETŐ, PROFESSOR EMERITUS

DR. ZSOLDOS GABRIELLA

TUDOMÁNYOS VEZETŐ, EGYETEMI DOCENS

PROF. DR. MERTINGER VALÉRIA

DOKTORI ISKOLA VEZETŐ

MISKOLC, 2022.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, először is Dr. Zsoldos Gabriellának, amiért elindított az úton, másodsor pedig Prof. Dr. Marossy Kálmánnak, aki végig is kísért rajta. Köszönöm továbbá opponensemnek, Dr. Szabóné Dr. Kollár Mariannak, aki szintén jelen volt ezen a rögös úton és aki a nehézségek ellenére is pozitívan értékelte a teljesítményem.

Köszönettel tartozom továbbá Dr. Szabó Tamás Józsefnek és Kónya Csabának a rendületlen segítségükért, illetve Prof. Dr. Gácsi Zoltánnak és Dr. Kocserha Istvánnak a sok lehetőségért, amit biztosítottak számomra a különböző élethelyzeteim során. Hálával tartozom továbbá hallgatóimnak, akik szorgalmukkal és egyéni sikereivel hozzájárultak a disszertációm elkészítéséhez. Ezenkívül köszönöm szüleimnek: Zsóknak és Istvánnak, illetve barátaimnak, Asztalos Lillának, Borsodi Eszternek és Bodolai Annának, amiért mellettem voltak ebben a különleges időszakban és még mindig nem utáltak meg.

Végül, de nem utolsó sorban kiemelt köszönettel tartozom Solczi Ágnesnek és Prof. Dr. Bárczy Pálnak, akik biztatása nélkül ez a dolgozat ma nem lenne leadva.

Nyilatkozat önálló munkáról, hivatkozások átvételéről

Alulírott Tamási Kinga kijelentem, hogy ezt a doktori értekezést magam készítettem és abban kizárólag a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Kelt: Miskolc, 2022.08.31

Tamási Kinga

Nyilatkozat nyilvánosságra hozatalról

A kutatási eredmények nyilvánossága és hozzáférhetősége fontos a tudomány fejlődése szempontjából, ugyanakkor a ME Doktori és Habilitációs Szabályzat kivételes esetben lehetőséget ad a PhD dolgozat eredményeinek titkosításához. Ennek tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

Alulírott Tamási Kinga hozzájárulok a doktori értekezésem interneten történő nyilvánosságra hozatalához az alábbi formában*:

- korlátozás nélkül,
- elérhetőség csak magyarországi címről,
- elérhetőség a fokozat odaítélését követően 2 év múlva, korlátozás nélkül,
- elérhetőség a fokozat odaítélését követően 2 év múlva, csak magyarországi címről.

Tudomásul veszem, hogyha bármilyen korlátozást kérek, akkor azt írásban részletesen indokolnom kell, és az indoklás csak a témavezető és az intézetigazgató egyetértő aláírásával együtt érvényes.

Kelt: Miskolc, 2022.08.31

Tamási Kinga

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	4
JELÖLÉS ÉS RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK	6
ÁBRAJEGYZÉK	10
1. BEVEZETÉS	13
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	16
2.1. Kockázatos lágyítóadalék- és szennyezőanyagok bemutatása	16
2.1.1. Ftálsav-alapú lágyítószeres ismertetése	16
2.1.2. Policiklusos aromás szénhidrogének (PAH-ok) bemutatása	19
2.1.3. Nehézfémek jelenléte a műanyag és gumiipari termékekben	22
2.1.4. Növényi olaj alapú lágyítószeres bemutatása	24
2.2. A szakirodalom kritikai áttekintése	29
3. ALAPANYAGOK-, ELŐÁLLÍTÁSI- ÉS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK	31
3.1. Felhasznált alap- és adalékanyagok bemutatása	31
3.1.1. Természetes kaucsuk	31
3.1.2. Adalékanyagok bemutatása	35
3.2. A receptúrák és minták előállítása	44
3.2.1. Receptúra és keverékkészítés folyamata	44
3.2.2. A keverékkészítés folyamata	47
3.3. Alkalmazott vizsgálati módszerek	51
3.3.1. Növényi olajok elemzése	51
3.3.2. Nyerskeverékek reológiai tulajdonságainak elemzése	53
3.3.3. Vulkanizátumok vizsgálata	54
4. Mérési eredmények bemutatása	64
4.1. Növényi olajok vizsgálata	64
4.1.1. Zsírsavösszetétel meghatározása GC—MS módszerrel	64
4.1.2. Dermedéspont meghatározása DMA-, DSC és TSDC módszerekkel	66
4.2. A nyerskeverékek vulkanizációs tulajdonságainak meghatározása	78
4.3. A vulkanizátumok vizsgálata	81
4.3.1. Szilárdsági tulajdonságok meghatározása	81
4.3.2. Felületi-morfológiai tulajdonságok meghatározása	83
4.3.3. A minták termikus tulajdonságainak vizsgálata	86
4.3.4. A vulkanizátumok degradációs hajlamának elemzése	94

4.3.5. A keverékek UV-állóságának vizsgálata	99
4.3.6. A vulkanizátumok kémiai-biztonsági analízise	104
TÉZISEK.....	105
ÖSSZEFOGLALÁS.....	110
SUMMARY	112
FELHASZNÁLT IRODALOM	114
PUBLIKÁCIÓK ÉS ELŐADÁSOK JEGYZÉKE.....	136
EGYÉB PUBLIKÁCIÓK	138
MELLÉKLETEK	139
DISSZERTÁCIÓBAN FELTÜNTETETT RENDELETEK JEGYZÉKE	242

JELÖLÉS ÉS RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

A DOLGOZATBAN SZEREPLŐ LATIN BETŰS KIFEJEZÉSEK JEGYZÉKE

D	[%]	Duzzadás mértéke vegyszerállóság esetén
E'	[MPa]	Húzó tárolási rugalmassági modulusz
E' _{plató}	[MPa]	Platómodulusz 20°C-on
E''	[MPa]	Veszteségi modulusz
E*	[MPa]	Komplex rugalmassági modulusz
G' _{min.}	[MPa]	Nyíró tárolási rugalmassági modulusz minimum értéke
G' _{max.}	[MPa]	Nyíró tárolási rugalmassági modulusz maximum értéke
M ₅₀	[MPa]	Az 50%-os nyúláshoz tartozó feszültség értéke
M ₁₀₀	[MPa]	A 100%-os nyúláshoz tartozó feszültség értéke
M ₂₀₀	[MPa]	A 200%-os nyúláshoz tartozó feszültség értéke
M ₃₀₀	[MPa]	A 300%-os nyúláshoz tartozó feszültség értéke
M ₅₀₀	[MPa]	Az 500%-os nyúláshoz tartozó feszültség értéke
Δm	[-]	Tömegváltozás mértéke vegyszerállóság esetén
M ₁₊₄	[ML]	Mooney-viszkozitás
M _c	[g/mol]	Térhálópontok közötti átlagos molekulatömeg
M _L	[dNm]	Nyomatékminimum értéke a vulkanizációs görbén
M _H	[dNm]	Nyomatékmaximum értéke a vulkanizációs görbén
p	[MPa]	Nyomás
R	[J/mol·K]	Egyetemes (Regnault-féle) gázállandó
T	[°C]	Abszolút hőmérséklet
T _g	[°C]	Üveges átmeneti hőmérséklet
T _m	[°C]	Olvadási hőmérséklet
T _{vulk.}	[°C]	Vulkanizációs hőmérséklet
t ₁₀	[min.]	A 10% relatív térhálósodáshoz tartozó idő
t ₃₀	[min.]	A 30% relatív térhálósodáshoz tartozó idő
t ₉₀	[min.]	A 90% relatív térhálósodáshoz tartozó idő

A DOLGOZATBAN SZEREPLŐ GÖRÖG BETŰS KIFEJEZÉSEK JEGYZÉKE

$\tan\delta$	[-]	Veszteségi tényező
ε	[%]	Deformáció, nyúlás
Φ_i	[1]	Térfogattört
ΔH	[J/g]	Entalpiaváltozás

IDEGEN SZAVAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Rövidítés	Magyar nyelvű megfelelője	Angol nyelvű megfelelője
AO	Aromás olaj	Aromatic oil
ArO	Argán olaj	Argan oil
AvO	Avokádó olaj	Avocado oil
ASTM	Amerikai Szabványügyi Hivatal	American Society for Testing and Materials
BBP	Benzilbutil-ftalát	Benzylbutyl-phtalate
CB	Korom	Carbon black
CPB	Szív-tüdő gép	Cardio pulmonalis bypass
CAS	Kémiai azonosító szám	Chemical Abstract Service
CEFIC	Európai Vegyipari Tanács	European Chemical Industry Council
CNT	Szén-nanocső	Carbon nanotube
CNSL	Kesudióhéj-gyanta	Cashewnutshell-liquid
DBP	Dibutil-ftalát	Dibutyl-phtalate
DEP	Dietil-ftalát	Diethyl-phtalate
DEHP	Dietilhexil-ftalát	Diethylhexyl-phtalate
DIBP	Diizobutil-ftalát	Diisobutyl-phtalate
DIDP	Diizodecil-ftalát	Diisodecil-phtalate
DINP	Diizononil-ftalát	Diisonoyl-phtalate
DMA	Dinamikus mechanikai analízis	Dynamic Mechanical Analysis
DMP	Dimetil-ftalát	Dimethyl-phtalate
DOP	Dioktil-ftalát	Dioctyl-phtalate
DNOP	Diizononil-ftalát	Diisononyl-phtalate
DPHP	Di (2-propilheptil) ftalát	Di(2-propylheptyl) phthalate
DTA	Differenciál termikus analízis	Differential Thermal Analysis
ECHA	Európai Vegyianyag Ügynökség	European Chemical Agency
ED-XRF	Energiadiszerzív röntgenfluoreszcens spektroszkópia	Energy Dispersive X-rayfluorescent Spect roscopy
EPDM	Etilén-propilén-dién monomer	Ethylene-propylene-diene monomer
EPM	Etilén-propilén monomer	Ethylene-propylene monomer
EPO	Epoxidált olaj	Epoxidized oil
ESO	Epoxidált szójabab olaj	Epoxidized Soyabean Oil
FEF	Jól extrudálható korom	Fast Extruding Furnace
FID	Lángionizációs detector	Flame Ionization Detector
GC-MS	Tömegspektrométerrel kapcsolt gázkromatográf	Gas Chromatography with Mass Spectrometer
HAF	Magas kopásállóságú kemencekorom	High Abrasion Carbon Black
IARC	Nemzetközi Rákkutató Ügynökség	International Agency for Research on Cancer
IIR	Izobutilén-izoprén gumi	Isobuthylene-isoprene Rubber
ISAF	Közepes kopásállóságú kemence korom	Intermediate Super Abrasion Furnace
KSH	Központi Statisztikai Hivatal	Hungarian Central Statistic Office

LD-PE	Kis sűrűségű polietilén	Low Density Polyethylene
MEK	Metiletil-ke-ton	Methylethyl-ketone
NAO	Napraforgó olaj	Sunflower oil
NFH	Nemzeti Fogyasztóvédelmi Hatóság	Hungarian Authority for Consumer Protection
NO	Növényi olaj	Plant oil
NR	Természetes kaucsuk (gumi)	Natural Rubber
NRC	Nem-gumiszerű-komponens	Non-rubber components
PA	Poliamid	Polyamide
PAH	Policiklusos aromás szénhidrogének	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PBB	Polibrómozott bifenilek	Polybrominated biphenyls
PBDE	Polibrómozott dietilek	Polybrominated diethyls
PCB	Poliklórozott bifenilek	Polychlorinated biphenyls
PHR	Századrész	Part per hundred
PIB	Poli-izobutilén	Poly (isobuthylene)
PM _{2,5}	Finomszemcsés-anyagok 2,5 µm alatt	Particulate matter under 2,5 µm
PM ₁₀	Finomszemcsés-anyagok 10 µm alatt	Particulate matter under 10 µm
PO	Pálma olaj	Palm oil
POP	Tartós szerves szennyezés direktíva	Persistent Organic Pollution
PS	Polisztirol (vinil-benzol)	Polystyrene (vinyl-benzene)
PVC	Poli (vinil-klorid)	Poly (vinyl-chloride)
RAPEX	Közösségi Gyors Tájékoztatási Rendszer	Rapid Exchange of Information
REACH	Vegyí anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről, korlátozás rendelete	Registration, Evaluation, Authorization and Restriction
ReO	Repce olaj	Rapeseed or canola oil
RiO	Ricinus olaj	Castor oil
RoHS	Veszélyes anyagok elektromos és elektromos berendezésekben történő használatának korlátozásáról szóló irányelv	Restriction of Hazardous Substances Directive (2002/95/EC)
SBR	Sztirol-butadién gumi	Styrene-butadiene Rubber
TGA	Termogravimetriai analízis	Thermogravimetric Analysis
TSC	Termikusan stimulált kalorimetria	Thermally Stimulated Calorimetry
TPE	Termoplasztikus elasztomer	Thermoplastic Elastomer
VCM	Vinil-klorid monomer	Vinyl-chloride Monomer
VOC	Illékony szerves vegyületek	Volatile Organic Compounds
WEEE	Elektromos és elektronikus hulladékok	Waste electrical and Electronic Equipments
WHO	Egészségügyi Világszervezet	World Health Organisation

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Kísérleti mátrix
2. ábra: A dietilhexil-ftalát, DEHP (balról) és a diizononil-ftalát, DINP (jobbról) ftálsav-észterek szerkezeti képlete
3. ábra: A naftalin (a), az antracén (b) és a fenantren (c) szerkezeti képlete
4. ábra: Argán olajjal kezelt NR keverékek keménység-értékeinek összehasonlítása UV-öregítés előtt, illetve 30, 60 és 90 perccel öregítés után [172]
5. ábra: A nyers kaucsuk, a kesudió-olajos minta, illetve a sztenderd minta összehasonlító XRD spektruma [178]
6. ábra: Különböző adalékokkal kezelt NR alapú keverékek DMA görbéi [182, 183]
7. ábra: SiO₂-vel töltött NR blend DMA görbéje, illetve az üvegesedési hőmérséklet lehetséges változásának szemléltetése A és B polimer, valamint A/B összeférhető keverék esetében [184, 185]
8. ábra: Az elasztomerek szerkezetének változása nyújtás esetén
9. ábra: Egy elasztomer térhálósításának sematikus rajza
10. ábra: A gumi előállításának folyamatábrája a [167] alapján szerkesztve
11. ábra: Latex kinyerése a Hevea Brasiliensis fából (a.) és ültetvénye Thaiföldön (b.)
12. ábra: A nyers kaucsuk szerkezeti felépítése (a) és megjelenése 50x-es nagyításban (b)
13. ábra: Néhány polimer viszkozitásának Arrhenius diagramja [181]:
14. ábra: SEM felvétel kezeletlen korom (a), oxidált korom (b) és 3-merkaptó-propil-trimetoxi-szilánnal felületkezelt korom (c) 300x-os névleges nagyításban [187]
Vulkanizálási görbe:
15. ábra: Nyírómodulus – vulkanizálási idő összefüggése [181]
16. ábra: A gyorsító MBTS (a) a ZnO aktivátor (b) és a stabilizátor sztearinsav (c) szerkezeti képlete
17. ábra: Gyorsítók osztályozása a vulkanizáció folyamata szerint [167]
18. ábra: A növényi olajokban legnagyobb mennyiségben előforduló, telítetlen zsírsavak
19. ábra: Töltőanyagok minőségének és mennyiségének hatása NR/SBR alapú keverékek viszkozitására [167]
20. ábra: A keverékekhez felhasznált anyagok keverés előtt
21. ábra: A keverő üresen (a) és a keveréssel (b)
22. ábra: A laboratóriumi hengerek, keverék és hengerelt palástja
23. ábra: A prés gép-, formák és egy kész próbatest
24. ábra: A növényi olajok DMA módszer által meghatározott mechanikai veszteségi tényezői (ricinusolaj esetén a skála 1 bar!)
25. ábra: A növényi olajok DMA módszer által meghatározott üvegesedési hőmérsékletei növekvő sorrendben
26. ábra: A minták összesített DSC görbéi a hőmérséklet és hőkapacitás függvényében
27. ábra: A növényi olajok DSC módszer által meghatározott üvegesedési hőmérsékletei növekvő sorrendben
28. ábra: Fűtési görbék (alul) és hűtési görbék (felül) a négy különböző származási helyű olíva olaj esetén. Hűtés -100 °C/s, fűtés 300 °C/s [232].
Fűtési görbék (alul) és hűtési görbék (felül) a három különböző napraforgó olaj esetén. Hűtés -100 °C/s, fűtés 300 °C/s [232]
29. ábra: Fűtési görbék (alul) és hűtési görbék (felül) a három különböző napraforgó olaj esetén. Hűtés -100 °C/s, fűtés 300 °C/s [232]
30. ábra: Az argánolaj TSC görbéje
31. ábra: Az avokádóolaj TSC görbéje
32. ábra: Olívaolaj TSC görbéje
33. ábra: A pálmaolaj TSC görbéje
34. ábra: A repceolaj TSC görbéje
35. ábra: A ricinusolaj TSC görbéje
36. ábra: A napraforgóolaj TSC görbéje
37. ábra: A TSC mérés során detektált T_g értékek
38. ábra: Mooney- viszkozitás értékek összehasonlítása
39. ábra: A keverékek beégési ideje 140°C-on
40. ábra: Az etalon CNSL keverék FT-IR spektruma
41. ábra: A nyers kaucsuk SEM felvétele 50x és 350x-es nagyításban
42. ábra: Repceolajjal kezelt keverék SEM felvétele 50x és 350x-es nagyításban
43. ábra: Napraforgó olajjal kezelt keverék SEM felvétele 50x és 1000x-es nagyításban
44. ábra: A minták tg₀ értékei 0,3-, 1-, 3 és 10Hz frekvencián
45. ábra: A minták DMA vizsgálat során meghatározott T_g értékei 0,3-, 1-, 3 és 10Hz frekvencián
46. ábra: Az argánolaj T_g értékei
47. ábra: Az avokádóolaj T_g értékei

48. ábra: A napraforgóolaj Tg értékei
49. ábra: Az olívaolaj Tg értékei
50. ábra: A pálmaolaj Tg értékei
51. ábra: A repceolaj Tg értékei
52. ábra: A ricinusolaj Tg értékei
53. ábra: A CNSL Tg értékei
54. ábra: A kaucsuk Tg értékei
55. ábra: A napraforgó DMA görbéje
56. ábra: Az olíva DMA görbéje
57. ábra: A repce DMA görbéje
58. ábra: A ricinus DMA görbéje
59. ábra: A DTA vizsgálatok során detektált bomlási hőmérsékletek és izzítási veszteségek %-os arányban
60. ábra: A minták duzzadásának mértéke desztillált víz esetén %-ban megadva ($T=20^{\circ}\text{C} \pm 5$)
61. ábra: A minták duzzadásának mértéke ASTM1 olaj esetén %-ban megadva ($T=20^{\circ}\text{C} \pm 5$)
62. ábra: A minták duzzadásának mértéke SBF esetén %-ban megadva ($T=20^{\circ}\text{C} \pm 5$)
63. ábra: A minták duzzadásának mértéke három különböző oldószer esetén, %-ban megadva ($T=20^{\circ}\text{C} \pm 5$)
64. ábra: A minták Shore-keménységének változása az UV-fényben eltöltött idő alatt
65. ábra: A minták FT-IR spektrumai 90 perces öregítést követően
66. ábra: A detektált zsírsavösszetevők molekuláris tömege és retenciós ideje
67. ábra: A növényi olajok összesített DSC, TDSC és DMA méréseinek eredménye összehasonlítva a szakirodalmi adatokkal

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Kén - gyorsító arány a gyorsított kénes térhálósító rendszereknél [167,188]
2. táblázat: Az olajok szakirodalomból származó összetétele
3. táblázat: Az olajokban leggyakrabban előforduló zsírsavkomponensek és jellemzőik
4. táblázat: Birla Carbon Kft-től származó szakirodalmi receptúra
5. táblázat: Saját receptúra irodalmi adatok és empirikus tapasztalok alapján
6. táblázat: Zsírsavösszetétel meghatározása GC-MS módszerrel
7. táblázat: Termikus tulajdonságok elemzése DSC módszerrel
8. táblázat: Termikus tulajdonságok elemzése DMA módszerrel
9. táblázat: Termikus tulajdonságok elemzése TSC módszerrel
10. táblázat: Folyási tulajdonságok meghatározása Mooney-viszkoziméterrel
11. táblázat: A keménységértékek és a rugóerő közötti összefüggések [167]
12. táblázat: A Shore-keménység meghatározása keménységmérővel
13. táblázat: Szilárdsági tulajdonságok meghatározása
14. táblázat: Felületi tulajdonságok meghatározása FT-IR módszerrel
15. táblázat: Felületi tulajdonságok meghatározása SEM-EDAX módszerrel
16. táblázat: Termomechanikai tulajdonságok meghatározása DMA módszerrel
17. táblázat: Termomechanikai tulajdonságok meghatározása DTA/TG módszerrel
18. táblázat: Degradációs folyamatok vizsgálata UV fény és oldószerek hatására
19. táblázat: Nehézfémek meghatározása ED-XRF spektroszkópiával
20. táblázat: Illékony komponensek meghatározása GC-MS módszerrel
21. táblázat: A GC-MS vizsgálat eredményei
22. táblázat: Az olajok DMA vizsgálatának eredménye
23. táblázat: Az olajok DSC vizsgálatának eredménye
24. táblázat: A referencia tanulmányban vizsgált olíva olajok DSC elemzése során kapott Tg értékei a származási hely függvényében [232]
25. táblázat: A referencia tanulmányban vizsgált napraforgó olajok DSC mérése során kapott Tg értékei a származási hely függvényében [232]
26. táblázat: A TSC görbékéből származtatott üvegesedési hőmérsékletek a csúcsok sorszámának függvényében
27. táblázat: A TSC mérések görbéiből származtatott Tg értékek
28. táblázat: A keverékek alapját képező természetes kaucsuk látszólagos viszkozitása
29. táblázat: A keverékek reológiai tulajdonságai (nyomatékok és idők)
30. táblázat: A keverékek Mooney-viszkozitása és scorch (beégési idő) paraméterei
31. táblázat: A mechanikai tesztek során meghatározott jellemzők
32. táblázat: A keverékek DMA módszerrel megállapított jellemző termikus paraméterei
33. táblázat: A DTA/TG elemzés során megállapított bomlási hőmérsékletek és tömegveszteségek
34. táblázat: Kaucsuk duzzadási mértéke százalékos arányban megadva különböző oldószerek esetén [240] alapján
35. táblázat: A vulkanizátumok keménység értékei 30-, 60 és 90 percet követően
36. táblázat: A minták SEM felvételei UV-kezelés előtt és 90perc után
37. táblázat: A vulkanizátumokban detektált ftálsavak és PAH-ok ppm-ben megadva
38. táblázat: Detektált nehézfémek ppm-ben megadva
39. táblázat: Az olaj minták major-komponenseinek retenció ideje, moláris tömege és a keverékek Tg-értékeinek összehasonlítása
40. táblázat: A referencia kaucsuk, az olajok és a keverékek Tg értékeinek összesítő táblázata DMA berendezéssel mérve 1Hz frekvencián

1. BEVEZETÉS

A műanyagok alkalmazási területei között a sport jelentős szerepet kapott az elasztomer alapú anyagok fejlesztésében. Ezek nélkül az anyagok nélkül sokkal fejletlenebbek lennének az eszközök és ruházatok, szerényebbek lennének a világcsúcsok, nem sportolhatnánk műfüves vagy rugalmas futópályán. A sporteszközök gyártásában fontos szerepe van a ritka térhálós polimereknek, az ún. kaucsukoknak, amelyek az egészen keménytől a flexibilis típusokig elérhetők, tetszőlegesen színezhethők, tulajdonságaik pedig széles tartományban változtathatók. A sportolni vágyók számára a funkcionalitás mellett fontos az esztétikum, a kényelem, az ár-érték arány, ezért ezeket az igényeket a gyártók folyamatos termékfejlesztésekkel próbálják kielégíteni. De ahhoz, hogy a kaucsukot a kívánalmaknak megfelelően alakíthassuk, különböző adalékanyagokra - és ezek kombinációira - van szükség, ugyanakkor az elhasználandó anyagok újrahasznosítása még nem megoldott.

Minden évben hatalmas mennyiségű gumihulladék keletkezik (első helyen az elévülő gumiabroncsok állnak), ami rámutat az újra felhasználás szükségességére. Az újrahasznosított anyag előnye, hogy közel ugyanazokkal az előnyös tulajdonságokkal rendelkezik, mintha új lenne. Következésképpen az újrahasznosított gumianyagot a sportlétesítményekben való használatra előszeretettel használják, ami megmagyarázza, hogy az abroncsok mintegy felét műfüves pályák, sportpadlók és járdák készítésére használják [1]. De nem ritka előfordulásuk a sportszerek bevonataiban, illetve a sportruházatok (cipők, fogantyúk, bandázsok) alkotójaként sem. Mivel a gumiabroncsok bizonyítottan potenciálisan mérgező összetevőket és szennyezőanyagokat tartalmazhatnak, érdemes megvizsgálni már az előállítási folyamatot is.

Egyes tanulmányok szerint (*Bui 2016; Felszeghy 2018; Pomatto 2018*) a gumigyártó üzemekben dolgozóknál nagyobb eséllyel alakulhat ki *gége-, nyelőcső-, gyomor-, máj-, hasnyálmirigy-, prosztatata-, vese-, agy-, pajzsmirigydaganat, limfóma és melanóma* [2-4] bizonyos adalék és szennyezőanyagok miatt. Így nem csak a hulladékkezelés jelent igazi kihívást, hanem a felhasznált anyagok egészségügyi hatása is. Legismertebb kockázatosnak vélt vegyületek a nagy mennyiségben alkalmazott ftálsav-észter alapú *lágycsisztószer* [5-9] és a szennyezőanyagként ismert policiklusos aromás szénhidrogének (*másnéven: PAH-ok*) [10-14]. Amíg a lágycsisztószeret technológiai segédanyagként alkalmazzák, addig a PAH-ok a gumik égése során keletkező szennyezők. A PAH-okon kívül egyéb szennyezőanyag-forrás még

az égés során létrejövő **fém-kibocsátás**, mivel a hulladékok ún. *nehézfém-tartalma*¹ lényegesen meghaladja a hagyományos tüzelőanyagok fémtartalmát. A fémek egy része az égés során gázhalmazállapotba kerül, majd a lehűlés során kondenzálódnak a porszemcsékre (pl.: ^{48}Cd , ^{30}Zn , ^{33}As , ^{80}Hg , ^{28}Ni , ^{82}Pb , ^{24}Cr). Ezért kockázatos a gumihulladék égetése, amit több rendelet is szabályoz (nemzetközi szinten a REACH és az RoHS; hazánkban a 306/2010. (XII.23. Korm. rend.); míg Európában a 2000/76/EK (XII.4.) sz. irányelv). Számos tanulmány foglalkozik a műanyagok pirolízise során felszabaduló PAH-ok elemzésével [15-17], hazánkban Lányi et al. (2015) végeztek átfogó kutatást gumiipari hulladékokkal kapcsolatban [18].

Az értekezés célja

A dolgozat célja kereskedelmi forgalomból származó növényi és étolajok lágyítóhatásának elemzése volt nyers kaucsuk alapú gumikeverékekben. Ezt a kutatási témát a versenyszférából hozott tapasztalataim indukálták, ugyanis évekig volt lehetőségem különböző műanyag alapú sporteszközök kémiai-biztonsági ellenőrzésével foglalkozni azok kereskedelmi forgalomba kerülése előtt. A korábbi mérési eredményeim alapján elmondható, hogy átlagosan öt gumitermékből legalább három tartalmazott ftálsav-, illetve PAH-típusú vegyületet a REACH-jogszabályban rögzített egészségügyi határértékek feletti koncentrációban. Elhivatottságom a műanyagok és a fogyasztóvédelem iránt arra ösztönzött, hogy olyan alternatív gumiipari lágyítószereket találjak, amelyek lehetőleg nem tartalmazzák a fent említett vegyületeket.

Munkám során összesen 7 darab, kereskedelmi forgalomból származó étkezési és növényi olaj (*argán, avokádó, napraforgó, olíva, pálma, repce és ricinus*) lágyítóhatását elemeztem nyers kaucsuk (*a továbbiakban NR*) textúrákban. Etalonnak egy közismert lágyítószert, a félszintetikus kesudióhéj-gyantát (*a továbbiakban: CNSL*) alkalmaztam. Az előkísérleteket a növényi olajok és a vulkanizálatlan nyers keverékek tulajdonságainak elemzésével kezdtem, a kísérleti részben pedig az olajok lágyító-mechanizmusát követtem nyomon különböző termomechanikai-, felületi-, vegyszerállósági-, degradációs-, és kémiai-biztonsági analízisek segítségével a kivulkanizált mintákon (1.ábra).

¹ nehézfém: Több kísérlet történt a nehézfémek definiálására, többek közt sűrűségük, rendszámuk vagy relatív atomtömegük, kémiai tulajdonságai vagy toxikusságuk alapján. A nehézfémek szinonimája a mérgező fém vagy toxikus fém, aminek a definícióját szintén nem övezi konszenzus.

1. **Előkísérletek**
 - 1.1. Növényi olajok vizsgálata
 - 1.1.1. Zsír savösszetétel meghatározása GC-MS módszerrel
 - 1.1.2. Dermedéspont (T_g) meghatározása DSC módszerrel
 - 1.1.3. Dermedéspont (T_g) meghatározása DMA módszerrel
 - 1.1.4. Dermedéspont (T_g) meghatározása TSC módszerrel
2. **Keverékek vizsgálata**
 - 2.1.1. Mooney viszkozitás és scorch (beégési idő)
3. **Vulkanizátumok elemzése**
 - 3.1. Mechanikai tulajdonságok
 - 3.1.1. Shore A keménység
 - 3.1.2. Húzószilárdság, moduluszok
 - 3.2. Felületi-morfológiai tulajdonságok meghatározása
 - 3.2.1. Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FT-IR)
 - 3.2.2. Szkennning elektron mikroszkópia (SEM-EDAX)
 - 3.3. Termo-mechanikai tulajdonságok elemzése
 - 3.3.1. Dinamikus mechanikai analízis (DMA)
 - 3.3.2. Differenciális termoanalízis (TGA-DTA)
 - 3.4. Degradációs hajlam ellenőrzése
 - 3.4.1. Vegyszerállósági vizsgálatok, duzzadási hajlam
 - 3.4.1.1. Desztillált víz esetén
 - 3.4.1.2. Szimulált emberi vérplazma (SBF) esetén
 - 3.4.1.3. ASTM 1 sztenderd olaj esetén
 - 3.4.2. UV fény hatását célzó elemzések
 - 3.4.2.1. Shore A keménység
 - 3.4.2.2. Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FT-IR)
 - 3.4.2.3. Szkennning elektron mikroszkópia (SEM-EDS)
 - 3.5. Kémiai-biztonságot ellenőrző analízisek
 - 3.5.1. Nehézfémek vizsgálata ED-XRF spektroszkópiás módszerrel
 - 3.5.2. Illó, szerves vegyületek analízise GC-MS módszerrel
 - 3.5.2.1. Ftálsavak és észterek
 - 3.5.2.2. Policiklusos aromás szénhidrogének (PAH-ok)

1. **ábra:** Kísérleti mátrix

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Irodalomkutatásom során olyan szegmenseket kerestem, ahol a felhasználó közvetlen expozícióban van az általa használt gumitermékkel, és rendszeresen használja azokat. Mivel számomra kiemelt fontosságú a környezetvédelem és a sporttevékenységek, választásom a gumibevonatú sporteszközök vizsgálatára esett (*például fitness és rekreációs eszközök*). Ezt a fejezetet a kockázatosnak vélt ftálsav alapú lágyítószerke és policiklusos vegyületek ismertetésével kezdem, bemutatom azok egészségügyi hatásait és a fogyasztóvédelmi jogszabályi háttérét, ezt követően pedig azokat a növényi olajokat, amelyeket potenciális alternatív lágyítószerként szeretnék vizsgálni. Végül összefüggést kerestem a sporteszközök és a kémiai-biztonság között, amelyet a szakirodalom kritikai áttekintésével zártam, implementálva az egyéni megfigyeléseimet és a saját tapasztalataimat is.

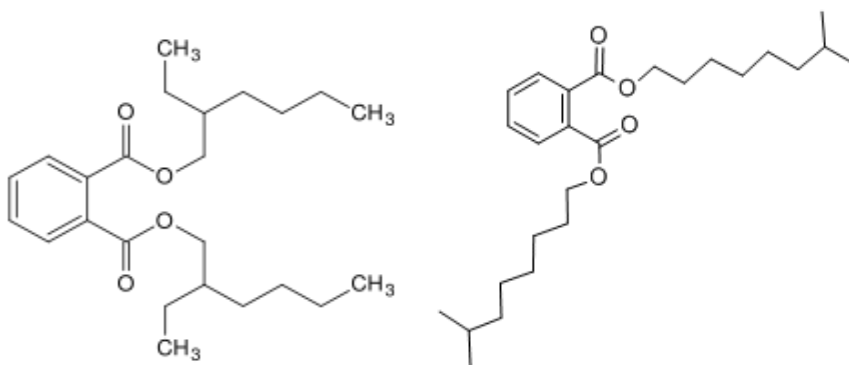
2.1. Kockázatos lágyítóadalék- és szennyezőanyagok bemutatása

2.1.1. Ftálsav-alapú lágyítószerke ismertetése

Ahogy az előző alfejezetben olvashattuk, a lágyítószerke alkalmazására több okból is szükség van. A lágyítók csoportjába azok az anyagok tartoznak, amelyeket a keménység csökkentése, a flexibilitás növelése és a feldolgozhatóság javítása érdekében adagolnak a műanyagokhoz. Alkalmazásukkal a polimer üvegesedési hőmérséklete (T_g) csökkenthető (*amellyel együtt csökken az olvadék viszkozitása is*), így lehetővé válik az ömledék alacsonyabb hőmérsékleten történő feldolgozása. A hagyományos lágyítóadalékok fejlesztésében fő célkitűzés egyrészt a korszerű feldolgozás igényeinek (*nagyobb teljesítmény, kisebb szükséges koncentráció; jobb ár/teljesítmény viszony*) kielégítése, másrészt a környezet megóvása.

A ftálsav-észterek olyan szerves vegyületek, amelyek gyenge kémiai kötésekkel rendelkeznek, melynek következményképp időben elhúzódó párolgással szabadulnak fel a bizonyos műanyag termékekből. Alapjukat a ftálsav adja ($C_6H_4(COOH)_2$), amely egy kétértékű aromás dikarbonsav, a benzolgyűrűn a két karboxilcsoport orto-helyzetben található, ez befolyásolja a gyűrű tulajdonságait. Kétértékű savként normál és savanyú sókat képez, sóit a köznyelven ftalátoknak nevezi, amelyek alkoholokkal normál és savanyú észtereket alkotnak.

Megtalálhatók többek között a műanyag *gyermek-játékokban és iskolaszerekben* [19-21], az egészségügyben (*oxigénmaszkok, katéterek, infúziós tasakok*) [22, 23], a *ruházatban* [24], a *kozmetikumokban* [25, 26], ezenkívül szennyezőként kimutathatók minden ember *vérében* [27], az *élő- és szennyvizekben* [28-30], a *házi porban* [31], az *élelmiszerekben*: mint a *kávé, bor és olíva olaj* [32-34], vagy azok *csomagolásaiban* is [35-37].



2. ábra: A dietilhexil-ftalát, DEHP (*balról*) és a diisononil-ftalát, DINP (*jobbról*) ftálsav-észterek szerkezeti képlete

A ftalátok használatát az EU-ban a szaporodási képességet (*DEHP, BBP, DBP, DIBP*), illetve a gyermek fejlődését károsító hatásai (*DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP és DNOP*) miatt korlátozzák. Kockázataikról döntően állatkísérletekből származó adatok állnak rendelkezésre, amelyeket egereken, patkányokon és kagylókon végeztek el a szakemberek [38], ugyanakkor kevés tanulmány vizsgált embereket. A laboratóriumi állatokon végzett kísérletek során megállapították, hogy számos reprodukciós-, egészségügyi- és fejlődési probléma [39-41] fűződik ezekhez a vegyületekhez, ugyanis képesek átjutni a placentán, ezért az embriót már az anyaméhben is károsíthatják [42-44], de összefüggésbe hozták őket az *asztmával* és az *allergiával* is [45-47].

Mivel a fejlődő szervezetek különösen érzékenyek a reprodukciót károsító anyagokra, az Európai Unió egy ezzel foglalkozó irányelvet fogadott el 2005-ben (*2005/84/EK*), melynek eredményeként a direktíva megtiltja a három, bizonyítottan a legkockázatosabb egészségügyi hatással rendelkező lágyítóadalék (*a DEHP, DBP és BBP*) alkalmazását játékszerekben és gyermekápolási eszközökben. Ennek oka, hogy az említett vegyületek hatással lehetnek a gyermekek értelmi fejlődésére, *Nadeem et al. (2020)* szerint a DEHP és metabolitjai viselkedési rendellenességekkel társulnak [48], míg *Tait et. al (2020)* szintén korai pubertást

[49] állapított meg az általuk vizsgált olasz nemzetiségű gyermekeknél. De nem ritka a csecsemők alacsony születési súlya sem [50], egyes kutatók a DEHP kitettségnek tulajdonították az újszülöttek alacsony születési súlyát is (*Martínez et al. 2020*).

Eckert és munkatársai 2020-ban egy igen érdekes tanulmányban vizsgálták a DEHP adalékok hatását gyermekek szívműtete során, az alkalmazott *cardiopulmonalis bypass (CPB)*² csövek anyagát elemezve. Minden beteg vér- és vizeletmintáit a műtét előtt és után is elemezték és megállították, hogy a DEHP meglehetősen magas mennyiségben volt jelen (1046 µg /l), illetve a metabolitjai szintén minden vizeletmintában előfordultak. Ez a tanulmány egyértelműen bizonyítja, hogy a sztenderd orvosi eljárások jelentősen hozzájárulhatnak a betegek belsőleges lágyítóterheléséhez, különösen a DEHP esetében [51]. De nem csak a gyermekek kitettsége aggasztó, sajnos található a szakirodalomban olyan közlemény, amelyben feltételezték a DEHP karcinogén hatását, miszerint okozhat *emlő-* [52, 53], *pajzsmirigy-* [54], vagy *tüdőrákot* [55], ezenkívül krónikus *májbetegséget* [56], *elhízást*, illetve *2-es típusú diabéteszt* [57, 58] is. Ahogyan ebben a fejezetben látható, a ftálsav alapú adalék- és szennyezőanyagok jelenléte magas kémiai kockázatot jelenthet az élő szervezetre nézve, ezért érdemes figyelemmel követni a szabályozásukkal kapcsolatos jogszabályi változásokat.

Az általam vizsgált ftálsav-észterek IARC szerinti besorolását pedig az *1. számú melléklet*ben foglaltam össze részletesen.

² cardiopulmonalis bypass: A CPB szerepe a műtét idejére nem dobogó, vértelen szív biztosítása, mialatt a keringésből a vért a szívet és tüdőt mesterséges úton helyettesítő extracorporális rendszeren vezetik keresztül.

2.1.2. Policiklusos aromás szénhidrogének (PAH-ok) bemutatása

A policiklusos aromás szénhidrogének (*a továbbiakban PAH-ok*) közé több, mint 100 különböző vegyület tartozik, amelyek összekapcsolódó aromás gyűrűkből állnak és nem tartalmaznak ún. heteroatomokat (*3. ábra*). Elsősorban szerves anyagok tökéletlen égése (pirolízise) során, illetve különböző ipari folyamatokban keletkeznek. Természetes forrásai az *erdőtüzek és vulkánkitörések* [59], de szennyezés következtében előfordulhatnak a *talajban* [60-62], a *tavakban és víztározókban* [63, 64], a *tengerekben* [65-67], a *tengeri élőlényekben*, mint például a *szardíniában és tőkehalban* [68-70], illetve a *kagylókban* [71] is. Ezenkívül számos tanulmány foglalkozik a PAH-ok *levegőben* [72-74], a *szálló, vagy házi porban* [75-77], illetve a *dohányfüstben* való előfordulásának vizsgálatával is [78-80]. Sőt, 2021-re több olyan tanulmány készült, amelyek a hagyományos cigaretta kiváltását célzó, ún. *elektromos cigaretták* egészségügyi kockázatait is tárgyalják. *Wagner (2018)* és *Bjurlin (2020)* egymástól független vizsgálataik során megállapították, hogy egyáltalán nem veszélytelenek ezek az alternatív termékek a környezetre nézve azok PAH-tartalma miatt [81-83]. Más kutatások különböző élelmiszerekben elemezték a PAH-okat, többek között: a *füstölt-, vagy túlsütött ételekben* [84, 85], *pörkölt kávéban* [86], bizonyos *gabonákban és azok lisztjeiben (búza, kukorica)* [87-89], *növényi és étolajokban (olíva, pálma)* [90-92], de még a *gyümölcsökben* [93] is előfordult néhány kockázatos aromás vegyület (szilva). Több tanulmány foglalkozik a *teafogyasztás* során szervezetbe jutó PAH-ok mennyiségével [94-96], illetve a *húsokban, margarinokban* [97, 98] és bizonyos *takarmányokban* [99] is kimutatható volt néhány aromás vegyület.

A disszertáció szempontjából releváns vizsgálatok a fogyasztási cikkek gumi-alkotóelemeinek elemzése [100], például: *játékok* [101-103], *műfüves pályák* és [104] *ruházatok* anyagainak összetétele [105, 106] szempontjából. *Diekmann et al. (2018)* munkásságát szeretném ismét kiemelni [1], ugyanis kéziratukban igen átfogó szakirodalmi képet kapunk arról, hogy korábban kik foglalkoztak gumialapú termékek vizsgálatával, illetve részletes leírást adnak arra nézve, hogy az adott kockázatot rejtő PAH vegyületet milyen módszerrel érdemes vizsgálni. Érdekes tény, hogy a PAH-okat lágyítóadalékként egészen 2010-ig lehetett a gumiabroncsokba keverni, ezt a tevékenységet a későbbiekben az európai *2005/69/EK rendelet* szabályozta. Ennek oka az volt, hogy a mindennapi használat során

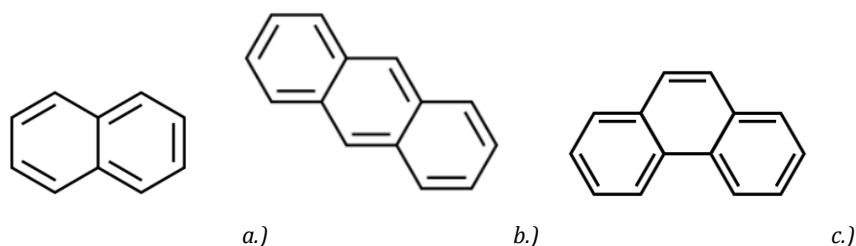
elkopott abroncsok futófelületeiből nagy mennyiségben szabadult fel **benzo[a]antracén** és **pirén**, hozzájárulva ezzel a légkör szennyezéséhez [107, 108].

Ezt a gondolatot azért tartottam fontosnak, mert a legtöbb gumialapú sporteszköz (elsősorban a bevonat), vagy ruházat (cipőtalp), illetve pálya (futópálya, futballpálya) anyaga újrahasznosított gumiabroncs-őrleményekkel van társítva. Szintén az útburkolatban található PAH-okhoz köthető az a két vizsgálat (*Rangaraj et al., 2019; Mohajerani et. al., 2020*), amely során reciklált gumi-őrleményt adagoltak a bitumenhez különböző tömegarányban, majd ezeknek a keverékeknek a PAH-tartalmát vizsgálták. Megállapították, hogy a gumibitumen szintén kockázatos lehet [109, 110] az emberi egészségre és a környezetre azok illékonyága miatt.

Tekintettel a gumiabroncsok PAH-tartalmával foglalkozó kutatásokra, néhány szót szeretnék ejteni az elhasználdott gumiabroncsok újrahasznosítása során keletkező PAH-okról is. Több vizsgálat foglalkozik az őrlemények pirolízise során keletkező, ún. *pirolízis olajok* aromás tartalmával. Az eljárást ipari méretekben még nem alkalmazzák, de erőteljes kutatások folynak a témában, amelyek biztatóak. Az előállított korom pedig - a legoptimistább esetben - helyettesíthetné a kereskedelemben kapható kormokat [111-113], amelyek napjainkban a legnagyobb mennyiségben felhasznált gumiipari töltőanyagok [114]. A gumiiparban alkalmazott kormok egészségügyi hatásai ugyanakkor szintén elgondolkodtatóak, ugyanakkor a disszertáció korlátozott keretei miatt jelenleg nincs lehetőség a bővebb elemzések folytatására.

A kifejezetten sporteszközökben található PAH-ok vizsgálatáról azonban kevés referencia áll rendelkezésre, a legtöbb esetben szabadtéri műfüves pályák alapjait elemezték a szakemberek (*Schneider et al. 2020; Menichini et al. 2011*). A pályák mesterséges felületei olyan környezeti és egészségügyi veszélyeket jelenthetnek, amelyeket kémiai összetételük alapján lehetne pontosabban felmérni. Az említett három tanulmányban bizonyításra került, hogy alacsony koncentrációban ugyan (*10 mg/kg alatt*), de távoznak aromás vegyületek a pálya anyagából [114-116], vélhetően az időjárási viszonyok miatt, például eső, vagy napsugárzás [117] hatására. Ezt a degradációs folyamatot az iparban valamilyen Zn-tartalmú sóval igyekeznek stabilizálni, ugyanakkor az ilyen irányú kutatások során megállapították [118], hogy a cink hasonlóképpen egészségügyi kockázattal rendelkezhet hosszú távú kitettség esetén

(Wachtendorf *et al.*, 2017). Szintén aggodalomra ad okot annak a kísérletsorozatnak az eredménye, amelyet Llompart *et al.* végeztek 2013-ban közterületi játszóterek és futballpályák gumiburkolatát vizsgálva, gázkromatográfiás módszerrel [119, 120]. Ugyanis az általuk ellenőrzött 16 PAH-vegyületből kivétel nélkül mind jelen volt a szűrőpróba szerűen vett mintákban. Itt szeretnék visszautalni korábbi vizsgálataikra [14], ahol morzsagumiból előállított játszóterek talpázatában elemeztek ftálsav-észtereket, adipátokat, vulkanizálószerkeket és antioxidánsokat. Beltéri sporteszközök célzott vizsgálatával sajnos egyetlen tanulmány sem foglalkozik, csak a sportolásra használt helyiség levegőjét elemezték eddig (Deghani *et al.*, 2018; Bralewska *et al.*, 2020), de nem a használt eszközöket [121, 122].



3. ábra: A naftalin (a), az antracén (b) és a fenantrén (c) szerkezeti képlete

Összefoglalva tehát, a PAH-ok kimutathatók a gumiból készült fogyasztási cikkekben, illetve természetükből adódóan a környezetből vett mintákon is. Ennélfogva a bőrön keresztüli érintkezés vagy a belégzés az elsődleges expozíciós út, míg az orális bevitel és a környezetszennyezés másodlagos kockázatnak számít. Az egészségkárosító hatásuk megismerése érdekében a szakemberek számos vizsgálatot végeztek el kísérleti állatokon (zebrahalakon, kagylókon, patkányokon), ezek eredményei alapján az alábbi megállapítások tehetők: szív- és érrendszeri [123], rákos megbetegedéseket okozhatnak, vagy súlyosbíthatnak [124, 125], képesek sejt szinten megváltoztatni a szervezet működését [126, 127], befolyással vannak a születendő gyermek fizikai tulajdonságaira [128] és mentális zavarokat is okozhatnak a fejlődésük során [129-131], bizonyos esetekben képesek az idegrendszerüket is károsítani.

Mérgező hatásuk miatt az állami egészségügyi ügynökségek elősegítik a PAH-ok ismeretének bővítését, valamint az expozíció és hatás biomarkereinek felfedezését célzó kutatási tanulmányok kidolgozását. Az élenjáró országok között található Kína, ahol nagy számban végeztek kutatást arra nézve, hogy az ipari és lakóövezetekben [132, 133], vízi élőhelyeken [134], szennyvíz és hulladéklerakó telepeken [135, 136] milyen genotoxikus hatása

lehet az adott esetben vizsgált PAH-vegyületeknek. Szabályozás szempontjából viszont az európai országok a legszigorúbbak, mint például: *Dánia, Finnország és Svédország* [137], illetve *Németország* [138], a kontinensen kívül az *USA* tekinthető proaktív államnak [139]. Hazánkban pedig a *14/2001 KöM-EüM-FVM* együttes rendeletben határozták meg 2001-ben a PAH-ok maximálisan megengedett koncentrációs hatértékét a levegőben, ami 1 mg/m^3 lehet [140]. A PAH-ok IARC szerinti besorolását a *2. számú melléklet* tartalmazza részletesen.

2.1.3. Nehézfémek jelenléte a műanyag és gumiipari termékekben

A nehézfémek definíció szerint (*Kovács, 2013*): “*a természetes és antropogén forrásból származó fémek, amelyeknek a sűrűsége nagyobb, mint $4,5-5 \text{ kg/dm}^3$* ”. A periódusos rendszerben ez legalább 70 elemet érint, gazdasági-, környezeti- és egészségügyi hatásuk miatt kiemelkedően fontosak. A legkockázatosabbnak számító fél és nehézfémek: az *arzén (As)*, *cink (Zn)*, *réz (Cu)*, *kobalt (Co)*, *króm (Cr)*, *vanádium (V)*, *nikkel (Ni)*, *bizmut (Bi)*, *kadmium (Cd)*, *higany (Hg)*, *ólom (Pb)*, *ón (Sb)* és a *szelén (Se)* [141], ezeknek az elemeknek a részletes tulajdonságait, illetve IARC szerinti besorolását a *3. számú melléklet* tartalmazza.

A fémek kinyerése, előállítás, feldolgozása és felhasználása jelentős szerepet játszott az emberiség technikai fejlődésében. Egyes fémekről (*Fe, Cu, Co*) régóta, másokról (*Zn, Cr, V*) csak néhány éve ismert, hogy humán élettani szempontból esszenciális faktorok, azaz hiányuk jellegzetes patológiás elváltozásokat okozhat (*Paithankar et al., 2020.*); ugyanakkor képesek mind akut, mind krónikus formában károsítani az exponált személy egészségét [142]. A lakosságot érintő expozíció prevenciójában elsődleges a környezet fémszennyeződésének megelőzése [143, 144], illetve csökkentése [145], a magasabb kockázatú csoportok: *kisgyermek, terhes és szoptató anyák* speciális védelme. Ugyanis több tanulmány napvilágot látott már, amelyekben bizonyították a szakemberek, hogy akár csak néhány hónapig tartó nehézfém-kitettség is befolyásolja a gyermekek *fizikális fejlődését* [146], *idegrendszeri zavart (érzelmi)* okoznak [147], összefüggésbe hozhatók az *autizmussal* [148], felelősek az *asztma* kialakulásáért [149], hatással vannak a gyermek *intelligenciájára* [150], képesek gyengíteni az *immunrendszerüket* [151] és feltételezhetően *karcinogének* [152].

Ugyanakkor nem csak a kifejlett gyermekek egészségügyi állapotát képesek befolyásolni, hanem ún. *prenatális expozíció*³ hajlammal is rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy a gyermeket és édesanyját már annak születése előtt károsíthatják. Ilyen például a korai trimeszterben történő gyakori *fogkitörés* [153], a *cukorbetegség* kialakulása [154] és a *placenta* sérülése [155]. Hasonlóan a ftalátokhoz és a PAH-okhoz, a nehézfémek is megtalálhatók többek között: a *házi porban* [156], a *levegőben* [157, 158], az *élelmiszerekben* [159, 160], a *növényekben* [161], a *talajban* [162] és a *vizekben* [163, 164] is. Látható tehát, hogy az urbanizáció fokozza ezeknek az elemeknek a jelenlétét a környezetben, amelyek egészségügyi kontextusból tekintve különösen veszélyesnek számítanak.

A játszótér-, sport- és rekreációs létesítmények pedig olyan helyek, ahol az emberek nagy számban vannak jelen abból a célból, hogy a közérzetükön javítsanak, vagy mentálisan jobb állapotba kerüljenek. Az utóbbi években egyre több olyan tanulmány készült, amelyek során néhányan a helyszín talajában, levegőjében kerestek nehézfémeket és a nehézfém-szennyezés ökotoxikológiai hatását elemezték [165], viszont kevesen foglalkoztak az itt használt eszközök kémiai kockázatának vizsgálatával. Kiemelendő *Matoso et al. munkája* 2012-ben, amikor sportpólókban vizsgálták induktívan kapcsolt plazma optikai emissziós spektrometriával (*ICP-OES*) az alábbi elemeket: *Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni és Hg*. A ruhák alapanyaga poliamid (PA), amely három különböző márkától, különböző színű sportszövetekből származó textilminta volt [166] és megállapították, hogy a fekete színű mintákban detektált *Pb, Cd* és *Cr* koncentrációk magasabbak, mint az RoHS-rendeletben rögzített egészségügyi értékek.

³prenatális expozíció: méhen belüli kitettség.

2.1.4. Növényi olaj alapú lágyítószer bemutatása

A lágyító adalékok szerepe általánosan a keverékek technológiai tulajdonságainak módosítása, mint például: a viszkozitás csökkentése, feldolgozhatóság javítása és a fizikai paraméterek megváltoztatása (*keménység csökkentés, hidegállóság, hőállóság*), valamint árszabályozó szerepe is lehet. A nem olajálló kaucsukok legáltalánosabb lágyítói az ásványolaj alapú lágyítószer, míg az olajálló kaucsukoknál főleg szintetikus lágyítók alkalmazása az elterjedt [167].

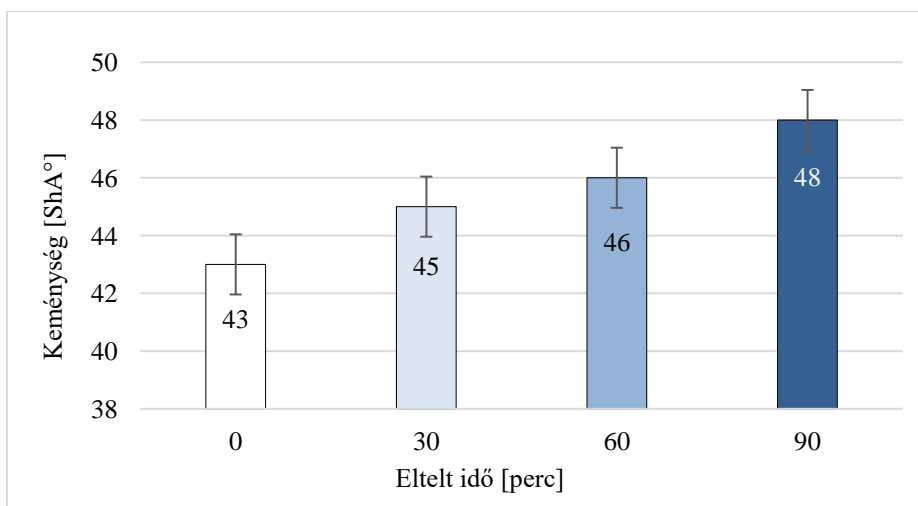
A témában a szakirodalom főképp ásványi eredetű olajokkal foglalkozik (*paraffinos, nafténes vagy aromás*), esetemben ennek bővebb tárgyalásától most eltérnék, a hangsúlyt a természetes eredetű, illetve a növényi olaj alapú lágyítószerre helyeztem. Az ásványolaj alapú lágyítókon kívül érdemes még megemlíteni a néhány speciális rendeltetésű lágyítócsoporthoz is, mint például az *észter-, éter-, tioéter- és klórozott paraffin* típusú lágyítók, ezek a kaucsukokhoz hasonló szerkezetű, de annál kisebb molekulatömegű folyékony halmazállapotú anyagok, amik nagyon jó összeférhetőséget mutatnak a kaucsukokkal. Alkalmazásuknak célja főleg a hideg- és hőállósági tulajdonságok módosítása, míg utóbbinak égésgátló hatása is van [167].

A hagyományos kőolaj alapú lágyítókkal kapcsolatos egyik legnagyobb probléma az általuk jelentett különböző egészségügyi kockázatok, főleg az aromás típusú olajokban fordulnak elő nagyobb mennyiségben PAH-ok. A veszélyes műanyag adalékanyag problémára megoldást jelenthet ezek különböző növényi eredetű olajokkal történő helyettesítése, amelyek alkalmazása olyan további előnyökkel is járhat, mint például a fel nem használt, hulladékként keletkező anyag/növényi részek hasznosítása [168-170].

Az egyik ilyen lehetőség a fehér rizs előállításánál nagy mennyiségben keletkező rizskorpa és a belőle nyerhető rizskorpa olaj (RKO), valamint ennek epoxidált változata (ERKO) lehet. A szakirodalomban *Kuriakose et al.* [171] vizsgálták RKO és ERKO alkalmazhatóságát NR, NBR és CR alapú kénnel térhálósított keverékekben. Eredményeik arra engednek következtetni, hogy mind az RKO, mind az ERKO sikerrel alkalmazható ezekben a keverékekben, ugyanis mind a lágyítóhatás, mind a kész vulkanizátumok műszaki tulajdonságai hasonlóak voltak a vizsgált aromás olajat tartalmazó referencia keverékéhez. További előnyös tulajdonsága a RKO olajnak, hogy zsírsavtartalmából adódóan egyfajta

koaktivátorként is funkcionálhat, valamint antioxidánsként, ami azt jelenti, hogy a gumikeverékek UV fény, illetve ózon okozta degradációs folyamatait is késlelteti.

Hasonló degradációs hajlam csökkentését célzó tanulmányt készített 2018-ban *Zsoldos et al.*, argánolajjal extendált NR keveréket vetettek alá 30-, 60-, illetve 90 perces UV fényvel történő sugárzásnak a térhálósítást követően [172]. Az oxidációs folyamatok (másnéven: öregedés) hatásának változását Shore-A típusú keménységméréssel követték nyomon, öregítés előtt és az egyes fázisok között is. Megállapították, hogy az argán olaj esetén valóban elhanyagolható az UV-fény hatás okozta degradáció mértéke, ugyanis a keménység értékek között szignifikáns változás nem volt tapasztalható. Ezenkívül más kutatók is foglalkoztak bizonyos olajok „öregedésgátló” hatásával, *Khallouki et al (2008)*, illetve *Grajzer et al. (2015)*, akik argán és csipkebogyó olajat elemeztek hasonló eredményekkel [173, 174].



4. ábra: Argán olajjal kezelt NR keverékek keménység-értékeinek összehasonlítása UV-öregítés előtt, illetve 30, 60 és 90 perccel öregítés után [172]

Jayewardhana et al. vizsgálták ezenkívül szójaolaj (SO), pálmaolaj (PO), és napraforgóolaj (NO) hatását kénnel térhálósított természetes kaucsuk alapú keverékek esetén. Ők ebben az esetben arra voltak kíváncsiak, hogy a keverék vulkanizációs, valamint a vulkanizátumok fizikai tulajdonságaira milyen hatást fog gyakorolni az alkalmazott növényi olaj alapú lágyítószer, míg referenciának ők is aromás olajat (AO) alkalmaztak [175]. Megállapították, hogy a vizsgált növényi olajok egyrészt hosszabbították a vulkanizáció indukciós szakaszát, ennek következtében kismértékben lassították a vulkanizációs folyamatot is. A maximális nyomatók mindkét olaj (SO és PO) esetén meghaladta a referencia nyomatók értékét. A

mechanikai tulajdonságok vizsgálata során pedig azt tapasztalták, hogy a rugalmassági modulusok a vulkanizációs görbék maximális nyomatékainak sorrendjében alakultak (NO<AO<PO<SO). Szakítószilárdság tekintetében bár a hagyományos AO-t tartalmazó keverékek voltak a legjobbak, de nem volt lényeges különbség sem az egyes növényi olajok, sem a növényi olajok és az aromás olaj hatása között. Ugyanakkor érdekes, hogy a minták szakadási nyúlás értékei éppen ezzel ellentétes trend szerint alakultak, míg a további szakítószilárdság tekintetében nem volt számottevő különbség az egyes keverékek között, ahogy a keménység és a koptatási vizsgálatok során tapasztalt tömegcsökkenésben sem. Elmondható tehát, hogy mindhárom vizsgált növényi olaj alkalmazható NR alapú gumikeverékekben lágyítóként, ezért ezt a vizsgálat-sorozatot tekintettem a disszertációm egyik referencia munkájának.

Dasgupta et al. [176, 177] ugyanakkor még szélesebb körben elemezték a növényi eredetű alternatív lágyítók alkalmazási lehetőségeit, összesen hat ásványi-, és tíz természetes növényi eredetű olajat használtak fel munkájuk során. A növényi olajok a következők voltak: kaucsukfagag-, neem-, mahua-, szója-, len-, pongamia-, szezám-, mustár-, földimogyoró- és ricinusolaj. Tanulmányozták egyrészt magukat az olajokat és ezek NR alapú nyerskeverékek tulajdonságaira gyakorolt hatását [176], valamint az így kapott vulkanizátumokat is minősítették. Lobbanáspont tekintetében a növényi eredetű olajok igen jó eredményeket adtak, mindegyik 200°C feletti lobbanáspontot mutatott (a tizből nyolcnál ez még a 240°C-t is meghaladta), az ásványi eredetű olajok közül a nafténesnél 160°C, a paraffinosnál 180°C volt ez az érték.

Megfigyelték az olajok dermedéspontját is, ami ebben az esetben rendre alacsonyabb értéknek bizonyult, mint az ásványiaknál (növényieknél a legnagyobb a mahuaolajé volt 0°C-kal, míg az ásványiak közül az aromás csoportokat tartalmazók esetén 13°C volt). Így mind a feldolgozás közbeni biztonság, mind a tárolás szempontjából megfelelőnek, bizonyos esetekben az ásványiaknál jobbnak bizonyultak a növényi eredetű alternatívák. Mooney viszkozitás tekintetében mind az ásványi, mind a növényi eredetű lágyítókat tartalmazó keverékek hasonló értékeket mutattak, a vulkanizációs görbék elemzése arra utalt, hogy a növényi eredetű lágyítók esetében a vulkanizáció indukciós szakasza hosszabb lett, a vulkanizációs sebesség gyorsult, míg a platómodulus értéke csökkent [176]. A vulkanizátumok esetén a jellemzést a térhálósűrűség vizsgálatával kezdték. Az eredmények azt mutatták, hogy

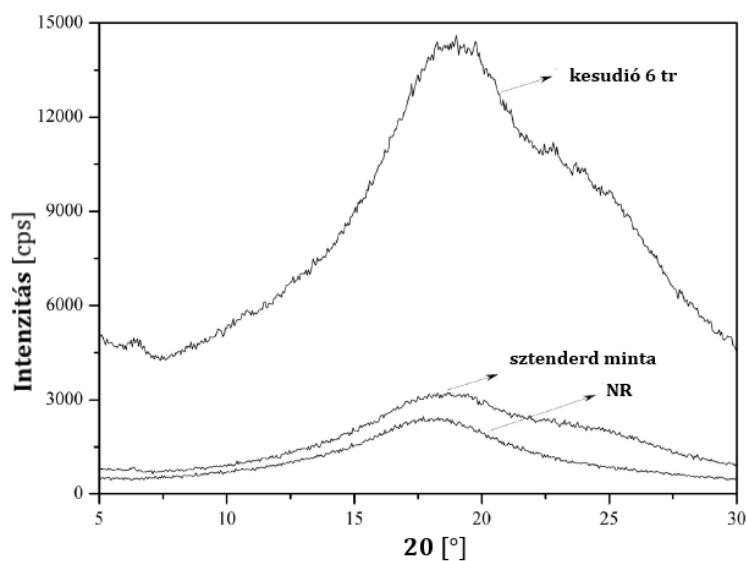
az ásványi olajokkal lágyított keverékek térhálósűrűsége meghaladta a növényi olajokat tartalmazó vulkanizátumokét. Feltételezésük szerint ezek az olajok nagyobb kéntartalommal rendelkezhetnek [177], ugyanakkor a növényi olajokban - a ricinusolajat leszámítva - nem volt kimutatható kén jelenléte [176].

Vizsgálataik során a vulkanizátumok szakítószilárdsága és szakadási nyúlása ugyanakkor nem mutatott jelentős eltérést a különféle olajok között, a termomechanikai (DMTA) eredmények szintén korreláltak egymással a térhálósűrűség vizsgálata során kapott eredményekkel. Ez azt jelenti, hogy az ásványi olajat tartalmazó keverékek tárolási modulusai kisebb mértékben haladták meg csupán a növényi olajjal lágyítottak értékét [176]. Összehasonlításuk eredménye tehát, hogy mind a nyerskeverékek feldolgozási, mind a kész vulkanizátumok fizikai tulajdonságait vizsgálva a növényi eredetű lágyítók alkalmazhatóságban vetekszenek ásványi eredetű párjaikkal (bizonyos esetekben felülmúlták azokat), így olyan helyeken, ahol ezeknek a forrásai nagy mennyiségben és olcsón rendelkezésre állnak, ésszerű alternatívát kínálnak az ásványolajok helyett. *Dasgupta és csapata* igen jelentős kísérletsorozatot végzett növényi alapú lágyítószeres terén, eredményeiknek a mai napig van létjogosultságuk az alternatív adalékanyag fejlesztésben [176, 177].

Időrendben őket követte *Moresco et al.* 2016-ban, amikor kesudió olajjal kezelt NR kompaundokat hoztak létre és elemeztek [178] Dasguptáék nyomán. Eredetileg repülőkön alkalmazott biztonsági övek receptúrájával dolgoztak, ahol fő szempont volt az emberi szervezetre káros anyagok minimalizálása, illetve helyettesítése alternatívákkal. A korábbi elemzésekhez hasonlóan ők is egy aromás sztenderd olajat használtak etalonnak, egy félszintetikus gyantát, ún. kesudió olajat (a továbbiakban *CNSL*). Ezt különböző mennyiségekben (tr-ben) adagolva alkalmazták 100 tömegrész kaucsukra viszonyítva, a vizsgálati eredményekből készített publikációjukban igen részletesen kitérnek az előkísérletek paramétereire, a vizsgálatok körülményeire, illetve a felhasznált anyagok sajátosságaira is.

Ugyanis azt a tézist, miszerint a *CNSL* sokkal kedvezőbb hatású lehet, mint aromás társai, a legkülönbözőbb módszerekkel kívánták igazolni: fizikai-mechanikai tulajdonságok nyomonkövetésével, mint a keménység- vagy szakítószilárdsági, és abrúziós vizsgálatokkal; a felületen található funkciók csoportok jellemzését FT-IR spektroszkóp berendezéssel; a

termikus tulajdonságokat TGA (DTGA) és DSC módszerrel; a kémiai viselkedésüket duzzasztással és gázáteresztőképesség vizsgálattal; a ZnO aktivátor porát pedig XRD módszerrel elemezték, a keverék viszkoesztikus tulajdonságait pedig Monsanto, illetve Mooney viszkoziméterrel figyelték meg. Arra a megállapításra jutottak, hogy a különböző vizsgálatok során a kesudió-olaj kifejezetten pozitív hatással van a keverék tulajdonságaira, és versenyképes a szintetikus társaival szemben is. Ezért disszertációm készítése során ezt a típust választottam etalonnak.



5. ábra: A nyers kaucsuk, a kesudió-olajos minta, illetve a sztenderd minta összehasonlító XRD spektruma [178]

Míg egyesek a kaucsuk alapú kompozitok biokompatibilitását kutatják, mások inkább a technológiai megvalósíthatóság, illetve a speciális igényeket kielégítő kompozitok irányában tevékenykednek. Számos publikáció található még a szakirodalomban, amelyek különböző töltőanyag-rendszer-kaucsuk kölcsönhatást vizsgál, vagy valamely technológiai paraméter megváltozását követik nyomon, ugyanakkor kifejezetten lágyító-mátrix közötti interakciókkal igen kevesen foglalkoznak, annak komplexitása miatt. Ha kizárólag csak a szakirodalomra szeretnék hagyatkozni, viszonylag kevés számú tanulmány foglalkozik a lágyítószer-nyers kaucsuk alapú rendszerek termomechanikai tulajdonságainak vizsgálatával, vagy ha mégis, akkor más térhálós alapanyaggal dolgoztak. *Wee et al.* (2017) illetve *Zanchet et al.* (2019) kutatásai lehetnek figyelemfelkeltők, hiszen ők szintén környezetbarát adalékanyagokkal

dolgoztak (cukor és palmitinsav) [179, 180], és bebizonyították, hogy a szilárd halmazállapotú cukor és palmitinsav is rendelkezik egyfajta lágyítóhatással a keverékre nézve.

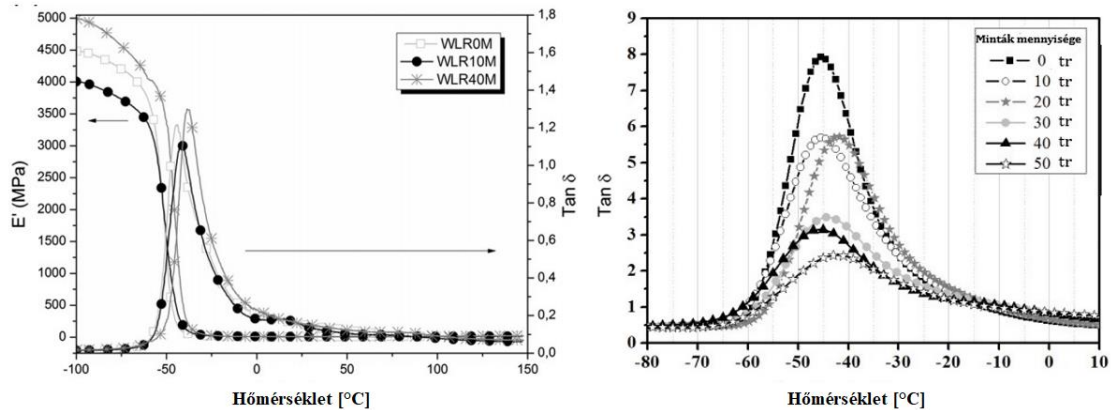
2.2. A szakirodalom kritikai áttekintése

Bár a természetes eredetű lágyítószerekkel kezelt gumikeverékek vizsgálata, valamint a különböző felhasználási területeivel foglalkozó kutatások köre igen széles, kevés olyan munka található a szakirodalomban, amely Európában is őshonos növényekből sajtolt olajokkal foglalkozna, illetve azzal, hogy egy-egy növényi olaj, milyen hatással bír gumikeverékek különböző tulajdonságaira. Az eddigi eredmények a vulkanizációs folyamatok jellemzésére és a létrehozott keverékek termo-mechanikai tulajdonságaira összpontosítanak.

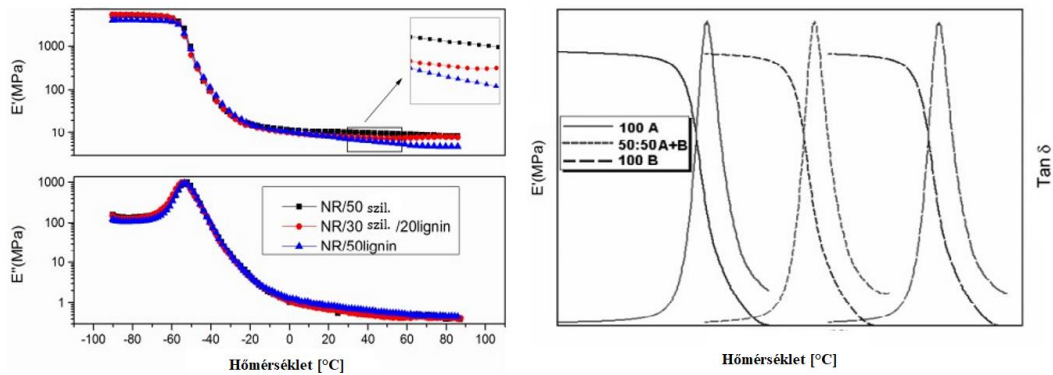
Ismeretes, hogy a kaucsukokból készített termékeket emelt hőmérsékleten formázzák ($>145^{\circ}\text{C}$), ezért a keverékek tulajdonságainak kialakulásában igen fontos szerepe van a lágyítószereknek. A gumik termomechanikai vizsgálatának témakörében számos színvonalas publikáció született, ugyanakkor kifejezetten növényi eredetű lágyítószerek vizsgálatát kevés kutatás célozta meg, feltehetően a keverék-összetevők tulajdonságainak bonyolultsága miatt. Nem egy egyszerű feladat analizálni egy összetett elasztomer/adalékanyag kompozit rendszert, azonban mégis vannak kifejezetten hasznos tudásanyagok e téren.

Ezek a vizsgálatok tehát sohasem csak a gumira korlátozódnak, hanem valamely töltő- és adalékanyag hatására koncentrálnak, mint például a keverékek termo-mechanikai tulajdonságai. Az elasztomerek pl. DMA görbéjéből kiderül, hogy ezek az anyagok magasabb hőmérsékleten sem olvadnak meg, ami a térhálós szerkezetű anyagok egyik jellemző tulajdonsága. A legmagasabb eltűrt hőmérséklet-határ T_d (ld. ábra) után nem olvadás, hanem termikus bomlás (pörkölődés, elszenesedés) következik be. A konstruktőr által felhasználható széles hőmérséklettartományt felülről, ennek a bomlási hőmérsékletnek a biztonságos elkerülése határoolja be [181]. Az alsó határ ugyanígy nem kerülhet a T_g alá – sőt közelébe sem -, mivel az üvegesedés hőmérsékletén az elasztomerek rugalmassági modulusza akár három nagyságrenddel is megnövekszik. Ez azt jelenti, hogy ez alatt a hőmérséklet alatt az anyag hirtelen rendkívül rideggé, törékennyé válik, és így alkalmatlan a rendszerint csillapító karakterével összefüggő funkcióinak betöltésére. Szerencsére a tipikus gumik esetében ezek a T_g értékek messze a 0°C alatti tartományba esnek.

A 6. ábrán Santos (2014) illetve Datta *et al.* nyomán (2017) különböző töltő- és lágyítóadalékokkal kezelt NR kaucsuk minták DMA görbéje látható (nafténes olaj, glicerolizát, por lignin és cukor töltőanyag), ahol jól megfigyelhető az adalékok T_g -re gyakorolt hatása is [182, 183], illetve feltüntettem még egy SiO₂-dal kompaundált NR keverék DMA görbéjét is, amelyet Yu *et al.* készítettek 2016-ban [184].



6. ábra: Különböző adalékokkal kezelt NR alapú keverékek DMA görbéi [182, 183]



7. ábra: SiO₂-vel töltött NR blend DMA görbéje, illetve az üvegesedési hőmérséklet lehetséges változásának szemléltetése A és B polimer, valamint A/B összeférhető keverék esetében [184, 185]

Látható, hogy a térhálós polimerek T_g feletti modulusz-platója a térhálósság fokával – vagyis a térháló-sűrűség növelésével – emelhető, ezért a DMA méréseim során kifejezetten fogok figyelni erre a jelenségre is. Ha ez a tézis megállja a helyét, akkor a reológiai-vizsgálatok során ez szintén megfigyelhető lesz. Kollár *et al.* ugyanakkor bebizonyították, hogy két anyag összeférhetősege hatással van a keverék termomechanikai tulajdonságaira [185].

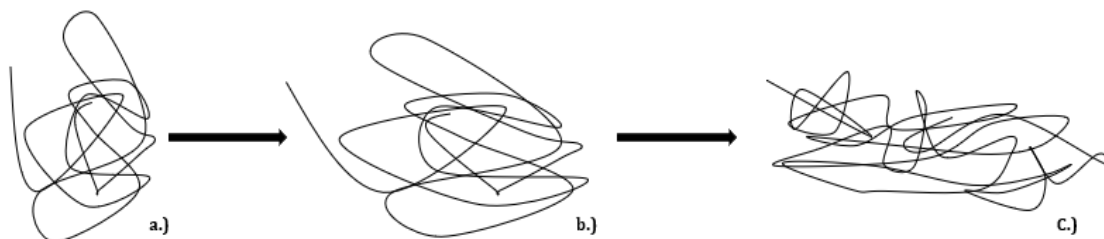
3. ALAPANYAGOK-, ELŐÁLLÍTÁSI- ÉS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni a kísérlethez felhasznált alapanyagokat, az általam kialakított receptúrákat és a minták vizsgálatához alkalmazott módszereket. A keverékek előállításának helyszíne a Miskolci Egyetemen található Polimertechnika csarnoka volt.

3.1. Felhasznált alap- és adalékanyagok bemutatása

3.1.1. Természetes kaucsuk

Egy gumiipari termék tulajdonságait minden esetben az alappolimer jellege határozza meg. Az elastomerek úgynevezett nagyrugalmas viselkedésének magyarázata azok amorf, ritkán térhálós szerkezetében keresendő. Ez azt jelenti, hogy már kismértékű külső deformáció hatására a molekulaláncok könnyedén el tudnak egymáshoz képest mozdulni, külső erők hatására az összegombolyodó láncmolekulák végei pedig nagymértékben egyenesíthetők [167]. Ezt a mobilitást a molekulaszegmensek ún. ⁴*Brown-mozgása* idézi elő, ami miatt a molekula képes változtatni az alakját, mozgásának irányát. Ezt a típusú mozgást *szegmensmozgásnak* is nevezi a szakirodalom.



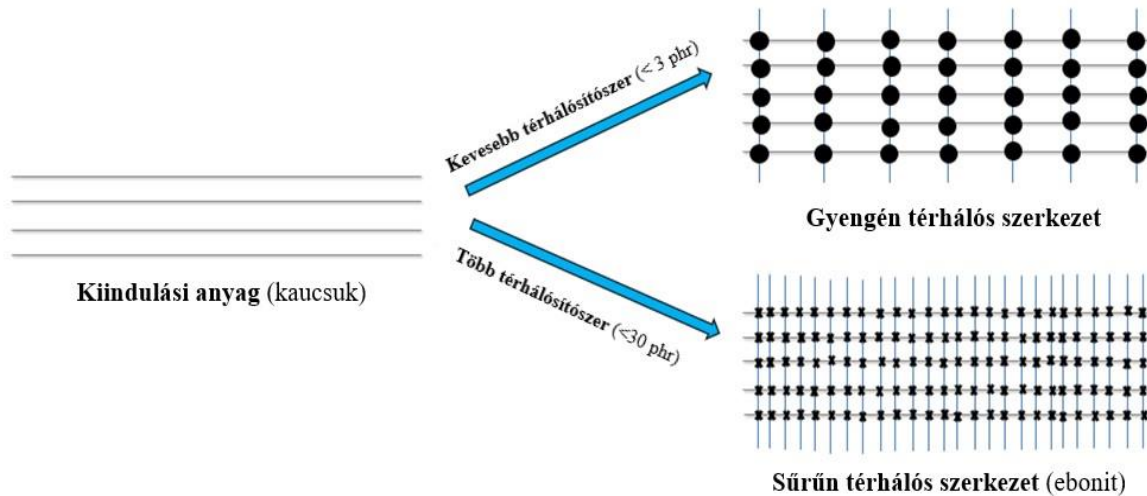
8. ábra: Az elastomerek szerkezetének változása nyújtás esetén:

a.) deformáció nélkül, b.) kis deformációnál, c.) nagy deformációnál [167]

Ha biztosítani akarjuk, hogy a terhelés megszűnésével az általa okozott deformáció is megszűnjön, akkor a molekulaláncokat a térben egymáshoz kell kapcsolni valamilyen módon. Ez történhet fizikai térhálópontokkal vagy a molekulaláncok között elsődleges, kovalens kémiai kötések létrehozásával. A térhálós műanyagokat két csoportba sorolhatjuk az egységnyi

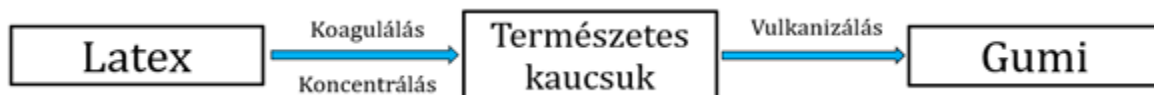
⁴ Brown-mozgás: A gázokban és folyadékokban lebegő (szuszpendált) részecskék szüntelenül zajló, véletlenszerű mozgása, amelyet Robert Brown angol botanikus fedezett fel vízben elkevert virágporszemcsék vizsgálatára során.

térfogatra vonatkoztatott keresztkötések alapján: *sűrű térhálós* polimerek az úgynevezett *duromerek*, amelyek a felhasználási hőmérsékletükön kemény, szilárd anyagok, illetve a ritka térhálós polimerek az *elasztomerek*, amelyek közül legismertebb és legrégebbi típusa a vulkanizált gumi.



9. ábra: Egy elasztomer térhálósításának sematikus rajza

A gumik legrégebbi alapanyaga a **kaucsuk**, amelyet különböző segédanyagok segítségével és az erre a célra alkalmazott technológiákkal alakíthatunk át térhálós szerkezetű műanyaggá. A folyamatot, amely során a térhálópontok kialakulnak, **vulkanizációnak**⁵ nevezzük, ez a végleges alakadási forma.



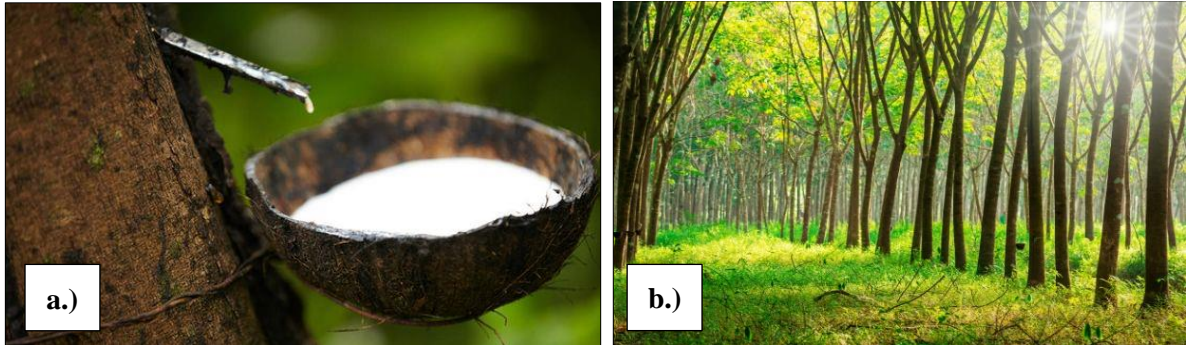
10. ábra: A gumi előállításának folyamatábrája a [167] alapján szerkesztve

A kaucsuk kiindulási anyaga a fából csapolás útján kinyert folyékony, tejszerű folyadék, a **latex**. Régebben a vadon termő fákból, ma már főként az ültetvényen termesztett *Hevea brasiliensis*ből⁶ nyerik (11. ábra), amelyet szintén nemesítenek a szakemberek a minél több hozam érdekében [186]. Ez a hozam növényenként megközelítheti akár az 5-10 kg-ot is, az

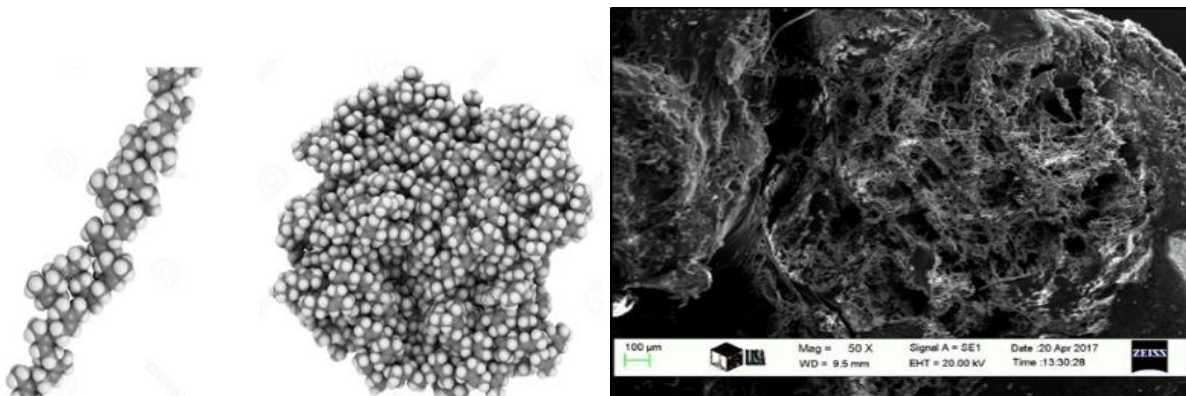
⁵ A szó eredete a római Vulcanus tüzisten nevéből származik, jelentése: égés.

⁶Hevea Brasiliensis: Kaucsukfa vagy gumifa, a *Malpighiales* rendjébe, azaz a kutyatejfélék családjába tartozó fajtája

ültetvények Ázsia, Dél és Közép-Amerika és Afrika trópusi vidékein találhatóak. Ma a világ kaucsuktermelésének nagy részét Thaiföld, Indonézia és Vietnám adja (*Statista, 2020*). Irodalmi összetételüket tekintve az NR kaucsuk megközelítőleg 95-99 % cisz-1,4-poliizoprént és 1-5 % 3,4-poliizoprént, továbbá fehérjeszerű anyagokat is tartalmaz [186]. Szerkezetét gyakran hasonlítják “gombolyaghoz” vagy cérnaszálhoz”, amely struktúra következtében változnak a tulajdonságai is.



11. ábra: Latex kinyerése a *Hevea Brasiliensis* fából (a.) és ültetvénye Thaiföldön (b.)



12. ábra: A nyers kaucsuk szerkezeti felépítése (a) és megjelenése 50x-es nagyításban (b)

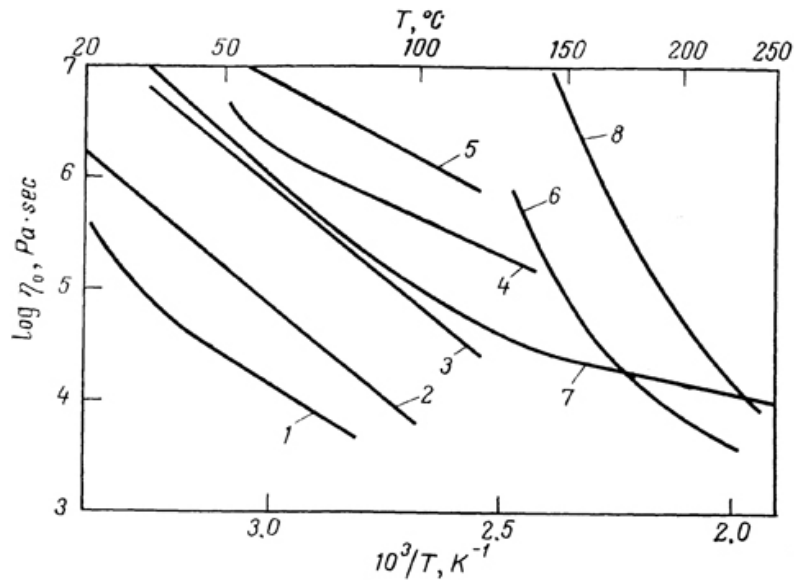
(Forrás: a szerző saját felvétele)

A kaucsuk kristályos fázisainak tartalma alacsony, emiatt reológiai tulajdonságai eltérnek a víz folyási tulajdonságaitól [167], hiszen Newton törvénye kismolekulájú anyagokra érvényes. Ezért a kaucsuk az ún. nem-Newtoni folyadékok csoportjába sorolható, folyási karakterisztikájuk pedig egy “folyás-görbével” jellemezhető:

$$\tau = f(\gamma) \quad (3.1)$$

Ahol:

τ : a nyírófeszültség [MPa], γ : a nyírósebesség [181].



13. ábra: Néhány polimer viszkozitásának Arrhenius diagramja [181]:

- 1:** poli-izobutilén (PIB), $M_w \sim 8 \times 10^4$; **2:** PIB, $M_w \sim 1 \times 10^5$; **3:** butil-kaucsuk (IIR); **4:** természetes gumi (NR); **5:** sztírol-butadién gumi (SBR); **6:** kissűrűségű-polietilén (LD-PE); **7:** etilén-propilén kopolimer (EPM, EPDM); **8:** polisztirol (PS), $M_w \sim 3,6 \times 10^5$

Gumik előállítása esetén a létrejövő vulkanizátumok tulajdonságai azonban sok esetben nem érik el a velük szemben támasztott követelmények szintjét, így további adalékokra is szükség van. Ezek közül legfontosabbak a gumikeverék (a kaucsuk és a választott adalékanyagok összessége) technológiai, műszaki jellemzőit, valamint árát alakító lágyító- és feldolgozást segítő anyagok és a töltő-, erősítőanyagok. Ezeket az anyagcsoportokat a következő alfejezetekben részletesebben ismertetem.

3.1.2. Adalékanyagok bemutatása

Ebben az alfejezetben bemutatásra kerülnek a felhasznált adalékanyagok és azok legjellemzőbb tulajdonságai, illetve hatásuk a már kész termékekre.

3.1.2.1. Korom alapú töltőanyagok

Töltőanyagokon izodimenziós szilárd részekből álló diszperz rendszereket értünk, amelyek az elasztomerben nem oldódnak fel és az ágyazóközegben külön szilárd fázist alkotnak, speciális csoportjuk a pigmentek (színezékek). A töltőanyagok rendeltetése többféle lehet, például a nyers keverékek technológiai tulajdonságainak javítása, a kész gumikeverék műszaki tulajdonságainak módosítása vagy árszabályozás, hiszen az olcsóbb töltőanyagok csökkentik a gumikeverék árát. Egyes töltőanyagok képesek mindhárom rendeltetést betölteni, ilyen univerzális töltőanyag a **korom** (angolul: *carbon black*, *CB*), amely több, mint 50%-át teszi ki a felhasznált töltőanyagoknak. A keverékekben lévő töltőanyag mennyisége szerint beszélhetünk *töltetlen* (para), *töltött* és *túltöltött* keverékekről, aminek mértékét a töltőanyag térfogattörtje (Φ_i) adja meg. Az egyes töltöttségi fokhoz az alábbi térfogattörtek társíthatók tehát [167]:

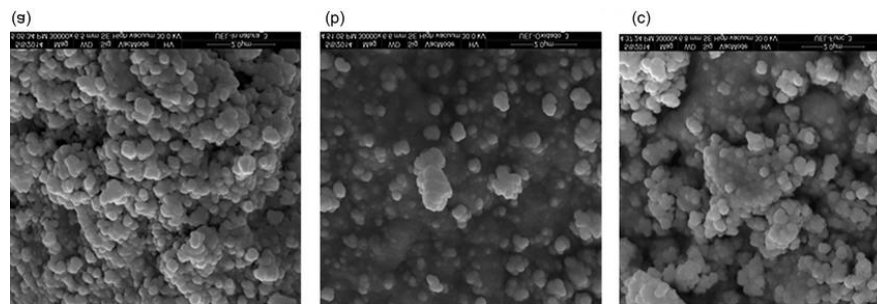
- töltetlen vagy para: 0,
- közepesen töltött: 0,2-0,3, illetve a
- túltöltött: 0,4.

Ebből következik, hogy töltőanyagok tömeghányad alapján történő cseréje csak azonos sűrűségű anyagok esetében lehetséges azonos töltöttségi fok megtartása mellett [167]. A töltőanyagok főleg a keverék viszkozitását (feldolgozhatóság szempontjából fontos), valamint a gumi mechanikai tulajdonságát határozzák meg. A töltőanyag típusának kiválasztásánál figyelembe kell venni a kaucsuk-töltőanyag kölcsönhatást, valamint a töltőanyag erősítő hatását. Ezért kiváló választás a korom, ami többek között annak tulajdonítható, hogy igen széles minőségi választékban áll rendelkezésre. *Aktív* vagy *erősítő*, *félaktív*, *inaktív*, vezetőképes tulajdonságokkal rendelkezik [167], alkalmazásával nagy szilárdságú, rendkívül magas kopásállósággal rendelkező keverékek állíthatók elő.

Megjelenési formáját tekintve egy fekete színű, szilárd halmazállapotú, por formában jelenlévő anyag, aminek fő alkotóeleme a szén. A széntartalom a korom minőségétől és a felhasználási módjától függően 80 és 99,5% között változik. A hétköznapi életben általában a

tüzelőberendezések és a belsőégésű motorok használata közben találkozunk vele, de a gumiipar nagy mennyiségben használja, ezért a korom előállítása ipari méretekben is szükséges. Az ipari korom jellemzőit szabványban rögzített minőségi előírások szabályozzák [167]. Az ipari korom, amit megfelelő gyártási körülmények között állítanak elő, gyakorlatilag tiszta szénből áll, így egészségkárosító hatása nincs, vagy a szennyeződésektől függően minimális. Nem szabad összetéveszteni a kommunális úton keletkező korommal, amely tökéletlen égése során nagy mennyiségben tartalmaz egyéb szerves anyagokat is, a szénkátrányban például a PAH-okat is. Itt szeretnék visszautalni az irodalomkutatás fejezetben már említett *Lányi et al.* munkásságára [18], amely során ők kifejezetten a gumik PAH-tartalmát vizsgálták.

A kormok gumiipari osztályozása szintén többféleképpen történhet, a terjedelmi korlátokra való tekintettel az Amerikai Szabványügyi Hivatal (*ASTM*) szerinti kategóriákat az *5-8. számú mellékletben* foglaltam össze. A csatornakormokat csak csekély mennyiségben használják fel olyan alkalmazási területeken, amelyeknél fontos a nagy szilárdság, a kis belső súrlódás és alacsony hőfejlődés. A nagy kopásállóságú típusokat (*HAF, SAF, ISAF*) gépjárműabroncsok futófelületének keverékeiben használják fel. A közepes aktivitású, jól extrudálható kemencekormokat (*FEF*) pedig az egyéb termékek alkalmazzák.



14. ábra: SEM felvétel kezeletlen korom (a), oxidált korom (b) és 3-merkaptó-propil-trimetoxi-szilánnal felületkezelt korom (c) 300x-os névleges nagyításban [187]

Disszertációm készítése során az **N326 típusú** korommal dolgoztam, amelyet a tiszaujvárosi *Birla Carbon Hungary Kft.* biztosított számomra. Érdeemes róla tudni, hogy ez a típus finom granulátumú, alacsony struktúrájú erősített korom, amely biztosítja az alacsony modulust, nagy szakadási nyúlást, a szakítószilárdság és fáradási erő magas értékeit. ÖEzért vizsgálataim eredményeként a modulusz-jellegű tulajdonságokat a klasszikus lágy keverékekhez hasonló szilárdsági értékek közé várom (*40-50 ShA° és körülbelül 300%-os szakadási nyúlás*).

3.1.2.2. Kén alapú vulkanizálószerrek

A térhálósodás mértéke definíció szerint [167] kifejezhető „az egységnyi térfogatban található, mindkét végén csomópontban végződő alkotó láncok aktív hálózati láncszegmensek számával (v), az egységnyi térfogatban lévő csomópontok számával (n), vagy a térháló csomópontjai közé eső láncszegmensek átlagos molekulatömegével (M_c).”

$$v = \frac{d}{M_c} - \frac{2d}{M_n} = \frac{d}{M_c} \left(1 - \frac{2M_c}{M_n}\right) \quad (3.2)$$

Ahol:

v : a látszólagos térhálósűrűség mértéke [mol/m³]

d : az anyag sűrűsége [g/mol],

$\frac{2d}{M_n}$: a láncvégek száma [-].

Ezért a vulkanizáló-rendszer helyes megválasztása döntő fontosságú a kaucsukokban rejlő tulajdonságok maximális kihasználása végett. Nem szabad azonban szem előtt téveszteni, hogy az anyagnak megfelelő feldolgozhatósági tulajdonsággal is rendelkeznie kell. A gumiiparban a legrégebben a kén alapú vulkanizáló adalékanyagokat használták. Ma már a kénes vulkanizáló-rendszerek közül döntően csak gyorsított kénes térhálósítókat használnak, amelyként (mint térhálósító), szerves gyorsítókat és ZnO/sztearinsav aktivátor adalékokat tartalmaz.

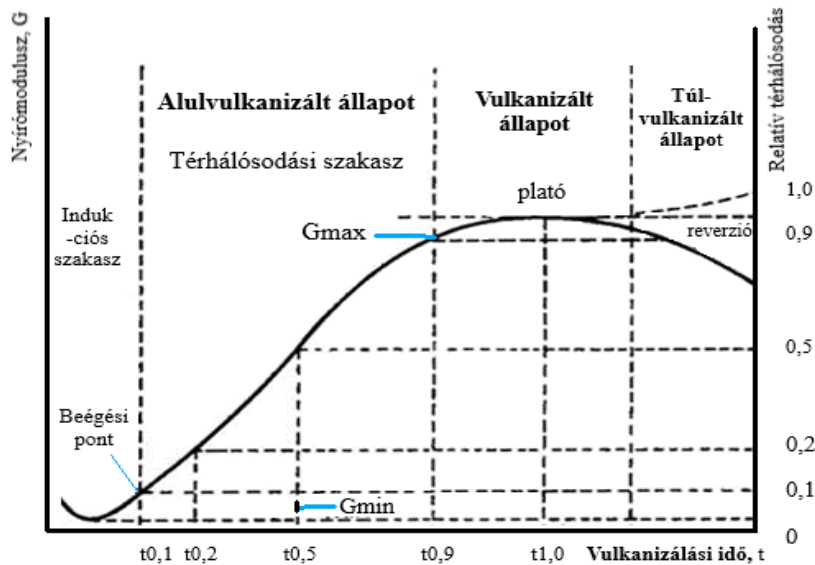
Az alkalmazott kén mennyisége és a kén/gyorsító arány döntően meghatározza a kialakuló térháló típusát (mono-, di- és polyszulfid-kötések arányát), ezen keresztül hatással van a gumi tulajdonságára [188]. Ez a típusú adalékanyag az általános rendeltetésű, valamint a legtöbb fő- vagy oldalláncban kettőskötést tartalmazó speciális rendeltetésű kaucsuk térhálósítására alkalmas. A gyorsított kénes eljárásokon belül megkülönböztetjük a *hagyományos*, a *félhatásos* és a *hatásos* rendszereket [188], amelyek javasolt mennyiségeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: Kén - gyorsító arány a gyorsított kénes térhálósító rendszereknél [167,188]

Vulkanizáló-rendszer típus	Kén mennyisége [tr]	Gyorsító mennyisége [tr]
Hagyományos	2,5 - 5,0	0,5 - 1,0
Hatásos	0,0 - 0,5	2,0 - 3,0
Félhatásos	1,0 - 2,0	1,5 - 0,5

tr = tömegrész, 100 gramm kaucsukra vonatkoztatva

A gyakorlati életben a vulkanizációs folyamatok nyomonkövetése az ún. *nyírási modulusz* (G) értékek változásának segítségével lehetséges adott feszültség-értékhez tartozó deformáció esetén. A modulusz a térhálósodás során egy jellegzetes **S-alakú görbe** mentén változik, ezt a szakirodalom *vulkanizálási görbének* nevezi [167, 181]. Ezt a görbét speciális berendezések segítségével készítik (*Mooney-viszkoziméterrel, illetve MDR reométerrel*), közvetlenül a keverékkészítést követően. Disszertációm készítése során ezeket a paramétereket is ellenőriztem, a kén adalékanyagot pedig a MOL Petrolkémia Zrt. biztosította számomra.



15. ábra: Vulkanizálási görbe:

Nyírómodulusz – vulkanizálási idő összefüggése [181]

3.1.2.3. Aktivátorok és gyorsítók

Előnyeik, hogy a kaucsuk-kén közötti kémiai reakciókat meggyorsítják, jelentősen rövidítve ezzel a vulkanizáció időtartamát; csökkentik a befektetett energiát és hőmérsékletet, ezáltal maximalizálható a keverést végző berendezés kapacitása; befolyásolható a térhálósűrűség mértéke (mennyire legyen rugalmas); elérhető a kénhidak stabilabb kialakítása (elkerülhető a *virágzás*⁷), ezáltal javulnak a gumitermék mechanikai tulajdonságai és öregedésállósága.

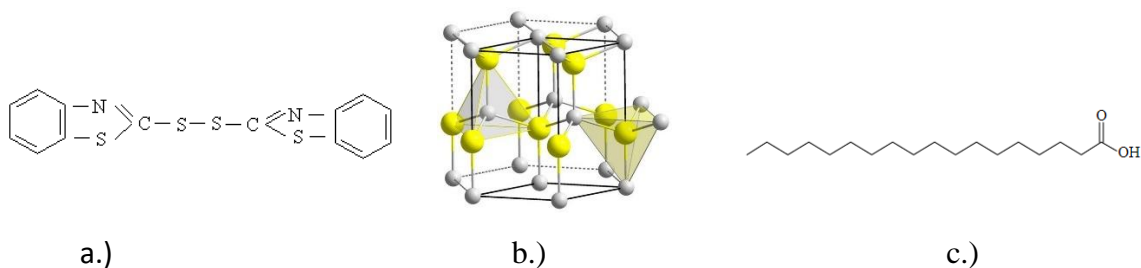
A **gyorsítók** feladata a térháló kialakulási sebességének növelése. A gyakorlati életben osztályozásuk a vulkanizációs folyamatra gyakorolt hatása alapján történik [12], eszerint lehetnek: *ultraerősek*, *erősek*, *közepesek*, *gyengék* és *késleltetett* hatásúak. Eredetük szerint megkülönböztetünk *szerves* és *szervetlen* alapú gyorsítókat, kémiai összetétel alapján pedig: ditiokarbamátokat; xantátokat (*xantogenátok*); tiurámokat; tiazolokat (*merkaptó-gyorsítók*); szulfénamidokat és guanideket stb. A dolgozat szempontjából releváns gyorsító adalék egy tiazol-típus volt, kereskedelmi nevén ALTAX[®], kémiai nevén: 2,2'-Dibenzo-tiazil-diszulfid (*a továbbiakban: MBTS*). Ezt a típust alkalmazzák általános rendeltetésű gumitermékek készítéséhez is, így esetemben az NR kaucsukhoz alkalmasnak bizonyult.

Míg a gyorsítók elsődlegesen a kén és kaucsuk reakcióját gyorsítják, addig az **aktivátorok** olyan irányba terelik a folyamatot, ahol az azonos kénmennyiség több keresztkötés kialakítására képes. Növelik tehát a vulkanizálás hatásfokát (*mivel csökken a kialakult kötések poliszulfiditása*) és a térhálósűrűséget [167], ennek eredményeként javulnak a gumi mechanikai tulajdonságai. Az aktivátorokat alkotó anyagok szerint több csoportot különböztethetünk meg, ilyenek például a: *fém-oxidok* (*ZnO*, *MgO*), *zsírsavak* (*sztearinsav*), *aminok* és *glikolok*. Ezek közül legelterjedtebb aktivátor NR kaucsukok esetén a ZnO, amelyet általában 2-5 tömegrészben alkalmaznak. Mivel a ZnO önmagában nem oldódik a kaucsukban, a gyakorlati életben mindig sztearinsavval közösen adagolják a rendszerhez, közvetlenül a töltőanyag (például korom) után.

A dolgozat készítése során tehát gyorsítóként az MBTS-t, aktivátorként pedig a ZnO-t és sztearinsav kombinációját alkalmaztam. Ugyanakkor itt szeretném hangsúlyozni, hogy a

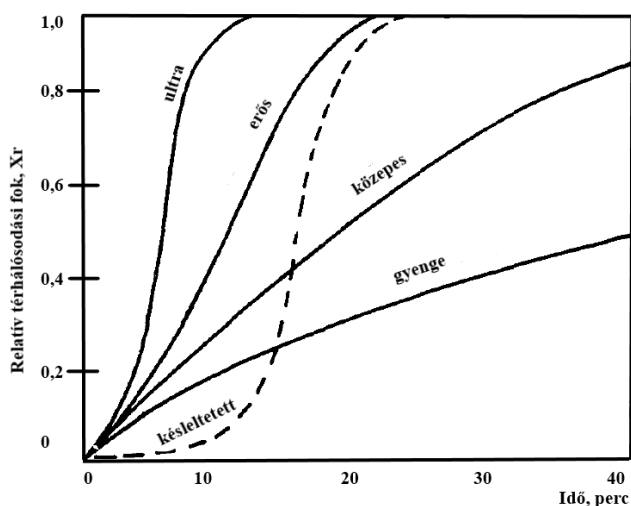
⁷ kén-kivirágzásnak nevezik azt a jelenséget, amikor a szabad kén a termék felületére diffundál.

sztearinsavnak ($C_{18}H_{36}O_2$) a keverékkészítésnél további szerepe lesz, hiszen köztudott, hogy bizonyos növényi eredetű olajok egyik zsírsavkomponense is.



16. ábra: A gyorsító MBTS (a) a ZnO aktivátor (b) és a stabilizátor sztearinsav (c) szerkezeti képlete

A sztearinsav már 1 tömegrész mennyiségben is elég hatásos [167], de a diszpergáló hatás érdekében nagyobb mennyiséget alkalmaznak a szakemberek. Ennél nagyobb mennyiségben viszont nem célszerű adagolni, mert elősegítheti a korábban már említett kivirágzási folyamatokat, hiszen lepedék formájában -a kén mellett- a sztearinsav is képes lepedék formában kiválni, rontva az öregedésállóságot (UV fény és ózon). Illetve a keveréket extra lággyá teszi, ami nem szerencsés a feldolgozhatóság szempontjából nézve. Az általam használt adalékrendszer a közepesen erős kategóriába tartozik, ezért a vulkanizáció idejét is ennek megfelelően választottam meg.



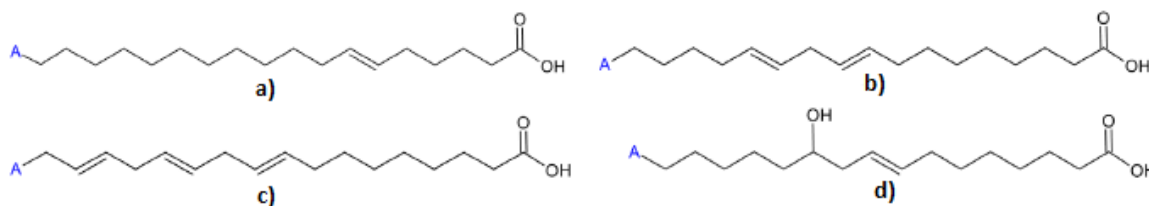
17. ábra: Gyorsítók osztályozása a vulkanizáció folyamata szerint [167]

3.1.2.4 Növényi olaj alapú lágyítószerrek

Általánosan elmondható, hogy az adalékanyagok kiválasztásánál a lágyító stabilitása és illékonyága a két legfontosabb tulajdonság az összeférhetőség mellett. A növényi olajok számos területen bizonyítottak már az élelmiszer és kozmetikai iparban, az orvostudományban, illetve epoxidált változatuk (EPO) megtalálható a kenő és üzemanyagokban [189-191], illetve műanyagipari adalékanyagok között is [192, 193]. Ahogyan említettem, összesen hét növényi eredetű olaj került elemzésre, amely során feltételeztem, hogy az olajokat alkotó zsírsavak eltérő relaxációs folyamatokat és átmeneti hőmérsékleti értékeket fognak eredményezni. Ez a hét jelölt az alábbi voltak:

- argán-,
- avokádó-,
- napraforgó-,
- olíva-,
- pálma-,
- repce- és
- ricinusolaj.

Mint a legtöbb olajnak, fő alkotóelemeik a zsírsavak, amelyek glicerinnel együtt, triglicerideket képezve alkotják azokat. A zsírsavak karbonsavak, amelyeket attól függően, hogy tartalmaznak-e kettős kötést, két nagy csoportra: *telített* és a *telítetlen* zsírsavakra oszthatjuk [192].



18. ábra: A növényi olajokban legnagyobb mennyiségben előforduló, telítetlen zsírsavak: a) olajsav, b) linolsav, c) linolénsav d) ricinolsav (tipikus ricinus major komponens) [192].

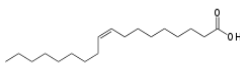
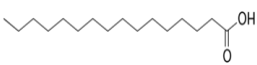
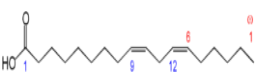
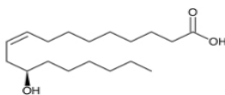
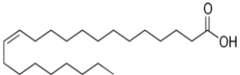
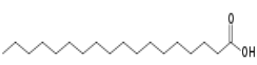
Más kutatásokat felhasználva összeállítottam a 2. táblázatban található legjellemzőbb információkat az érintett növényi olajok esetén, elsősorban az olajokat alkotó komponensekre fókuszálva. Több publikált összetétel érték esetén pedig számtani átlagot számítottam.

2. táblázat: Az olajok szakirodalomból származó összetétele

Név	CAS-szám	Zsírsv összetétel, %	Felhasználási terület	Kereskedelemben kapható forma	Ref.
Argán (ArO)	223747-87-3	43 olajsav 37 linolsav 12 palmitinsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar, ○ Kozmetikumok, ○ Festékipar, bevonatok. 		[201]
Avokádó (AvO)	8024-32-6	70 olajsav 20 palmitinsav 10 linolsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar. 		[200]
Napraforgó (NO)	8001-21-6	59 linolsav 30 olajsav 6 sztearinsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar, ○ Műanyagipar, ○ Festékek, bevonatok ○ Biodízel. 		[193]
Olíva (OO)	8001-25-0	70 olajsav 14 palmitinsav 13 linolsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar, ○ Kozmetikumok, ○ Biodízel, biomassza. 		[193-196]
Pálma	9334-39-5	44 palmitinsav 38 olajsav 10 linolsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar, ○ Biodízel, ○ Festékipar, bevonatok. ○ Műanyagipar. 		[201]
Repce (RO)	8002-13-9/ 120962-03-0	61 olajsav 21 linolsav 4 palmitinsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar, ○ Biodízel, biomassza, ○ Festékipar, bevonatok. 		[193, 195]
Ricinus (RiO)	84650-40-8	74 ricinolsav 24 olajsav 2 sztearinsav	<ul style="list-style-type: none"> ○ Élelmiszeripar. ○ Kozmetikai ipar, ○ Festékipar, bevonatok, ○ Műanyagipar. 		[197-199]

Látható, hogy a magasabb olajsav-tartalmú olajok közé sorolható a *repce*-, *argán*-, *avokádó* és *oliva*, míg a pálmaolajban nagyobb arányban a palmitinsav van jelen. Bizonyos olajok esetén -mint a *ricinus*, a *repce*, és *napraforgó* -, egyéb jellemző komponens is megtalálható, mint a ricinolsav, erukasav és sztearinsav adott mennyiségben.

3. táblázat: Az olajokban leggyakrabban előforduló zsírsavkomponensek és jellemzőik

Megnevezés	CAS-szám	IUPAC-név	Összegképlet	Szerkezet	Felhasználás	Ref.
Olajsav	112-80-1	(9Z)-Oktadec-9-énsav	$C_{18}H_{34}O_2$		<ul style="list-style-type: none"> • bőripar, • textilipar, • kenőanyagok, kenőcsök, • takarmányadalékok. 	[202]
Palmitinsav	57-10-3	Hexadekánsav	$C_{16}H_{32}O_2$		<ul style="list-style-type: none"> • textilipar, • kenőanyag, • kozmetikai ipar. 	[203]
Linolsav	60-33-3	(9Z,12Z)-oktadeka-9,12-diénsav	$C_{18}H_{32}O_2$		<ul style="list-style-type: none"> • festékipar, • emulgeálószeres, • kozmetikai ipar. 	[204]
Ricinolsav	141-22-0	(R, Z)-12-Hidroxyoktadec-9-énsav	$C_{18}H_{34}O_3$		<ul style="list-style-type: none"> • gyógyászat, • kozmetikai ipar, • festék és lakkipar, • biodízel adalék. 	[205]
Erukasav	112-86-7	(Z)-dokoz-13-énsav	$C_{22}H_{42}O_2$		<ul style="list-style-type: none"> • biodízel, • mérgező! 	[206]
Sztearinsav	57-11-4	Oktadekánsav	$C_{18}H_{36}O_2$		<ul style="list-style-type: none"> • gyertyák, szappanok, • lakk és festékipar, • műanyagipari adalékanyag. 	[207]

Ezek alapján feltételezem, hogy a legnagyobb mennyiségben előforduló zsírsavkomponens fogja elsődlegesen befolyásolni az olajok lágyítóhatását és relaxációs tulajdonságait, ezt szeretném tehát az általam alkalmazott elválasztástechnikai (GC-MS) módszer segítségével alátámasztani.

3.2. A receptúrák és minták előállítása

Ebben az alfejezetben ismertetem a keverékek receptúráit, illetve a mintaelőállítási folyamatokat a saját tapasztalataimmal kiegészítve. A keverékkészítést ebben az esetben is egy szakirodalmi áttekintéssel kezdtem, ahol kiválasztottam a lehetőségeimhez képest legoptimálisabbnak tartott eljárást.

3.2.1. Receptúra és keverékkészítés folyamata

A szakirodalomból és a gumiiparban alkalmazott receptúrák alapján kiderült, hogy a keverékek összetételét műszaki megfontolásból általában 100 tömegrész kaucsukra vonatkoztatott úgynevezett elméleti recepttel érdemes elkészíteni. Ha a keverék többféle kaucsukot tartalmaz, akkor a kaucsukok együttes mennyiségét veszik 100-nak, ha a keverék olajjal extendált kaucsukot tartalmaz (SBR, SSBR stb.), akkor csak a tényleges kaucsuk részt veszik figyelembe [167].

Az elméleti receptek előnye a vulkanizálószeres és öregedésgátlók mennyiségének meghatározásánál jelentkezik, mivel ezeket mindig a kaucsuk-tartalomra kell számítani. További előnye, hogy a keverékek összetétele könnyen összehasonlítható. Ha a tömegszázalékos összetételeket (gyakorlatban kalkulációs összetételeknek is nevezik) hasonlítjuk össze, akkor az eltérő töltőanyag és lágyító mennyiségek miatt a vulkanizálószeres, gyorsítók és öregedésgátlók mennyiségeinek összehasonlítása már bonyolult és nehézkes. Ahhoz, hogy közelebb kerüljek a feladat megoldásához (első lépés a követelményrendszer felállítása), először is a lehető legtöbb információt be kellett gyűjtenem. Ezek a következők voltak:

- a keveréknek a gumitermékben betöltött funkciója,
- a funkcióból adódó mechanikai, valamint környezeti igénybevételek, és
- az alkalmazott feldolgozási technológiák.

Az így nyert információk segítettek abban, hogy a számszerűsíthető követelményeket további, a felhasználhatóság és gyártás szempontjából fontos paraméterekkel tudjam kiegészíteni. A doktori képzésem kezdetén, 2016-ban segítségemre volt egy közepesen lágy gumikeverék receptúrája, amelyet a tiszaujvárosi koromgyárból (Birla Carbon Kft.) kaptam.

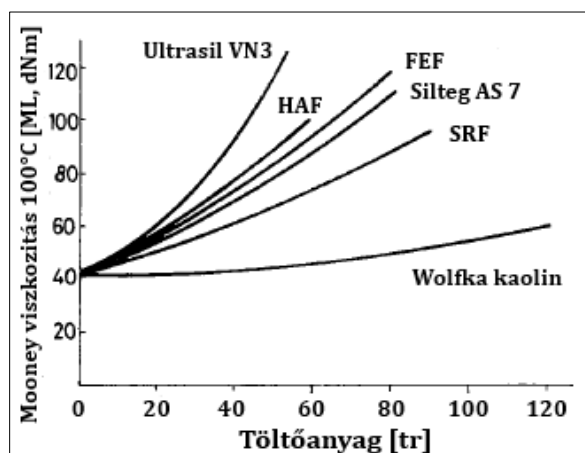
A problémák már a kísérleti keverékek előkészítésénél kiderültek, ilyen volt például a keverő kisebb kapacitása a feltüntetett Pomini típusú keverőhöz képest (1/3-ad annyi). Ezért a receptúrában megadott mennyiségeket, és keverési paramétereket csökkentenem kellett ahhoz, hogy megkezdhessem a próbakeveréseket. Az eredeti receptet a 4. táblázat, míg a saját fejlesztést a 5. táblázat mutatja be.

4. táblázat: Birla Carbon Kft-től származó szakirodalmi receptúra

Felhasznált anyagok	Kereskedelmi forma, származás	Bemért mennyiség [g]	Keverési idő [min.]
NR	SMR CV60, Apollo Tyres Magyarország	608,00	0
Sztearinsav	Sigma-Aldrich	18,20	1
½ rész Korom	N326, Birla-Carbon Kft.	152,00	2
ZnO	Apollo Tyres Magyarország	30,40	2
ALTAX® (MBTS)	Apollo Tyres Magyarország	3,65	2
½ rész Korom	N326, Birla-Carbon Kft.	152,00	3,5
Kén	Sigma-Aldrich	15,21	5
Lágyítószer (NO)	lsd. olajok c. fejezet	n. d	n. d
n.d= nem definiált			6 min./ keverék

Azért 6 perc összesen egy keverék készítése, mert az utolsó percben jön az „ürítés” fázisa, így ezekkel a paraméterekkel és egy nagyobb kapacitású keverőgéppel, amellyel dolgoztak (Pomini), a mintakeverés időtartama lényegesen rövidebb lehetett sorozatonként. Illetve megfigyelhető az is, hogy ezek a keverékek egyáltalán nem tartalmaznak lágyítószereket, a receptúra csupán egy IRB-7-es módszer alkalmazását írja elő (ISO 2393, vulkanizátumok előkészítését szabályozó előírás, 2014). A töltőanyagok aktivitásuktól függően változtatják a keverék viszkozitását (18. ábra). Az aktív töltőanyagok (kormok, szilícium-dioxidok) növelik a viszkozitást, bekeverhetőségük nehéz, a lágyítómentes keverékeknél a jelentősebb viszkozitás-emelkedés csak 40-50 tr fölötti adagolásnál várható.

Az elméletem igazolta a gyakorlat is, ahol próbakeverés során a feltüntetett anyagok lágyítószer nélkül valóban nem elegyedtek, a kaucsuk egyáltalán nem vette fel az adalékokat. Ugyan a szakirodalom említi a töltőanyagok magasabb arányú bekeverését, ugyanakkor esetemben ez nem jelent opcionális megoldást a keverőgép behatárolt kapacitása miatt. Ezért ismét a szakirodalomhoz fordultam segítségért, hogy ezt a problémát kiküszöböljem. Sajnos a keverékkészítésről igen csekély információ van jelen, a korábban közölt receptúrák során is perces nagyságrendű keverések zajlottak [177, 178].



19.ábra: Töltőanyagok minőségének és mennyiségének hatása NR/SBR alapú keverékek viszkozitására [167]

Ezért tapasztalat útján közelítettem meg a problémát, hosszas próbálkozás után bebizonyosodott, hogy a kaucsukot minden keverés előtt érdemes legalább egy órán keresztül masztikálni (tördelni [167]) hogy aktív molekulaláncvégeket hozzunk létre, illetve az adalékanyagok hozzáadása után is szükség van plusz homogenizálási időre. A fent ismertetett bekeverési probléma fizikai-anyagtudományi háttere valószínűsíthetően az, hogy a természetes kaucsuk viszkozitása nagy, ezért szükséges annak csökkentése az alapanyagok elegyíthetőségének céljából. A viszkozitást csökkenthetjük tisztán mechanikai munkával (keveréssel), ez azonban energia- és időigényes művelet, ez látható a receptúrákból is.

Napjainkban ezt a folyamatot megfelelő lebontószerek adagolásával lehet hatékonyabbá tenni, például a 2,2'-dibenzamino-difenil-diszulfiddal 0,1-0,3 tr/100 tr kaucsuk mennyiségben (Bayer), azonban újabb adalékanyag hozzáadásával még nehezebb lesz jellemezni az adott rendszert és a lágyítószer hatását. Munkám során cél minél egyszerűbb receptúra

összeállítása és az ebből előállított gumikeverékek tulajdonságainak feltérképezése. Ezért úgy döntöttem, hogy a kiindulási összetételeket mindenképpen módosítanom kell. A kaucsuk 60percig történő járatása, valamint a hozzáadott adalékanyagok eltérő sorrendjének alkalmazása vezetett kézzelfogható eredményre.

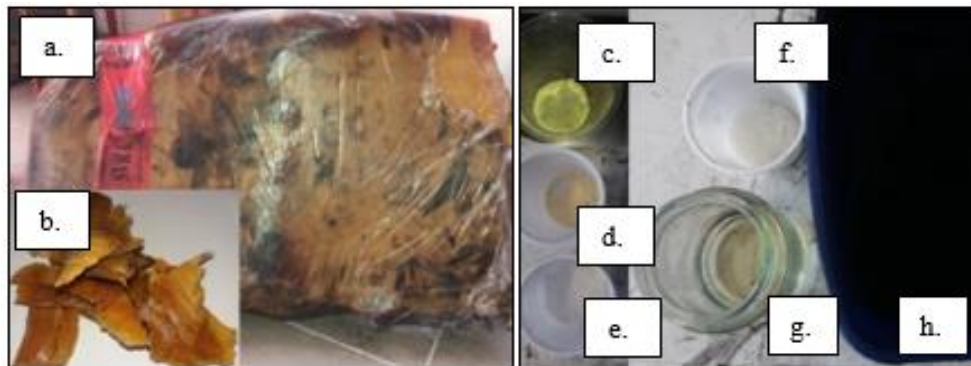
5. táblázat: Saját receptúra irodalmi adatok és empirikus tapasztalok alapján

Felhasznált anyagok	Bemért mennyiség [g]	Keverési idő [min.]
NR	150,0	60
Sztearinsav	4,55	5
½ rész Korom	38,0	5
ZnO	7,60	2,5
ALTAX® (MBTS)	0,90	2,5
½ rész Korom	38,0	5
Kén	3,80	20
Lágyítószer (NO)	15,00	20
NO= növényi olaj		Összesen: 120 min./ keverék

Ahogy látható, kizárólag a kiindulási anyagok maradtak változatlanok az eredeti recepthez képest. Az eltérést a szakirodalom és a tapasztalataim, illetve a rendelkezésemre álló infrastrukturális korlátok együttesen indokolták. Ezt a mennyiséget a keverő maximális kapacitásának kihasználása indokolta, a teljesség igényének megfelelően a saját receptúrámat én is grammban tüntettem fel.

3.2.2. A keverékkészítés folyamata

A nyerskeverék készítésének legelső, illetve meghatározó lépése az alap- és adalékanyagok precíz bemérése, amelyet a fentebb megadott receptúra alapján, táramérleg segítségével végeztem. A keverékek összetevőinek mennyiségét nem változtattam a nyolc keverék előállításánál, csak a növényi olaj típusa változott minden esetben. A kaucsuk bemérését nehezítette, hogy a korábbiakhoz hasonlóan csak az erre a célra kialakított előmelegített vágószerszámmal lehetett elvégezni.



20. ábra: A keverékekhez felhasznált anyagok keverés előtt:

a.) Nyers kaucsuk b.) kaucsuk szeletek c.) kén d.) ALTAX® e.) ZnO; f.) sztearinsav
g.) olaj h.) korom

(Forrás: a szerző saját felvétele)

A keverékkészítés megkezdéséig az alap- és adalékanyagokat exszikkátorban tároltam, megelőzve ezzel a nemkívánatos nedvesség felvételét. A keverést egy laboratóriumi belső (zárt) keverő (21. ábra) segítségével végeztem el, amely a fűtés mellett hűthető is, ennek köszönhetően a keverési hőmérséklet az előírt optimális értéken tartható. A belső keverő két összeforgó hengerének fordulatszáma 77 1/min, míg hőmérséklete 35-40°C között volt.

A keverék készítése előtt egy kis adag, korábban már használt keveréssel pár percig járatam a keverőt, ezzel tulajdonképpen megtisztítottam a keverő hengereit az előző keverék után esetlegesen benne maradt anyagoktól. A keverést, valamint előtte a bemérést is szobahőmérsékletű ($T=25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) és normál relatív páratartalmú ($50\% \pm 1\%$) környezetben végeztem, hiszen a mikroklíma, illetve az adalékanyagok esetlegesen megváltozott paraméterei befolyásolhatják majd a mérési eredményeket.



21.ábra: A keverő üresen (a) és a keveréssel (b)

(Forrás: a szerző saját felvétele)

A lágyítók nagymértékben hatnak a keverék viszkozitására, molekulatömegüktől függően csökkentik azt. A lágyítók külön csoportját alkotják az ún. belsőcsúsztató anyagok (zsírsavak és származékaik), amelyekkel már kis mennyiségben (3-5 tr) is jelentős viszkozitáscsökkenés érhető el [167]. Ilyen funkciót láthat el a sztearinsav, illetve a növényi olajok is. Tapasztalatom a keverékek elkészítése során az volt, hogy a sztearinsav adagolása után közvetlenül egy ideiglenes, átlátszó film képződött a keverék felületén, megnehezítve az adalékanyagok elegyedését a kaucsukkal. A vizsgálataim során ezért kifejezetten figyeltem erre - elsődlegesen a vizuális tesztekénél -, ugyanis feltételezéseim szerint a sztearinsav várhatóan diffundálni fog a kész vulkanizátumok felületére is.



22. ábra: A laboratóriumi hengerszék, keverék és hengerelt palástja
(Forrás: a szerző saját felvétele)

Ezt követően a nyerskeverékeimet addig homogenizáltam 35-40°C között, amíg vizuálisan megállapítható volt a palástok homogén textúrája. A keveredés során fellépő hőmérséklet emelkedésére gondosan ügyeltem, hogy elkerüljem a nem kívánatos lokális vulkanizációt és letapadást, ezért folyamatos vízűtést alkalmaztam.

3.2.3. Vulkanizáció folyamata

Az utolsó technológiai lépés a gumitermékek előállításánál a vulkanizálás volt, amely során a gumit alkotó makromolekulákat keresztkötések segítségével térhálós szerkezetűvé alakítottam át. A keresztkötéseket a már előzőekben tárgyalt kénes vulkanizálószerkezet végezték el, illetve a ZnO és ALTAX[®] kiegészítő adalékok. Ez a technológiai lépés adta meg a lemezek végső alakját, formáját. A rendszert úgy kellett megtervezni, hogy a termék igénybevételének megfelelő térhálós szerkezet a lehető legrövidebb idő alatt alakuljon ki, és ne égjen be.

A szakirodalom szerint a vulkanizáció foka (térhálósűrűség) függ az alkalmazott vulkanizálószer mennyiségétől, típusától (aktivitásától) és a vulkanizálási időtől, ezért általános esetben mindig a kész keverékekből elvégzett Mooney-viszkozitás eredményeiből származtatott ún. “plafon”-értéket veszik a szakemberek alapul (t_{90} idő) [167]. Ezek az értékek megadják az adott keverékhez tartozó, maximális térhálósűrűséget elérő vulkanizációs hőmérséklet értékét. Szakirodalmi adatokra hivatkozva [176, 177] a keverékeim 10 perces vulkanizációs időnek vettem alá, 220 bar-on (22 MPa), 145°C-on, a présformák között pedig PTFE tartalmú formaleválasztót alkalmaztam (23. ábra).



23.ábra: A présgép-, formák és egy kész próbatest

(Forrás: a szerző saját felvétele)

Mivel minden vizsgálati módszer eltérő, ennek megfelelően minden esetben az adott vizsgálati módszernek megfelelő próbatesteket stancolással készítettem el. A felhasznált anyagok technikai adatlapjait a 9. számú melléklet foglalja össze.

3.3. Alkalmazott vizsgálati módszerek

Ebben a fejezetben bemutatásra kerülnek az általam alkalmazott módszerek, amelyeket már a bevezető részben is részleteztem. Ennek metodikáját követve tárgyalom a kapott kísérleti eredményeket a következő fejezetben, amelyeket zárásként a szakirodalmi ismereteimmel fogok összehasonlítani.

A vizsgálataimat három fő fázisra osztottam, amelyek a következők voltak:

- Növényi olajok összetételének és dermedéspontjának analízise,
- Lágýtóval kezelt keverékek viszkoelasztikus vizsgálata,
- Vulkanizátumok mechanikai-, termikus-, felületi és vegyszerállósági elemzése térhálósítást követően.

Ennek megfelelően az adott fázisokhoz tartozó mérési módszereket és berendezéseket külön alfejezetekben mutatom be.

3.3.1. Növényi olajok elemzése

3.3.1.1. Kémiai összetétel meghatározása GC-MS módszerrel

A lágýtószeres elsődleges feladata a kaucsukkeverékek viszkozitásának- és a keverék árának csökkentése. Kémiai jellegüktől függően képessé válnak a nyerskeverék viszkoelasztikus alakváltozását befolyásolni, ezért elsődleges szempont volt az olajok összetételének meghatározása. A művelet a Miskolci Egyetem Kémiai Intézetében történt, a 7. táblázatban összefoglalt paraméterek alapján.

6. táblázat: Zsírsvösszetétel meghatározása GC-MS kromatográfias módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	Agilent 7890A (GC) és 5975C (MS)
Kolonna	
Hosszúság, m	100
Belső átmérő, mm	0,25
Folyadékfilm vastagság, μm	0,20
Max. vizsgálati hőmérséklet, $^{\circ}\text{C}$	250
Vivőgáz	He
Mérés időtartama, perc/minta	68
Injektált minta mennyisége, μl	1
Hígítás	100x és 1000x
Szoftver	ChemStation®
Etalon	Halolaj
Mintaelőkészítés módja	Hidrolízist követő átészterezés (2mol KOH)

3.3.1.2. Dermedéspont meghatározása DSC-, DMA és TSC módszerekkel

A dermedéspont (anyagtudományban azonos az üvegesedési hőmérséklettel) az a lágyítókra jellemző hőmérséklet, amelyen -hűtés hatására- az olaj elveszíti folyóképességét, az alkotó molekulák pedig kristályrács-szerű rendezettséget vesznek fel. Ez a paraméter fontos a lágyítók tárolása- és a vulkanizátumok tárolhatóságának szempontjából. Kémiai összetétel szempontjából a magas dermedéspontok magas aromás-tartalomra és viaszszerű megjelenési formára utalhatnak.

A disszertáció készítése során három különböző mérési módszert alkalmaztam, a DSC és DMA vizsgálatokat a Wanhua-Borsodchem Zrt-nél, míg a TSC elemzést a Miskolci Egyetem Kerámia és Polimermérnöki Intézetében volt lehetőségem elvégezni. A módszerek közötti eltérés a vizsgáló közegek (erőterek) típusa volt.

7. táblázat: Termikus tulajdonságok elemzése DSC módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	Mettler-Toledo DSC 823EVO
Hőmérséklettartomány, °C	-120...+20
Felfűtés sebessége, °C/ perc	10
Minta tömege, mg	10
Közeg	N ₂
Szoftver	Calipso®

8. táblázat: Termikus tulajdonságok elemzése DMA módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	Perkin-Elmer DMA 8000
Hőmérséklettartomány, °C	-120...+20
Frekvencia, Hz	1
Felfűtés sebessége, °C/ perc	10
Minta mérete, mm	10 x 50
Mintahordozó típusa	boroszilikát textil
Közeg	N ₂
Szoftver	Pyris®
Üzem mód	single cantilever ⁸

⁸single cantilever mód: egykonzolos hajlítási mód, ami kiválóan alkalmas polimerek és makromolekuláris anyagok jellemzésére, illetve a T_g meghatározására. Alkalmas továbbá por-, és folyékony halmazállapotú anyagok termikus elemzésére is, különböző frekvenciákon.

9. táblázat: Termikus tulajdonságok elemzése TSC módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	Setaram TSCII
Vivőgáz	Ni ₂
Hőmérséklet tartomány, °C	-120...+50
Felfűtési sebesség, °C/ perc	5
Polarizációs térerősség, V/mm	500
Mintahordozó típusa	boroszilikát paplan
Vizsgált minta tömege, mg	10
Szoftver	Callisto®

3.3.2. Nyerskeverékek reológiai tulajdonságainak elemzése

A gyakorlatban a Mooney-féle viszkozitásmérés a legelterjedtebb, amely során a kaucsukok és keverékek látszólagos viszkozitása és a térhálósítórendszert tartalmazó keverékek beégési ideje (vulkanizálási folyamat kezdete) határozható meg. A keverékek folyási tulajdonságainak vizsgálatára a rácalmási Hankook Tyre Magyarország Kft. laboratóriumában került sor, az ISO289-es szabványnak megfelelően.

10. táblázat: Folyási tulajdonságok meghatározása Mooney-viszkoziméterrel

Berendezés paramétere	
Típus	Ektron Tek MOVI-2
Rotor jellemzők	
L jelű rotor korongátmérő, mm	38,10 ± 0,03
korongvastagság, mm	5,54 ± 0,03
Fordulatszám, 1/ perc	2 ± 0,02
Mérőkamra tulajdonságok	
Kamraösszeszorító erő, kN	3,5 ± 0,2
Mérőtér átmérője, mm	50,93 ± 0,13
	10,59 ± 0,03
Hőmérséklet tartomány, °C	100...200 ± 0,5
Forgatónyomaték mérési pontosság, %	1
Dimenzió, M°	100M°= 8,3Nm

A látszólagos viszkozitás szabványos alakja [167] pedig az alábbi formában adható meg:

$$\begin{array}{c}
 20 \text{ ML}_{1+4} (100^{\circ}\text{C}) \\
 \downarrow \quad \downarrow \downarrow \downarrow \quad \downarrow \\
 a \quad b \ c \ d \quad e
 \end{array}$$

Ahol:

- a) leolvasott nyomaték érték, M° ;
- b) a használt rotor típusa (a példában L-jelű, kis viszkozitású keverékeknél S);
- c) az előmelegítés ideje, perc;
- d) a nyírási időtartam, perc;
- e) a vizsgálat hőmérséklete, $^{\circ}\text{C}$.

A beégési idő (vagy másnéven szkorc) meghatározásánál a vizsgáló kamrát az előírt hőmérsékletre (pl. 120; 140; 150 $^{\circ}\text{C}$) felfűtik, a továbbiakban a vizsgálatot a látszólagos viszkozitás mérésénél alkalmazott módon végzik, azzal a különbséggel, hogy a minta vizsgálatát addig végzik, amíg a forgatónyomaték a minimális nyomatékhoz képest 5 MU-vel emelkedik. Az ehhez tartozó idő a beégési idő (szkorc idő). Tehát a beégési idő, a minimális nyomaték +5MU értékhez tartozó idő percben kifejezve [167].

3.3.3. Vulkanizátumok vizsgálata

Ezek a vizsgálatok a már térhálósított anyagokra vonatkoznak, amely során megfigyeltem azok szilárdsági-, termomechanikai-, vegyszerállósági, illetve felületi-morfológiai tulajdonságait is. A disszertáció keretein belül ezenkívül elvégeztem a keverékek UV-fény-állóságának elemzését, amelyet a mechanikai és felületi tulajdonságok változásának vizsgálatával követtem nyomon. Zárásként pedig elvégeztem a minták kémiai-biztonsági analízisét is az irodalmi részben tárgyalt szerves, illetve szervetlen adalék-szennyezőanyagokra is.

3.3.3.1. Modulusz- jellegű tulajdonságok vizsgálata- Shore A keménység

Az elasztomerek keménységének vizsgálata egy egyszerű és gyors módszer. Alapja, hogy adott geometriájú nyomófej, meghatározott erő hatására, egy adott mértékig belenyomódik a mintába, egészen addig, amíg a gumi felülete nem roncsolódik. A benyomódás mélysége, a nyomó erő és a gumi Young-modulusa közti kapcsolat matematikailag leírható. A nyomótű geometriájának, illetve a nyomóerő változtatásával a lágy és keménygumik keménysége

egyaránt mérhető. Míg előbbi a Shore A, utóbbi a Shore D keménységértékeket kapja. A vizsgálat kivitelezéséhez minimum 3 mm vastag próbatest szükséges, a teszt az ISO48-as szabványnak megfelelően történt a Miskolci Egyetem Kerámia és Polimermérnöki Intézetében.

11.táblázat: A keménységértékek és a rugóerő közötti összefüggések [167]

Keménység	Rugóerő	
	ShA°, N	ShD°, N
0	0,55	0,98
10	1,30	5,30
20	2,05	9,61
30	2,80	13,93
40	3,56	18,25
50	4,31	22,56
60	5,06	26,88
70	5,81	31,20
80	6,56	33,51
90	7,31	39,83
100	8,06	44,14

12. táblázat: A Shore-keménység meghatározása keménységmérővel

Berendezés paramétere	
Típus	Zwick/Roell (Németország, Ulm)
Shore skála	A és D
Behatolótest	Csonkakúp, nyílásszög 35°
Párhuzamosok száma, db/minta	15
Dimenzió	ShA° és ShD°
Vizsgálat paramétere	
Próbatest	ISO48 szerint stancolva
Párhuzamosok száma, db/minta	15
Mérés időtartama, mp/mérés	3
Relatív páratartalom, %	50
Hőmérséklet, °C	20

3.3.3.2. Szilárdsági tulajdonságok vizsgálata: húzófeszültség-nyúlás

Ez a második legfontosabb vizsgálati módszer, ahol a szabványosan elkészített próbatestet szakítógéppel, állandó sebességgel szakadásig nyújtják, és közben mérik a nyúlás – erő érték-párokat. Ezen erőpárok adják az ún. feszültség – nyúlás görbét.

A tesztek során az alábbi három paramétert határoztam meg:

- a szakítószilárdságot, ami a vizsgálat során fellépő maximális húzófeszültség (MPa),
- a szakadási nyúlást, ami a szakadás pillanatában mért nyúlás (%).
- a gumi technológusi modulust, amely annak a nyúlásnak a mértéke, amely az adott feszültséghez tartozik (pl. M50: az 50%-os nyúláshoz tartozó feszültség, MPa).

13.táblázat: Szilárdsági tulajdonságok meghatározása

Berendezés paramétere	
Típus	Instron 5566 Univerzális szakító gép
Teljesítmény, kN	10-, 20-, 50 (opcionális)
Terhelés mérési tartománya, %	0,4-100/ 2-100
Pontosság, %	± 0,5
Húzási tartomány, mm	700
Alakváltozási sebesség tartomány, mm/ perc	200
Vezérlés	Kézi és automatikus egyaránt
Szélesség, mm	400-500
Szoftver	Bluehil ^{l®}
Vizsgálat paramétere	
Előterhelés	nem volt
Alakváltozási sebesség, mm/ perc	500
Próbatest	ISO 37 szerint, piskóta
Relatív páratartalom, %	50
Hőmérséklet, °C	20
Párhuzamosok száma, db/minta	3

3.3.3.3. Felületi-morfológiai tulajdonságok vizsgálata: FT-IR és SEM módszerrel

A Fourier Transzformációs infravörös spektroszkópia (röviden: FT-IR) az egyik leggyakrabban használt analitikai módszer egy adott vegyület szerkezetének azonosítására, részfolyamatok nyomon követésére, termékek tisztaságának ellenőrzésére. Disszertációm készítése során ezzel a módszerrel szerettem volna bizonyítékot nyerni annak igazolására, hogy a felületen semmilyen diffúziós jelenség (pl. kivirágzás, felületi kiválás) nem tapasztalható.

14.táblázat: Felületi tulajdonságok meghatározása FT-IR módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	Bruker Tensor 27 (Nijmegen, Hollandia)
Spektrális tartomány, cm^{-1}	7500...370
Felbontás, cm^{-1}	>1
Interferométer	Rocksolid
Szkenelési sebesség, mm/ másodperc	1,4 - 127
Szoftver	OPUS [®]
Vizsgálat paramétere	
Próbatest	ISO 37 szerinti piskóta
Szkenelési sebesség, mm/ másodperc	65
Relatív páratartalom, %	50
Hőmérséklet, °C	20

A vizsgálatokat a Miskolci Egyetem Kerámia és Polimermérnöki Intézetében végeztem el.

A másik alkalmazott módszer a pásztázó elektron mikroszkópia (rövidítése: SEM) volt, melynek képalkotási elve a pásztázáson alapul, vagyis nem egyidőben, hanem pontról-pontra haladva folyamatosan képezi le minta felületét, detektálva a pontszerű felületről visszaszórt elektronokat. Ez a módszer kiváló arra, hogy nagy felbontásban elemezhesük a felületen is látható változások eredményeit, mint például a keveredés sikerességét (agglomerátumok) vagy a különböző károsodási mechanizmusok hatásait (pl. repedések jelenléte).

15.táblázat: Felületi tulajdonságok meghatározása SEM-EDAX módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	1830I Amray Scanning Elektronmikroszkóp
Szonda	EDAX DX4 típus
Vizsgálható elemek	5 (B) - 92 (U) rendszám között
Felbontás, nm	5 - 10
Energia, kV	5 - 30
Nagyítás	10 ⁵
Elektronforrás	W
Szoftver	SEMView
Vezetőréteg	Au

A vizsgálatok a Miskolci Egyetem Fémteni és Képlékenyalakítási Intézetében lettek elvégezve.

3.3.3.4. Termomechanikai tulajdonságok vizsgálata DMA és TGA-DTA módszerrel

A dinamikus mechanikai analízis olyan termoanalitikai technika, amellyel meghatározhatók a viszkoelasztikus anyagok tulajdonságai és azok hőmérsékletfüggése. A DMA lényegében az anyagok merevségét méri modulusként a hőmérséklet-, az idő- vagy a frekvencia függvényében [209]. A vizsgálandó anyagra vizsgálat közben kismértékű deformációt okozó periodikus terhelés hat, egy változó, dinamikus erőterben. Az így kapott mérési eredmények pedig az alábbiak lesznek:

- a tárolási vagy rugalmassági modulus (E'),
- a veszteségi vagy viszkózus modulus (E'');
- a veszteségi tényező (másnéven disszipációs modulus), az ún. $\text{tg}\delta$.

$$\text{tg}\delta = \frac{E''}{E'} \quad (3.1.)$$

A DMA az üvegesedési hőmérsékletet (T_g) sokkal markánsabban jelöli ki, mint a differenciál pásztázó kalorimetria (DSC) ezért végeztem az elemzéseket ezzel a módszerrel.

16.táblázat: Termomechanikai tulajdonságok meghatározása DMA módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	Perkin-Elmer DMA 8000
Hőmérséklettartomány, °C	-120...+20
Felfűtés sebessége, °C/ perc	10
Frekvencia, Hz	1-, 3-, 5-, 10
Minta mérete, mm	10 x 50 x 2
Gázközeg	N ₂
Szoftver	Pyris [®]
Üzem mód	single cantilever ⁹

A DMA vizsgálatokat a kazincbarcikai székhelyű Wanhua-Borsodchem Zrt. laboratóriumában végeztem el.

Ha az anyagok entalpiaváltozását követő TGA-DTA-t és DMA-t összehasonlítjuk, ezeket alkalmazzák legelterjedtebben a termikus analízis módszerei közül (illetve a DSC-t). Mindkét módszer a minta által felvett vagy leadott hő áramára jellemző jelet állít elő, és hasonló a DTA és DMA görbék elemzése is. Felhasználásuk szempontjából döntő különbség, hogy a DTA módszer általában kvalitatív meghatározásra alkalmas, ugyanakkor sokkal szélesebb hőmérséklettartományban (>600°C). A módszer során alkalmazott gáz oxigén-tartalmú, ezáltal a minták ún. bomlási ideje is megfigyelhető.

17. táblázat: Termomechanikai tulajdonságok meghatározása DTA/TG módszerrel

Berendezés paramétere	
Típus	MOM-Derivatograph-C/PC
Hőmérséklettartomány, °C	+40...650
Felfűtés sebessége, °C/ perc	10
Minta tömege, mg	20
Gázközeg	O ₂

A TGA-DTA vizsgálatok a Miskolci Egyetem Kerámia és Polimermérnöki Intézetében lettek elvégezve.

⁹single cantilever mód: egykonzolos hajlítási mód, ami kiválóan alkalmas polimerek és makromolekuláris anyagok jellemzésére, illetve a T_g meghatározására.

3.3.3.5. Degradációs hajlam elemzése UV fény-, és vegyszerállósági vizsgálatokkal

Degradációs hajlam, vagy öregedés alatt a gumik időfüggvényében végbemenő negatív irányú tulajdonságváltozásait értjük, amit általában külső hatások okoznak (fény, páratartalom, ózon, vegyszerek stb.). Mivel a degradációs folyamatok időben elhúzódnak, ún. gyorsított eljárásokra van szükség. A vizsgálatok elve a feszítetlen állapotban lévő minták meghatározott ideig történő kezelése, amelyek végén a fizikai-mechanikai tulajdonságok változását hasonlítják össze a kezeletlen minták tulajdonságaival.

Vegyszerállósági vizsgálatoknál a vizsgálat tárgyát képező mintát egy adott közegben, meghatározott hőmérsékleten, adott ideig kezelik és a kezelés alatt bekövetkező tömeg, és térfogat, valamint fizikai és mechanikai tulajdonság (általában szakadási szilárdság, szakadási nyúlás, keménység stb.) változását határozzák meg. A duzzadás időbeli folyamat, amelynek határértéke az egyensúlyi duzzadással fejezhető ki. Az egyensúlyi duzzadás több részfolyamat eredője: a kaucsuk fizikai duzzadása, a lágyító kioldódása és a kaucsuk, valamint egyes komponensek degradációja.

A duzzadás mértéke az alábbi formulával határozható meg:

$$D_m = [(M_d - M_0) / M_0] * 100 \quad (3.3)$$

Disszertációm készítése során az alábbi vizsgálatokat vizuálisan is szerettem volna megerősíteni, ezért SEM-felvételek is készültek.

18.táblázat: Degradációs folyamatok vizsgálata UV fény és oldószerek hatására

Berendezés paramétere	
Kamra típusa	Egyedi készítés
Hullámhossz, nm	365 - 410
Teljesítmény, W	36
Mérési idő, perc/ minta	30-, 60-, 90
Kamra hőmérséklete működés közben, °C	70 ± 10
Vizsgálatok UV öregítést követően	ShoreA keménység
	Húzószilárdság
	SEM mikroszkópia
Oldószeres vizsgálat paramétere	
Oldószerek	Desztillált víz
	ASTM 1 sztenderd olaj
Hőmérséklet, °C	Szimulált emberi szövetnedv (SBF)
	20 ± 5
Nyomás, MPa	101,3 normál légköri
Relatív páratartalom, %	50 ± 5
Vizsgálatok oldószerfelvétel során	Tömegváltozás mérés előtte-utána
	FT-IR vizsgálat előtte-utána

3.3.3.6. Kémia-biztonsági analízisek (RoHS és REACH szerint)

Vizsgálataim a minták kémiai biztonsági analízisével zártam, ahol a mintákban található szervetlen elemeket (nehézfémeket) egy ED-XRF spektroszkópos-, míg a szerves kockázatos vegyületeket (ftálsavak és PAH-ok) GC-MS módszerrel kerestem.

Az ED-XRF spektrométerek alkalmazási módszerei között kiemelendők azok a területek, ahol nem “jól definiált” minták elemzésére van szükség, hanem többnyire ismeretlen, nehezen meghatározható, vagy változó összetételű mintákat kell elemezni. Ilyen például a hulladékok, talajok, iszapok, olajok, salakok, tűzálló anyagok vizsgálata, vagy elektronikai alkatrészek RoHS szerinti ellenőrzése. A mérés kivitelezését a tószegi székhelyű Accell-Hunland Kft-nél végeztem el.

19.táblázat: Nehézfémek meghatározása ED-XRF spektroszkópiával

Berendezés paramétere	
Berendezés típusa	Spectro Xepos
Röntgenforrás	Palládium
Teljesítmény, W	200
Mintatartó kapacitása, db/ tálca	12
Vizsgált targetek száma	3
Szoftver	XLabPro®
Vizsgálható minták halmazállapota	folyékony, szilárd

A fejlesztés és gyártás során a polimerekben lévő vegyületeket szigorúan ellenőrizni kell, hogy megfeleljenek a veszélyes és mérgező anyagok miatti potenciális veszélynek. A veszélyes anyagok korlátozására vonatkozó irányelvek ajánlásokat tartalmaznak a kadmium (Cd), higany (Hg), ólom (Pb), króm (VI) (Cr) és poli-br (Br) égésgátlók (PBB és PBDE) használatára vonatkozóan. A röntgen fluoreszcencia (XRF) spektroszkópia képes azonosítani és számszerűsíteni a fent említett adalékanyagokat – valamint az antimont (Sb), báriumot (Ba), kalciumot (Ca), rézet (Cu), foszfort (P), titánt (Ti), és cinket (Zn) is.

A másik kémiai-biztonsági elemzést egy Agilent típusú gázkromatográfival végeztem el, melyhez egy tömegspektrométer volt kapcsolva. A módszer előnye annak érzékenységében rejlik, hiszen ppm/ppb szinten is detektálni lehetett a keresett komponenseket az előkészített mintákban (SIM módban). Gyakorlatilag ez a vizsgálat a bizonyíték arra, hogy a keverékeim valóban megfelelnek-e a REACH-jogszabálynak. Itt kerültek elemzésre a ftálsavak és PAH-ok, külön -külön módszerrel.

20. táblázat: Illékony komponensek meghatározása GC-MS kromatográfiával

GC	8890A GC
S/SL Inlet	280 °C, splitless; 60 ml/perc 0.5 percenként
Liner	Splitless, Ultra Inert, kvarcgyapot nélküli (p/n 5190-2292)
Kemence program, °C/ perc	<ul style="list-style-type: none"> • 20 °C/ perc 220 °C-ig (egy percig tartva), • 5 °C/perc 280 °C-ig (négy percig tartva) • PAH-ok esetén 320°C-ig.
Vivógáz	He
Kolonna	2 ml/perc, folyamatos áramlás, Agilent J&W HP-5ms, 30 m × 0.25 mm, 0.25 µm (19091S-433)
MS	5977B GC/MSD
Ionforrás hőmérséklet, °C	320
MS Kvadrupól, °C	180
GC/MS interfész, °C	280
Öblítés (blank), ml/ perc	H ₂ : 0,13
Szkennelés módja	SIM
Erősítési tényező, -	0,5

Az elemzéseket a jelenleg érvényben lévő MSZ EN 16181:2018 szabvány alapján végeztem el, a vizsgálatokhoz kapcsolódó határértékek a *4. számú mellékletben* találhatóak.

4. Mérési eredmények bemutatása

Ebben a fejezetben szeretném összefoglalni azokat a mérési eredményeket, melyeket a doktori munkám során elvégzett tesztek során kaptam, illetve az eredmények szakirodalommal való ütköztetését is ezekben az alfejezetekben fogom feltüntetni.

4.1. Növényi olajok vizsgálata

4.1.1. Zsírsvösszetétel meghatározása GC—MS módszerrel

Az eredmények összegzése után sikerrel állapítottam meg, hogy a szakirodalmi zsírsvösszetételek hasonló mennyiségben voltak jelen az általam vizsgált növényi olajokban is. Az eredményeket a 21. táblázatban foglaltam össze:

21. táblázat: A GC-MS vizsgálat eredményei

Név	CAS-szám	Zsírsvösszetétel [%]
Repce olaj	8002-13-9/ 120962-03-0	70 olajsav
		16 linolsav
		2 palmitinsav
Argán olaj	223747-87-3	48 olajsav
		43 linolsav
		9 palmitinsav
Avokádó olaj	8024-32-6	44 olajsav
		20 palmitinsav
		2 linolsav
Ricinus olaj	8001-79-4	87 ricinolsav
		5 olajsav
		3 linolsav
Olíva olaj	8001-25-0	60 olajsav
		20 palmitinsav
		15 linolsav
Pálma olaj	8002-75-3	50 palmitinsav
		14 olajsav
		3 linolsav
Napraforgó olaj	8001-21-6	63 linolsav
		32 olajsav
		8 sztearinsav

A mintákban található négy olyan főkomponens, amelyek a szakirodalomnak megfelelően rendre előfordultak az összes mintában:

- olajsav ($C_{18}H_{34}O_2$),
- linolsav ($C_{18}H_{32}O_2$),
- palmitinsav ($C_{16}H_{32}O_2$).

Ugyanakkor kitűnik a sorból az *erukasav* ($C_{22}H_{42}O_2$), amely a repceolajat alkotó egyik fő zsírsav, illetve a *ricinolsav* ($C_{18}H_{34}O_3$), amely a ricinusolaj fő összetevője [210, 211]. Az erukasavnak a fogyasztási célra szánt repceolajban megengedhető maximális mennyisége nem lehet több, mint 30 %, ezért fokozott figyelmet szenteltem ennek a komponensnek a jelenlétére és megállapítottam, hogy a vizsgált mintában található erukasav a megengedett maximális mennyiséget nem haladta meg.

Az említett komponenseken kívül a szakirodalom említést tesz még különböző bioaktív anyagokról, mint pl. tokoferolok és egyéb vitaminok. Ahogyan az előző fejezetben említettem, az olajok összetétele erősen függ annak származási helyétől [212], ennek értelmében a különböző helyszínről származó, ugyanolyan típusú olajok kémiai összetétele minimálisan eltérhet. A kromatográfiai mérések részletes eredményeit a *10.számú melléklet* tartalmazza.

4.1.2. Dermedéspont meghatározása DMA-, DSC és TSDC módszerekkel

4.1.2.1. A DMA vizsgálat eredményei

Ebben a fejezetben a három mérés módszer eredményeit közösen ismertetem azok hasonló célja miatt. Minden esetben az olajok ún. dermedéspontjait szerettem volna meghatározni és összehasonlítani egymással, jóllehet, vannak különböző eltérések a vizsgálati módszerek között. A DMA mérések eredményei alátámasztották azt a hipotézisemet, miszerint az eltérő zsírsavösszetétel eltérő relaxációs folyamatokat fog eredményezni. A DMA módszer tárgyalása során korábban említésre került, hogy az üvegesedési hőmérséklet a mechanikai veszteségi tényező ($\tan \delta$) görbéjének csúcsai közül a legnagyobb intenzitású csúcshoz tartozó hőmérsékletérték lesz, ami egyben az $\lg E'$ görbéjének inflexiós pontjához tartozó értéke [213].

Ha a kapott diagramok alakját szemügyre vesszük, megállapítható azok hasonlósága, mindegyik görbe rendelkezik legalább egy, éles, exoterm csúccsal. A 24. ábrán látható az általam elvégzett DMA vizsgálatok eredménye, amelynek érdekessége, hogy a ricinusolaj esetén a skála 1 bar nyomásra vonatkozik, szemben a többi olaj 0,2 bar körüli értékeivel. Ennek magyarázata a ricinusolaj összetételében keresendő, ugyanis a vizsgált minta 90%-át gyakorlatilag a ricinolsav alkotja.

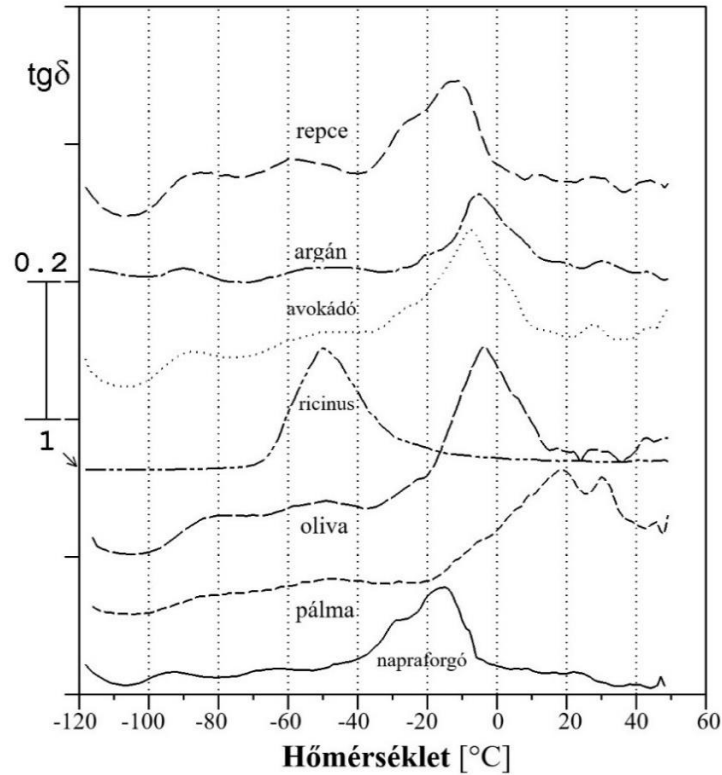
A legtöbb átalakulási folyamatot a napraforgóolaj görbéje mutatta, amely sokkal tagoltabb a többi olajhoz képest, hasonló alakkal még a repce, az argán és az avokádó rendelkeznek. Ezen jelenségekre szintén az eltérő kémiai összetétel ad magyarázatot, ahogyan kiderült az előzetes összetétel vizsgálatok eredményeiből is. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy az olajokban található zsírsavak mennyisége, és azok polaritása befolyásolja számottevően az üvegesedési hőmérsékletet. Minél polárosabb az olaj, annál alacsonyabb T_g értékre számíthatunk, tehát annál alacsonyabb hőmérsékleten szűnik meg a molekulák közötti szegmens-mozgás és kerül az anyag üveges állapotba.

22. táblázat: Az olajok DMA vizsgálatának eredménye

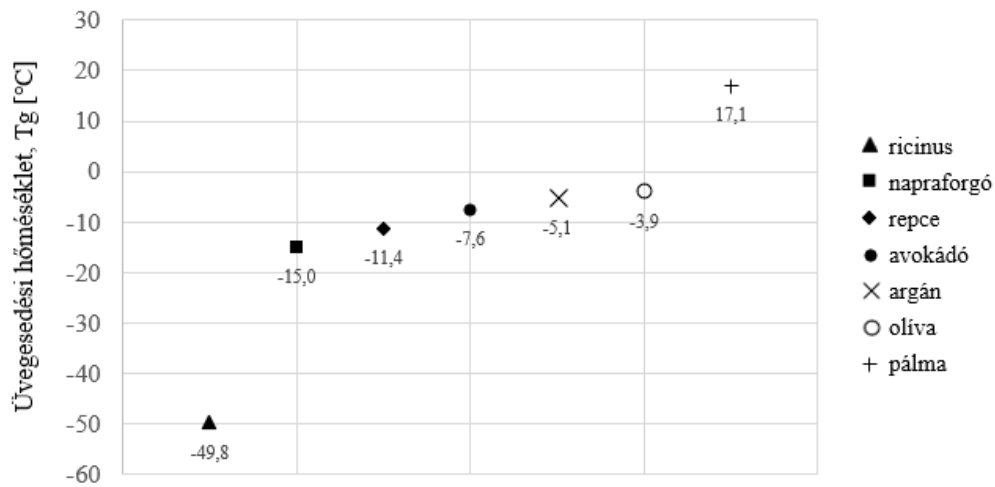
Olaj	Mért DMA T _g csúcsok/ °C				Ref. érték /°C	Referencia
	1.	2.	3.	4.		
argán	-89,8	-54,6	-5,1*	-	60,0	[214]
					2,0	[215]
					5,0	[216]
avokádó	-89,1	-50,7	-7,6*	27,3	9,0	[217]
					8,0	[218]
					-11,0	[219]
napraforgó	-93,8	-64,3	-15,0*	-	-17,0	[220, 221]
					-18,0	[222]
					-12,0	[223]
olíva	-84,0	-49,2	-3,9*	-	-6,0	[220, 221]
					-9,0	[222]
					-10,0	[224]
pálma	-85,7	-48,5	17,1*	30,5	-6,0	[220-221, 225]
					-9,0	[226]
					-10,0	[227]
repce	-88,6	-59,2	-11,4*	-	35,0	[220, 221]
					25,0	[223]
					31,7	[227]
ricinus	-49,8*	-	-	-	-16,0	[228]
					-18,0	[220]
					-26,2	[229]

*a legintenzívebb csúcsok, dermedéspontok

A 22. táblázatban láthatók az összesített DMA eredmények csúcsenként, illetve a szakirodalomban megtalálható referencia értékek. Jól megfigyelhető, hogy az argán, napraforgó és az avokádó általam mért értékei közelítenek legjobban az irodalmi adatokhoz, igaz azok között is jelentős szórás tapasztalható. A DMA módszerrel kapott görbéket a 25. ábra egyesíti. Látható, hogy legalacsonyabb értéke a ricinusolajnak -49,8°C-kal, míg legmagasabb a pálmának, ami 17,1°C volt.



24. ábra: A növényi olajok DMA módszer által meghatározott mechanikai veszteségi tényezői (ricinusolaj esetén a skála 1 bar!)



25. ábra: A növényi olajok DMA módszer által meghatározott üvegesedési hőmérsékletei növekvő sorrendben

A 25. ábrát megtekintve látható, hogy legmagasabb értéke a pálmazsírnak, míg legalacsonyabb a ricinusolajnak volt, ami azt jelenti, hogy -mechanikai értelemben -a pálmazsír a leginstabilabb anyagok egyike.

4.1.2.2. A DSC vizsgálat eredményei

Az eredmények várható alakulását a különböző berendezések paraméterei, a mintákra ható erők típusa (dinamikus, statikus és elektromos) szintén befolyásolja, ahogyan ez a korábbi kísérletek során is bizonyításra került. Kiindulva a korábbi szakirodalmi adatokból, a DSC módszerrel meghatározott átmeneti hőmérsékleteket a DMA és TSDC mérések értékei közé várom. A hét vizsgált olaj DSC hőáramlási görbéit a 26. ábrán foglaltam össze.

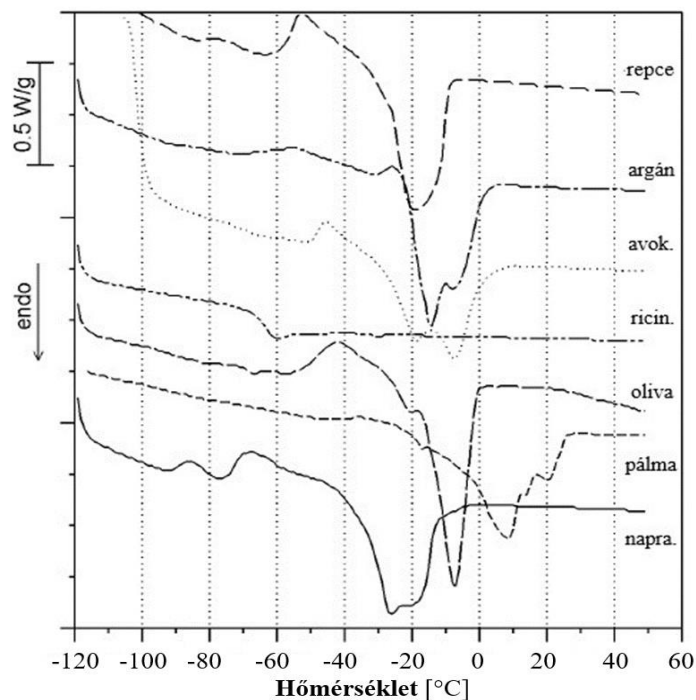
A különböző termikus események jellegzetességei, mint például az üvegátmenet (-60°C -ig), a kristályosodás (pozitív, exoterm csúcsok jelenléte) és az olvadás (negatív, endoterm csúcsok) jól megkülönböztethetők a legtöbb minta esetén. Látható, hogy a görbék -a napraforgóolaj kivételével- nem tartalmaznak értékelhető átalakulási hőmérsékletet a -60°C alatti tartományban. A ricinusolaj esetén észlelhető a legélesebb átmenet 63°C -on. A többi olaj görbéi összetettek, csúcsaik duplikálódtak, ami egyértelmű az argán-, avokádó- és napraforgóolaj esetén. A DSC vizsgálat során detektált üvegesedési hőmérsékleteket a 23. táblázatban tüntettem fel.

A szakirodalomban nagy számban található példa növényi olajok élelmiszeripari célú elemzésére, azonban kevés azoknak a kutatásoknak a száma, ahol kifejezetten DSC módszerrel elemzik azokat. Sok esetben az étkezési célra szánt olajokat egymással keverik (normál esetben két olaj előnyös tulajdonságainak ötvözése a cél), így nem feltétlenül kerülnek 100 %-os irodalmi tisztaságban a kereskedelmi polcokra, amit a DMA és a DSC mérésekből származtatott termomechanikai görbék is bizonyítanak.

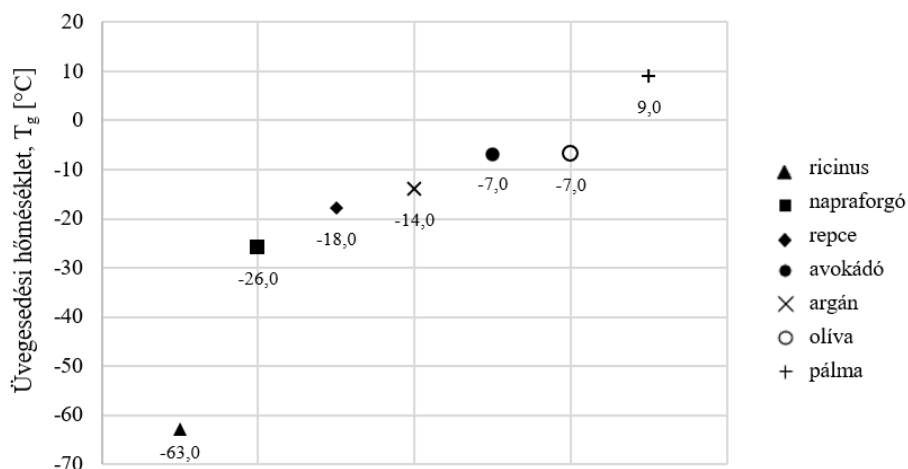
23. táblázat: Az olajok DSC vizsgálatának eredménye

Olaj	Mért DSC csúcsok / $^{\circ}\text{C}$		Ref. érték / $^{\circ}\text{C}$	Referencia
	1.	2.		
argán	-14,0*	-7,0	-	-
avokádó	-18,0	-7,0*	-	-
napraforgó	-26,0*	-20,0	-12,0	[230]
			-15,0	[231]
			-41,5/ -22,8/ -81,3	[232]
olíva	-7,0*	-20,0	-37,0/ -20,6/ -76,1	[232]
pálma	9,0*	20,0	-31,7/ 51,1	[230]
repce	-18,0*	-	-18,0	[230]
			-31,7	[231]
ricinus	-63,0*	-	-24,0	[230]
			67,9	[233]

A DMA mérésekhez hasonlóan megjelennek az átmeneti tartományok, ahol az üveges átmenetek szélesebbnek tűnnek a DMA görbékhez képest. Tapasztalatom szerint a dinamikus módszerek minden esetben nagyobb értékeket eredményeztek a DSC-vel szemben, azok magasabb effektív frekvenciája miatt.



26. ábra: A minták összesített DSC görbéi a hőmérséklet és hőkapacitás függvényében



27. ábra: A növényi olajok DSC módszer által meghatározott üvegesedési hőmérsékletei növekvő sorrendben

A szakirodalommal való összehasonlítás során referencia tanulmánynak *Van Wetten és munkatársainak* munkáit vettem alapul [232, 234], amelyek során összesen négy, kereskedelmi forgalomból származó élelmiszeripari célú extra szűz olíva olaj és három különböző napraforgó olajkeverék célzott elemzését végezték el gyorsított DSC módszerrel. A méréseket -100°C és $+100^{\circ}\text{C}$ között, $2^{\circ}\text{C}/\text{perc}$ felfűtési sebesség mellett hajtották végre, a vizsgálatok összideje 10 percig tartott mintánként. Megállapították, hogy a napraforgó és olíva olajnak is hasonló exoterm csúcsa van ($T_g = 60^{\circ}\text{C}$), míg endoterm csak a napraforgó olajnak. Az endoterm csúcs jelenlétét és intenzitását a mintában található olein és linoleinsav tartalommal magyarázták a szerzők, ugyanakkor arra a kérdésre, hogy történt-e hamisítás, nem kaptunk választ a tanulmányból.

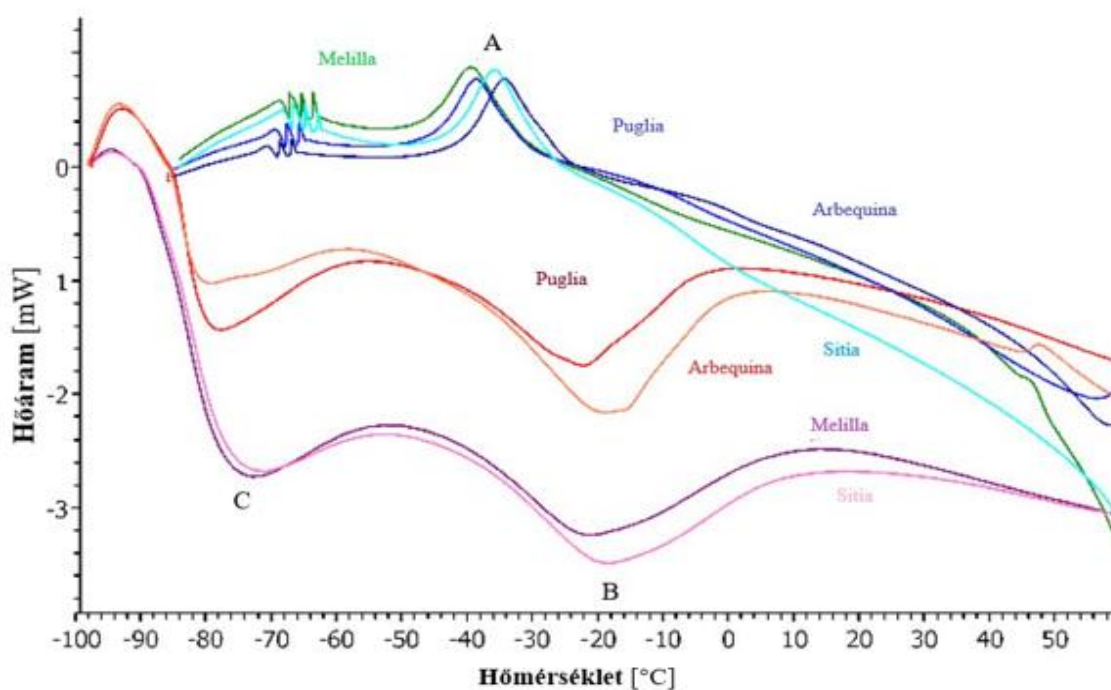
Hozzám hasonlóan ők is feltételezték, hogy az olajokat alkotó zsírsav-komponensek okozhatták a minták változó termomechanikai tulajdonságait. Vizsgálataik megkezdése előtt ők is szintén gázkromatográfiás módszerrel határozták meg az olajok minor komponenseit, azzal a különbséggel, hogy detektornak nem MS-t (tömegspektrométer), hanem FID-et (lángionizációs) alkalmaztak. Ez a detektortípus nagyobb érzékenységgel rendelkezik SCAN módban mint az MS, így várhatóan eltérő koncentráció-mennyiségeket detektáltak [234]. Szintén egyezik még az a feltételezésünk, hogy az eltérő földrajzi helyzet és a kinyerés módja (hideg préselés például) is befolyásolhatja egy-egy olaj tulajdonságait [232].

Tanulmányaikban vizsgálták a letapogatás sebesség (scanning rate), az alaphőmérséklet (base temperature) és a származási hely (origin) hatását az olajok termikus tulajdonságaira. Megállapították, hogy minél nagyobb a hűtés sebessége, annál intenzívebb és élesebb termogrammot kapunk, illetve a $-300^{\circ}\text{C}/\text{s}$ -es hűtési sebességnél két csúcs (esetleges relaxációs folyamat) is megjelenik, pontosan ugyanúgy, ahogyan az én mintáim esetében is.

A 24. táblázat tartalmazza a referencia tanulmányban detektált üvegesedési hőmérsékleteket.

24. táblázat: A referencia tanulmányban vizsgált olíva olajok DSC elemzése során kapott T_g értékei a származási hely függvényében [232]

Származás	A csúcs /°C	B csúcs /°C	C csúcs /°C
Katalónia, Spanyolország	-34,2	-19,2	-79,4
Sitía, Görögország	-35,7	-18,9	-73,1
Puglia, Olaszország	-38,6	-22,4	-78,1
Melilla, Marokkó	-39,5	-21,8	-73,9

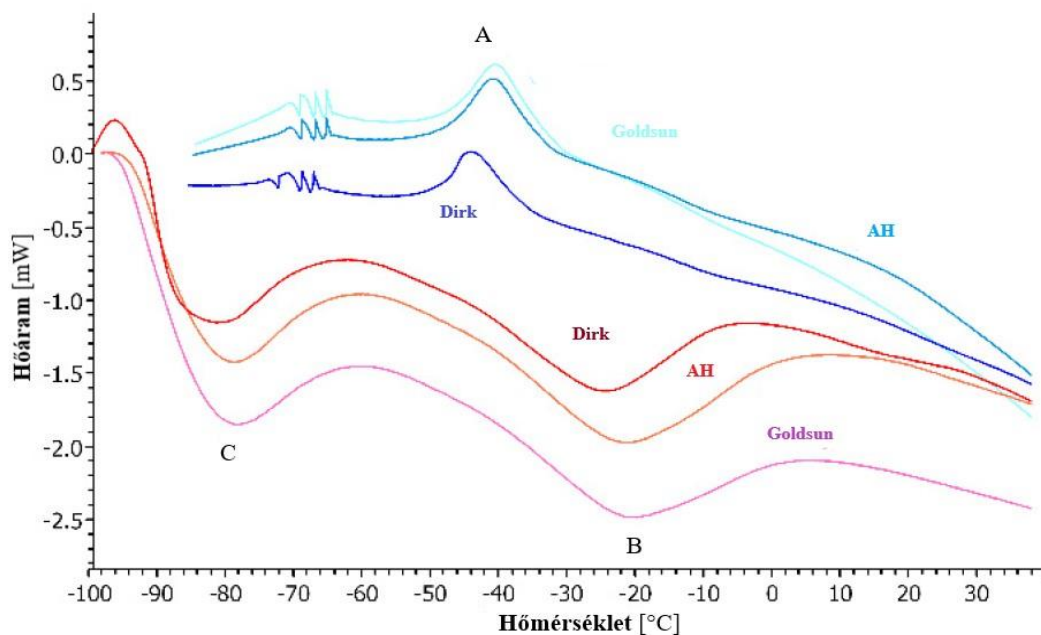


28. ábra: Fűtési görbék (alul) és hűtési görbék (felül) a négy különböző származási helyű olíva olaj esetén. Hűtés -100 °C/s , fűtés 300 °C/s [232].

A disszertációm készítése során hozzájuk hasonlóan hidegen sajtolt, spanyol származású, extra szűz olíva olajat alkalmaztam, amelynek általam mért $-7,0\text{ °C}$ üvegesedési hőmérséklete nagyságrendekkel elmaradt a 24. táblázat adataiból származtatott referencia átlagértékekhez képest ($-30,7$, $-20,6$ és $-76,1\text{ °C}$). Erre a tanulmányra alapozva szintén hasonló különbségek tapasztalhatók a napraforgó DSC termogrammjaihoz képest., igaz ebben az esetben három, Hollandiából származó kereskedelmi minta volt elemezve.

25. táblázat: A referencia tanulmányban vizsgált napraforgó olajok DSC mérése során kapott T_g értékei a származási hely függvényében [232]

Származás	A csúcs /°C	B csúcs /°C	C csúcs /°C
Goldsun Hollandia	-40,1	-21,6	-79,4
AH Hollandia	-40,5	-21,9	-82,1
Dirk Hollandia	-43,9	-25,0	-82,4



29. ábra: Fűtési görbék (alul) és hűtési görbék (felül) a három különböző napraforgó olaj esetén. Hűtés -100 °C/s , fűtés 300 °C/s [232]

Munkám során magyar származású, hidegen sajtolt, kereskedelmi forgalomban kapható napraforgó olajjal dolgoztam, amelynek általam mért $-26,0\text{ °C}$ üvegesedési hőmérséklete a 25. táblázat adataiból származtatott referencia átlagértékekhez képest a B-csúcs $-22,8\text{ °C}$ értékéhez áll legközelebb. A DSC vizsgálat ennél a mintánál pontosabb megközelítéssel járt, mint az olíva olaj esetén. Különlegességként szeretném megemlíteni az argán és az avokádó olajokkal kapcsolatos kutatóanyagok hiányosságát, ugyanis a szakirodalomban a disszertáció befejezéséig nem állt rendelkezésre olyan forrás, amely ezen olajok DSC-vel történő vizsgálatát helyezte fókuszba, vagy érintette volna.

Ezért a dolgozatomban elvégzett DSC mérések eredményei abszolút újszerű megközelítésnek számítanak az argán és avokádó olajok esetén. Néhány forrás említi ugyan ezen olajok minőségi vizsgálatát, azonban rendszerint FT-IR módszerrel végezték, és kizárólag kvalitatív célra alkalmazva. Ami párhuzam vonható az alábbi pályamunkák, illetve a saját hipotézisem között az az, hogy a forrásban is az eltérő származási helytől teszik függővé az adott olaj tulajdonságait [232, 233].

4.1.2.3. A TSC vizsgálat eredményei

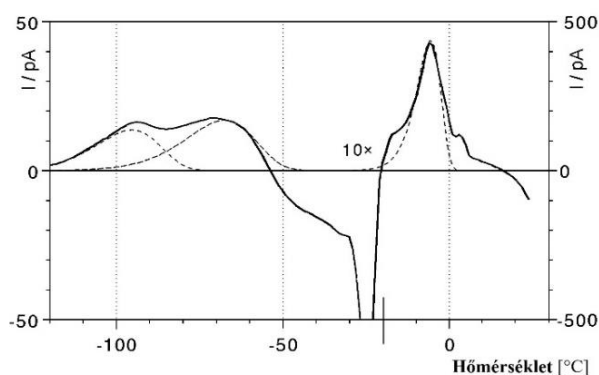
A 30-36. ábrákon láthatók a TSC vizsgálat során kapott polarizációs görbék, amelyek lényegesebben több információt tartalmaznak, mint a DSC és DMA által kapott eredmények. Fontos megemlíteni, hogy az összes TSC görbe normalizálva van 1kVmm-1 polarizációs mezőre és 30 cm² elektróda területre *Marossy et. al. (2017)* munkája alapján [234]. Bár a bórszilikát hordozó pórusmennyisége ismert ($87 \pm 2\%$), további korrekciót nem alkalmaztam. A TSC nagyon alacsony effektív frekvenciájú, ezért ahol lehetséges volt, elvégeztem a kapott depolarizációs görbék kiértékelését. Általánosan elmondható, hogy minden növényi olaj rendelkezett legalább egy csúccsal (kivéve a ricinus), amelyek hőmérsékleti értékeit a 27. táblázat foglalja össze.

Az összes vizsgált olaj átmeneti hőmérsékletéről elmondható, hogy viszonylag alacsony hőmérséklettartományban mozognak (-120 és -50 °C között). Szeretném kiemelni, hogy a ricinusolaj alacsony intenzitású csúcsokat mutat, üvegesedési átmenete -63 °C-on helyezkedik el, érdekesség, hogy egy csúcs található csak a többi olajhoz képest. Ennek oka annak kémiai összetételében keresendő, több, mint 90%-ban ricinolsav alkotja, ennek a komponensnek látható a relaxációs folyamata.

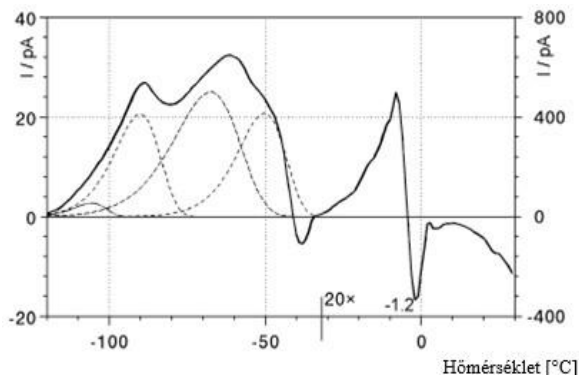
Három olaj, az *argán (30.ábra)* *avokádó (31.ábra)* és *napraforgó (36.ábra)* esetében megfigyelhető az áramerősség negatív értéke, azonban a kiértékelő szoftver ezt a jelenséget egyelőre nem tudja kezelni, ezért kiszámított relaxációs erő negatívnak tekinthető. Feltételezéseim szerint valamilyen szerkezeti átrendeződésre kerülhetett sor, ennek az esetnek a magyarázata további kutatást igényel. A többi olaj görbéit vizsgálva már árnyaltabb képet kapunk, elemzésük is bonyolultabb a ricinushoz képest. Például a pálmaolaj fő átmenete megkétszereződik (33. ábra), és mindkét átmenet komplex. A pálmaolaj szobahőmérsékleten zsírszerű, ennek megfelelően ikercsúcsának egyik része a szobahőmérsékleti tartományban (23,6 - 27,1 °C) fordul elő.

26. táblázat: A TSC görbékből származtatott üvegedési hőmérsékletek a csúcsok sorszámának függvényében

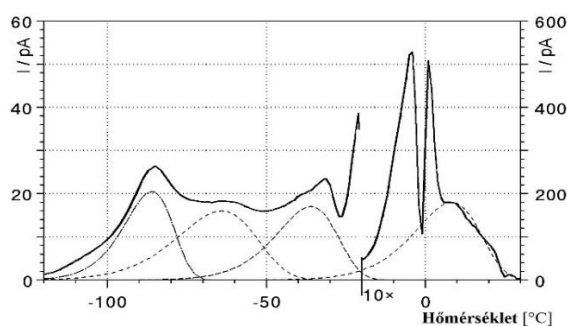
Olaj		1	2	3	4	5	6	7
repce	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-	-89,0	-72,5	-51,7	-14,0	-7,4	-
	I_{\max}/pA	-	43,7	33,3	31,4	15,5	75,0	-
	$\Delta\varepsilon$	-	0,30	0,40	0,13	0,45	1,9	-
argán	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-	-95,3	-67,5	-	-	-5,6	-
	I_{\max}/pA	-	13,7	17,0	-	-	44,0	-
	$\Delta\varepsilon$	-	0,20	0,20	-	-	1,9	-
avokádó	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-105,6	-90,1	-67,5	-50,2	-	-	-
	I_{\max}/pA	2,7	20,6	25,0	20,8	-	-	-
	$\Delta\varepsilon$	0,02	0,20	0,30	0,19	-	-	-
ricinus	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-101,0	-83,0	-70,5	-62,5	-27,0	-14,5	-
	I_{\max}/pA	6,2	13,4	92,5	77,1	80,0	11,0	-
	$\Delta\varepsilon$	0,06	0,10	0,50	2,30	0,49	0,96	-
olíva	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-	-86,0	-64,0	-36,0	-	8,3	-
	I_{\max}/pA	-	20,5	16,0	17,0	-	18,0	-
	$\Delta\varepsilon$	-	0,20	0,20	0,19	-	2,15	-
pálma	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-	-87,5	-64,9	-2,2	6,6	23,6	27,1
	I_{\max}/pA	-	7,6	28,0	25,3	24,6	97,0	116,0
	$\Delta\varepsilon$	-	0,10	0,30	1,50	0,55	2,90	4,20
napraforgó	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	-109,0	-93,2	-	-25,2	-11,4	-	-
	I_{\max}/pA	5,6	31,5	-	78,0	75,2	-	-
	$\Delta\varepsilon$	0,02	0,30	-	1,60	1,70	-	-



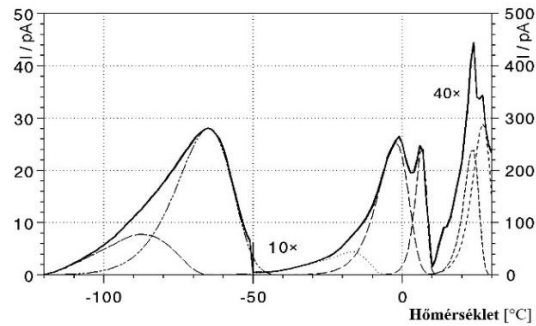
30. ábra: Az argán olaj TSC görbéje



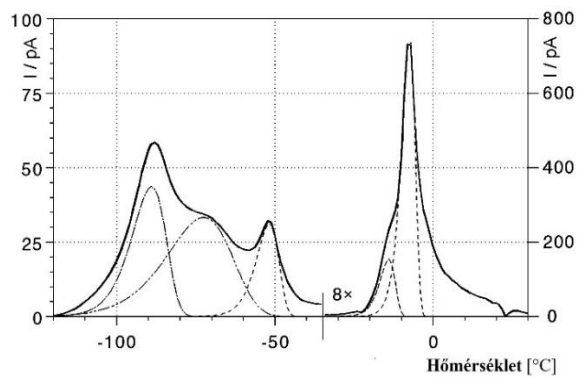
31. ábra: Az avokádó TSC görbéje



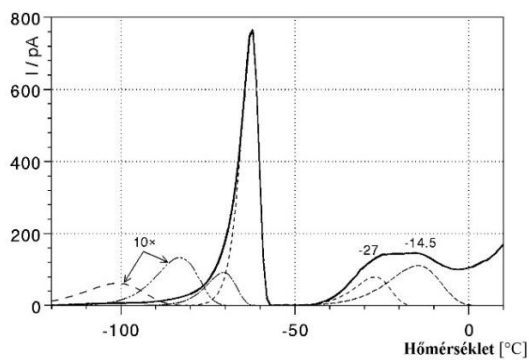
32. ábra: Olíva olaj TSC görbéje



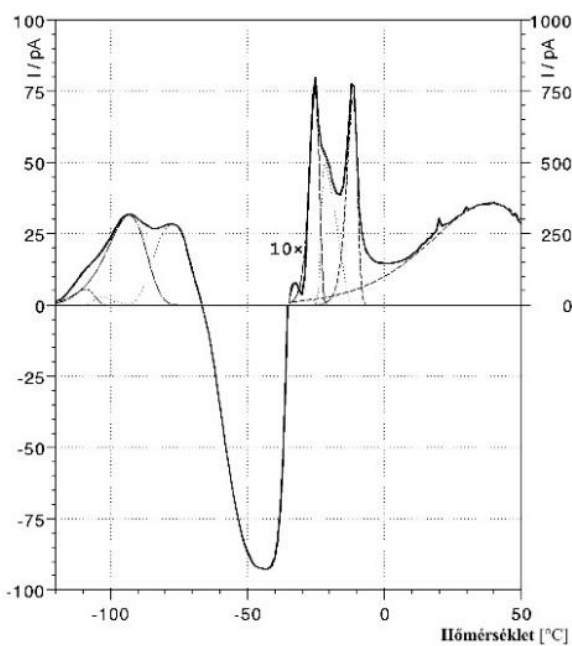
33. ábra: A pálmaolaj TSC görbéje



34. ábra: A repeceolaj TSC görbéje



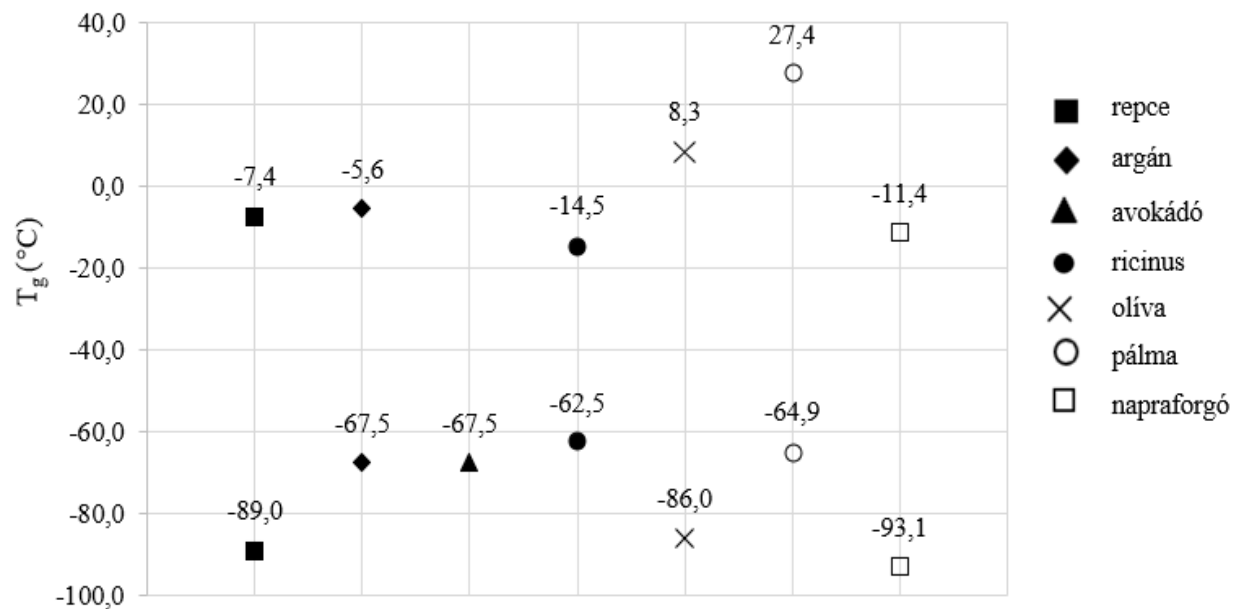
35. ábra: A ricinusolaj TSC görbéje



36. ábra: A napraforgó olaj TSC görbéje

 27. táblázat: A TSC mérések görbéiből származtatott T_g értékek

Olaj	Jellemző TSD csúcsok /°C				Görbe szakasz /°C	
	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	$\Delta\varepsilon$	$\vartheta_{\max}/^{\circ}\text{C}$	$\Delta\varepsilon$	-tól	-ig
repece	-89,0	0,81	-7,4	2,35	-	-
argán	-67,5	0,36	-5,6	1,90	-59,0	-21,0
avokádó	-67,5	0,69	-	-	-41,0	-34,0
ricinus	-62,5	2,89	-14,5	1,45	-	-
olíva	-86,0	0,61	+8,3	2,19	-	-
pálma	-64,9	0,40	+27,4	7,10	-	-
napraforgó	-93,1	0,49	-11,4	4,72	-66,0	-35,0



37. ábra: A TSC mérés során detektált T_g értékek

4.2. A nyerskeverékek vulkanizációs tulajdonságainak meghatározása

A munkám során a növényi olajokkal lágyított természetes kaucsuk keverékek reológiai tulajdonságait szerettem volna meghatározni. A Mooney-készülékkel a kaucsukok és keverékek látszólagos viszkozitása és a térhálósodás folyamatának ideje határozható meg. A kísérleteim során felhasznált kaucsukot, valamint irodalmi folyási jellemzőit a 28. táblázat mutatja, a további tulajdonságokat az anyag technikai adatlapja tartalmazza (9. számú melléklet), míg a keverékek vulkanizációs vizsgálataiból meghatározott eredmények a 29-30. táblázatban láthatók.

A beégési idő meghatározásánál a vizsgáló kamrát a szakirodalomban előírt hőmérsékletre, 140°C-ra került felfűtésre. A vizsgálat a látszólagos viszkozitás méréshez hasonló módon lett kivitelezve, egészen addig, amíg a forgatónyomaték a minimális forgatónyomatékhoz képest 5dNm-mel növekedett. Az ehhez tartozó idő a beégési idő (szkorcs idő), percben megadott nagysága.

28. táblázat: A keverékek alapját képező természetes kaucsuk látszólagos viszkozitása¹⁰

Tulajdonság	Gyártó	Márkanév	Érték [MU]
Mooney-viszkozitás* (ML, 1+4, 100°C)	Astlett Rubber (Oakville, Ontario, Kanada)	SMR CV60	60 ± 5

*Gyártó által ellenőrzött, de nem specifikált státusz.

29. táblázat: A keverékek reológiai tulajdonságai (nyomatékok és idők)

Keverék	T _{min.}	T _{max.}	t _{s2}	t ₃₀	t ₅₀	t ₉₀
	[dNm]	[dNm]	[min.]	[min.]	[min.]	[min.]
argán	0,90	9,58	126	2,47	3,85	8,22
avokádó	0,82	7,44	143	2,37	3,77	8,23
napraforgó	1,19	10,50	115	2,35	3,63	7,73
olíva	1,06	11,10	112	2,35	3,61	7,93
pálma	1,12	11,41	101	2,07	3,28	7,70
repce	0,63	6,09	186	2,60	4,07	8,32
ricinus	1,26	11,85	101	2,05	3,12	6,77
CNSL	1,09	9,93	112	2,20	3,30	6,78

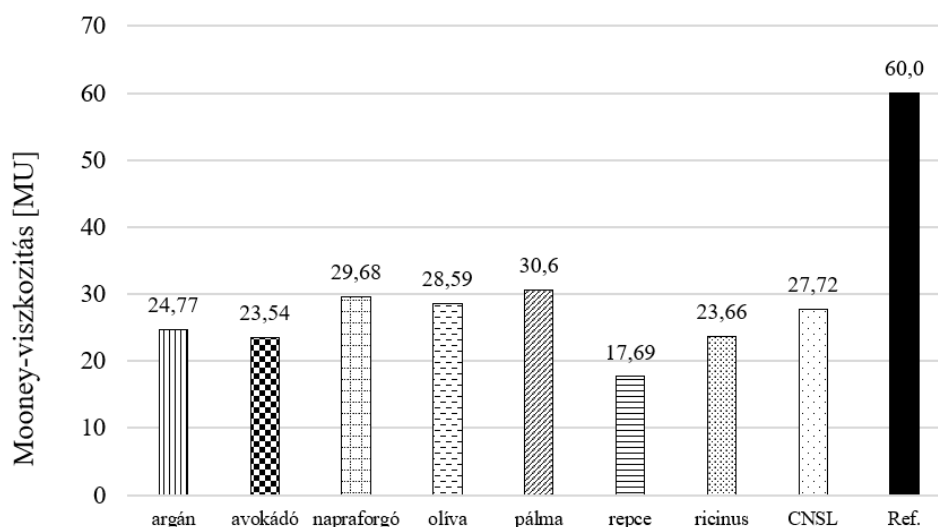
¹⁰ látszólagos vagy Mooney-viszkozitás, egysége az MU.

30.táblázat: A keverékek Mooney-viszkozitása és scorch (beégési idő) paraméterei

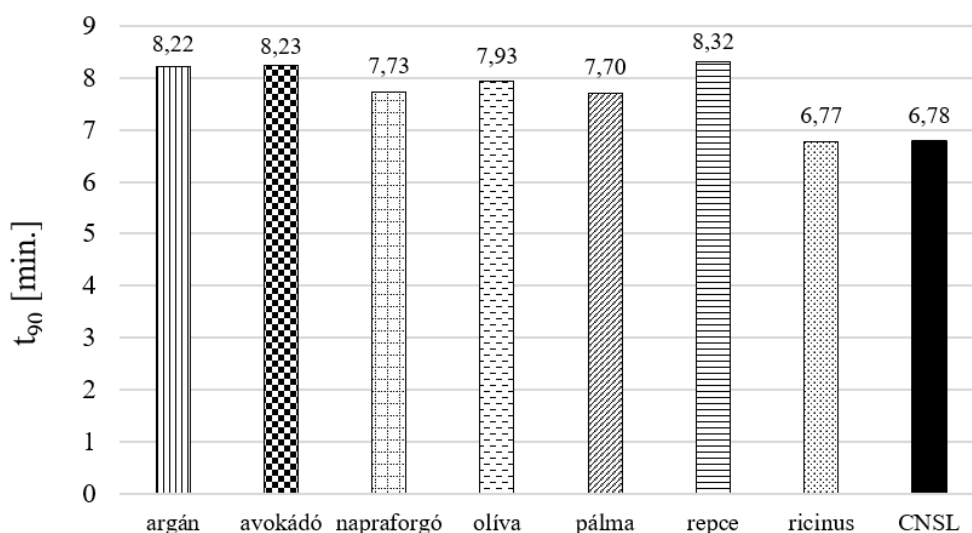
Keverék	ML ₁₊₄ *	Scorch
	[MU]	[min.]
argán	24,77	16,64
avokádó	23,54	15,32
napraforgó	29,68	20,24
olíva	28,59	18,29
pálma	30,60	19,74
repce	17,69	12,13
ricinus	23,66	20,14
CNSL	27,72	19,16

*145°C-on meghatározva.

Megállapítható, hogy a hőmérséklet változása jelentősen befolyásolja a keverékek tulajdonságait, ebben az esetben a hőmérséklet növelése az anyag viszkozitását csökkentette minden esetben. Az alkalmazott növényi olajok lágyító hatása tökéletesen megfigyelhető a nyers kaucsuk szakirodalmi értékéhez képest, hiszen ott 60 MU volt a referencia, és kisebb viszkozitás tapasztalható minden olaj esetében (38. ábra). Látható, hogy legmagasabb értéke a töltetlen *referencia kaucsuknak* van (60 MU), ezt követi a *pálma* (30,6 MU), a *napraforgó* (29,68 MU), az *olíva* (28,59 MU), a *CNSL* (27,72 MU), az *argán* (24,77 MU), a *ricinus* (26,66 MU), az *avokádó* (23,54 MU) és a *repce* (17,69 MU). Feltételezéseim szerint a magasabb viszkozitás értékekhez magasabb beégési (térhálósodási) idő fog tartozni.

**38. ábra:** Mooney- viszkozitás értékek összehasonlítása

Az adatok elemzése során beigazolódott az a tézisem, miszerint az alacsonyabb viszkozitással rendelkező keverékeknek van a legkevesebb idő szüksége a megfelelő relatív térháló kialakítására. A 39. ábrán összegeztem a minták 140°C-on mért t_{90} -es értékeit, ugyanis szabvány szerint ezt tekinthetjük az anyag vulkanizálási idejének. Látható, hogy legmagasabb beégési idővel a *repce* (8,32 perc) rendelkezik, őt követi a sorban az *avokádó* (8,23 perc), az *argán* (8,22 perc), az *olíva* (7,93 perc), a *napraforgó* (7,73 perc), a *pálma* (7,70 perc), a *CNSL* (6,78 perc) és a *ricinus* (6,77). Ez azt jelenti, hogy a ricinusnak, illetve a *CNSL*-nek van a legkisebb időigénye a 90%-os relatív térháló kialakításához.



39. ábra: A keverékek beégési ideje 140°C-on

A szakirodalmi adatok összehasonlítása során pedig megállapítottam, hogy kevés olyan publikáció található, amelyben ezeket az olajokat elemezték volna. Egyedül a ricinusolaj esetében [178] találtam hasonlításra alkalmas pályaművet, ahol a viszkozitás értékének 66,4 MU volt meghatározva. Ez jelentős különbség az általam detektált 23,7 MU-hez képest, ugyanakkor nem elhanyagolandó tény, hogy esetemben egy alapkeverékről beszélünk, így bármilyen egyéb adalékanyag (elsősorban töltő) képes növelni a keverék viszkozitását.

A fent bemutatott adatok ismeretében, és a tapasztalataim alapján elmondhatom, hogy az általam előállított keverékek kifejezetten a lágú (gyenge térhálós) anyagok közé tartoznak. Ennek bizonyítására a minták vulkanizációját követően alkalmazott szilárdsági vizsgálatok fognak választ adni. A vizsgálat eredményeit a 11. számú melléklet tartalmazza.

4.3 A vulkanizátumok vizsgálata

4.3.1. Szilárdsági tulajdonságok meghatározása

Ebben a fejezetben szeretném ismertetni a térhálósított (vulkanizált) gumik mechanikai tesztlejének eredményeit. A vizsgálatok során a minták keménységét és szilárdsági paramétereit (modulusok, nyúlás és szakítószilárdság) határoztam meg. A próbatestek gyártása és a tesztek megkezdése között a mintadarabokat az ISO 471-es szabvány szerint kondicionáltam szobahőmérsékleten, ami 16 óra pihentetést, és 50% relatív páratartalom melletti tárolást jelent. Ahogyan az előző fejezetben említésre került, a próbatestek keménységének meghatározását -azok lágy jellege miatt- ShoreA° típusú mérőfejjel végeztem el. A feszültség-nyúlás paramétereket pedig egy INSTRON5566 típusú univerzális mérőgéppel, 500mm/min. alakváltozási sebesség mellett figyeltem meg.

A tesztek eredményeit a 31. táblázat tartalmazza, amelyben jól láthatók az egyes keverékek szilárdsági mutatói. Megállapítottam, hogy a legmagasabb keménység-értékkel az etalon lágyítót tartalmazó CNSL (50 ± 1 ShA°), míg legalacsonyabbal az olíva rendelkezik (39 ± 2 ShA°). A többi olajat tartalmazó vulkanizátum 43 és 49 ShA° keménység között változik, gyakorlatilag a lágykeverékek közé sorolhatók. Húzófeszültség-nyúlás tekintetében az egy adott nyúláshoz tartozó feszültség értékeket is feltüntettem (ezek jellemzően technológiai paraméterek), ezek a 10-, 50-, 100-, 200 és a 300%-os nyúláshoz tartozó feszültség-értékek voltak.

31.táblázat: A mechanikai tesztek során meghatározott jellemzők

Minta	M ₁₀	M ₅₀	M ₁₀₀	M ₂₀₀	M ₃₀₀	Szakadási nyúlás	Húzószilárdság	ShoreA°
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	%	[MPa]	[-]
argán	4,30 ± 0,26	7,70 ± 0,25	11,00 ± 0,55	22,00 ± 1,39	39,00 ± 2,44	506,00 ± 59,2	88,00 ± 13,83	43,05 ± 1,06
avokádó	3,20 ± 0,32	6,10 ± 0,27	9,00 ± 0,37	17,00 ± 0,88	29,00 ± 1,45	511,00 ± 20,41	68,00 ± 2,94	45,57 ± 0,73
napraforgó	4,50 ± 0,16	8,00 ± 0,17	12,00 ± 0,26	23,00 ± 0,60	40,00 ± 1,26	534,00 ± 74,05	97,00 ± 20,96	42,77 ± 0,36
olíva	4,80 ± 0,15	8,80 ± 0,27	13,00 ± 0,46	26,00 ± 1,02	46,00 ± 2,10	498,00 ± 25,11	99,00 ± 8,61	45,00 ± 1,60
pálma	4,70 ± 0,72	8,80 ± 0,58	13,00 ± 0,69	27,00 ± 1,22	47,00 ± 2,06	531,00 ± 11,37	111,00 ± 3,83	42,28 ± 0,74
repce	2,40 ± 0,02	4,80 ± 0,16	7,00 ± 0,32	13,00 ± 0,74	23,00 ± 1,29	520,00 ± 13,28	56,00 ± 3,91	48,60 ± 0,78
ricinus	4,40 ± 0,41	8,30 ± 0,57	12,00 ± 1,12	25,00 ± 2,36	45,00 ± 3,86	473,00 ± 10,82	95,00 ± 32,82	48,71 ± 0,65
CNSL	6,70 ± 0,77	10,3 ± 0,91	13,00 ± 0,95	19,00 ± 1,21	28,00 ± 1,45	485,00 ± 21,87	54,00 ± 5,25	50,18 ± 0,98

Mintánként 3-4 párhuzamos mérése történt meg, és a modulusokat összehasonlítva megállapítható, hogy M10 esetén a legmagasabb értékkel a *CNSL keverék* rendelkezett ($6,70 \pm 0,77$ MPa), míg a legalacsonyabbal a *repcét* tartalmazó keverék ($2,40 \pm 0,02$ MPa). Az M50 esetén legmagasabb értékkel szintén a *CNSL -tartalmú* minta ($10,3 \pm 0,91$ MPa), míg legalacsonyabbal szintén a *repcé* rendelkezett $4,80 \pm 0,16$ MPa nagyságrendben. A 100%-os nyúláshoz tartozó feszültségek vizsgálatánál ugyanakkor már jelentős változás tapasztalható, ugyanis az *olíva* ($13,00 \pm 0,46$ MPa), *pálma* ($13,00 \pm 0,69$ MPa) ugyanazt a legmagasabb értéket képviseli, mint a *CNSL* ($13,00 \pm 0,95$ MPa). Reprodukálhatóság szempontjából az olíva eredményei a legmegbízhatóbbak 0,46 MPa-os szórás mellett.

Jelentős különbségek tapasztalhatók az M200-s értékek vizsgálata során, itt a legmagasabb értékkel a *pálmás* keverék ($27,00 \pm 1,22$ MPa), második legmagasabb az olíva ($26,00 \pm 1,02$ MPa) rendelkezik, míg legalacsonyabb még mindig a *repcés* keveréknek van ($13,00 \pm 0,74$ MPa). Ez az érték közel fele a legmagasabb értékekkel rendelkező mintákhoz képest. A *CNSL* etalon keverék a középmezőnyben helyezkedik el az ő $19,00 \pm 1,21$ MPa értékével. Ha tovább vizsgáljuk a 300%-os nyúláshoz tartozó értékeket (amely elasztomerek esetén még nem extrém), akkor láthatjuk, hogy a legalacsonyabb értékkel a *repcé* ($23,00 \pm 1,29$ MPa), és az etalon *CNSL* ($28,00 \pm 1,45$ MPa) rendelkezik, míg a legmagasabb értéke a mediterrán típusú olajoknak volt: a *pálma* $47,00 \pm 2,06$ MPa, az *olíva* $46,00 \pm 2,10$ MPa, illetve 40 MPa felett az alábbi minták rendelkeztek: a *ricinus* $45,00 \pm 3,86$ MPa és a napraforgó $40,00 \pm 1,26$ MPa. A szórás a magasabb feszültség-nyúlás értékek esetén növekszik, a reprodukálhatóság romlott.

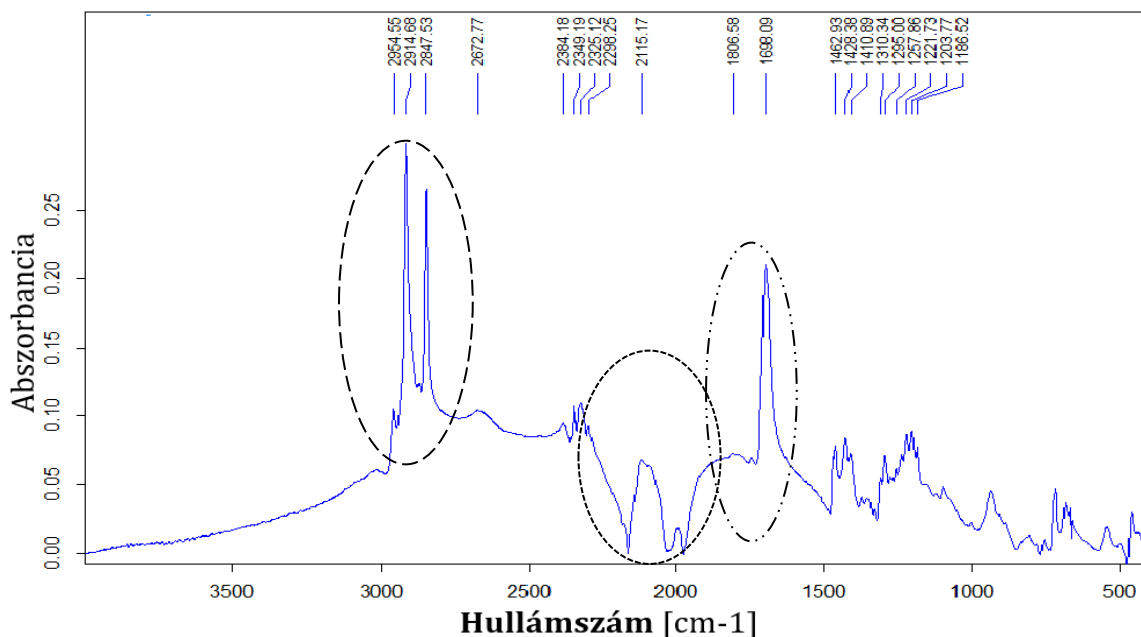
A húzószilárdság értékek esetén pedig az alábbi sorrend állapítható meg (növekvő): *CNSL etalon* $54,00 \pm 5,25$ MPa, *repcé* $56,00 \pm 3,91$ MPa, *avokádó* $68,00 \pm 2,94$ MPa, *argán* $88,00 \pm 13,83$ MPa, *ricinus* $95,00 \pm 32,82$ MPa, *napraforgó* $97,00 \pm 20,96$ MPa, *olíva* $99,00 \pm 8,61$ MPa és a *pálma* $111,00 \pm 3,83$ MPa. Ezen adatok tükrében kijelenthető, hogy a legrugalmasabb keverék a *pálma*, míg a legkevésbé elasztikus az etalon *CNSL* volt. A mérés során kapott diagramokat és eredményeket a 11. számú melléklet tartalmazza közösen a reológiai tulajdonságokkal.

4.3.2. Felületi-morfológiai tulajdonságok meghatározása

Vizsgálataim következő állomása a vulkanizátumok felületi-mikroszkópos ellenőrzése volt. Célom minden esetben az adalékanyagok diffúziójának, esetleges felületi migrációjának megfigyelése, illetve az öregítési folyamatok nyomonkövetése volt. Ahogyan a bekeverést ismertető fejezetben említésre került, kifejezetten fókuszáltam a sztearinsav jelenlétére -véltetően annak mennyisége, vagy a feldolgozási hőmérséklet hatására- várhatóan a felületre fog diffundálni.

4.3.2.1. FT-IR spektroszkópia

A Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia az egyik legáltalánosabban alkalmazott analitikai módszer, amellyel egy adott vegyület szerkezetének azonosítására, részfolyamatok nyomon követésére és a késztermékek tisztaságának ellenőrzésére van lehetőségünk. Vizsgálati eredményeim megerősítettek abban, hogy keverékeim homogének, ugyanakkor kizárólag *kormot*, a formaleválasztó *PTFE*-t, illetve minimális *sztearinsavat* detektáltam a mintáim felületén. Ennek értelmében a tézisem, miszerint a lágyítószerkeik közül valamelyik diffundálhat a felületre, nem állta meg a helyét. A spektrumokat a 12. számú melléklet tartalmazza.

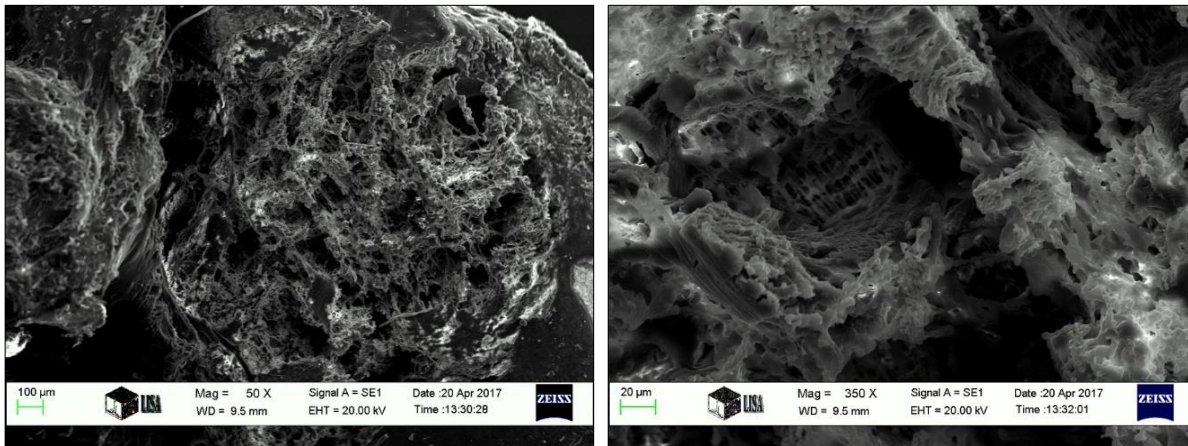


40. ábra: Az etalon CNSL keverék FT-IR spektruma
(bal: sztearinsav, középső: korom, jobb: PTFE)

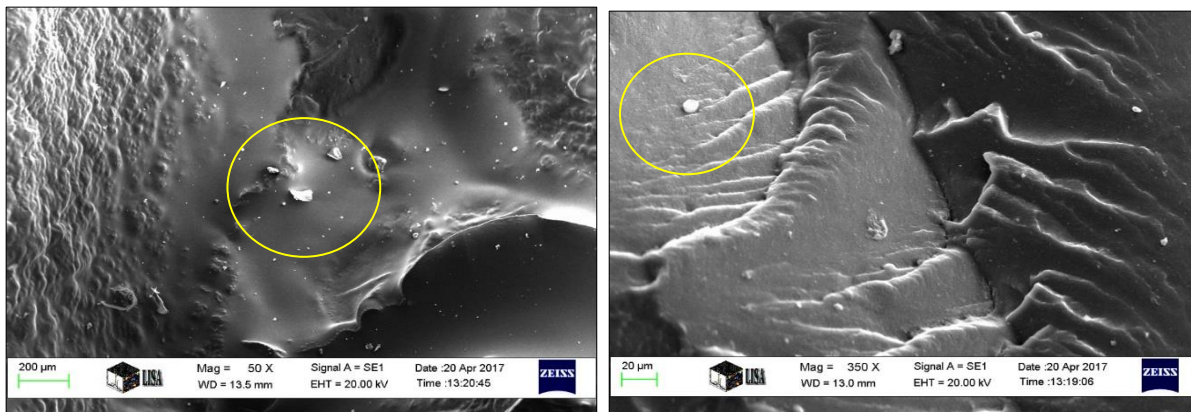
4.3.2.2. SEM-EDS mikroszkópia

Ezzel a vizsgálsorozattal az volt a célom, hogy tovább elemezzem a textúráim homogenitását, az adalékok eloszlását, esetleges aggregátumok, zárványok jelenlétét, amelyek a nem megfelelő keverés következtében alakulhatnak ki (agglomerátumok) és okozhatnak anyagfolytonossági hibákat.

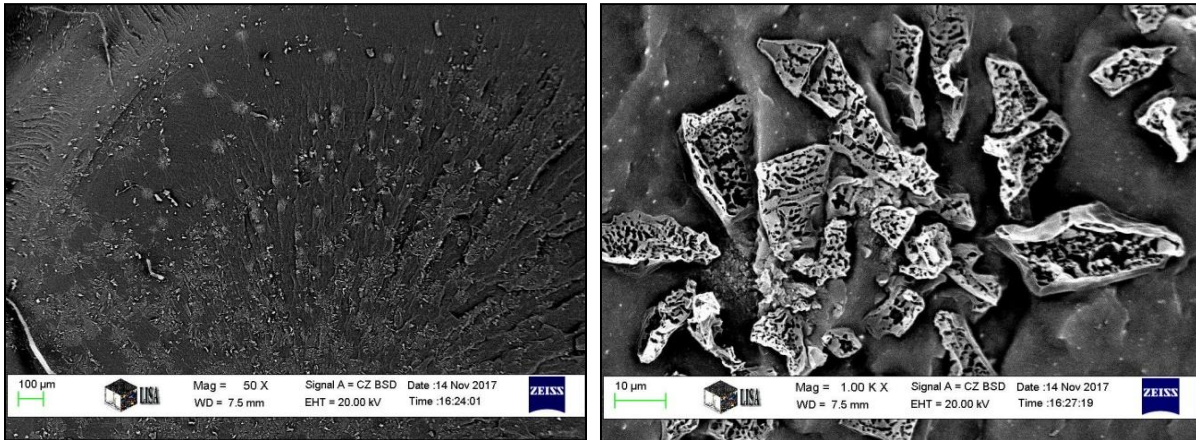
A felvételek elemzése során megállapítottam, hogy a keverés majdnem minden esetben sikeres volt, egyedül a *repce és napraforgó olajjal* kezelt minták esetén találtam a felületen vulkanizálószer (elsősorban ként) szemcsés formában (42-43. ábra). Ez azt jelenti, hogy ebben az esetben nem volt megfelelő a homogenizálás a keverékkészítés során. Ennek következménye, hogy a feldúsult kén, illetve vulkanizálószer jelenléte indikálhatja az idő elteltével az ún. *kénvirágzást*, ami a kénnel vulkanizált gumik mechanikai tulajdonságainak (tartósságának) romlásához vezethet. A kén jelenlétét az EDAX szonda elemzései is alátámasztották.



41. ábra: A nyers kaucsuk SEM felvétele 50x és 350x-es nagyításban



42. ábra: Repceolajjal kezelt keverék SEM felvétele 50x és 350x-es nagyításban



43. ábra: Napraforgó olajjal kezelt keverék SEM felvétele 50x és 1000x-es nagyításban

A FT-IR és SEM módszereket a minták degradációs vizsgálata során is alkalmaztam, így az ott készített felvételeket a degradációs vizsgálat eredményeit részletező fejezetben fogom feltüntetni és összehasonlítani a szakirodalommal.

4.3.3. A minták termikus tulajdonságainak vizsgálata

4.3.3.1. DMA analízis

A DMA vizsgálatok során a keverékek üvegesedési hőmérsékleteit szerettem volna megfigyelni, összesen négy frekvencián: 0,3 Hz; 1,0 Hz; 3,0 Hz és 10 Hz-en, illetve -100°C és $+100^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérséklet tartományon belül. A digitális adatgyűjtés másodpercenként történt, inert közeg nitrogén gáz volt, 20 ml/ perc áramlási sebesség mellett. A minták alakja minden esetben egy adott méretű téglalap volt (10,0 x 9,0 x 2,0 mm).

A DMA tehát az anyagok merevségét méri modulusként a hőmérséklet, az idő és a frekvencia függvényében, periodikus terhelés alatt. A kapott mérési eredmények: a tárolási vagy rugalmassági modulusz (E'), a veszteségi modulusz (E'') és a kettő hányadosa (E''/E') az ún. tangens delta ($\tan\delta$). Utóbbi a viszkoelasztikus anyagokra jellemző, a feszültség és a nyúlás közötti fáziskésést tükrözi, így az általam vizsgált kaucsuk keverékek esetében ez egy fontos tényező. A $\tan\delta$ -t veszteségi tényezőnek nevezi a szakirodalom, ami leírja az anyag viszkoelasztikus viselkedését az energiaveszteség és a deformáció során tárolt aránypár hányadosaként.

Az alacsony $\tan\delta$ érték azt jelenti, hogy az anyag visszatér alakjába, míg a magasabb $\tan\delta$ érték azt jelenti, hogy az anyag hő formájában elveszíti ezt az energiát. Az erősen elasztikus anyagoknak alacsony, az erősen viszkózus anyagoknak nagy az értéke. A tárolási modulusz az anyagban visszamaradó rugalmas energiát (a terhelésre adott elasztikus „választ”), a veszteségi modulus a hővé alakuló energiaveszteséget (a terhelésre adott viszkózus „választ”) jellemzi. A lágyítószerrek lágyító hatása ezzel a módszerrel kiválóan megfigyelhető, ugyanis a keverék viszkozitásának csökkentésével módosítható az anyag relatív térhálósűrűsége, és ezzel együtt annak modulus értékei is.

A DMA analízisek eredményeit foglalja össze a 32. táblázat, ahol feltüntettem a négy különböző frekvencián mért T_g hőmérsékleteket, a vizsgálat során meghatározott $\tan\delta$ és a számított aktiválási energiákat is (E^*) is, a két kontrollmintához hasonlítva. Nagyon szemléletes változás tapasztalható az egyes értékek között, a legalacsonyabb üvegesedési hőmérsékletet mind a négy frekvencia esetén a kontrollminták adták (44. ábra).

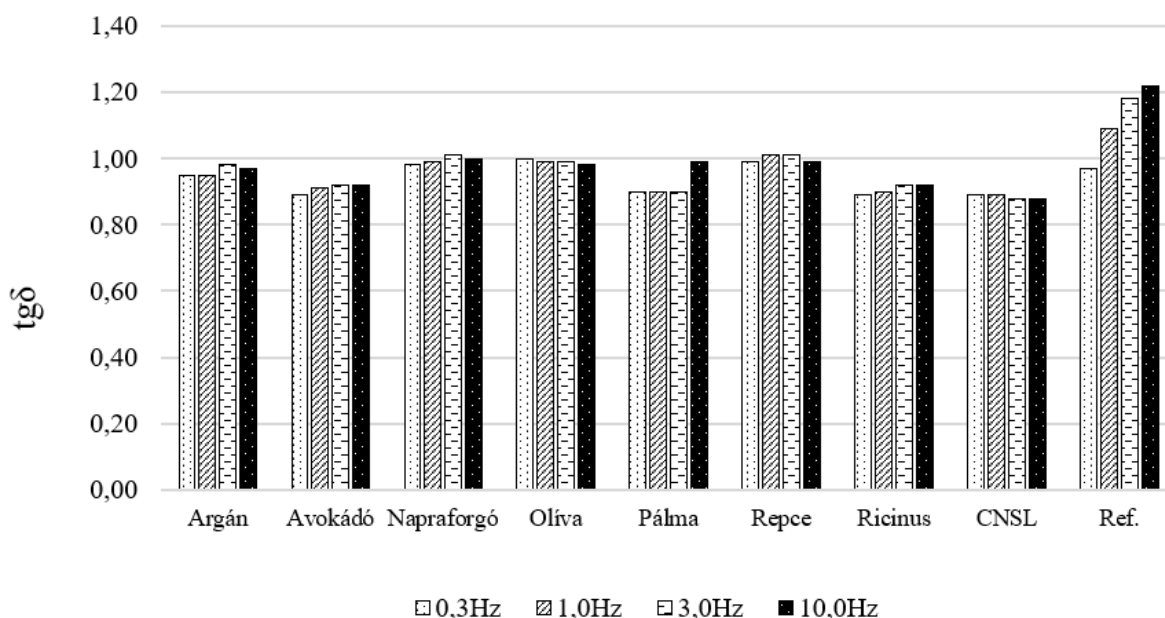
32.táblázat: A keverékek adott frekvenciához tartozó üvegesedési hőmérsékletei [°C] és $\tan\delta$ értékei

Minta	Adott frekvenciához tartozó üvegesedési hőmérsékletek [°C]							
	0,3Hz		1,0Hz		3,0Hz		10,0Hz	
	$\tan\delta_{0,3}$	$T_{g0,3}$	$\tan\delta_{1,0}$	$T_{g1,0}$	$\tan\delta_{3,0}$	$T_{g3,0}$	$\tan\delta_{10,0}$	$T_{g10,0}$
1. Argán	0,95	-58,40	0,95	-56,96	0,98	-55,52	0,97	-52,64
2. Avokádó	0,89	-57,55	0,91	-55,88	0,92	-53,43	0,92	-51,09
3. Napraforgó	0,98	-57,21	0,99	-55,54	1,01	-53,09	1,00	-50,86
4. Olíva	1,00	-61,15	0,99	-58,68	0,99	-56,33	0,98	-53,98
5. Pálma	0,90	-57,51	0,90	-55,52	0,90	-53,75	0,99	-51,20
6. Repce	0,99	-57,66	1,01	-56,21	1,01	-53,87	0,99	-51,31
7. Ricinus	0,89	-54,00	0,90	-51,52	0,92	-49,15	0,92	-46,67
8. CNSL	0,89	-59,06	0,89	-56,63	0,88	-54,97	0,88	-52,42
9. Kaucsuk	0,97	-58,77	1,09	-56,21	1,18	-54,76	1,22	-52,42

Legmagasabb $\tan\delta$ értékkel 0,3Hz-en az *olíva* (1,00) és a *repce* (0,99) rendelkeztek, őket követi csökkenő sorrendben: a *napraforgó* (0,98), a töltetlen *kaucsuk* (0,97), az *argán* (0,95), a *pálma* (0,90), az *avokádó* (0,89), a *ricinus* (0,89), az etalon *CNSL* (0,89). Változott az eredmények alakulása 1Hz esetén, ugyanis a tangens delta értékek közül a legmagasabb a töltetlen *kaucsuk* mintának volt (1,09), második pedig a *repcének* (1,01). 0,99 volt az értéke a *napraforgónak* és az *olívának*, az *avokádónak* 0,91, míg a *ricinusnak* és a *pálmának* 0,90 volt. Ezen a frekvencián is a *CNSL* sztenderd mintának volt a legalacsonyabb tangens delta értéke 0,89-el.

A következő állomáson, 3Hz-en a nyers *kaucsuk*, a *napraforgó* és a *repce* produkált magasabb értékeket (1,18; 1,01; 1,01), az *olíva* ebben az esetben már csak a negyedik a sorban (0,99), amit követ az *argán* (0,98), a *ricinus* (0,92) és az *avokádó* (0,92). Legalacsonyabb értéke 3Hz-en szintén a *CNSL* mintának volt 0,88-as értékkel. A 10Hz-en detektált tangens delta eredmények közül 1,00 feletti értékkel kizárólag a töltetlen *kaucsuk* és a *napraforgó* rendelkeztek (1,22; 1,00), ami érdekes, mert a harmadik helyen a *repce* és a *pálma* helyezkedtek el (0,99), az *olíva* (0,98) ebben az esetben csak a negyedik legmagasabb, stabil ötödik az *argán* (0,97), az *avokádó* és a *ricinus* 0,92-es értékkel a hatodik, míg a *CNSL* konstans utolsó (0,88).

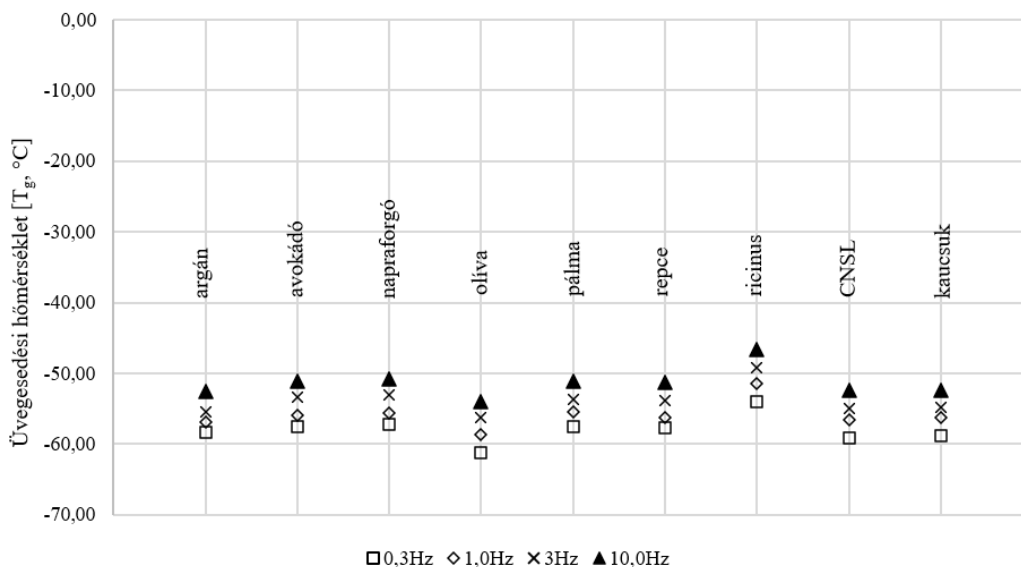
Ha visszatekintünk a szilárdsági mutatókra, egyértelműen észrevehető a korreláció a DMA mérési eredmények, és a húzószilárdsági paraméterek között. Ugyanis a *CNSL* rendelkezett abban az esetben is a legalacsonyabb szilárdsági modulusz értékekkel, míg a DMA mérés során is produkált. Ez azt jelenti, hogy a legkevésbé viszkoelasztikus tulajdonsága az etalon *CNSL*-nek van, míg legrugalmasabbak a *pálma*, *repce*, *oliva* és *napraforgó olajjal* kezelt minták. A többi minta esetén is hasonló tendenciát láthatunk, ezért kijelenthető, hogy a minták viszkoelasztikus tulajdonságainak vizsgálata DMA-val is megbízható eredményeket mutat.



44. ábra: A minták $tg\delta$ értékei 0,3-, 1-, 3 és 10 Hz frekvencián

Ha a mintákat a hőmérséklet hatásának aspektusában szeretnénk vizsgálni, akkor modulusokat a kijelölt hőmérséklet-tartományt folyamatosan pásztázva kell megközelíteni. Az alkalmazott hőmérséklet-tartomány, amelyben elemeztem a vulkanizátumokat, elég széles spektrumot fed le az anyag molekulaszervezetében létrejövő másodlagos átalakulások megfigyelésére. A kisebb nagyságrendű másodlagos átalakulások felismerése szintén fontos, mert ezekből lehet az anyag rugalmasságára (vagy ütésállóságára) következtetni [235].

A különböző frekvenciákon mért üvegesedési hőmérsékletek a 45. ábrán kerültek feltüntetésre.



45. ábra: A minták DMA vizsgálat során meghatározott T_g értékei 0,3-, 1-, 3 és 10Hz frekvencián

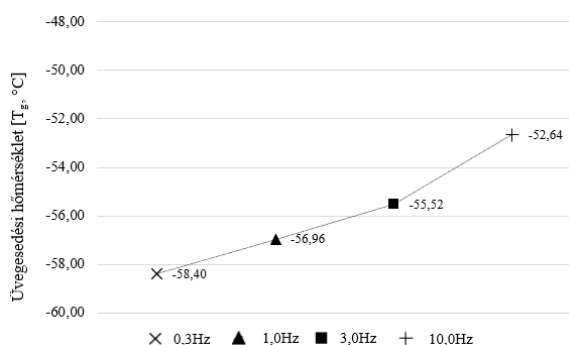
A 46-54. ábrákon kerültek ábrázolásra tételesen az olajokkal lágyított minták különböző frekvenciákon detektált üvegesedési hőmérsékleteinek változása. Minden minta esetén növekvő tendencia figyelhető meg a frekvencia növelésével. Ez azt jelenti, hogy minél magasabb frekvencián vizsgáljuk az anyagot, annál magasabb üvegesedési hőmérsékleti értéket fogunk kapni. Ez jellemzően mindegyik mintánál 2-3°C-os emelkedést jelentett.

Érdekes adat a nyers kaucsuk (NR) mért és a szakirodalomban [167] meghatározott átmeneti hőmérséklete, ugyanis az általam mért adatok (-58,7°C; -56,21°C; -54,76°C és -52,42°C) jelentősen eltérnek a referencia adathoz képest, ami -76,0 °C volt. Itt szeretnék utalni ismét arra a megállapításomra, hogy a referenciatáblázatokban szereplő adatok esetén gyakran nem kerülnek feltüntetésre azok a mérési módszerek, amivel az adott paramétert meghatározták. Esetemben sem lehet tudni, hogy az általam hivatkozott forrásban milyen módszerrel került megállapításra ez az eredmény.

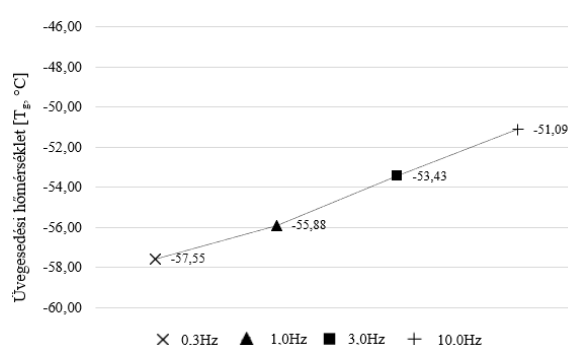
A többi minta értékét tekintve abszolút újszerű minden adat, hiszen eddig nem található a szakirodalomban még csak hasonló kutatás sem. Az 54-57. ábrákon tüntettem fel négy olajnak a tárolási modulusz és a veszteségi tényező ($tg\delta$) közötti kapcsolatot. Azért ezeket a mintákat választottam ki az eredmények bemutatására, mert itt látszanak legjobban a fázisátalakulási folyamatok, amik végbementek a teszt során. A legszembetűnőbb görbealakot a ricinus minta produkálta, ahol mindössze egy éles csúcs látható. Ez feltételezhetően a nagy mennyiségű

ricinolsav hatása. A repce és napraforgó esetén jól látható a sok komponens jelenléte (hullámos görbealak), legalább hét vagy nyolc csúcs különböztethető meg. Ahogyan korábban említésre került, ezeket az étkezési olajokat gyakran más olajokkal keverik, amit a GC-MS és a DMA vizsgálatok is bizonyítanak. Az olíva esetében feltételezem, hogy az előállítás módja (hideg vagy meleg préselés), illetve a származási helye is befolyásolja a görbe tagoltságát. Itt kevesebb csúcs látható.

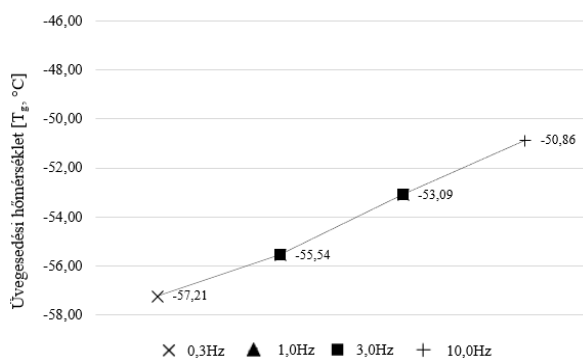
A DMA vizsgálat összes eredményét a 13. számú melléklet tartalmazza.



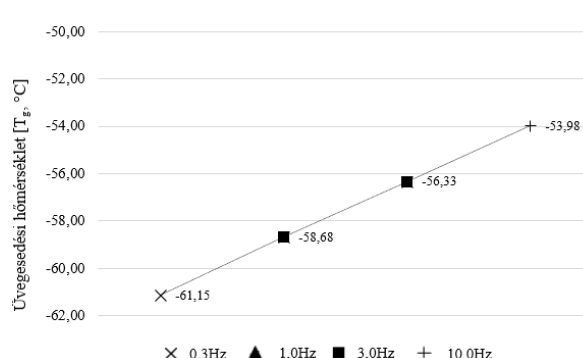
46. ábra: Az argán T_g értékei



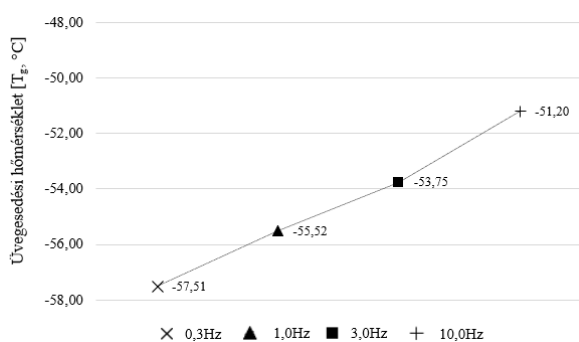
47. ábra: Az avokádó T_g értékei



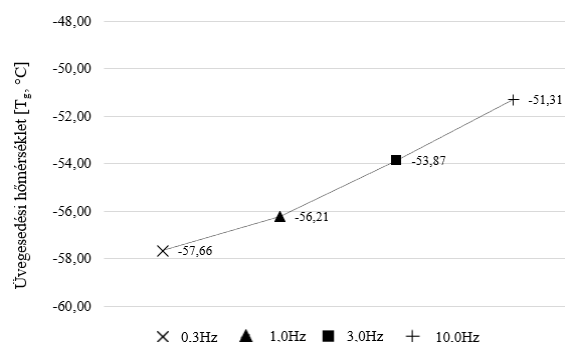
48. ábra: A napraforgó T_g értékei



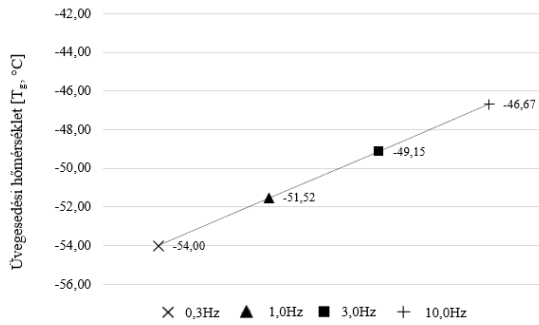
49. ábra: Az olíva T_g értékei



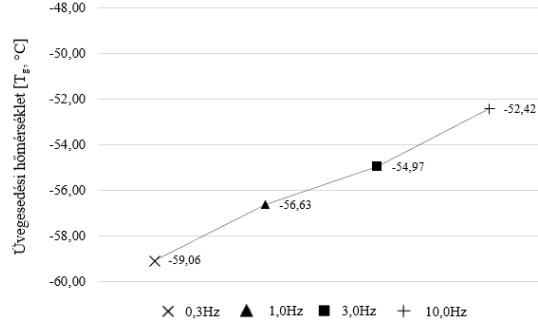
50. ábra: A palma T_g értékei



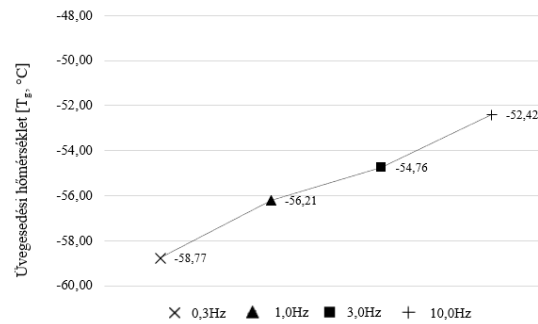
51. ábra: A repce T_g értékei



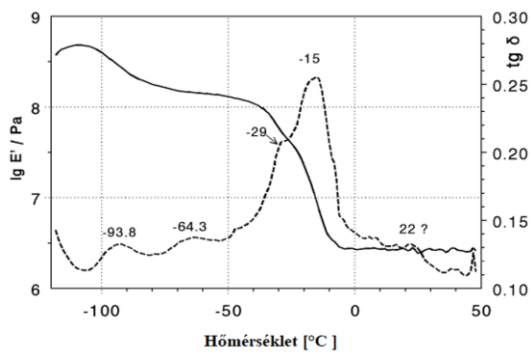
52. ábra: A ricinus T_g értékei



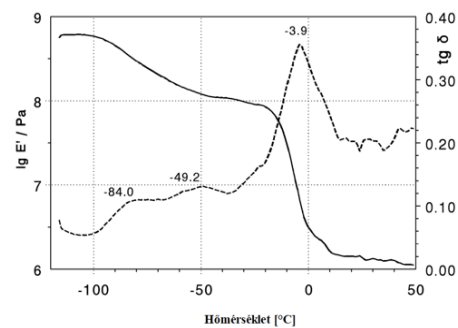
53. ábra: A CNSL T_g értékei



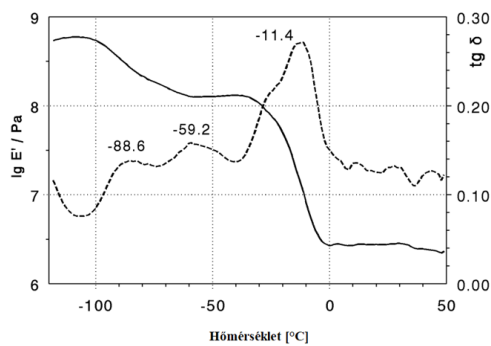
54. ábra: A kaucsuk T_g értékei



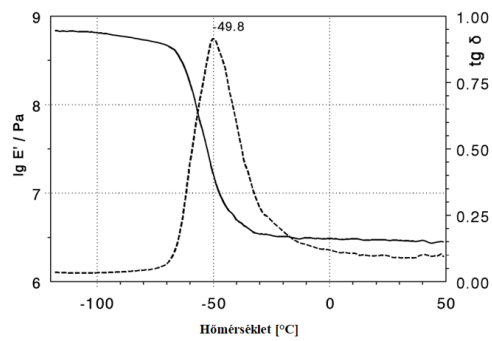
55. ábra: A napraforgó DMA görbéje



56. ábra: Az olíva DMA görbéje



57. ábra: A repce DMA görbéje



58. ábra: A ricinus DMA görbéje

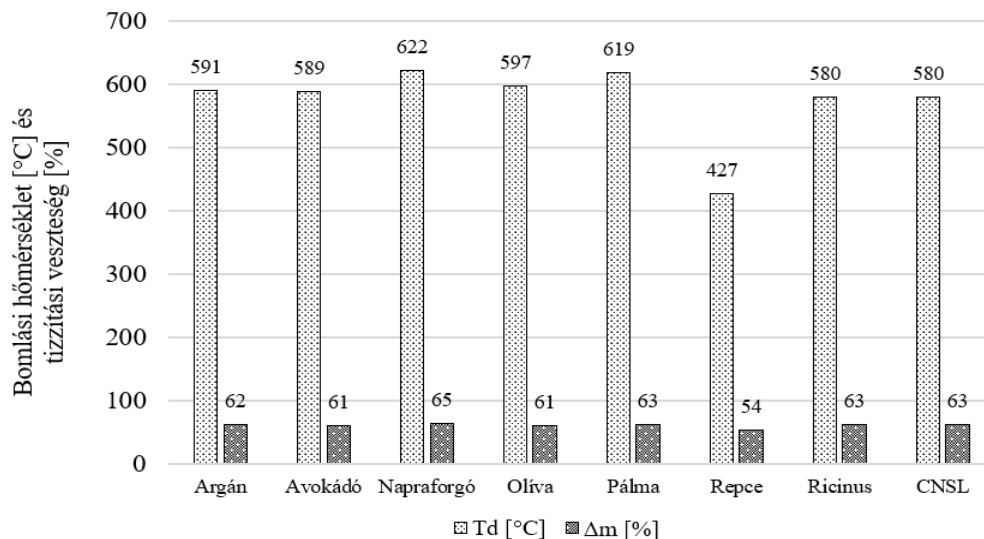
4.3.3.2. DTA-TGA analízis

Az előző fejezetben megfigyelhettük a keverékek átmeneti hőmérsékletét, ebben a szakaszban pedig ismertetésre kerülnek a keverékek bomlási hőmérsékletei. Ez a típusú vizsgálat a minták tulajdonság-változásának elemzése, amely során a szilárd állapotból -hevítés hatására megfigyelhetők bizonyos fázisátmenetek. Mindkét módszer az üvegesedési hőmérséklet, kristályossági-fok, nedvesség- és illékonyanyag-tartalom, termikus és oxidatív stabilitás, tisztaság és konverziós hőmérséklet detektálására alkalmas. Jelen kutatás keretein belül a mintákra jellemző üvegesedési hőmérsékleteket; termikus stabilitási folyamatokat, illetve az illékony komponensek távozását szerettem volna megfigyelni. A 33. táblázatban található a mérés során kapott eredmények.

33.táblázat: A DTA/TG elemzés során megállapított bomlási hőmérsékletek és tömegveszteségek

Minta	T _d [°C]	Δm [%]
Argán	591,00	61,96
Avokádó	589,00	60,62
Napraforgó	621,50	64,50
Olíva	597,10	61,10
Pálma	618,80	62,87
Repce	426,90	54,34
Ricinus	580,20	62,70
CNSL	579,50	63,04

Legmagasabb bomlási hőmérséklettel a *napraforgó* (622°C) és a *pálma* rendelkeztek (618°C). A többi olajjal kezelt minta 600°C alatti kerekített értékkel rendelkezik az alábbi sorrendben: *olíva* (597°C); *argán* (591°C); *avokádó* (589°C); *ricinus*- *CNSL* (580°C) és a *repce* (427°C). Ez azt jelenti, hogy oxidatív stabilitás tekintetében a *repce* volt a leggyengébb, míg a legjobban a *napraforgó*, *pálma* és *olíva* voltak. Ezenkívül érdemes lesz megfigyelni az öregítési vizsgálatok során az *argán* és a *ricinus* viselkedését is, hiszen köztudottan jó antioxidáns hatással rendelkeznek [172-174].



59. ábra: A DTA vizsgálatok során detektált bomlási hőmérsékletek és izzítási veszteségek %-os arányban

A diagramok további információkat nyújtanak a hőmérséklet emelkedés következtében létrejövő fázisátalakulásokról és a molekulaszervezetekben történő változásokról. Mivel gyengén térhálós mintákat elemeztem és nem negatív hőmérséklettartományból indult a mérés, a DMA-hoz hasonló üvegesedési hőmérsékletek értékeit nem lehetett detektálni. A 14.számú mellékletben szereplő endoterm és exoterm csúcsok az adott mintában található illékony komponensek távozását mutatják be. A vizsgálat során kapott eredmények segítséget nyújthatnak a mintákból készült termékek újrahasznosítása során, elsősorban gumibitumenekbe, aszfaltokba keverve kelhetnek újra életre [236-238].

4.3.4. A vulkanizátumok degradációs hajlamának elemzése

4.3.4.1. Vegyszerállóság vizsgálata

Ebben a fejezetben kerülnek ismertetésre a vegyszerállósági vizsgálatok során tapasztalt eredmények. Összesen három különböző oldószer hatását vizsgáltam a minták tömegváltozásának nyomonkövetésével, ahol elsősorban a minták nagymértékű duzzadására számítottam. Ezt a szakirodalmi ismereteim alapozták meg (*Halász et. al, 2017*), itt elsősorban az ASTM1 sztenderd olaj esetén vártam nagyobb mértékű tömegváltozást [239]. Az elasztomerek vegyszerállóságával foglalkozó tanulmányok száma igen magas, ezért ebben a fejezetben lehetőségem volt releváns összehasonlítási alappal ütköztetni az eredményeimet.

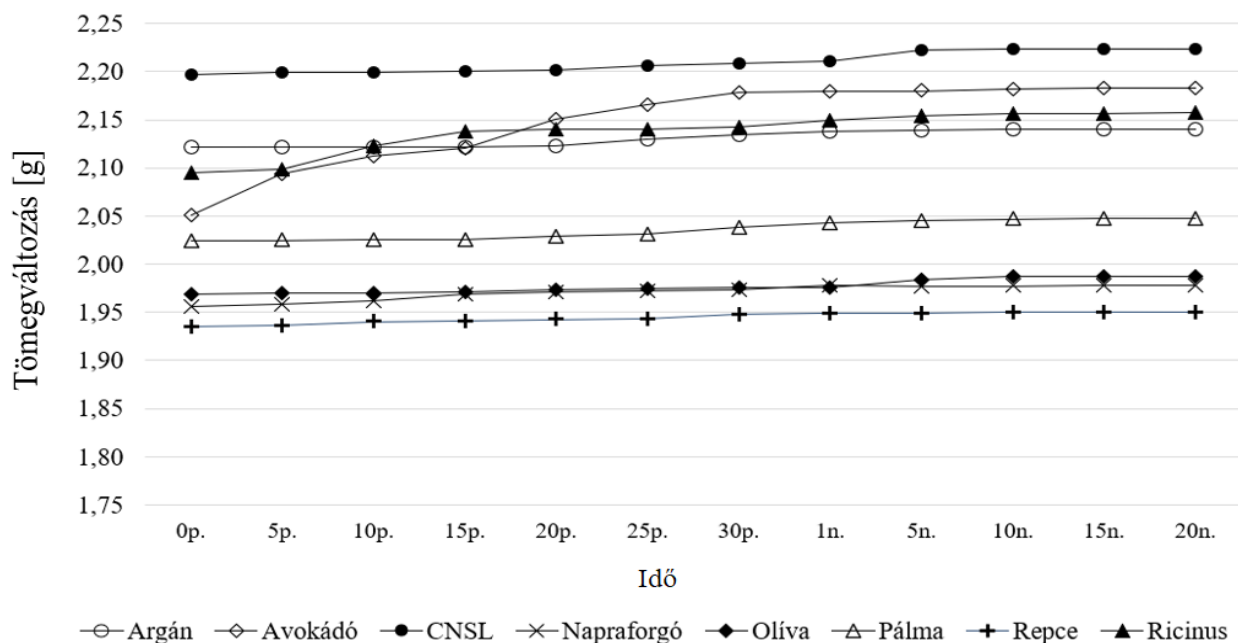
A desztillált víz esetén (*60. ábra*) a természetes gumiból készült termékek duzzadási értékeit az alábbi táblázatban feltüntetett szakirodalmi adatoknak megfelelően vártam és megállapítottam, hogy a legtöbb minta tömege valóban változott, legnagyobb mértékben az *avokádóval* lágyított keverék duzzadt (3%), míg változás a *repce* és *argán* esetén egyáltalán nem volt tapasztalható (0%). A *CNSL*, *napraforgó*, *olíva*, *pálma* és *ricinus* tartalmú minták duzzadása 1%, ami egyezik a referenciában prognosztizált értéket [240].

34.táblázat: Kaucsuk duzzadási mértéke százalékos arányban megadva különböző oldószerek esetén [240] alapján

Oldószer	Víz	Benzén	Heptán	CCl ₄	Étanol	MEK	Aceton	ASTM1*	SBF*
1,4-cisz-poliizoprén	~1	~500	~500	~300-500	~1	~50-70	~3-10	~150	n.a

*n.a = nincs adat

A legtöbb esetben a duzzadás a folyadék adszorbeálódásaként történik. A folyadék diffúziós sebessége egy gumi próbadarabba, valamint mérete határozza meg az egyensúly eléréséhez szükséges időt. Ezt követően a folyadék felszívódásának sebessége lelassul. Minél alacsonyabb a folyadék viszkozitása, annál magasabb a diffúziós arány. Az oldalláncok elektronegativitása szintén egyenes arányban változik a duzzadás mértékével. A poliizoprén, amelynek csak egy szénhidrogén oldalsó csoportja van, vízre minimálisan duzzad, viszont egyáltalán nem olajálló.



60. ábra: A minták duzzadásának mértéke desztillált víz esetén %-ban megadva
($T=20 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Az eredményeket figyelve megállapítható továbbá, hogy a duzzadásokban jelentős változás összesen két olajnál következett be a 15. percnél, ez az *avokádó* és a *ricinus* voltak. A többi minta lassú növekedést produkált a 20. napig. A *CNSL* etalon minta esetén látható még egy apróbb emelkedés az 5. naphál, a többi minta tömege egyenletesen növekedett.

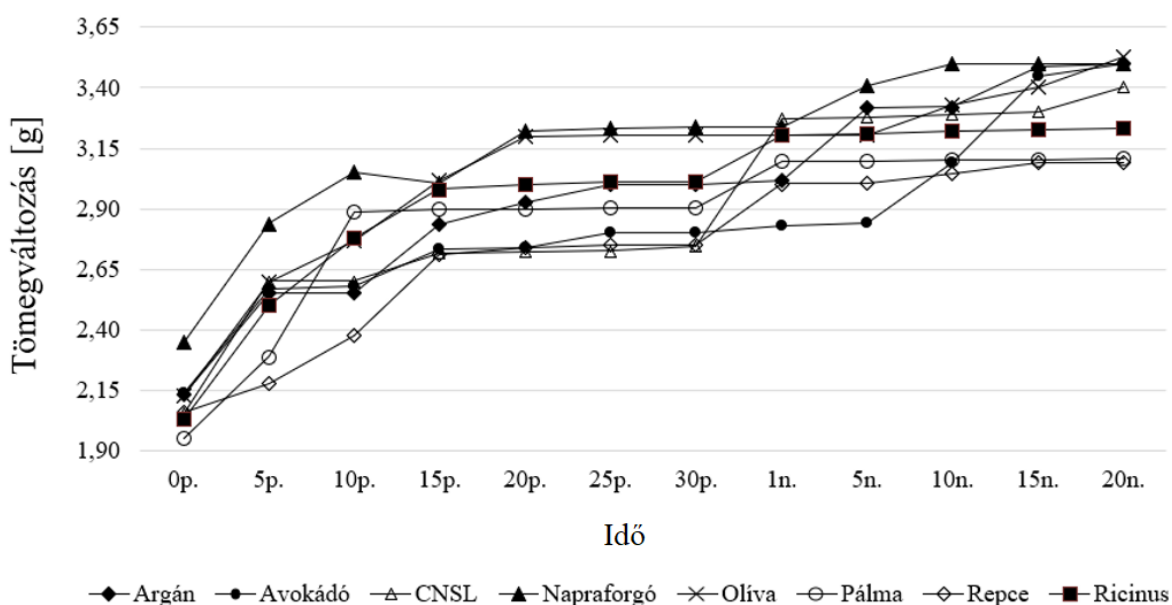
A desztillált vizes vizsgálatok célja volt megfigyelni, hogyan viselkednének adott esetben az általam előállított minták sportszer- bevonatként, ha azokat víz, illetve mosószeres víz érintené. Ennek oka annak életszerűségében rejlik, hiszen ezeket az eszközöket minden nap tisztítják, karbantartják. Kiegészítésként érdemes lesz a jövőben különböző tisztítószeres elemzéseket is elvégezni.

A vízállóság javítására a szakirodalom elsősorban töltőanyagok hozzáadását, vagy azok kombinálását javasolja [241, 242], mint például az N220-as korom és különböző természetes eredetű adalékok (mungóbab-keményítő). Esetemben N326-os típusú kemencekorom volt felhasználva, amely szerkezetét tekintve hasonló, de nagyobb modulusa van az alternatívaként ajánlott N220-as sorozathoz képest. Ha a mintákat vízállóság szempontjából kellene sorba rendezni, akkor az a következő lenne rezisztencia szerinti csökkenésben:

$$\text{ArO, ReO} > \text{CNSL, NaO, ReO, PO, RiO} > \text{AvO.}$$

Második duzzasztási sorozat a minták ASTM1 olajban történő vizsgálata volt szintén 50ml mennyiségben, szobahőmérsékleten és 20 napig. Korábbi ismereteim alapján ennél a tesztnél vártam a leglátványosabb duzzadást a minták részéről, és igazolódott az alapfeltevésem. A 61. ábrán látható a minták duzzadásának változása és jól látható, hogy minden minta legalább 30%-os tömegnövekedést produkált a folyamat során. Legmagasabb értékkel a CNSL és az olíva rendelkezett 40%-kal, míg legalacsonyabb tömegnövekedéssel a napraforgó és repce, 33%-kal. Az argán, avokádó 39%, a pálma és ricinus 37%-os növekedést produkált.

A szakirodalomban megadott 150%-os duzzadási értékhez képest jóval alacsonyabb értékeket kaptam, igaz, a forrásban nem volt megjelölve semmilyen információ a referencia olajjal kapcsolatban. Halász et. al 2017-ben ugyan vizsgáltak ASTM3-ban elasztomer mintákat, de azok ciklikus-butilén-tereftalát oligomerrel (CBT) ojtott műkaucsukok voltak, így az ő eredményeik nem teljesen relevánsak [239].



61. ábra: A minták duzzadásának mértéke ASTM1 olaj esetén %-ban megadva
($T=20 \pm 5^\circ\text{C}$)

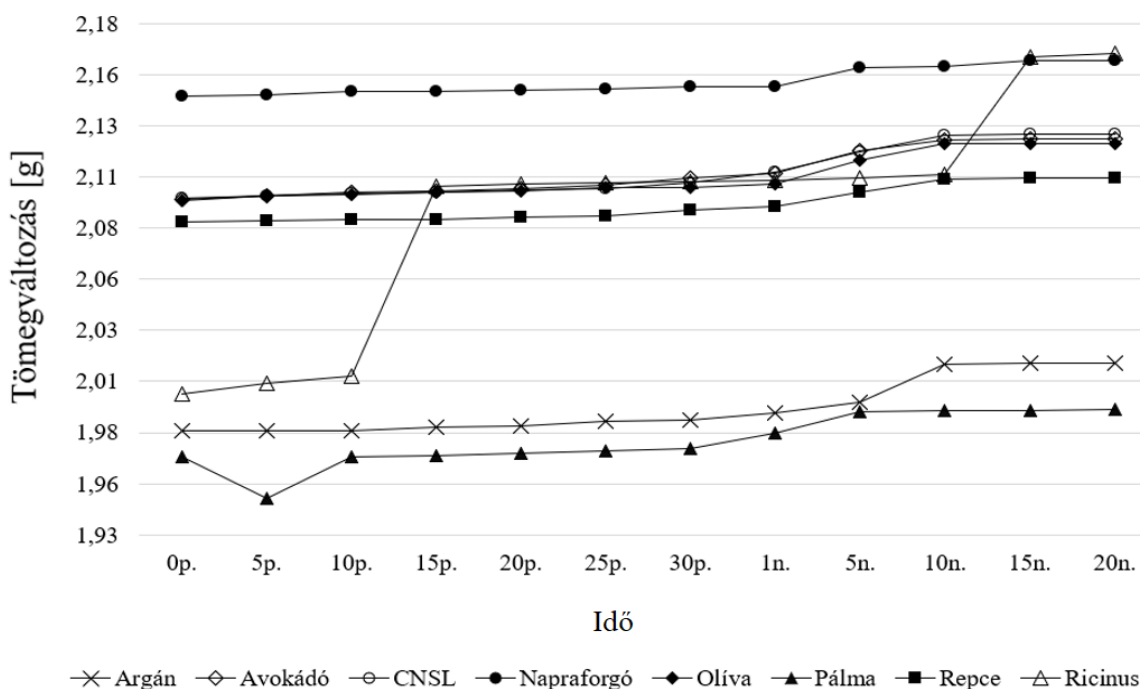
Ha a mintákat olajállóság szempontjából kellene sorba rendezni, akkor az a következő lenne rezisztencia szerinti csökkenésben:

$$\text{NO, ReO} > \text{PO, RiO} > \text{ArO, AvO} > \text{CNSL, OO.}$$

Az olajállóság javítására a szakirodalom a legtöbb esetben morzsagumi [243, 244] és grafén/szén-nanocső töltőanyagként való felhasználását javasolja [245].

Harmadik kísérletsorozat a minták duzzadásának irodalmi összetételű szimulált emberi testnedvben (SBF) történő megfigyelése volt, szintén a korábbiakkal azonos paraméterek mellett. Ez a széria azért is igen érdekes, mert elasztomereket korábban nem vizsgáltak ebben az aspektusban, illetve *Tóth et. al. 2020-ban* figyelte meg néhány latex-alapú, egészségügyi célra szánt anyag viselkedését ebben az oldószerben [246], 12 napon keresztül, szobahőmérsékleten. Az ő mérésük során közel 1%-os tömegváltozást állapítottak meg a 12 nap végén.

Feltételeztem, hogy a vízhez hasonlóan az SBF-oldat sem fog számottevő duzzadást előidézni, amit körülbelül 1-2%-os tömegnövekedés közé prognosztizáltam. A teszt eredményei igazolták ezt, ugyanis a minták átlagosan 1% körüli duzzadást produkáltak, kivéve a *ricinust*, aminek a kimagasló 8% lett az eredménye. A ricinuson kívül a *CNSL etalon* mintának volt még 2% a növekedése a kiindulási állapothoz képest.



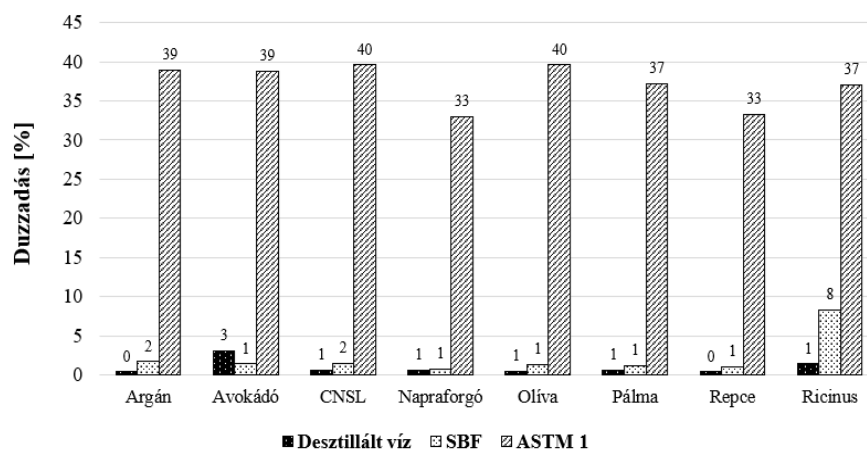
62. ábra: A minták duzzadásának mértéke SBF esetén %-ban megadva
($T=20 \pm 5^\circ\text{C}$)

Ha a mintákat olajállóság szempontjából kellene sorba rendezni, akkor az a következő lenne rezisztencia szerinti csökkenésben: AvO, NO, CNSL, OO, PO, ReO > RiO. A rezisztencia javítására feltételezem a vízhez hasonló töltőanyagokkal lehet hozzájárulni [241, 242].

Összességében megállapítható tehát, hogy a keverékek a duzzadási vizsgálatok során a kaucsukhoz hasonló mértékű duzzadási értékeket produkáltak. A 63. ábrán látható összesítve a három kísérletsorozat szobahőmérsékleten kapott eredményei. Igen látványos a gumik ASTM1 olajban való duzzadása, közel 30-szoros nagyságrendi különbséggel a desztillált víz és az SBF sóoldatokhoz képest. Ez a nagy különbség a kaucsuk és a növényi olajok polaritásbeli különbségeik miatt van, ugyanis gumi olajállósága erre vezethető vissza. A kaucsuk alapvetően poláris csoportokat tartalmaz, például cianocsoportokat, észtercsoportokat, hidroxilcsoportokat, fehérjéket, amik a gumik polaritását eredményezik. A részletes mérési eredményeket a 15. számú melléklet tartalmazza.

Az eredmények alapján a vegyszerállóság javítására az alábbi módszereket javaslom:

1. Vulkanizáló rendszer helyes megválasztása, ahol figyelni kell a keresztükötési sűrűség növelésére. Ennek anyagszerkezeti oka a keresztükötési sűrűség növekedésével járó, molekulák közötti intermolekuláris erőnek a növekedése, a hálózati szerkezet szabad térfogatának csökkenése (szerves peroxidok használata).
2. Töltőanyag-rendszer kiválasztása, minél nagyobb a töltőanyagok aktivitása (például szén, korom), annál erősebb a gumi és a töltőanyagok közötti kötési erő, és annál kisebb a vulkanizátum duzzadása (nyomást kell növelni).



63. ábra: A minták duzzadásának mértéke három különböző oldószer esetén, %-ban megadva ($T=20^{\circ}\text{C} \pm 5$)

4.3.5. A keverékek UV-állóságának vizsgálata

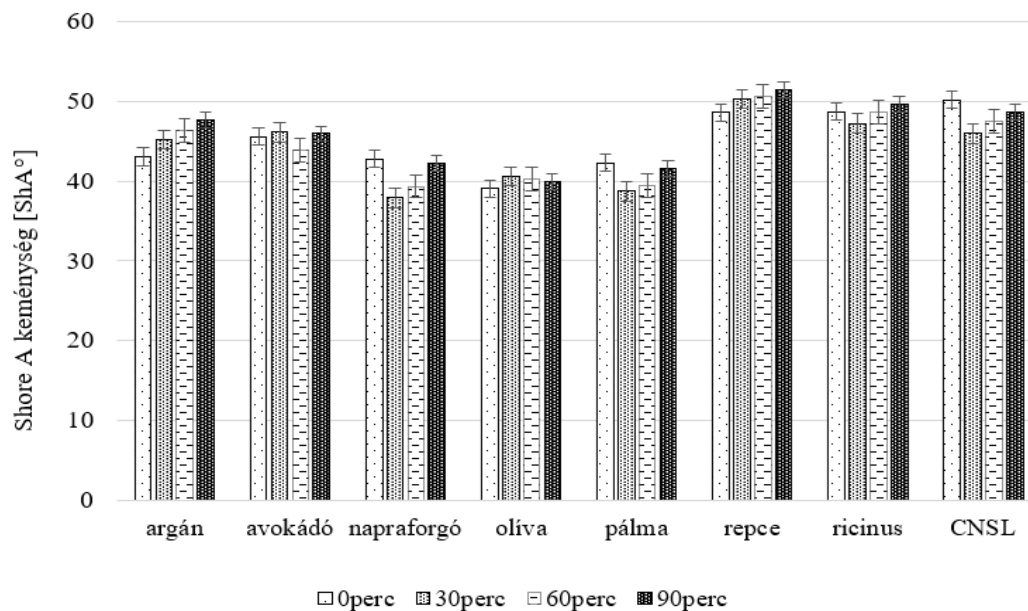
Definíció szerint a gumi öregedése alatt az időegység alatt végbemenő állapotromlást értjük [176]. Ezeket a negatív-irányú tulajdonság változásokat leggyakrabban az UV-fény kitettség okozza. Munkám során azt szerettem volna megfigyelni, hogy az előállított keverékek mennyire ellenállóak az UV-fénnyel szemben, tapasztalható-e valamilyen szemmel látható változás.

A kísérletsorozat során 30-, 60- és 90 percen keresztül elemeztem a minták degradációs hajlamát Shore A keménységmérővel, FT-IR spektroszkóppal és SEM mikroszkóppal minden öregítési fázist követően. A keménységértékeket a 35. táblázat tartalmazza, ahol jól látható a növekvő tendencia (felkeményedés) az *argán* és a *repce* esetén. Csökkenés a *pálma* és a *CNSL* esetében figyelhető meg. A többi olajjal kezelt minta eredményei nem ennyire egyértelműek, bizonyos esetekben hol csökkenés, hol növekedés tapasztalható, ennek oka feltételezhetően a felületi inhomogenitások miatt következett be.

Több publikáció foglalkozik a természetes kaucsuk UV-fény okozta degradációjával, ugyanakkor hasonló olajokkal lágyított kompozitokat nem, vagy nem ezeket a típusokat elemezték eddig. *Wang et. al. 2022-ben* az UV-állóság egyik anyagszerkezettani okaként a keverékben lévő nem-kaucsukszerű komponenseket (NRC-k) jelölik meg [247]. Ebben a tanulmányban az NRC-k hatását vizsgálták a hálózati szerkezetre és a termo-oxidatív öregedési viselkedésre a nem vulkanizált és vulkanizált NR-ben. Megállapították, hogy az NRC-k fizikailag keresztkötésű hálózatokat képeznek a vulkanizált NR-ben, és természetes antioxidánsként működtek a szabad gyökök eltávolítására, ami hozzájárult a vulkanizált NR termo-oxidatív stabilitásának javításához.

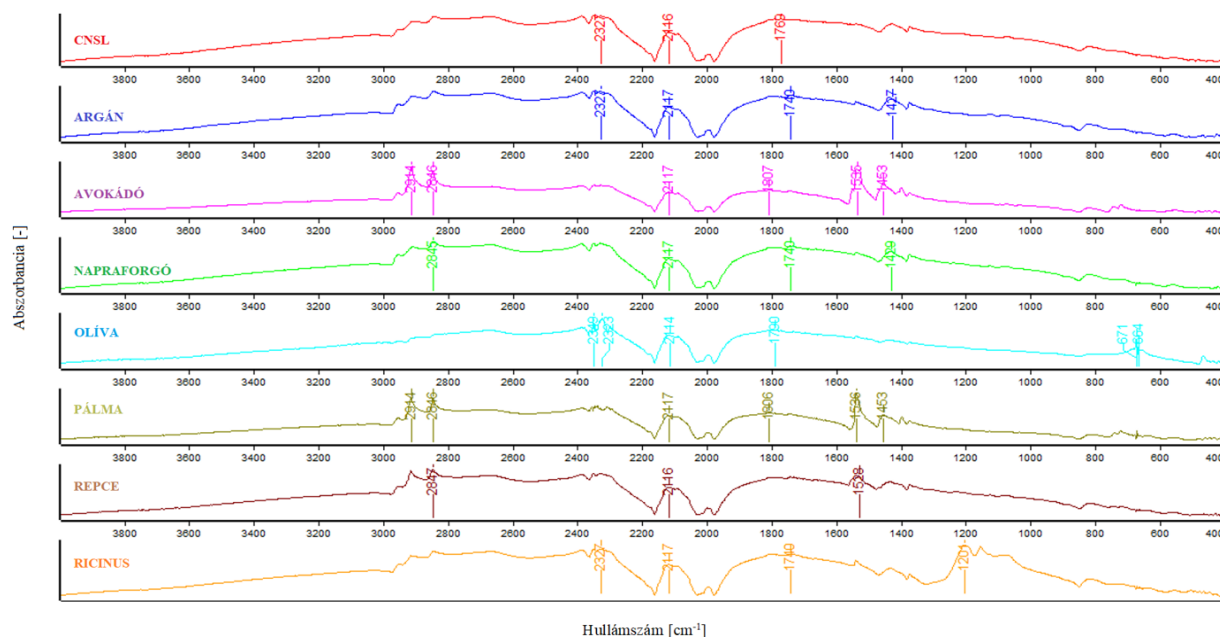
35.táblázat: A vulkanizátumok keménység értékei 30-, 60- és 90 percet követően

Minta	Kiindulási	30perc	60perc	90perc
argán	43,05 ± 1,1	45,19 ± 0,87	46,39 ± 0,59	47,70 ± 0,50
avokádó	45,57 ± 0,7	46,12 ± 0,49	43,83 ± 0,27	45,94 ± 0,57
napraforgó	42,77 ± 0,4	37,93 ± 0,82	39,33 ± 1,29	42,26 ± 0,98
olíva	39,04 ± 1,6	40,59 ± 0,68	40,23 ± 1,23	40,00 ± 0,97
pálma	42,28 ± 0,7	38,72 ± 1,22	39,47 ± 1,45	41,60 ± 0,89
repce	48,60 ± 0,8	50,29 ± 0,48	50,64 ± 0,32	51,40 ± 0,40
ricinus	48,71 ± 0,7	47,23 ± 0,49	48,60 ± 0,49	49,60 ± 0,24
CNSL	50,18 ± 1,0	45,99 ± 0,60	47,51 ± 0,70	48,70 ± 0,92



64. ábra: A minták Shore-keménységének változása az UV-fényben eltöltött idő alatt

A minták keménységmérését követte az FT-IR spektroszkópia, amely során intenzitásbeli csökkenések voltak tapasztalhatók minden minta esetén. Ugyanakkor a felületen továbbra sem detektáltam lágyítószer, vagy egyéb, korábban nem szereplő vegyületet. A kaucsukra és koromra jellemző hullámszám tartományok jól láthatók minden minta esetén: $3000\text{-}2800\text{cm}^{-1}$, illetve $2200\text{-}1800\text{cm}^{-1}$. A spektrumokat a jól láthatóság érdekében a 14. számú melléklet tartalmazza.

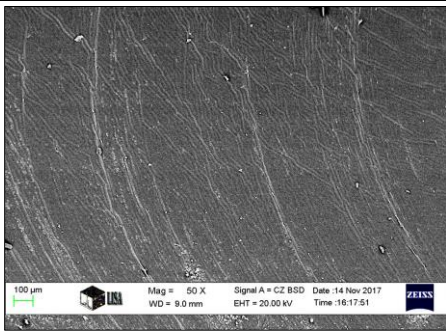
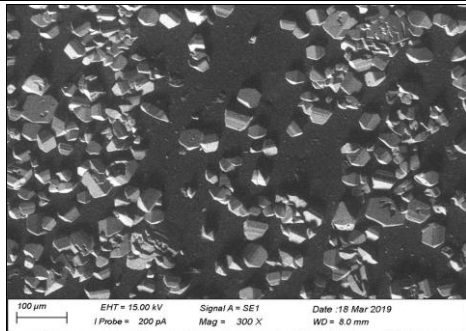
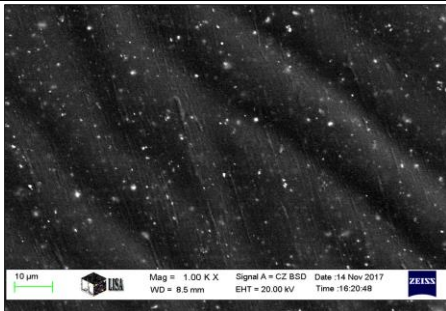
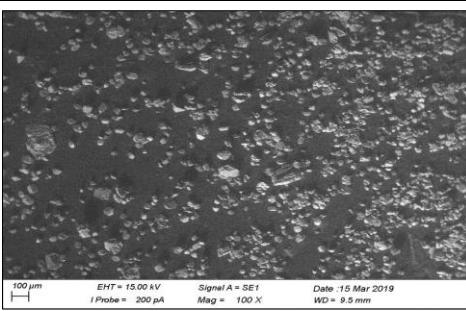
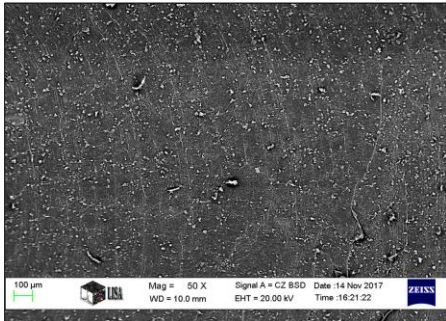
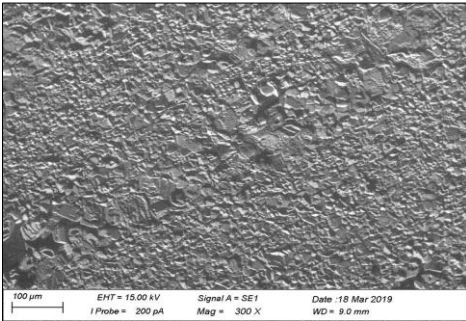
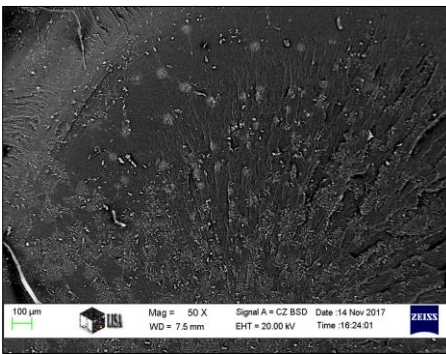
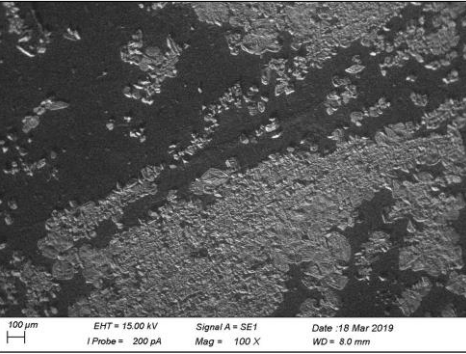


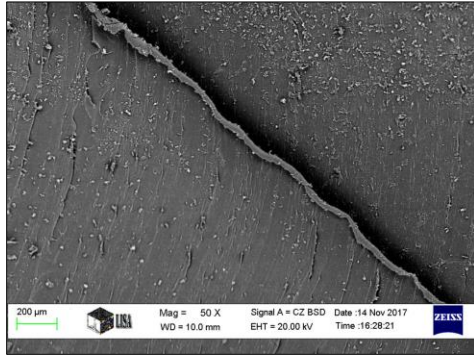
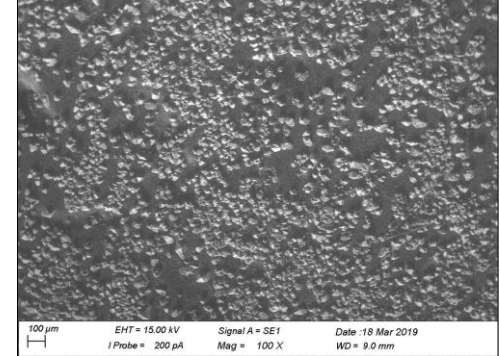
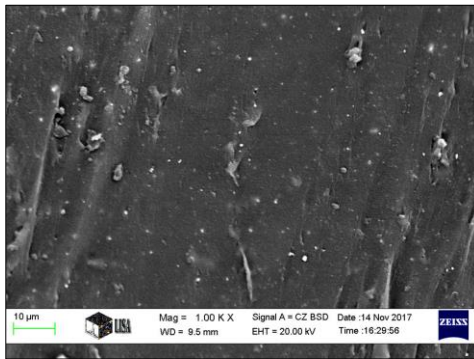
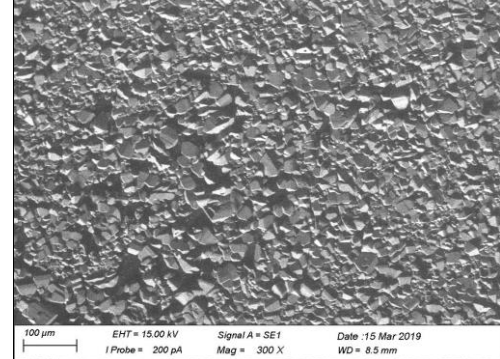
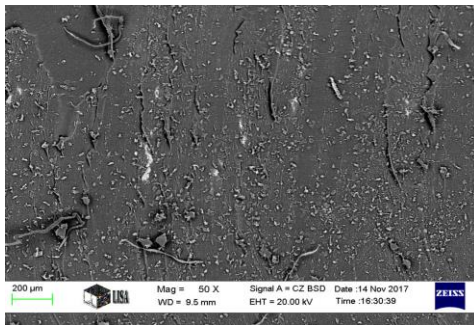
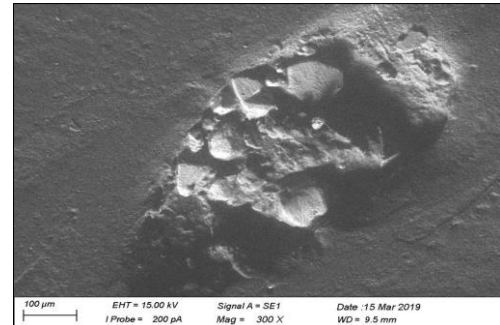
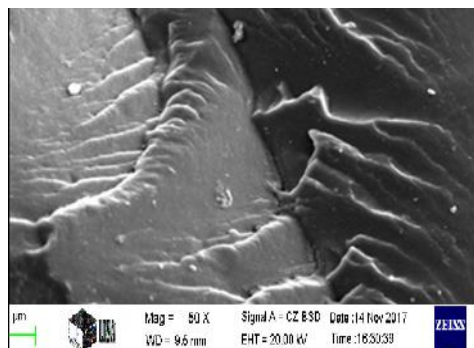
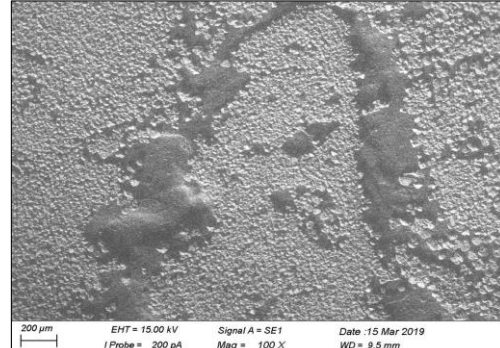
65. ábra: A minták FT-IR spektrumai 90 perces öregítést követően

A SEM mikroszkópia volt a vizsgálsorozat harmadik állomása, amely során UV-fény okozta anyagfolytonossági hiányokat kerestem. Több minta esetén szemmel látható volt néhány, kisebb méretű repedés, az *argánnal* és *ricinussal* kezelt minták esetén beigazolódott a feltevésem, miszerint kiváló antioxidáns hatással fognak rendelkezni a velük lágyított keverékek.

Ezekon a próbatesteken ugyanis kizárólag a 90percet követően jelentek meg kisméretű repedések, illetve feldúsult szulfidok rombos formában (kénkivirágzás) láthatók. Ezek oka a felületi kötések felbomlása, a mono- és diszulfidok felületi diffúziója. A környezeti károsodások legjellegzetesebb megjelenési formája a repedéseken kívül a felületre diffundált adalék- és szennyezőanyagok jelenléte. Az egy adott felületen vizsgált kén mennyiségét tekintve az *argán*, *ricinus* és *avokádó* mintákon található a legkevesebb, míg a legnagyobb mennyiségben a *napraforgón*, *repcén* és *CNSL* mintákon láthatók. Az eredmények a 36. táblázatban kerültek összesítésre. A minták egy EDAX szondával is elemzésre kerültek, amely minden esetben a kén jelenlétét mutatta ki a felületen. A minták bővített eredményeit a 16. számú melléklet tartalmazza.

36. táblázat: A minták SEM felvételei UV-kezelés előtt és 90perc után

Minta	0perc	90perc
argán		
	50x	300x
avokádó		
	1000x	100x
napraforgó		
	50x	300x
olíva		
	50x	100x

<p>pálma</p>	 <p>50x</p>	 <p>100x</p>
<p>repce</p>	 <p>1000x</p>	 <p>300x</p>
<p>ricinus</p>	 <p>50x</p>	 <p>300x</p>
<p>CNSL</p>	 <p>90x</p>	 <p>100x</p>

4.3.6. A vulkanizátumok kémiai-biztonsági analízise

4.3.6.1. Kockázatos komponensek vizsgálata GC-MS és ED-XRF módszerrel

Az illékony, szerves komponensek és szennyező anyagok vizsgálata során kifejezetten csak a tiltott vegyületek jelenlétét szerettem volna megfigyelni. A kockázatos ftálsavak és PAH-ok az előzetes elvárásaimnak megfelelően 2 ppm mennyiség alatt voltak jelen a mintákban. A 37. táblázat tartalmazza a mérési eredményeket.

37. táblázat: A vulkanizátumokban detektált ftálsavak és PAH-ok ppm-ben megadva

Minta	Ftálsavak, ppm			PAH-ok, ppm	
	DBP	DEHP	DEP	DIBP	Pirén
argán	<2	n. d	n.d	<2	n.d
avokádó	n. d	<2	n.d	<2	n.d
napraforgó	n.d	n.d	n.d	<2	n.d
olíva	n.d	<2	n.d	<2	n.d
pálma	n.d	<2	n.d	<2	n.d
repce	n.d	n.d	n.d	<2	n.d
ricinus	n.d	<2	n.d	<2	<2
CNSL	n.d	n.d	n.d	<2	n.d

n.d= nem detektált

Ahogy megfigyelhető, az összes mintában előfordult DIBP határérték alatt, amely eredetét tekintve több forrásból is származhat, amelyet a szakirodalmi részben is bemutattam korábban. A DEHP és DBP szintén érkezik külső forrásokból (levegő, szennyezett berendezés stb.). Érdekes ugyanakkor a pirén jelenléte a *ricinusolajjal* kezelt minta esetén, ennek származását szintén nem lehet pontosan meghatározni. Feltételezem, hogy a környezetből vagy a szekvenciában előforduló szennyeződésekől származhatnak ezek a mennyiségek, így kijelenthető, hogy a minták környezetbarátnak tekinthetők szerves kémiai szempontból. PAH-ok esetén a pirénon kívül a sztenderd-oldatban lévő összes komponens mennyisége a kimutatási koncentráció alatt volt, így nem kerültek feltüntetésre.

A következő méréssorozat a minták szerves- elemanalízise volt egy ED-XRF berendezéssel. A vizsgálat érdekessége, hogy egyedül a CNSL sztenderd mintában találtam -határérték alatti- kimutatható nehézfémeket. A 38. táblázat foglalja össze a mérési eredményeket.

38. táblázat: A CNSL-ben detektált nehézfémek ppm-ben megadva

Minta	Cr	Ni	As	Br	Cd	Sn	Hg	Co	Pb
CNSL	1,0	2,6	4,5	0,2	0,2	3,0	1,0	3,0	2,4

TÉZISEK

1. Tézispont:

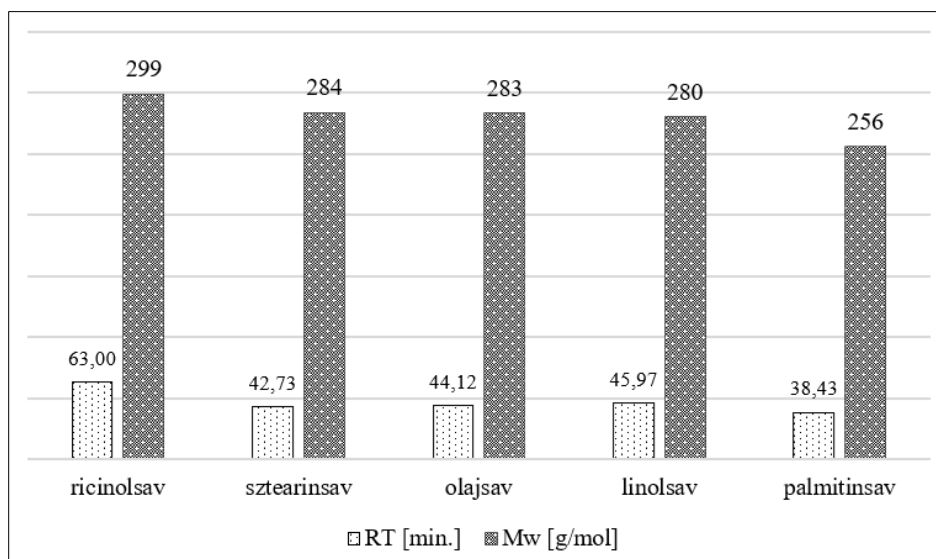
A növényi olajok a -50...-5°C közötti hőmérséklettartományban relaxációs folyamatokat produkálnak, amit az olajok kémiai összetétele és polaritása okoz.

A vizsgált növényi olajok termikus tulajdonságainak elemzésével megállapítottam, hogy:

- A növényi olajokban található főszerkezet, és a nagyméretű oldalláncok jelenléte növelik az üvegesedési hőmérsékletet T_g -t. Ennek eredményeként a térhálósítás szintén növeli a T_g -t, mivel a keresztkötések korlátozzák a polimer láncok forgási mozgását.
- Az olajokat alkotó komponensek molekulatömege valóban egyenesen arányos azok retenciós idejével.

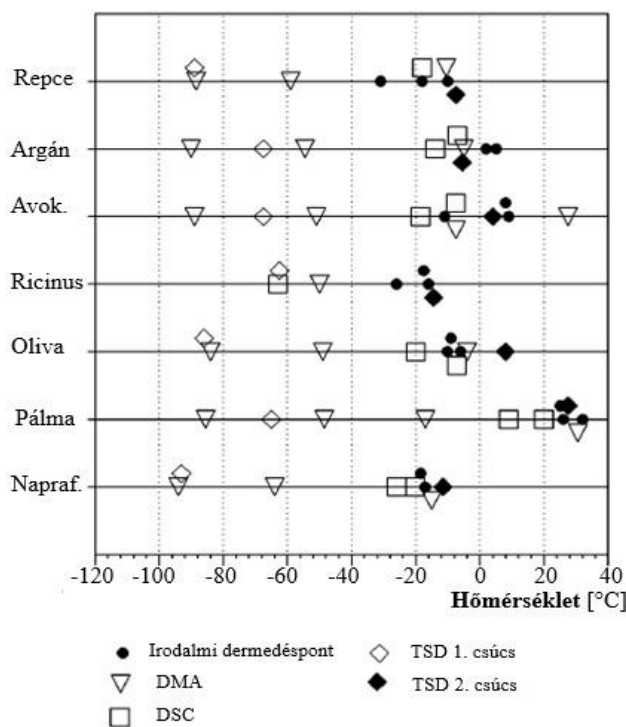
39. táblázat: Az olaj minták major-komponenseinek retenciós ideje, moláris tömege és a keverékek T_g -értékeinek összehasonlítása

Olaj	Zsírsvösszetétel [%]	RT [min.]	Moláris tömeg [g/mol]	T_g [°C]		
				DMA	DSC	TSC
Repce	70 olajsav	44,12	283			
	16 linolsav	45,97	280	-11,4	-18,0	-89,0
	2 palmitinsav	38,43	256			
Argán	48 olajsav	44,09	283			
	43 linolsav	45,97	280	-5,1	-14,0	-65,0
	9 palmitinsav	38,44	256			
Avokádó	44 olajsav	44,08	283			
	20 palmitinsav	38,46	256	-7,6	-7,0	-67,5
	2 linolsav	45,92	280			
Ricinus	87 ricinolsav	63,00	299			
	5 linolsav	45,92	284	-49,8	-63,0	-62,5
	3 olajsav	43,99	280			
Olíva	60 olajsav	44,14	283			
	20 palmitinsav	38,46	256	-3,9	-7,0	-86,0
	15 linolsav	45,93	280			
Pálma	50 palmitinsav	38,43	256			
	14 olajsav	44,10	283	+17,1	+9,0	+27,4
	3 linolsav	45,92	280			
Napraforgó	63 linolsav	46,00	280			
	32 olajsav	44,08	283	-15,0	-26,0	-11,4
	8 sztearinsav	42,73	284			



66. ábra: A detektált zsírsavösszetevők molekuláris tömege és retenciós ideje

A növényi olajok DMA, DSC és TSC módszerekkel meghatározott T_g értékei jelentősen eltértek, tehát az üvegesedési hőmérsékletek nagymértékben függenek a mérési módszertől. A vizsgálataim során bebizonyosodott, hogy a DMA és DSC kevésbé érzékenyek a TSC-hez képest, a legreprodukálhatóbb eredményeket a DSC módszer adja.



67. ábra: A növényi olajok szakirodalmi, illetve a DSC, TSC és DMA mérések során meghatározott T_g értékei

2. Tézispont:

A növényi olajok megváltoztatták a keverékek üvegesedési hőmérsékletét, ami termodinamikai összeférhetőségre utal. Ezáltal alkalmasak lágyítószerként történő alkalmazásra.

- Megállapítottam, hogy az argán és az olíva olajok sikeresen csökkentették a gumikeverékek üvegesedési hőmérsékletét a töltetlen kaucsukhoz képest.
- Megfigyeltem, hogy a növényi olajok-vulkanizálószer-elasztomer között ún. kotérháló van jelen, az olajok és a kén között kialakult mono- és diszulfid kötések miatt. Ez azt jelenti, hogy minél telítetlenebb egy növényi olaj (ricinusolaj), annál sűrűbb térháló fog kialakulni. Az ilyen minták apoláris oldószerben, mint az ASTM1 olaj, nagymértékben duzzadnak.

40. táblázat: A referencia kaucsuk, az olajok és a keverékek T_g értékeinek összesítő táblázata
DMA berendezéssel mérve 1Hz frekvencián

Minták	Olajok T_g [°C]	Keverékek T_g [°C]	Kaucsuk T_g [°C]
argán	-5,1	-56,96	
avokádó	-7,6	-55,88	
napraforgó	-15,0	-55,54	
olíva	-3,9	-58,68	-56,21
pálma	+17,1	-55,52	
repce	-11,4	-56,21	
ricinus	-49,8	-51,52	

Az 1. és 2. tézispontok az alábbi publikációban kerültek megjelenésre:

K. Tamási, K. Marossy (2021): Combined thermal analysis of plant oils, JOURNAL OF THERMAL ANALYSIS AND CALORIMETRY, vol. 147., pp. 2047-2054

DOI: 10.1007/s10973-020-10470-y

3. Tézispont:

Az argán, olíva, repce és ricinusolajjal adalékolt gumik UV-fény rezisztensebbek a többi olajjal adalékolt mintához képest.

- Feltételeztem, hogy az argán és olíva olajok a kaucsuk fehérjeszerű molekuláira is kedvező hatással lesznek, amit az UV-tesztek során elvégzett keménységmérési vizsgálatok is alátámasztottak. Az argán és olívaolajhoz hasonló eredményeket a repce és ricinusolajjal kezelt minták produkáltak még. Az öregítést követő 90. perc után a minták keménysége nem változott, sőt, 1-2%-os növekedés volt tapasztalható (felkeményedtek).
- Az UV-kezelést követően a SEM vizsgálatok során repedést nem találtam a felvételeken.

A tézispontban szereplő repceolajos minta eredményei az alábbi publikációban kerültek megjelenésre:

*Tamási K., Asztalos L., Borsodi E., Marossy K. (2020): Étkezési olajok alkalmazhatóságának vizsgálata gumibevonatok esetén, **POLIMEREK**, vol. 7-8., pp. 1007-1013.*

DOI: -

4. Tézispont:

Valamennyi növényolajjal adalékolt gumikeverék RoHS és REACH kompatibilis, tehát környezetbarát.

A disszertáció készítésének fő célja olyan keverékek megalkotása volt, amelyek mind a REACH és RoHS direktívákkal harmonizálnak. Az elvégzett vizsgálatok során az alábbi következtetések vonhatók le:

- A GC-MS analízis során nem találtam olyan ftálsav-származékot vagy PAH vegyületet, ami a REACH-direktívában meghatározott kockázatos határértéket meghaladta volna (4.1 és 4.2. számú mellékletek).
- Az ED-XRF tesztek során a mintákban az RoHS jogszabályban rögzített határértékek alatt volt detektálható kockázatos elem (4.3. számú melléklet).

Ez a tézispont még nem került publikálásra.

ÖSSZEFOGLALÁS

Disszertációm készítése során hét, kereskedelmi forgalomban kapható étkezési és növényi olaj lágyítóhatását elemeztem természetes kaucsuk alapú keverékekben azzal a céllal, hogy alternatív, fogyasztóbarát gumibevonatokat készíthessek sporteszközökhöz.

Munkám során megtanultam a keverékkészítés alapjait, illetve lehetőségem volt néhány gumiipari vizsgálat elvégzését megtanulni önállóan. A keverékek készítése előtt a növényi olajok kémiai összetételét határoztam meg egy elválasztástechnikai módszerrel, ahol egy MS-sel kapcsolt GC berendezés volt segítségemre. A célom volt feltérképezni az olajokat alkotó zsírsavkomponensek arányát, hogy következtetni tudjak a leendő keverékeim folyási, illetve termomechanikai tulajdonságaira. Ezt követően azok dermedés (vagy üvegesedési) hőmérsékleteit határoztam meg eddig ritkán, vagy egyáltalán nem alkalmazott módszerekkel, amelyek a DMA, DSC és TSDC berendezések voltak. A cél mindhárom esetben ugyanaz volt, eltérés a gépek működéséből, jellegéből adódott. Míg a DMA egy dinamikus módszer, addig a DSC egy statikus rendszer, a TSDC pedig elektromos erőterben dolgozva határozza meg ugyanazt a keresett átmeneti hőmérsékletet. Megállapítottam, hogy a szakirodalmi adatokhoz képest jelentős eltérést tud okozni a vizsgálóberendezés típusa, amelyet gyakran nem tüntetnek fel a szerzők a tanulmányaikban. Illetve bebizonyítottam azt is, hogy az olajok összetétele függ azok származási helyétől, illetve bizonyos esetekben elegyített olajokról volt szó, amit a zsírsavak sokasága mutatott.

Az olajok vizsgálatát követte az előállított alapkeverékek folyási tulajdonságainak vizsgálata, amelyek során Mooney-viszkozitást és beégési időket határoztam meg. Az elméletem beigazolódott, miszerint minél telítetlenebb egy olaj, annál kisebb viszkozitást fog okozni. Ezt a vulkanizált minták szilárdsági mutatói is alátámasztották. Az elemzéseket kiegészítettem még egy öregedésállósági elemzés-sorozattal, amelyek során 30-60-90 percig kezeltem a mintákat UV-fényben. Itt a felületeken megjelenő repedéseket követtem nyomon egy SEM-EDAX, illetve FT-IR berendezéssel, illetve a minták keménységét is mértem minden egyes művelet után. Itt megállapítottam, hogy az argán-olaj beváltotta a hozzáfűzött reményeket, kiváló antioxidáns hatással rendelkezett. A tesztsorozatot vegyszerállósági vizsgálatokkal folytattam (nem öregített mintákon), ahol három oldószerben (desztillált víz, ASTM1 olaj és SBF) követtem nyomon a minták duzzadási hajlamát. Az olajban tapasztaltam legalább 30%-os tömegváltozást.

Végül a minták kémiai-biztonsági analíziseit végeztem el, ahol ED-XRF berendezéssel kockázatos nehézfémeket, míg GC-MS módszerrel ftálsavakat, illetve PAH-okat kerestem a rendszerekben. Sikerült bebizonyítani, hogy az általam készített gumi minták megfelelnek a REACH és RoHS jogszabályoknak, hiszen a detektált kockázatos komponensek mélyen a megengedett egészségügyi határ alatt voltak.

Az elvégzett vizsgálatok és a kapott eredmények tükrében kijelenthető, hogy a disszertáció készítése elérte célját, sikerült olyan gumikeverékeket előállítani, amelyek a jövőben alkalmasak lehetnek pl. sporteszközök bevonatainak. Természetesen számtalan kísérletet kell még elvégezni ahhoz, hogy teljeskörűen megbizonyosodjunk, illetve a receptúra módosítását is érdemes lesz felülvizsgálni, ha hosszabb élettartamú elasztomert szeretnénk előállítani. Ugyanakkor szeretném hangsúlyozni, hogy fogadjunk kritikával minden olyan tanulmányt, eredményt, amely azt sugallja, hogy ftalát és PAH-mentes anyagok léteznek, mert ez sajnos nem megalapozott állítás.

A téma mindenesetre rendkívül komplex és izgalmas volt, aminek egy része folytatásra kerül, ugyanis az argán, illetve ricinusolajokkal való munkát szeretném tovább vinni extrémebb körülmények közé. Sok forrás említi a ricinus hadi és úripari alkalmazását, ugyanakkor azt gondolom, az argánnak is méltó helye lehet ezekben az iparágakban.

SUMMARY

For my dissertation, I have been analyzed the plasticizing properties of seven commercially available edible and vegetable oils in natural rubber-based blends with the aim of creating alternative, consumer-friendly rubber coatings for sports equipment.

During my work, I learned the basics of compounding and had the opportunity to learn how to perform some rubber tests independently. Before preparing the blends, I determined the chemical composition of the vegetable oils using a separation method with the help of a GC unit coupled to an MS. My goal was to map the proportions of the fatty acid components that make up the oils to infer the flow and thermomechanical properties of my future blends. Subsequently, I determined their solidification (or glass transition) temperatures using methods rarely or not used so far, which were the DMA, DSC and TSC equipment. The objective was the same in all three cases, the difference being due to the operation and nature of the machines. While the DMA is a dynamic method, the DSC is a static system and the TSDC uses an electric field to determine the same transition temperature. I have found that the type of test equipment can cause significant variation compared to the literature, which is often not mentioned by the authors in their studies. I have also shown that the composition of oils depends on their origin and that in some cases they were blended oils, as shown by the abundance of fatty acids.

The study of the oils was followed by a study of the flow properties of the base blends obtained, during which I determined Mooney viscosity and burn-in times. My theory was confirmed that the more unsaturated an oil is, the lower its viscosity will be. This was confirmed by the strength indices of the vulcanized samples. I completed the analyses with a further series of ageing resistance analyses, during which I treated the samples in UV light for 30-60-90 minutes. Here, I monitored the cracks appearing on the surfaces by SEM-EDAX and FT-IR spectrometry and measured the hardness of the samples after each treatment. Here, I found that the argan oil lived up to the expectations, having excellent antioxidant activity. I continued the test series with chemical resistance tests (on unaged samples), where I monitored the swelling tendency of the samples in three solvents (distilled water, ASTM1 oil and SBF). In the oil, I was observed a weight change of at least 30%.

Finally, I have been performed chemical-safety analyses of the samples, where I used an ED-XRF instrument to look for risky heavy metals and a GC-MS to look for phthalic acids and PAHs in the systems. I was able to prove that my rubber samples were compliant with REACH and RoHS legislation, as the detected risk components were well below the permitted limits.

In the light of the tests carried out and the results obtained, it can be stated that the dissertation has achieved its aim, I have succeeded in producing rubber compounds that could be suitable in the future for coatings for sports equipment, for example. Of course, numerous experiments are still to be carried out in order to be fully sure, and it will also be worthwhile to review the modification of the formulation if we want to produce elastomers with a longer lifetime. At the same time, I would like to emphasize that we should be critical of any study or result that suggests that phthalate- and PAH-free substances exist, because this is unfortunately not a well-founded claim.

In any case, the topic was extremely complex and exciting, part of which will be continued, as I would like to take the work with argan and castor oils to a more extreme context. Many sources mention the military and aerospace applications of castor, but I also think that argan oil could have a worthy place in these industries.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A. Diekmann, U. Giese, I. Schaumann (2018): *Polycyclic aromatic hydrocarbons in consumer goods made from recycled rubber material: A review*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.111>
- [2] T. T. Bui, G. Giovanoulis, A. P. Cousins, J. Magnér, I. T. Cousins, C. A. deWit (2016): *Human exposure, hazard and risk of alternative plasticizers to phthalate esters*, **Science of the Total Environment**, vol. 541., pp. 451–467.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.036>
- [3] S. Felszeghy (2018): *Gumiipar specifikus beszámoló*, **Kutatási jelentés, Munkástanácsok Orvosi Szövetsége**, Budapest, p.38.
DOI-szám: -
- [4] V. Pomatto, E. Cottone, P. Cocci, M. Mozzicafreddo, G. Mosconi, E. R. Nelson, F. A. Palermo, P. Bovolín (2018): *Plasticizers used in food-contact materials affect adipogenesis in 3T3-L1 cells*, **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, vol. 178., pp. 322–332.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2018.01.014>
- [5] P. Sicinska (2018): *Di-n-butyl phthalate, butylbenzyl phthalate and their metabolites induce haemolysis and eryptosis in human erythrocytes*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.chemosphere.2018.03.161](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.161)
- [6] Y. Zhang, H. Gao, L. Mao, X. Tao, X. Ge, K. Huang, P. Zhu, J. Hao, Q. Wang, Y. Xu, Z. Jin, J. Sheng, Y. Xu, S. Yan, X. Tao, F. Tao (2018): *Effects of the phthalate exposure during three gestation periods on birth weight and their gender differences: A birth cohort study in China*, **Science of the Total Environment**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.319>
- [7] O. Carnevali, E. Giorgini, D. Canuti, C. C. Mylonas, I. Forner-Piquer, F. Maradonna (2019): *Diets contaminated with Bisphenol A and Di-isononyl phthalate modify skeletal muscle composition: A new target for environmental pollutant action*, **Science of the Total Environment**, vol. 658., pp. 250–259.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.134>
- [8] V. Marotta, G. Russo, C. Gambardella, M. Grasso, D. La Sala, M. G. Chiofalo, R. D’Anna, A. Puzziello, G. Docimo, S. Masone, F. Barbato, A. Colao, A. Faggiano, L. Grumetto (2018): *Human exposure to bisphenol AF and diethylhexylphthalate increases susceptibility to develop differentiated thyroid cancer in patients with thyroid nodules*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.chemosphere.2018.11.084](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.084)
- [9] M. A. Burgos-Aceves, H. G. Abo-Al-Ela, C. Faggio (2020): *Physiological and metabolic approach of plastic additives effects: Immune cells responses*, **Journal of Hazardous Materials**, Journal Pre-proof
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124114>
- [10] R. Akhbarizadeh, S. Dobaradaran, M. A. Torkmahalleh, R. Saeedi, R. Aibaghi, F. F. Ghasemi (2021): *Suspended fine particulate matter (PM_{2.5}), microplastics (MPs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air: Their possible relationships and health implications*, **Environmental Research**, vol. 192., pp. 110-339.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110339>

- [11] M. Capriotti, P. Cocci, L. Bracchetti, E. Cottone, R. Scandiffio, G. Caprioli, G. Sagratini, G. Mosconi, P. Bovolin, F. A. Palermo (2021): *Microplastics and their associated organic pollutants from the coastal waters of the central Adriatic Sea (Italy): Investigation of adipogenic effects in vitro*, **Chemosphere**, vol. 263., pp. 128-190.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128090>
- [12] P. K. Rai, J. Lee, R. J.C. Brown, K. H. Kim (2021): *Environmental fate, ecotoxicity biomarkers, and potential health effects of micro- and nano-scale plastic contamination*, **Journal of Hazardous Materials**, vol. 403., pp. 123-145.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123910>
- [13] P. G. Kanellopoulos, E. Verouti, E. Chrysochou, K. Koukoulakis, E. Bakeas (2021): *Primary and secondary organic aerosol in an urban/industrial site: Sources, health implications and the role of plastic enriched waste burning*, **Journal of Environmental Sciences**, vol. 99., vol. 222–238.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.06.012>
- [14] M. Celeiro, D. Armada, T. Dagnac, J. de Boer, M. Llompert (2021): *Hazardous compounds in recreational and urban recycled surfaces made from crumb rubber. Compliance with current regulation and future perspectives*, **Science of the Total Environment**, vol. 755., pp. 142-153.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142566>
- [15] G. Xu (2017): *Atmospheric Benzo[a]pyrene and vanadium evidence for the presence of petroleum coke dust in the Athabasca Oil Sands Region, Alberta, Canada*, **Journal of Cleaner Production**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.jclepro.2017.10.038](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.038)
- [16] Z. Ding, H. Chen, J. Liu, H. Cai, F. Evrendilek, M. Buyukad (2021): *Pyrolysis dynamics of two medical plastic wastes: Drivers, behaviors, evolved gases, reaction mechanisms, and pathways*, **Journal of Hazardous Materials**, vol. 402., pp. 123-134.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123472>
- [17] N. Miskolczi, R. Nagy (2012): *Hydrocarbons obtained by waste plastic pyrolysis: comparative analysis of decomposition described by different kinetic models*, **Fuel Processing Technology**, vol. 104, pp. 96-104.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2012.04.031>.
- [18] K. Lányi, Gy. Heltai, P. Simándi, E. Molnár (2015): *A pirolízis végtermékek analitikai kémiai vizsgálata*, **Szent István Egyetem, Gazdasági, Agrár-és Egészségtudományi Kar**
DOI-szám: -
- [19] N. Aurisano, L. Huang, L. M. Canals, O. J. Jolliet, P. Fantke (2021): *Chemicals of concern in plastic toys*, **Environment International**, vol. 146., pp. 106-194.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106194>
- [20] O. T. Fatunsin, T. O. Oluseyi, D. Drage, M. A. E. Abdallah, A. Turner, S. Harrad (2021): *Children's exposure to hazardous brominated flame retardants in plastic toys*, **Science of the Total Environment**, vol. 720., pp. 137-145.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137623>
- [21] M. A. Babicha, C. Bevingtona, M. A. Dreyfus (2020): *Plasticizer migration from children's toys, child care articles, art materials, and school supplies*, **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, vol. 111., pp. 104-113.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2019.104574>

- [22] D. Ikerroud, H. Benaissa, W. Kherfane, N. Belhaneche-Bensemra (2019): *Investigation of additives migration from salted serum bags*, **Polymer Testing**, vol. 80., pp. 106-118.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.106118>
- [23] Y. Bouattour, M. Wasiaak, L. Bernard, J. Pinguet, D. Richard, M. Le Rouzo-Greves, I. Dhifallah, C. Lambert, B. Pereira, P. Chennell, V. Sautou (2020): *Quantification of bis(2-ethylhexyl) phthalate released by medical devices during respiratory assistance and estimation of patient exposure*, **Chemosphere**, vol. 255., pp. 126-135.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126978>
- [24] V. A. Goldade, N. S. Vinidiktova (2017): *Aromatized and repellent fibers, Cracking Technology for Polyester Fibers*, **The Textile Institute Book Series**, ch. 5., pp. 99-114.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101271-0.00005-X>
- [25] M. Lim, K. Lee (2020): *Aggregate exposure assessment using cosmetic co-use scenarios: I. Establishment of aggregate exposure scenarios*, **Food and Chemical Toxicology**, vol. 142., pp. 111-121.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111486>
- [26] M. Lim, K. Lee (2020): *Aggregate exposure assessment using cosmetic co-use scenarios: II. Application and validation for phthalates*, **Food and Chemical Toxicology**, vol. 144., pp. 111-119.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111583>
- [27] M. Jarosiewicz, P. Duchnowicz, A. Włuka, B. Bukowska (2017): *Evaluation of the 532 effect of brominated flame retardants on hemoglobin oxidation and hemolysis in human 533 erythrocytes*, **Food and Chemical Toxicology**, vol. 109., pp. 264-271.
DOI-szám: [10.1016/j.fct.2017.09.016](https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.09.016)
- [28] M. Zolfaghari, P. Drogui, B. Seyhi, S.K. Brar, G. Buelna, R. Dube (2014): *Occurrence, fate and effects of Di (2-ethylhexyl) phthalate in wastewater treatment plants: A review*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript, pp. 1-13.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.07.014>
- [29] T. Miyawaki, T. Nishino, D. Asakawa, Y. Haga, H. Hasegawa, K. Kadokami (2020): *Development of a rapid and comprehensive method for identifying organic micropollutants with high ecological risk to the aquatic environment*, **Chemosphere**, vol. 263., pp. 128-139.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128258>
- [30] H. T. C. Chau, K. Kadokami, T. Ifuku, Y. Yoshida (2017): *Development of a comprehensive screening method for more than 300 organic chemicals in water samples using a combination of solid-phase extraction and liquid chromatography-time-of-flight-mass spectrometry*, **Environmental Science and Pollution Research**, vol. 24., pp. 1-14.
DOI-szám: [10.1007/s11356-017-9929-x](https://doi.org/10.1007/s11356-017-9929-x)
- [31] G. Raffy, F. Mercier, Ph. Glorennec, C. Mandin, B. Le Bot (2018): *Oral bioaccessibility of semi-volatile organic compounds (SVOCs) in settled dust: A review of measurement methods, data and influencing factors*, **Journal of Hazardous Materials**, vol. 352., pp. 215-227.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.03.035>
- [32] M. Mezcuca, M.A. Martínez-Uroz, M.M. Gómez-Ramos, M. J. Gómez, J. M. Navas, A. R. Fernández-Alba (2012): *Analysis of synthetic endocrine-disrupting chemicals in food: A review*, **Talanta**, vol. 100. pp. 90-106.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.07.078>

- [33] M. C. Barciela-Alonso, N. Otero-Lavandeira, P. Bermejo-Barrera (2017): *Solid phase extraction using molecular imprinted polymers for phthalate determination in water and wine samples by HPLC-ESI-MS*, **Microchemical Journal**, vol. 132., pp. 233-237.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2017.02.007>
- [34] L. De Toni, F. Tisato, R. Seraglia, M. Roverso, V. Gandinc, C. Marzano, R. Padrini, C. Foresta (2017): *Phthalates and heavy metals as endocrine disruptors in food: A study on prepacked coffee products*, **Toxicology Reports**, vol. 4., pp. 234-239.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.05.004>
- [35] M. Bononi, F. Tateo (2009): *Identification of Diisobutyl Phthalate (DIBP) Suspected as Possible Contaminant in Recycled Cellulose for Take-away Pizza Boxes*, **Packaging Technology and Science**, vol. 22., pp. 53–58.
DOI-szám: [10.1002/pts.805](https://doi.org/10.1002/pts.805)
- [36] M. C. Lahimer, N. Ayed, J. Horriche, S. Belgaied (2013): *Characterization of plastic packaging additives: Food contact, stability and toxicity*, **Arabian Journal of Chemistry**, Accepted Manuscript, pp. 1-17.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.07.022>
- [37] A. Vavrous, L. Vapenka, J. Sosnovcova, K. Kejlova, K. Vrbík, D. Jirova (2016): *Method for analysis of 68 organic contaminants in food contact paper using gas and liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry*, **Food Control**, vol. 60., pp. 221-229.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.07.043>
- [38] S. Carbone, B. Szwarcfarb, O. Ponzio, R. Reynoso, N. Cardoso, L. Deguiz, J. A. Mogueilevsky, P. Scacchi (2010): *Impact of gestational and lactational phthalate exposure on hypothalamic content of amino acid neurotransmitters and FSH secretion in peripubertal male rats*, **NeuroToxicology**, vol. 31., pp. 747-751.
DOI-szám: [10.1016/j.neuro.2010.06.006](https://doi.org/10.1016/j.neuro.2010.06.006)
- [39] I. F. Gaunt, J. Colley, P. Grasso, A. B. G. Lansdown, S. D. Gangolli (1968): *Acute (Rat and Mouse) and Short-term (Rat) Toxicity Studies on Dialkyl 79 Phthalate*, **Food and Chemical Toxicology**, vol. 6, pp. 609-618.
ISSN-szám: [0278-6915](https://doi.org/10.1016/0278-6915).
- [40] V. Salazar, C. Castillo, C. Ariznavarreta, R. Campon, J. A.F. Tresguerres (2004): *Effect of oral intake of dibutyl phthalate on reproductive parameters of Long Evans rats and pre-pubertal development of their offspring*, **Toxicology**, vol. 205., pp. 131–137.
DOI-szám: [10.1016/j.tox.2004.06.045](https://doi.org/10.1016/j.tox.2004.06.045)
- [41] K. Glombik, A. Basta-Kaim, M. Sikora-Polaczek, M. Kubera, G. Starowicz, J. Styrna (2014): *Curcumin influences semen quality parameters and 4 reverses the di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)-induced 5 testicular damage in mice*, **Pharmacological Reports**, Accepted Manuscript, pp. 1-6.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pharep.2014.04.010>
- [42] S. Lin, H. Y. Ku, P. H. Su, J. W. Chen, P. C. Huang, J. Angerer, S. L. Wang (2011): *Phthalate exposure in pregnant women and their children in central Taiwan*, **Chemosphere**, vol. 82., pp. 947-955.
DOI-szám: [10.1016/j.chemosphere.2010.10.073](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.10.073)
- [43] F.A. Zeman, C. Boudet, K. Tacka, A. F. Barneaud, C. Brochot, A.R.R. Péry, A. Oleko, S. Vandentorren (2013): *Exposure assessment of phthalates in French pregnant women: Results of the ELFE pilot study*, **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, vol. 216., pp. 271-279.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.12.005>

- [44] S. Santangeli, F. Maradonna, M. Zanardini, V. Notarstefano, G. Gioacchini, I. Forner-Piquer, H. Habibi, O. Carnevali (2017): *Effects of diisononyl phthalate on Danio rerio reproduction*, **Environmental Pollution**, vol. 231. pp. 1051-1062.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.060>
- [45] K. Lee, E. Choi (2013): *Effects of maternal exposure to di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) during pregnancy on neonatal asthma susceptibility*, **Toxicology Letters**, vol. 221., pp. 106-107.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.05.166>
- [46] H. You, S. Chen, L. Mao, B. Li, Y. Yuan, R. Li, X. Yang (2014): *The adjuvant effect induced by di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) is mediated through oxidative stress in a mouse model of asthma*, **Food and Chemical Toxicology**, vol. 71., pp. 272-281.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2014.06.012>
- [47] I. S. Shin, M. Y. Lee, E. S. Cho, E. Choi, H. Y. Son, K. Y. Lee (2014): *Effects of maternal exposure to di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) during pregnancy on susceptibility to neonatal asthma*, **Toxicology and Applied Pharmacology**, vol. 274., pp. 402-407.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.taap.2013.12.009>
- [48] A. Nadeem, S. F. Ahmad, N. O. Al-Harbi, L. Y. AL-Ayadhi, S. M. Attia, A. F. Alasmari, H. M. A. Sobeai, S. A. Bakheet (2020): *Ubiquitous plasticizer, Di-(2-ethylhexyl) phthalate enhances existing inflammatory profile in monocytes of children with autism*, **Toxicology**, Accepted Manuscript, pp. 1-33.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2020.152597>
- [49] S. Tait, F. Carli, L. Busani, E. Buzzigoli, V. Della Latta, A. Deodati, E. Fabbrizze, M. Gaggini, F. Maranghi, Roberta Tassinari, G. Toffol, S. Cianfarani, A. Gastaldelli, C. La Rocca (2020): *Biomonitoring of Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in Italian children and adolescents: Data from LIFE PERSUADED project*, **Environmental Research**, vol. 185., pp. 109-120.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109428>
- [50] M.A. Martínez, J. Rovira, R. P. Sharma, M. Schuhmacher, V. Kumar (2020): *Reconstruction of phthalate exposure and DINCH metabolites from biomonitoring data from the EXHES cohort of Tarragona, Spain: A case study on estimated vs reconstructed DEHP using the PBPK model*, **Environmental Research**, vol. 186., pp. 109-119.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109534>
- [51] E. Eckert, J. Müller, C. Höllerer, A. Purbojo, R. Cesnjevar, T. Göen, F. Münch (2020): *Plasticizer exposure of infants during cardiac surgery*, **Toxicology Letters**, vol. 330., pp.7-13.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.04.004>
- [52] B. Crobeddu, E. Ferraris, E. Kolasa, I. Plante (2019): *Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) increases proliferation of epithelial breast cancer cells through progesterone receptor dysregulation*, **Environmental Research**, vol. 173., pp. 165-173.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.037>
- [53] Z. Fu, F. Zhao, K. Chen, J. Xu, P. Li, D. Xia, Y. Wu (2017): *Association between urinary phthalate metabolites and risk of breast cancer and uterine leiomyoma*, **Reproductive Toxicology**, Accepted Manuscript, pp. 1-30.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2017.09.009>
- [54] V. Marotta, G. Russo, C. Gambardella, M. Grasso, D. La Sala, M. G. Chiofalo, R. D'Anna, A. Puzziello, G. Docimo, S. Masone, F. Barbato, A. Colao, A. Faggiano, L. Grumetto (2018): *Human exposure to*

- bisphenol AF and diethylhexylphthalate increases susceptibility to develop differentiated thyroid cancer in patients with thyroid nodules*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript, pp. 1-35.
DOI-szám: [10.1016/j.chemosphere.2018.11.084](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.084)
- [55] Y. Wang, M. Zhao, J. Liu, J. Nic, Y. Jiao, C. Bai (2017): *Up regulation of IL-6 is involved in di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) induced migration and invasion of non small cell lung cancer (NSCLC) cells*, **Biomedicine and Pharmacotherapy**, vol. 89., pp. 1037–1044.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2017.02.107>
- [56] Y. Wen, S. Rattan, J. A. Flaws, J. Irudayaraj (2020): *Multi and Transgenerational epigenetic effects of Di-(2-Ethylhexyl) phthalate (DEHP) in liver*, **Toxicology and Applied Pharmacology**, Journal Pre-proof, pp. 1-31.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2020.115123>
- [57] Y. Fan, Y. Qin, M. Chen, X. Li, R. Wang, Z. Huang, Q. Xu, M. Yu, Y. Zhang, X. Han, G. Du, Y. Xia, X. Wang, C. Lu (2019): *Prenatal low-dose DEHP exposure induces metabolic adaptation and obesity: Role of hepatic thiamine metabolism*, **Journal of Hazardous Materials**, Journal Pre-proof, pp.1-43.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121534>
- [58] A. Mengozzi, F. Carli, L. Guiducci, F. Parolini, E. Biancalana, A. Gastaldelli, A. Solini (2021): *SGLT2 inhibitors and thiazide enhance excretion of DEHP toxic metabolites in subjects with type 2 diabetes: A randomized clinical trial*, **Environmental Research**, vol. 192., pp. 110-116.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110316>
- [59] N. U. Benson, O. H. F. Shmadu, S. I. Ekett, M. O. Basil, A. D. Adebowale, A. G. Adewale, O. O. Ayejuyo (2020): *Occurrence, depth distribution and risk assessment of PAHs and PCBs in sediment cores of Lagos lagoon, Nigeria*, **Regional Studies in Marine Science**, vol. 37., pp. 101-120.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101335>
- [60] X. Ji, E. Abakumov, V. Polyako, X. Xie, W. Dongyang (2019): *The ecological impact of mineral exploitation in the Russian Arctic: A field-scale study of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in permafrost-affected soils and lichens of the Yamal-Nenets autonomous region*, **Environmental Pollution**, vol. 255., pp. 113-125
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113239>
- [61] M. Arienzo, C. Donadio, O. Mangoni, F. Bolinesi, C. Stanislao, M. Trifuoggic, M. Toscanesi, G. Di Natale, L. Ferrara (2017): *Characterization and source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) in the sediments of gulf of Pozzuoli (Campania, Italy)*, **Marine Pollution Bulletin**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.006>
- [62] E. Darilmaz, A. Kontas, E. Uluturhan, I. Akçali, O. Altay (2013): *Spatial variations in polycyclic aromatic hydrocarbons concentrations at surface sediments from the Cyprus (Eastern Mediterranean): Relation to ecological risk assessment*, **Marine Pollution Bulletin**, vol. 75. pp. 174-181.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.042>
- [63] M-C. Buell, C. Johannessen, K. Drouillard, C. Metcalfe (2020): *Concentrations and source identification of PAHs, alkyl-PAHs and other organic contaminants in sediments from a contaminated harbor in the Laurentian Great Lakes*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116058>

- [64] Y. He, K. Song, C. Yang, Y. Li, W. He, F. Xu (2020): *Suspended particulate matter (SPM)-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in lakes and reservoirs across a large geographical scale*, **Science of the Total Environment**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142863>
- [65] R. Nepstad, B. H. Hansen, J. Skancke (2021): *North Sea produced water PAH exposure and uptake in early life stages of Atlantic Cod*, **Marine Environmental Research**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105203>
- [66] N. Klasios, H. De Frond, E. Miller, M. Sedlak, C. M. Rochman (2020): *Microplastics and other anthropogenic particles are prevalent in mussels from San Francisco Bay, and show no correlation with PAHs*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116260>
- [67] B. Z. Nunes, E. Zanardi-Lamardo, R. B. Choueri, Í. B. Castro (2020): *Marine Protected Areas in Latin America and Caribbean threatened by polycyclic aromatic hydrocarbons*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116194>
- [68] A. R. Jafarabadi, S. Mashjoo, A. R. Bakhtiari, C. Jadot (2020): *Dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from coral reef fish in the Persian Gulf — human health risk assessment*, **Food Chemistry**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127035>
- [69] Z. Yu, Q. Lin, Y. Gu, F. Du, X. Wang, F. Shi, C. Ke, M. Xiang, Y. Yu (2019): *Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in wild marine fish from the coastal waters of the northern South China Sea: Risk assessment for human health*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 180., pp. 742-748.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.065>
- [70] B. Hernout, J. Leleux, J. Lynch, K. Ramaswamy, P. Faulkner, P. Matich, D. Hala (2020): *The integration of fatty acid biomarkers of trophic ecology with pollutant body-burdens of PAHs and PCBs in four species of fish from Sabine Lake, Texas*, **Environmental Advances**, vol. 1., pp. 100-112.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2020.100001>
- [71] C. Ek, S. Faxneld, E. Nyberg, C. Rolff, A. M.L. Karlson (2021): *The importance of adjusting contaminant concentrations using environmental data: A retrospective study of 25 years data in Baltic blue mussels*, **Science of the Total Environment**, vol. 762., pp. 143-156.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143913>
- [72] J. Castro-Jiménez, N. Berrojalbiz, J. Wollgast, J. Dachs (2012): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Mediterranean Sea: Atmospheric occurrence, deposition and decoupling with settling fluxes in the water column*, **Environmental Pollution**, vol. 166., pp. 40-47.
DOI-szám: [10.1016/j.envpol.2012.03.003](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.03.003)
- [73] K-H. Kim, S. A. Jahan, E. Kabir, R. J.C. Brown (2013): *A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects*, **Environment International**, vol. 60., pp. 71-80.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2013.07.019>
- [74] N-Duy Dat, M. B. Chang (2017): *Review on characteristics of PAHs in atmosphere, anthropogenic sources and control technologies*, **Science of the Total Environment**, vol. 609., pp. 682-693.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.204>

- [75] D. Yan, S. Wu, S. Zhou, G. Tong, F. Li, Y. Wang, B. Li (2019): *Characteristics, sources and health risk assessment of airborne particulate PAHs in Chinese cities: A review*, **Environmental Pollution**, vol. 248., pp. 804-8014.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.068>
- [76] M. Gope, R. E. Masto, A. Basu, D. Bhattacharyya, R. Saha, R. R. Hoque, P.S. Khillare, S. Balachandran (2020): *Elucidating the distribution and sources of street dust bound PAHs in Durgapur, India: a probabilistic health risk assessment study by Monte-Carlo simulation*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115669>
- [77] R. A. Grmasha, O. J. Al-sareji, J. M. Salman, K. S. Hashim (2020): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in urban street dust within three land-uses of Babylon governorate, Iraq: Distribution, sources, and health risk assessment*, **Journal of King Saud University – Engineering Sciences**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.11.002>
- [78] K. Luo, D. Zeng, Y. Kang, X. Lin, N. Sun, C. Li, M. Zhu, Z. Chen, Y. B. Man, H. Li (2020): *Dermal bioaccessibility and absorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor dust and its implication in risk assessment*, **Environmental Pollution**, vol. 264., pp. 114-123.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114829>
- [79] O. A. Adesina, A. S. Nwogu, J. A. Sonibare (2021): *Indoor levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from environment tobacco smoke of public bars*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 208., pp. 111-116.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111604>
- [80] S. Dobaradaran, T. C. Schmidt, N. Lorenzo-Parodi, M. A. Jochmann, I. Nabipour, A. Raeisi, N. Stojanovic, M. Mahmoodi (2019): *Cigarette butts: An overlooked source of PAHs in the environment?* **Environmental Pollution**, vol. 249., pp. 932-939.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.097>
- [81] W. Lian, F. Ren, L. Tang, D. Dong (2016): *Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in cigarette samples using gel permeation chromatography clean-up by gas chromatography– tandem mass spectrometry*, **Microchemical Journal**, vol. 129., pp. 194-199.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2016.06.021>
- [82] K. A. Wagner, J. W. Flora, M. S. Melvin, K. C. Avery, R. M. Ballentine, A. P. Brown, W. J. McKinney (2018): *An evaluation of electronic cigarette formulations and aerosols for harmful and potentially harmful constituents (HPHCs) typically derived from combustion*, **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, vol. 95., pp. 153-160.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.03.012>
- [83] M. A. Bjurlin, R. S. Matulewicz, T. R. Roberts, B. A. Dearing, D. Schatz, S. Sherman, T. Gordon, O. El Shahawy (2019): *Carcinogen Biomarkers in the Urine of Electronic Cigarette Users and Implications for the Development of Bladder Cancer: A Systematic Review*, **European Association of Urology**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.euo.2020.02.004>

- [84] H. Alomirah, S. Al-Zenki, S. Al-Hooti, S. Zaghoul, W. Sawaya, N. Ahmed, K. Kannan (2021): *Concentrations and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from grilled and smoked foods*, **Food Control**, vol. 22., pp. 2028-2035.
DOI-szám: [10.1016/j.foodcont.2011.05.024](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.05.024)
- [85] S. Catenaa, S. Sanllorenteb, L.A. Sarabiac, R. Boggiaa, F. Turrinia, M.C. Ortiz (2020): *Unequivocal identification and quantification of PAHs content in ternary synthetic mixtures and in smoked tuna by means of excitation-emission fluorescence spectroscopy coupled with PARAFAC*, **Microchemical Journal**, vol. 154., pp. 104-112.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104561>
- [86] S. Orecchio, V. P. Ciotti, L. Culotta (2009): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples: Analytical method by GC-MS, profile, levels and sources*, **Food and Chemical Toxicology**, vol. 47., pp. 819-826.
DOI-szám: [10.1016/j.fct.2009.01.011](https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.011)
- [87] K. Tian, H. Bao, X. Zhang, T. Shi, X. Liu, F. Wu (2017): *Residuals, bioaccessibility and health risk assessment of PAHs in winter wheat grains from areas influenced by coal combustion in China*, **Science of the Total Environment**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.174>
- [88] J. Wang, H. Zhang, H. Bao, J. Lia, J. Li, W. Xing, H. Hong, F. Wu (2020): *Dynamic distribution and accumulation of PAHs in winter wheat during whole plant growth: Field investigation*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 202., pp. 110-120.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110886>
- [89] I. A. Bertinetti, C. D. Ferreira, J. L. F. Monks, P. J. S. Filho, M. C. Elias (2017): *Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in rice subjected to drying with different fuels plus temperature, industrial processes and cooking*, **Journal of Food Composition and Analysis**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.009>
- [90] M. A. Hossain, S.M. Salehuddin (2012): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in edible oils by gas chromatography coupled with mass spectroscopy*, **Arabian Journal of Chemistry**, vol. 5., pp. 391-396.
DOI-szám: [10.1016/j.arabjc.2010.09.012](https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2010.09.012)
- [91] X. Hao, J. Li, Z. Yao (2016): *Changes in PAHs levels in edible oils during deep-frying process*, **Food Control**, vol. 66., pp. 233-240.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.012>
- [92] M. Yousefi, G. Shemshadi, N. Khorshidian, V. G. Mohammadi, Y. Fakhri, H. Hosseini, A. M. Khaneghah (2018): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) content of edible vegetable oils in Iran: A risk assessment study*, **Food and Chemical Toxicology**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.fct.2018.05.063](https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.063)
- [93] D. Costopoulou, I. Vassiliadou, D. Chrysafidis, K. Bergele, E. Tzavara, V. Tzamtzis, L. Leondiadis (2010): *Determination of PCDD/F, dioxin-like PCB and PAH levels in olive and olive oil samples from areas affected by the fires in summer 2007 in Greece*, **Chemosphere**, vol. 79, pp. 285–291.
DOI-szám: [10.1016/j.chemosphere.2010.01.024](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.01.024)
- [94] A. Paris, J. Ledauphin, P. Poinot, J-L. Gaillard (2018): *Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables: Origin, analysis, and occurrence*, **Environmental Pollution**, vol. 234., pp. 96-106.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.028>

- [95] O. H. Fred-Ahmadu, N. U. Benson (2018): *Data on quantification of PAHs and elemental content in dry Camellia sinensis and herbal tea*, **Data in Brief**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.08.181>
- [96] N. U. Benson, O. H. Fred-Ahmadu, J. A.O. Olugbuyiro, W. U. Anake, A. E. Adedapo, A. A. Olajire (2017): *Concentrations, sources and risk characterisation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in green, herbal and black tea products in Nigeria*, **Journal of Food Composition and Analysis**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.11.003>
- [97] N. A. M. Nazir, M. Raoov, S. Moham (2020): *Spent tea leaves as an adsorbent for micro-solid-phase extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from water and food samples prior to GC-FID analysis*, **Microchemical Journal**, vol. 159., pp. 105-112.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105581>
- [98] L. Duedahl-Olesen (2013): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in foods*, **Woodhead Publishing Limited**, ch. 13., pp. 308-333.
DOI-szám: [10.1533/9780857098917.2.308](https://doi.org/10.1533/9780857098917.2.308)
- [99] T. Wenzl, Z. Zelinkova (2018): *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food and Feed*, **Reference Module in Food Science**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/B978-0-08-100596-5.21805-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21805-2)
- [100] O. Geiss, C. Senaldi, I. Bianchi, A. Lucena, S. Tirendi, J. Barrero-Moreno (2017): *A fast and selective method for the determination of 8 carcinogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in rubber and plastic materials*, **Journal of Chromatography A**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.06.047>
- [101] X. Guo, H. Bai, Y. Lv, G. Xi, J. Li, X. Ma, Y. Ren, Z. O. Q. Ma (2017): *Rapid identification of regulated organic chemical compounds in toys using ambient ionization and a miniature mass spectrometry system*, **Talanta**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.12.050>
- [102] N. Szczepańska, M. Marća, B. Kudłak, V. Simeonov, S. Tsakovski, J. Namieśnik (2018): *Assessment of ecotoxicity and total volatile organic compound (TVOC) emissions from food and children's toy products*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 160., pp. 282-289.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.05.042>
- [103] R. Noguerol-Cal, J.M. López-Vilarino, M.V. González-Rodríguez, L. Barral-Losada (2011): *Effect of several variables in the polymer toys additive migration to saliva*, **Talanta**, vol. 85., pp. 2080-2088.
DOI-szám: [10.1016/j.talanta.2011.07.035](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2011.07.035)
- [104] S. C. Beitel, L. M. Flahr, C. Hoppe-Jones, J. L. Burgess, S. R. Littau, J. Gulotta, P. Moore, D. Wallentine, S. A. Snyder (2020): *Assessment of the toxicity of firefighter exposures using the PAH CALUX bioassay*, **Environment International**, vol. 135., pp. 105-113.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105207>
- [105] A. P.W. Banks, P. Thai, M. Engelsman, X. Wang, A. F. Osorio, J. F. Mueller (2021): *Characterising the exposure of Australian firefighters to polycyclic aromatic hydrocarbons generated in simulated compartment fires*, **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, vol. 231., pp. 113-120.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113637>

- [106] H. Yan, L. Zhang, L. Liu, S. Wen (2021): *Investigation of the external conditions and material compositions affecting the formation mechanism and size distribution of tire wear particles*, **Atmospheric Environment**, vol. 244., pp. 118-127.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.118018>
- [107] C.A. Alves, A.M.P. Vicente, A.I. Calvo, D. Baumgardner, F. Amato, X. Querol, C. Pio, M. Gustafsson (2020): *Physical and chemical properties of non-exhaust particles generated from wear between pavements and tyres*, **Atmospheric Environment**, vol. 224., pp. 117-131.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117252>
- [108] E. E. Kwon, J. Oh, K. Kim (2015): *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and volatile organic compounds (VOCs) mitigation in the pyrolysis process of waste tires using CO₂ as a reaction medium*, **Journal of Environmental Management**, vol. 160., pp. 306-311.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.06.033>
- [109] A. Mohajerania, L. Burnetta, J. V. Smith, S. Markovski, G. Rodwell, M. T. Rahman, H. Kurmus, M. Mirzababaei, A. Arulrajah, S. Horpibulsuk, F. Maghool (2020): *Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations: A review*, **Resources, Conservation & Recycling**, vol. 155., pp. 104-121.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104679>
- [110] A. Rangaraj, P. Mukesh (2019): *An experimental investigation on partial replacement of bitumen using rubber tyre*, **Materials Today: Proceedings**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.05.465>
- [111] L. Avsenik, D. Klinar, M. Tušar, L. S. Perše (2016): *Use of modified slow tire pyrolysis product as a rejuvenator for aged bitumen*, **Construction and Building Materials**, vol. 120., pp. 605-616.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.140>
- [112] C. O. Okoye, I. Jones, M. Zhu, Z. Zhang, D. Zhang (2021): *Manufacturing of carbon black from spent tyre pyrolysis oil - A literature review*, **Journal of Cleaner Production**, vol. 279., pp. 123-136.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123336>
- [113] X. Junqing, Y. Jiaxue, X. Jianglin, S. Chenliang, H. Wenzhi, H. Juwen, L. Guangming (2020): *High-value utilization of waste tires: A review with focus on modified carbon black from pyrolysis*, **Science of the Total Environment**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140235>
- [114] Y. Fan, G. D. Fowler, M. Zhao (2019): *The Past, Present and Future of Carbon Black as A Rubber Reinforcing Filler – A Review*, **Journal of Cleaner Production**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119115>
- [115] K. Schneider, M. de Hoogd, M. P. Madsen, P. Haxaire, A. Bierwisch, E. Kaiser (2020): *ERASSTRI - European Risk Assessment Study on Synthetic Turf Rubber Infill – Part I: Analysis of infill samples*, **Science of the Total Environment**, vol. 718., pp. 137-174.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137174>
- [116] K. Schneider, M. de Hoogd, M. P. Madsen, P. Haxaire, A. Bierwisch, E. Kaiser (2020): *ERASSTRI - European Risk Assessment Study on Synthetic Turf Rubber Infill – Part I: Migration and monitoring studies*, **Science of the Total Environment**, vol. 718., pp. 137-173.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137173>

- [117] E. Menichini, V. Abate, L. Attias, S. De Luca, A. di Domenico, I. Fochi, G. Forte, N. Iacovella, A. L. Iamiceli, P. Izzo, F. Merli, B. Bocca (2011): *Artificial-turf playing fields: Contents of metals, PAHs, PCBs, PCDDs and PCDFs, inhalation exposure to PAHs and related preliminary risk assessment*, **Science of the Total Environment**, vol. 409., pp. 4950-4957.
DOI-szám: [10.1016/j.scitotenv.2011.07.042](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.07.042)
- [118] V. Wachtendorf, U. Kalbe, O. Krüger, N. Bandow (2017): *Influence of weathering on the leaching behaviour of zinc and PAH from synthetic sports surfaces*, **Polymer Testing**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.polymertesting.2017.09.021](https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2017.09.021)
- [119] M. Llompart, L. Sanchez-Prado, J. P. Lamas, C. Garcia-Jares, E. Roca, T. Dagnac (2013): *Hazardous organic chemicals in rubber recycled tire playgrounds and pavers*, **Chemosphere**, vol. 90., pp. 423-431.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.07.053>
- [120] M. Celeiro, D. Armada, N. Ratola, T. Dagnac, J. de Boer, M. Llompart (2020): *Evaluation of chemicals of environmental concern in crumb rubber and water leachates from several types of synthetic turf football pitches*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128610>
- [121] M. H. Dehghani, A. Norouzian, M. Fazlzadeh, H. R. Ghaffari (2019): *Exposure and risk assessment of BTEX in indoor air of gyms in Teheran, Iran*, **Microchemical Journal**, vol. 150., pp. 104-110.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104135>
- [122] K. Bralewska, W. Rogula-Kozłowska (2020): *Health exposure of users of indoor sports centers related to the physico-chemical properties of particulate matter*, **Building and Environment**, vol. 180., pp. 106-128.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106935>
- [123] J. Rashid, B. Patel, E. Nozik-Grayck, I. F. McMurtry, K. R. Stenmark, F. Ahsan (2017): *Inhaled sildenafil as an alternative to oral sildenafil in the treatment of pulmonary arterial hypertension (PAH)*, **Journal of Controlled Release**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.jconrel.2017.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.02.003)
- [124] J. L.R. Baum, U. Bakali, C. Killawala, K. M. Santiago, E. Dikici, E. N. Kobetz, N. Schaefer-Solle, S. Deo, L. Bachas, S. Daunert (2020): *Evaluation of silicone-based wristbands as passive sampling systems using PAHs as an exposure proxy for carcinogen monitoring in firefighters: Evidence from the firefighter cancer initiative*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 205., pp. 111-120.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111100>
- [125] K. Hąc-Wydro, K. Połec, M. Broniatowski (2018): *The impact of selected Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) on the morphology, stability and relaxation of ternary lipid monolayers imitating soil bacteria membrane*, **Journal of Molecular Liquids**, vol. 276., pp. 409-416.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.12.020>
- [126] E. Drwal, A. Rak, E. L. Gregoraszcuk (2019): *Differential effects of ambient PAH mixtures on cellular and steroidogenic properties of placental JEG-3 and BeWo cells*, **Reproductive Toxicology**, vol. 86., pp. 14-22.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2019.03.003>
- [127] O. Brózman, J. Novák, A. K. Bauer, P. Babica (2020): *Airborne PAHs inhibit gap junctional intercellular communication and activate MAPKs in human bronchial epithelial cell line*, **Environmental Toxicology and Pharmacology**, vol. 79., pp. 103-115.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103422>

- [128] X. Xu, J. Liu, C. Huang, F. Lu, Y. M. Chiung, X. Huo (2015): *Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an e-waste recycling town*, **Chemosphere**, vol. 139., pp. 295-302.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.05.080>
- [129] J. M. Genkinger, L. Stigter, W. Jedrychowski, T. Huang, S. Wang, E. L. Roen, R. Majewska, A. Kiełtyka, E. Mroz, F. P. Perera (2015): *Prenatal polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure, antioxidant levels and behavioral development of children ages 6–9*, **Environmental Research**, vol. 140., pp. 136-144.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.017>
- [130] M. I. Roslund, S. Rantala, S. Oikarinen, R. Puhakka, N. Hui, A. Parajuli, O. H. Laitinen, H. Hyöty, A. Rantalainen (2019): *Endocrine disruption and commensal bacteria alteration associated with gaseous and soil PAH contamination among daycare children*, **Environment International**, vol. 130., pp. 104-112.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.06.004>
- [131] H. Choi, W. Song, M. Wang, R. J. Sram, B. Zhang (2019): *Benzo[a]pyrene is associated with dysregulated -myelo-lymphoid hematopoiesis in asthmatic children*, **Environmental International**, vol. 128., pp. 218-232.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.052>
- [132] L. Chen, G. Hu, R. Fan, Y. Lv, Y. Dai, Z. Xu (2018): *Association of PAHs and BTEX exposure with lung function and respiratory symptoms among a nonoccupational population near the coal chemical industry in Northern China*, **Environment International**, vol. 120., pp. 480-488.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.004>
- [133] M. Shen, G. Liu, H. Yin, L. Zhou (2020): *Distribution, sources and health risk of PAHs in urban air-conditioning dust from Hefei, East China*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 194., pp. 110-119.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110442>
- [134] Y. He, C. Yang, W. He, F. Xu (2020): *Nationwide health risk assessment of juvenile exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the water body of Chinese lakes*, **Science of the Total Environment**, vol. 723., pp. 138-151.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138099>
- [135] G. K. Gaurav, D. Yadav (2020): *Probing the excellence of wastewater PAHs removal approaches: A critical review*, **Journal of Contaminant Hydrology**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2020.103715>
- [136] S. Lu, Y. Li, J. Zhang, T. Zhang, G. Liu, M. Huang, X. Li, J. Ruan, K. Kannan, R. Qiu (2016): *Associations between polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure and oxidative stress in people living near e-waste recycling facilities in China*, **Environment International**, vol. 94., pp. 161-169.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.021>
- [137] P. Fauser, M. Ketzel, T. Becker, M.S. Plejdrup, J. Brandt, L. Gidhagen, G. Omstedt, T. Skårman, A. Bartonova, P. Schwarze, N. Karvosenoja, V. Paunu, J. Kukkonen, A. Karppinen (2017): *Human exposure to carcinogens in ambient air in Denmark, Finland and Sweden*, **Atmospheric Environment**, vol. 167., pp. 283-297.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.08.033>
- [138] A. Fliedner, N. Lohmann, H. Rüdél, D. Teubner, J. Wellnitz, J. Koschorreck (2016): *Current levels and trends of selected EU Water Framework Directive priority substances in freshwater fish from the German environmental specimen bank*, **Environmental Pollution**, vol. 216., pp. 866-876.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.060>

- [139] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2012): *Case Studies in Environmental Medicine - Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*, pp. 1-68.
DOI-szám: -
- [140] 6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=123507.291524 (On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.01.10)
- [141] H. Kovács (2013): *Nehézfémekkel szennyezett bányaterületről származó fás szárú biomassza égetéssel történő ártalmatlanítási feltételeinek vizsgálata*, **PhD értekezés**, Miskolci Egyetem, Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskola, p.12
DOI-szám: [10.14750/ME.2013.027](https://doi.org/10.14750/ME.2013.027)
- [142] J. G. Paithankar, S. Saini, S. Dwivedi, A. Sharma, D. K. Chowdhur (2020): *Heavy metal associated health hazards: An interplay of oxidative stress and signal transduction*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128350>
- [143] H. Jeong, J. Y. Choi, J. L. J. Lim, K. Ra (2020): *Heavy metal pollution by road-deposited sediments and its contribution to total suspended solids in rainfall runoff from intensive industrial areas*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115028>.
- [144] Y. Tian, J. Li, S. Jia, W. Zhao (2021): *Co-release potential and human health risk of heavy metals from galvanized steel pipe scales under stagnation conditions of drinking water*, **Chemosphere**, vol. 267., pp. 129-140.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129270>
- [145] J. Ma, S. Ullah, A. Niu, Z. Liao, Q. Qin, S. Xu, C. Lin (2020): *Heavy metal pollution increases CH₄ and decreases CO₂ emissions due to soil microbial changes in a mangrove wetland: Microcosm experiment and field examination*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128735>
- [146] M. S. de Assis Araujo, N. D. Figueiredo, V. M. Camara, C. I.R. F. Asmus (2020): *Maternal-child exposure to metals during pregnancy in Rio de Janeiro city, Brazil: The Rio Birth Cohort Study of Environmental Exposure and Childhood Development (PIPA project)*, **Environmental Research**, vol. 183., pp. 109-114.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109155>
- [147] M. Vänskä, S. Y. Diab, K. Perko, S. R. Quota, N. M. A. Albarqouni, A. Myöhänen, R. Punamäki, P. Manduca (2019): *Toxic Environment of war: Maternal prenatal heavy metal load predicts infant emotional development*, **Infant Behavior and Development**, vol. 55., pp. 1-9.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2019.01.002>
- [148] M. H. Rahbar, M. Samms-Vaughan, M. Lee, J. Zhang, M. Hessabi, J. Bressler, M. A. Bach, M. L. Grove, S. Shakespeare-Pellington, C. Beecher, W. McLaughlin, K. A. Loveland (2020): *Interaction between a mixture of heavy metals (lead, mercury, arsenic, cadmium, manganese, aluminum) and GSTP1, GSTT1, and GSTM1 in relation to autism spectrum disorder*, **Research in Autism Spectrum Disorders**, vol. 79., pp. 101-119.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2020.101681>
- [149] C. Y. Hsieh, C. Jung, C. Lin, B. Hwang (2020): *Combined exposure to heavy metals in PM_{2.5} and pediatric asthma*, **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.12.634>

- [150] J. Guo, C. Wu, J. Zhang, X. Qi, S. Lv, S. Jianga, T. Zhou, D. Lu, C. Feng, X. Chang, Y. Zhang, Y. Cao, G. Wang, Z. Zhou (2020): *Prenatal exposure to mixture of heavy metals, pesticides and phenols and IQ in children at 7 years of age: The SMBCS study*, **Environment International**, vol. 139., pp. 105-114.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105692>
- [151] Y. Zhang, X. Huo, X. Lu, Z. Zeng, M. M. Faas, X. Xu (2020): *Exposure to multiple heavy metals associate with aberrant immune homeostasis and inflammatory activation in preschool children*, **Chemosphere**, vol. 257., pp. 127-138.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127257>
- [152] M. A. R. Sant'Ana, T. C. de Carvalho, I. F. da Silva (2021): *Concentration of heavy metals in UHT dairy milk available in the markets of São Luis, Brazil, and potential health risk to children*, **Food Chemistry**, vol. 3456., pp. 128-140.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128961>
- [153] H. Wu, B. Xu, Y. Guan, T. Chen, R. Huang, T. Zhang, R. Sun, K. Xie, M. Chen (2020): *A metabolomic study on the association of exposure to heavy metals in the first trimester with primary tooth eruption*, **Science of the Total Environment**, vol. 723., pp. 138-141.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138107>
- [154] M. H. Soomro, N. Baiz, G. Huel, C. Yazbeck, J. Botton, B. Heude, C. Bornehag, I. Annesi-Maesano (2019): *Exposure to heavy metals during pregnancy related to gestational diabetes mellitus in diabetes-free mothers*, **Science of the Total Environment**, vol. 656., pp. 870-876.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.422>
- [155] S. Chang, L. Lodico, Z. Williams (2017): *Nutritional composition and heavy metal content of the human placenta*, **Placenta**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.placenta.2017.07.013](https://doi.org/10.1016/j.placenta.2017.07.013)
- [156] T. Shi, Y. Wang (2020): *Heavy metals in indoor dust: Spatial distribution, influencing factors, and potential health risks*, **Science of the Total Environment**, vol. 755., pp. pp. 142-160.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142367>
- [157] R. Rostami, M. E. Kalan, H. R. Ghaffari, B. Saranjam, K. D. Ward, H. Ghobadi, Y. Poureshgh, M. Fazlzadeh (2021): *Characteristics and health risk assessment of heavy metals in indoor air of waterpipe cafés*, **Building and Environment**, vol. 190., pp. 107-118.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107557>
- [158] P. Xu, Y. Chen, S. He, W. Chen, L. Wu, D. Xu, Z. Chen, X. Wang, X. Lou (2020): *A follow-up study on the characterization and health risk assessment of heavy metals in ambient air particles emitted from a municipal waste incinerator in Zhejiang, China*, **Chemosphere**, vol. 246., pp. 125-134.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125777>
- [159] O. J. Afonne, E. C. Ifediba (2020): *Heavy metals risks in plant foods – need to step up precautionary measures*, **Current opinion in Toxicology**, vol. 22., pp. 1-6.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2019.12.006>
- [160] L. Wang, X. Peng, H. Fu, C. Huang, Y. Li, Z. Liu (2020): *Recent advances in the development of electrochemical aptasensors for detection of heavy metals in food*, **Biosensors and Bioelectronics**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111777>
- [161] A. U. Rehman, S. Nazir, R. Irshad, K. Tahir, K. Rehman, R. U. Islam, Z. Wahab (2020): *Toxicity of heavy metals in plants and animals and their uptake by magnetic iron oxide nanoparticles*, **Journal of Molecular Liquids**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114455>

- [162] S. Liao, G. Jin, M. A. Khan, Y. Zhu, L. Duan, W. Luo, J. Jia, B. Zhong, J. Ma, Z. Ye, D. Liu (2020): *The quantitative source apportionment of heavy metals in peri-urban agricultural soils with UNMIX and input fluxes analysis*, **Environmental Technology and Innovation**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101232>
- [163] H. Eom, M. Park, A. Jang, S. Kim, S. Oh (2020): *A simple and rapid algal assay kit to assess toxicity of heavy metal-contaminated water*, **Environmental Pollution**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116135>
- [164] R. M. Tomno, J. K. Nzeve, S. N. Mailu, D. Shitanda, F. Waswa (2020): *Heavy metal contamination of water, soil and vegetables in urban streams in Machakos municipality, Kenya*, **Scientific African**, vol. 9., pp. 1-9.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00539>
- [165] S. Ł. Rózański, W. Kwasowski, J. M. P. Castejón, A. Hardy (2018): *Heavy metal content and mobility in urban soils of public playgrounds and sport facility areas, Poland*, **Chemosphere**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.chemosphere.2018.08.109](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.08.109)
- [166] E. Matoso, S. Cadore (2012): *Determination of inorganic contaminants in polyamide textiles used for manufacturing sport T-shirts*, **Talanta**, vol. 88., pp. 496-501.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2011.11.022>
- [167] Z. Bartha (1988): *Gumiipari kézikönyv*, 1. kötet, **TAURUS-OMIKK**, p. 226.
ISBN-szám: [963-592-723-1](https://www.isbn-international.org/product/963-592-723-1).
- [168] S. Wanchinee, B. Pakamas, B. Siridech, K. Supranee (2017): *Effect of concentrated natural rubber latex on the properties and degradation behavior of cotton-fiber reinforced cassava starch biofoam*, **Industrial Crops & Products**, vol. 108, pp. 756-766.
DOI-szám: [10.1016/j.indcrop.2017.07.046](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.046)
- [169] Y. Kanokwan, A. Taweechai (2016): *Effect of mastication time on the low strain properties of short pineapple leaf fiber reinforced natural rubber composites*, **Polymer Testing**, vol. 16., pp. 31013-38.
DOI-szám: [10.1016/j.polymertesting.2016.11.006](https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2016.11.006)
- [170] Z. Łukasz Z., C. Xavier, R. S. Mohammad, F. Krzysztof (2018): *Preparation and characterization of natural rubber composites highly filled with brewers' spent grain/ground tire rubber hybrid reinforcement*, **Composites**, Accepted Manuscript
DOI-szám: [10.1016/j.compositesb.2018.03.024](https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.03.024)
- [171] A. P. Kuriakose, G. F. Rajendran (1995): *Rice bran oil as a novel compounding ingredient in sulfur vulcanization of natural-rubber*, **European Polymer Journal**, vol. 31., pp. 595-602.
DOI-szám: [1.026-126999](https://doi.org/10.1016/0360-6376(95)00126-9)
- [172] K. Tamási, G. Zsoldos (2017): *Illó és növényi olajak alkalmazása, mint lehetséges lágyítószerke különböző elasztomer textúrákban*, **Műszaki, technológiai és gazdasági kihívások a 21. században Konferenciakiadvány**, Szegedi Tudományegyetem
ISBN-szám: [978-963306-569-3](https://www.isbn-international.org/product/978-963306-569-3).
- [173] F. Khallouki, S. Viel, R. W. Owen (2008): *Thermal stability and long-chain fatty acid positional distribution on glycerol of argan oil*, **Food Chemistry**, vol. 110., pp. 57-61.
DOI-szám: [10.1016/j.foodchem.2008.01.055](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.01.055).

- [174] M. Grajzer; A. Prescha, K. Korzonek, A. Wojakowska, M. Dziadas, A. Kulma, H. Grajeta (2015): *Characteristics of rose hip (Rosa canina L.) cold-pressed oil and its oxidative stability studied by the differential scanning calorimetry method*, **Food Chemistry**, vol. 188., pp. 459–466.
DOI-szám: [10.1016/j.foodchem.2015.05.034](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.034).
- [175] W.G.D Jayewardhana, G. M. Perera, D. G. Edirisinghe, L. Karunanayake (2009): *Study on natural oils as alternative processing aids and activators in carbon black filled natural rubber*, **Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka**, vol. 37, pp. 187-193.
DOI-szám: [10.4038/jnsfsr.v37i3.1212](https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v37i3.1212)
- [176] S. L. Dasgupta, S. Agrawala, S. Bandyopadhyaya, S. Chakrabortya, R. Mukhopadhyaya, R.K. Malkanib, S. C. Ameta (2007): *Characterization of eco-friendly processing aids for rubber compound*, **Polymer Testing**, vol. 26, pp. 489–500.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2007.01.007>
- [177] S. L. Dasgupta, S. Agrawal, S. Bandyopadhyay, S. Chakraborty, R. Mukhopadhyay, R. K. Malkani, S. C. Ameta (2008): *Characterisation of eco-friendly processing aids for rubber compound: Part II.*, **Polymer Testing**, vol. 27, pp. 277-283.
DOI-szám: [10.1016/j.polymertesting.2007.11.004](https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2007.11.004)
- [178] S. Moresco, C. T. Scarton, M. Giovanela, L. N. Carli, D. M. Bieliński, J. S. Crespo (2019): *Natural rubber compositions with the partial/total replacement of carbon black/naphthenic oil by renewable additives: Rice husk ash and cashew nut oil*, **Applied Polymer Science**, vol. 136.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1002/app.48314>
- [179] J. Sz. H. Wee, A. B. Chai, J. H. Ho (2017): *Fabrication of Shape Memory Natural Rubber using Palmitic Acid*, **Journal of King Saud University – Science**, Accepted Manuscript
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2017.09.003> JKUS 527
- [180] A. Zanchet, R. Demori, F.D.B. de Sousa, H.L. Ornaghi, L.S.A. Schiavo, C.H. Scuracchio (2019): *Sugar cane as an alternative green activator to conventional vulcanization additives in natural rubber compounds: Thermal degradation study*, **Journal of Cleaner Production**, vol. 207., pp. 248-260.
DOI-szám: [10.1016/j.jclepro.2018.09.203](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.203)
- [181] T. Czvikovszky, P. Nagy, J. Gaál (2007): *A polimertechnika alapjai*, **Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ**
ISBN-szám: 963-420-855-X.
- [182] J. Datta, P. Parcheta (2017): *A comparative study on selective properties of Kraft lignin– natural rubber composites containing different plasticizers*, **Iran Polymer Journal**, vol. 26., pp. 453–466.
DOI-szám: [10.1007/s13726-017-0534-0](https://doi.org/10.1007/s13726-017-0534-0)
- [183] R. J. Santos, D. L. S. Agostini, F. C. Cabrera, E. Aparecido, P. Reis, M. R. Ruiz, E. R. Budemberg, S. R. Teixeira, A. E. Job (2014): *Sugarcane Bagasse Ash: New Filler to Natural Rubber Composite*, **Polímeros**, vol. 24, pp. 646-653.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1547>
- [184] X. Xu, C. Koomson, M. Doddamani, R. K. Behera, N. Gupta (2019): *Extracting elastic modulus at different strain rates and temperatures from dynamic mechanical analysis data: A study on nanocomposites*, **Composites Part B.**, vol. 159., pp. 346–354.
DOI-szám: [10.1016/j.compositesb.2018.10.015](https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.10.015)
- [185] M. Kollár (2012): *Polimerkeverékek készítésének elmélete*, **Anyagmérnöki Tudományok**, 37. kötet, 1. szám, pp. 211–218.
DOI-szám: -

- [186] Z. Bartha (1971): *Műanyag és gumiipari kislexikon*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, p. 247.
ISBN-szám: -
- [187] C. D. Zappiolo, D. M. Nanicuacu, W.N. L. dos Santos, D. L. F. da Silva, L.H. Dall'Antônia, F.M. de Oliveira, D.N. Clausen, C. R. T. Tarley (2016): *Solid Phase Extraction to On-Line Preconcentrate Trace Cadmium Using Chemically Modified Nano-Carbon Black with 3-Mercaptopropyltrimethoxysilane*, **Journal of Brazilian Chemical Society**, vol. 27., no. 10, pp. 1715-1726
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.20160052>
- [188] I.Z. Seregély (2008): *Receptúrális feladatok, Oktatási jegyzet*, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, pp. 2-4.
DOI-szám: -
- [189] A. Pradhan; D. S. Shrestha; A. McAloon; W. Haas; J. A. Duffield (2011): *Energy life-cycle assessment of soybean biodiesel revisited*, **Transactions of the ASABE**, vol. 54. (3), pp. 1031-1039.
ISSN-szám: [2151-0032](https://doi.org/10.13131/2151-0032).
- [190] S. A. Adam; M. A. Fairuz; M. S. Hussin; M.R.M. Hafiezal, S. N. Khaironisa (2014): *Investigate the Effect of Using Sunflower Oil as a Lubricant During Turning Operation of Stainless Steel*, **International Review of Mechanical Engineering**, vol. 8 (1), Accepted Manuscript
DOI-szám: -
- [191] S. Syahrullail; B.M Zubil; C.S.N. Azwadi.; M.J.M. Ridzuan (2011): *Experimental evaluation of palm oil as lubricant in cold forward extrusion process*, **International Journal of Mechanical Sciences**, vol. 53. (7), pp. 549-555.
DOI-szám: [10.1016/j.ijmecsci.2011.05.002](https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2011.05.002)
- [192] J. Csapó, Zs. Csapóné Kiss (2003): *Élelmiszer-kémia könyv*, Mezőgazda Kiadó
ISBN-szám: -
- [193] N. B. Samarth, P.A. Mahanwar (2015): *Modified Vegetable Oil Based Additives as a Future Polymeric Material—Review*, **Open Journal of Organic Polymer Materials**, vol. 5, pp. 1-22.
DOI-szám: [10.4236/ojopm.2015.51001](https://doi.org/10.4236/ojopm.2015.51001)
- [194] N. Vingerling, M. Oseredczuk, L. Chaffaut, J. Ireland, M. Ledoux (2015): *Fatty acid composition of commercial vegetable oils from the French market analysed using a long highly polar column*, **Oléagineux, Corps Gras, Lipides**, vol. 17(3), pp. 185–192.
DOI-szám: [10.3390/nu10091193](https://doi.org/10.3390/nu10091193)
- [195] D. S. Lee, B. S. Noh, S. Y. Bae, K. Kim (1998): *Characterization of fatty acids composition in vegetable oils by gas chromatography and chemometrics*, **Analytica Chimica Acta**, vol. 358(2), pp. 163–175.
DOI-szám: [10.1016/S0003-2670\(97\)00574-6](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(97)00574-6)
- [196] R. C. Zambiasi, R. Przybylski, M. W. Zambiasi, C. B. Mendonça (2007): *Fatty acid composition of vegetable oils and fats*, **B. Ceppa**, vol. 25(1), pp. 111-120.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v25i1.8399>
- [197] R. G. Binder, T. H. Applewhite, G. O. Kohler, L. A. Goldblatt (1962): *Chromatographie analysis of seed oils. Fatty acid composition of castor oil*, **Journal of the American Oil Chemists' Society**, vol. 39(12), pp. 513–517.
ISSN-szám: [0003-021X](https://doi.org/10.1003-021X)

- [198] M. M. Conceição, R. A. Candeia, F. C. Silva, A. F. Bezerra, V. J. Fernandes, A. G. Souza (2007): *Thermoanalytical characterization of castor oil biodiesel*, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, vol. 11(5), pp. 964–975.
DOI-szám: -
- [199] J. Salimon, D. A. Mohd Noor, A. T. Nazrizawati, M. F. Mohd Yusoff, A. Noraishah (2010): *Fatty acid composition and physicochemical properties of Malaysian castor bean ricinus communis L. seed oil*, **Sains Malaysiana**, vol. 39(5), pp. 761-764.
DOI-szám: -
- [200] Y. N. Manaf; Y. A. Yusof, M.N.M Desa; B. P. Nusantoro (2018): *Lipid characteristics and tocopherol content of the oils of native avocado cultivars grown in Indonesia*, **International Journal of Food Properties**, vol. 21 (1), pp. 2758-2771.
DOI-szám: [10.1080/10942912.2018.1564761](https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1564761)
- [201] G.P.P. Kamatou A. M. Viljoen (2017): *Comparison of fatty acid methyl esters of palm and palmist oils determined by GCxGC–ToF–MS and GC–MS/FID*, **South African Journal of Botany**, vol. 112., pp. 483-488.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.06.032>
- [202] [Olajsav – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Olajsav)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [203] [Palmitinsav – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Palmitinsav)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [204] [Linolsav – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Linolsav)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [205] [Ricinus – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ricinus)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [206] [Erukasav – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Erukasav)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [207] [Sztearinsav – Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Sztearinsav)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [208] Agilent 5975C Gázkromatográf adatlapja: [5989-6427EN_5989-6427EN.qxd \(agilent.com\)](https://www.agilent.com/cs/library/quickstart/GC/5975C_5989-6427EN_5989-6427EN.qxd)
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2021.08.12)
- [209] P.Károlyné (2019): *A DMA vizsgálat többet tud, mint amit tudnak róla*, **Műanyagipariszemle**, vol.5, pp. 1-5.
ISSN-szám: 1785-7856
- [210] W. Vetter; V. Darwisch; K. Lehnert (2020): *Erucic acid in Brassicaceae and salmon – An evaluation of the new proposed limits of erucic acid in food*, **NFS Journal**, vol. 19., pp. 9-15.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.03.002>
- [211] R. K. Elango, K.Sathiasivan, C. Muthukumaran, V. Thangavelu, M. Rajesh, K.Tamilarasan (2018): *Transesterification of castor oil for biodiesel production: Process optimization and characterization*, **Microchemical Journal**, *Accepted Manuscript*, pp.1-30.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.12.039>

- [212] H. E. Tahir; M. Arslan, G. K. Mahunu; A. A. Mariod; S.B.H. Hashim, Z. Xiaobo, S. Jiyong, H. R. El-Seedi; T.H. Musa (2022): *The use of analytical techniques coupled with chemometrics for tracing the geographical origin of oils: A systematic review (2013–2020)*, **Food Chemistry**, vol. 366., pp.1-14.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130633>
- [213] G. Zsoldos, K. Szóda, K. Marossy (2015): *Combined Mechanical and Electrical Study of Polymers of Biological Origin*, **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, vol. 175., pp. 1-7.
DOI-szám: [10.1088/1757-899X/175/1/012028](https://doi.org/10.1088/1757-899X/175/1/012028)
- [214] <http://www.arganismecosmetics.com/safety-evaluation-argan-oil/>
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [215] <https://sheavaj.hu/arganolaj>
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [216] A. J. Folayan; P-A.L Anawe (2019): *Synthesis and characterization of Argania spinosa (Argan oil) biodiesel by sodium hydroxide catalyzed transesterification reaction as alternative for petro-diesel in direct injection, compression ignition engines*, **Heliyon**, vol.5. (9), p.6.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02427>
- [217] E. M. Yahia, A. B. Woolf (2011): *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruit*, **Woodhead Publishing Limited**, pp. 1-62.
DOI-szám: [10.1533/9780857092762.125](https://doi.org/10.1533/9780857092762.125)
- [218] https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_US_CB4411776.aspx
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [219] Y. N Manaf; A. P. Rahardjo; Y. A. Yusof; M. N. M. Desa; B. P. Nusantoro (2018): *Lipid characteristics and tocopherol content of the oils of native avocado cultivars grown in Indonesia*, **International Journal of Food Properties**, vol. 21 (1), pp. 2758-2771.
DOI-szám: [10.1080/10942912.2018.1564761](https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1564761)
- [220] https://www.engineeringtoolbox.com/oil-melting-point-d_1088.html
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [221] <http://www.veganbaking.net/articles/tools/fat-and-oil-melt-point-temperatures>
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [222] A. Devi; B. S. Khatkar (2016): *Physicochemical, rheological and functional properties of fats and oils in relation to cookie quality: a review*, **Journal of Food Science and Technologies**; vol. 53 (10), pp. 3633–3641.
DOI-szám: [10.1007/s13197-016-2355-0](https://doi.org/10.1007/s13197-016-2355-0)
- [223] S. Asadauskas; S. Erhan (1999): *Depression of Pour Points of Vegetable Oils by Blending with Diluents Used for Biodegradable lubricants*, **Journal of the American Oil Chemists' Society**, vol. 76 (3), pp. 313-316.
DOI-szám: [10.1007/s11746-999-0237-6](https://doi.org/10.1007/s11746-999-0237-6).
- [224] I. Bushnan; V. K. Singh; D. K. Triphati (2020): *Nanomaterials and Environmental Biotechnology*, **Springer**, Ch. 18, p.342.
ISBN-szám: [978-3-030-34543-3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34543-3).
- [225] http://www.palmoilworld.org/about_palmoil.html
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)

- [226] https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_cb1317071.htm
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [227] D. S. Chinchkar; S. T. Satpute; N. R. Kumbhar (2012): *Castor Oil as Green Lubricant: A Review*, **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, vol. 1 (5), p.2
ISSN-szám: 2278-0181.
- [228] Ács, I (1977): *A gépkocsi-fékfolyadék műszaki fejlesztése*, **Hadtápbiztosítás**, vol.4 (1), p.17.
DOI-szám: -
- [229] https://en.m.wikipedia.org/wiki/Castor_oil
(On-line hivatkozás, letöltés ideje: 2022. 04. 17)
- [230] S. Sadauska, S. Z. Erhanb (1999): *Depression of Pour Point of Vegetable Oils by Blending with Diluents Used for Biodegradable lubricants*, **JAOCs**. Vol. 76, no. 3, pp. 313-316.
DOI-szám: 10.1007/s11746-999-0237-6.
- [231] D. S. Chinchkar, S.T. Satpute, N.R. Kumbhar (2012): *Castor Oil as Green Lubricant: A Review*, **IJERT**, vol. 1 (5), p.2.
ISSN-szám: 2278-0181.
- [232] I. A. van Wetten; A. V. van Herwaarden; R. Splinter; R. Boerrigter-Eenling; S. M. van Ruth (2014): *Oil Analysis by Fast DSC*, **EUROSENSORS 2014, the XXVIII edition of the conference series, Procedia Engineering**, vol. 87., pp. 280 – 283.
DOI-szám: 10.1016/j.proeng.2014.11.662.
- [233] M. Teles dos Santos, I.S. Viana, J.N.R. Ract, G.A.C. Le Roux (2016): *Thermal properties of palm stearin, canola oil and fully hydrogenated soybean oil blends: Coupling experiments and modeling*, **Journal of Food Engineering**, pp. 1-9.
DOI-szám: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.03.029>.
- [234] K. Marossy (2017): *Practical approach to Thermally Stimulated Discharge (TSD) method on polymers*, **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, vol. 129 (1), pp. 161-170.
DOI-szám: 10.1007/s10973-017-6098-6.
- [235] P. Károlyné (2015): *A DMA vizsgálat többet tud, mint amit tudnak róla*, **Műanyagipari szemle**, vol. 5., pp. 1-5.
DOI-szám: -
- [236] D.Dong, Xi. Huang, X. Li, L. Zhang (2010): *Swelling process of rubber in asphalt and its effect on the structure and properties of rubber and asphalt*, **Construction and Building Materials**, vol. 29., pp.316-322.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.021>.
- [237] H. Yu, Z. Leng, Z. Zhang, D. Li, J. Zhang (2020): *Selective absorption of swelling rubber in hot and warm asphalt binder fractions* **Construction and Building Materials**, vol. 238., pp. 1-10.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117727>.
- [238] Y. Zhu, G. Xu, T. Ma, J. Fan, S. Li (2022): *Performances of rubber asphalt with middle/high content of waste tire crumb rubber*, **Construction and Building Materials**, vol. 335., pp. 127-488.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127488>.

- [239] I. Halász (2017): *Ciklikus butilén tereftalát oligomer (CBT) tartalmú elasztomerek fejlesztése*, **Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**, Doktori Értekezés
DOI-szám: -
- [240] V.C. Chandrasekaran (2010): *Swelling Aspects of Rubber Related to Seal Performance*, **Rubber Seals for Fluid and Hydraulic Systems**, ch.8., pp.79-90.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/B978-0-8155-2075-7.10008-5>.
- [241] K. Sivaselvi, V. S. Varma, A. Harikumar, A. Jayaprakash, S.Sankar, C. Y. Krishna, K. Gopal (2021): *Improving the mechanical properties of natural rubber composite with carbon black (N220) as filler*, **Materials Today: Proceedings**, vol. 42., pp. 921-925.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.836>.
- [242] P. Rachtanapun, A. Kodsangma, N. Homsaard, S. Nadon, P. Jantrawut, W. Ruksiriwanich, P. Seesuriyachan, N. Leksawasdi, Y. Phimolsiripol, T. Chaiyasoo, S. Phongthai, S. R. Sommano, C. Techapun, T. Ougizawa, T. Kittikorn, S. Wangtueai, J. M. Regenstein, K. Jantanasakulwong (2021): *Thermoplastic mung bean starch/natural rubber/sericin blends for improved oil resistance*, **International Journal of Biological Macromolecules**, vol. 188., pp. 283-289.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.07.187>.
- [243] H. Ismail, R. Nordin, A.M. Noor (2022): *Cure characteristics, tensile properties and swelling behaviour of recycled rubber powder-filled natural rubber compounds*, **Polymer Testing**, vol. 21., pp. 565-569.
DOI-szám: [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(01\)00125-8](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(01)00125-8).
- [244] M.T. Ramesan (2004): *Thermogravimetric analysis, flammability and oil resistance properties in natural rubber and dichlorocarbene modified styrene butadiene rubber blends*, **Reactive & Functional Polymers**, vol. 59., pp. 267-274.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2004.02.005>.
- [245] S. Songsaeng, P. Thamyongkit, S. Poompradub (2019): *Natural rubber/reduced-graphene oxide composite materials: Morphological and oil adsorption properties for treatment of oil spills*, **Journal of Advanced Research**, Accepted manuscript, pp. 1-41.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.05.007>.
- [246] Cs. E. Tóth, K. Tamási, E. Borsodi, K. Marossy (2020): *The issue of protection from an engineering perspective*, **Materials Science and Engineering**, **A publication of the University of Miskolc**, vol. 45 (1), pp. 9-15.
ISSN-szám: [2063-6792](https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.05.007).
- [247] M. Wang, R. Wang, X. Chen, Y. Kong, Y. Huang, Y. Lv, G. Li (2022): *Effect of non-rubber components on the crosslinking structure and thermo-oxidative degradation of natural rubber*, **Polymer Degradation and Stability**, vol. 196., pp. 109-845.
DOI-szám: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2022.109845>.

PUBLIKÁCIÓK ÉS ELŐADÁSOK JEGYZÉKE

1. Tamási, Kinga; Marossy, Kálmán: *Combined thermal analysis of plant oils* JOURNAL OF THERMAL ANALYSIS AND CALORIMETRY 147: 3 pp. 2047-2054., 8 p. (2022), DOI WoS Scopus
2. Alula, Gebresas Gerezgiher ; Tamási, Kinga* ; Jamal, Eldin F. M. Ibrahim ; Kónya, Csaba ; Szabó, Tamás József: *Thermoplastic corn starch reinforced with pine wood fibre and calcium carbonate precipitate filler* JOURNAL OF PHYSICS-CONFERENCE SERIES 1527 Paper: 012042, 7 p. (2020, DOI WoS Scopus
3. Borsodi, Eszter ; Tamási, Kinga ; Marossy, Kálmán: *Vegetable oils: Possible new plasticizers in the rubber industry*, MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING: A PUBLICATION OF THE UNIVERSITY OF MISKOLC 45: 1 pp. 20-28., 9 p. (2020)
4. Borsodi, Eszter ; Tamási, Kinga ; Marossy, Kálmán: *Növényi olajok relaxációjának vizsgálata*, ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 30: 4 pp. 47-52., 6 p. (2020)
5. Tamási, Kinga ; Asztalos, Lilla ; Marossy, Kálmán ; Borsodi, Eszter: *Étkezési olajok alkalmazhatóságának vizsgálata gumibevonatok esetén*, POLIMEREK 6: 7-8 pp. 1007-1013., 7 p. (2020)
6. Tóth, Csenge Emese ; Tamási, Kinga ; Borsodi, Eszter ; Marossy, Kálmán: *The Issue of Protection from an Engineering Perspective*, MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING: A PUBLICATION OF THE UNIVERSITY OF MISKOLC 45: 1 pp. 307-315., 9 p. (2020)
7. Hegyi, Luca; Tamási, Kinga ; Aczél, Dániel; Marossy, Kálmán: *Természetes eredetű lágyítószerke fejlesztése PVC csomagolóanyagokban*, In: I. FKF Szimpózium Előadás Összefoglalók, (2019) p. 64
8. Sándor Zoltán, Barnabás; Tamási, Kinga ; Vanyorek, László: *SZÉN NANOCÖVEKKEL ERŐSÍTETT POLIURETÁN NANOKOMPOZIT ELŐÁLLÍTÁSA ÉS VIZSGÁLATA*, In: Bodzás, Sándor; Antal, Tamás (szerk.) Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2018: konferencia előadásai, Debrecen, Magyarország: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottság (2018) 442 p. pp. 302-307.
9. Tamási, Kinga ; Sándor, Zoltán Barnabás; Zsoldos, Gabriella ; Marossy, Kálmán: *Szén nanocsővel erősített, napraforgóolajjal kezelt nanokompozit gumikeverékek felületi-mechanikai tulajdonságainak vizsgálata (2018)*, Absztrakt/ poszter prezentáció
10. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Gumikeverékek termomechanikai tulajdonságainak vizsgálata az eltérő mennyiségű vulkanizálószerke függvényében*, In: Koncz, István; Szova, Ilona (szerk.) 15 éves PEME XVI. PhD - Konferenciájának előadásai, Budapest, Magyarország: Professzorok az Európai Magyarországiért Egyesület, (2018) pp. 292-301.
11. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella ; Szabó, Tamás: *Examination of Polyol-ether based plasticizers in Natural Rubber Mixtures (2018)*, Poster presentation
12. Tamási, Kinga ; Sándor, Zoltán Barnabás; Zsoldos, Gabriella ; Szabó, Tamás: *Measurement of CNT reinforced Natural Rubber Mixtures (2018)*, Poster presentation
13. Tamási, Kinga ; Marossy, Kálmán: *Bio-based Plasticizers from the Kitchen (2018)*, Poster presentation
14. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella ; Marossy, Kálmán: *Examination of Plant oil based Plasticizers in Natural Rubber Mixtures (2018)*, Poster presentation
15. Tamási, Kinga ; Sándor, Zoltán Barnabás: *Measurement of CNT reinforced Natural Rubber Mixtures (2018)*, Poster presentation

16. Tamási, Kinga ; Mariann, Kollár: *Effect of different sulfur content in Natural Rubber mixtures on their thermomechanical and surface properties*, INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE 4: 2 pp. 1-10., 10 p. (2018)
17. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: , Tavaszi Szél 2017 Konferencia = Spring Wind 2017: Konferenciakötet, II., Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2017) 570 p. pp. 130-138., 9 p.
18. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *The effect of different soot compositions on the mechanical properties of rapeseed oil-treated rubber mixtures*, XI. Országos Anyagtudományi Konferencia: absztraktkötet, Budapest, Magyarország: Magyar Anyagtudományi Egyesület, (2017) p. 78
19. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella ; Horváth, Balázs: *Orvosi EVA kopolimer gégecsövek vizsgálata szimulált emberi szövetnedvben különböző módszerekkel*, XL Kémiai Előadói Napok, Szeged, Magyarország: Szegedi Akadémiai Bizottság (2017) pp. 149-150., 2 p.
20. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Faforgáccsal társított nyers kaucsuk kompozitok szerkezetének vizsgálata*, Műszaki, technológiai és gazdasági kihívások a 21. században: Nemzetközi magyar nyelvű konferenciasorozat: Program és absztrakt kötet, Szeged, Magyarország: Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar (2017) p. 26.
21. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Illó és növényi olajak alkalmazása, mint lehetséges lágyítószerkezetű elasztomer textúrákban*, Műszaki, technológiai és gazdasági kihívások a 21. században: Nemzetközi magyar nyelvű konferenciasorozat: Program és absztrakt kötet, Szeged, Magyarország: Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar (2017) p. 27
22. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Természetes lágyítóval kezelt gumikeverékek degradációjának vizsgálata*, A 15 éves PEME XV. PhD - Konferenciájának előadásai: Budapest, 2017. november 08., Budapest, Magyarország: Professzorok az Európai Magyarországiért Egyesület (2017) pp. 162-169., 8 p.
23. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Illóolajok vizsgálata GC MS módszerrel*, Tavaszi Szél 2017 Konferencia. Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia: Absztraktkötet, Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2017) 477 p. p. 203
24. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella ; Horváth, Balázs: *Különböző gyártási feltételekkel előállított EVA kopolimerek szerkezetváltozásainak összehasonlító vizsgálata FT IR, DSC és DMA módszerekkel*, Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2017: konferencia előadásai, Debrecen, Magyarország: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottság (2017) 630 p. pp. 517-524., 8 p.
25. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Examination of essential oils used in PLA with GC-MS method*, INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE 3: 3 pp. 58-63., 6 p. (2017)
26. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella ; Horváth, Balázs: *Különböző gyártási feltételekkel előállított EVA kopolimerek szerkezetváltozásainak összehasonlító vizsgálata FT-IR, DSC és DMA módszerekkel*, Műszaki tudomány az Észak-Kelet Magyarországi régióban 2016., Debrecen, Magyarország: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottság (2016) 799 p. pp. 517-524., 8 p.
27. Tamási, Kinga ; Zsoldos, Gabriella: *Műanyagok egészségügyi vélt és valós hatása*, Műszaki tudomány az Észak-Kelet Magyarországi régióban 2016., Debrecen, Magyarország: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottság (2016) 799 p. pp. 783-791., 9 p.

EGYÉB PUBLIKÁCIÓK

1. Tamási Kinga: Polimertan II. Gyakorlat -Oktatási segédlet (2020), Miskolci Egyetem
2. Tamási Kinga: Polimerek alkalmazástechnikája-Oktatási segédlet (2020), Miskolci Egyetem

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Kockázati osztályozás ftálsavak esetén

Vegyület	DMP	DEP	BBP	DIHP	DEHP/DOP	DINP	DIDP	DCHP	DHP	DPHP	DMEP	DnPEP	DIPP	DBP	DNOP	DIBP
IARC			3		2B											
EU CMR					2						+			+		
EPA					+											
EUs szab.			+		+	+	+							+	+	
SVHC-lista			+		+									+		+
USA TRI	+				+									+		
POP																
SIN-lista		+	+		+						+	+		+		+
ETUC-lista	+	+		+	+	+	+			+			+	+		
Colborn-lista		+			+		+							+	+	+

2. számú melléklet: IARC osztályozás PAH-ok esetén

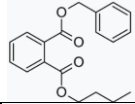
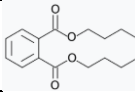
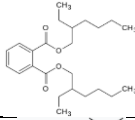
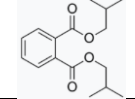
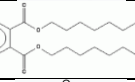
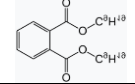
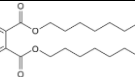
PAH	CAS-szám	Gyűrűk száma	Karcinogenitás	Mutagenicitás	Összegképlet
Naftalin	91-20-3	2	3	-	C ₁₀ H ₈
Acenafilén	208-96-8	2+	3	?	C ₁₂ H ₈
Fluorén	86-73-7	2+	3	-	C ₁₃ H ₁₀
Fenantrén	85-01-8	3	3	?	C ₁₄ H ₁₀
Antracén	120-12-7	3	3	-	C ₁₄ H ₁₀
Fluorantén	206-44-0	3+	3	+	C ₁₆ H ₁₀
Pirén	129-00-0	4	3	+	C ₁₆ H ₁₀
Ciklopenta [c, d] pirén	27208-37-3	4+	3	+	C ₁₈ H ₁₀
Benzo [a]antracén	56-55-3	4	2A	+	C ₁₈ H ₁₂
Krizén	218-01-9	4	3	+	C ₁₈ H ₁₂
Trifenilén	217-59-4	4	3	+	C ₁₈ H ₁₂
Benzo[b]fluoranén	205-99-2	4+	2B	+	C ₂₀ H ₁₂
Benzo[j]fluorantén	205-82-3	4+	2B	+	C ₂₀ H ₁₂
Benzo[k]fluorantén	207-08-9	4+	2B	+	C ₂₀ H ₁₂
Benzo[e]pirén	192-97-2	5	3	+	C ₂₀ H ₁₂
Benzo[a]pirén	50-32-8	5	2A	+	C ₂₀ H ₁₂
Perilén	198-55-0	5	3	+	C ₂₀ H ₁₂
Indeno [1,2,3-c, d] pirén	193-39-5	5+	2B	+	C ₂₂ H ₁₂
Dibenzo [a, j] antracén	224-41-9	6	2A	+	C ₂₂ H ₁₄
Benzo [g, h, i] perilén	191-24-2	6	3	+	C ₂₂ H ₁₂
Antantrén	191-26-4	6	3	+	C ₂₂ H ₁₂
Koronén	191-07-1	6+	3	+	C ₂₄ H ₁₂
Dibenzo [a, e] pirén	192-65-4	6	2B	+	C ₂₄ H ₁₄
Dibenzo [a, i] pirén	189-55-9	6	2B	+	C ₂₄ H ₁₄
Dibenzo [a, h] pirén	189-64-0	6	2B	+	C ₂₄ H ₁₄
Dibenzo [a, l] pirén	191-30-0	6	2B	+	C ₂₄ H ₁₄

3. számú melléklet: IARC osztályozás kockázatos elemek esetén

















Elem	Vegyület	CAS-szám	Osztály
Króm (²⁴ Cr)	Króm (III) és vegyületei	16065-83-1	3
	Króm (VI) és vegyületei	18540-29-9	1
Kobalt (²⁷ Co)	Kobalt-szulfát és más oldható kobalt (II) sók	10026-24-1	2B
	Kobalt és vegyületei	7440-48-4	2B
Nikkel (²⁸ Ni)	Nikkel és vegyületei	7440-02-0	2B
Arzén (³³ As)	Arzén és szerves vegyületei	7440-38-2	1
	Arzén és szervetlen vegyületei	64436-13-1	3
Szelén (³⁴ Se)	Szelén és vegyületei	7782-49-2	3
Bróm (³⁵ Br)	Polibrómozott bifenilek (PBBs)	59536-65-1	2A
	Teobromin	83-67-0	3
Kadmium (⁴⁸ Cd)	Kadmium és vegyületei	7440-43-9	B3
Ón (⁵⁰ Sn)	Ón és vegyületei	7440-31-5	2B
Antimon (⁵¹ Sb)	Antimon-trioxid	7440-36-0	2B, 3
	Antimon-triszulfid		
Bárium (⁵⁶ Ba)	Bárium és vegyületei	7440-39-3	2B
Higany (⁸⁰ Hg)	Higany és vegyületei	7439-97-6	2B
Ólom (⁸² Pb)	Ólom és vegyületei	7439-92-1	1

4. számú melléklet: REACH-ben (A és B), illetve RoHS-ben (C) rögzített kimutatási határértékek ppm-ben

4.1. Ftálsav-észterek esetén ppm nagyságrendben

Kockázatos vegyület	Rövidítés	CAS-szám	IUPAC név	Képlet	Határértékek sporteszközök esetén					Referencia
					Játékok	Szövet, öltözék	Bőrrel érintkező (markolatok)	Élelmiszerral érintkező (kulacsok)	Bőrrel érintkező gumik	
Butilbenzil-ftalát	BBP	85-68-7	Benzyl-butyl-benzene-1,2-dicarboxylate		<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	https://hu.wikipedia.org/wiki/Benzil-butil-ftal%C3%A1t (2022.02.12)
Di-butil-ftalát	DBP	84-74-2	Dibutyl benzene-1,2-dicarboxylate							https://en.wikipedia.org/wiki/Dibutyl_phthalate (2022.02.12)
Bisz-(2-ethylhexil)-ftalát	DEHP	117-81-7	Bis(2-ethylhexyl) phthalate							https://en.wikipedia.org/wiki/Bis(2-ethylhexyl)_phthalate (2022.02.12)
Di-izo-butil-ftalát	DIBP	84-69-5	Bis(2-methylpropyl) benzene-1,2-dicarboxylate							https://echa.europa.eu/documents/10162/12934bbe-ad6f-4671-a931-1ef44f51cb10 (2022.02.12)
Di-izo-decil-ftalát	DIDP	68515-49-1; 26761-40-0	1,2-Benzenedicarboxylic acid							https://oehha.ca.gov/chemicals/di-isodecyl-phthalate-didp (2022.02.12)
Di-izo-nonil-ftalát	DINP	28553-12-0; 68515-48-0	Bis(7-methyloctyl) benzene-1,2-dicarboxylate							https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.513622.html?rid=0bd67e5-ce00-441b-983e-e9894f364060 (2022.02.12)
Di-n-oktil-ftalát	DNOP	117-84-0	1,2-benzenecarboxylic acid dioctyl ester							https://de.wikipedia.org/wiki/Di-n-oktylphthalat (2022.02.12)

4.2. PAH-ok esetén ppm nagyságrendben

Kockázatos vegyület	CAS-szám	Képlet	Határértékek sporteszközök esetén					Referencia
			Játékok	Szővet, öltözék	Bőrrel érintkező (markolatok)	Élelmiszerral érintkező (kulacsok)	Bőrrel érintkező gumik	
Acenaftén	83-32-9		<0,2 BaP* <0,2	<10 BaP* <1	<0,2 BaP* <0,2	<0,2-10 BaP* <0,2	Abronsok <10 BaP* <1 Egyéb gumi <200 BaP* <10	https://hu.wikipedia.org/wiki/Acenaft%C3%A9n (2022.02.12)
Acenaftilén	208-96-8							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acenaphthylene#section=Molecular-Formula (2022.02.12)
Antracén	120-12-7							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8418#section=Other-Identifiers (2022.02.12)
Benzo(a)antracén	56-55-3							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5954#section=Molecular-Formula (2022.02.12)
Benzo(a)pirén	50-32-8							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2336#section=Other-Identifiers (2022.02.12)
Benzo(b)fluorantén	205-99-2							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Benzo_b_fluoranthene#section=CAS (2022.02.12)
Benzo(k)fluorantén	191-24-2							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Benzo_k_fluoranthene#section=Structures (2022.02.12)
Benzo(g,h,i)perilén	191-24-2							https://www.bocsci.com/product/benzo-ghi-perylene-cas-191-24-2-1583.html?msclid=e6d36c74b15b1dd8419c0e730889b4f5&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=Bocsci-Important&utm_term=Benzo%20ghi%20perylene&utm_content=191-24-2-Benzo%5Bghi%5Dperylene (2022.02.12)
Dibenzo(a,h)antracén	53-70-3							https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C53703&Mask=200 (2022.02.12)
Fenantrén	85-01-8							https://hu.wikipedia.org/wiki/Fenantr%C3%A9n (2022.02.12)
Fluorantén	206-44-0							https://dehu.abcdef.wiki/wiki/Fluoranthen (2022.02.12)
Fluorén	86-73-7							https://hu.wikipedia.org/wiki/Fluor%C3%A9n (2022.02.12)
Indeno(1,2,3-cd)krizén	193-39-5							https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Indeno_1_2_3-cd_pyrene#section=Molecular-Formula (2022.02.12)
Krizén	218-01-9							https://www.merckmillipore.com/HU/hu/product/Chrysene.MDA_CHEM-841690 (2022.02.12)
Naftalin	91-20-3							https://www.fishersci.co.uk/shop/products/naphthalene-99-acros-organics-4/p-3737045 (2022.02.12)
Pirén	129-00-0		https://www.merckmillipore.com/HU/hu/product/Pyrene.MDA_CHEM-821051 (2022.02.12)					

BaP* = Benzo(a)pirén

4.3. Fémek, félfémek és Br esetén ppm nagyságrendben

Elem	Játékok	Szövetek, öltözékek	Bőrkészítmények	Nyergek, markolatok	Élelmiszerrel érintkezők	Bőrrel közvetlen érintkező gumik
Króm (^{24}Cr)	<30	<30	<10	<1000	<100	<1000
Kobalt (^{27}Co)	<100	<30	<100	<1000	<1000	<1000
Nikkel (^{28}Ni)	<30	<30	<30	<30	<30	<1000
Arzén (^{33}As)	<10	<10	<10	<100	<100	<100
Szelén (^{34}Se)		<1000				
Bróm (^{35}Br)	<10	<10	<10	<1000	<1000	<1000
Kadmium (^{48}Cd)	<10	<10	<10	<75	<75	<75
Ón (^{50}Sn)	<75	<30	<75	<1000	<1000	<1000
Antimon (^{51}Sb)	<100	<25	<100	<1000	<1000	<1000
Bárium (^{56}Ba)		<1000				
Higany (^{80}Hg)	<10	<10	<10	<100	<100	<100
Ólom (^{82}Pb)	<100	<10	<100	<100	<100	<1000

5. számú melléklet: A kormok osztályozása az ASTM szerinti besorolásban

CC	Conductive Channel	Vezetőképes csatornakorom
EPC	Easy Processing Channel	Könnyen feldolgozható csatornakorom
MPC	Medium Processing Channel	Közepesen feldolgozható csatornakorom
HPC	Hard Processing Channel	Nehezen feldolgozható csatornakorom
SAF	Super Abrasion Furnace	Kiváló kopásállóságú kemencekorom
ISAF	Intermediate Super Abrasion Furnace	Közepesen kiváló kemencekorom
HAF	High Abrasion Furnace	Nagy kopásállóságú kemencekorom
FF	Fine Furnace	Finom eloszlású kemencekorom
FEF	Fast Extruding Furnace	Jól extrudálható kemencekorom
HMF	High Modulus Furnace	Nagy moduluszú kemencekorom
GPF	General Purpose furnace	Általános rendeltetésű kemencekorom
APF	All Purpose Furnace	Minden célra alkalmas kemencekorom
SRF	Semi Reinforcing Furnace	Félaktív kemencekorom
MPF	Medium Processing Furnace	Közepes feldolgozhatóságú kemencekorom
CF	Conductive Furnace	Vezetőképes korom
SCF	Super Conductive Furnace	Kiváló vezetőképességű korom
XCF	Extra Conductive Furnace	Extra vezetőképességű korom
CRF	Channel Replacement Furnace	Csatornakoromot helyettesítő kemencekorom
FT	Fine Thermal	Finom eloszlású termálkorom
MT	Medium Thermal	Közepes eloszlású termálkorom
LB	Lamp Black	Láng/lámpakorom
A	Acetilene Black	acetilénkorom

6. számú melléklet: A kormok kiegészítő jelölése

LS	Low Structure	Kis szerkezetű
HS	High Structure	Nagyszerkezetű
VHS	Very High Structure	Nagyon nagy szerkezetű
LM	Low Modul	Kismodulusú
HM	High Modul	Nagymodulusú
FF	Free Flowing	Könnyen ömleszthető
NS	Non Staining	Nem színező
SC	Slow Curing	Lassan vulkanizáló

7. számú melléklet: Az amerikai és az ASTM jelölés összehasonlítása kormok esetén

N-110	SAF	Kiváló kopásállóságú kemencekorom
N-220	ISAF	Közepesen kopásállóságú kemencekorom
N-330	HAF	Nagy kopásállóságú kemencekorom
N-550	FEF	Jól extrudálható kemencekorom
N-293	CF	Vezetőképes kemencekorom
N-990	MT	Közepes eloszlású termálkorom
S-300	EPC	Könnyen feldolgozható csatornakorom

8. számú melléklet: A kormok alkalmazási területei

Korom típusa	Alkalmazási terület
N 121	Használata főként magas teljesítményű és verseny abroncsok futófelületébe, valamint teherabroncsok futófelületébe.
N 220	Finom granulátumú erősítő korom. Kiváló kopás ellenállást biztosít, viszonylag alacsony modulusú. Abroncs futófelületekhez, újrafutózott keverékekhez. Kiváló minőségű ipari gumitermékekhez. Kiváló minőségű szállítószalagokhoz.
N 234	Finom granulátumú erősítő korom. A különböző gumiknak a magas szintű megerősítését és kiváló kopásállóságát biztosítja. Gumik, amelyek N234 típust tartalmaznak, magas modulusúak. Az N234 tartalmazó alap gumikeverékeket egyenletesen jó extrudálhatóság jellemzi, jól nyújtható. Nagy teljesítményű személygépkocsik gumiabroncs-futófelületeihez, újrafutózott keverékekhez, kiváló minőségű ipari gumitermékekhez és szállítószalagokhoz.
N 299	Javított finom granulátumú korom. Optimális kopásállóság, magas modulusú 300% és alacsony hiszterézis, kombinálva a jó feldolgozhatósági tulajdonsággal. Abroncs futófelülethez, újrafutózott keverékekhez és ipari gumitermékekhez.
N 326	Finom granulátumú, alacsony struktúrájú erősített korom. Biztosítja az alacsony modulusú, nagy szakadási nyúlást, a szakítószilárdság és fáradási erő magas értékeit. Összetört keverékekhez, beleértve a különleges (nem közúti) és óriás abroncsokból nyert keverékekhez. Szállítószalagokhoz, ipari gumiaruhoz, tömitésekhez.
N 326 LPH	Leírása megegyezik az N326-os típussal, alacsony granulátum szilárdságú és a pelletek sokkal puhábbak.
N 330	Finom granulátumú erősítő korom. Magas nyúlás erösséget és jó kopásállóságot biztosít. Használható gumiabroncs oldalfalához, óriás abroncsokhoz, tömlős karkaszokhoz, futószalag gyártáshoz és ipari gumitermékekhez.
N 339	Finom granulátumú erősítő korom erősített struktúrával. Magas modulusú, kiválóan extrudálható. Alkalmas futófelületek, újrafutózó keverékek, ipari gumitermékek és futószalagok gyártásához.
N 347	Finom granulátumú erősítő korom erősített struktúrával. Kiváló feldolgozhatóságot és kopásállóságot biztosít a keveréknek. Alkalmazható abroncs futófelületekhez, újra futózó keverékekhez. Abroncs alkatrészekhez, ipari gumi termékekhez és tömitésekhez. Továbbá alkalmazható még színezőanyagként műanyaggyártásnál.
N 375	Finom granulátumú erősítő korom. Magas nyúlást és kopásállóságot biztosít. Használható abroncs és újra futózó keverékekhez. Ipari gumi termékekhez és futó szalagok gyártásánál.
N 539	Közepesen erősítő korom közepes szóródással. Kitűnő keverékfelhasználhatóságot biztosít. Nagy töltő kapacitású. Abroncs és tömlő keverékhez egyaránt alkalmas. Illetve extrudált profilokhoz, ipari gumi termékek, tömitések, tömlők és szigetelők gyártásához.
N 550	Közepesen erősítő korom közepes szóródással. Kiváló extrudálási képessége és viszonylag magas szakító szilárdságot eredményez a keverékben. Abroncs és tömlő keverékekhez egyaránt alkalmas. Illetve extrudált profilokhoz, ipari gumi termékek, tömitések, tömlők gyártásához.
N 650	Közepesen erősítő korom közepes szóródással. Lágy extrudálást biztosít. Illetve extrudált profilokhoz, ipari gumi termékek, tömitések, tömlők gyártásához.
N 660	Közepesen erősítő korom közepes szóródással. Nagy rugalmasságot és relatív magas keménységet nyújt. Nagy terhelhetőség. Abroncs és tömlőkeverékekhez egyaránt alkalmas. Öntött termékekhez, extrudált profilokhoz. Szigetelésekhez, illetve kábelkitöltéshez.
OMCARB S500	Karakterisztikája megegyezik az N550 típusú korommal, de ez nagy tisztaságú autóipar számára gyártott termék.
N 772 / N 774 / N 762 / P803 / P805S	Finom granulátumú közepesen aktív korom. Nagy rugalmasságot és megnövekedett dinamikai tulajdonságokat hoz. Abroncs karkaszok és ipari gumi termékek gyártásánál használható.
N 990	Ez a közepes termál korom a földgáz bontásából gyártható. A termék maga egy alacsony struktúrájú nagyon egyedi és karakteres korom nagy részecske mérettel. Használva ezt a koromtípust a keverék nagy terhelhetőséget, alacsony kompressziót és alacsony viszkozitást eredményez.
N991	Ez az egyedi koromtípus alacsony nyírőerejű keverékek gyártásához készült. Speciális típusok, alacsony hiszterézisű gumi, konduktív, pigment, nagy tisztaságú típus ipari gumi termékek gyártásához.
Speciális típusok	Alacsony hiszterézisű, jó vezető, színező és nagy tisztaságú korom típusok a technikai gumi termékekhez.

9. számú melléklet: A felhasznált anyagok technikai adatlapjai (TDS)

9.1. Kaucsuk

		TSR CV		TSR L	TSR 5		TSR 10		TSR 20	
		SMR CV50	SMR CV60	SMR L	SMR 5*	SMR GP	SMR 10	SMR 10CV	SMR 20	SMR 20CV
Parameter	Unit									
Dirt (max)	% wt	0.02	0.02	0.02	0.05	0.08	0.08	0.08	0.16	0.16
Ash (max)	% wt	0.50	0.50	0.50	0.60	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00
Nitrogen (max)	% wt	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Volatile Matter (max)	% wt	0.80	0.80	0.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Po (min)		NA	NA	35	30	NA	30	NA	30	NA
PRI Index (min)		60	60	60	60	50	50	50	40	40
Lovibond Color: individual value (max)		NA	NA	6.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Lovibond Color: range (max)		NA	NA	2.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mooney Viscosity** (ML, 1+4, 100°C)		50 +/- 5	60 +/- 5	NA	NA	65 +/- 5	NA	60 +/- 5**	NA	65 +/- 5**


*Note: Two sub-grades of SMR 5 are SMR 5RSS (prepared by direct baling of ribbed smoked sheets) and SMR 5ADS (of air-dried sheets).

**Not specification status, but are controlled at the producer end.

These figures are limits, not typical values. Typical values will vary by producer.

Astlett Rubber Inc.
 Suite 400, 277 Lakeshore Road East
 Oakville, ON L6J 1H9
 Telephone: (905) 842-2700
 Fax: (905) 842-2701
 Website: www.astletterubber.com

9.2. Kén

		Qingdao YLSCH Industry&Trade Co.,Ltd.	
		Room 501,2-3 Unit No.8,Zhengzhou Road,Qingdao,China. TEL: 86 18661665800 Email: Dana@ylsch-rbb.com Website: www.ylsch-rbb.com	
DATA SHEET			
SPECIFICATION & DATA SHEET:		CHEMICAL ANALYSIS:	
Trade Name:	Vulcanization Agent HD OT20	Chemical Name:	Polymeric Sulfur
Molecular Formula:	S ₈	Molecular Weight:	256.50
Synonym:	Crystex HD OT20	CAS No.:	Polymeric Sulfur 9035-99-8
			Rhombic Sulfur 7704-34-9
			High pressure and hydrotreated naphthenic oil 64742-52-5
PRODUCT INFORMATION:			
***Specification			
Appearance(visual inspection):	Non-rised yellow powder	Acidity (as H2SO4%)≤	0.05
Ash Content %≤	0.15	Loss on drying %≤:	0.50
Stability in high temperature (105℃15minutes) insoluble sulfur content (On total S) % ≥	75.0	Stability in high temperature (120℃15minutes) insoluble sulfur content (On total S) % ≥	50.0
Element Sulfur content %	80.0±1.0	Residues (150µm) %≤	0.10
Oil Content %	20.0±1.0	Residues (63µm) %≤	0.50
Insoluble Sulfur Content %(On total S)≥	90		
***Typical Properties			
Non-rised yellow powder with slight odor, non-toxic. HD OT20 is not stable and At vulcanization temperatures it will de-polymerize to soluble sulfur. HD OT20 is insoluble in CS ₂ and water.			
***Recommended Applications			
HD OT20 is a non-blooming vulcanizing agent for unsaturated. It is polymeric sulfur and is insoluble in elastomers. So it will retard bin scorch, prevent migration of sulfur and preserve surface tack. This is important in the manufacture of tires and other plied up rubber goods.HD OT20 is a special grade with high thermal stability dispersibility. It is used in compounds containing a relatively large sulfur loading above the solubility of sulfur in the elastomer.			
***Handling and Storage recommendations			
HD OT20 should be stored in a well-ventilated area below 30℃. Avoiding exposure of the packaged product exposure to direct sunlight. Do not store near by alkaline. 12 months with the common storing condition. Recommend use of date is within 6 months.			
***Package			
Bag: 25kg/bag		Pallet(1.1*1.1*0.1):900kg/P	

9.3. Sztearinsav



Technical Data Sheet

STEARIC ACID R

Technical Name: Stearic Acid R
CAS #: 57-11-4
Appearance: White Solid

Technical Parameters:

	Min	Max
Iodine Value g/100g		10
Sapon Value mg/g	193	211
Acid Value	193	213
Color, FAC		6
Titer C	52	64
Moisture		1.5%

The above information has been compiled from what we believe to be credible sources. To our knowledge the information is accurate and reliable, however, it is not guaranteed. Any recommendations issued by HB Chemical personnel or literature is derived from experience and by no means should be taken as fact or construed as a recommendation to violate of any law, regulation or patent. It is the users responsibility to determine the suitability of any HB supplied material in their application. The individual conditions of each customer are well outside of our control and we cannot be held liable for its functionality and use. Please contact our office should you need specific information beyond what is supplied above. As with all Chemical usage safety precautions beyond the stated are highly recommended.

1665 Enterprise Parkway, Twinsburg, OH, 44087 Tel: (330) 920-8023 Fax: (330) 920-0971

9.4. Cink-oxid (ZnO)



Technical Data Sheet

ZNO 210

Technical Name: Zinc Oxide

CAS #: 1314-13-2

Appearance: White


Technical Parameters:

	Min	Max
Zinc Oxide (ZnO)	99.5	
325 pass	99.9%	
Lead (Pb)		0.15%
Cadmium (Cd)		0.025%
Surface Area (M2/G)	4	6

The above information has been compiled from what we believe to be credible sources. To our knowledge the information is accurate and reliable, however, it is not guaranteed. Any recommendations issued by HB Chemical personnel or literature is derived from experience and by no means should be taken as fact or construed as a recommendation to violate of any law, regulation or patent. It is the users responsibility to determine the suitability of any HB supplied material in their application. The individual conditions of each customer are well outside of our control and we cannot be held liable for its functionality and use. Please contact our office should you need specific information beyond what is supplied above. As with all Chemical usage safety precautions beyond the stated are highly recommended.

1665 Enterprise Parkway, Twinsburg, OH, 44087 Tel: (330) 920-8023 Fax: (330) 920-0971

9.5. ALTAX (MBTS)

 VANDERBILT <i>Chemicals Technical Data</i>					
No. 1198 Rubber Department					
VANAX® PML Accelerator in Mineral-Filled Neoprene					
VANAX PML provides a high state of cure and good compression set, compared to ETU, in this clay-filled base formulation. VANAX PML complies with FDA 21 CFR 177.2600, for use in rubber articles intended for repeated use in food contact applications.					
Table I					
Compound	1	2	3	4	5
Neoprene W	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Stearic Acid	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Magnesium Oxide	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AGERITE® SUPERLITE®	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Antioxidant					
VANPLAST® PL	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Processing Aids					
DIXIE CLAY®	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ETU-75	1.0	—	—	—	—
VANAX® PML Accelerator	—	1.0	1.0	0.75	0.5
ALTAX® (MBTS) Accelerator	—	—	0.5	—	—
PHYSICAL PROPERTIES					
Press Cured 30 Minutes @ 153°C (307°F)					
300% Modulus, MPa (psi)	5.8 (840)	8.7 (1260)	8.6 (1240)	8.2 (1190)	7.7 (1120)
Tensile Strength, MPa (psi)	13.4 (1950)	10.3 (1500)	10.4 (1510)	10.7 (1550)	10.8 (1560)
Elongation, %	740	630	640	650	680
Hardness, Shore A	65	66	67	66	61
COMPRESSION SET – METHOD B – 22 HOURS @ 100°C (212°F)					
Press Cured 40 Minutes @ 160°C (320°F)					
Set, %	48	25	23	29	39
OVEN AGED 168 HOURS @ 121°C (250°F)					
Hardness, Points Change	+18	+17	+16	+17	+22
Tensile Retained, %	99	143	140	168	130
Elongation Retained, %	18	13	17	14	13
MOONEY SCORCH @ 121°C (250°F)					
Minimum Viscosity	34	41	40	38	40
Scorch, t5, minutes	11.5	5.0	4.5	5.5	7.0
rev10/15/2013					
Vanderbilt Chemicals, LLC, 30 Winfield Street, P.O. Box 5150, Norwalk, CT 06856-5150 Telephone: (203) 853-1400 - Fax: (203) 853-1452 - Web Site: vanderbiltchemicals.com					
Before using, read, understand and comply with the information and precautions in the Safety Data Sheets, label and other product literature. The information presented herein, while not guaranteed, was prepared by technical personnel and, to the best of our knowledge and belief, is true and accurate as of the date hereof. No warranty, representation or guarantee, express or implied, is made regarding accuracy, performance, stability, reliability or use. This information is not intended to be all-inclusive, because the manner and conditions of use, handling, storage and other factors may involve other or additional safety or performance considerations. The user is responsible for determining the suitability of any material for a specific purpose and for adopting such safety precautions as may be required. Vanderbilt Chemicals, LLC does not warrant the results to be obtained in using any material, and disclaims all liability with respect to the use, handling or further processing of any such material. No suggestion for use is intended as, and nothing herein shall be construed as, a recommendation to infringe any existing patent, trademark or copyright or to violate any federal, state or local law or regulation.					

9.6. Argán olaj (Argan oil)



77 Water Street, 7th & 8th Floors, New York, NY 10005. USA
 Toll Free: +1 (888) 755-5274 | info@natureinbottle.com
www.natureinbottle.com
 A registered trademark of Ethereal Ingredients

TECHNICAL DATA SHEET

Product Name	ARGAN OIL
Botanical Name	Argania spinosa
Product Code	PCO4002
CAS #	223747-87-3
INCI Name	Argania spinosa (Argan) Kernel oil

Part Used	Fruit Kernels
Extraction Method	Cold Pressed
Quality	100% Pure and Natural

<u>PROPERTIES</u>	<u>SPECIFICATIONS</u>
Appearance	Clear light yellow to golden colored liquid
Odour	Nearly odourless
Refractive Index	1.460 - 1.480 @ 20°C
Specific Gravity (g/mL)	0.908 - 0.918 @ 20°C
Saponification Value (mgKOH/g)	185 - 200
Peroxide Value (meq O₂/kg)	Less than 10.0
Iodine Value (g I₂/100g)	95 - 105
Free Fatty Acids (% oleic)	Less than 0.5
Acid Value (mgKOH/g)	Less than 1.0
Solubility	Soluble in cosmetic esters and fixed oils; Insoluble in water

FATTY ACID COMPOSITION:

<u>FATTY ACID</u>	<u>C-CHAIN</u>	<u>SPECIFICATIONS (%)</u>
Palmitic Acid	C16:0	10.00 – 15.00
Stearic Acid	C18:0	4.00 – 7.00
Oleic Acid	C18:1 (n-9)	43.00 – 50.00
Linoleic Acid	C18:2 (n-6)	29.00 – 37.00



77 Water Street, 7th & 8th Floors, New York, NY 10005, USA
 Toll Free: +1 (888) 755-5274 | info@natureinbottle.com
www.natureinbottle.com
 A registered trademark of Ethereal Ingredients

<u>MICROBIAL ANALYSIS</u>	<u>SPECIFICATIONS</u>	<u>STANDARDS</u>
Aerobic Mesophilic Bacterial Count	< 100 CFU/g	ISO 21149
Yeast and Mould	< 10 CFU/g	ISO 16212
Candida albicans	ABSENT / 1g	ISO 18416
Escherichia coli	ABSENT / 1g	ISO 21150
Pseudomonas aeruginosa	ABSENT / 1g	ISO 22717
Staphylococcus aureus	ABSENT / 1g	ISO 22718

<u>HEAVY METAL TESTS</u>	<u>SPECIFICATIONS</u>	<u>STANDARDS</u>
Lead: Pb (mg/kg or ppm)	< 10 ppm	na
Arsenic: As (mg/kg or ppm)	< 2 ppm	na
Mercury: Hg (mg/kg or ppm)	< 1 ppm	na

STABILITY AND STORAGE:

Keep in tightly closed container in a cool and dry place, protected from sunlight. When stored for more than 24 months, quality should be checked before use.

As it is electronically generated document, hence no signature required.

9.7. Avokádó olaj (Avocado oil)



Technical Datasheet

Avocadoöl – Avocado oil

INCI-name: Persea Gratissima Oil / EU

Persea Gratissima (Avocado) Oil / USA

Specification		
CAS-no.		8024-32-6
Density	g/cm ³ /20°C	0,911 – 0,920
Refractive index	20°C	1,468 – 1,476
Peroxide Value	meq O ₂ /kg	<15
Iodine Value	gJ ₂ /100g	75 - 95
Unsaponifiable	%	<2,0
Saponification value	mgKOH/g	187 - 197
Acid Value	mgKOH/g	<1,0
Colour		greenish-yellow
Fatty Acid Composition %		
C16:0	Palmitic	15,0 – 25,0
C16:1	Palmitoleic	1,0 – 12,0
C18:0	Stearic	<3,0
C18:1	Oleic	50,0 – 74,0
C18:2	Linoleic	6,0 – 20,0
C18:3	Linolenic (alpha) (omega-3)	<3,0
C20	Arachinic / C20:1 Gadoleic	<1,0
C22	Behenic / C22:1 Eruca	<0,5

Application

Persea Gratissima (Avocado) Oil is a clear, yellow-greenish oil obtained by pressing dehydrated, sliced avocados of Persea Gratissima. Further refining removes impurities from the oil.

In cosmetics and personal care products, Persea Gratissima (Avocado) Oil is used in many different products, including bath products, eye makeup, lipstick, makeup bases, cleansing cream, hair conditioners, sunscreen lotions, as well skin and hair care products.

Avocado oil functions as a skin conditioning agent. As an occlusive skin conditioning agent, avocado oil retards the evaporation of water from the skin surface. The reduced transepidermal water loss increases the water content of the skin. Avocado oil, as an occlusive lipid tend to remain on the skin surface.

Safety:

Inth EU Persea Gratissima Oil is not restricted for any cosmetic application.

The CTFA - CIR Expert Panel reviewed avocado oil as not skin irritant and not resulting in sensitization or general toxicity. The wide use of Avocado as food supported the safety of this ingredient. The CIR concluded that Persea Gratissima (Avocado) Oil was safe as used in cosmetics.

www.stern-tek.de -Stern-Tek GmbH - Gotenstrasse 13 – 20097 Hamburg - edition 1/2015

9.8. Napraforgó olaj (Sunflower oil)



G-Floor, A-3/195, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 J-183, Sector-3, DSIIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899964199, +91-9711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

TECHNICAL DATA SHEET

Product Name	SUNFLOWER OIL
Botanical Name	Helianthus annuus
Product Code	PCO4021
CAS #	8001-21-6
EINECS #	232-273-9
INCI Name	Helianthus annuus (Sunflower) Seed Oil

Part Used	Seeds
Extraction Method	Cold Pressed
Quality	100% Pure and Natural

PROPERTIES	SPECIFICATIONS
Appearance	Bright golden yellow colored liquid
Odour	Characteristic bland odour
Refractive Index	1.464 - 1.470 @ 40°C
Specific Gravity (g/mL)	0.918 - 0.923 @ 30°C
Moisture and Insoluble Impurities (%)	Maximum 0.1
Saponification Value (mgKOH/g)	188 -194
Unsaponifiable Matter (%)	Maximum 1.5
Peroxide Value (meq O₂/kg)	Less than 5.0
Iodine Value (g I₂/100g)	100 - 145
Acid Value (mgKOH/g)	Less than 0.5
Solubility	Soluble in cosmetic esters and fixed oils; Insoluble in water

DISCLAIMER: Please refer to all relevant technical information specific to the product, prior to use. The information contained in this document is obtained from current and reliable sources. Paras Perfumers provides the information contained herein, but makes no representation as to its comprehensiveness or accuracy. Individuals receiving this information must exercise their independent judgement in determining its appropriateness for a particular purpose.

Fragrance | Flavors | Essential Oils | Carrier Oils | Herbal Extracts



G.Floor, A-3/195, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 D-183, Sector-3, DSIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899864199, +91-9711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

FATTY ACID COMPOSITION:

<u>FATTY ACID</u>	<u>C-CHAIN</u>	<u>SPECIFICATIONS (%)</u>
Palmitic Acid	C16:0	5.00 – 7.60
Stearic Acid	C18:0	2.70 – 6.50
Oleic Acid	C18:1 (n-9)	14.00 – 39.00
Linoleic Acid	C18:2 (n-6)	48.00 – 74.00
Arachidic Acid	C20:0	0.10 – 0.50
Behenic Acid	C22:0	0.30 – 1.50

STABILITY AND STORAGE:

Keep in tightly closed container in a cool and dry place, protected from sunlight. When stored for more than 24 months, quality should be checked before use.

As it is electronically generated document, hence no signature required.

Fragrance | Flavors | Essential Oils | Carrier Oils | Herbal Extracts

9.9. Olíva olaj (Olive oil)



G-Floor, A-3/195, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 D-183, Sector-3, DSIIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899964199, +91-9711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

TECHNICAL DATA SHEET

Product Name	EXTRA VIRGIN OLIVE OIL
Botanical Name	Olea Europaea
Product Code	PCO4012
CAS #	8001-25-0
FEMA #	4801
EINECS #	232-277-0
INCI Name	Olea Europaea (Olive) Fruit Oil

Part Used	Fruit pulp
Extraction Method	Cold Pressed
Quality	100% Pure and Natural

PROPERTIES	SPECIFICATIONS
Appearance	Grassy green to bright yellow gold colored liquid
Odour	Distinctive olive, fruity aroma
Specific Gravity (g/mL)	0.910 - 0.918 @ 25°C
Refractive Index	1.460 - 1.485 @ 20°C
Saponification Value (mgKOH/g)	184 - 196
Unsaponifiable Matter (%)	Maximum 1.50
Peroxide Value (meq O₂/kg)	Less than 20.0
Iodine Value (g I₂/100g)	75 - 94
Free Fatty Acids (% oleic)	Less than 0.8
Acid Value (mgKOH/g)	Less than 2.0
Moisture (%)	Maximum 0.2
Insoluble Impurities (%)	Maximum 0.1
Solubility	Soluble in cosmetic esters and fixed oils; Insoluble in water

DISCLAIMER: Please refer to all relevant technical information specific to the product, prior to use. The information contained in this document is obtained from current and reliable sources. Paras Perfumers provides the information contained herein, but makes no representation as to its comprehensiveness or accuracy. Individuals receiving this information must exercise their independent judgement in determining its appropriateness for a particular purpose.



3.Floor, A-3/195, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 D-183, Sector-3, DSIIIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899964199, +91-9711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

FATTY ACID COMPOSITION:

<u>FATTY ACID</u>	<u>C-CHAIN</u>	<u>SPECIFICATIONS (%)</u>
Palmitic Acid	C16:0	7.50 – 20.00
Palmitoleic Acid	C16:1	0.30 – 3.50
Stearic Acid	C18:0	0.50 – 5.00
Oleic Acid	C18:1 (n-9)	55.00 – 83.00
Linoleic Acid	C18:2 (n-6)	3.50 – 21.00
Alpha-Linolenic Acid	C18:3 (n-3)	Maximum 1.50

STABILITY AND STORAGE:

Keep in tightly closed container in a cool and dry place, protected from sunlight. When stored for more than 24 months, quality should be checked before use.

As it is electronically generated document, hence no signature required.

9.10. Pálma-olaj (Palmkernel oil):



G.Floor, A-3/195, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 J-183, Sector-3, DSIIIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899964199, +91-9711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

TECHNICAL DATA SHEET

Product Name	PALM KERNEL OIL
Botanical Name	Elaeis guineensis
Product Code	PCO4071
CAS #	8023-79-8
EINECS #	232-425-4
INCI Name	Elaeis guineensis (Palm) Kernel oil

Part Used	Kernel
Extraction Method	Cold Pressed
Quality	100% Pure and Natural

PROPERTIES	SPECIFICATIONS
Appearance	White to off-white solid, clear bright liquid when melted
Odour	Almost odourless
Refractive Index	1.448 - 1.452 @ 20°C
Specific Gravity (g/mL)	0.899 - 0.914 @ 20°C
Saponification Value (mgKOH/g)	230 - 254
Unsaponifiable Matter (%)	Maximum 1.0
Peroxide Value (meq O₂/kg)	Less than 5.0
Iodine Value (g I₂/100g)	13 - 23
Free Fatty Acids (% oleic)	Less than 0.3
Acid Value (mgKOH/g)	Less than 0.6
Solubility	Soluble in cosmetic esters and fixed oils; Insoluble in water

DISCLAIMER: Please refer to all relevant technical information specific to the product, prior to use. The information contained in this document is obtained from current and reliable sources. Paras Perfumers provides the information contained herein, but makes no representation as to its comprehensiveness or accuracy. Individuals receiving this information must exercise their independent judgement in determining its appropriateness for a particular purpose.



G.Floor, A-3/195, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 J-183, Sector-3, DSIIIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899964199, +91-9711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

FATTY ACID COMPOSITION:

<u>FATTY ACID</u>	<u>C-CHAIN</u>	<u>SPECIFICATIONS (%)</u>
Caprylic Acid	C8:0	2.40 – 6.20
Capric Acid	C10:0	2.60 – 5.00
Lauric Acid	C12:0	45.00 – 55.00
Myristic Acid	C14:0	14.00 – 18.00
Palmitic Acid	C16:0	6.50 – 10.00
Stearic Acid	C18:0	1.00 – 3.00
Oleic Acid	C18:1 (n-9)	12.00 – 19.00
Linoleic Acid	C18:2 (n-6)	1.00 – 3.50

STABILITY AND STORAGE:

Keep in tightly closed container in a cool and dry place, protected from sunlight. When stored for more than 24 months, quality should be checked before use.

As it is electronically generated document, hence no signature required.

9.11. Repce-olaj (Rapeseed oil)

Champlor		TECHNICAL DATA SHEET REFINED RAPESEED OIL		
		Revision: 8	16/12/2020	Page 1/3
IDENTIFICATION				
Designation	Refined rapeseed oil - low erucic acid			
Ingredient	100 % rapeseed			
Seeds origin	European Union (mainly France)			
Additives	none (on customer request only)			
Post-treatments	None: no hydrogenation or ionization			
Crushing, extraction & refining location	VALTRIS CHAMPLOR ZI de Baleycourt 55100 VERDUN - FRANCE			
GENERAL INFORMATION				
Certification FSSC 22000 version 5				
Certification Kosher	To specify in the contract			
ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS				
State	Liquid at 20°C			
Taste - smell	Neutral			
Colour Lovibond 5 1/4*	< 1.5 R/ 20 Y			
FATTY ACID COMPOSITION *				
Fatty acids	Carbon	Limits (%)	Methods	
Myristic	C14 :0	≤ 0.2	Gaz Chromatography NF EN ISO 5508 NF EN ISO 5509	
Palmitic	C16 :0	2.5 - 7.0		
Palmitoleic	C16 :1	≤ 0.6		
Stearic	C18 :0	0.8 - 3.0		
Oleic	C18 :1	51.0 - 70.0		
Linoleic	C18 :2	15.0 - 30.0		
Linolenic	C18 :3	5.0 - 14.0		
Arachidic	C20 :0	0.2 - 1.2		
Gadoleic	C20 :1	0.1 - 4.3		
Behenic	C22 :0	≤ 0.6		
Erucic	C22 :1	≤ 2.0		
Lignoceric	C24 :0	≤ 0.3		
CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS				
Criteria	Units	Limits	Methods	
Density at 20°C	* g/mL	0.914 - 0.920	ISO 6883	
Refractive index	* n ⁴⁰ _D	1.465 - 1.467	ISO 6320	
Saponification value	* mg KOH/ g	182 - 193	AOCS Cd 3-25	
Iodine value	* g I ₂ / 100 g	105 -126	ISO 3961	
Moisture	% g/100 g	≤ 0.2	ISO 662	
Free fatty acid as oleic acid	% m/m	≤ 0.1	ISO 660	
Alcalinity (soaps)	mg/kg	≤ 5	ISO 10539	
Peroxyde value (at plant departure)	meq O ₂ / kg	≤ 1	ISO 3960	
Phosphorus content	* mg/kg	≤ 5	ICP	
Unsaponifiable matter	* g/kg	≤ 20	ISO 3596	
(*) In compliance with CODEX ALIMENTARIUS STANDARD STAN 210, Revised in 2019				

Champlor	TECHNICAL DATA SHEET REFINED RAPESEED OIL		
	Revision: 8	16/12/2020	Page 2/3

AVERAGE NUTRITIONAL CHARACTERISTICS		
Criteria	Units	per 100 g
Energy	kJ	3700
	kcal	900
Proteins	g	0
Carbohydrate	g	0
Salt	g	0
Fat	g	100
Saturated fatty acids	g	5 -11
Monounsaturated fatty acids	g	56 -70
Polyunsaturated fatty acids	g	26 -35
Total trans fatty acids	g	< 1

REGULATORY REQUIREMENTS			
Allergens	Refined rapeseed oil contains no ingredients subject to declaration according to the regulation (EU) N° 1169/2011.		
GMO status	Oil is produced from conventional seeds and is not subject to labelling according to regulations (EC) 1829/2003 and (EC) 1830/2003.		
Chemical contaminants	Units	Limits	
Metals			
Iron	mg/kg	≤ 1.5	Regulation (EC) N° 1881/2006 and its subsequent amendments
Copper	mg/kg	≤ 0.1	
Lead	mg/kg	≤ 0.1	
Arsenic	mg/kg	≤ 0.1	
Pesticides residues			
Organochloride	mg/kg	< LMR	Regulation (EC) N° 396/2005 and its subsequent amendments
Organophosphorus	mg/kg	< LMR	
Pyrethrinoids	mg/kg	< LMR	
PAHs			
Benzo[a]pyrene BaP	µg/kg	≤ 2	Regulation (EC) N° 1881/2006 and its subsequent amendments including regulation (EU) N° 835/2011
Sum of BaP, chrysene, benzo[a]anthracene et benzo[b]fluoranthene (PAH4)	µg/kg	≤ 10	
Dioxins and PCBs			
Sum of dioxins (OMS-PCDD/ F-TEQ)	pg/g	≤ 0.75	Regulation (EC) N° 1881/2006 and its subsequent amendments
Sum of dioxins and dioxin-like PCBs (OMS-PCDD/F- PCB-TEQ)	pg/g	≤ 1.25	
Sum of 6 indicator PCBs	ng/g	≤ 40	
Hexane	mg/kg	≤ 1	Directive 2009/32/EC
Glycidyl fatty acid esters	µg/kg	≤ 1000	Regulation (EC) N° 1881/2006 and its subsequent amendments including regulation (EU) 2020/1322
Sum of 3-monochloropropanediol (3-MCPD) and 3-MCPD fatty acid esters, expressed as 3-MCPD	µg/kg	≤ 1250	

Champlor

TECHNICAL DATA SHEET REFINED RAPESEED OIL

Revision: 8

16/12/2020

Page 3/3

MICROBIOLOGY

Refined oil as anhydrous product does not support bacterial growth.


PRESERVATION

Date of Minimum Durability	1 month from the date of shipment
Special storage conditions	Away from light, air and at temperature below 25°C
Shelf life of the product may be extended by customer if he believes that his storage conditions after unloading are optimal and if he takes full responsibility.	

Data of this non-contractual document are given for information purpose only and therefore cannot involve responsibility of VALTRIS CHAMPLOR.

VALTRIS CHAMPLOR : Sté par Actions Simplifiée au Capital de 24 000 000 Euros
Siège Social : Baleycourt RCS BAR LE DUC SIRET 495 015 281 00019 - APE 2059Z

9.12. Ricinus-olaj (Castor oil):



G-Floor, A-3/196, Sector-7, Rohini, Delhi 110085 INDIA
 D-183, Sector-3, DSIIDC, Udyog Park, Bawana, Delhi 110039 INDIA
 +91-11- 47041704, +91-9899964199, +91-8711477087
 info@parasperfumers.com
 www.parasperfumers.com

TECHNICAL DATA SHEET

Product Name	CASTOR OIL (IP/BP/USP Grade)
Botanical Name	Ricinus communis
Product Code	PCO4006
CAS #	8001-79-4
FEMA #	2263
EINECS #	232-293-8
INCI Name	Ricinus communis (Castor) Oil

Part Used	Seeds
Extraction Method	Cold Pressed
Quality	100% Pure and Natural

PROPERTIES	SPECIFICATIONS
Appearance	Almost colorless to slightly yellow viscous liquid
Odour	Very slight, distinct odour
Refractive Index	1.477 - 1.481 @ 20°C
Specific Gravity (g/mL)	0.954 - 0.960 @ 20°C
Saponification Value (mgKOH/g)	177 - 185
Unsaponifiables (%)	Maximum 0.8%
Moisture (%)	Less than 0.25%
Peroxide Value (meq O₂/kg)	Less than 3.5
Iodine Value (g I₂/100g)	82 - 90
Free Fatty Acids (% oleic)	Less than 0.5
Acid Value (mgKOH/g)	Less than 1.0
Hydroxyl Value (mgKOH/g)	Greater than 150.0
Optical Rotation (°)	3.5° to 6°
Solubility	Soluble in cosmetic esters and fixed oils; Insoluble in water

DISCLAIMER: Please refer to all relevant technical information specific to the product, prior to use. The information contained in this document is obtained from current and reliable sources. Paras Perfumers provides the information contained herein, but makes no representation as to its comprehensiveness or accuracy. Individuals receiving this information must exercise their independent judgement in determining its appropriateness for a particular purpose.

Fragrance | Flavors | Essential Oils | Carrier Oils | Herbal Extracts

9.13. CNSL-gyanta (Cashew-nut-shell-liquid)



SRI DEVI LIQUIDS

(A Unit of Sri Devi Group)

Product: CNSL

Rajahmundry Road, Peddapuram-533437, East Godavari District, Andhra Pradesh

www.sridevigroup.com sdevigroup@gmail.com

TECHNICAL DATA SHEET (TDS)

Introduction

Cashew nut shell liquid (CNSL) is one of the sources of naturally occurring phenols. It is obtained from the shell of a cashew nut. About 30-35% CNSL is present in the shell, which amounts to approximately 67% of the nut.

CNSL is traditionally obtained as a by-product during the process of removing the cashew kernel from the nut. The processes used are mainly hot-oil and roasting in which the CNSL oozes out from the shell.

Composition

Natural (i.e. cold, solvent extracted) CNSL contains approximately 70% anacardic acid (Fig 1), 18% cardol, and 5% cardanol, with the remainder being made up of other phenols and less polar substances. As can be seen in Figure 1, anacardic acid, cardanol and cardol consist of mixtures of components having various degrees of unsaturation in the alkyl side-chain.

Figure 1: Structures of Anacardic acid, Cardanol and Cardol

In technical (i.e. heat extracted) CNSL, the heating process leads to decarboxylation of the anacardic acid to form cardanol. Typically, the composition of technical CNSL is approximately 52% cardanol, 10% cardol, 30% polymeric material, with the remainder being made up of other substances.

The technical CNSL is often further processed by distillation at reduced pressure to remove the Polymeric material. The composition of distilled technical CNSL is approximately 78% cardanol, 8% cardol, 2% polymeric material and the remainder other substances.



SRI DEVI LIQUIDS

(A Unit of Sri Devi Group)

Product: CNSL

Rajahmundry Road, Peddapuram-533437, East Godavari District, Andhra Pradesh

www.sridevigroup.com , sdevigroup@gmail.com

PROPERTIES OF CNSL

S.No	Characteristic	Specification
1	Appearance	Reddish Brown liquid
2	Specific Gravity @ 30°C	0.93 – 0.96
3	Viscosity @ 30°C Flow cup no.4 (second)	100-150 cps 35-45
4	Moisture content	1% (max)
5	Ash content	1% (max)
6	Insolubles in Toluene (%)	1% (Max)
7	Acid Value (mgKOH/gm)	<2
8	Iodine Value (WIJS)	240 – 290
9	Hydroxyl Value (mgm KOH/gm)	170-250
10	Saponification Value	18 – 30
11	Alkaline pH	8-10



SRI DEVI LIQUIDS

(A Unit of Sri Devi Group)

Product: CNSL

Rajahmundry Road, Peddapuram-533437, East Godavari District, Andhra Pradesh

www.sridevigroup.com sdevigroup@gmail.com

Certificate of Components

Product Name : Cashew Nut Shell Liquid (CNSL)

Chemical Name(IUPAC or CA Index Name)	CAS No	Content(%)
Anacardic acid	16611-84-0	70%
Cardol	57486-25-6	18%
Cardanol	37330-39-5	5%
2-Methly-Cardol	8007-24-7	7%

10. számú melléklet: Az olajok zsírsavösszetétel meghatározása GC-MS módszerrel

10.1. Argán 100x-os és 1000x-es hígításban

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : argan 100.D						
Acq On : 12 Nov 2019 22:16						
Operator : Muranszky						
Sample : argan_100						
Misc :						
ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 13:51:01 2019						
Quant Method : D:\DATA\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_SPL.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)
-----						Qvalue
Target Compounds						
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.		
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	33.747	TIC	69563	0.74	#	43
8) myristoleic acid methyl...	0.000		0	N.D.	d	
9) methyl pentadecanoate	36.127	TIC	20664	0.26	#	24
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.449	TIC	9457374	91.08	#	39
12) methyl palmitoleate	39.976	TIC	46110	0.65	#	18
13) methyl heptadecanoate	40.585	TIC	34432	0.66	#	21
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	42.725	TIC	4087024	48.57	#	36
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methyl...	44.097	TIC	36116802	447.13	#	21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.	d	
19) methyl linoleate	45.971	TIC	22211139	425.47	#	21
20) methyl arachidate	46.563	TIC	215128	2.83	#	34
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.785	TIC	172036m	3.70		
23) methyl linolenate	48.058	TIC	39752	1.00	#	26
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	50.161	TIC	52241	0.86	#	14
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.	d	
29) cis-11,14,17-eicosatri...	51.597	TIC	112017	4.80	#	17
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0	N.D.	d	
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

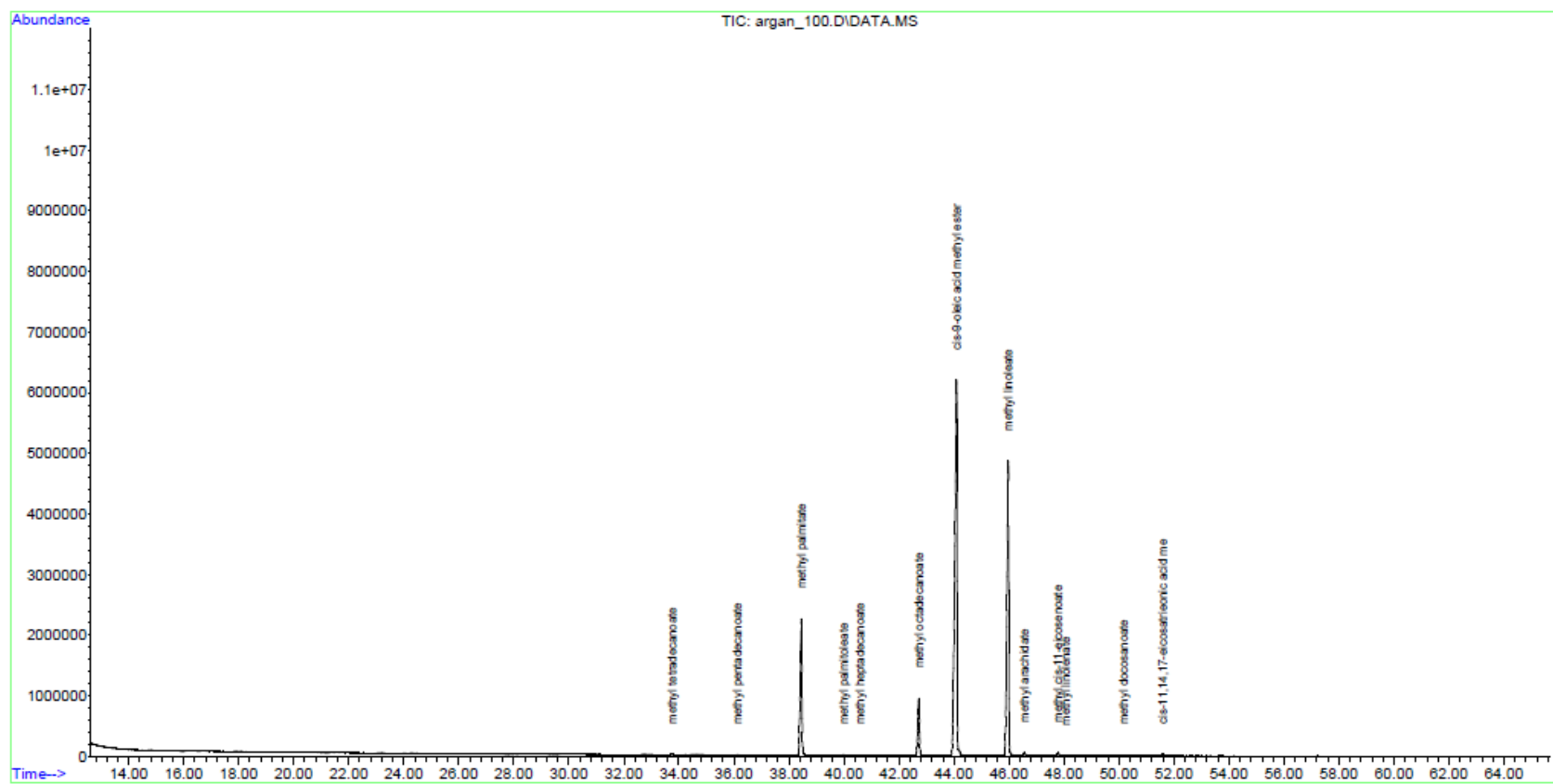
(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

100x-os hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
Data File : argan 100.D
Acq On : 12 Nov 2019 22:16
Operator : Muranszky
Sample : argan_100
Misc :
ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 13:51:01 2019
Quant Method : D:\DATA\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_SPL.M
Quant Title : zsirsav
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : argan 1000.D						
Acq On : 12 Nov 2019 12:46						
Operator : Muranszky						
Sample : argan_1000						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 13:56:19 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

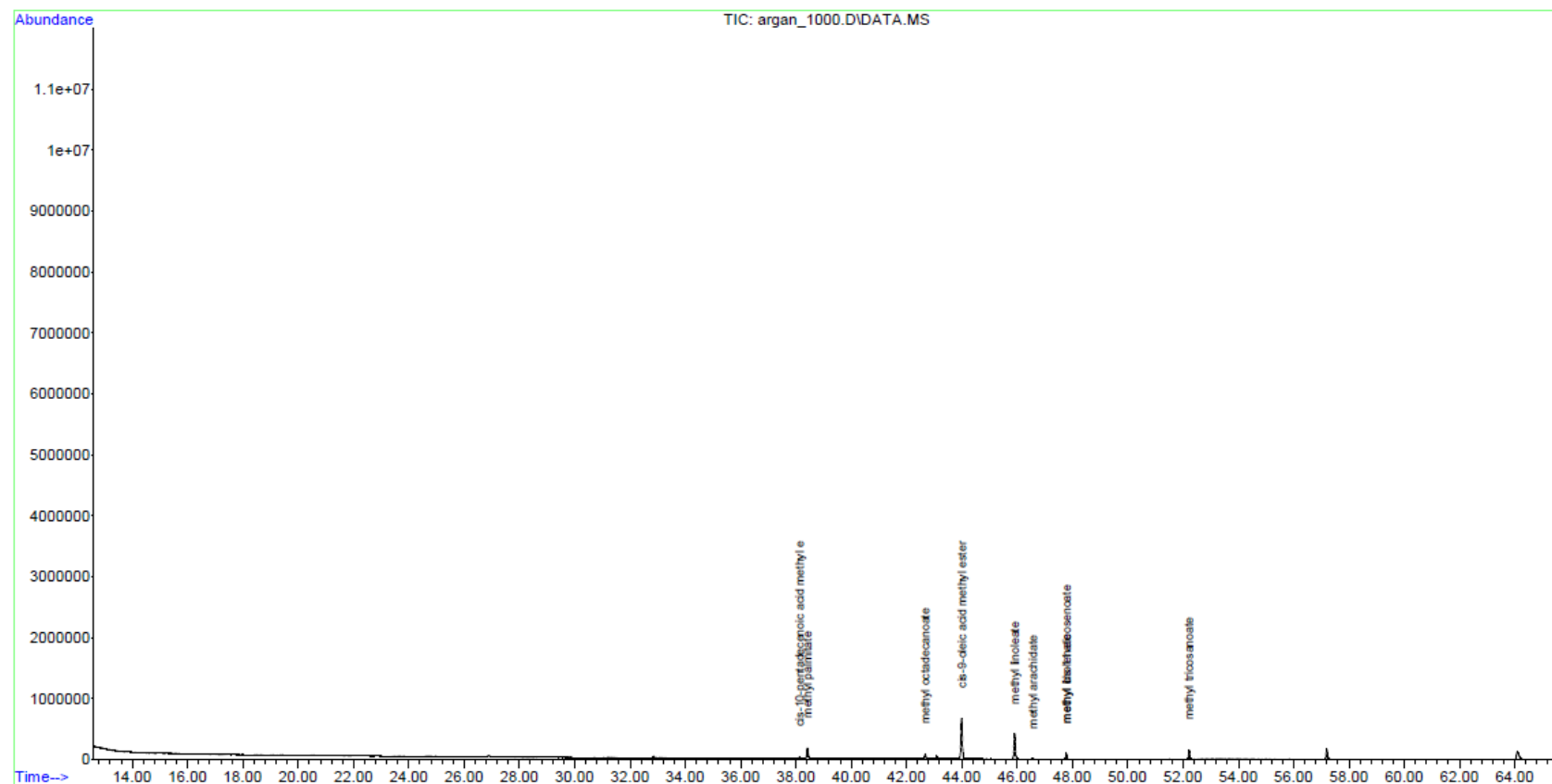
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.	d	
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.	d	
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.		
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.		
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.		
10) cis-10-pentadecenoic a...	38.140	TIC	59324	0.86		# 25
11) methyl palmitate	38.412	TIC	630902	6.08		# 39
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.		
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.		
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	42.677	TIC	250878	2.98		# 35
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methy...	43.995	TIC	2381586	29.48		# 21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.906	TIC	1488569	28.51		# 21
20) methyl arachidate	46.558	TIC	10992	0.14		# 21
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.775	TIC	224362	4.82		# 20
23) methyl linolenate	47.775	TIC	224362	5.66		# 26
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	0.000		0	N.D.		
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.		
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.	d	
31) methyl tricosanoate	52.216	TIC	401436	8.64		# 19
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0	N.D.		
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : argan 1000.D
 Acq On : 12 Nov 2019 12:46
 Operator : Muranszky
 Sample : argan_1000
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 13:56:19 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_sp1.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



10.2. Avokádó 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : avokado 100.D						
Acq On : 13 Nov 2019 23:57						
Operator : Muranszky						
Sample : avokado_100						
Misc :						
ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 14:01:06 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

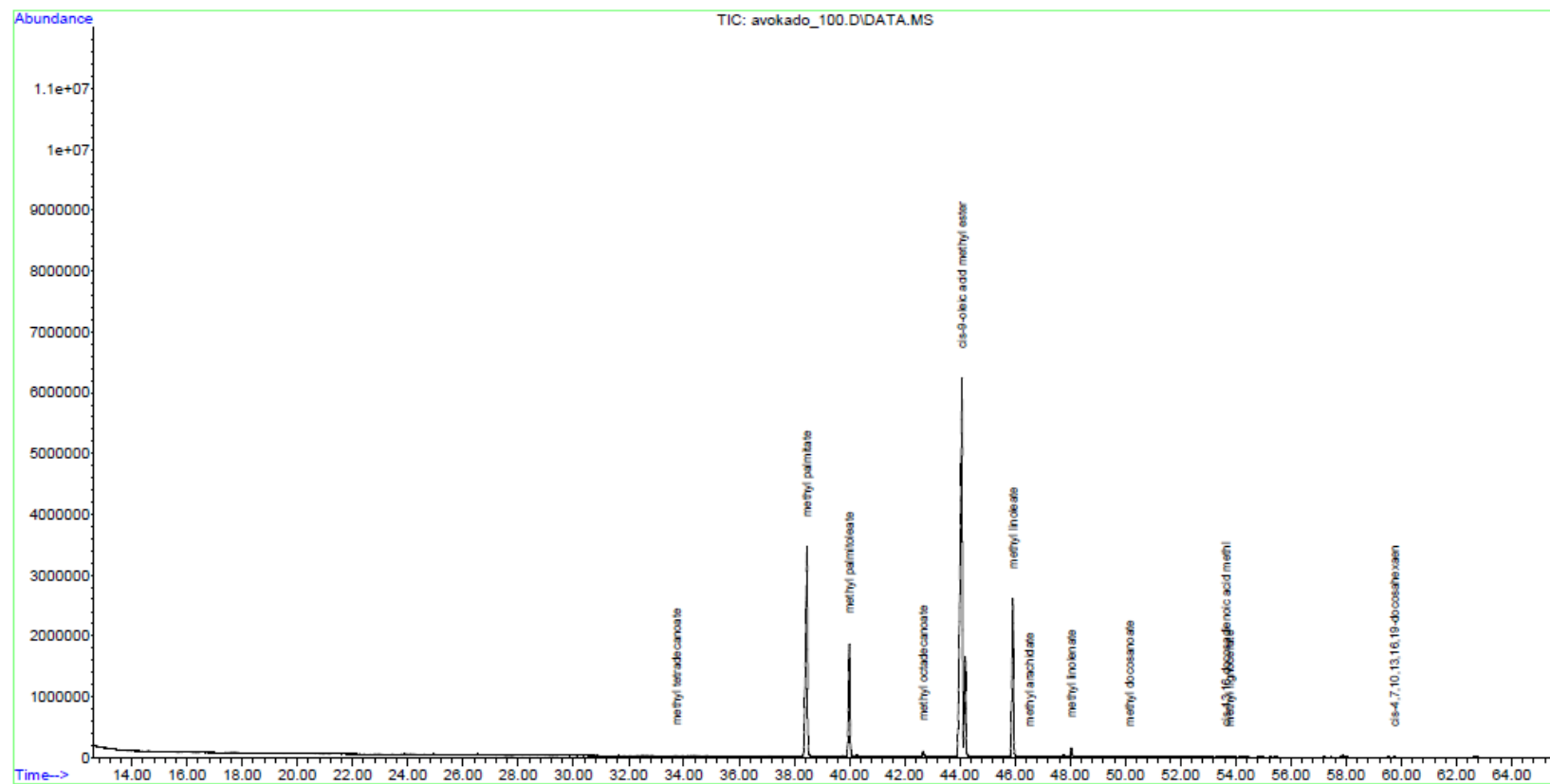
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.	d	
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.	d	
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.	d	
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	33.725	TIC	31947	0.34		# 29
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.	d	
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.	d	
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.460	TIC	16185302	155.88		# 25
12) methyl palmitoleate	39.997	TIC	7256029	102.45		# 22
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.	d	
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
15) methyl octadecanoate	42.672	TIC	364723	4.33		# 35
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methy...	44.081	TIC	35072879	434.21		# 21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.923	TIC	10144541	194.33		# 21
20) methyl arachidate	46.526	TIC	40795	0.54		# 21
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0	N.D.	d	
23) methyl linolenate	48.036	TIC	526587	13.28		# 32
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.	d	
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	50.140	TIC	12784	0.21		# 14
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.		
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadienoi...	53.641	TIC	14629m	0.38		
33) methyl lignocerate	53.769	TIC	24175m	0.77		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	59.737	TIC	19254	0.94		# 17

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : avokado 100.D
 Acq On : 13 Nov 2019 23:57
 Operator : Muranszky
 Sample : avokado_100
 Misc :
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:01:06 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_sp1.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : avokado 1000.D						
Acq On : 13 Nov 2019 14:27						
Operator : Muranszky						
Sample : avokado_1000						
Misc :						
ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 14:02:49 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.		
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.		
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.		
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.396	TIC	714873	6.88		# 39
12) methyl palmitoleate	39.971	TIC	295489	4.17		# 23
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.		
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	0.000		0	N.D.		
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methy...	44.134	TIC	195136	2.42		# 17
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.880	TIC	406368	7.78		# 21
20) methyl arachidate	0.000		0	N.D.		
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0	N.D.	d	
23) methyl linolenate	48.036	TIC	11055m	0.28		
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadieni...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	0.000		0	N.D.		
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.		
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadieni...	0.000		0	N.D.		
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
Data File : avokado 1000.D
Acq On : 13 Nov 2019 14:27
Operator : Muranszky
Sample : avokado_1000
Misc :
ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:02:49 2019
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
Quant Title : zsirsav
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
Response via : Initial Calibration



10.3. Napraforgó 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : napraforgo 100.D						
Acq On : 11 Nov 2019 20:59						
Operator : Muranszky						
Sample : napraforgo_100						
Misc :						
ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 14:48:05 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

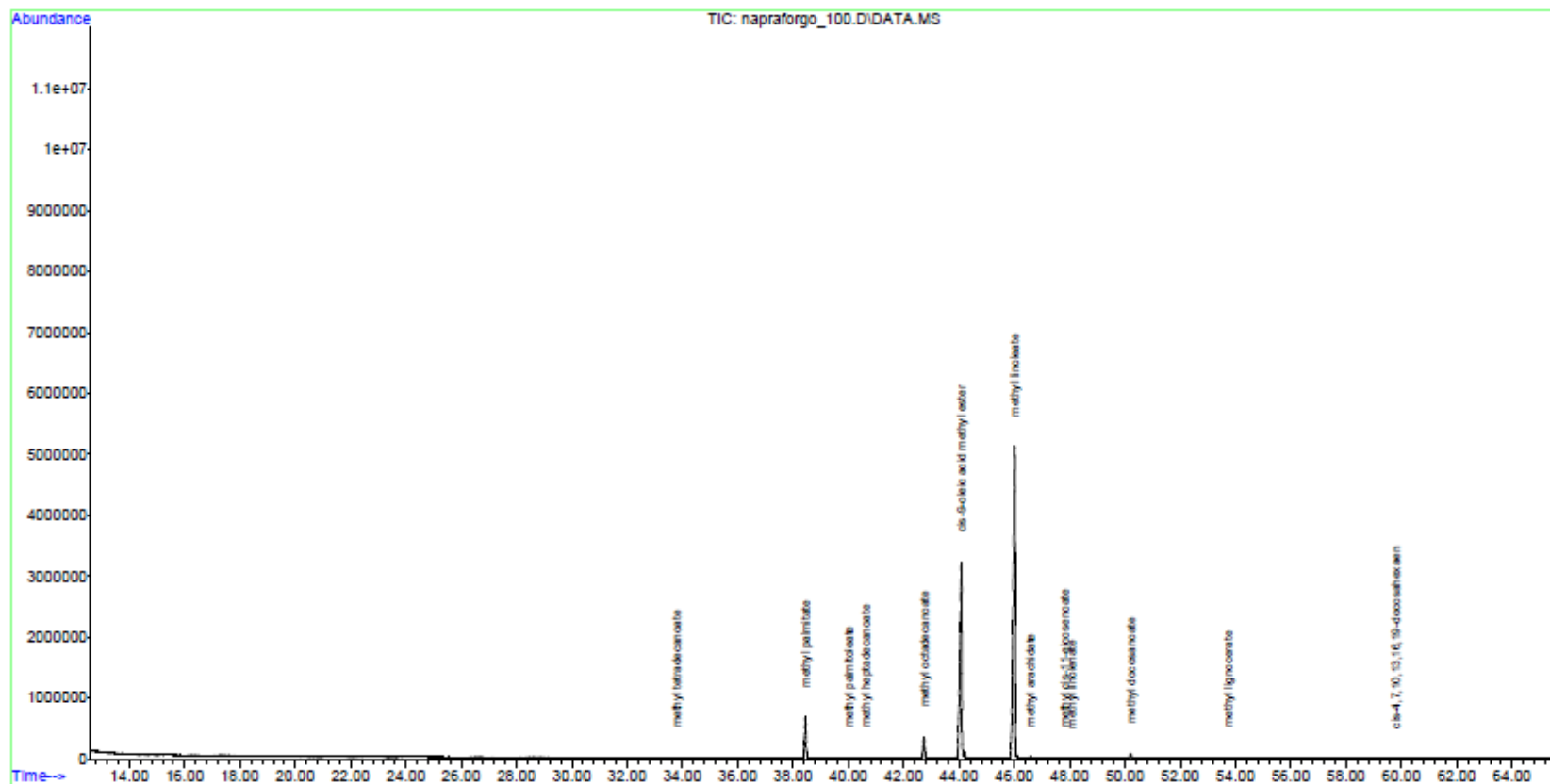
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.	d	
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	33.768	TIC	14082m	0.15		
8) myristoleic acid methyl...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.		
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.439	TIC	2637784	25.40	#	38
12) methyl palmitoleate	39.992	TIC	29187m	0.41		
13) methyl heptadecanoate	40.611	TIC	13256	0.26	#	21
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	42.730	TIC	1409100	16.75	#	36
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methyl...	44.081	TIC	15834687	196.03	#	21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.	d	
19) methyl linoleate	46.008	TIC	25374620	486.07	#	21
20) methyl arachidate	46.579	TIC	97468	1.28	#	33
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.801	TIC	44917m	0.96		
23) methyl linolenate	48.068	TIC	15019	0.38	#	26
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	50.198	TIC	285103	4.67	#	27
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.	d	
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.	d	
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.	d	
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0	N.D.	d	
33) methyl lignocerate	53.721	TIC	60133m	1.91		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	59.791	TIC	14779	0.72	#	17

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : napraforgo 100.D
 Acq On : 11 Nov 2019 20:59
 Operator : Muranszky
 Sample : napraforgo_100
 Misc :
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:48:05 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : napraforgo 1000.D						
Acq On : 11 Nov 2019 16:12						
Operator : Muranszky						
Sample : napraforgo_1000						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 14:54:41 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.	d	
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.	d	
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.		
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.	d	
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.	d	
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.241	TIC	140393	1.35		# 38
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.		
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.	d	
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
15) methyl octadecanoate	42.522	TIC	63748m	0.76		
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methy...	43.835	TIC	817573	10.12		# 21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.768	TIC	1286478	24.64		# 21
20) methyl arachidate	0.000		0	N.D.	d	
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0	N.D.	d	
23) methyl linolenate	0.000		0	N.D.	d	
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0	N.D.	d	
26) methyl docosanoate	50.102	TIC	12447	0.20		# 14
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.	d	
29) cis-11,14,17-eicosatri...	51.586	TIC	80150m	3.44		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	51.864	TIC	88976	2.49		# 37
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.	d	
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0	N.D.		
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.	d	
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : napraforgo 1000.D
 Acq On : 11 Nov 2019 16:12
 Operator : Muranszky
 Sample : napraforgo_1000
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:54:41 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



10.4. Olíva 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : oliva 100.D						
Acq On : 12 Nov 2019 00:32						
Operator : Muranszky						
Sample : oliva_100						
Misc :						
ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 14:58:16 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

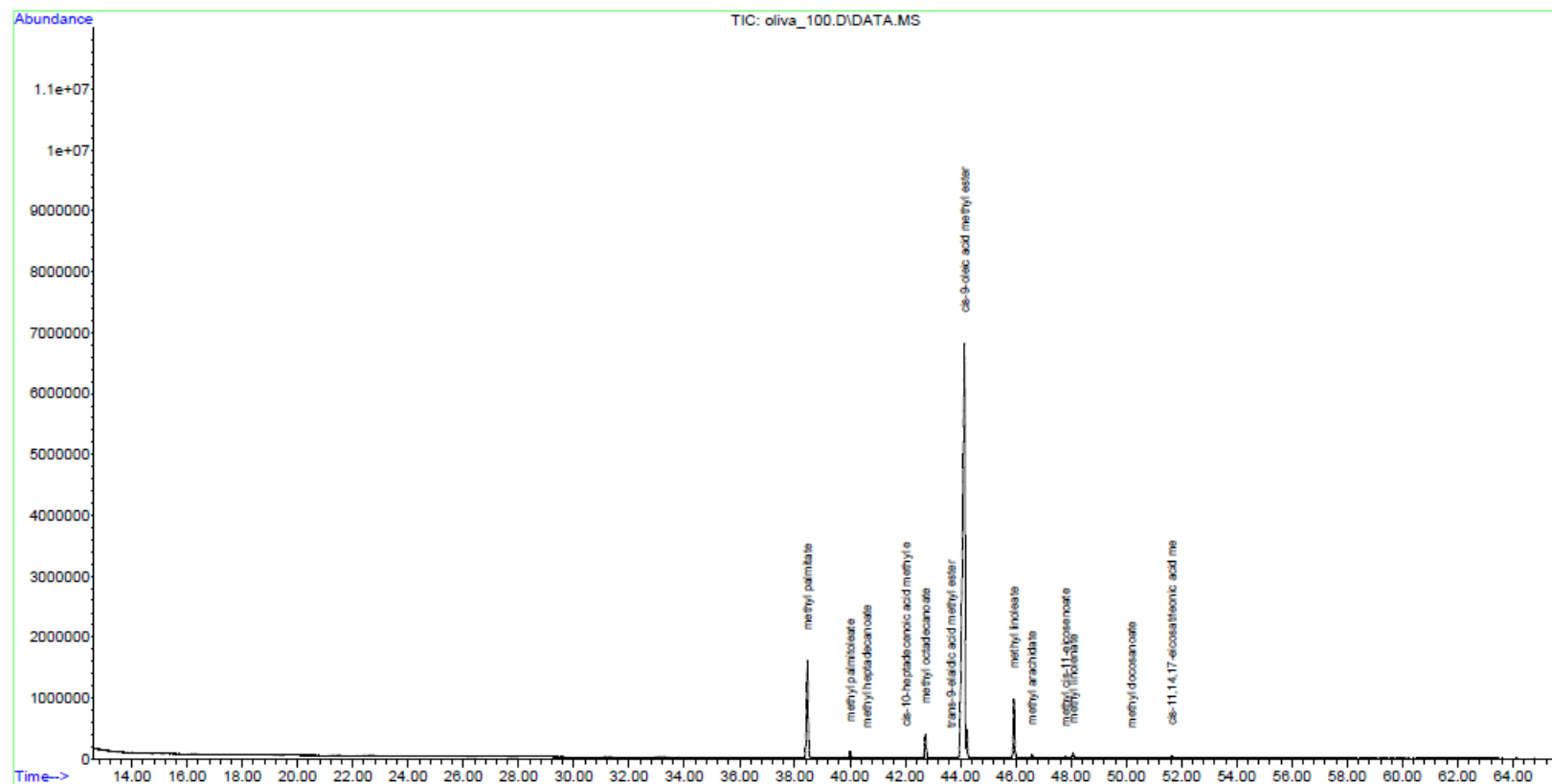
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0		N.D.	
2) methyl octanoate	0.000		0		N.D.	
3) methyl decanoate	0.000		0		N.D.	
4) methyl undecanoate	0.000		0		N.D.	
5) methyl laurate	0.000		0		N.D.	
6) methyl tridecanoate	0.000		0		N.D.	
7) methyl tetradecanoate	0.000		0		N.D.	
8) myristoleic acid methy...	0.000		0		N.D.	
9) methyl pentadecanoate	0.000		0		N.D.	
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0		N.D. d	
11) methyl palmitate	38.460	TIC	6484757	62.45	#	38
12) methyl palmitoleate	40.003	TIC	413038	5.83	#	23
13) methyl heptadecanoate	40.611	TIC	32817	0.63	#	21
14) cis-10-heptadecenoic a...	42.036	TIC	54087	0.82	#	21
15) methyl octadecanoate	42.730	TIC	1618546	19.24	#	36
16) trans-9-elaidic acid m...	43.648	TIC	61059	0.93	#	15
17) cis-9-oleic acid methy...	44.145	TIC	42567889	526.99	#	21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0		N.D.	
19) methyl linoleate	45.933	TIC	3621976	69.38	#	21
20) methyl arachidate	46.584	TIC	197535	2.60	#	33
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0		N.D.	
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.807	TIC	98483m	2.12		
23) methyl linolenate	48.068	TIC	299515	7.55	#	30
24) methyl heneicosanoate	0.000		0		N.D.	
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0		N.D.	
26) methyl docosanoate	50.187	TIC	39580	0.65	#	14
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0		N.D.	
28) methyl erucate	0.000		0		N.D. d	
29) cis-11,14,17-eicosatri...	51.639	TIC	144297	6.19	#	17
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0		N.D. d	
31) methyl tricosanoate	0.000		0		N.D.	
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0		N.D.	
33) methyl lignocerate	0.000		0		N.D.	
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0		N.D.	
35) methyl nervonate	0.000		0		N.D.	
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0		N.D.	

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : oliva 100.D
 Acq On : 12 Nov 2019 00:32
 Operator : Muranszky
 Sample : oliva_100
 Misc :
 ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:58:16 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : oliva 1000.D						
Acq On : 11 Nov 2019 19:46						
Operator : Muranszky						
Sample : oliva_1000						
Misc :						
ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 15:00:18 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

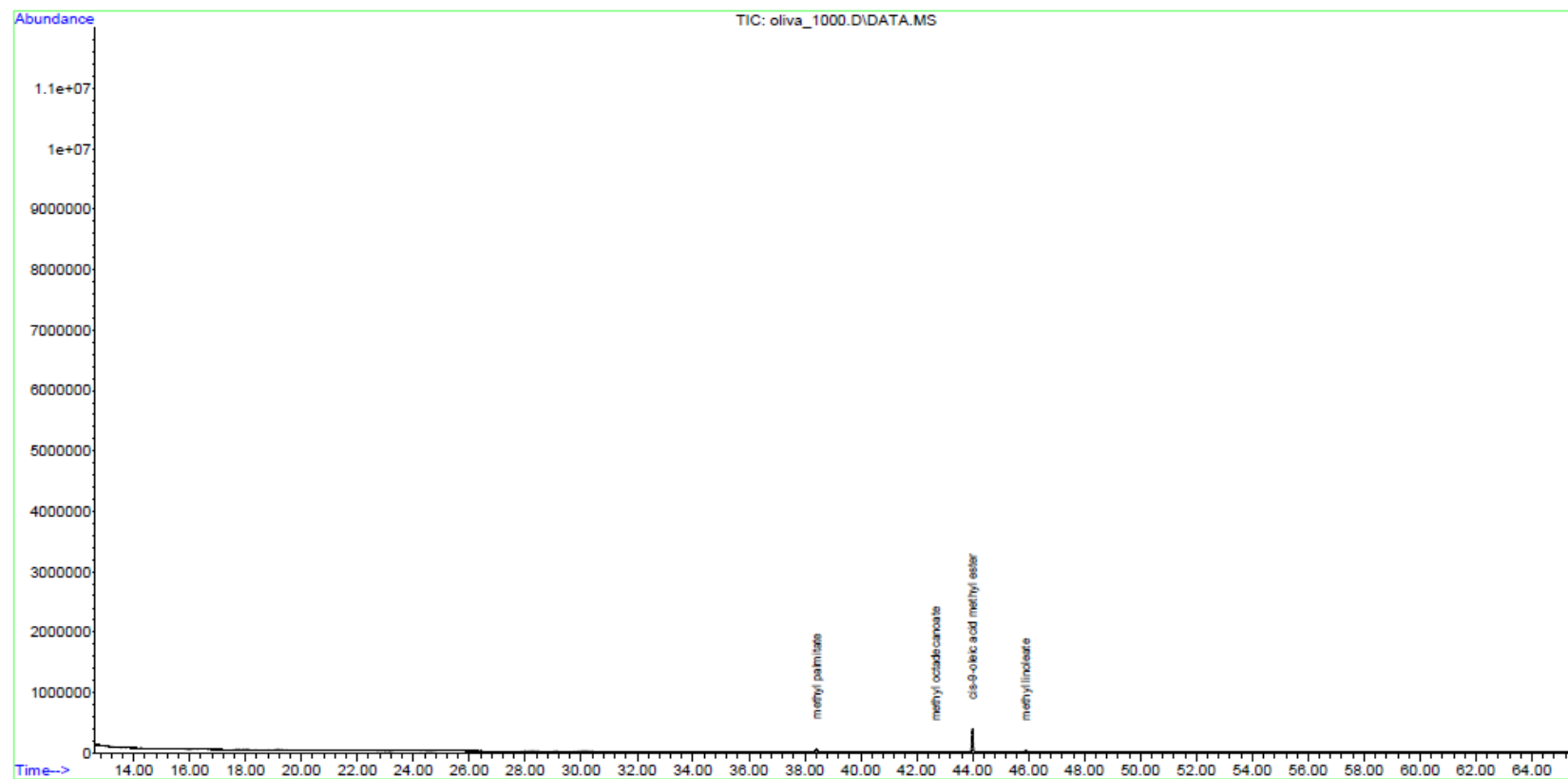
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0			N.D.
2) methyl octanoate	0.000		0			N.D.
3) methyl decanoate	0.000		0			N.D.
4) methyl undecanoate	0.000		0			N.D.
5) methyl laurate	0.000		0			N.D. d
6) methyl tridecanoate	0.000		0			N.D.
7) methyl tetradecanoate	0.000		0			N.D.
8) myristoleic acid methy...	0.000		0			N.D.
9) methyl pentadecanoate	0.000		0			N.D.
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0			N.D. d
11) methyl palmitate	38.417	TIC	202895	1.95		# 38
12) methyl palmitoleate	0.000		0			N.D.
13) methyl heptadecanoate	0.000		0			N.D.
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0			N.D.
15) methyl octadecanoate	42.677	TIC	44284	0.53		# 22
16) trans-9-elaïdic acid m...	0.000		0			N.D. d
17) cis-9-oleic acid methy...	43.990	TIC	1361172m	16.85		
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0			N.D.
19) methyl linoleate	45.896	TIC	144951	2.78		# 19
20) methyl arachidate	0.000		0			N.D.
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0			N.D.
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0			N.D.
23) methyl linolenate	0.000		0			N.D.
24) methyl heneicosanoate	0.000		0			N.D.
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0			N.D.
26) methyl docosanoate	0.000		0			N.D.
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0			N.D.
28) methyl erucate	0.000		0			N.D. d
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0			N.D. d
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0			N.D.
31) methyl tricosanoate	0.000		0			N.D.
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0			N.D.
33) methyl lignocerate	0.000		0			N.D.
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0			N.D.
35) methyl nervonate	0.000		0			N.D.
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0			N.D.

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
Data File : oliva_1000.D
Acq On : 11 Nov 2019 19:46
Operator : Muranszky
Sample : oliva_1000
Misc :
ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:00:18 2019
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
Quant Title : zsirsav
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
Response via : Initial Calibration



ZSIRSAV_RT2560_spl.M Thu Nov 14 15:00:33 2019

Page: 2

10.5. Pálma 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : palma 100.D						
Acq On : 13 Nov 2019 4:12						
Operator : Muranszky						
Sample : palma_100						
Misc :						
ALS Vial : 14 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 15:05:07 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

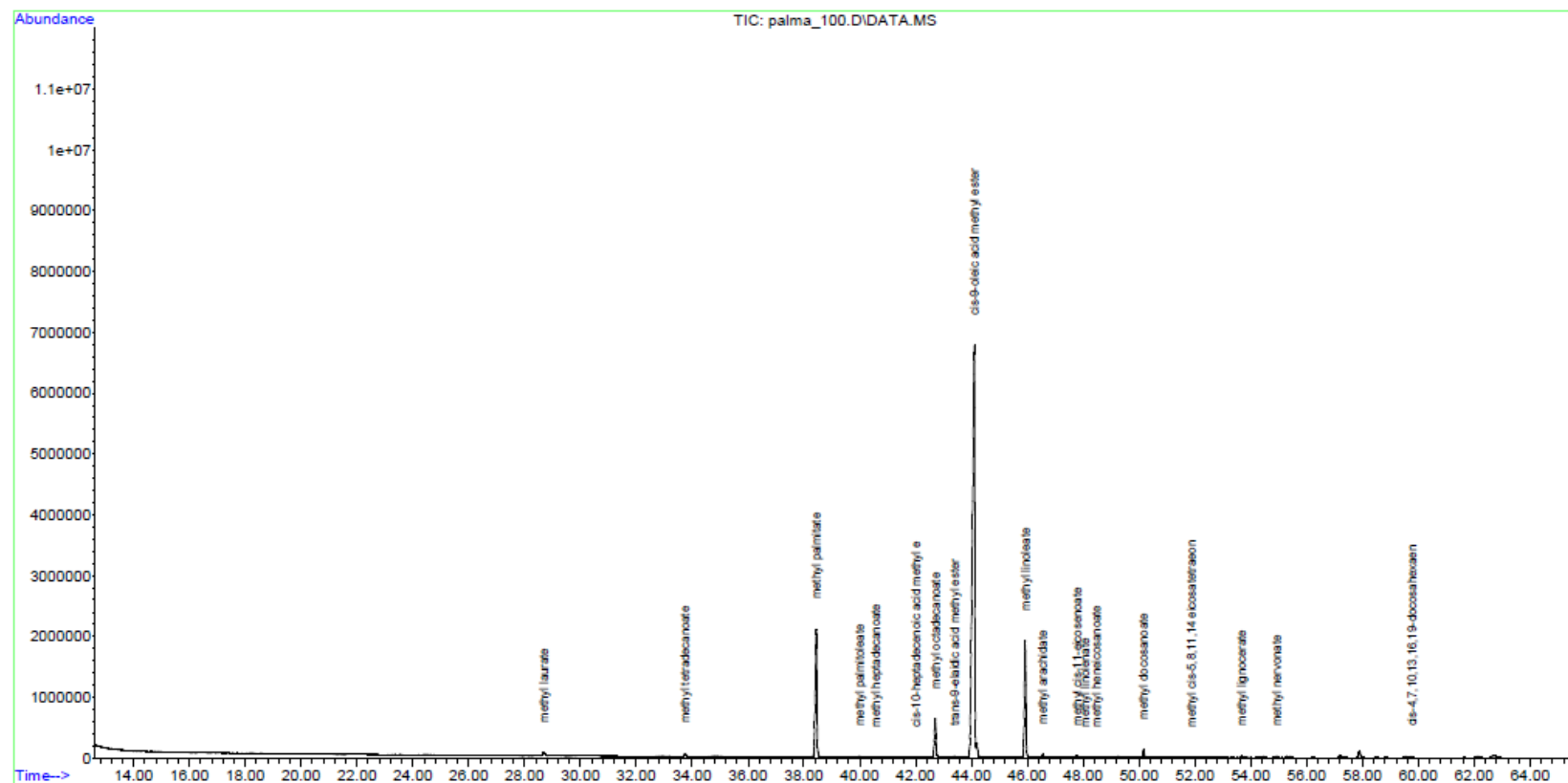
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.	d	
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	28.675	TIC	356102	3.84	#	1
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	33.741	TIC	222061	2.37	#	43
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.	d	
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.439	TIC	8667447	83.48	#	39
12) methyl palmitoleate	39.981	TIC	43813	0.62	#	18
13) methyl heptadecanoate	40.574	TIC	22869	0.44	#	21
14) cis-10-heptadecenoic a...	41.999	TIC	7505m	0.11		
15) methyl octadecanoate	42.704	TIC	2632341	31.28	#	36
16) trans-9-elaidic acid m...	43.392	TIC	58801m	0.90		
17) cis-9-oleic acid methy...	44.102	TIC	39890200	493.84	#	21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.	d	
19) methyl linoleate	45.922	TIC	7355651	140.90	#	21
20) methyl arachidate	46.547	TIC	184647	2.43	#	33
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.775	TIC	118236m	2.54		
23) methyl linolenate	48.047	TIC	21722	0.55	#	26
24) methyl heneicosanoate	48.469	TIC	12078	0.19	#	19
25) cis-11,14-eicosadienoi...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	50.155	TIC	455715	7.46	#	29
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.	d	
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.	d	
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	51.869	TIC	11845	0.33	#	22
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0	N.D.	d	
33) methyl lignocerate	53.668	TIC	117731m	3.73		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.	d	
35) methyl nervonate	54.928	TIC	76118m	2.13		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	59.758	TIC	83989	4.10	#	17

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : palma 100.D
 Acq On : 13 Nov 2019 4:12
 Operator : Muranszky
 Sample : palma_100
 Misc :
 ALS Vial : 14 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:05:07 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : palma 1000.D						
Acq On : 12 Nov 2019 18:42						
Operator : Muranszky						
Sample : palma_1000						
Misc :						
ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 15:07:55 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

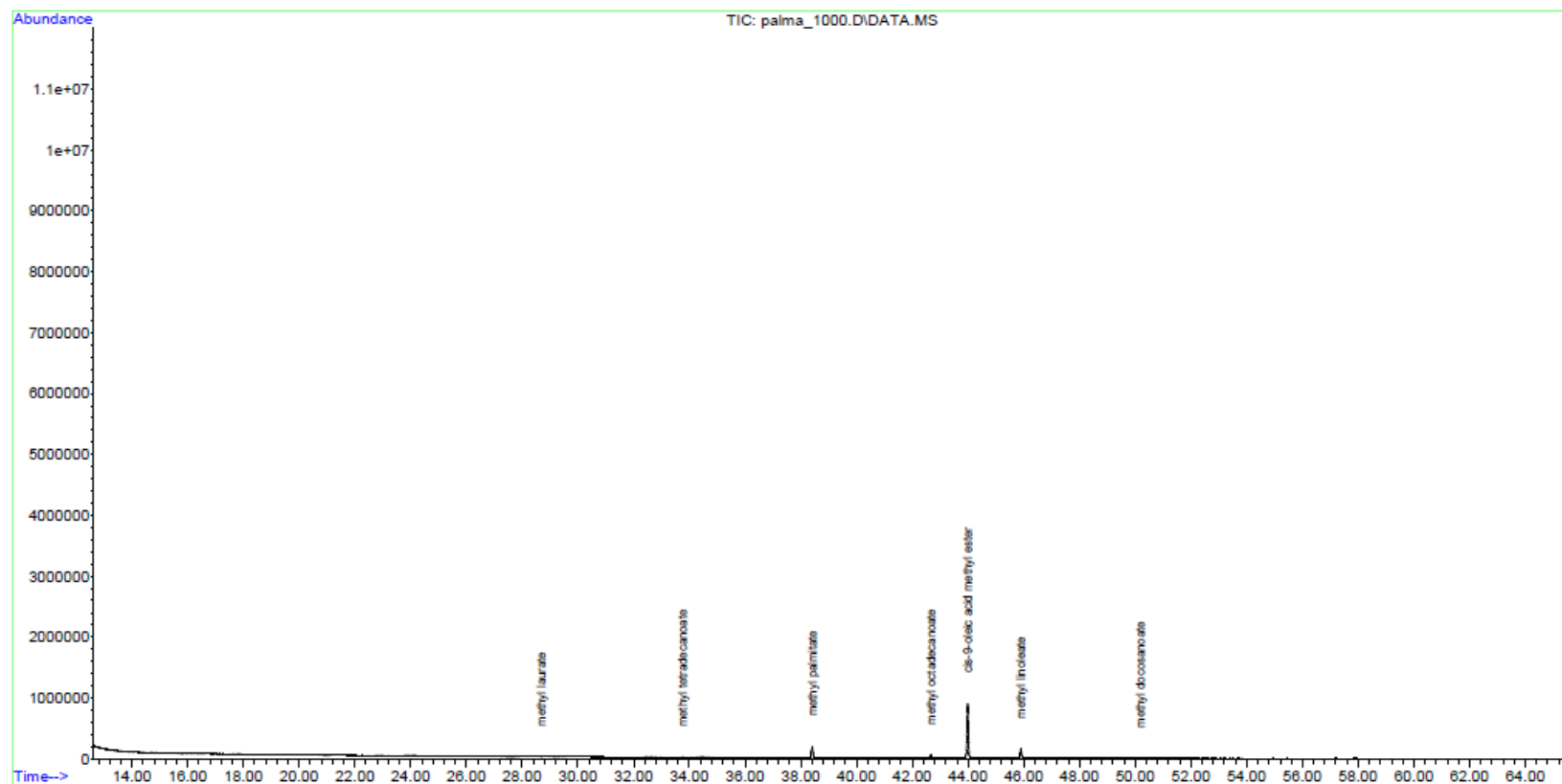
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	28.686	TIC	20618	0.22	#	1
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	33.741	TIC	14165	0.15	#	29
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.		
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.407	TIC	678388	6.53	#	39
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.		
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.		
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	42.666	TIC	183054	2.18	#	35
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methy...	43.985	TIC	3181703m	39.39		
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.896	TIC	539386	10.33	#	21
20) methyl arachidate	0.000		0	N.D.		
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0	N.D.		
23) methyl linolenate	0.000		0	N.D.		
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadienol...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	50.172	TIC	23832m	0.39		
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.		
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadienol...	0.000		0	N.D.		
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : palma 1000.D
 Acq On : 12 Nov 2019 18:42
 Operator : Muranszky
 Sample : palma_1000
 Misc :
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:07:55 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



10.6. Repce 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : repce 100.D						
Acq On : 11 Nov 2019 22:10						
Operator : Muranszky						
Sample : repce_100						
Misc :						
ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 15:19:28 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

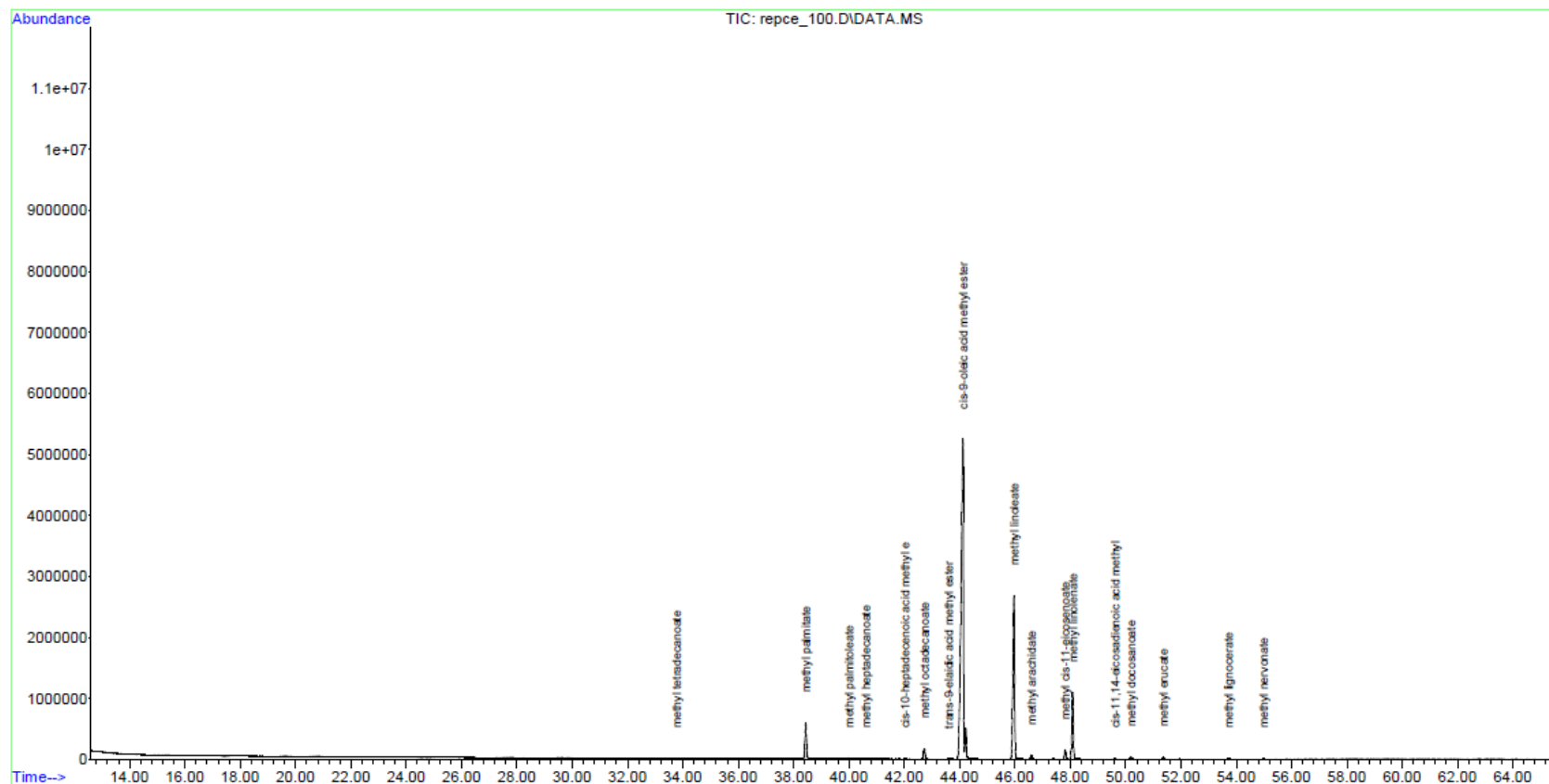
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.		
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.	d	
7) methyl tetradecanoate	33.768	TIC	17653	0.19		# 29
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.	d	
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.439	TIC	2327469	22.42		# 38
12) methyl palmitoleate	39.997	TIC	66472	0.94		# 18
13) methyl heptadecanoate	40.611	TIC	13285	0.26		# 21
14) cis-10-heptadecenoic a...	42.026	TIC	12774	0.19		# 21
15) methyl octadecanoate	42.730	TIC	725652	8.62		# 36
16) trans-9-elaidic acid m...	43.606	TIC	39009m	0.60		
17) cis-9-oleic acid methy...	44.123	TIC	30762667	380.84		# 21
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.970	TIC	11118049	212.97		# 21
20) methyl arachidate	46.590	TIC	236707	3.12		# 33
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.817	TIC	505857m	10.87		
23) methyl linolenate	48.090	TIC	3943104	99.42		# 31
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadienoi...	49.622	TIC	19791m	0.44		
26) methyl docosanoate	50.193	TIC	118907	1.95		# 27
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.	d	
28) methyl erucate	51.362	TIC	110485	2.89		# 12
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.	d	
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadienoi...	0.000		0	N.D.	d	
33) methyl lignocerate	53.721	TIC	27194m	0.86		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	54.992	TIC	26380m	0.74		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : repce 100.D
 Acq On : 11 Nov 2019 22:10
 Operator : Muranszky
 Sample : repce_100
 Misc :
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:19:28 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_sp1.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)							
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\							
Data File : repce 1000.D							
Acq On : 11 Nov 2019 17:23							
Operator : Muranszky							
Sample : repce_1000							
Misc :							
ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1							
Quant Time: Nov 14 15:24:04 2019							
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M							
Quant Title : zsirsav							
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018							
Response via : Initial Calibration							
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)	

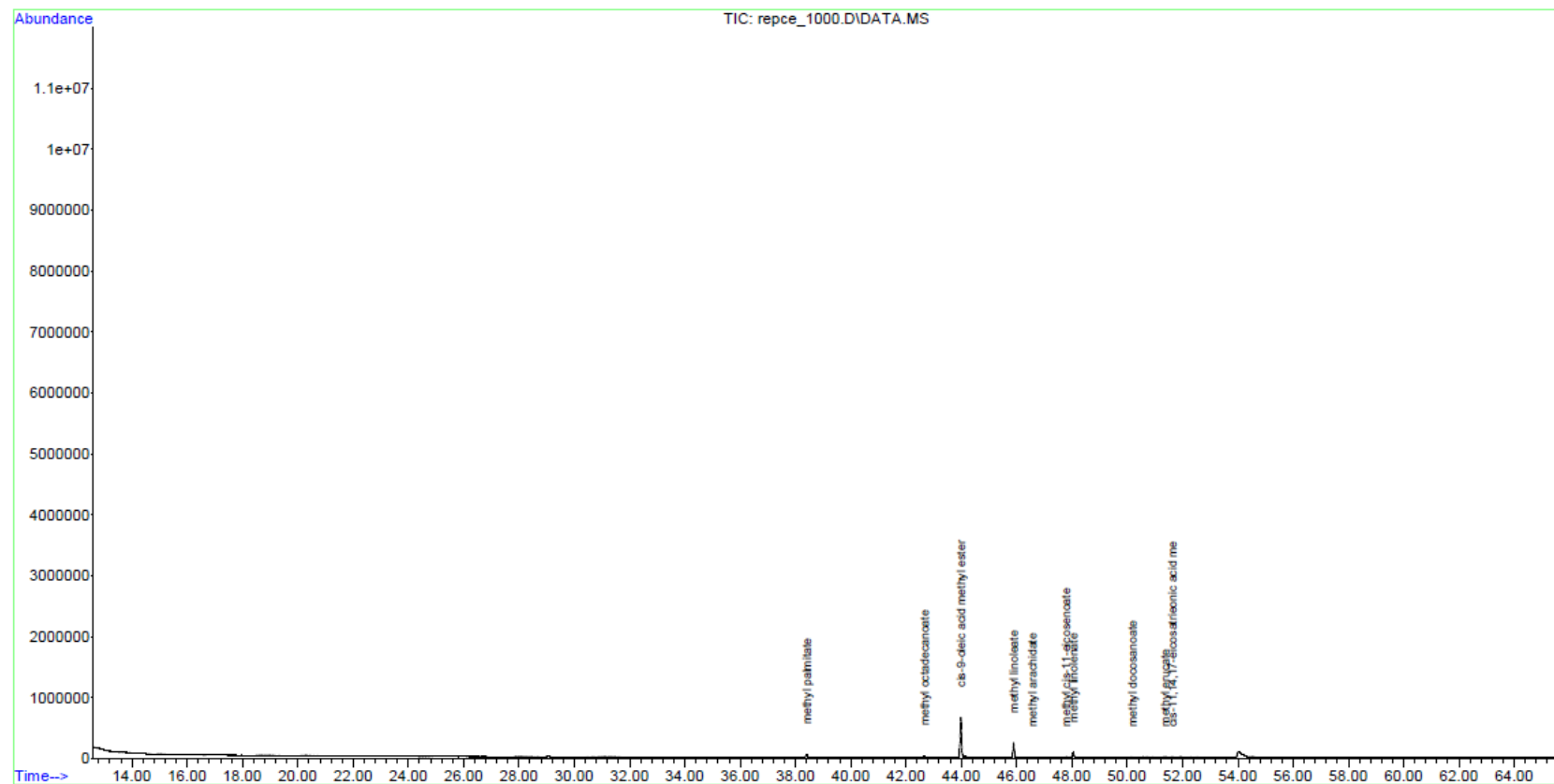
Target Compounds							Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.			
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.			
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.			
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.			
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.	d		
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.			
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.			
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.			
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.			
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d		
11) methyl palmitate	38.407	TIC	195503	1.88		#	38
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.	d		
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.			
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.			
15) methyl octadecanoate	42.666	TIC	66986	0.80		#	22
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d		
17) cis-9-oleic acid methy...	43.985	TIC	2372206m	29.37			
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.			
19) methyl linoleate	45.891	TIC	880890	16.87		#	21
20) methyl arachidate	46.563	TIC	24855	0.33		#	21
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.			
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.780	TIC	43723m	0.94			
23) methyl linolenate	48.042	TIC	301583	7.60		#	29
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.			
25) cis-11,14-eicosadieno...	0.000		0	N.D.			
26) methyl docosanoate	50.172	TIC	21201	0.35		#	14
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.	d		
28) methyl erucate	51.357	TIC	18706m	0.49			
29) cis-11,14,17-eicosatri...	51.634	TIC	11890	0.51		#	17
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.			
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.			
32) cis-13,16 docosadieno...	0.000		0	N.D.			
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.	d		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.			
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.			
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.			

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed							

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : repce 1000.D
 Acq On : 11 Nov 2019 17:23
 Operator : Muranszky
 Sample : repce_1000
 Misc :
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:24:04 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_sp1.M
 Quant Title : Zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



10.7. Ricinus 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : ricinus 100.D						
Acq On : 11 Nov 2019 23:21						
Operator : Muranszky						
Sample : ricinus_100						
Misc :						
ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 15:27:07 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

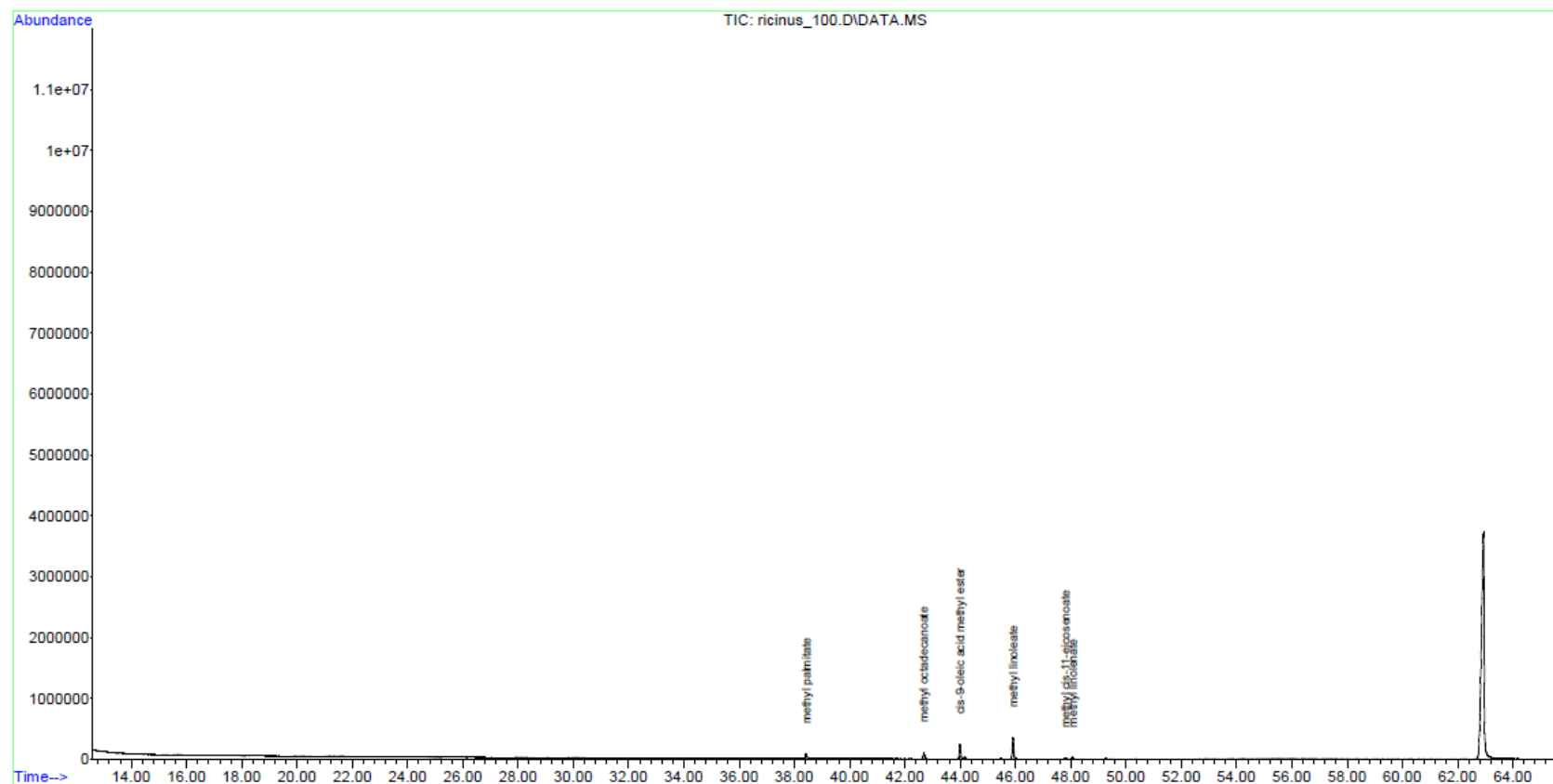
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.		
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.	d	
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.		
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.		
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d	
11) methyl palmitate	38.422	TIC	299867	2.89		# 38
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.		
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.		
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	42.677	TIC	345489	4.11		# 35
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0	N.D.	d	
17) cis-9-oleic acid methy...	43.990	TIC	842837m	10.43		
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0	N.D.	d	
19) methyl linoleate	45.912	TIC	1256624	24.07		# 21
20) methyl arachidate	0.000		0	N.D.		
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.807	TIC	56146m	1.21		
23) methyl linolenate	48.058	TIC	97337	2.45		# 26
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.	d	
25) cis-11,14-eicosadieno...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	0.000		0	N.D.		
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.		
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadieno...	0.000		0	N.D.		
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : ricinus_100.D
 Acq On : 11 Nov 2019 23:21
 Operator : Muranszky
 Sample : ricinus_100
 Misc :
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:27:07 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : ricinus 1000.D						
Acq On : 11 Nov 2019 18:34						
Operator : Muranszky						
Sample : ricinus_1000						
Misc :						
ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 15:30:24 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev (Min)

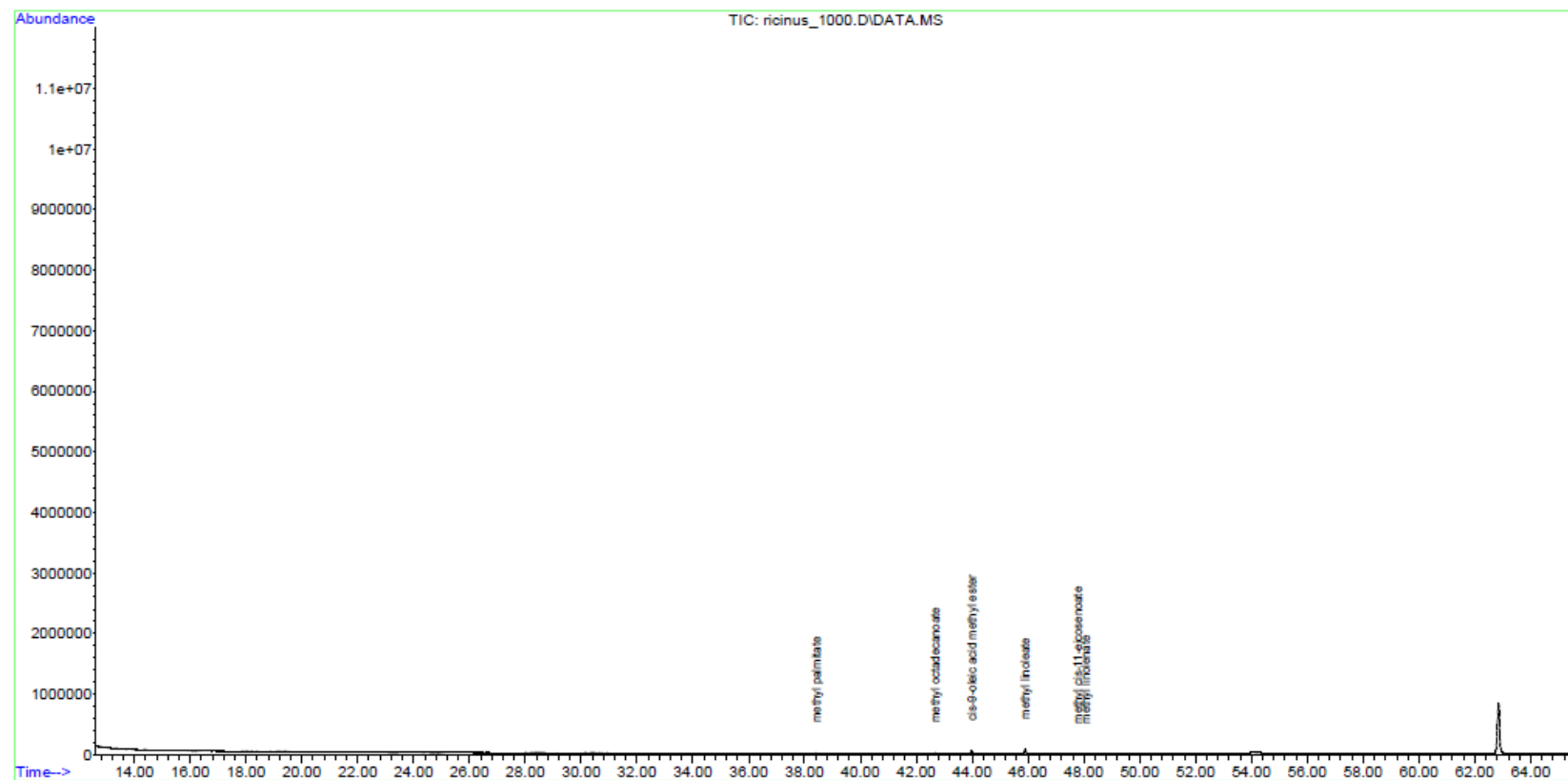
Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0		N.D.	
2) methyl octanoate	0.000		0		N.D.	
3) methyl decanoate	0.000		0		N.D.	
4) methyl undecanoate	0.000		0		N.D.	
5) methyl laurate	0.000		0		N.D. d	
6) methyl tridecanoate	0.000		0		N.D.	
7) methyl tetradecanoate	0.000		0		N.D.	
8) myristoleic acid methy...	0.000		0		N.D.	
9) methyl pentadecanoate	0.000		0		N.D.	
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0		N.D. d	
11) methyl palmitate	38.417	TIC	62024	0.60		# 24
12) methyl palmitoleate	0.000		0		N.D.	
13) methyl heptadecanoate	0.000		0		N.D.	
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0		N.D.	
15) methyl octadecanoate	42.672	TIC	71450	0.85		# 22
16) trans-9-elaidic acid m...	0.000		0		N.D. d	
17) cis-9-oleic acid methy...	43.974	TIC	193586m	2.40		
18) linolelaidic acid meth...	0.000		0		N.D.	
19) methyl linoleate	45.896	TIC	287316	5.50		# 20
20) methyl arachidate	0.000		0		N.D.	
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0		N.D.	
22) methyl cis-11-eicosenoate	47.791	TIC	12275m	0.26		
23) methyl linolenate	48.047	TIC	20395	0.51		# 26
24) methyl heneicosanoate	0.000		0		N.D.	
25) cis-11,14-eicosadieno...	0.000		0		N.D.	
26) methyl docosanoate	0.000		0		N.D.	
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0		N.D.	
28) methyl erucate	0.000		0		N.D.	
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0		N.D.	
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0		N.D.	
31) methyl tricosanoate	0.000		0		N.D.	
32) cis-13,16 docosadieno...	0.000		0		N.D.	
33) methyl lignocerate	0.000		0		N.D. d	
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0		N.D.	
35) methyl nervonate	0.000		0		N.D.	
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0		N.D.	

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : ricinus 1000.D
 Acq On : 11 Nov 2019 18:34
 Operator : Muranszky
 Sample : ricinus_1000
 Misc :
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 15:30:24 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_sp1.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



10.8. CNSL-etalon 100x-os és 1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)									
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\ Data File : kesudijo 100.D Acq On : 14 Nov 2019 2:21 Operator : Muranszky Sample : kesudijo_100 Misc : ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1									
Quant Time: Nov 14 14:23:21 2019 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M Quant Title : zsirsav QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018 Response via : Initial Calibration									
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)			

Target Compounds							Qvalue		
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.					
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.	d				
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.					
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.	d				
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.	d				
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.					
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.					
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.					
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.					
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.	d				
11) methyl palmitate	38.385	TIC	32558	0.31		#	24		
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.					
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.					
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.					
15) methyl octadecanoate	42.613	TIC	10740	0.13		#	22		
16) trans-9-elaïdic acid m...	0.000		0	N.D.	d				
17) cis-9-oleic acid methy...	43.948	TIC	74264	0.92		#	17		
18) linolelaïdic acid meth...	0.000		0	N.D.					
19) methyl linoleate	45.869	TIC	276805	5.30		#	21		
20) methyl arachidate	0.000		0	N.D.					
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.					
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0	N.D.	d				
23) methyl linolenate	48.026	TIC	39461	1.00		#	26		
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.					
25) cis-11,14-eicosadieno...	0.000		0	N.D.					
26) methyl docosanoate	0.000		0	N.D.					
27) cis-8,11,14-eicosatrie...	0.000		0	N.D.					
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.					
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.					
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.					
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.					
32) cis-13,16 docosadieno...	0.000		0	N.D.					
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.					
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.					
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.					
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.					

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed									

Quantitation Report (QT Reviewed)

Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
 Data File : kesudijo 100.D
 Acq On : 14 Nov 2019 2:21
 Operator : Muranszky
 Sample : kesudijo_100
 Misc :
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:23:21 2019
 Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_sp1.M
 Quant Title : zsirsav
 QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
 Response via : Initial Calibration



1000x-es hígítás

Quantitation Report (QT Reviewed)						
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\						
Data File : kesudijo 1000.D						
Acq On : 13 Nov 2019 16:50						
Operator : Muranszky						
Sample : kesudijo_1000						
Misc :						
ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1						
Quant Time: Nov 14 14:24:20 2019						
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M						
Quant Title : zsirsav						
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018						
Response via : Initial Calibration						
Compound	R.T.	QIon	Response	Conc	Units	Dev(Min)

Target Compounds						Qvalue
1) methyl hexanoate	0.000		0	N.D.	d	
2) methyl octanoate	0.000		0	N.D.		
3) methyl decanoate	0.000		0	N.D.		
4) methyl undecanoate	0.000		0	N.D.		
5) methyl laurate	0.000		0	N.D.		
6) methyl tridecanoate	0.000		0	N.D.		
7) methyl tetradecanoate	0.000		0	N.D.		
8) myristoleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
9) methyl pentadecanoate	0.000		0	N.D.		
10) cis-10-pentadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
11) methyl palmitate	0.000		0	N.D.		
12) methyl palmitoleate	0.000		0	N.D.		
13) methyl heptadecanoate	0.000		0	N.D.		
14) cis-10-heptadecenoic a...	0.000		0	N.D.		
15) methyl octadecanoate	0.000		0	N.D.		
16) trans-9-elaïdic acid m...	0.000		0	N.D.		
17) cis-9-oleic acid methy...	0.000		0	N.D.		
18) linolelaïdic acid meth...	0.000		0	N.D.		
19) methyl linoleate	45.874	TIC	13537	0.26	#	15
20) methyl arachidate	0.000		0	N.D.		
21) gamma-linolenic acid m...	0.000		0	N.D.		
22) methyl cis-11-eicosenoate	0.000		0	N.D.		
23) methyl linolenate	0.000		0	N.D.		
24) methyl heneicosanoate	0.000		0	N.D.		
25) cis-11,14-eicosadieno...	0.000		0	N.D.		
26) methyl docosanoate	0.000		0	N.D.		
27) cis-8,11,14-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
28) methyl erucate	0.000		0	N.D.		
29) cis-11,14,17-eicosatri...	0.000		0	N.D.		
30) methyl cis-5,8,11,14 e...	0.000		0	N.D.		
31) methyl tricosanoate	0.000		0	N.D.		
32) cis-13,16 docosadieno...	0.000		0	N.D.		
33) methyl lignocerate	0.000		0	N.D.		
34) methyl cis-5,8,11,14,1...	0.000		0	N.D.		
35) methyl nervonate	0.000		0	N.D.		
36) cis-4,7,10,13,16,19-do...	0.000		0	N.D.		

(#) = qualifier out of range (m) = manual integration (+) = signals summed						

Quantitation Report (QT Reviewed)

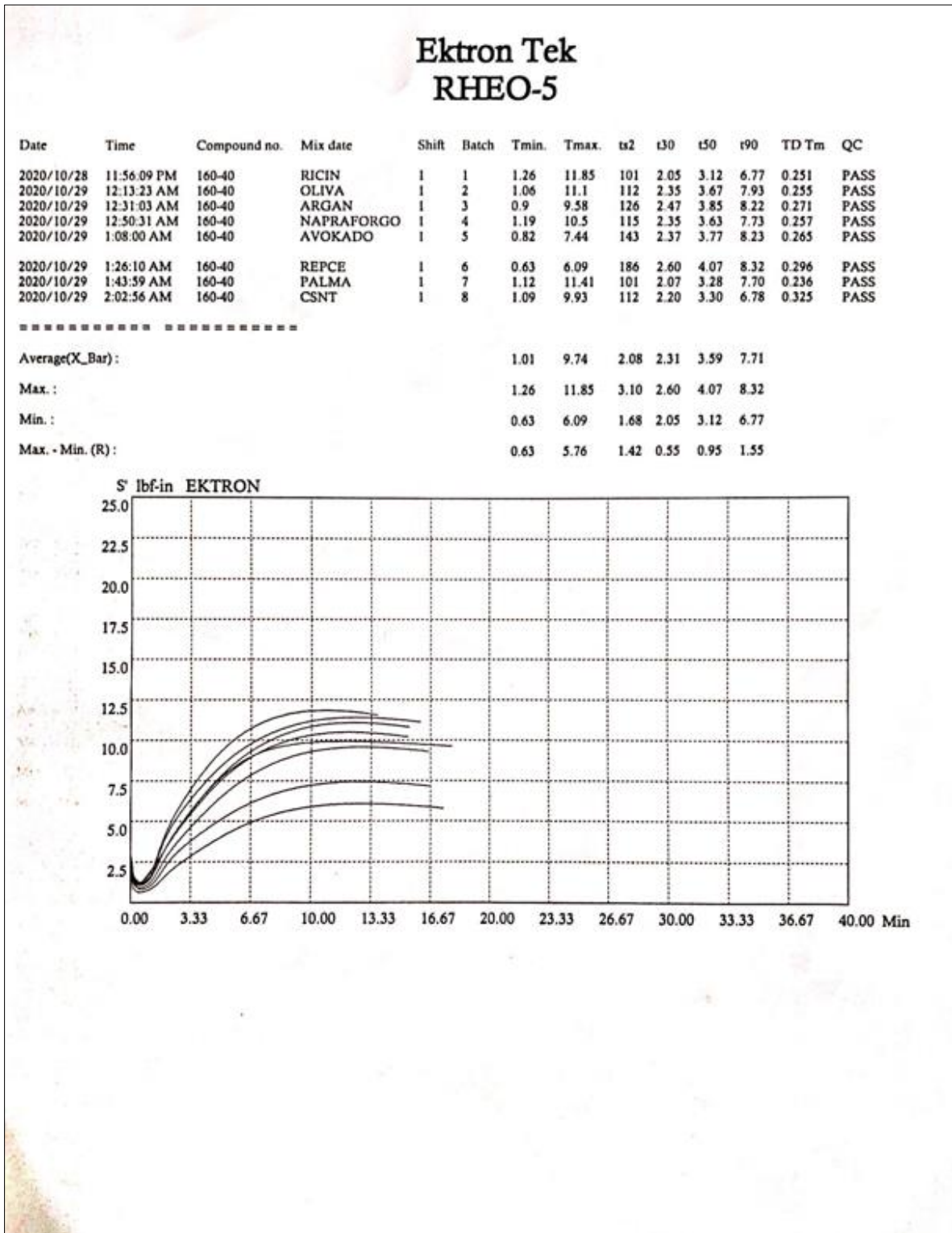
Data Path : D:\Data\1\DATA\zsirsav kinga 20191111\
Data File : kesudijo 1000.D
Acq On : 13 Nov 2019 16:50
Operator : Muranszky
Sample : kesudijo_1000
Misc :
ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

Quant Time: Nov 14 14:24:20 2019
Quant Method : D:\Data\1\METHODS\ZSIRSAV_RT2560_spl.M
Quant Title : zsirsav
QLast Update : Mon Oct 15 11:09:19 2018
Response via : Initial Calibration

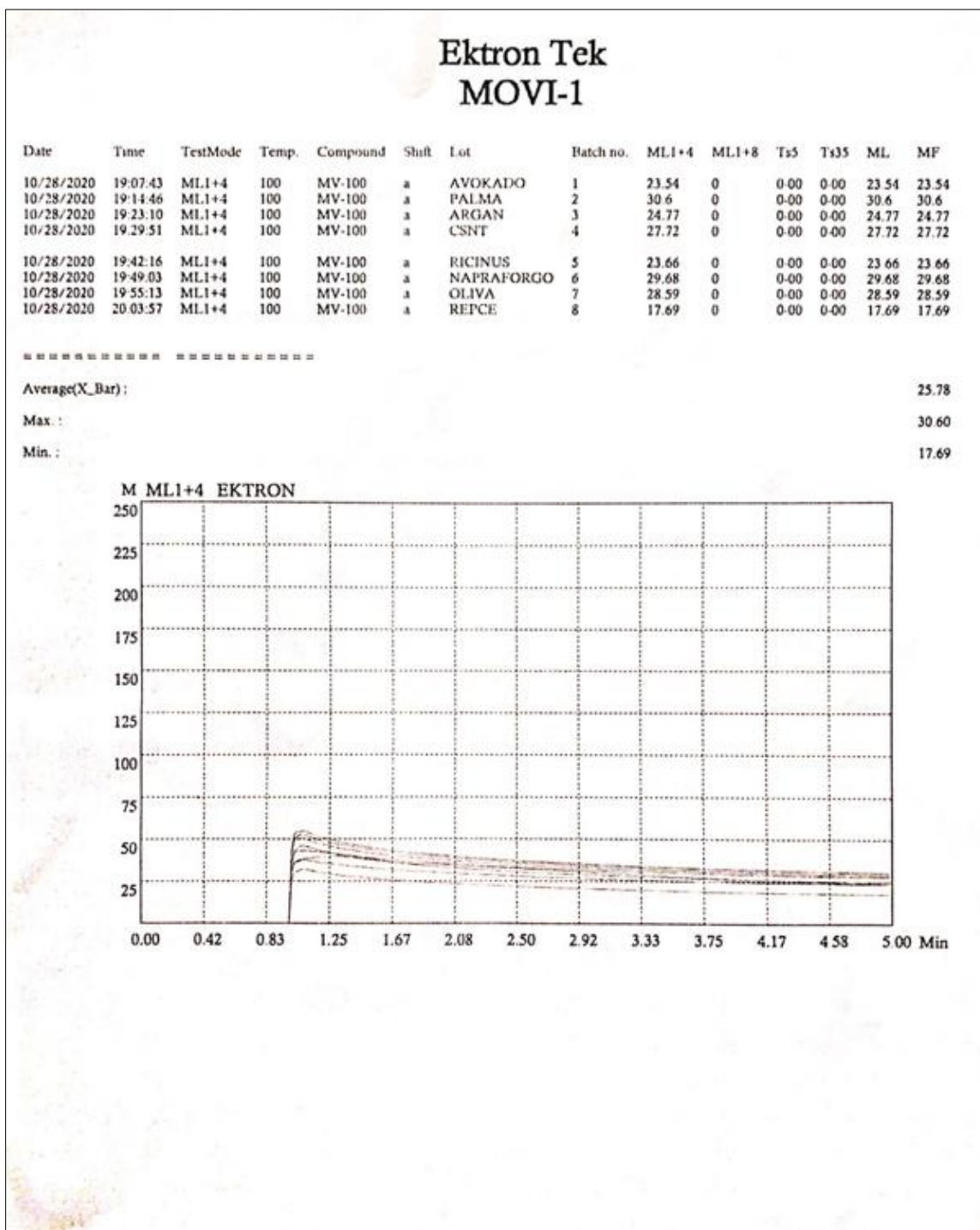


11. Keverékek reológiai tulajdonságai

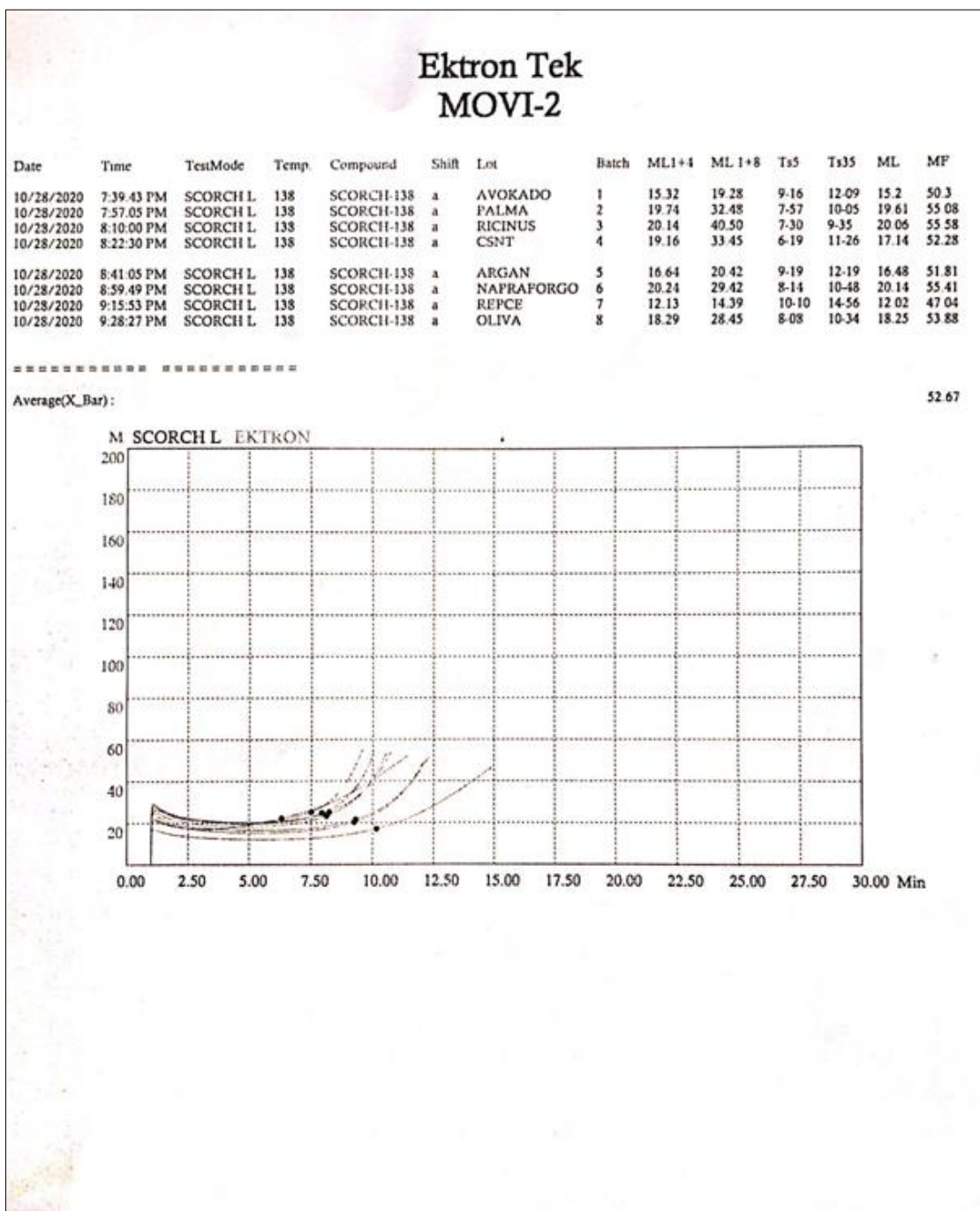
11.1. Vulkanizációs paraméterek meghatározása



11.2. Mooney-viszkozitás meghatározása

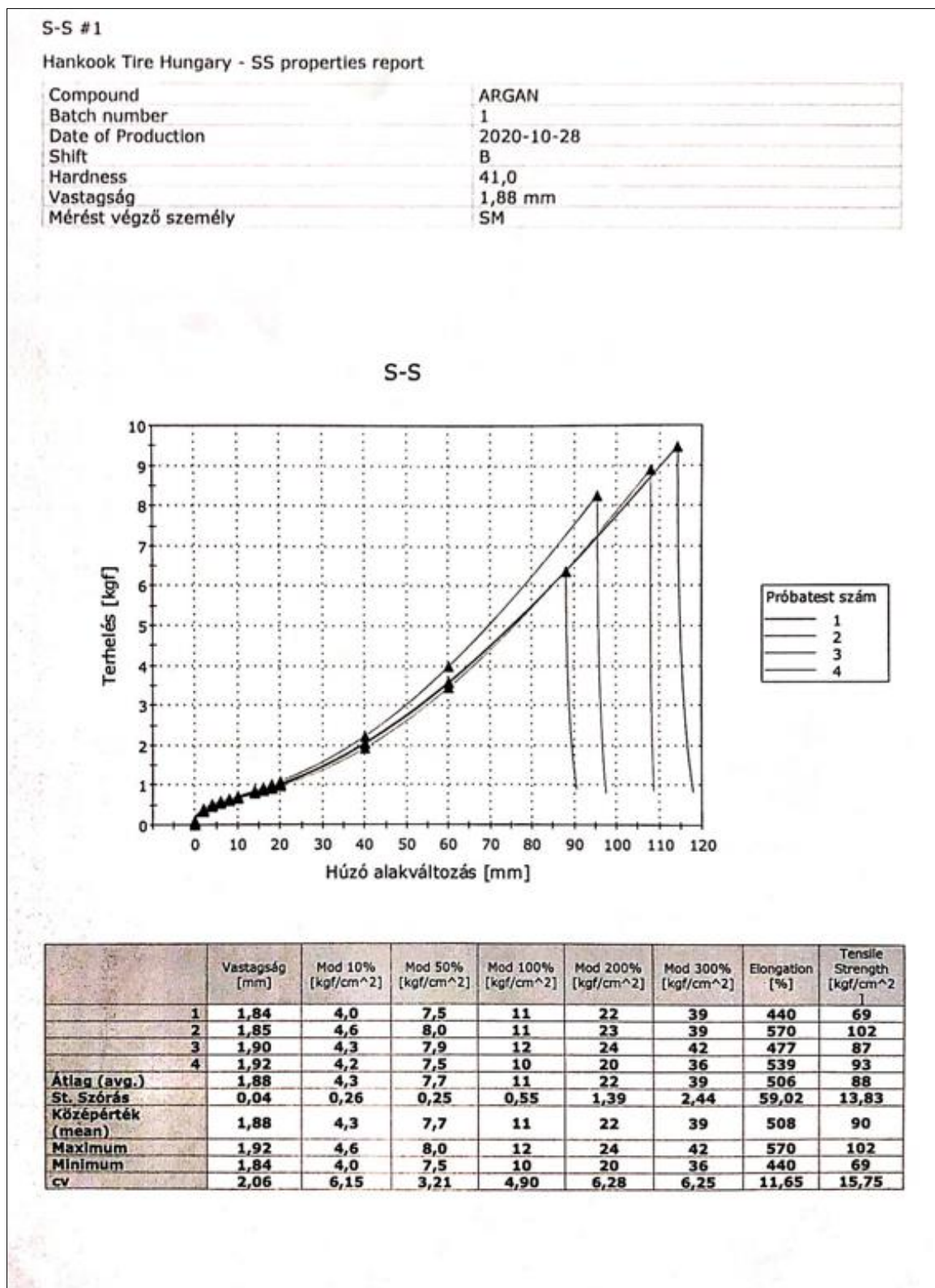


11.3. Scorch vagy beégés meghatározása

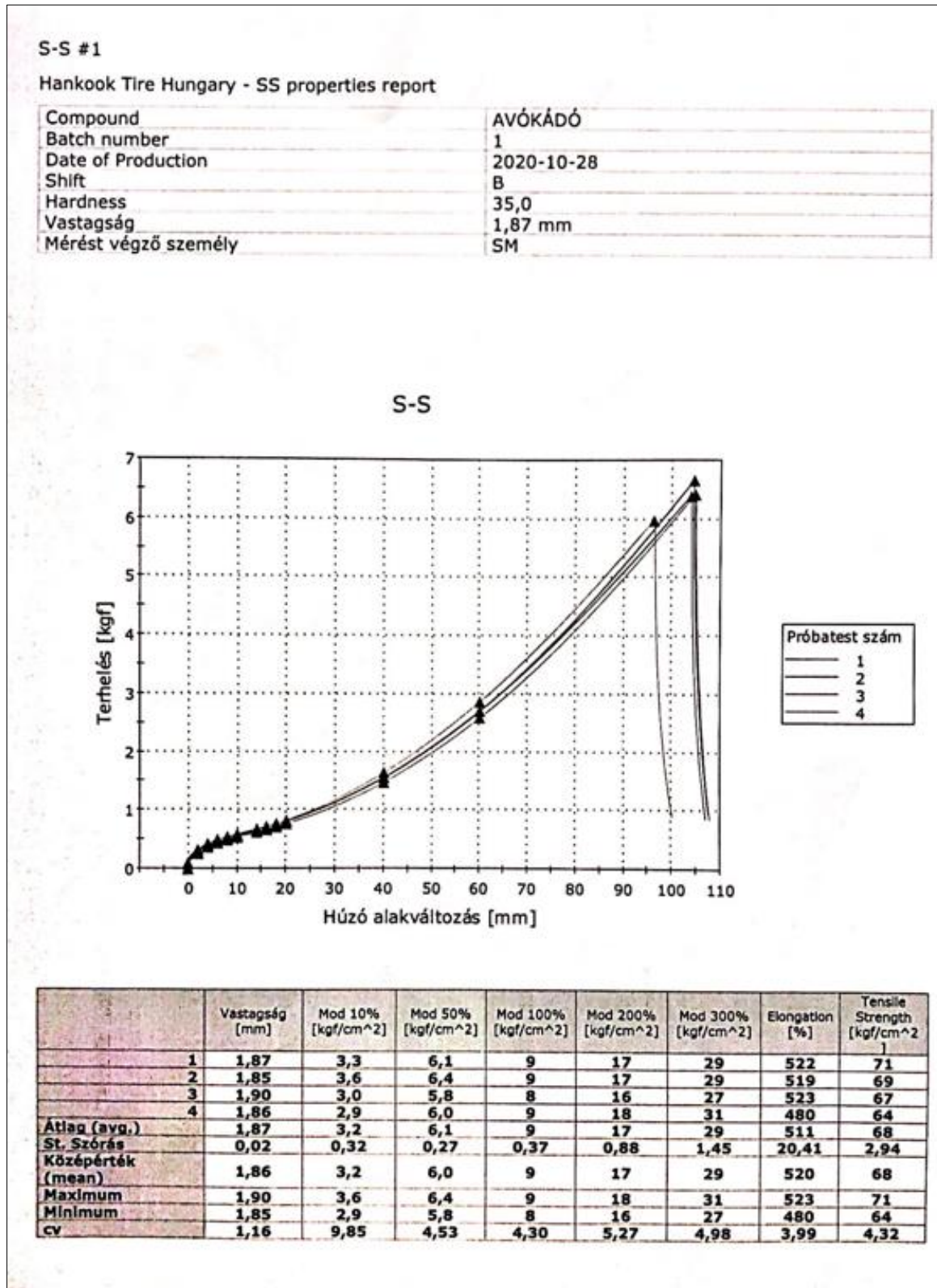


11.4. Szilárdsági paraméterek meghatározása (modulusok)

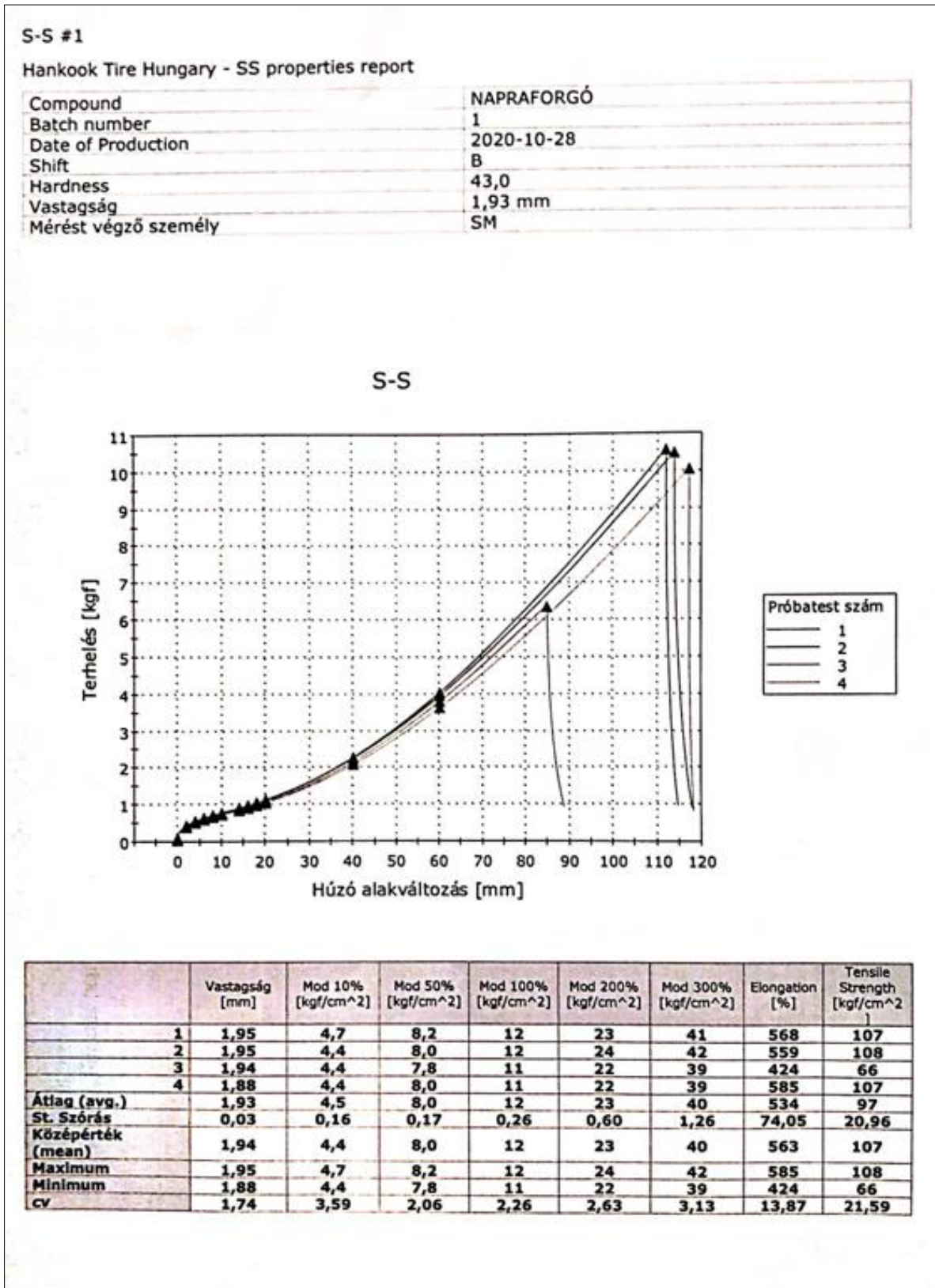
11.4.1 Argán



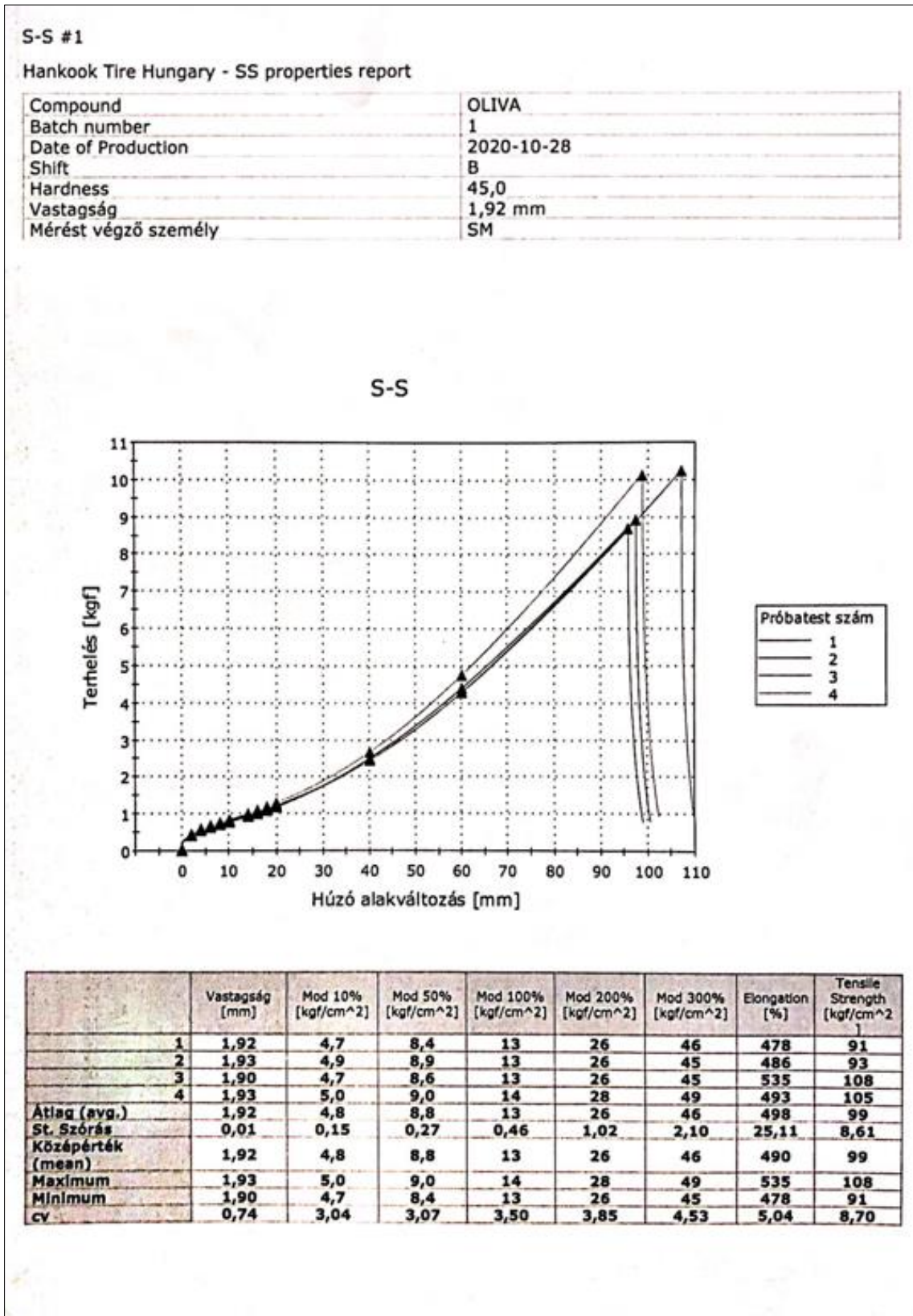
11.4.2. Avokádó



11.4.3. Napraforgó



11.4.4. Olíva



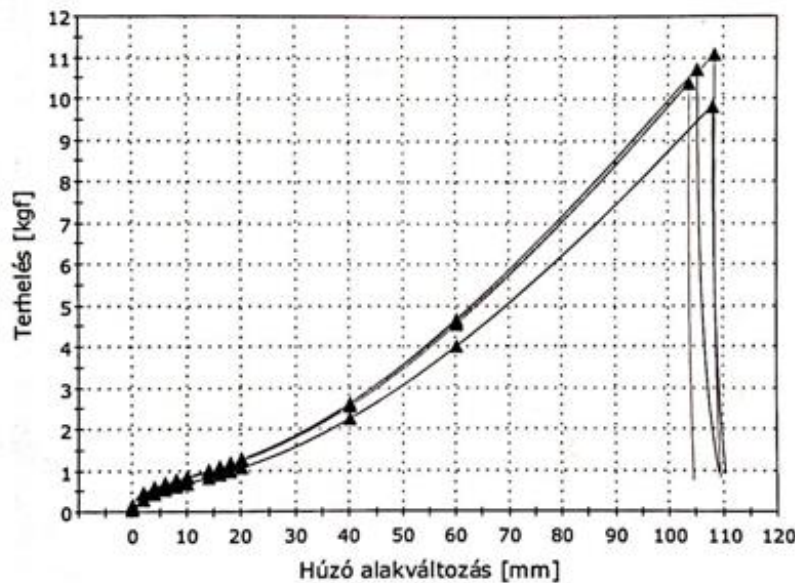
11.4.5. Pálma

S-S #1

Hankook Tire Hungary - SS properties report

Compound	PÁLMA
Batch number	1
Date of Production	2020-10-28
Shift	B
Hardness	45,0
Vastagság	1,89 mm
Mérést végző személy	SM

S-S



Próbatest szám	
—	1
- - -	2
...	3
- · - · -	4

	Vastagság [mm]	Mod 10% [kgf/cm ²]	Mod 50% [kgf/cm ²]	Mod 100% [kgf/cm ²]	Mod 200% [kgf/cm ²]	Mod 300% [kgf/cm ²]	Elongation [%]	Tensile Strength [kgf/cm ²]
1	1,89	4,9	9,0	13	28	49	525	113
2	1,81	3,6	7,9	12	25	45	540	108
3	1,92	5,2	9,0	13	27	47	541	115
4	1,93	5,1	9,1	14	27	48	518	108
Átlag (avg.)	1,89	4,7	8,8	13	27	47	531	111
St. Szórás	0,05	0,72	0,58	0,69	1,22	2,06	11,37	3,83
Középérték (mean)	1,90	5,0	9,0	13	27	48	533	111
Maximum	1,93	5,2	9,1	14	28	49	541	115
Minimum	1,81	3,6	7,9	12	25	45	518	108
cv	2,88	15,30	6,61	5,30	4,56	4,34	2,14	3,44

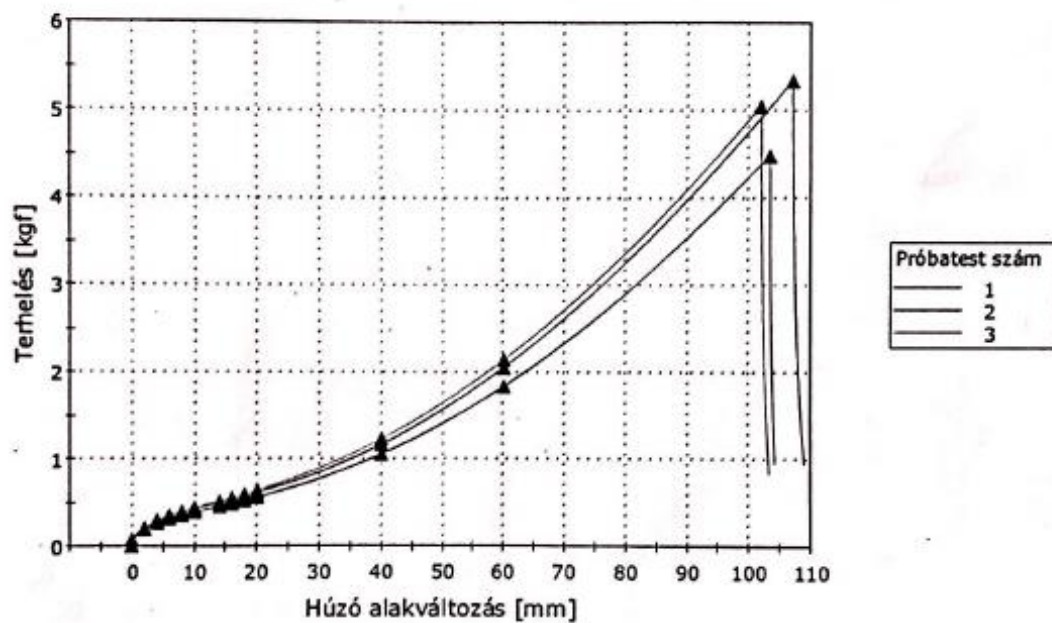
11.4.6. Repce

S-S #1

Hankook Tire Hungary - SS properties report

Compound	REPCE
Batch number	1
Date of Production	2020-10-28
Shift	B
Hardness	44,0
Vastagság	1,78 mm
Mérést végző személy	SM

S-S



	Vastagság [mm]	Mod 10% [kgf/cm ²]	Mod 50% [kgf/cm ²]	Mod 100% [kgf/cm ²]	Mod 200% [kgf/cm ²]	Mod 300% [kgf/cm ²]	Elongation [%]	Tensile Strength [kgf/cm ²]
1	1,74	2,4	4,7	7	12	21	516	51
2	1,80	2,4	4,9	7	13	23	535	59
3	1,81	2,4	5,0	7	14	24	509	56
Átlag (avg.)	1,78	2,4	4,8	7	13	23	520	56
St. Szórás	0,04	0,02	0,16	0,32	0,74	1,29	13,28	3,91
Középérték (mean)	1,80	2,4	4,9	7	13	23	516	56
Maximum	1,81	2,4	5,0	7	14	24	535	59
Minimum	1,74	2,4	4,7	7	12	21	509	51
cv	2,12	0,91	3,32	4,58	5,65	5,71	2,55	7,04

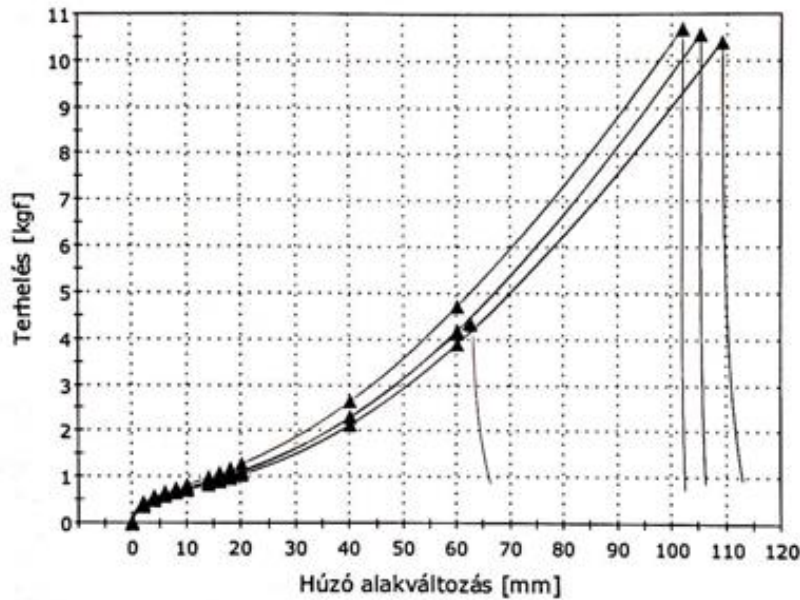
11.4.7. Ricinus

S-S #1

Hankook Tire Hungary - SS properties report

Compound	RICINUS
Batch number	1
Date of Production	2020-10-28
Shift	B
Hardness	45,0
Vastagság	1,88 mm
Mérést végző személy	SM

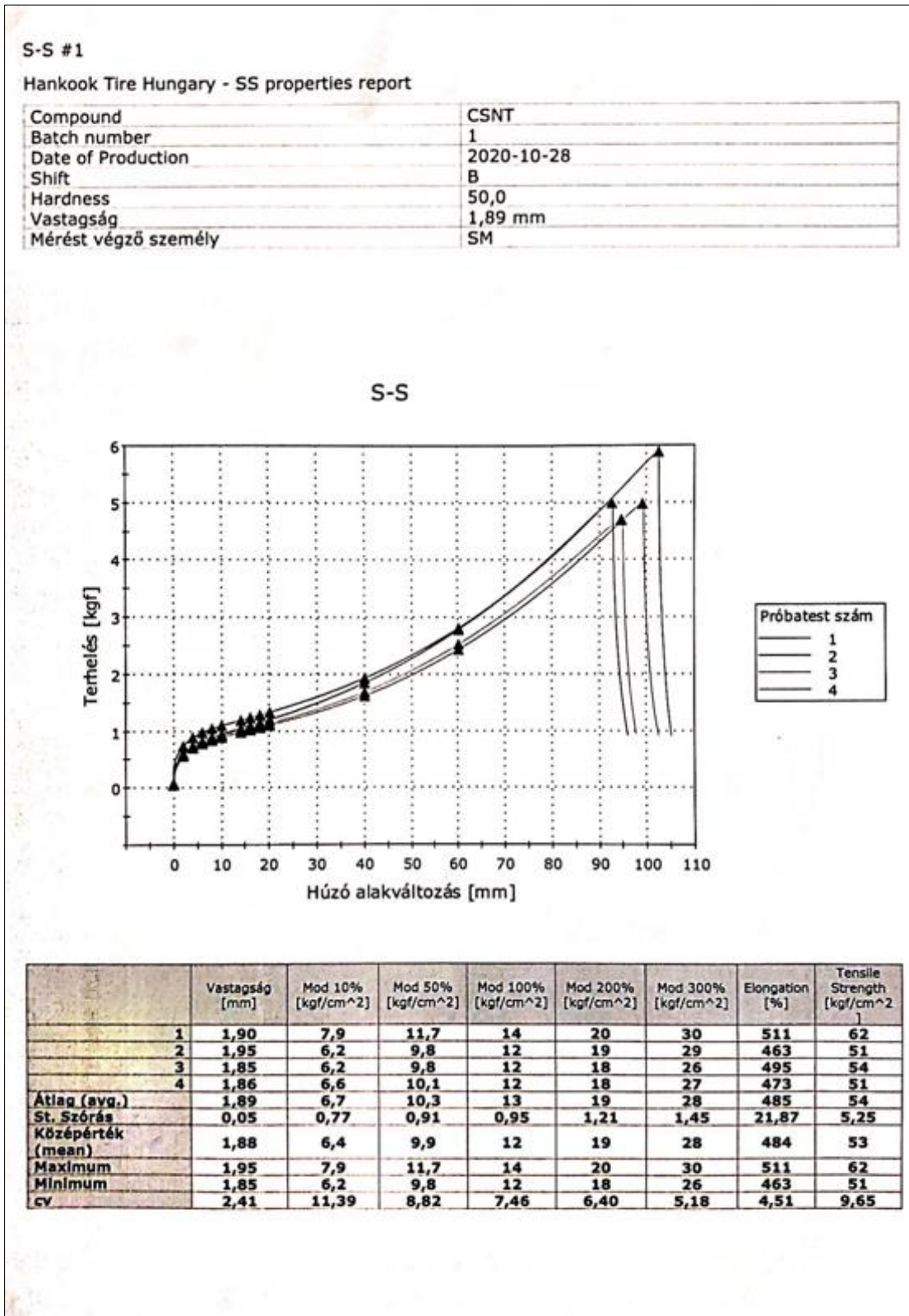
S-S



Próbatest szám	
—	1
—	2
—	3
—	4

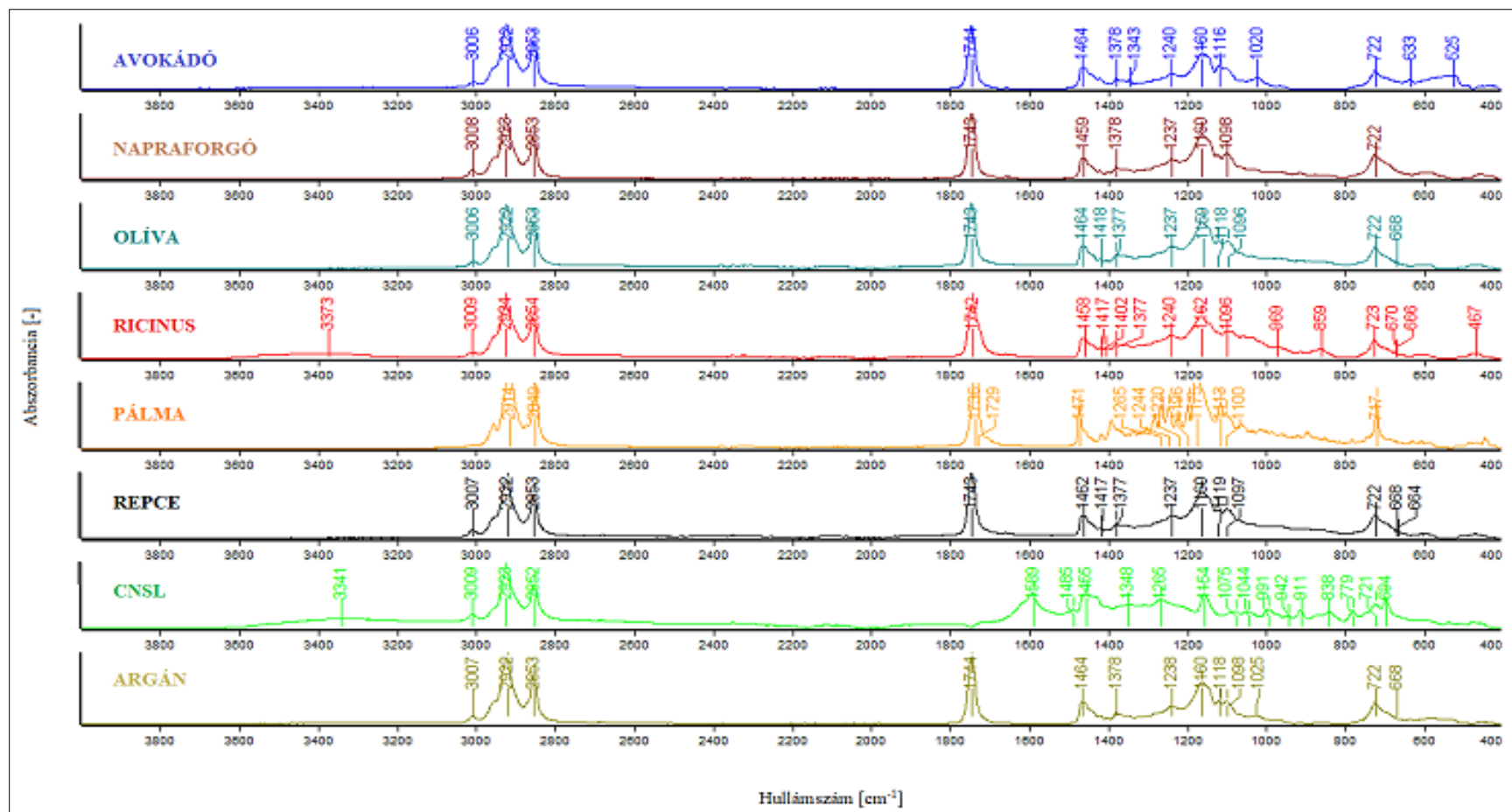
	Vastagság [mm]	Mod 10% [kgf/cm ²]	Mod 50% [kgf/cm ²]	Mod 100% [kgf/cm ²]	Mod 200% [kgf/cm ²]	Mod 300% [kgf/cm ²]	Elongation [%]	Tensile Strength [kgf/cm ²]
1	1,88	4,5	8,3	12	25	45	525	112
2	1,90	4,0	7,8	11	23	41	545	109
3	1,88	4,9	9,0	14	28	50	509	114
4	1,89	4,2	7,9	12	25	44	313	46
Átlag (avg.)	1,89	4,4	8,3	12	25	45	473	95
St. Szórás	0,01	0,41	0,57	1,12	2,36	3,86	107,82	32,82
Középérték (mean)	1,88	4,3	8,1	12	25	44	517	111
Maximum	1,90	4,9	9,0	14	28	50	545	114
Minimum	1,88	4,0	7,8	11	23	41	313	46
cv	0,51	9,22	6,90	9,15	9,38	8,55	22,80	34,41

11.4.8. CNSL-etalon

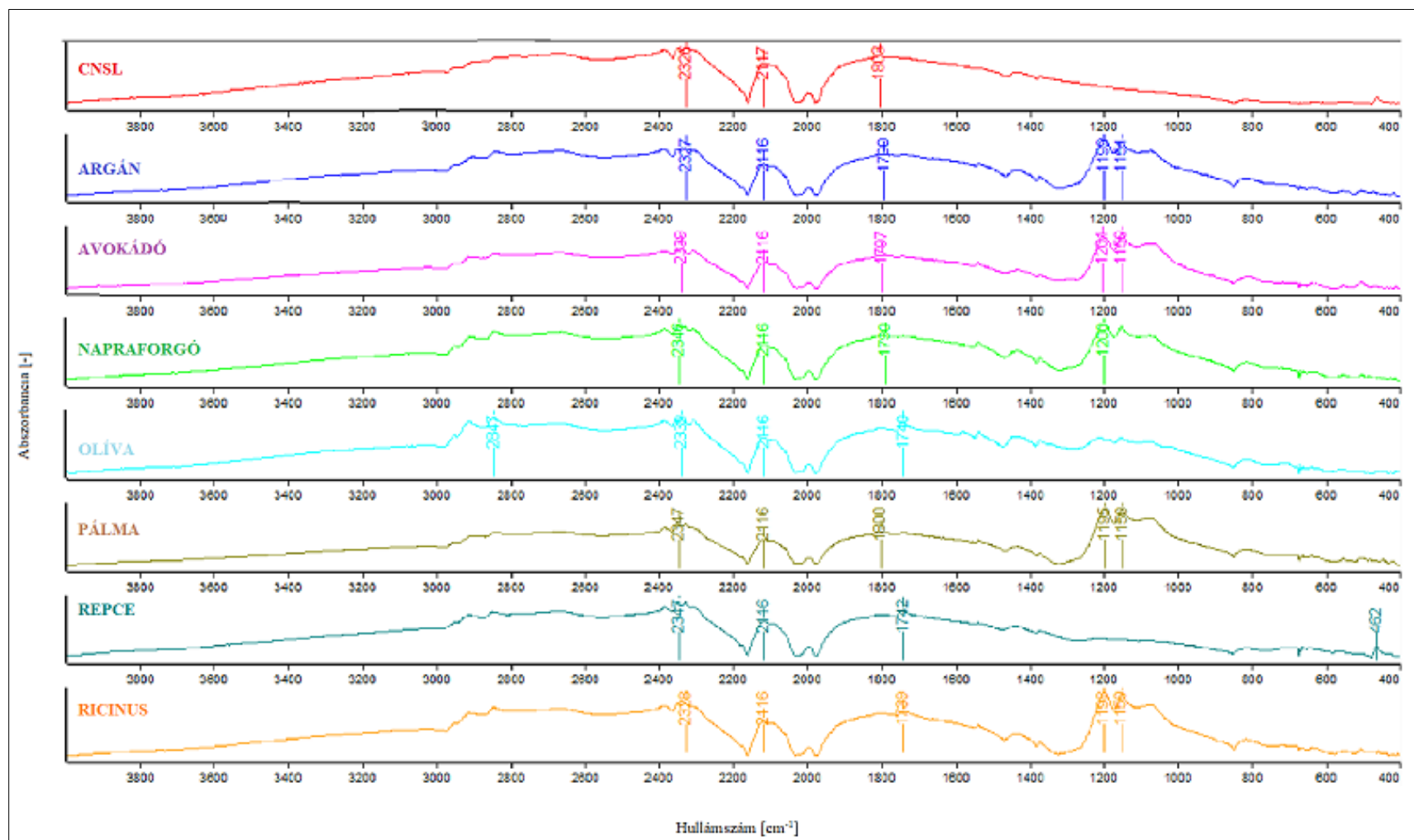


12. számú melléklet: FT-IR spektrumok

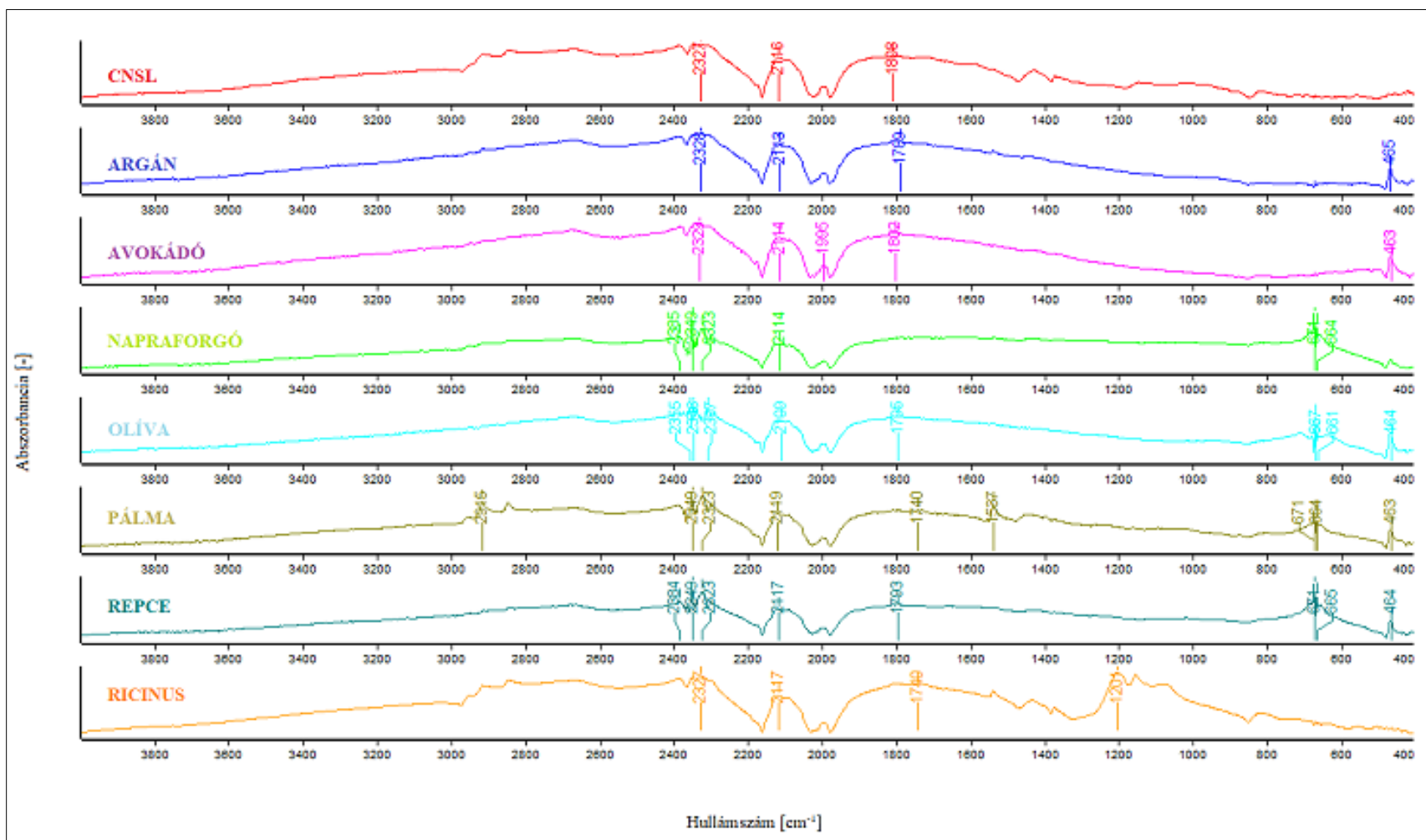
12.1. Olajok FT-IR spektrumai



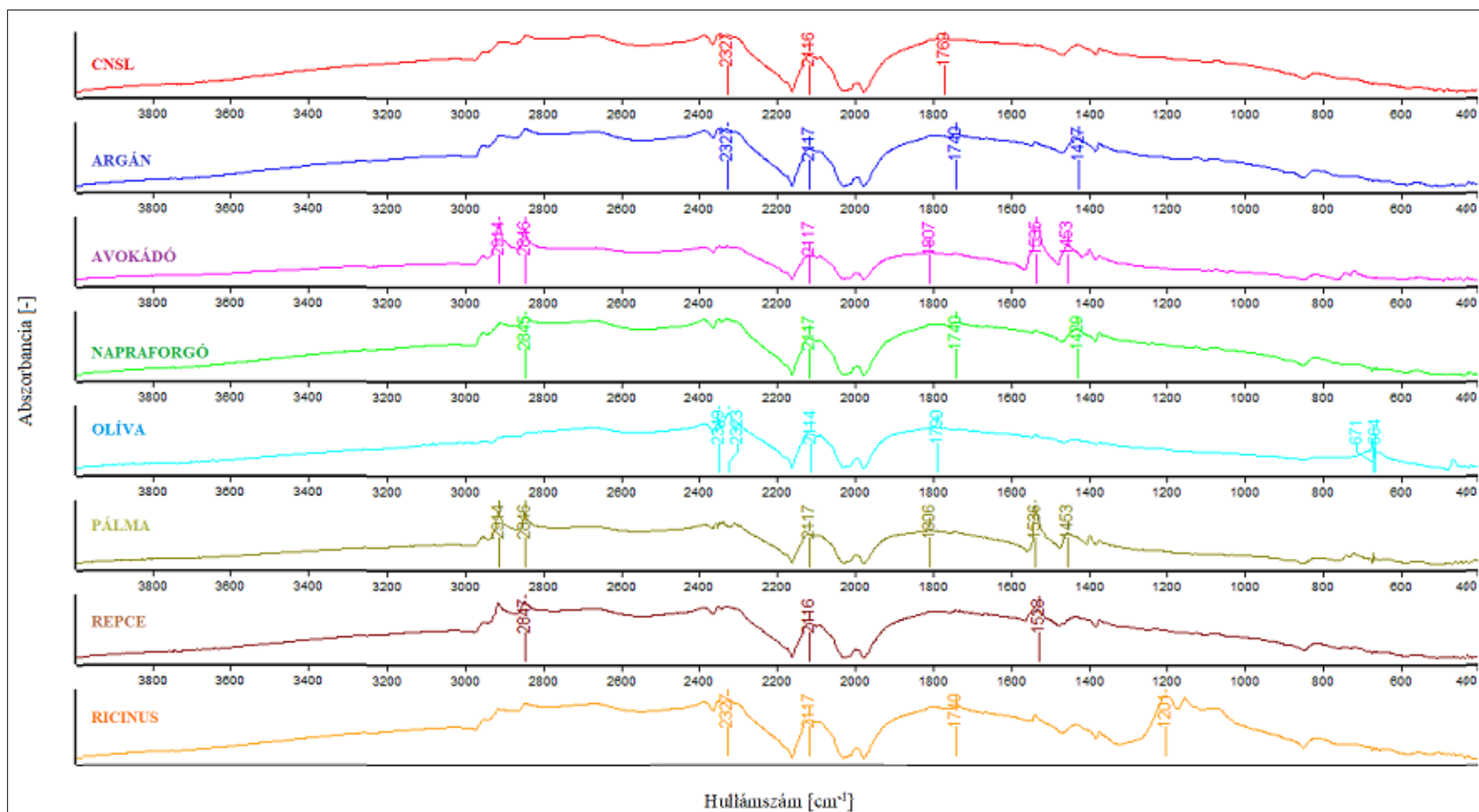
12.2. Keverékek FT-IR spektrumai UV-öregítés előtt



12.3. Keverékek FT-IR spektrumai 30 perces UV-öregítést követően

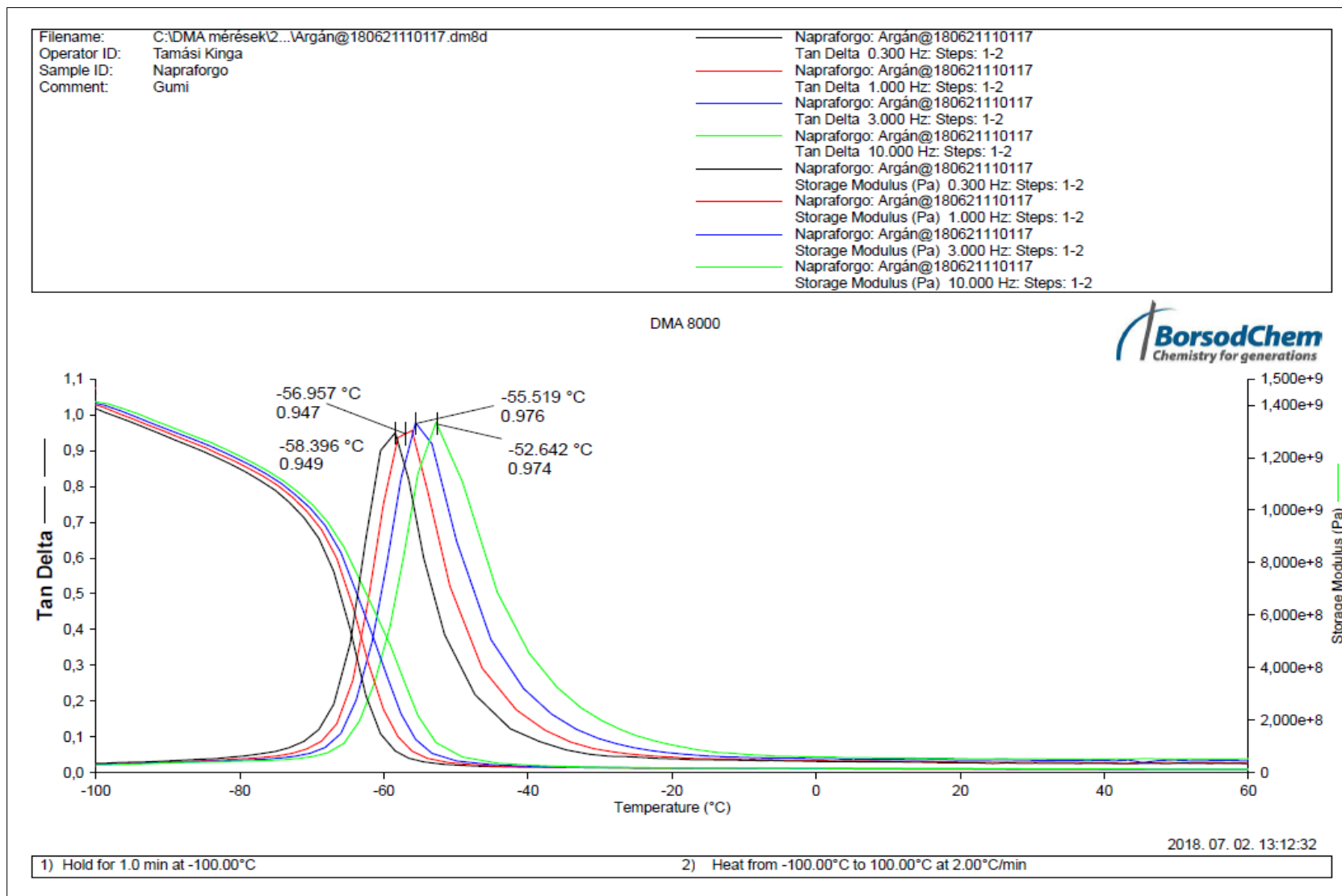


12.4. Keverékek FT-IR spektrumai 60 perces UV-öregítést követően

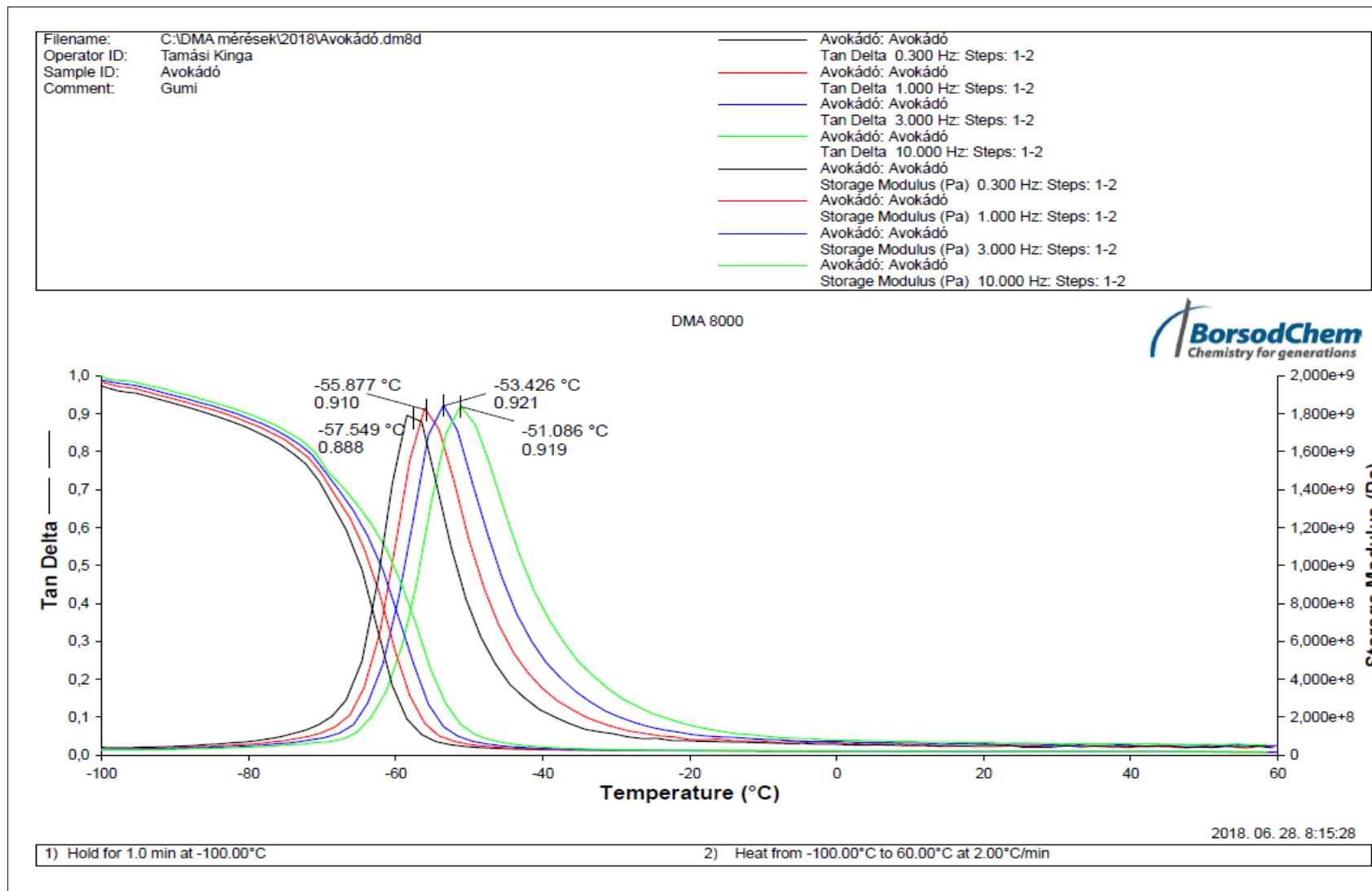


13. számú melléklet: A minták DMA görbéi

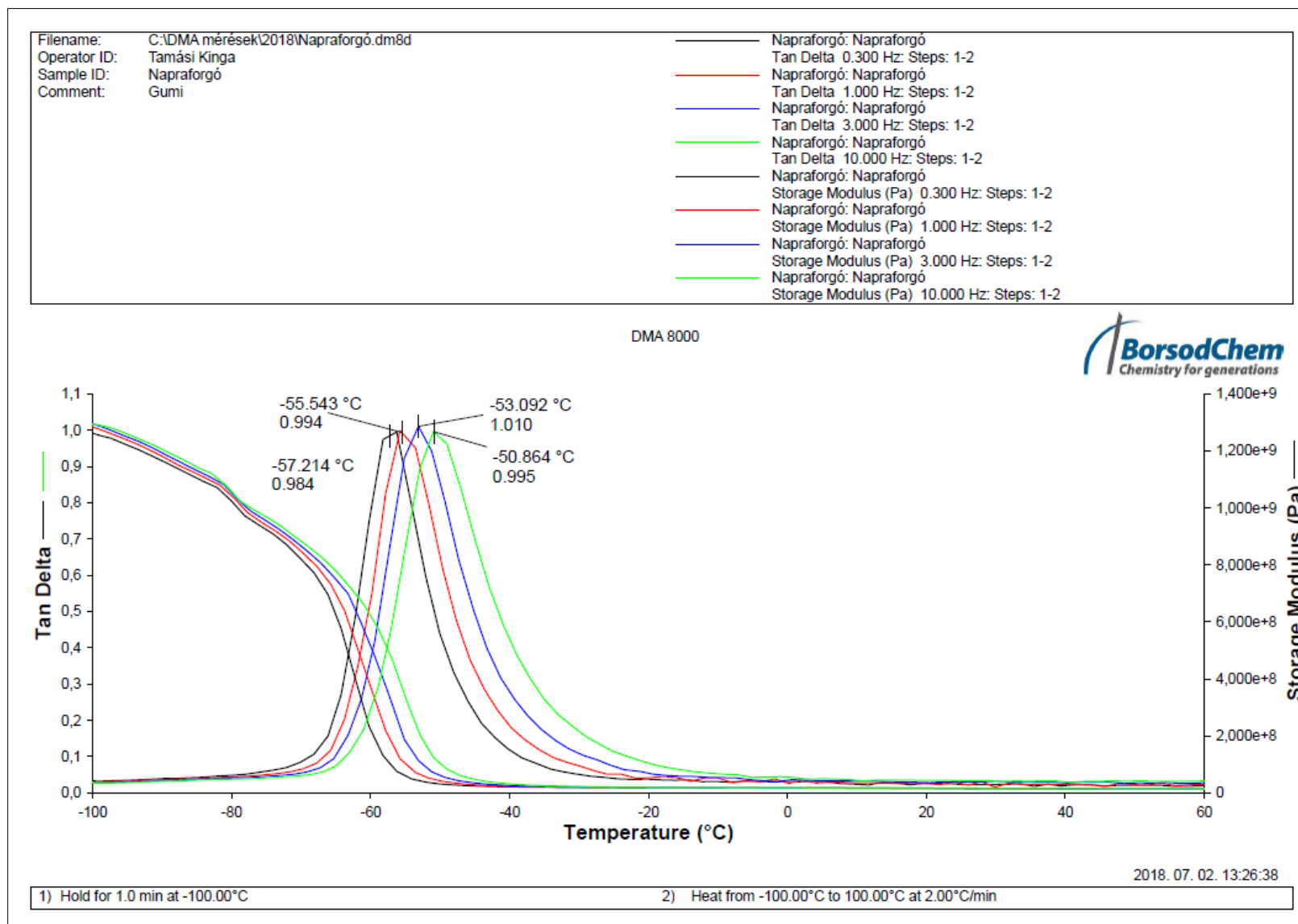
13.1. Argán



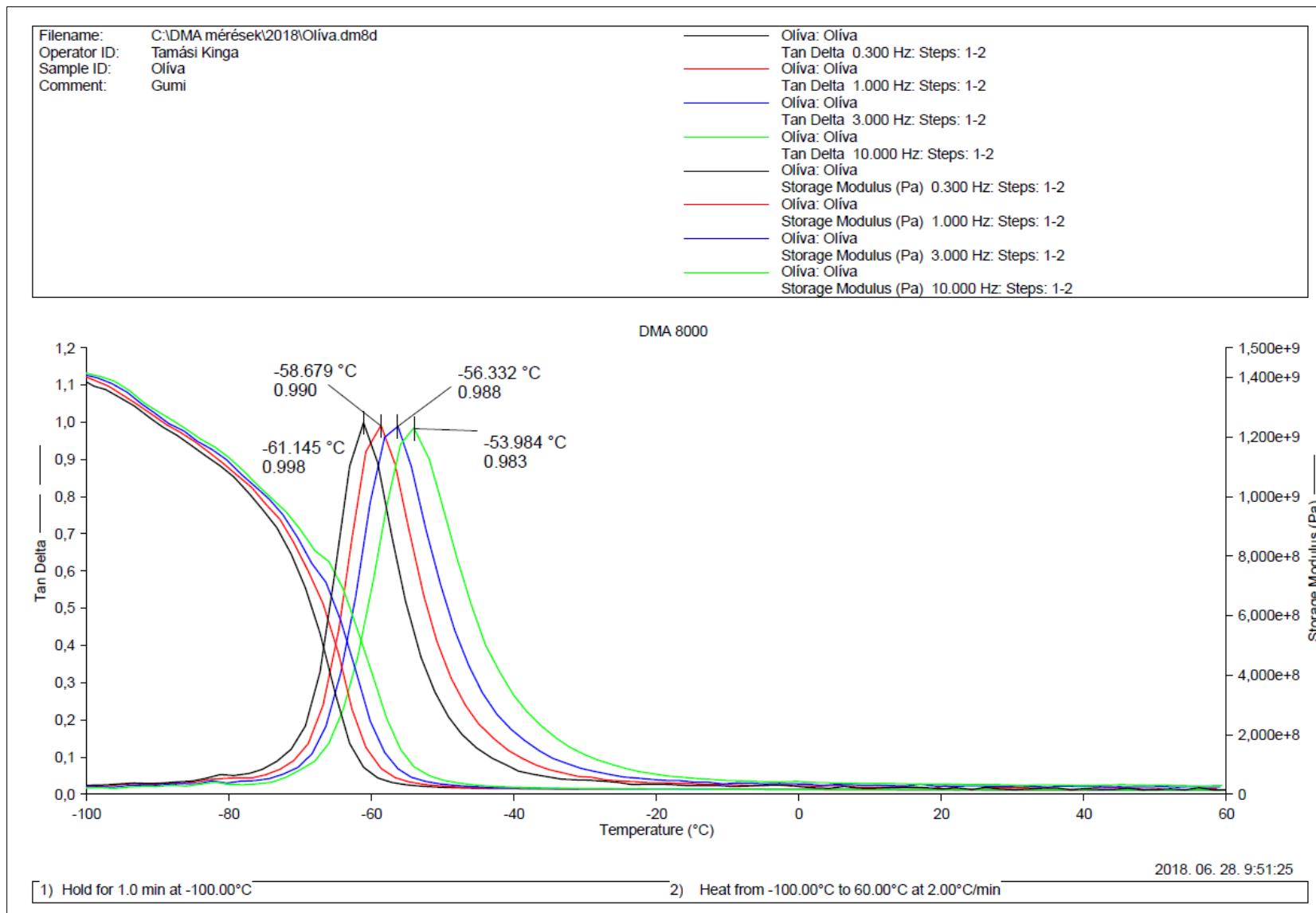
13.2. Avokádó



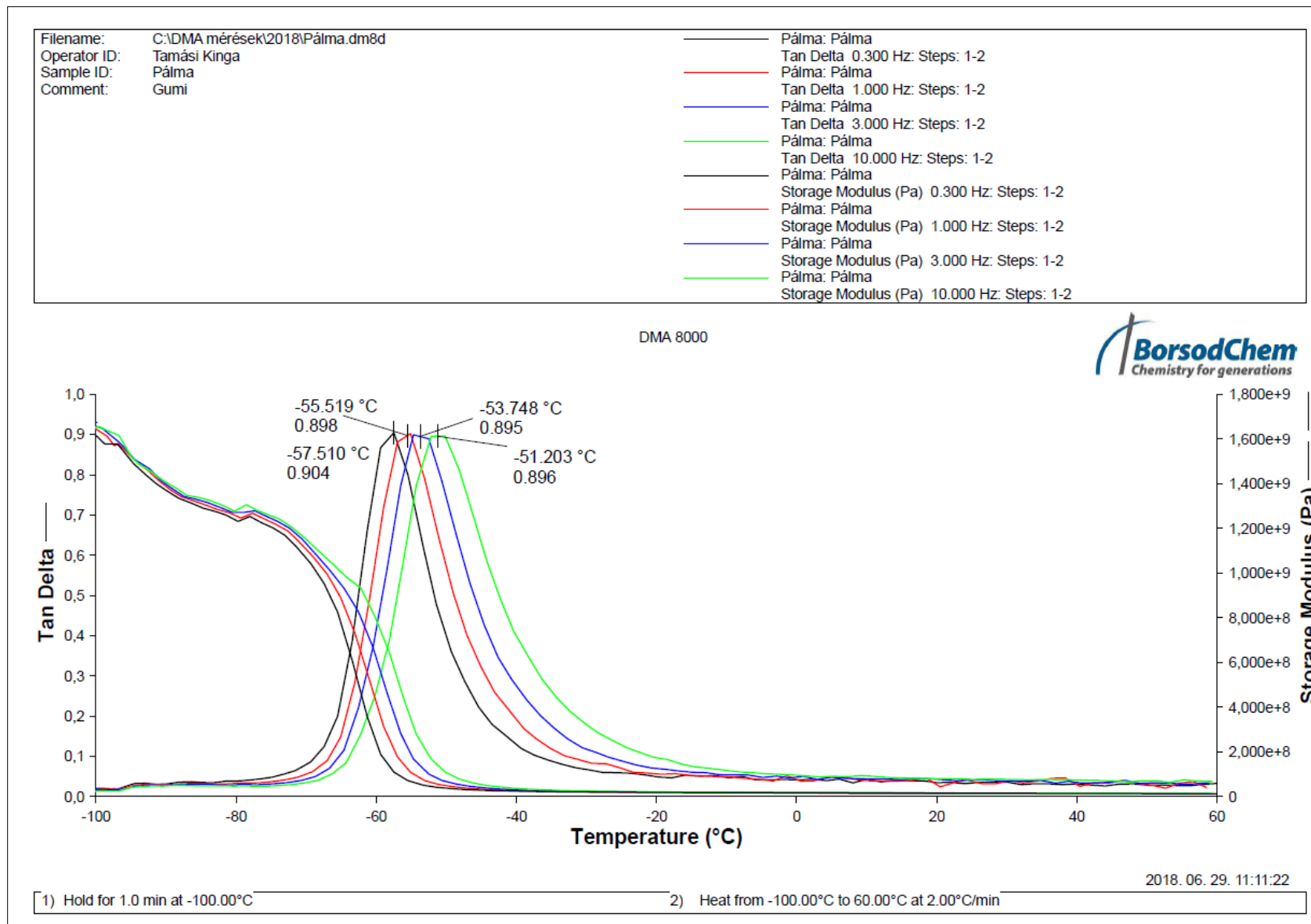
13.3. Napraforgó



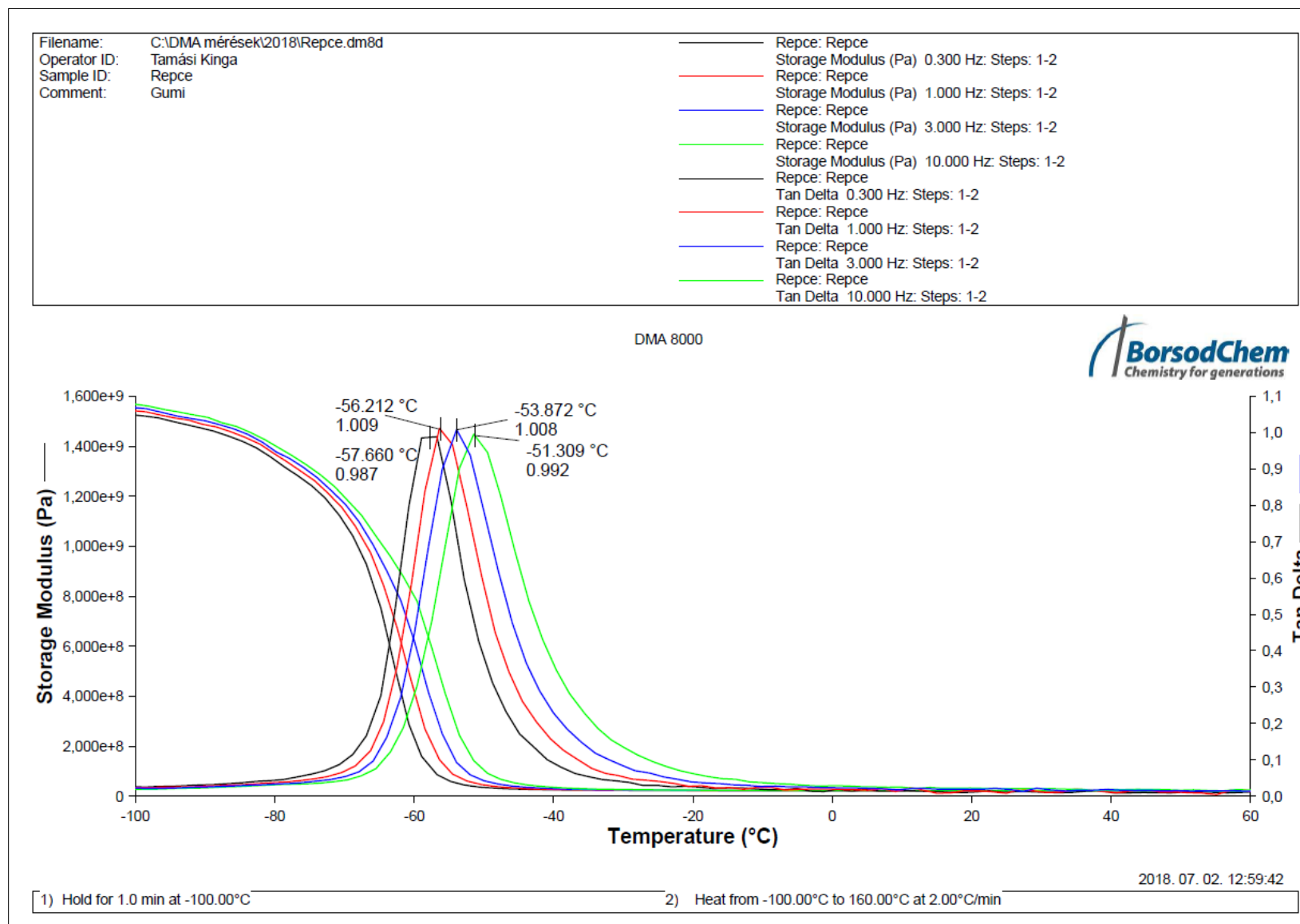
13.4. Olíva



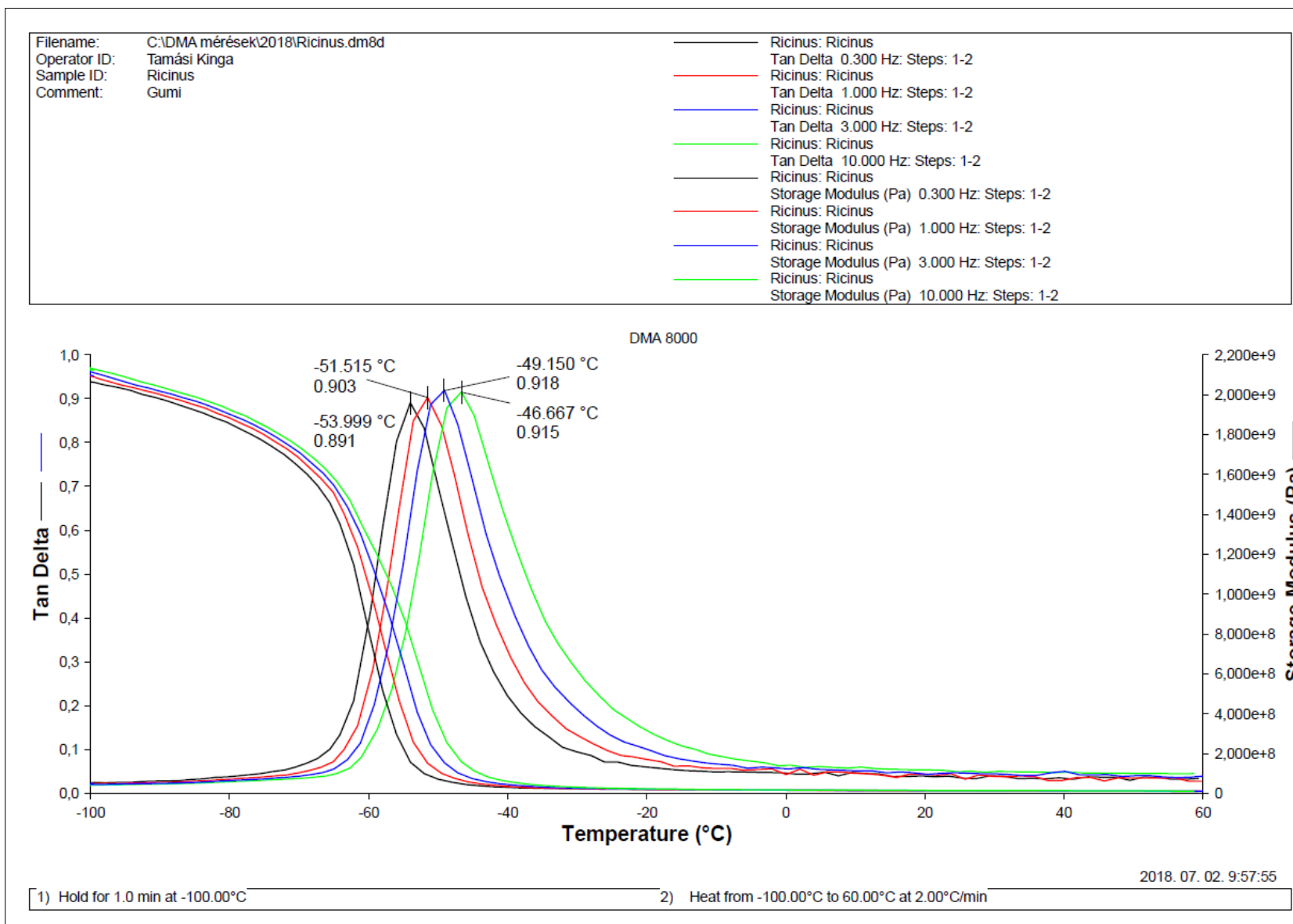
13.5. Pálma



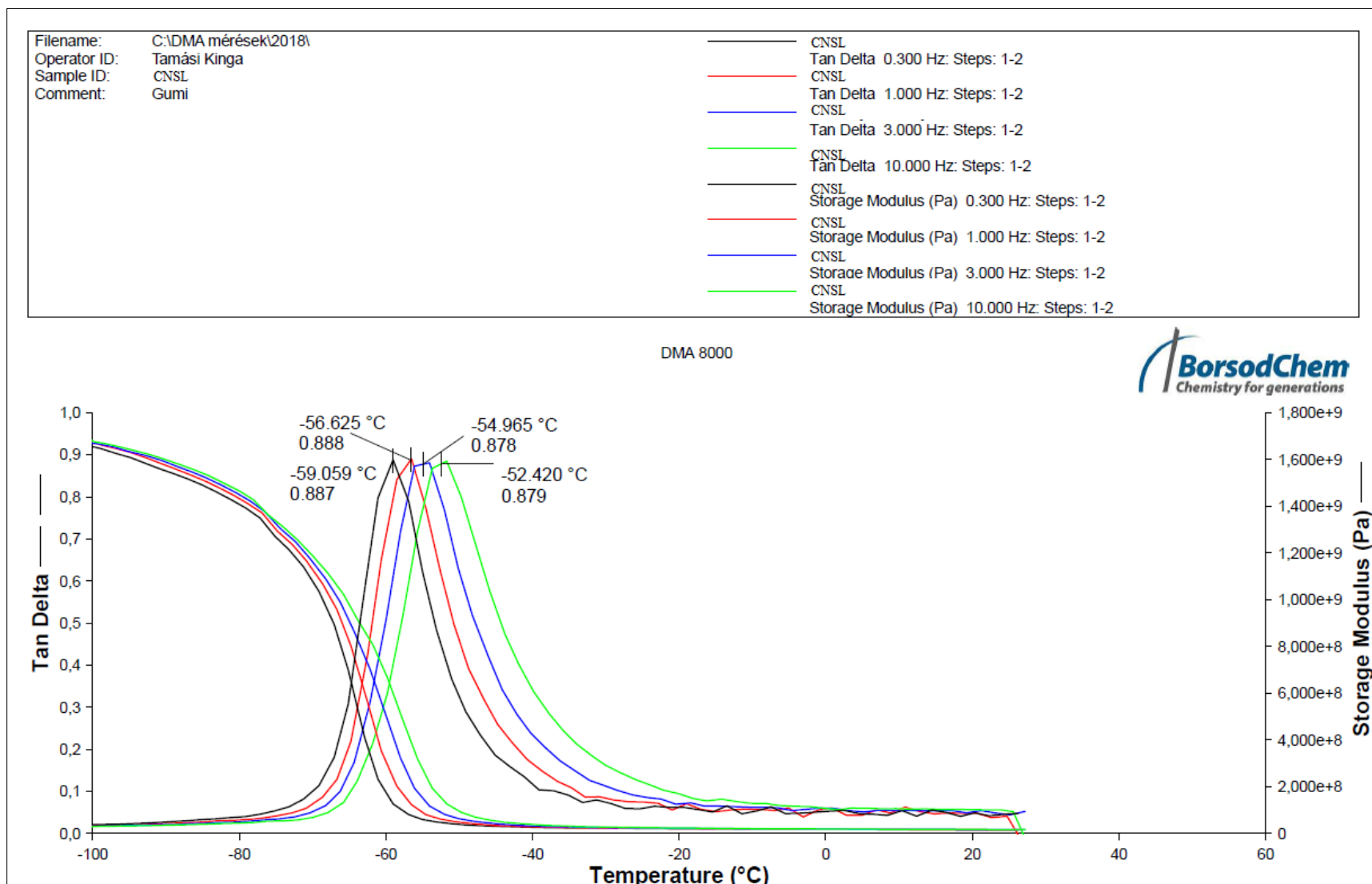
13.6. Repce



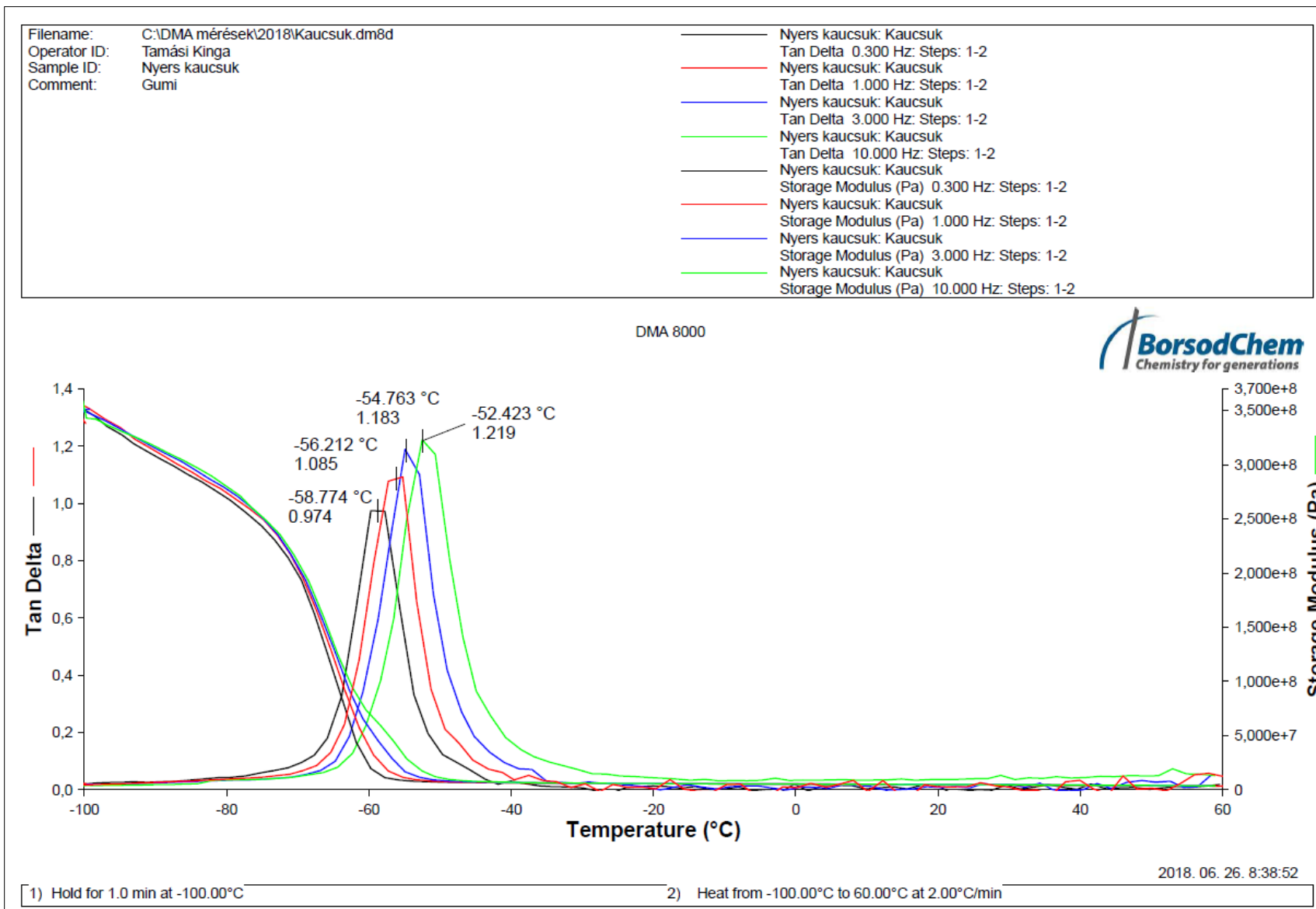
13.7. Ricinus



13.8. CNSL-etalon

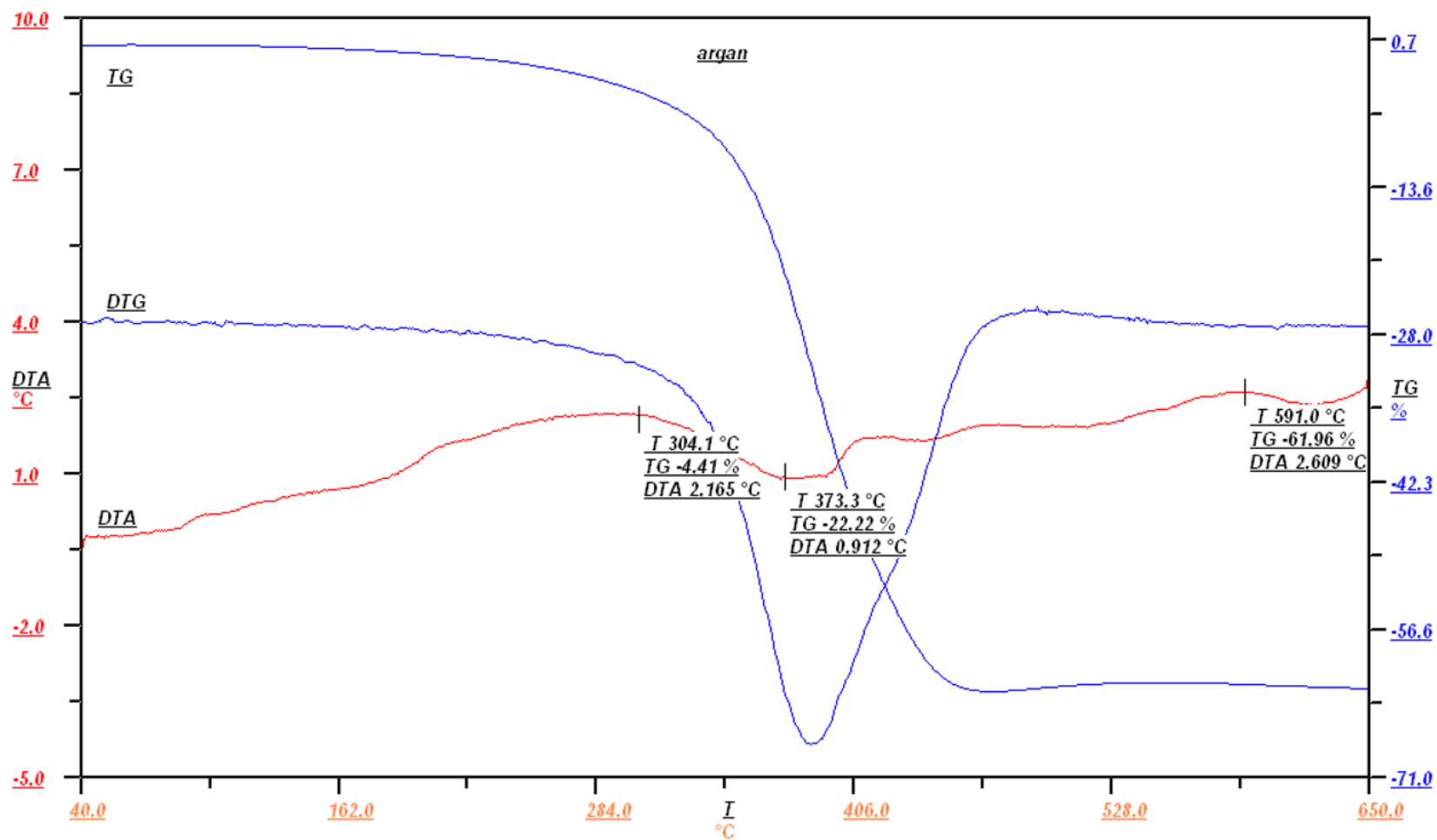


13.9. Nyers kaucsuk

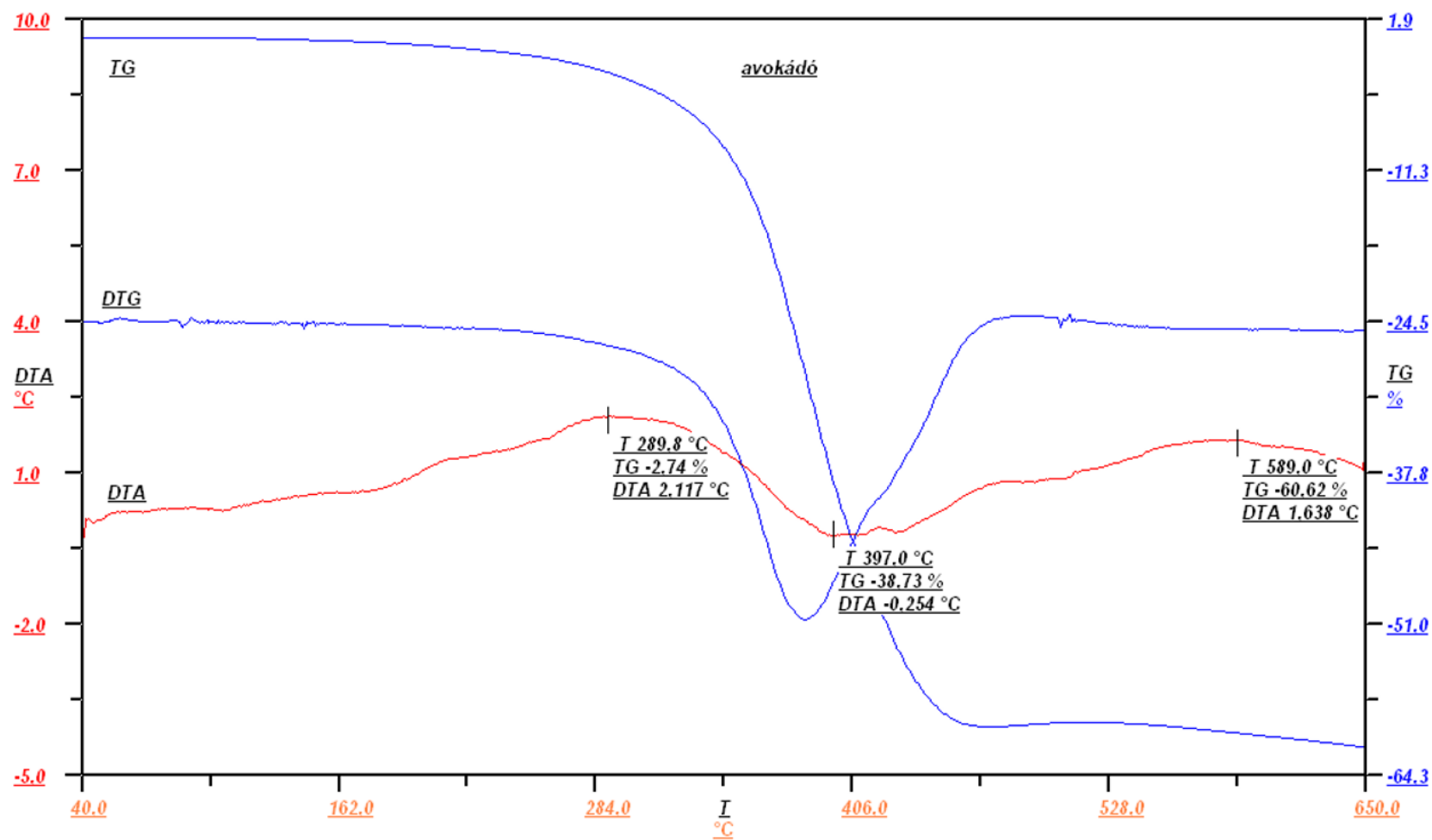


14. számú melléklet: A vulkanizátumok DTA görbéi

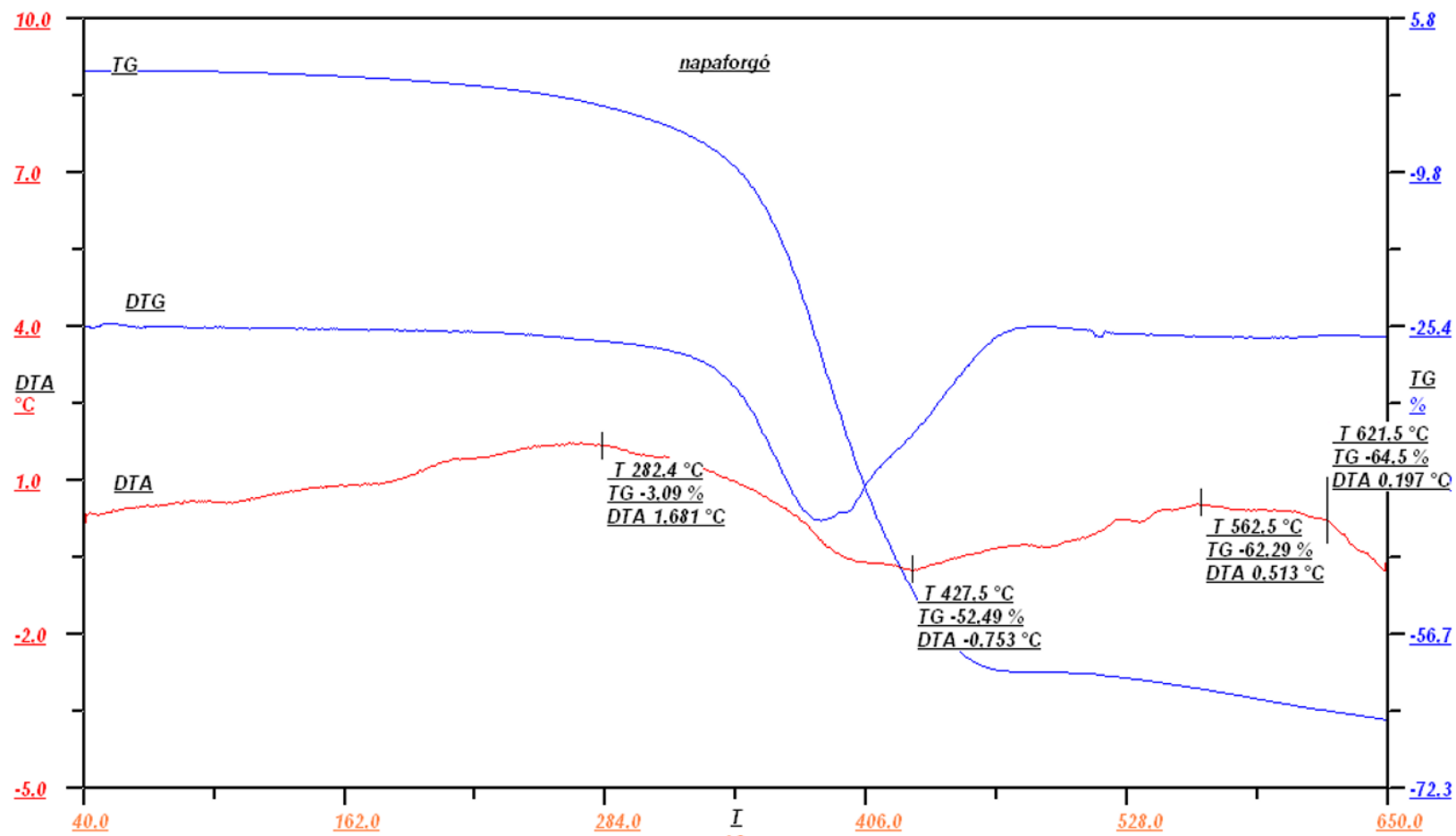
14.1. Argán



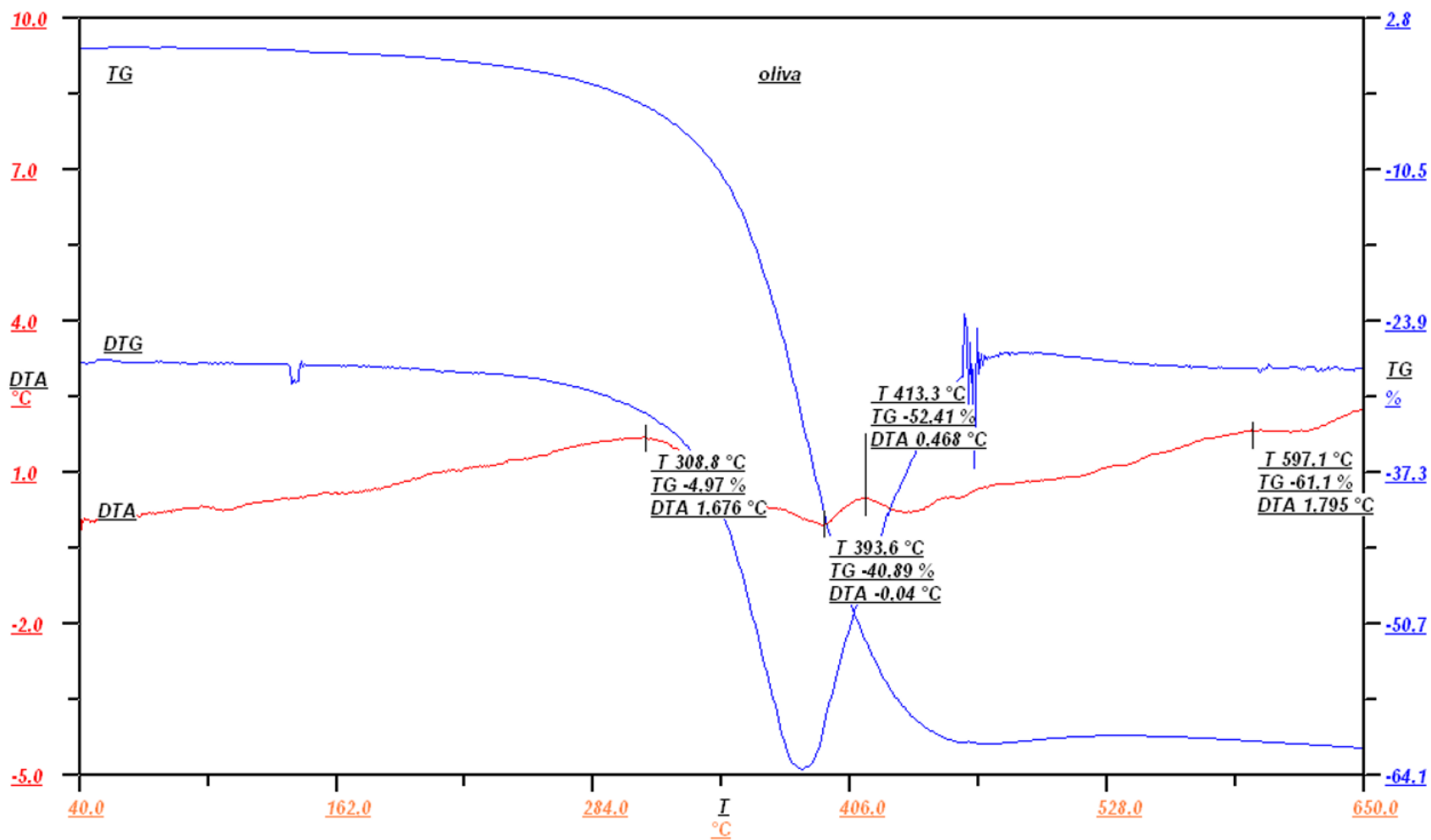
14.2. Avokádó



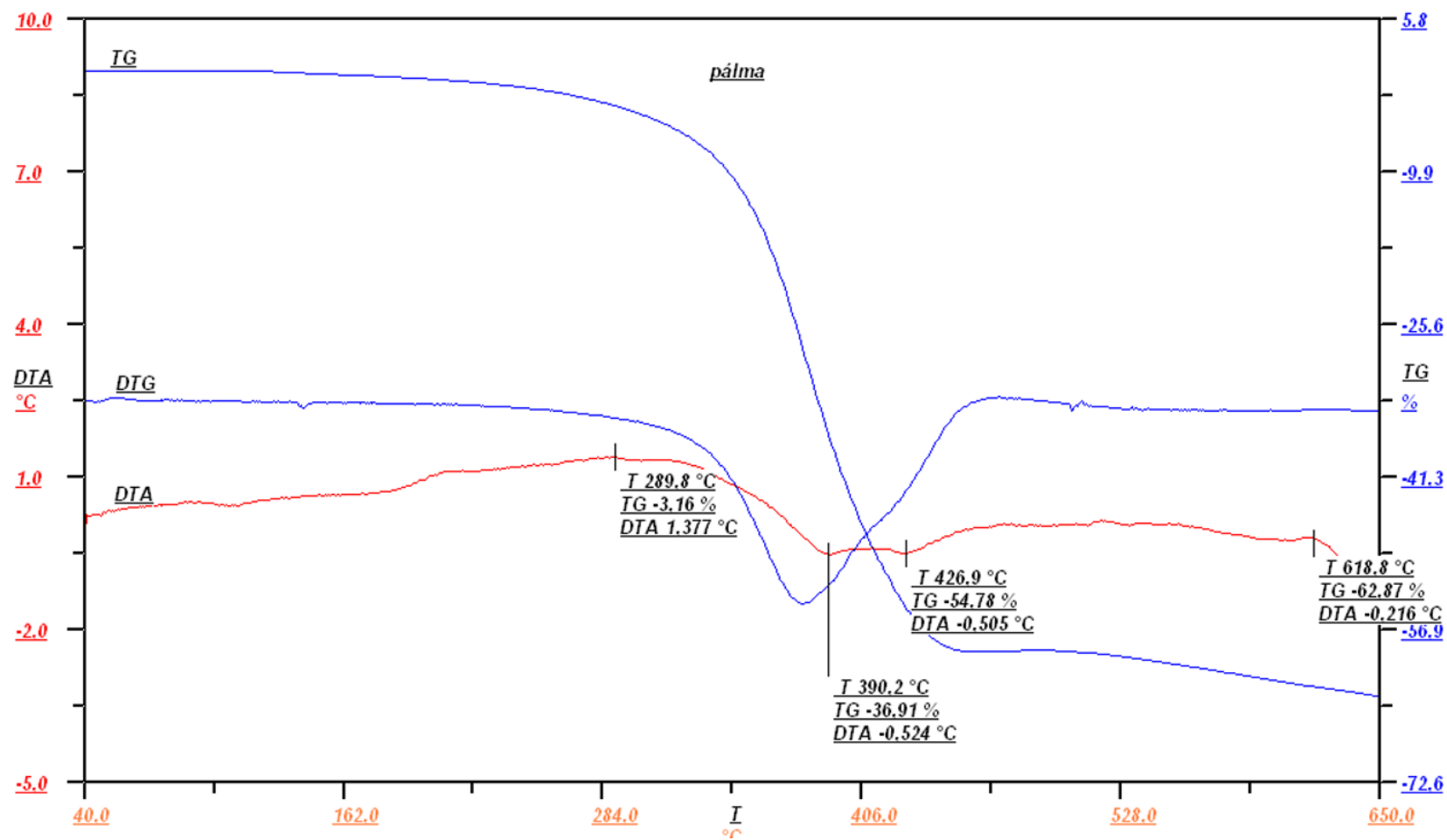
14.3. Napraforgó



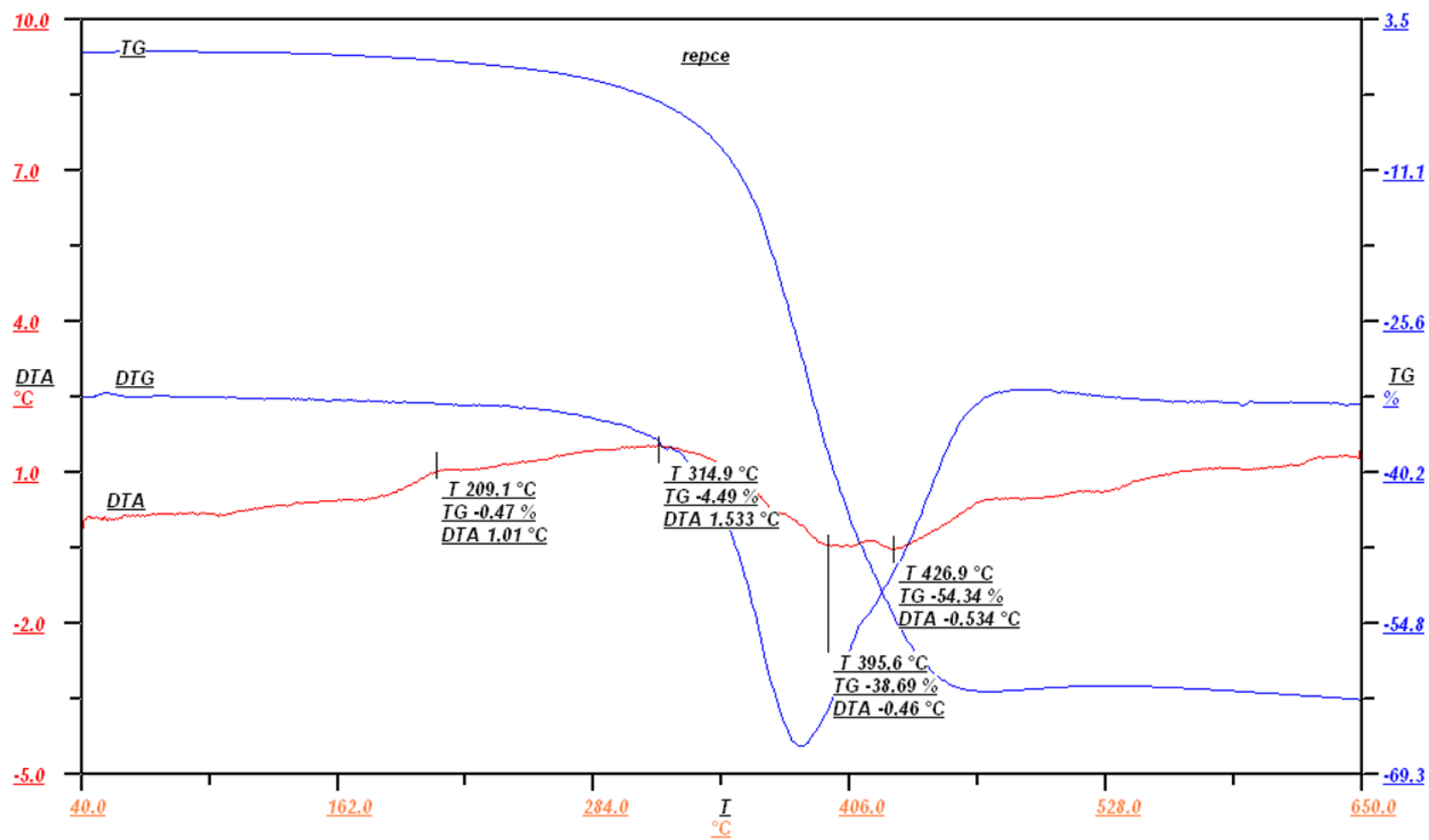
14.4. Olíva



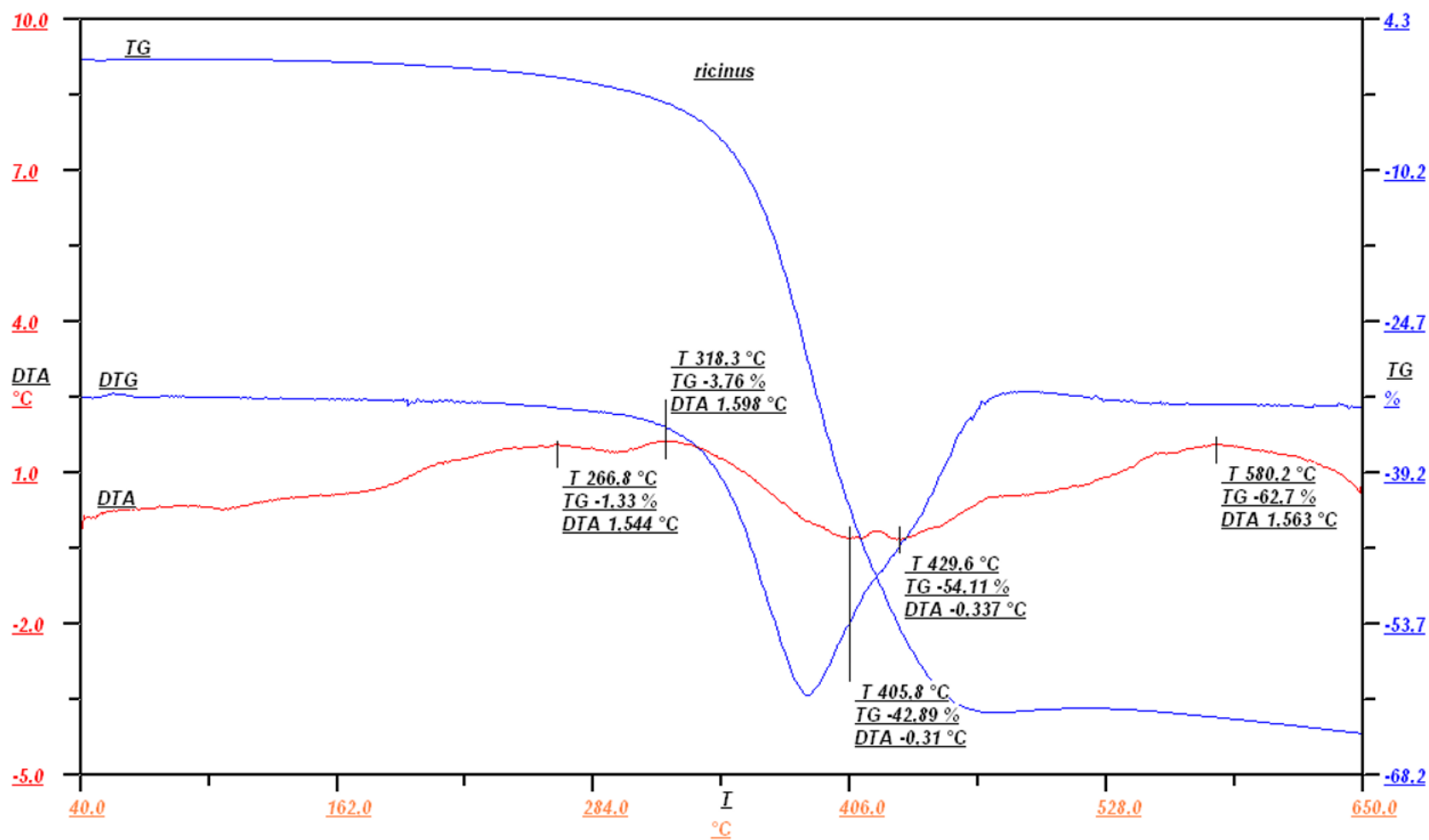
14.5. Pálma



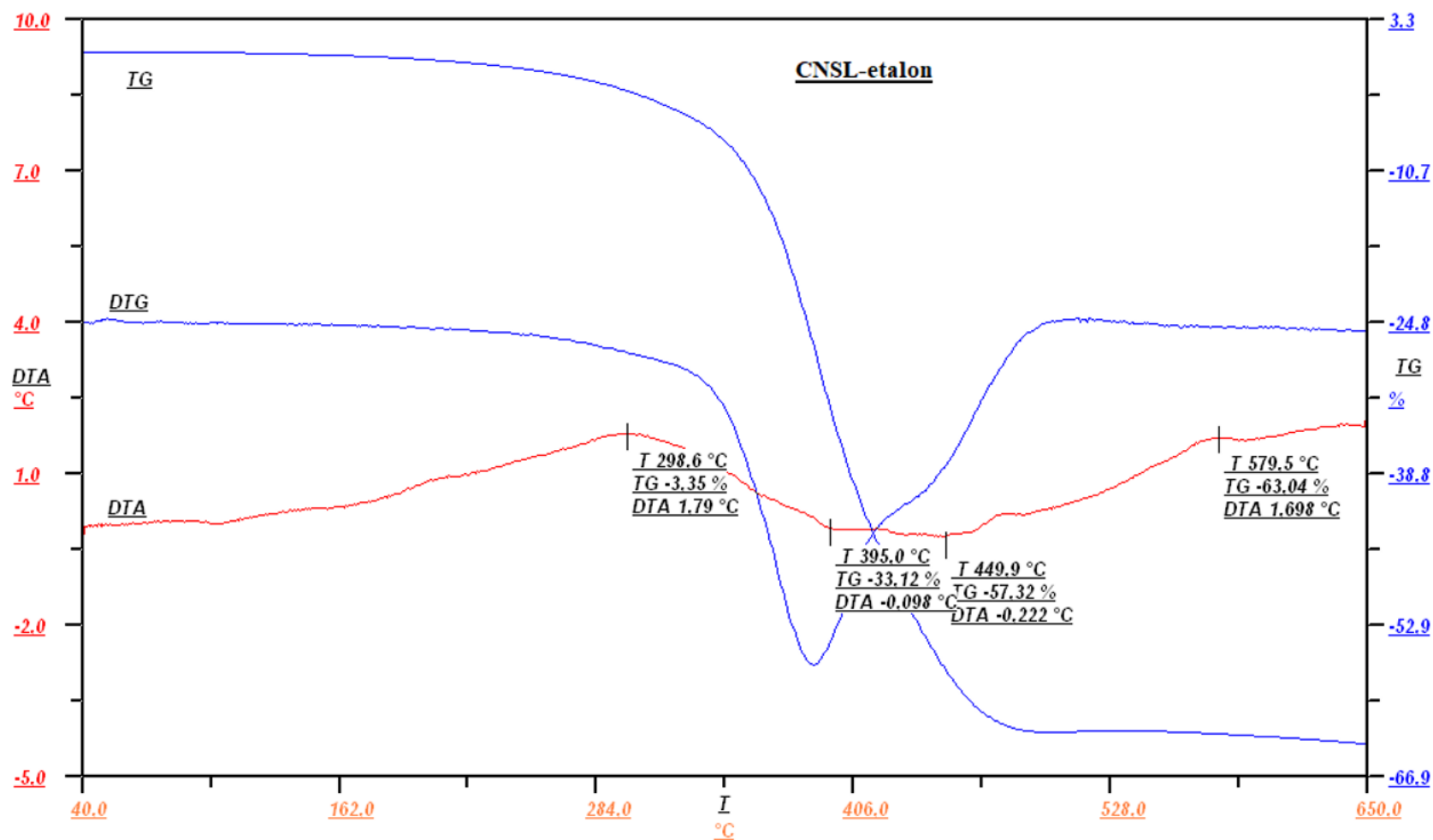
14.6. Repce



14.7. Ricinus



14.8. CNSL-etalon



15.számú melléklet: A vegyszerállósági vizsgálatok eredményei

Tömegváltozás -Deszillált víz esetén (T=20°C ± 5)												
	0p.	5p.	10p.	15p.	20p.	25p.	30p.	1n.	5n.	10n.	15n.	20n.
Argán	2,1211	2,1214	2,1217	2,1220	2,1227	2,1302	2,1341	2,1379	2,1395	2,1400	2,1402	2,1405
Avokádó	2,0509	2,0941	2,1124	2,1201	2,1510	2,1656	2,1779	2,1800	2,1801	2,1821	2,1825	2,1831
CNSL	2,1970	2,1988	2,1991	2,2003	2,2017	2,2061	2,2087	2,2107	2,2225	2,2230	2,2231	2,2236
Napraforgó	1,9565	1,9580	1,9624	1,9687	1,9711	1,9725	1,9733	1,9776	1,9766	1,9775	1,9779	1,9780
Olíva	1,9691	1,9699	1,9705	1,9711	1,9732	1,9751	1,9759	1,9761	1,9842	1,9871	1,9874	1,9877
Pálma	2,0247	2,0250	2,0251	2,0254	2,0289	2,0315	2,0379	2,0427	2,0450	2,0470	2,0474	2,0480
Repce	1,9352	1,9359	1,9405	1,9410	1,9428	1,9434	1,9476	1,9493	1,9494	1,9501	1,9503	1,9507
Ricinus	2,0947	2,0988	2,1230	2,1375	2,1398	2,1405	2,1426	2,1499	2,1541	2,1560	2,1567	2,1574

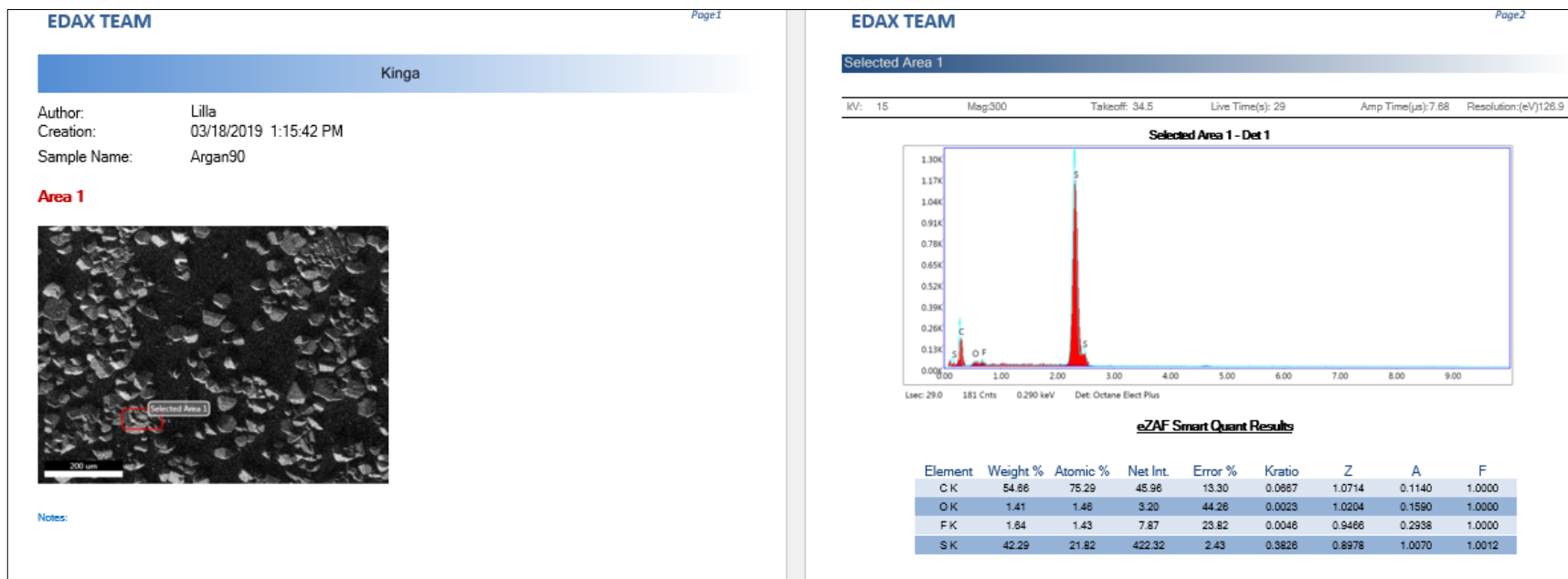
Tömegváltozás -SBF esetén (T=20°C ± 5)												
	0p.	5p.	10p.	15p.	20p.	25p.	30p.	1n.	5n.	10n.	15n.	20n.
Argán	1,9807	1,9809	1,9811	1,9824	1,9831	1,9854	1,9861	1,9898	1,9950	2,0135	2,0141	2,0142
Avokádó	2,0940	2,0956	2,0978	2,0984	2,0995	2,1010	2,1045	2,1070	2,1176	2,1232	2,1234	2,1235
CNSL	2,0947	2,0959	2,0967	2,0975	2,0987	2,0996	2,1024	2,1076	2,1174	2,1252	2,1260	2,1261
Napraforgó	2,1445	2,1452	2,1467	2,1471	2,1477	2,1483	2,1491	2,1495	2,1584	2,1590	2,1620	2,1622
Olíva	2,0936	2,0957	2,0964	2,0975	2,0983	2,0997	2,1001	2,1017	2,1133	2,1211	2,1213	2,1214
Pálma	1,9679	1,9480	1,9684	1,9690	1,9698	1,9709	1,9724	1,9799	1,9902	1,9906	1,9910	1,9911
Repce	2,0833	2,0837	2,0840	2,0842	2,0854	2,0859	2,0889	2,0906	2,0978	2,1042	2,1045	2,1046
Ricinus	1,9989	2,0040	2,0078	2,1007	2,1016	2,1025	2,1030	2,1036	2,1045	2,1060	2,1640	2,1655

Tömegváltozás- ASTM1 esetén (T=20°C ± 5)

	0p.	5p.	10p.	15p.	20p.	25p.	30p.	1n.	5n.	10n.	15n.	20n.
Argán	2,1334	2,5505	2,5510	2,8340	2,9240	3,0001	3,0009	3,0166	3,3188	3,3202	3,4846	3,5020
Avokádó	2,1391	2,5707	2,5800	2,7327	2,7400	2,8020	2,8025	2,8302	2,8411	3,0889	3,4471	3,4976
CNSL	2,0549	2,6002	2,6003	2,7153	2,7200	2,7250	2,7430	3,2736	3,2802	3,2901	3,3001	3,4013
Napraforgó	2,3463	2,8387	3,0534	3,0054	3,2220	3,2302	3,2400	3,2402	3,4077	3,4971	3,5002	3,5017
Olíva	2,1297	2,5978	2,7694	3,0185	3,2000	3,2020	3,2023	3,2025	3,2030	3,3276	3,4038	3,5262
Pálma	1,9508	2,2887	2,8890	2,9000	2,9002	2,9040	2,9051	3,0981	3,0988	3,1003	3,1027	3,1070
Repce	2,0608	2,1796	2,3782	2,7131	2,7400	2,7490	2,7501	3,0030	3,0035	3,0466	3,0890	3,0901
Ricinus	2,0335	2,5033	2,7812	2,9801	2,9997	3,0112	3,0120	3,2043	3,2106	3,2190	3,2271	3,2311

16. számú melléklet: A vulkanizátumok SEM-EDAX eredményei

16.1. Argán



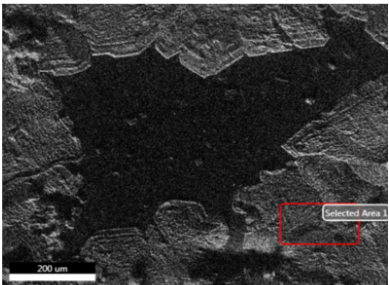
16.2. Avokádó

EDAX TEAM
Page 1

Kinga

Author: Lilla
 Creation: 03/18/2019 10:09:19 AM
 Sample Name: Avokaddj

Area 1



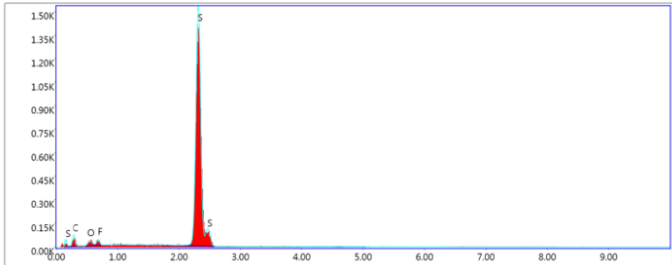
Notes:

EDAX TEAM
Page 2

Selected Area 1

kV: 15 Mag:300 Takeoff: 34.5 Live Time(s): 29 Amp Time(µs):7.68 Resolution:(eV)126.9

Selected Area 1 - Det 1



Lsec: 29.0 66 Cnts 0.290 keV Det: Octane Elect Plus

eZAF Smart Quant Results

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	A	F
C K	29.58	51.79	11.71	19.39	0.0246	1.1181	0.0743	1.0000
O K	1.68	2.20	2.92	54.74	0.0030	1.0663	0.1687	1.0000
F K	2.05	2.27	7.34	26.42	0.0062	0.9896	0.3038	1.0000
S K	66.69	43.74	480.05	2.30	0.6287	0.9405	1.0017	1.0005

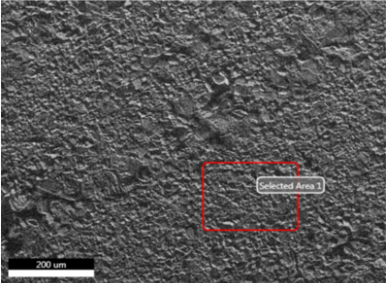
16.3. Napraforgó

EDAX TEAM Page1

Kinga

Author: Lilla
 Creation: 03/18/2019 10:30:25 AM
 Sample Name: Napraf90

Area 1



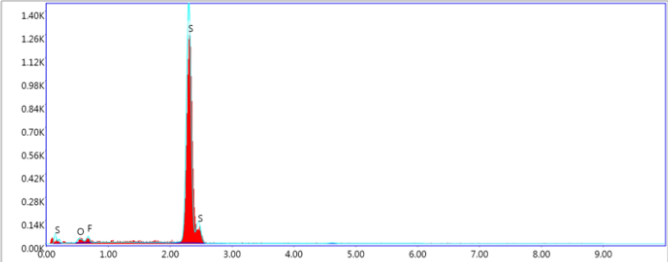
Notes:

EDAX TEAM Page2

Selected Area 1

kV: 15 Mag:300 Takeoff: 34.5 Live Time(s): 29.1 Amp Time(µs): 7.68 Resolution:(eV)126.9

Selected Area 1 - Det 1

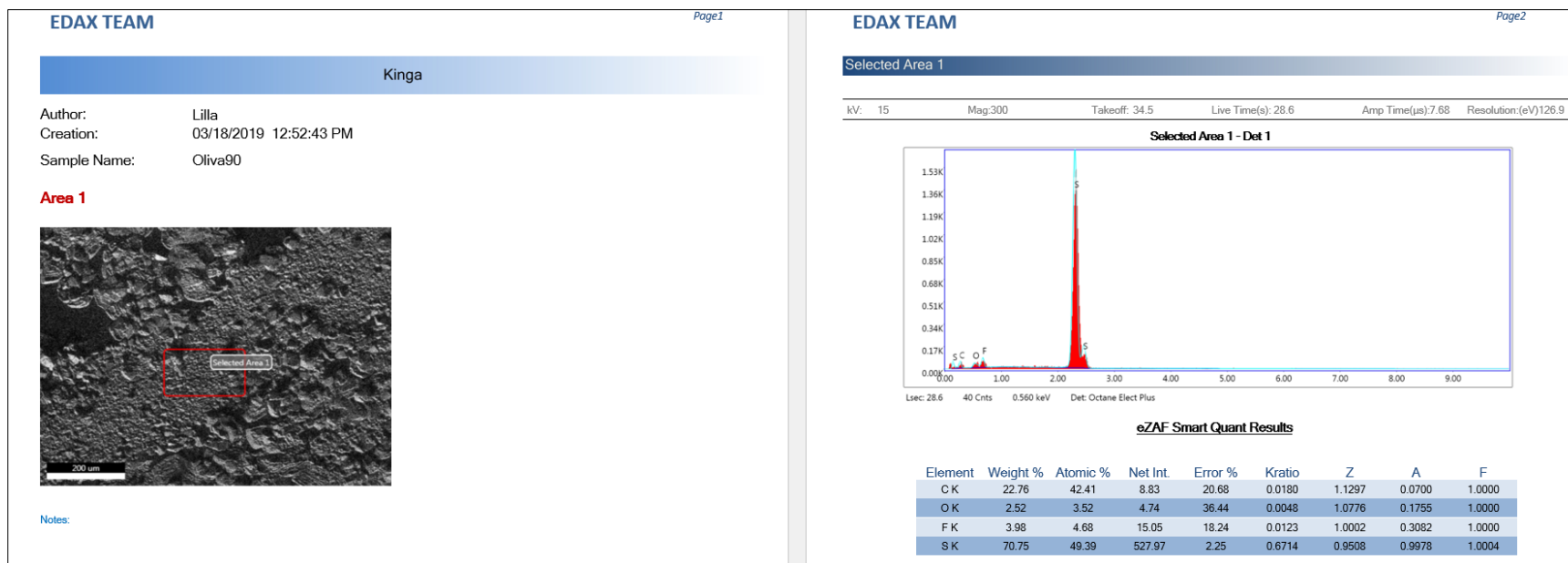


Lsc: 29.1 27 Cnts 0.560 keV Det: Octane Elect Plus

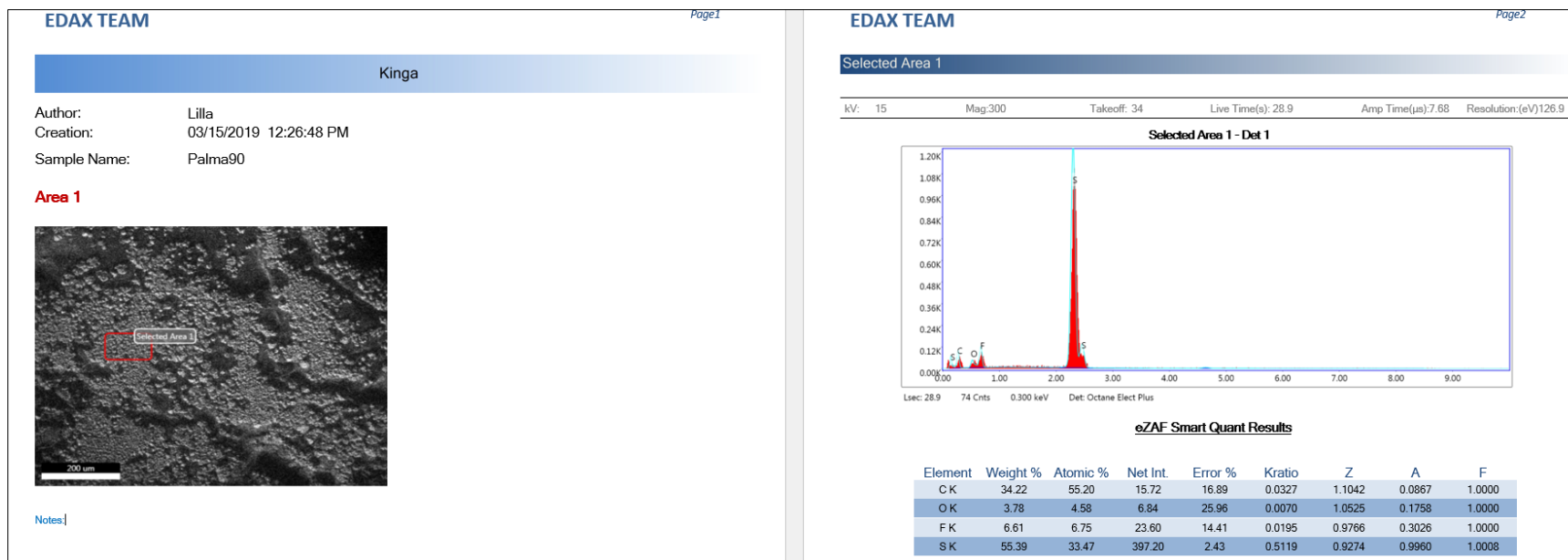
eZAF Smart Quant Results

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	A	F
O K	1.75	3.39	2.18	61.19	0.0036	1.1265	0.1810	1.0000
F K	2.96	4.81	7.38	23.96	0.0098	1.0460	0.3175	1.0000
S K	95.29	91.80	454.69	2.33	0.9449	0.9960	0.9956	1.0001

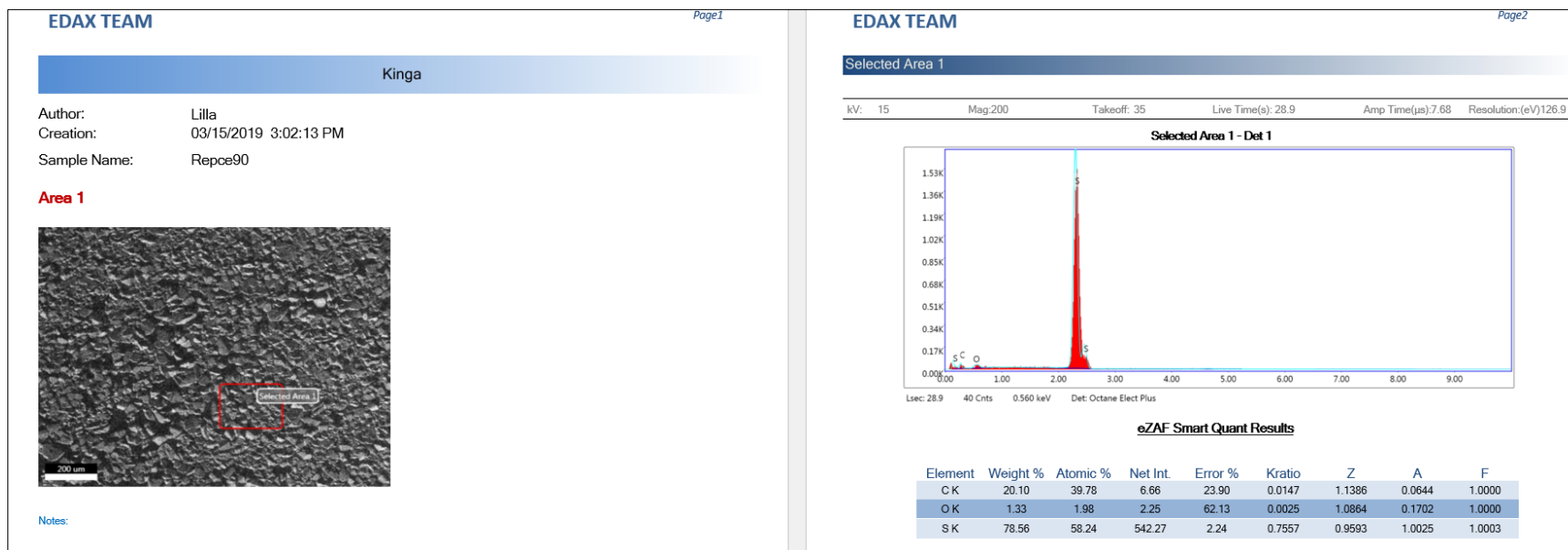
16.4. Olíva



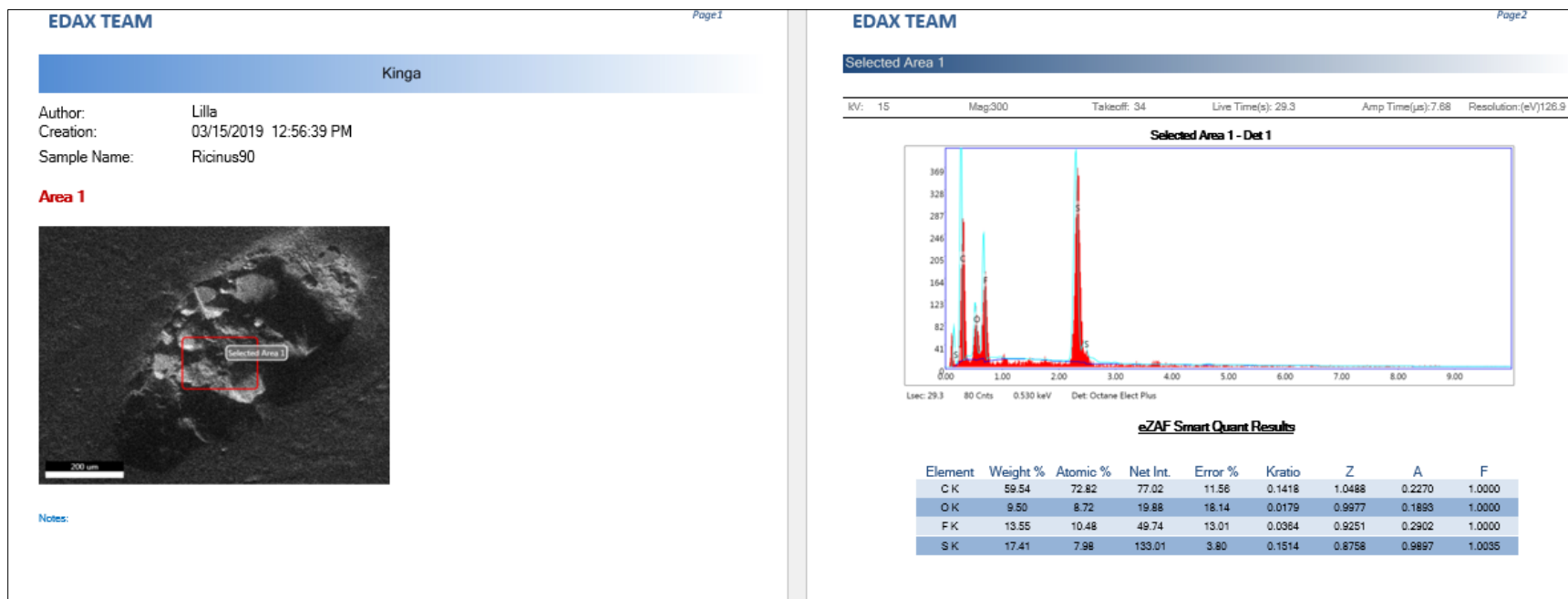
16.5. Pálma



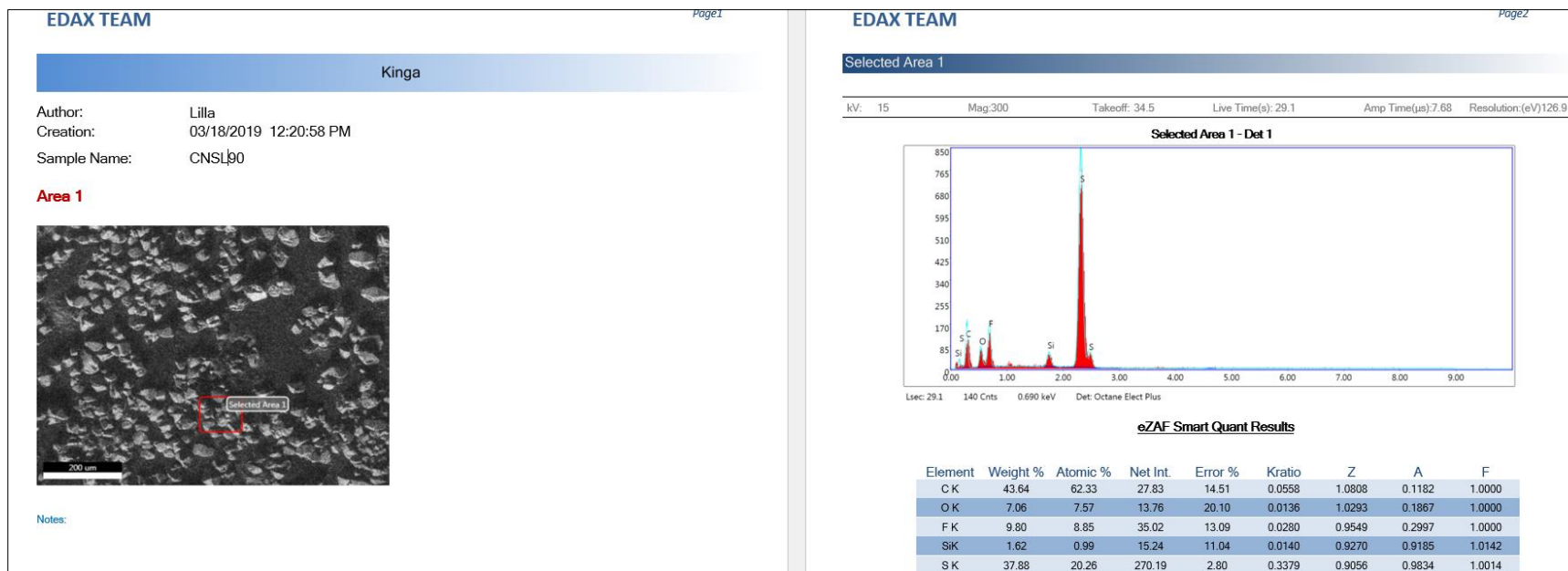
16.6. Repce



16.7. Ricinus



16.8. CNSL



DISSZERTÁCIÓBAN FELTÜNTETETT RENDELETEK JEGYZÉKE

Rendelet	Definíció
306/2010. (XII.23.):	Kormányrendelet a környezet védelméről, A rendelet hatálya azokra a természetes és jogi személyekre, továbbá jogi személyiséggel nem rendelkező szervezetekre terjed ki, akik vagy amelyek tevékenysége, létesítménye, terméke levegőterhelést okoz vagy okozhat (a továbbiakban: levegőterhelő).
2000/76/EK (XII.4.):	Az Európai Parlament és a Tanács 2000/76/EK irányelve (2000. december 4.) a hulladékok égetéséről.
2005/84/EK (XII.14.):	Az Európai Parlament és a Tanács irányelve (2005. december 14.), amely az egyes veszélyes anyagok és készítmények forgalomba hozatalának és felhasználásának korlátozásaira vonatkozó tagállami törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezések közelítéséről szóló 76/769/EGK tanácsi irányelv huszonkettedik alkalommal történő módosítása (ftalátokat tartalmazó játékszerek és gyermekápolási cikkek).
14/2001 KöM-EüM-FVM:	Magyarországon érvényben lévő, a légszennyezettségi határértékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről.
2005/69/EK:	Az Európai Parlament és a Tanács irányelve (2005. november 16.) az egyes veszélyes anyagok és készítmények forgalomba hozatalának és felhasználásának korlátozásaira vonatkozó tagállami törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezések közelítéséről szóló 76/769/EGK tanácsi irányelv huszonhetedik módosításáról (lágýítóolajokban és gumiabroncsokban található egyes policiklusos aromás szénhidrogének).
Bázeli-egyezmény:	A Bázeli Egyezmény alapvető célja a veszélyes hulladékok képződésének, veszélyességének és szállításának csökkentése, a képződés helyén történő környezetkímélő kezelés elősegítése, különös tekintettel a fejlődő országok érdekeire. A Részes Felek kötelezettséget vállalnak arra, hogy megfelelő szempontok érvényesítése mellett a veszélyes és egyéb hulladékok keletkezési mennyiségét a lehető legminimálisabbra csökkentik, továbbá, hogy az országhatáron túlra szállítani kívánt hulladékmennyiség a lehető legkisebb legyen. Fontos, hogy a hulladék kezelésére, ártalmatlanítására szolgáló létesítmények lehetőség szerint az adott állam területén álljanak rendelkezésre. Az Egyezmény hangsúlyozza, hogy a veszélyes hulladékok kezelése, ártalmatlanítása során az emberi egészség és a környezet védelmét szem előtt kell tartani.
CLP:	A vegyi anyagok gyártása és kereskedelme globális szintű, a kapcsolódó veszélyek pedig azonosak az egész világon. Ezért ésszerű és hasznos, ha azonos anyagok vagy keverékek esetén a veszélyek besorolásának jelölése is azonos az egyes országokban.
LRTAP:	Másnéven Genfi-egyezmény. A nagy távolságra jutó, országhatáron átterjedő légszennyezésről szóló Genfi Egyezmény volt az első, környezetvédelmi célokat megfogalmazó környezetvédelmi egyezmény, mely napjainkban is megtartotta vezető szerepét a levegőtisztaság-védelem területén. Nemcsak a légszennyező anyag kibocsátásokra vonatkozó szigorú korlátozásai, az ezek által elért eredmények teszik kimagaslóvá, hanem az a kiemelkedő tudományos munka is, melynek keretét ad és mely nemcsak az ipari-műszaki terület naprakész ismereteit segíti, hanem vizsgálja

az emberi egészségre, ökoszisztémára és épített környezetre gyakorolt káros hatásokat, a hemiszférikus terjedési viszonyokat, a modellezés lehetőségeit, a kibocsátások minél pontosabb meghatározásának, becslésének módszereit is.

- PIC:** Másnéven Rotterdami-egyezmény, az importáló fél előzetes tájékoztatáson alapuló jóváhagyása (prior informed consent). A Rotterdami Egyezményt az Európai Unióon belül a veszélyes vegyi anyagok kiviteléről és behozataláról szóló 649/2012/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet hajtja végre (egyúttal hatályon kívül helyezte a 689/2008/EK rendeletet). A rendelet magyarországi alkalmazását az egyes veszélyes anyagok és veszélyes készítmények kivitelével, illetve behozatalával összefüggő bejelentési eljárás részletes szabályairól szóló 123/2009. (VI.12.) Korm. rendelet mondja ki. A Rotterdami Egyezmény alapelve a kiviteli bejelentési eljárás, valamint az előzetes tájékoztatáson alapuló jóváhagyási eljárás.
- POP:** Másnéven Stockholmi-egyezmény. A POP-ok (persistent organic pollutants – perzisztens szerves szennyezők) olyan szerves vegyületek, melyek a természetben akár évtizedekig is kimutathatók, mivel különböző mértékig ellenállnak a fotolitikus, biológiai és kémiai lebomlásnak. Felezési idejük a légkörben két napnál, a vizekben két hónapnál, a talajban hat hónapnál hosszabb. Több fajtájuk halogénezett, vízben kevésbé, zsírban jól oldódó anyag, ami elősegíti zsírszövetekben való felhalmozódásukat. Ezen anyagok a légköri folyamatok során nagy távolságra szállíthatódnak, mielőtt ülepednek. Sok közülük rákkeltő hatású. Hagyományosan ide sorolnak egyes klórozott növényvédő szereket, ipari segédanyagokat és az égés során keletkező erősen mérgező szennyezőket.
- REACH:** Az Európai Unió rendelete, amelynek célja, hogy az európai uniós vegyipar versenyképességének javítása mellett fokozza az emberi egészség és a környezet védelmét a vegyi anyagok által potenciálisan okozott kockázatokkal szemben. Az állatkísérletek számának csökkentése érdekében az anyagok veszélyértékelésének alternatív módszereit is támogatja. A REACH elvben valamennyi vegyi anyagra vonatkozik; nemcsak az ipari folyamatokban, hanem a mindennapi életben használt termékekre is alkalmazandó (tisztítószerek, festékek, ruházat, bútorok és elektromos háztartási készülékek, játékok, kozmetikumok stb.). Ennélfogva a rendelet uniós szinten a legtöbb vállalatra hatást gyakorol.
- RoHS:** A RoHS direktíva az EU-nak az egyes veszélyes anyagok elektromos és elektronikus berendezésekben való alkalmazásának korlátozását célzó irányelve. Az 2002/95/EK irányelv átdolgozásának elfogadására (2011/65/EU) a soros magyar EU elnökség idején került sor.