



Használt sütőolajok kémiai felhasználhatóságának vizsgálata

Investigation of the Chemical Applicability of Used Cooking Oils

Bejczy Rebeka,¹ Nagy Roland²

¹ Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, BKV-MOL ÁOT Intézmény. Veszprém, Magyarország.
bejczy.rebeka@mk.uni-pannon.hu

² Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, BKV-MOL ÁOT Intézmény. Veszprém, Magyarország.
nagy.roland.dr@mk.uni-pannon.hu

Abstract

Cooking oils play a crucial role in the food industry; however, during the cooking process, they undergo significant physical and chemical transformations that affect their subsequent usability and environmental impact. Our results show that oxidized rapeseed oil exhibits similar properties to industrial raw rapeseed oil, suggesting that used cooking oils at a certain oxidation state could potentially be suitable for surfactant synthesis. Since surfactants are widely used across various industries, this recycling approach offers a sustainable alternative to synthetic raw materials.

Keywords: *used cooking oil, oxidation, rapeseed oil, sustainability.*

Összefoglalás

A sütőolajok fontos szerepet töltenek be az élelmiszeriparban, azonban a sütési folyamat során jelentős fizikai és kémiai átalakulásokon mennek keresztül, amelyek befolyásolják későbbi felhasználhatóságukat és környezeti hatásait. Eredményeink szerint az oxidált repceolaj tulajdonságai hasonlóságot mutatnak az ipari nyers repceolajjal, így az adott oxidációs állapotú használt sütőolajok is potenciálisan alkalmasak lehetnek tenzidszintézis céljára. Mivel a felületaktív anyagok széles körben alkalmazhatók különböző iparágakban, az újrahasznosítás ezen módja fenntartható alternatívát kínálhat a szintetikus alapanyagokkal szemben.

Kulcsszavak: *fenntarthatóság, repceolaj, oxidáció, használt étolaj.*

1. Bevezetés

A használt sütőolajok (HSO-k) jelentős szerepet töltenek be az élelmiszeriparban, azonban a sütési folyamat során kémiai és fizikai átalakulásokon mennek keresztül, amelyek befolyásolják későbbi felhasználhatóságukat és környezeti hatásait [1]. A friss sütőolajok általában növényi vagy állati eredetű zsiradékokból származnak, fő komponenseik a trigliceridek. A gyakran alkalmazott növényi olajok közé tartozik a pálma-, napraforgó-, repce- és szójaolaj, míg az állati eredetű zsiradékok közül főként a disznózsír említhető. A sütő-

olajok oxidációs stabilitása és zsírsavösszetétele meghatározó szempont a kiválasztásuk során, hiszen ezek befolyásolják a hőhatásra bekövetkező kémiai reakciókat [2, 3]. A nagy hőmérséklet hatására szabad zsírsavak, aldehidek, ketonok és polimerek képződnek, amelyek rontják az olaj minőségét, növelik viszkozitását, és egészségügyi kockázatot jelenthetnek [4, 5]. A nem megfelelően kezelt hulladékolaj környezeti szennyezéshez vezethet, ezért a fenntartható újrahasznosítási stratégiák kiemelt jelentőségűek lehetnek [6, 7, 8]. A HSO újrahasznosítása környezetvédelmi és gaz-

dasági előnyöket kínál, hozzájárulva a fenntartható, körforgásos gazdasághoz.

Az egyik leggyakoribb módszer a biodízel előállítását átszterezezzel, amely csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást és a fosszilis energiafüggőséget. Életciklus-elemzések igazolják, hogy a HSO-alapú biodízel környezetkímélőbb, emellett a trigliceridek felületaktív anyagok és építőipari adalékok alapanyagai is lehetnek. A HSO-ból készült felületaktív anyagok fenntartható alternatívát jelentenek a szintetikus anyagokkal szemben, csökkentve a hulladékmennyiséget és az új nyersanyagok iránti igényt [9, 10, 11].

Kutatásunk célja a repceolaj sütési folyamat során bekövetkező fizikai és kémiai változásainak modellezése volt, kiemelten vizsgálva az oxidációs stabilitást, a teljes savszámot, az elszappanosítási számot, a jód-bróm számot és a kinematikai viszkozitást. Célunk továbbá a tenzidszintézishez felhasználható nyersanyagok tulajdonságtartományának bővítése volt annak meghatározásával, hogy a sütés során oxidálódott repceolaj potenciálisan alkalmazható-e szintézis célra.

2. Felhasznált anyagok

A kísérletekhez étkezési repceolajat használtunk fel alapanyagként, melynek tulajdonságait az 1. táblázatban foglaltuk össze. Referenciaként megvizsgáltuk az ipari tenzidszintézisekhez használatos nyers, finomítatlan repceolaj tulajdonságait is.

1. táblázat. Felhasznált nyers repceolaj tulajdonságai

Tulajdonságok	Étkezési	Nyers
Halmazállapot, 20 °C	Folyadék	Folyadék
Sűrűség, d_{420} , kg/m ³	0,882	0,91
Forráspont, °C	347	341
Lobbanáspont, °C	225	214
Dermedéspont, °C	-9	-8
MW, g/mol	900	900
DV 40 °C-on, mPas	32,69	30,14

A kísérletekhez használt repceolajok gyártója a Bunge Zrt.

3. Módszerek

Az étkezési repceolajat mesterséges öregítéssel (oxidációval) kezeltük, hogy modellezzük a különböző felhasználási módok során lezajló sütési folyamatokat és az ezekkel járó kémiai változásokat. Az öregítési eljárások alkalmazása után részletesen elemeztük az olajok fizikai és kémiai tulajdonságait, hogy feltárjuk az esetleges tulaj-

donságváltozásokat és azok hatását a későbbi felhasználhatóságra.

3.1. Oxidációs stabilitás

Az olajok ellenállását a levegővel (oxigénnel) szemben oxidációs stabilitás jellemzi, melyet a IP 157 szabvány [12] alapján határoztunk meg. Az oxidálás paramétereit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat. Az oxidálás paramétereit

Jellemző	ox-1	ox-2
Hőmérséklet, °C	170	170
Idő, h	8	16
Levegőbeadás, dm ³ /h	20	20
Olaj mennyisége, cm ³	20	20

3.2. Teljes savszám

A teljes savszám (TAN) az olajban lévő gyenge, szerves, illetve erős, szervesetlen savak mennyiségének mérőszáma. A teljes savszámot a ASTM D974 jelű szabvány [13] szerint határoztuk meg.

3.3. Elszappanosítási szám

Az elszappanosítási szám azt fejezi ki, hogy valamely anyag 1 g-jának teljes elszappanosításához hány mg kálium-hidroxid szükséges (mg KOH/g). Az elszappanosítási számot az ISO 3657 jelű szabvány [14] alapján határoztuk meg.

3.4. Jód-bróm szám

A jód-bróm számból az olajok telítettségének és telítetlenségének mértékéről kapunk információt, melyet az MSZ EN 14111:2004 jelű szabvány [15] alapján vizsgáltunk meg.

3.5. Kinematikai viszkozitás

A kinematikai viszkozitást (KV) 40 °C-on határoztuk meg az ASTM D445-06 jelű szabvány [16] alapján.

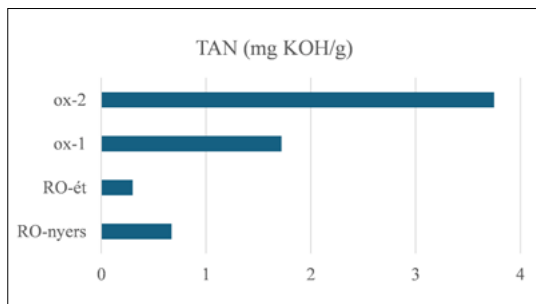
4. Eredmények

A vizsgálati eredményeket ábrákon foglaltuk össze.

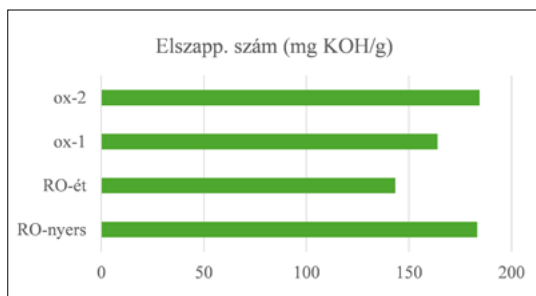
Az 1. ábrán látható, hogy az oxidált minták teljes savszáma nőtt az étkezési repceolajhoz képest, ami megmutatja, hogy a sütési folyamatok hatására nő az olajok szabad zsírsavtartalma.

A 2. ábra segítségével mutatjuk be, hogy az oxidált minták elszappanosítási száma nőtt. A 16 órán át oxidált minta elszappanosítási száma megegyezik a nyers repceolajával.

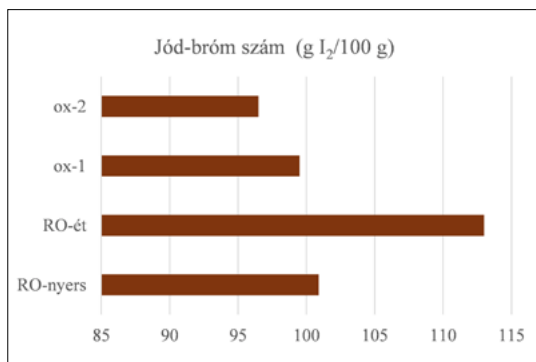
Az oxidálás hatására lecsökkent az étkezési repceolaj jód-bróm száma, hasonló értéket kaptunk a nyers repceolaj esetében is (3. ábra).



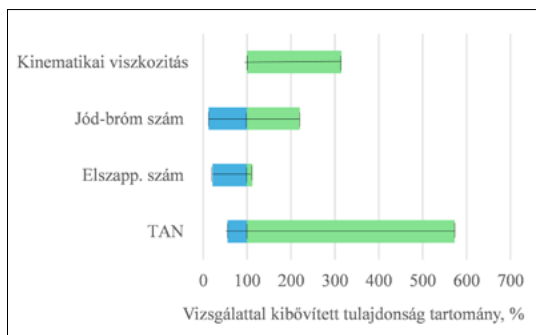
1. ábra. A vizsgált repceolajok teljes savszáma



2. ábra. A vizsgált repceolajok elszappanosítási száma



3. ábra. A vizsgált repceolajok jód-bróm száma



4. ábra. Eredmények összefoglalása

3. táblázat. Vizsgált repceolajok kinematikai viszkozitása

Minta jele	KV 40 °C-on (mm ² /s)
RO-nyers	41,0
RO-ét	43
RO-fin (ox-1)	57,3
RO-fin (ox-2)	123,3

A kinematikai viszkozitás nőtt az öregítés hatására (3. táblázat), ami a polimerizációs reakciók, oxidáció és szennyeződés következménye.

Eredményeink azt mutatják, hogy az általunk vizsgált alapanyagok tulajdonságai jelentősen eltérőek az ipari, nyers repceolajhoz képest, mind a kisebb, mind a nagyobb értékek irányába. Ezáltal sikerült kibővíteni a potenciális alapanyagok tulajdonságtartományát, ami fontos lépés lehet a tenzidszintézisben alkalmazható, alternatív növényolajok, használt olajok vizsgálata szempontjából.

5. Következtetések

Eredményeink igazolják, hogy a repceolaj öregedése jelentős fizikai és kémiai változásokat okoz, amelyek befolyásolhatják későbbi felhasználását.

Az oxidáció hatására nőtt a teljes savszám és az elszappanosítási szám, míg a jód-bróm szám csökkenése a telítetlen zsírsavak lebomlását jelzi. A kinematikai viszkozitás növekedése a molekuláris szerkezet módosulását tükrözi, ami hatással lehet az ipari alkalmazhatóságra.

Megállapítottuk, hogy az ipari nyers repceolaj és az oxidált minták hasonló tulajdonságai alapján a használt sütőolajok is alkalmasak lehetnek tenzidszintézisre; így bővítettük a felhasználható alapanyagok tulajdonságának tartományát. Ez hozzájárulhat a fenntartható nyersanyag-felhasználás előmozdításához, csökkentve a hulladékként keletkező sütőolaj környezeti terhelését. Eredményeink segíthetik a használt sütőolajok újrahasznosításának optimalizálását és a nyersanyagforrások bővítését, de az optimális feldolgozási feltételek meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatala EKÖP-2024-2.1.1. kódszámú egyetemi kutatói ösztöndíjprogramjának szakmai támogatásával készült.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Awogbemi O., Onuh E. I., Inambao F. L.: *Comparative study of properties and fatty acid composition of some neat vegetable oils and waste cooking oils*. International Journal of Low-Carbon Technologies, 14/3. (2019) 417–425.
<https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz038>
- [2] Ifijen I., Nkwor A.: *Selected under-exploited plant oils in Nigeria: A correlative study of their properties*. Tanzania Journal of Science, 46/3. (2020) 817–827.
<https://doi.org/10.4314/tjs.v46i3.21>
- [3] Hillairet F., Allemandou V., Golab K.: *Analysis of the current development of household UCO collection systems in the EU*. GREENEA, Coivert, France, 2016.
- [4] Dinovitser A., Valchev D. G., Abbott, D.: *Terahertz time-domain spectroscopy of edible oils*. Royal Society Open Science, 4/6. (2017) 170275.
<https://doi.org/10.1098/rsos.170275>
- [5] Riera J. B., Codony R.: *Recycled cooking oils: Assessment of risks for public health*. 2000.
- [6] Mannu A., Ferro M., Pietro M. E. D., Mele A.: *Innovative applications of waste cooking oil as raw material*. Science Progress, 102/2. (2019) 153–160.
<https://doi.org/10.1177/0036850419854252>
- [7] Mendecka B., Lombardi L., Kozioł J.: *Probabilistic multi-criteria analysis for evaluation of biodiesel production technologies from used cooking oil*. Renewable Energy, 147. (2020) 2542–2553.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.037>
- [8] Orjuela A., Clark J.: *Green chemicals from used cooking oils: Trends, challenges, and opportunities*. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 26. (2020) 100369 [9]reb21
<https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100369>
- [9] Gupta M.: *Practical guide to vegetable oil processing*. Elsevier, 2017.
- [10] Mannu A., Garroni S., Ibanez Porras J., Mele A.: *Available technologies and materials for waste cooking oil recycling*. Processes, 8/3. (2020) 366.
<https://doi.org/10.3390/pr8030366>
- [11] Permadani R. L., Ibadurrohman M., Slamet: *Utilization of waste cooking oil as raw material for synthesis of Methyl Ester Sulfonates (MES) surfactant*. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 105/1. (2018) 012036.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/105/1/012036>
- [12] IP 157: *Determination of the oxidation stability of inhibited mineral oils*, 2025.
- [13] ASTM D974: *Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration*, 2023.
- [14] ISO 3657: *Animal and vegetable fats and oils – Determination of saponification value*, 2020.
- [15] MSZ EN 14111:2004: *Zsír- és olajszármazékok. Zsírsav-metil-észterek (FAME). A jódszám meghatározása*, 2012.
- [16] ASTM D445-06: *Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)*, 2012.