

## A mák magjának kémiai összetétele és olajcélú hasznosításának háttere

GUPCSÓ KATALIN<sup>1,2</sup>, SOTKÓ GYULA<sup>1</sup>, ZÁMBORINÉ NÉMETH ÉVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sotiva Seed Kft,

<sup>2</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet,  
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

E-mail: kgupcso@gmail.com

### Összefoglaló

Jelen elemző szakcikkbem a mák magjának kémiai tulajdonságait térképezzük fel a mákolaj szempontjából. Elsődleges cél a mákolaj fő összetevőinek a megismerése, de az egyéb hasznos komponensek is említésre kerülnek.

A mákolajban a domináns a **többszörösen telítetlen** linolsav, amelynek aránya 53% -76% között változik. A **telített zsírsavak** közül a magolajban a palmitinsav (hexadekánsav) és a hasznos sztearinsav (oktadekánsav) 8-19%, illetve 2-4%-ban van jelen. Mindezek mellett található még benne olajsav (13-25%), valamint legkisebb mennyiségben linolénsav (0,24-1,32%). Számos, túlsúlyban török tanulmány foglalozik ugyan a mákmag és a belőle nyerhető olaj mennyiségével, a benne található zsírsavakkal, és egyéb komponensekkel, de egyetlen részletes értekezést se találtunk, ami az egyes eredményeket befolyásoló tényezők hatásait és összefüggéseit is feltárná.

A mákmag olajtartalmát és az olaj minőségét befolyásoló biotikus és technológiai tényezők részletesebb feltárása által biztosítható az adott – olajipari, gyógyászati, élelmiszeripari - felhasználási célnak legmegfelelőbb fajták termesztésbe állítása. Ehhez meg kell határozni a hazai köztermesztésben lévő és legújabb nemesítésű mákfajták alapvető minőségi paramétereit (olaj-tartalom, zsírsav-összetétel, savérték, szabad zsírsavak aránya, elszappanosodási érték), valamint ezek optimalizálásának lehetőségeit. A kapott adatok összefüggés-vizsgálata jelentős előrelépést biztosíthat a magyarországi olajcélú máktermesztéshez. A mákmag és a mákolaj felhasználása az ún. funkcionális élelmiszerekben is jelentős potenciált rejt magában.

**Kulcsszavak:** *Papaver somniferum*, növényi olajok, mákolaj, zsírsavak

## Bevezetés

A legősibb kultúrnövényeink közé számítható, a *Papaveraceae* családba tartozó mák (*Papaver somniferum* L.) sokrétű gyógyászati és élelmiszeripari felhasználhatóságának köszönhetően egyike a legnagyobb jelentőségű gyógynövényfajainknak.

Magyarországon a mák kettős hasznosítású, főként gyógyszeripari, illetve a magjáért használt élelmiszernövény. A magból történő olaj előállítás, illetve az olaj iránti kereslet marginális jelentőségű.

A száraz vagy a zöld máknövényből, illetve ópiumból kimutatott alkaloidok száma a technika és az analitika módszereinek fejlődésével emelkedett, így mára lehetőség nyílt olyan vegyületek izolálására vagy kimutatására is, amelyek igen kis koncentrációban fordulnak elő a növényben, illetve részben a tárolás és/vagy az izolálás során keletkező műtermékek. Hörömpöli, 1989-ben, még csak 38 mákalkaloidot említ, Mičianová et al. 2017-ben már több, mint nyolcvanról írnak.

A hazai alkaloidgyártás 2014-es megszűnésével a máktermelők kiszolgáltatottsága erősen megnőtt, amit az utóbbi években a külföldi feldolgozók ingadozó igényei és a világpiac kedvezőtlen ár tendenciái tetézték.

A mák élelmiszer-, takarmány- (madáreleség), ipari- (festék) és gyógyszeripari növény, amit Európában tradicionálisan főleg élelmiszer, olaj és kozmetikai cikkek előállítása céljából, keleten (Kína, India) ópium nyerése végett termesztenek (Hornok 1978; Unk és Földesi 1978; Hörömpöli 1995; Bernáth és Németh 2010).

A XX. század elején a mákot Közép-Európában még elsősorban, mint fontos szántóföldi olajnövényt tartották számon. A termesztett fajták magjából hideg eljárással étolajat, meleg eljárással festékolajat sajtoltak (Hörömpöli 1995; Bernáth 1998). A mákolaj felhasználása az egyik, mindezidáig ki nem használt alternatív hasznosítási irány lehetne.

Jelen kutatás során arra vállalkoztunk, hogy a szakirodalmak, megjelent publikációk, kutatási eredmények, értekezések alapján feltérképezzük a mákmagból kinyerhető olaj kémiai tulajdonságait, fő összetevőit. A mák olajának megismerése a cél, de az egyéb hasznos komponensek is említésre kerülnek.

## A növényi olajok jelentősége

A humán tápanyagok egyik fő csoportját alkotó zsírosolajok az utóbbi időben az érdeklődés középpontjába kerültek, ami az egyes telítetlen zsírsavaknak a szervezetben betöltött sokoldalú szerepével áll összefüggésben.

A zsírsavak az alábbiak szerint csoportosíthatók:

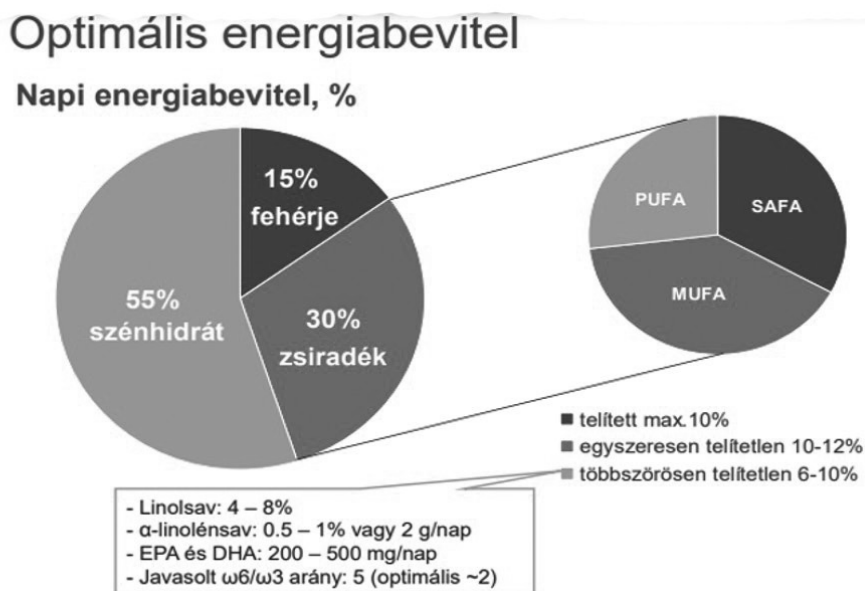
- a lánc hosszúsága,
- a kettős kötések száma (telített, egyszeresen telítetlen, többszörösen telítetlen),
- a kettős kötések helye,
- a kettős kötés térbeli konfigurációja (cisz vagy transz).

## A növényi zsírok táplálkozásélettani szerepe

A táplálékkal felvett zsíroknak az emberi szervezetben elsődleges szerepe az energiaszolgáltatás, emellett nélkülözhetetlen építőelemei az élő sejtek membránjainak, prekursorai egyes hormo-

noknak, a prosztaglandinoknak és az epesavaknak, biztosítják a zsírolható vitaminok (A, D, E, K) felszívódásához, szállításához és raktározásához szükséges közeget, valamint a sejtmembránok felépítéséhez nélkülözhetetlen anyagokat. Egyedül bizonyos növényi vagy halolajok fogyasztása során jut a szervezet **esszenciális zsírsavakhoz** (linolsav,  $\alpha$ -linolénsav), amelyek antioxidáns hatásuk mellett számos speciális feladatot látnak el a szervezetben (Kelly 2002). Az 1. ábra a zsírsolajok és a telítetlen zsírsavak kiemelkedő szerepét mutatja a WHO napi energia-beviteli ajánlása szerint (<http://>).

1. ábra. Optimális energiabevitel a WHO ajánlása szerint



Forrás: [http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/BMEVEMKA610\\_Mezogazdasagi\\_iparok\\_tecnologiaja/novenyolajgyartas\\_short\\_Cossuta.pdf](http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/BMEVEMKA610_Mezogazdasagi_iparok_tecnologiaja/novenyolajgyartas_short_Cossuta.pdf)

Figure 1. Optimal energy intake as recommended by the WHO

#### A növényi olajok kémiai összetétele

A növényi olajok -mint a mákolaj is-, a **telített és telítetlen zsírsavak glicerín észterei**nek a **keverékei**, amelynek minőségét a trigliceridek összetétele határozza meg (Kiss 2006; Heszky 2007). A nyers növényi olajok 94-98%-ban triglicerideket, 0,1-3%-ban foszfatidokat és 0,3-3%-ban minor vegyületeket tartalmaznak (Recseg 1995).

Az élelmiszer-nyersanyagokban szabad formában csak kis mennyiségben található telített zsírsavak (SFA = Saturated Fatty Acids) esetében a szénatomok a láncban egyszeres kötéssel

kapcsolódnak egymáshoz, vagyis valamennyi kötés telített (Gasztonyi és Lásztity 1992). A szénlánc hosszúsága alapján ezeket további csoportokra oszthatjuk. A C4:0 – C10:0 csoportba sorolható zsírsavakat **közepes lánc hosszúságú** zsírsavaknak nevezzük (MCT), melyekre az a jellemző, hogy a micellumok megkerülésével szívódnak fel és közvetlenül az ún. portális keringésbe jutnak, így ezek nem befolyásolják a szérumban a koleszterinszintjét, és jó felszívódásuk miatt csecsemőtápszerekben és diétákban is alkalmazhatók (Zsinka 1997). Az úgynevezett **hosszú szénláncú** telített zsírsavakhoz (LSFA=Long Saturated Fatty Acids) sorolják a laurinsavat (C12:0), a mirisztinsavat (C14:0) és a palmitinsavat (C16:0), melyekről megállapították, hogy szignifikánsan növelik a vér LDL (Low Density Lipoprotein- „rossz” koleszterin) szintjét (Temme et al. 1996; Barna 2006). Mivel az LDL receptorok aktivitását csökkentik, így csökken a sejtek LDL-felvétele is (Wahrburg 2004). A sztearinsav (C18:0) már a **nagyon hosszú szénláncú** zsírsavak (VLSFA = Very Long Saturated Fatty Acids) közé tartozik, ami nem emeli a szérumban a koleszterinszintjét, de kutatások szerint HDL (High Density Lipoprotein- „jó” koleszterin) szint csökkentő hatása van (Wahrburg 2004; Barna 2006). Az egy kettős kötést tartalmazó, vagyis egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA = Monosaturated Fatty Acids) legjelentősebb képviselője a természetes zsíradékokban az olajsav (C18:1), de ebbe a csoportba tartozik a palmitoleinsav (C16:1) is. Több publikáció (pl. de Lorgeril és Serge 1994; Wahrburg 2004; Barna 2006) is foglalkozik azzal, hogy a mediterrán országokban, ahol az elsődleges humán zsírforrás a MUFA-ban gazdag olívaolaj, kevesebb a keringési betegségek okozta halálesset.

A telített zsírsavakat egyszeresen telítetlen zsírsavakkal helyettesítve csökken a vérszérumban az összcholesterol- és LDL koleszterinszintje (Mata et al. 1992). A MUFA vegyületek védik az LDL koleszterint az oxidációtól, ami egyik legfontosabb faktor az érlemezés kialakításában (Wahrburg 2004). A kettős vagy annál több kettős kötést tartalmazó zsírsavakat soroljuk a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA = Polyunsaturated Fatty Acids) közé, amiket a láncvégi (metil-terminális) szénatomhoz képest elhelyezkedő első kettős kötés alapján két táplálkozás-élettanilag jelentős csoportra n-6 ( $\omega$ -6) és n-3 ( $\omega$ -3) osztunk (Klenk és Mohrhauer 1960). Az n-6 csoport legjelentősebb képviselője a linolsav (C18:2), míg az n-3 csoport leggyakrabban előforduló tagja az  $\alpha$ -linolénsav (C18:3). Ez a két zsírsav esszenciális, amelyeket az emberi szervezet nem tud előállítani, ezért ezeket táplálék útján kell felvenni, aminek elégtelen bevitele esetén hiánytünetek (pl.: bőrgyulladás, agy- és retinafejlődési zavarok stb.) lépnek fel (Antal és Gaál 1998; Zsarnóczay 2001). A szervezetben közvetlenül befolyásolják a zsírsavanyagcserét, beépülnek a sejtmembránok foszfolipidjeibe, de szerepük van azok funkciójának fenntartásában, valamint a hormonszerű eikozanoidok prekursorai (Mata et al. 1992; Antal és Gaál 1998; Barna 2006).

### **A mákolaj kémiai összetétele és élettani hatásai**

A korabeli írásos emlékekben a Biblia, a Talmud is említi a mákmagból kinyert olajat, és azt a napraforgó- és az olívaolajjal egyenértékűnek tartják, ezért javasolják nagyobb léptékű hasznosítását is (Beare-Rogers et al. 1979; Bernáth 1998, 2001). A 18. század végén és a 19. század elején az Európai máktermesztés célja részben az olaj-előállítás volt (Bernáth 1998). A hidegsajtólással előállított olaj világossárga színű, kellemes ízű és illatú, étkezési célra al-

kalmas, míg a meleg-, vagy utósajtolással kinyert vörösesbarna színű olaj ipari-technikai célú felhasználásra való (Hörömpöli 1995; Bernáth 1998).

**Összetételét tekintve megállapítható,** hogy a mákolajban a domináns zsírsav a linolsav, amelynek aránya 53% -76% között változik (1.táblázat). A telített zsírsavak közül a magolajban a palmitinsav (hexadekánsav) és a hasznos sztearinsav (oktadekánsav) 8-19% illetve 2-4%-ban van jelen. Mindezek mellett található még benne olajsav (13-25%), valamint legkisebb mennyiségben linolénsav (0,24-1,32%).

A mákmagolaj kémiai összetételéről és kémiai stabilitásáról, a len és napraforgóolajjal összehasonlításban Bozan és Temelli (2008) közölt tanulmányt. Wagner et al. (2003) a mákmagolaj tárolhatóságát és minőségi változásait tanulmányozták. Megállapították, hogy a betakarítás során bekövetkezett károsodás (10-50%) károsan befolyásolhatja és felelős a termék minőségének gyorsabb csökkenéséért, különösen az olyan nagy mennyiségű többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmazó magvakban, mint a mák. A mákmagolaj tárolhatóságának javítása érdekében Yang et al. (2015) végeztek mikrokapszulás kísérleteket. A kapszulázott mákolaj oxidációja kimutatta, hogy a mikrokapszulák javíthatják a tárolási stabilitást. A mikrokapszulák megmutatják az élelmiszeriparban használható mákolaj jó teljesítményét.

A mákmagolaja állatkísérletek tanúsága szerint javíthatja az antioxidáns védelmet a hippokampuszban iszkémiás-reperfüziós agyi károsodás utáni állapotban (Cevik-Demirkan et al. 2012). A jódozott mákolaj vegyületet a lipiodolt széles körben alkalmazzák a nyirokrendszer radiológiai diagnosztikájában (Jorgo et al. 2017).

### **A mákolaj olajtartalmát és zsírsav összetételét befolyásoló tényezők**

Más élelmiszerekkel összehasonlítva a mákmag biológiai és élelmezési értékét kedvezőnek tartják, ami a mag kémiai összetételével van összefüggésben (Bernáth 2001). Hazai adatok szerint az **alkaloidoktól gyakorlatilag mentes** érett mákmag sajátságos ízű, fajtától függően 40-55% zsírsolajat és 18-22% fehérjét tartalmaz (Rácz et al. 1992; Hörömpöli 1995; Földesi 1997; Bernáth 2001). Amint azt az 1. táblázat is mutatja, ehhez képest számos külföldi közlemény alapján sokkal szélesebb intervallumban adható meg a mákmag olajtartalma. A Ghafoor et al. (2018) által detektált maximum 38,68% érték például nem éri el a Valizadeh et al. (2014), Lančaričová et al. (2016) és Brčić et al. (2016) kutatók által közölt minimum (42,5-43,73%) értéket.

1. táblázat. Magmintákban mért olajtartalom és zsírsavmennyiség (%)

| Megnevezés     | Nergiz és Ötles 1994 | Azcan et al. 2004 | Özcan és Atalay 2006 | Rahimi et al. 2011 |
|----------------|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| Olajtartalom % | na                   | 32,30-49,20       | 32,43-45,52          | 35,38-47,95        |
| Palmitinsav    | 8,64                 | 10,00-13,00       | 12,85-18,70          | 7,96-10,19         |
| Szterainsav    | 1,81                 | 2,50-3,20         | 2,40-4,30            | 1,84-2,40          |
| Olajsav        | 12,84                | 16,10-24,70       | 13,11-24,13          | 13,30-17,80        |
| Linolsav       | 75,76                | 56,40-69,20       | 52,60-71,50          | 68,76-74,22        |
| Linolénsav     | 0,43                 | 0,40-0,60         | 0,24-0,50            | 0,55-0,75          |

Table 1. Oil content and fatty acid content measured in seed samples (%)

A közölt 27,71-52,40% közötti olajtartalmak feltehetően a fajta, a termesztés helye és a környezeti kondíciók, valamint a mérési módszer eltérései következtében szórnak ilyen nagymértékben.

### Genotípus és olajtartalom összefüggései

A szakirodalomban megjelent és az 1. táblázatban összegzett publikációk meglehetősen szűk metaszetét tükrözik a világon fellelhető mák **genotípusoknak**. A táblázatban közölt adatok ugyanis három kivételével török mákfajtákkal történt vizsgálatokból származnak, sőt Nergiz és Ötles (1994), Özcan és Atalay (2006), Azcan et al. (2004), illetve Ghafoor et al. (2018) közleménye esetében a vizsgálati minták egy forrásból, a törökországi Afyonból származtak. A vizsgálatok eredményeként Özcan és Atalay (2006) kimutatta, hogy a mák olajtartalma függ a fajtától.

Figyelemre méltóan, némileg árnyaltabbá teszik a fenti eredményeket azok az osztrák vizsgálatok (Krist et al. 2005) amelyek szerint a mákmag olaj triglicerid (TAG) mintázata, különböző fajták esetében homogén.

Több kutató jutott arra a megállapításra, hogy a **mag színe** összefüggésben lehet a fajták olajtartalmával, s akár, mint markerbélyeg fel is használható lehet; így a fehér és okker magvú fajták zsírsolajtartalma magasabb, mint a kék magvúaké (Azcan et al. 2004; Rahimi et al. 2011; Ghafoor et al. 2018). Egy szlovák összehasonlító vizsgálat során Lančaričová et al. (2016) részletesebben, de csak egy évben (2011), tanulmányozta különböző magszínű étkezési fajtákban a mag alapvető minőségi paramétereinek – olajtartalom, zsírsavösszetétel, egyéb kémiai tulajdonságok – alakulását. Eredményeik megerősítették, hogy az elemzett paraméterek összefüggésben állnak a mag színével. Az okker magszínű fajta esetében mérték, mindkét körzetben, a legmagasabb olajtartalmat (49,9 és 52,4%). Ezzel ellentétben, Emír et al. (2015) szerint a kék magvú fajta rendelkezik a legmagasabb olajtartalommal (46,30%), az okker (38,91%) illetve fehér (36,07%) mákmaghoz képest.

Az idézett publikációkból nem állapítható meg, hogy van-e összefüggés az alkaloidtartalom és az olajkihozatal, valamint a zsírsavösszetétel között, továbbá, hogy az ökológiai tényezők hatással vannak-e a mag kémiai összetételére, ugyanis a szerzők nem jellemezték e körülményeket, illetve azok nem hasonlíthatók össze pontosan.

| Valizadeh et al. 2014 | Lančaričová et al. 2016 | Brčić et al. 2016 | Ghafor et al. 2018 | Dabrowski et al. 2020 |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| 43,73-50,66           | 42,50-52,40             | 43,00-47,90       | 27,71-38,68        | 30,49-44,76           |
| 8,25-8,85             | 8,10-10,10              | 9,10-9,50         | 8,81-10,21         | 9,76-10,01            |
| 1,89-2,27             | 2,00-2,40               | 2,10-2,70         | 2,79-3,17          | 2,08-2,34             |
| 13,21-15,55           | 13,30-23,40             | 16,30-21,70       | 16,05-21,41        | 15,83-16,77           |
| 72,17-74,66           | 66,90-74,30             | 67,50-71,10       | 56,97-64,83        | 70,21-71,35           |
| 0,68-1,32             | 0,70-0,90               | 0,80-1,10         | 0,27-0,71          | 0,57-0,87             |

### Termőhelyi hatások

A **termőhelyi tényezők hatásáról** csak közvetett eredmények állnak rendelkezésre. Brčić et al. (2016) külföldi fajták ('Opal', 'Lazur', 'Major' és 'Matis') és 2 horvát tájpopuláció vetőmaghozamát és egyéb agronómiai tulajdonságait hasonlította össze esetleges honosítás céljából. A 2013-2015 között folytatott kutatásban az 'Opal', 'Lazur', 'Major' fajtákban magasabb olajtartalmat csak abban az évben mértek, amikor alacsonyabb volt a hőmérséklet és kevesebb csapadék hullott a mák virágzása és betakarítása közötti időszakban, míg a 'Matis' és a két tájfajta esetében ez éppen fordítva alakul: így egyértelmű következtetés nem vonható le. Lančaričová et al. (2016) is összefüggést feltételeztek a hőmérséklet és csapadék mennyisége, valamint az olajtartalom között. Megállapításaik szerint is további kutatásra van szükség ezen összefüggések bizonyítására.

A mákmag olajának zsírsavösszetételét tekintve a **fajták között** még azonos földrajzi körzetben is jelentős eltérések lehetnek (1. táblázat). Korábban Sengupta és Mazumder (1976) a helyi piacon beszerzett indiai eredetű mákmagokból nyert olaj triglicerid összetételének meghatározása során (12% C16:0; 3% C18:0; 20% C18:1; 65% C18:2; 0% C18:3) stabil zsírsavösszetételt állapított meg. Rahimi et al. (2011) 18 török mákfajta esetében megállapította, hogy valamennyi mákfajta magolaja magas telítetlen zsírsavtartalommal rendelkezik, ezért potenciális növényi olajforrás lehet az élelmiszeripar számára. Ugyanakkor nem elemezte a fajtakülönbségeket és a genotípus-környezet kölcsönhatásokat.

### Mákolaj kinyerés technológiája

Egyes publikációk szerint a gyakorlatban kinyerhető olaj mennyiségét nem csak a biológiai és termesztési tényezők, hanem a **kinyerés technológiája** is befolyásolhatja. Bozan és Temelli (2003) vizsgálta a szuperkritikus CO<sub>2</sub> extrakció körülményeinek hatását az olaj oldhatóságára és hozamára, valamint az olaj összetételére. Dabrowski et al. (2020) tanulmányában a mák lipid extrakciós módszerének hatását elemezte az olajhozamra. Az alkalmazott módszerek függvényében az olaj kinyerés 30,49% - 44,60% között változott. A legkisebb mennyiséget a hidegsajtólással, míg a legnagyobbat SC-CO<sub>2</sub>+10% etanol módszerrel érték el. Ghafoor et al. (2019) vizsgálta a sütőben, valamint a mikrohullámú sütőben való pörkölés hatását is a különböző mákfajták olajtartalmára, minőségére, zsírsavösszetételére, tokoferoltartalmára és a fenolos vegyületeire. A legkisebb 27,71% olajtartalmat a pörköletlen magban mérte, míg a legmagasabb 38,68%-t a sütőben pörkölt tételben. A 3 különböző (fehér, okker, kék) magszínű fajtát vizsgáló Azcan et al. (2004) mellett még

Özcan és Atalay (2006) méréseiben figyelhető meg a legnagyobb intervallum (23-108% eltérések) az egyes zsírsavak arányaiban (1 táblázat).

A **magszín és az összetétel** –hasonlóan az olajtartalomhoz- szintén mutat összefüggést. Lančaričová et al. (2016) hasonlóan a két török tanulmányhoz (Nergiz és Ötles 1994; Azcan et al. 2004) az okker magszínű fajta esetében mérte a legmagasabb linolsav arányt (74,3 és 71,6%). Az általuk vizsgált fehér magvú 'Racek' és 'Albín' savértéke volt a legmagasabb (a szabad zsírsavak 2,8 és 2,4%), illetve a szürke magvú 'Malsar' és a kék magvú 'Maratón' magolaja mutatta a legnagyobb elszappanosítási értéket. A magas morfintartalmú ipari mákfajta, a 'Buddha' minden megfigyelt paraméterben jelentősen eltért az említett étkezési fajtáktól. A kutatók emellett az olajban az egyes komponensek egymáshoz viszonyított arányát is tanulmányozták és erős negatív összefüggést figyeltek meg a linolsav és az olajsav szintje között, továbbá az összes olajtartalom pozitívan korrelált a linolsavval és negatívan az olajsavval.

Lančaričová et al. (2016) megállapítása szerint az elemzett minőségi paramétereket befolyásolhatja a **hőmérséklet és a csapadék** is. A két vizsgált termőhely közül a Malýból származó mákminták esetében magasabb C 18:2 és C 16:0 szintet mértek, míg a másik körzetben (Šariš Víglaš-Pstruša) a C18:1 aránya volt nagyobb.

Dabrowski et al. (2020) eltérő olajkinyerési módszerek (hideg sajtolás, Soxhlet extrakció n-hexánnal, szuperkritikus folyadék extrakció tiszta CO<sub>2</sub>-dal, és CO<sub>2</sub> + társoldószerként 10% aceton, etanol vagy etil-acetát) hatására a zsírsav-összetételben nem tapasztalt lényegi eltéréseket szemben az olaj kihozattalal.

### A mákmag és a mákolaj egyéb hasznos komponensei

A mákmag a szervezet számára fontos ásványi anyagokat - **kalcium, magnézium, kálium, vas** – is nagy mennyiségben tartalmaz, de szénhidrátot, vitaminokat (B és E), nyomelemeket (szelén, réz), valamint rost-, íz- és illatanyagokat is megtalálunk benne (Bernáth és Németh 2010). Eklund és Ågren (1975) szerint Svédországban felmerült a repceolaj helyettesíthetősége mákmag olajjal.

Az olaj kb. 0,4-2% közötti **el nem szappanosítható része** tartalmaz fitoszterineket, tokoferolt, triterpéneket, a sajtolás során keletkező présmaradékban pedig 25-30% fehérje mérhető. Az élelmi-szerek el nem szappanosítható lipidfrakciójának komponensei a triterpén szterolvegyületek, amik természetes szerves összetevői a növényi sejtmembránoknak (Kiss et al. 2006).

A zsírsavak mellett, a tokoferol, mint természetes antioxidáns vegyület, felhalmozódási szintje is fontos paraméter a mákmagból kinyerhető olajban. A mákolajokban a magas  $\gamma$ -tokoferol tartalom összefüggésbe hozható az olaj jó ellenállásával az oxidációval szemben (Erinç et al. 2009). Ghafoor et al. (2018) mintáiban a  $\gamma$ - és  $\beta$ -tokoferol dominál, de a pörkölés csökkenti az arányukat. Utóbbi szerzők vizsgálata emellett kiterjedt az olaj savasságának, az el nem szappanosítható anyagoknak, a peroxid számnak a mérésére is, amelyek szintén magasabb értéket mutatnak a pörkölt magvakban, mint a pörköletlen tételekben, míg a pörkölt magvak összes fenol-, flavonoid-, antocianintartalma és antioxidáns aktivitása kisebb volt, mint a kontrollé. A peroxid értékek a különböző magszínű fajtákban is eltérőek voltak az alábbiak szerint: nem pörkölt mag olajában 1,03 (fehér) és 1,27 meqO<sub>2</sub>/kg (okker), a sütőben pörkölt 5,84 (kék) és 7,61 meqO<sub>2</sub>/kg (okker), mikrohullámú sütőben pörkölt 2,38 (kék) és 3,54 meqO<sub>2</sub>/kg (okker).



Megállapítható, hogy az olajban oldott hatóanyagok esetében a fajta-eltérésekkel kevés tudományos vizsgálat foglalkozott. Erinc et al. (2009) nyolc mákfajta olajának zsírsav-, tokoferol- és szterintartalmát vizsgálta. Az olajok jelentős mennyiségben tartalmaztak  $\gamma$ -tokoferolt ( $195,37-280,85 \text{ mg kg}^{-1}$ ), átlagosan  $261,31 \text{ mg kg}^{-1}$  és  $\alpha$ -tokoferolt ( $21,99-45,83 \text{ mg kg}^{-1}$ ), átlagosan  $33,03 \text{ mg kg}^{-1}$ . Az összes szterin koncentrációja  $1099,84 \text{ mg kg}^{-1}$  és  $4816,10 \text{ mg kg}^{-1}$  között változott, átlagosan  $2916,20 \text{ mg kg}^{-1}$ . A fő szterinek a  $\beta$ -szitoszterin volt  $663,91 - 3244,39 \text{ mg kg}^{-1}$ , a kampeszterol,  $228,59-736,50 \text{ mg kg}^{-1}$ ; és  $\Delta^5$ -avenasterol  $103,90-425,02 \text{ mg kg}^{-1}$ . Más szterinek kevesebb, mint  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  mennyiségben fordultak elő. A szerzők megállapítása szerint a vizsgált törökországi mákfajták potenciálisan értékes olaj- és fitoszterol forrásnak bizonyultak.

Dabrowski et al. (2020) különböző tételekben a mákmagolaj fitoszterin-tartalmát  $2521 \text{ mg/kg}$  és  $2933 \text{ mg/kg}$  között határozta meg, a szkvalén alapvegyületet pedig  $21,3-35,0 \text{ mg/kg}$  mennyiségben detektálták. A tokoferolok közül az  $\alpha$ - és  $\gamma$ -tokoferolokat  $122-133 \text{ mg/kg}$  között mérték és azt találták, hogy a  $\gamma$ -izomer az összes mennyiség legalább 93%-át teszi ki.

A vitaminok és ásványi anyagok révén a mákolaj hozzájárulhat a szellemi teljesítőképesség növeléséhez, de a vázrendszerünk egészségének fenntartásában is fontos szerepet játszik (Bernáth és Németh, 2010). Nergiz és Ötles (1994) a mákmag **vitamintartalmát** vizsgálva azt találta, hogy a szervezetben csak korlátozott mértékben raktározódó vízben oldódó vitaminok közül a mákmagban jelentős a B5 (pantoténsav) mellett a B3 (niacin) és a B1 (tiamin) felhalmozódása.

Özcan és Atalay (2006) az ásványi anyag tartalmat detektálta a mákmagban, és fajtáktól függően Al, B, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, P, Pb, Sr, V, Zn elemeket mérték a máktételeikben. A K-tartalom  $6012,14-10535,70 \text{ ppm}$ , a Ca  $8756,9-10702,44 \text{ ppm}$ , a Mg  $3406,70-3872,14 \text{ ppm}$  között mozgott, míg a káros nehézfémek (Cd, Cr, Ni és Pb) igen alacsony arányban voltak kimutathatók. Megállapították a hét vizsgált fajta alapján, hogy Nergiz és Ötles (1994) eredményeihez hasonlóan a tanulmányozott török mákmintákban a K, Na, Fe, Cu és Ca tartalom dominál.

Zubay et al. (2020) kutatása az élelmiszer dúsítási potenciál felmérése érdekében vizsgálta nyolc hazai nemesítésű mákfajta - egy étkezési- és három ipari, valamint négy tájfajta ásványianyag-tartalmát, amelyben szignifikáns különbségeket figyeltek meg. Az étkezési 'Zeno Plus' fajta esetén mérték a legnagyobb makroelemtartalmat (Ca  $15977 \text{ mg/kg}$ , Mg  $3733 \text{ mg/kg}$ , K  $8219 \text{ mg/kg}$ ). A vizsgált 3 ipari fajta jóval több káliumot tartalmazott (átlag  $6325 \text{ mg/kg}$ ), mint a tájfajták ( $4557 \text{ mg/kg}$ ). A magas morfin tartalmú 'Botond' halmozta fel a legtöbb vasat  $110 \text{ mg/kg}$ . Ezzel párhuzamosan a Zn, Cu, Na és Mn elemek akkumulációja az egyik tájfajtában dominált (sorrendben: 84; 19; 68;  $108 \text{ mg/kg}$ ). Érdemes megjegyezni, hogy a 0,2% alatti alkaloid tartalmú tájfajták nagy többségben minden vizsgált ásványianyag tekintetében az össz-átlaghoz viszonyítva alacsonyabb szintet mutattak. Ez közvetve felhívja a figyelmet az étkezési mák nemesítésének egy újabb esetleges céljára.

### Következtetések

A táplálkozástudomány egyik fontos kérdése, hogy a különféle zsiradékok milyen mennyiségben és összetételben kerüljenek felhasználásra a gasztronómiában. Számtalan tanulmány mutat rá a növényekben található olajok és származékaik kedvező étrendi hatására. Az egészségünk megőrzésében, a betegségek megelőzésében szintén jelentős szerepet játszhatnak a hidegen sajtolt növényi olajok, a bennük lévő telítetlen zsírsavaknak, a vitaminoknak és az egyéb biológiailag aktív komponenseknek köszönhetően.

Az eddigi kutatások, feltárt eredmények alapján egyértelműen látszik, hogy a mákmag a különféle esszenciális bioaktív vegyületek közül fenolos vegyületeket, többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmaz, amelyek révén növekedhet az élelmiszer alapanyagként való felhasználhatósága, továbbá jó forrása lehet a vízben oldódó vitaminoknak, különösen a B-vitaminnak, a pantoténsavnak és a niacinnak. A mákmag és a belőle előállított mákolaj felhasználása az ún. funkcionális élelmiszerekben, ezek összetevőjeként jelentős potenciált rejt magában.

A mákolaj drága kereskedelmi cikk, ami olcsóbb növényi olajokkal, például a napraforgóolajjal hamisítható, aminek a kimutatásához használható módszerekről Krist et al. (2006) publikáltak. Ez a fajta hamisítás, a szinte hasonló zsírsavarányok miatt, kihívást jelent a rutin analitikai módszerek számára (mint például a zsírsavösszetétel meghatározása).

Elemzésünk alapján, levonható a következtetés, hogy számos tanulmány foglalkozik ugyan a mákmag és a belőle nyerhető olaj mennyiségével, a benne található zsírsavakkal, és egyéb komponensekkel, de egyetlen részletes értekezés sem foglalkozik az egyes összetevőket befolyásoló tényezők hatásainak és összefüggéseinek feltárásával. A mákmag és mákolaj tekintetében a török publikációk túlsúlya tapasztalható, ottani ökológiai környezetben és genotípusokkal. A több fajtát sok tekintetben összehasonlító, viszonylag legkomplexebb publikációban, Lančaričová et al. (2016) is csak egy tenyészidőszakot vizsgált, ami a természeti körülmények hatására nem enged következtetni. A fajták, -beleértve az alkaloidtartalommal, valamint a magszínnel való összefüggéseket is-, az időjárás, a technológia, valamint az olajkinyerés módszereinek hatáselemzése tehát még további, szisztematikus és szélesebb körű tanulmányozást igényel.

A mákmag olajtartalmát és az olaj minőségét befolyásoló biotikus és technológiai tényezők részletesebb feltárása azért is fontos, mert ezáltal biztosítható az adott felhasználási célnak legmegfelelőbb fajták termesztésbe állítása és a hazai máktermesztés több lábbon állása. Ehhez tehát meg kell határozni a hazai köztermesztésben lévő és legújabb nemesítésű mákfajták alapvető minőségi paramétereit (olajtartalom, zsírsav-összetétel, savérték, szabad zsírsavak aránya, elszappanosodási érték) valamint ezek optimalizálásának lehetőségeit. Az így kapott adatok összefüggéseinek vizsgálata jelentős előrelépést biztosíthat az olajcélú máktermesztés hazai fellendítéséhez.

### Köszönetnyilvánítás

A munka az innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Hallgatói Ösztöndíj Programjának, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alaphól finanszírozott támogatásával készült.

### Felhasznált irodalom

1. Antal M. és Gaál Ö. 1998. Többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége a táplálkozásban. *Orvosi Hetilap*, 139(19): 1153-1158.
2. Azcan, N., Kalender, B.O. and Kara, M. 2004. Investigation of Turkish poppy seeds and seed oils. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(4): 370-372. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/B:CONC.0000048250.81843.0a>
3. Barna M. 2006. A zsírsavak szerepe a táplálkozásfüggő megbetegedések megelőzésében, különös tekintettel az elégtelen n-3 zsírsav-ellátottságra. *Metabolizmus*, 4(4): 267-272.

4. Beare-Rogers, J.L., Gray, L., Nera, E.A. and Levin, O.L. 1979. Nutritional properties of poppy seed oil relative to some other oils. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 23(4): 335-346. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000176272>
5. Bernáth, J. 1998. *Poppy - The genus Papaver*. Harwood Academic Press, Amsterdam.
6. Bernáth J. 2001. A mák magjának kémiai összetétele. In: Sárkány S., Bernáth J. és Tétényi P. (szerk.) *Magyarország kultúrflórája: A mák (Papaver somniferum L.)*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
7. Bernáth J. és Németh É. 2010. *A mák*. Termesztés és receptek. Cser Kiadó, Budapest.
8. Bozan, B. and Temelli, F. 2003. Extraction of Poppy Seed Oil Using Supercritical CO<sub>2</sub>. *Journal of Food Science*, 68(2): 422–26. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2003.TB05688.X>.
9. Bozan, B. and Temelli, F. 2008. Chemical Composition and Oxidative Stability of Flax, Safflower and Poppy Seed and Seed Oils. *Bioresource Technology*, 99(14): 6354–59. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.12.009>.
10. Brčić, M., Pospišil, M., Pospišil, A., Butorac, J., Škevin, D. and Obranović, M. 2016. The agronomic traits of foreign cultivars and domestic populations of oil seed poppy. *Poljoprivreda*, 22(2): 23–28. DOI:10.18047/poljo.22.2.4
11. Cevik-Demirkan, A., Oztasan, N., Oguzhan, E.O., Cil, N. and Coskun, S. 2012. Poppy seed oil protection of the hippocampus after cerebral ischemia and reperfusion in rats. *Biotechnic & Histochemistry*, 87(8): 499-505. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/10520295.2012.701763>
12. Dąbrowski, G., Czaplicki, S. and Konopka, I. 2020. Composition and quality of poppy (*Papaver somniferum* L.) seed oil depending on the extraction method. *LWT*, 134(2-3): 110167.
13. de Lorgil, M. and Serge, R. 1994. Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet*, 343: 1454-1459.
14. Emir, D., Aydeniz, D.B. and Yilmaz, E. 2015. Effects of roasting and enzyme pretreatments on yield and quality of coldpressed poppy seed oils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2): 260-71. DOI:10.3906/tar1409-34
15. Erinc, H., Tekin, A. and Özcan, M. 2009. Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. *Grasas Y Aceites*, 60(4): 375-81.
16. Eklund, A. and Ågren, G. 1975. Nutritive value of poppy seed protein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 52(6): 188–90. <https://doi.org/10.1007/BF02672167>.
17. Földesi D. 1997. A mák (*Papaver somniferum* L.). *Olaj, szappan, kozmetika*, 46(3): 93-97.
18. Ghafoor, K., Özcan, M.M., AL-Juhaimi, F., Babiker, E.E. and Fadimu, G.J. 2018. Changes in quality, bioactive compounds, fatty acids, tocopherols, and phenolic composition in oven- and microwave-roasted poppy seeds and oil. *LWT*, 99(1): 490-496.
19. Gasztonyi K. és Lásztity R. 1992. *Élelmiszer-kémia 1. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*.
20. Heszky L. 2007. A repceolaj minőségének élelmiszer és biodízel célú módosítása. *Agrofórum*, 18(7).
21. Hornok L. 1978. *Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 107-117.*
22. Hörömpöli T. 1989. A morfinűvelő nemesítés eredményei és lehetőségei a kompolti „M” máknál. *Doktori disszertáció, Kompolt-Gödöllő*
23. Hörömpöli T. 1995. Amit a máktermesztésről tudni kell. *Gazda füzetek 3. Regiocon Kft., Kompolt.*
24. Jorgo K., Polgár Cs., Tenke P., Kovács G., Major T., Stelczer G. és Péter Á. 2017. Izominvazív hólyagrák képvezérelt sugárkezelése intravesicalisan befecskendezett lipiodolos jelöléssel. A hólyagmegtartó kezelés új lehetősége. *Orvosi Hetilap*, 158(51): 2041-2047. DOI: <https://doi.org/10.1556/650.2017.30904>
25. Kelly C. 2002. Az étrendi zsír és a szív- és érrendszeri betegségek. *A Hús*, 12(3): 143- 147.
26. Krist, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Bandion, F. and Buchbauer, G. 2005. Analysis of Volatile Compounds and Triglycerides of Seed Oils Extracted from Different Poppy Varieties (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(21): 8310–16. <https://doi.org/10.1021/jf0580869>.
27. Krist, S., Stuebiger, G., Bail, S. and Unterweger, H. 2006. Detection of adulteration of poppy seed oil with sunflower oil based on volatiles and triacylglycerol composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,

- 54(17): 6385–89. <https://doi.org/10.1021/JF060500X>.
28. Klenk, E. and Mohrhauer, H. 1960. Metabolism of polyene fatty acid in vitro. *Z. Physiology and Chemistry*, 32: 218-232.
29. Lančaričová, A., Havrlentová, M., Muchová, D. and Bednárová, A. 2016. Oil content and fatty acids composition of poppy seeds cultivated in two localities of Slovakia. *Agriculture (Polnohospodárstvo)*, 62(1): 19–27. DOI:10.1515/agri-2016-0003
30. Mata, P., Alvarez-Sala, L.A., Rubio, M.J., Nuno, J. and De Oya, M. 1992. Effects of long-term monosaturated- vs polysaturated-enriched diets on lipoproteins in healthy men and women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 55: 846-850.
31. Mičianová, V., Ondreičková, K. and Muchová, D. 2017. Forensic application of EST-derived STR markers in opium poppy. *Biologia*, 72: 587–594. <https://doi.org/10.1515/biolog-2017-0076>
32. Nergiz, C. and Ötles, S. 1994. The proximate composition and some minor constituents of poppy seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 66(2): 117–120. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740660202>
33. Özcan, M.M. and Atalay, C. 2006. Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas Y Aceites*, 57(2): 169-174. DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i2.33>
34. Rahimi, A., Kiralan, M., Arslan, N., Bayrak, A. and Dogramaci, S. 2011. Variation in fatty acid composition of registered poppy (*Papaver somniferum* L.) seed Turkey. *Akademik Gıda*, 9(3): 22-25.
35. Rácz G., Rácz-Kotilla E. és Szabó L.GY. 1992. Gyógynövényismeret – a fitoterápia alapjai –. Sanitas Természeti Gyógyászati Alapítvány, Budapest, 263-268.
36. Recseg K. 1995. Különböző növényolajok minor komponenseinek vizsgálata. Doktori értekezés, Budapesti Műszaki Egyetem
37. Sengupta, A. and Mazumder, U.K. 1976. Triglyceride composition of *Papaver somniferum* seed oil. *J. Sci. Food Agric.*, 27: 214–218 <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740270303>
38. Szabó L.GY., Domokos J. és Kiss B. 2006. Az olajnövények. In: Kiss B. (szerk.) *Olajnövények, növényolajgyártás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 64-65.
39. Temme, E.H.M., Mensink, R.P. and Hornsta, G. 1996. Comparison of the effects of diets enriched in lauric, palmitic, or oleic acids on serum lipids and lipoproteins in healthy women and men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63: 897-903.
40. Unk J. és Földesi D. 1978. A mák termesztése. In: Antal J. (szerk.) *Olajnövények termesztése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 77-89.
41. Valizadeh, N., Rahimi, A. and Arslan, N. 2014. Variation in Fatty Acid Composition of Registered Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seed in Turkey. *International Journal of Biosciences* 4(2): 268-274. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/4.1.268-274>
42. Wagner, K.H., Isnardy, B. and Elmadfa, I. 2003. Effects of Seed Damage on the Oxidative Stability of Poppy Seed Oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(5): 219–24. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200390044>.
43. Wahrburg, U. 2004. What are the health effects of fat? *European Journal of Nutrition*, 43(1): i6-i11.
44. Yang, X., Gao, N., Hu, L., Li, J. and Sun, Y. 2015. Development and Evaluation of Novel Microcapsules Containing Poppy-Seed Oil Using Complex Coacervation. *Journal of Food Engineering*, 161(September): 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.03.027>.
45. Zubay, P., Jókainé Szatura, Zs., Ladányi, M., Zámboriné Németh, É. and Szabó K. 2020. Variations in mineral content of opium poppy seeds (*Papaver somniferum* L.) *Acta Agronomica Óváriensis*, 61(2).
46. Zsarnóczay G. 2001. Funkcionális húskészítmények, különös tekintettel a többszörösen telítetlen zsírsavakra. *A Hús*, 11(4): 207-212.
47. Zsinka Á. 1997. Zsírsavak a szervezetben - zsírsavak a táplálékban. *Táplálkozás Anyagcsere-Diéta*, 2(1): 10-15.

Internetes forrás

http1: [http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/BMEVEMKA610\\_Mezogazdasagi\\_iparok\\_tecnologiaja/novenyolajgyartas\\_short\\_Cossuta.pdf](http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/BMEVEMKA610_Mezogazdasagi_iparok_tecnologiaja/novenyolajgyartas_short_Cossuta.pdf)

## The chemical composition of poppy seeds and backgrounds of its utilization

GUPCSÓ, K.<sup>1,2</sup>, SOTKÓ, GY.<sup>1</sup>, ZÁMBORINÉ NÉMETH, É.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sotiva Seed Ltd,

<sup>2</sup>Department of Medicinal and Aromatic Plants, Institute of Horticultural Science,  
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

E-mail: [kgupcso@gmail.com](mailto:kgupcso@gmail.com)

### Summary

In this review article the chemical profile of the poppy seed for oil usage is described and evaluated. The primary goal is to present the main components of poppy oil, but other useful components are also mentioned. The main compound of poppy oil is the polyunsaturated linoleic acid in concentrations between 53% -76%. Among the saturated fatty acids, palmitic acid (hexadecanic acid) and the useful stearic acid (octadecanic acid) are present in 8-19% and 2-4%, respectively. In addition, oleic acid (13-25%) and linolenic acid (0.24-1.32%) accumulate in larger ratios. Although several, predominantly Turkish studies deal with the quality of poppy seeds, their oil, fatty acids and other components, no detailed evaluation has been found revealing the influencing factors and eventual relationships of active components.

A detailed exploration of the biotic and technological factors influencing the oil content and oil quality of poppy seeds may establish the cultivation of the most suitable varieties for the target purpose. Evaluation of the potential genotypes and varieties concerning the wide range of quality parameters seems to be necessary for further breeding and optimization of active ingredients.

The analysis of new data would provide significant progress for the oil poppy cultivation in Hungary. The use of poppy seeds and poppy oil in the so-called functional foods is promising.

**Keywords:** *Papaver somniferum*, vegetable oils, poppy oil, fatty acids

### Szerzők

Gupcsó Katalin (kapcsolattartó szerző) – PhD hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-35.; Sotiva Seed Kft, 4440 Tiszavasvári, Petőfi u. 63/A.

Sotkó Gyula – Sotiva Seed Kft, 4440 Tiszavasvári, Petőfi u. 63/A.

Zámboriné Németh Éva – DSc, egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-35.