

SZAKDOLGOZAT

VÁRALLYAY NÓRA

Várallyay Nóra Erzsébet

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészmérnöki alapképzés

**KÜLÖNBÖZŐ TARTÓSÍTÁSI ELJÁRÁSOK HATÁSA A
ROZMARING (*ROSMARINUS OFFICINALIS*)
LEVELEINEK SZÍNÉRE ÉS HATÓANYAG-TARTALMÁRA**

Belső konzulens: Gosztola Beáta
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Kertészettudományi Intézet
Gyógy- és Aromanövények
Tanszék

Készítette: Várallyay Nóra Erzsébet

**Budapest
2023**

TARTALOM

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	2
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1. A rozmaring története és korai felhasználása	3
2.2. A rozmaring botanikai jellemzői	4
2.3. A rozmaring drogjai és hatóanyagai	5
2.4. Farmakológiai hatásai és felhasználása	7
2.5. Elterjedése, környezeti igényei, fajták és termesztése	10
2.6. Különböző tartósítási módszerek és hatásaik	13
2.6.1. A tartósítási módszerekről.....	13
2.6.2. A különböző tartósítási módszerek hatása a rozmaringra.....	14
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	19
3.1. Kísérlet helye és ideje	19
3.2. A kísérlet növényanyaga.....	19
3.3. A kísérlet módszerei	19
3.3.1. Növényi alapanyag előállítása.....	19
3.3.2. Alkalmazott tartósítási módszerek	20
3.3.3. Vizsgált tulajdonságok	23
3.4. Statisztikai értékelés módszerei	26
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	27
4.1. A különböző tartósítási módszerek hatása a levelek színére	27
4.2. A különböző tartósítási módszerek hatása az illóolaj-tartalomra	31
4.3. A különböző tartósítási módszerek hatása az illóolaj-összetételre	32
4.4. A különböző tartósítási módszerek hatása az összfenol-tartalomra	34
4.5. A különböző tartósítási módszerek hatása az összantioxidáns-kapacitásra	35
4.6. A különböző tartósítási módszerek hatása a rozmaringsav-tartalomra	36
5. ÖSSZEFOGLALÁS.....	37
6. IRODALOMJEGYZÉK.....	39
7. ÁBRAJEGYZÉK	47

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A *Lamiaceae* családba tartozó rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.) a mediterrán régióból származik, ahol már az ókorban is kedvelték különleges ízvilága, illata és gyógyhatásai miatt. Ez az illóolajban gazdag, örökzöld félcserje fontos szereplője lett a tradicionális gyógyászatnak: antioxidáns, antimikrobális hatású, gyulladáscsökkentő, enyhíti a fejfájást, a testi és mentális kimerültséget, hatásos enyhe keringési zavarokra, hepatoprotektív, emellett javítja a kognitív képességeket. Ezen tulajdonságai egyre több kutatót vonzanak, hogy vizsgálják a növény hatóanyagait, és azok potenciális terápiás hatásait. A gasztronómiában is kitüntetett szerepet kapott, intenzív aromája miatt kedvelt fűszer. Előszeretettel adják húsokhoz, halakhoz, pácokhoz, paradicsomos ételekhez. Emellett tartósítószerként is használják, csökkentve ezáltal a szintetikus tartósítók szükségességét.

A rozmaring megfelelő tartósítása elengedhetetlen, hiszen felhasználása sokrétű, ám nem tudunk mindig hozzájutni a friss növényhez. Nem mindegy, hogy hogyan tartósítjuk a növényt, hiszen igen eltérően hatnak a különböző eljárások a levelek hatóanyag-tartalmára és színére.

Jelen dolgozatom fókusza így a rozmaring tartósításával foglalkozó szakirodalom bővítése, és a gyakorlatban is használt tartósítási eljárások (konvektív szárítás, mikrohullámú szárítás, liofilizálás, fagyasztás) vizsgálata, a szín és a hasznos beltartalmi anyagok – illóolaj, fenoloidok és rozmaringsav – változásainak feltérképezése. Fontos, hogy pontosabb képet kapjunk ezen tartósítási eljárások előnyeiről és hátrányairól, hogy kiválasszathassuk a céljainknak leginkább megfelelő tartósítási módszert a rozmaring gyógyászati és kulináris potenciáljának maximalizálása érdekében.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A rozmaring története és korai felhasználása

A rozmaring latin neve *Rosmarinus officinalis* L. (syn. *Salvia rosmarinus*), ahol a *Rosmarinus* szó két szintén latin szóból származik: 'ros' és 'marinus'. Ennek jelentése: tengeri harmat.

A rozmaring (1. ábra) az egyik legismertebb és leginkább használt gyógynövény már az ókor óta. Az egyiptomiak krémeket és olajokat használtak, hogy védjék bőrüket a magas hőmérséklettől és az erős, sivatagi

napsugárzástól. A rozmaring az egyik fontos összetevője volt ezeknek a kozmetikumoknak, a mirha, a kakukkfű, a majoranna, a kamilla és a cédrus mellett (Nicholson és Shaw, 2000). A fáraók sírjába is tettek rozmaringot az örök emlékezés jelképeként. A kínaiak és a görögök általános egészségmegőrzőként és a memória fokozására használták (Sasikumar, 2012). Dioscorides *Libanotis coronaria*-nak nevezte a növényt, arra utalva, hogy vitalizálja a



1. ábra. Rozmaring (fotó: Várallyay, 2022)

fáradt testet helyi használat révén. A *De Materia Medica* szerint (Dioscorides, i.e. 50.) aromaterápiás célokat is szolgált a rozmaring, a helyiségeket illatosították vele és rovarölőként is használták. A korai medicina tudósai – Hippokrates, Avicenna, Galenus – olívaolajos macerátumokat, majd abból kenőcsöket készítettek rozmaringból, hogy ezt bedörzsölve enyhítsék az ízületi fájdalmakat, és elősegítsék a gyógyulást. Ezenkívül sebkezelésre is hatékonynak bizonyult (Pio Font Quer, 1999). A következő évszázadokban a népi gyógyászat görcsoldóként, vizelethajtóként, epilepszia elleni szerként, szélhajtóként, vesekólikás fájdalmak enyhítésére, reuma ellen, köptetőként, diabétesz kezelésére, dysmenorrhoea csillapítására, továbbá szívbetegségek és légúti panaszok enyhítésére alkalmazta (AI-Sereiti' et al., 1999; Heinrich et al., 2006).

A rozmaring fontos szerepet töltött be a középkori Európában is, például a „királynévíz” egy rozmaringos, alkoholbázisú parfüm volt, amit a 14. században készítettek el először magyar recept alapján Anjou Izabella magyar királyné reumás panaszaira. Ezt illatosítóként és gyógyszerként is alkalmazták (Ulbricht et al., 2010).

A történelem folyamán még sokszor találkozhatunk vele, például a londoni pestis idején 1665-ben, amikor is az emberek rozmaringgőzt lélegeztek be, miközben fertőzött területeken haladtak át. A második világháborúban pedig francia kórházakban égettek rozmaringleveleket és borókabogyót, hogy elpusztítsák a kórokozókat (Sousa-Borges et al., 2019).

2.2. A rozmaring botanikai jellemzői

Az ajakosok családjába (*Lamiaceae*) tartozó rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.) egy 50-200 cm magas, illatos, örökzöld félcserje (2. ábra). Gyökérzete és hajtásrendszere is erőteljesen elágazó. Az idősebb ágak merevek, fásak, szögletesek, kérgük repedezett. 1,5-5 cm hosszú keskeny, tűszerű, ülő, begöngyölt, épszélű leveleinek színe sötétzöld, esetleg kékes árnyalatú, felületük sima és bőrnemű, míg fonákuk ezüstösen molyhos. Itt található az illóolajok kiválasztásának helyet adó mirigyszőrök is, és az ezeket védő fedőszőrök (Heltmanné, 2000; Sasikumar, 2012). A rozmaring levelének keresztmetszetét a 3. ábra szemlélteti.



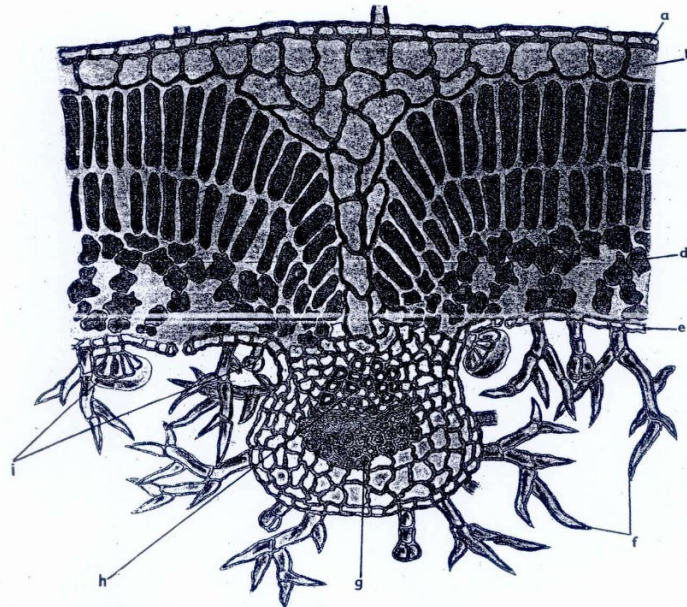
2. ábra. Virágzó rozmaringhajtás
(fotó: Várallyay, 2022)



4. ábra. Rozmaring magok
(forrás: crooked-bend.com)

A családra jellemző ajakos virágok a levélhóraljakban fejlődnek és végálló füzérvirágzatot alkotnak. Ezen kétivarú virágok kétajkúak: az alsó ajak háromkaréjú, amelyben a középső szirm nagy, lecsüngő; míg a felső ajak kétkaréjú. Pártája lehet kékes színű, rózsaszínes vagy fehér. Termése 4 makkocská, de ritkán fejlődik. Magjai 1,5-2,6 mm hosszúak, teltek,

oválisak, hasi és háti oldaluk is domború (4. ábra). Fénytelen, sötét- vagy világosbarna színűek, általában nagyon alacsony csírázási százalékkal, így a szaporításhoz inkább vegetatív módszereket alkalmazunk. Ezermagtömege 0,91 g (Heltmanné, 2000; Sasikumar, 2012).



3. ábra. A rozmaring levelének keresztmetszete (forrás: Somogyi, 2008)

Jelmagyarázat: a: epidermisz, b: szivacsos parenchima, c: oszlopos parenchima, d: parenchima szövet, e: fonáki epidermisz, f: fedőszőrök, g: szállítóyalábok, h: melléknyalábok, i: mirigyszőrök

2.3. A rozmaring drogjai és hatóanyagai

A növénynek két fő drogja van, egyik a *Rosmarini folium*, azaz a rozmaring egész vagy aprított, szárított levele. A gyógyszerkönyvi előírás a drogra vonatkozóan: a szárított drog legalább 12 ml/kg illóolajat tartalmaz, továbbá legalább 3%-os hidroxifahéjsav-származék-tartalom szükséges rozmaringsavban kifejezve (Ph. Hg. VIII.). A másik pedig illóolaja, a *Rosmarini aetheroleum* (Ph. Hg. VIII.), melyet a növény virágzásakor betakarított friss hajtásokból állítanak elő lepárlással. A gyógyszerkönyvi előírás az olaj három fő komponensére vonatkozóan: a spanyol típusú rozmaringolaj esetén 18-26% alfa-pinén, 16-25% 1,8-cineol és 13-21% kámfor, míg a tunéziai és marokkói típus esetén 9-14% alfa-pinén, 38-55% 1,8-cineol és 5-15% kámfor a százalékos megoszlás.

Ezekén kívül alkoholos kivonata is forgalomban van.

Hivatalos monográfiái: - *Rosmarini aetheroleum*: EMA, WHO, ISO (1342:2012)

- *Rosmarini folium*: EMA, ESCOP, WHO, ISO (11164:1995)

Hatóanyagait tekintve igencsak sokrétű. Két hatóanyagcsoport felelős elsősorban a növény biológiai aktivitásáért: az illékony komponensek és a fenoloidok. Az utóbbi csoportot főként a rozmaringsav, flavonoidok és egyéb, karnozinsavból származtatható diterpenoidok adják (Mulinacci et al., 2011).

Az illóolaj és komponensei

A rozmaring jellegzetesen kámforos illatú növény. Illóolaja átlátszó és színtelen vagy halványsárga, könnyen mozgó. Illóolajának fő összetevői 95-98%-ban monoterpének és származékaik, 2-5%-ban pedig szeszkviterpének (Angioni et al., 2004; Díaz-Maroto et al., 2007). A rozmaring-illóolaj legfontosabb komponensei: alfa-pinén (9,0-26,0%), 1,8-cineol (15,0-55,0%), kámfor (5,0-12,0%), borneol (1,5-5,0%), béta-pinén (2,0-9,0%) és limonén (1,5-5,0%) (Brako és Zarucchi, 1993). Ezek mennyisége és aránya függ a fajtától, a bioklimatikus viszonyoktól, a növények korától, a fenofázistól, a növényi szervtől, vegyszerek használatától, vagy akár a talaj minőségétől is (Freires et al., 2015). Éppen ezért az illóolaj összetételére, főbb komponenseire vonatkozó kutatások jelentős eltéréseket mutatnak.

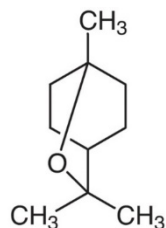
Heltmanné (2000) alapján illóolajat a szárított levél 1,0-2,5%-ban tartalmaz, melynek főbb komponensei a kámfor (13-35%), az 1,8-cineol (13-35%), borneol (15%), továbbá az alfa-pinén, béta-pinén, bornil-acetát, kamfén és linalool.

Porte és munkatársai (2000) kutatása szerint a friss növény illóolajának fő összetevői a kámfor (26,0%), az 1,8-cineol (22,1%), a mircén (12,4%) és az alfa-pinén (11,5%).

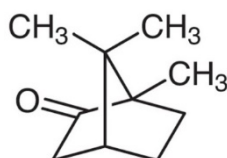
Jiang és társai (2011) kísérleteikben az 1,8-cineolt határozták meg az illóolaj fő összetevőjének, ezt 26,54%-ban tartalmazta az olaj, míg az alfa-pinént 20,14%-ban.

Sienkiewicz és munkatársai (2013) kutatásai szerint a rozmaring friss leveles hajtásaiból kinyert illóolaj 46,4% 1,8-cineolt, 11,4% kámfort és 11,0% alfa-pinént tartalmazott.

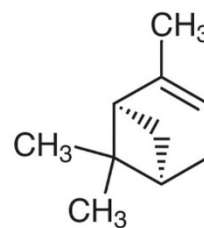
Rašković és munkatársai (2014) 29 kémiai összetevőt azonosítottak a rozmaring illóolajában, ezek közül a legnagyobb arányban előforduló volt az 1,8-cineol (43,77%) (5. ábra), a kámfor (12,53%) (6. ábra) és az alfa-pinén (11,51%) (7. ábra).



5. ábra. 1,8-cineol
(forrás: tcichemicals.com)



6. ábra. kámfor
(forrás: tcichemicals.com)



7. ábra. alfa-pinén
(forrás: tcichemicals.com)

Nem illó komponensek

Fenolos vegyületekben is igen gazdag a rozmaring. Cuvelier és munkatársai (1996) több mint 50 különböző fenolt különítettek el a növényben HPLC-s vizsgálatokkal. A leghatásosabbak ezek közül azok a kivonatok voltak, amelyekben megtalálható volt a karnozinsav, a karnozol, a rozmaringsav, a kávésav, a rozmanol, a rozmadial, a cirsimaritin és a genkwanin. Egy korábbi kutatásukban (Cuvelier et al., 1994) zsályából vonták ki ezeket a polifenolokat, ebben a karnozinsav bizonyult a legerősebb antioxidánsnak, hozzávetőlegesen kétszer erősebbnek, mint a rozmadial, a karnozol és a rozmanol. Mivel ez a három diterpén a karnozinsav származéka, így valószínűleg az utóbbi a fő komponens (Wenkert et al., 1965).

Richheimer és munkatársai (1996) a legerősebb antioxidáns hatású vegyületnek szintén a diterpén karnozinsavat írták le. A karnozinsav mellett ugyancsak erős antioxidáns hatással rendelkezik a fahéjsav-származék rozmaringsav is. Előbbiből 34 ± 8 mg/g, míg utóbbiból 58 ± 15 mg/g található a rozmaringban (Visentin et al., 2012).

Del Baño és munkatársai (2004) szintén vizsgálták a rozmaring antioxidáns hatású vegyületeit, ezen belül is hét flavonoidot, amik közül kettő – a diozmin és a heszperidin – jelentős érrendszervédő hatásúnak bizonyult.

A növény ezeken túl 6-8% cserzőanyagot, keserűanyagokat, flavonoidokat (apigenin, luteolin, és ezek glikozidjai) és triterpéneket (epi-amirin, alfa-amirin, urzolsav) is tartalmaz (Heltmanné, 2000).

2.4. Farmakológiai hatásai és felhasználása

Hagyományos gyógyászat

A tradicionális gyógyászatban stimulánsként és enyhe fájdalomcsillapítóként használják, úgy tartják, hogy ez a gyógynövény az egyik leghatásosabb a fejfájás csillapítására, enyhe keringési zavarokra, gyulladós betegségekre, továbbá a fizikai és mentális fáradtságra. Legtöbb farmakológiai hatását magas antioxidáns tartalmának tulajdonítják (Ngo et al., 2011).

Illóolaját az aromaterápiában is alkalmazzák. Hatásos lehet kimerültség és fejfájás ellen, javítja a memóriát és segíti a koncentrációt (Begum et al., 2013).

Az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) 2010-es monográfiája alapján a tradicionális gyógyászatban a különböző rozmaringkészítmények szájon át, bőrön keresztül felszívódó formában, illetve fürdőhöz adva használatosak. Szájon át dyspepsia és enyhe bélgyörcsök tüneti kezelésére alkalmas. Külsőleg használva – akár kenőcsökben adjuvánsként, akár fürdővízhez

adva – segíthet az enyhébb izom- és ízületi fájdalmak, valamint a kisebb perifériás keringési zavarok enyhítésében.

A népgyógyászatban májvédőként is alkalmazzák (Al-Sereiti' et al., 1999; Yu et al., 2013). Ezt a hepatoprotektív tulajdonságát későbbi kutatások is alátámasztották (Rašković et al., 2014; Al-Attar és Shawush, 2015).

Preklinikai vizsgálatok

Az elmúlt években egyre nagyobb figyelem övezi a rozmaringot. Évről-évre egyre több és több kutatás születik, melyek bizonyítják a rozmaring jótékony hatásait.

Antioxidáns jellegét számos kutatás igazolta (Cuvelier et al., 1996; Botsoglou et al., 2002; Nieto et al., 2011; Bozin et al., 2007), így a gyógyászaton túl az élelmiszeriparban tartósítószerként is használják. Emellett antimikrobiális hatása is jelentős (Prabuseenivasan et al., 2006), ami szintén a konzerválást segíti. Ezeknek köszönhetően növeli a pultontarthatóság időtartamát és a raktározási idő is kitolható, hisz hosszabb távon marad a termék megfelelő minőségű.

Ojeda-Sana és munkatársai (2013) kutatásai alapján a legnagyobb szabadgyökmegkötő-képességgel rendelkező rozmaring illóolaj a mircénben gazdag olaj volt, míg az alfa-pinénben gazdag illóolaj mutatta a legmagasabb antibakteriális aktivitást.

A friss levelek illóolajának és etanolos kivonatának antioxidáns hatásait vizsgálta Fadel és El-Massry (2000). Azt az eredményt kapták, hogy az illóolaj ugyanolyan hatásos, mint az etanolos kivonat, és hatékonyabb, mint a BHA (butil-hidroxi-anizol – E320: szintetikus antioxidáns, avasodásgátló), BHT (butil-hidroxi-toluol – E321: szintetikus antioxidáns, avasodásgátló) és szilimarín.

Zeng és munkatársai (2001) kutatásukban a karnozolra, a rozmanolra és az epirozmanolra fókuszáltak, és azt találták, hogy ezek a fenolos diterpének meggátolták az alacsony sűrűségű lipoproteinek (LDL) lipidperoxidációját a vérben és a sejtmembránban.

Emberi ráksejtekre gyakorolt citotoxikus hatását is igazolták (Wang et al., 2012).

Számos betegséget, mint például az ischémiát, az érlemeszesedést és a rák kialakulását gyorsítja a lipidoxidáció. A rozmaring illóolajában és kivonatában jelenlévő antioxidáns vegyületek késleltetik ezt az oxidációs folyamatot élőlényekben és élelmiszerben egyaránt (Nieto et al., 2018).

Egerekén végzett kísérlet igazolta gyulladáscsökkentő (Takaki et al., 2008) és antidepresszáns hatását is, amit a növény kivonatában nagy százalékban megtalálható karnozol,

betulinsav és 1,8-cineol idézhet elő (Machado et al., 2013). Ezeken túl DNS-védő képességét is igazolták (Slameňová et al., 2011).

Neuroprotektív hatású, javítja a memóriát és a kognitív funkciókat (Moss et al., 2003), továbbá javítja a kedélyállapotot is (van Tollen és Dodd, 1988).

Stimulálja a központi idegrendszert, fokozza a vérkeringést és bedörzsölve csökkenti a fizikai fájdalmat (Sasikumar, 2012). Mivel fokozza a cirkulációt, így a fejbőrbe masszírozva elősegíti a haj növekedését is, továbbá védi a hajhagymákat, csökkenti a hajhullást (Hay et al., 1998).

Hatóanyagai önállóan is fitoterápiás hatással rendelkeznek, melyeket külön-külön is vizsgálnak. Antidepresszáns és görcsoldó tulajdonságait főként illó komponensei okozzák. Az antimikrobiális hatásokat a diterpéneknek, a gyulladásgátlást a karnozolnak tulajdonítják, míg szélhajtó tulajdonságait a flavonoidoknak. Ám fontosabb a szinergista hatás – ezek a vegyületek együttes alkalmazása működik a leghatékonyabban (Sasikumar, 2012).

Klinikai vizsgálatok

Nematolahi és munkatársai (2018) kísérletükben a rozmaring memóriajavító, szorongás- és depresszió-csökkentő, valamint alvásminőségre gyakorolt hatásait vizsgálták. A kutatásokba 68 egyetemi hallgatót vontak be. A kettős vak kísérletben a hallgatók egy része 500 mg rozmaringot kapott szájon át adagolva napi kétszer 30 napig, míg a hallgatók másik része placebót, ugyanilyen módon. A diákok naplózása alapján a rozmaringot kapó csoportban a szorongás és a depresszió szintje csökkent, az alvásminőség és a memória javult. Azonban ez a kísérlet csak limitált lehetőséget adott a rozmaring hatásosságának feltérképezésére: több vizsgálat szükséges még hosszabb időtartammal, több ember bevonásával, különböző dózissal a tényleges hatásosság megállapításához.

A rozmaring tradicionális gyógyászatból megismert felhasználási területeinek klinikai igazolásához jelenleg nincs elegendő kutatás. Így további vizsgálatok szükségesek az emberekre gyakorolt hatások értékeléséhez.

Ellenjavallatok

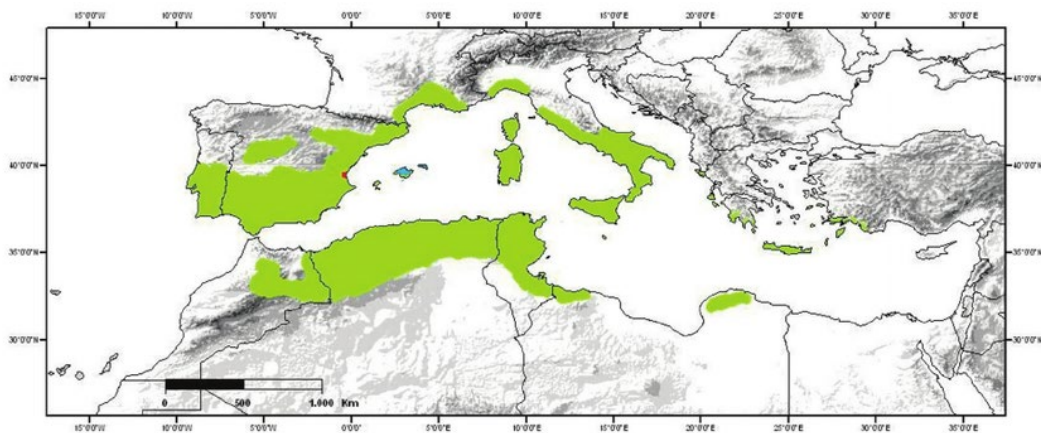
Az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) 2010-es monográfiája alapján még nincs elég kutatás ahhoz, hogy megfelelő információkat lehessen szolgáltatni az ellenjavallatokról.

Külső használat esetén fontos, hogy szembe ne kerüljön, illetve allergiás bőrreakciók léphetnek fel, de a gyakoriság nem ismert.

2.5. Elterjedése, környezeti igényei, fajták és termesztése

Elterjedése

A Mediterrán régióban honos, vadon megtalálhatjuk többek között Spanyolországban, Dél-Franciaországban, Olaszországban, Dalmáciában, Svájcban, Portugáliában, Korzikán és Észak-Afrikában (8. ábra).



8. ábra. A rozsmaring elterjedése
(forrás: researchgate.net)

Környezeti igényei

Jellegzetes mediterrán elterjedésű növény, ez botanikai jellemzői alapján is megfigyelhető. Spontán módon homokon, köves, sziklás élőhelyeken, a tenger közelében nő (Ribeiro-Santos et al., 2015). Xeromorf faj, 30-270 mm évi csapadékmennyiséget igényel, emellett melegigényes, 9-28°C évi középhőmérséklet számára az ideális. Hidegebb teleken könnyen kifagyhat. Talaj tekintetében a lazább, meszes talajokat kedveli (Heltmanné, 2000).

Fajták

Magyarországon egyetlen hivatalos fajtája van a rozsmaringnak, a klónszelekcióval előállított '*Harmat*'. Jellemzője az erőteljes növekedés, a magas produktivitás, a szárazságtűrés és a fagytolerancia. A kései fagyok ellenben komoly károkat okozhatnak a friss, fiatal hajtásokban (Heltmanné, 2000).

Külföldön a rozmaring több fajtáját is termesztik. Tucker és Maciarello (1986) kutatásai során 23 különböző fajtát vizsgált, melyeket illóolaj-összetételük alapján hat kemotípus csoportba soroltak (1. táblázat).

1. táblázat. A rozmaringfajták hat kemotípus-csoportja
(Forrás: Tucker és Maciarello (1986) nyomán)

	Illóolaj főbb összetevői	Fajták
1-es kemotípus	alfa-pinén > 1,8-cineol	'Dutch Mill', 'Herb Cottage', 'Light Logee Blue', 'Very Oily', 'Well Sweep Golden', 'Logee White', 'Nancy Howard', 'Blue Spire', 'Benenden Blue', 'Tuscan Blue', 'Alida Hyde'
2-es kemotípus	1,8-cineol > alfa-pinén	'Arp', 'Severn Sea', 'Holly Hyde', 'Lockwood de Forest', 'Prostratus', 'Taylor's Blue'
3-as kemotípus	alfa-pinén > kámfor + kamfén > 1,8-cineol	'Collingwood Ingram', 'Roman Vivace', 'Miss Jessopp's Upright'
4-es kemotípus	kámfor + kamfén > alfa-pinén > 1,8-cineol	'Majorca Pink'
5-ös kemotípus	kámfor + kamfén > 1,8-cineol > alfa-pinén	'Joyce De Baggio'
6-os kemotípus	borneol + bornil-acetát > kámfor	'Gorizia'

Termesztése

Portugáliától kezdve egészen a balkáni régióig termesztik, melybe beletartozik Észak-Afrika is. Emellett Kínában és Indiában is vannak ültetvényei. Magyarországon főként a melegebb országrészekben lehet sikeres a termesztése, itt takarással még az enyhe teleket is átvészeli (Heltmanné, 2000).

Előveteményre nem igényes, de fontos, hogy a talaj évelő gyomoktól mentes legyen. Őszi mélyszántás szükséges telepítés előtt, tavaszi elmunkálással. Májusi ültetéséig a területet gyommentesen kell tartani.

Alaptrágyaként 20-30 t/ha szerves trágya mellett hektáronként 80 kg káliumot, 20-25 kg foszfort, indítótrágyaként pedig 20-30 kg nitrogént juttassunk ki, a talaj tápanyagtartalma szerint. Itthon különösen fontos ezt a nitrogénmennyiséget betartani, mivel növeli a növény fagyérzékenységét, ha ennél nagyobb adagot adunk belőle.

Szaporítása vegetatívan zajlik, bujtással vagy félfás dugványokkal – ez utóbbi a leggyakoribb és a legeredményesebb módszer. Ehhez a szaporítóanyagot kora tavasszal, a vegetáció beindulásakor vágják. Ezek 10-12 cm hosszú hajtásdarabok, maximum 0,5 cm átmérővel. A 3-4 ízközű darabokat az alsó rügy alatt 0,2-0,3 cm-rel metszik le. Az alsó 2 ízközről a levelek eltávolításra kerülnek, a felsőket pedig megkurtítják. Ezeket 10x5 cm-es elrendezésben helyezik a szabadágy talajába 3-5 cm mélyre. Érdemes fekete talajtakaró fóliát használni, mivel ezzel elkerülhetők a gyomok, és a vízellátottság is kiegyensúlyozottabb lesz. Árnyékolásról is gondoskodni kell a sikeres gyökeresedés érdekében (Heltmanné, 2000).

Május végén, a fagyok után ezeket a meggyökeresedett dugványokat ültetik ki 1-1,5 m x 0,4-0,5 m-es elrendezésben. Ápolási munkái közé tartozik a sorközművelés és a kézi gyomlálás, hisz vegyszeres gyomirtásra még nincs lehetőség.

Leggyakoribb betegségei: lisztharmat (*Erysiphe spp.*), gyökérrothadás (*Phytophthora incognitae*), alternáriás levélfoltosodás (*Alternaria alternata*).

Betakarítása a telepítés évében egyszer, majd a következő években évente kétszer lehetséges. Az első vágás a virágzás kezdetén, míg a második nyár végén esedékes. Vágni mindig a fás részek felett kell. Hektáronkénti hozama a második évtől kezdve 1,5-2 t. Ebből 10-15 kg illóolaj állítható elő (Heltmanné, 2000).

Illóolaj-előállítás szempontjából a rozmaring levelei és virágos hajtásai is gazdasági jelentőséggel bírnak. Ilyenkor az első betakarítást virágzás előtt vagy a virágzás kezdetekor végzik, de maximum 50%-os virágzásig érdemes elvégezni (Farooqi és Sreeramu, 2001). A zsenge, nem fás szárat is betakarítják lepárlásra.

A növény genotípusa, életkora és a termesztési körülmények is befolyásolják az illóolaj minőségét, de a jelentős antioxidáns hatóanyag, a karnozinsav mennyiségét is (Hidalgo et al., 1998).

A termelőnek a termesztési cél alapján a legmegfelelőbb fenológiai fázisban kell végrehajtania a betakarítást a kiváló minőségű és magas illóolajhozam eléréséhez. Boutekedjiret és munkatársai (1999) kutatásaikban arról számoltak be, hogy a legmagasabb illóolaj-hozam a rozmaring teljes virágzásában érhető el. Az alfa-pinén aránya ilyenkor a legnagyobb. A kámfor aránya ellenben bimbós állapotban, míg az 1,8-cineol aránya bimbós állapotban és virágzás kezdetén a legmagasabb.

Elsődleges feldolgozása attól függ, mi a végcél. Illóolaj-kinyeréshez nagyrészt betakarítás után azonnal lepárolják, hisz ekkor még nem vesztett a növény illóolaj-tartalmából. Leveleinek tartósításához különböző módszerek alkalmazhatók.

2.6. Különböző tartósítási módszerek és hatásaik

2.6.1. A tartósítási módszerekről

- Napon szárítás

A Nap adja a hőenergiát a víz párolgásához. Az UV sugarak oxidációs folyamatokat indítanak el a levelekben, amik a kémiai összetétel és az íz változásait idézik elő.

- Árnyékban szárítás

Ezzel a módszerrel lassabban, de kíméletesebben száríthatók a növényi részek. Itt nincs meg az erős UV-sugárzás, alacsonyabb az oxidáció mértéke. Ezáltal jobban megőrződnek a szín, az íz- és aromaanyagok, főként azok, amik a leginkább érzékenyek az UV-sugárzásra. Hátránya, hogy a hosszabb és szabályozatlan szárítási folyamat során az enzimatisz tevékenységnek köszönhetően átalakulási folyamatok mehetnek végbe a növényi részben.

- Műszárítás magasabb hőmérsékleten

Szintén konvektív szárítási módszer, hiszen itt is a hő kívülről éri a terményt, a száradás kívülről befelé halad. Előnye, hogy a szárítás folyamata jól szabályozható, pontosan beállítható pl. a hőfok, a magasabb szárítási hőmérsékletnek köszönhetően pedig rövidül a száradás időtartama. Hátránya viszont, hogy a magas hő miatt a külső részekben kéreg alakulhat ki, továbbá az érzékeny illóolajtartó mirigyszőrök károsodhatnak.

- Mikrohullámú szárítás

Nem konvektív szárítási módszer. A bipoláris vízmolekulák a gyorsan változó elektromágneses térben forogni kezdenek, és az ebből adódó súrlódások miatt hő keletkezik. Mivel a hullámok közvetlenül hatolnak be a mintába, így a melegítés belülről kifelé történik. A vízmolekulák gyors energiafelvétele miatt hamar megindul a párolgás, ami gyors száradási sebességet eredményez (Rahath et al., 2016).

- Liofilizálás

A fagyasztva szárítás v. liofilizálás elve az, hogy az adott mintát lefagyasztják, majd lecsökkentik körülötte a nyomást, így a benne lévő megfagyott víz szilárd fázisból gáz fázisba lép át. A liofilizálás előnye, hogy nincs nagy mértékű oxidáció, minimalizálhatók a minta kémiai változásai, visszatartja az illékony vegyületeket. Mindezek mellett hátránya, hogy igen drága és viszonylag lassú az eljárás a magasabb hőfokú vagy mikrohullámú szárításokhoz képest.

- Fagyasztás

Lassú fagyasztáskor a növény szöveteiben jégkristályok alakulnak ki, melyek roncsolják a növényi szöveteket. A gyorsfagyasztás ellenben megakadályozza a nagy jégkristályok kialakulását, hiszen nincs idejük megformálódni.

2.6.2. A különböző tartósítási módszerek hatása a rozmaringra

Illóolaj-tartalom és -összetétel

Rao és munkatársai (1998) a rozmaring illóolaj-tartalmának változását vizsgálták különböző szárítási módok hatására. Munkájuk során azt tapasztalták, hogy az illóolaj-veszteség egyenesen arányos a közölt energiával: szárítókemencében a magasabb hőfok magasabb veszteséget eredményezett, és a mikrohullámú szárítás magasabb teljesítményen szintén magasabb illóolaj-veszteséget okozott.

Di Cesare és munkatársai (2001) kísérleteikben rozmaringot szárítottak 30°C-on és 50°C-on. Arról számoltak be, hogy a jellemző illóolajvegyületek mennyiségeit tekintve a 30°C-on szárított minta egyenrangú volt a nyers mintával.

Blanco és munkatársai (2002) azt vizsgálták, hogy a különböző hőmérsékleteken történő szárítás hogyan befolyásolja a rozmaringlevél illóolaj-tartalmát és -összetételét. A 40°C-os, 60°C-os és 80°C-os hőkezelés után azt az eredményt kapták, hogy az illóolaj-tartalom a hőmérséklet növelésével fokozatosan csökkent (sorban: 2,13%; 1,62%; 1,09%). Az alfa-pinén

és a mircén részaránya szintén fokozatosan csökkent az illóolajban, míg az 1,8-cineol és a kámfor mennyisége nőtt.

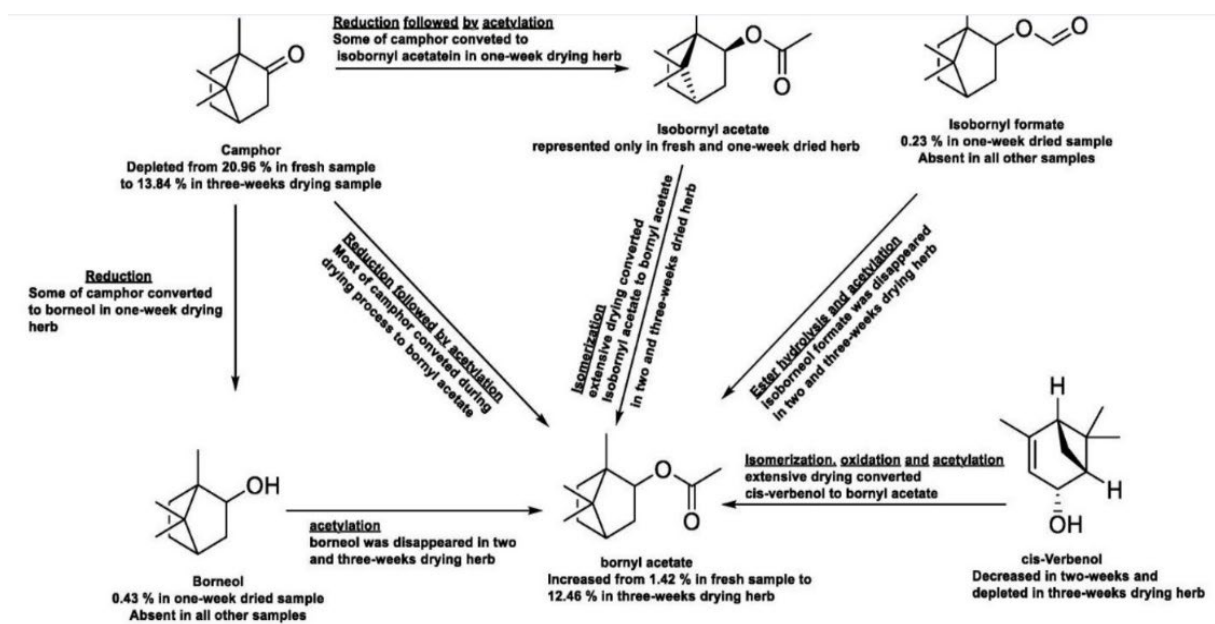
Piga és munkatársai (2007) a különböző hőfokú szárításoknak a rozmaringlevél illóolaj-tartalmára gyakorolt hatását vizsgálták. Az alkalmazott hőmérsékletek a 30°C, 38°C és 45°C voltak. Minden hőfokon alacsony és magas légárammal is elvégezték a szárítást. A legjobb eredményeket az alacsony légáramú, 38°C-on történő szárítással érték el.

Usai és munkatársai (2011) kutatásaikban három különböző módszerrel tartósították a rozmaringot, és az illóolaj-tartalomra és összetételre vonatkozó változásokat vizsgálták. A kezelések a 38°C-on szárítás, -30°C-on fagyasztás és fagyasztva szárítás voltak. Az eredmények azt mutatták, hogy fagyasztás esetén az illóolaj-tartalom nem változott a friss mintához képest. A legtöbb hasznos vegyület – 1,8-cineol, bornil-acetát, α -terpineol, terpinén-4-ol, terpinolén, mirtenol – ekkor maradt meg a legnagyobb arányban az illóolajban. A kámfor, borneol és kámfor mennyisége a liofilizálás után volt a legmagasabb, míg a verbenon és geraniol mennyisége a meleg levegőn szárított mintákban.

Zheljazkov és munkatársai (2015) kutatásai alapján a száraz rozmaringmintából hidrodesztillációval előállított illóolaj hozama magasabb volt (0,43%), mint a friss minta olajhozama (0,35%).

Mohammed és munkatársai (2020) a rozmaringhajtás egy-, két- és háromhetes szárítása során végbemenő változásokat vizsgálták. Természetes szárítást alkalmaztak árnyékban, szobahőmérsékleten. A legtöbb komponenst az egyhetes szárítás után tudták kimutatni az illóolajban, 25-öt, míg a frissben 23-at. A kéthetes szárítás után 19-et, három hét szárítás után pedig 14-et. A friss mintából hidrodesztillációval kinyert illóolaj fő összetevője, a kámfor 20,96%-át adta az olajnak, míg a háromhetes szárítás után ez 13,84%-ra csökkent. A bornil-acetát a friss minta olajában 1,42%-os arányban volt jelen, míg a háromhetes szárítás után ez az érték 12,46%-ra nőtt. Ezek az eredmények tükrözik a szárítás hatására végbemenő redox folyamatokat (9. ábra). A kísérletek során továbbá arra az eredményre jutottak, hogy a rozmaring illóolajának antioxidáns-kapacitása a szárítási idővel egyenes arányban nőtt. A DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) a két és három héten át szárított mintákban mutatta a legnagyobb antioxidáns aktivitást.

Croteau és munkatársai (1981) a borneol-dehidrogenáz enzimet vizsgálták, mely a borneolt kámforra oxidálja. A kámfor redukcióját borneollá pedig Ishihara és munkatársai (2003) írták le először.



9. ábra. A rozmaring illóolajában szárítás hatására végbemenő biotranszformációk (Mohammed et al., 2020)

Fenolos vegyületek és antioxidáns-kapacitás

Ibáñez és munkatársai (1999) vizsgálataik során arra az eredményre jutottak, hogy a hagyományos módszer – sötét, szellőztetett helyiségben történő szárítás – a legkedvezőbb a rozmaringminták antioxidáns-kapacitásának megőrzése szempontjából.

Hossain és munkatársai (2010) azt kutatták, hogy milyen hatással vannak a különböző tartósítási módszerek a rozmaring fenoltartalmára, rozmaringsav-tartalmára és antioxidáns-kapacitására. Kutatásaik alapján mindhárom érték a friss mintákban volt a legalacsonyabb. Az alkalmazott eljárások közül – sötét, jól szellőző szobában való szárítás 14°C-on, liofilizálás és vákuumszárítás – a leghatékonyabbnak az első eljárás bizonyult, ebben a mintában kapták a legmagasabb értékeket. Az összantioxidáns-hatásérősség ebben a mintában 45,7 g/100 g sz.a. volt, a liofilizáltban 40,2 g/100 g sz.a., a fagyasztottban 39,6 g/100 g sz.a., míg a friss mintában csak 8,45 g/100g sz.a. volt mérhető. A rozmaringsav értékei a következők szerint alakultak: 14°C-os átlaghőmérsékleten való szárításkor 22,7 mg/g sz.a., a liofilizált mintában 15,5 mg/g sz.a., a fagyasztottban 18,3 mg/g sz.a., a friss mintában pedig 6,95 mg/g sz.a.

Yi és Wetzstein (2011) a rozmaringlevelek összfenol-tartalmát (TPC) és összantioxidáns-kapacitását (TAC) vizsgálták különböző szárítási módok után: napon szárítás üvegházban ill. szárítókamrában szárítás 40°C-on és 70°C-on. Eredményeik alapján a legmagasabb TAC és TPC-tartalom a napon szárított mintákban volt mérhető, mely értékek szignifikánsan magasabbak voltak még a friss mintákénál is.

Mulinacci és munkatársai (2011) azt kutatták, hogy a különböző szárítási módszerek milyen hatással vannak a rozmarying összfenol-tartalmára. Három különböző szárítási módszert vizsgáltak: 105°C-on szárítás, fagyasztva szárítás, illetve sötétben, szobahőmérsékleten szárítás. A fagyasztás nem volt jó megoldás a tartósításra, mivel a rozmaringsav szinte teljesen eltűnt a levelekből. A rozmaringsav a kíméletesebb szárítási módszerekre is igen érzékenyen reagált. A szobahőmérsékleten történő szárítás során a flavonoid frakciót nézve folyamatos csökkenés volt kimutatható. Liofilizálás esetén az összditerpenoid-tartalom csak kis mértékben csökkent, és szintén kis veszteség történt a szobahőmérsékleten szárított levelekben is. Fontos kiemelni, hogy a fenolos vegyületek igen érzékenyek az extrakcióban jelenlévő vízre. A víz meggyorsítja a karnozinsav átalakulását oxidált karnoszollá. Alkoholos kivonás esetén a víz által okozott oxidációval nem kell számolni.

Szín

Az élelmiszerek színének mérésére szolgál a $L^*a^*b^*$ vagy CIELab színtér. Ez a színmérés nemzetközi szabványa, amelyet a Commission Internationale d'Eclairage (CIE) fogadott el 1976-ban. Az L^* a fénysűrűség vagy világosság komponens, amely 0 és +100 között mozog. Az a^* (zöld-piros) és a b^* (kék-sárga) paraméter a két kromatikus komponens, melyek értéke -120 és +120 között mozog. Mivel az $L^*a^*b^*$ szín eszközfüggetlen, gyakran használják ezt a módszert élelmiszerek színének meghatározására (Yam és Papadakis, 2004).

Arslan és Musa (2008) azt vizsgálták, hogy a különböző szárítási módszerek hogyan befolyásolják a rozmaryinglevelek színét. Mivel a rozmaryinglevelet fűszerként is használják, a tartósítás során végbemenő színváltozások jelentős mértékben befolyásolhatják a végtermék későbbi eladhatóságát. Alkalmazott módszereik a következők voltak: napon szárítás 13 órán át, 50°C-on szárítás szárítókamrában 12 órán át, és 700W-on, mikrohullámú sütőben szárítás, amíg a levelek teljesen kiszáradtak. Az L^* értékek mindegyik szárítási módszer során csökkentek, de csak kis mértékben. A legmagasabb L^* értéke a napon szárított mintának volt, de ez majdnem a friss minta értékének felelt meg ($P < 0,05$). Az a^* értékek a friss minta esetén voltak a legalacsonyabbak, míg a szárítókamrában szárított mintánál a legmagasabbak. A b^* értékek ellenben a friss mintában voltak a legmagasabbak, és értéke a kezelések hatására minden esetben csökkent. A friss után a legmagasabb b^* értékkel a mikrohullámmal szárított minta rendelkezett. A mikrohullámú sütőben szárított minta esetén volt a legalacsonyabb a^*/b^* érték, a friss mintát követően. A napon szárított mintát pedig a legkedvezőtlenebbnek találták érzékszervi és táplálkozási szempontból egyaránt.

A szárított fűszer ideális színértékei a minél magasabb L^* , és a minél alacsonyabb a^*/b^* értékek (Doymaz et al., 2006).

Rao és munkatársai (1998) a szárított rozmaringlevelek színét vizsgálva arra a következtetésre jutottak, hogy a szín a legmagasabb (595 W) teljesítményű mikrohullámú kezelés után maradt meg a leginkább, valószínűleg azért, mert ez a kezelés tartott a legrövidebb ideig.

Krokida és Maroulis (1999) kísérleteiben különböző szárítási módszerekkel előállított termékek színváltozásait vizsgálták, és arra a következtetésre jutottak, hogy a mikrohullámú sütőben történő szárítás nem okoz túlzott színkárosodást, míg az 50°C-os szárítókamrából kivett minták lényegesen sötétebbek lesznek. Ennek oka valószínűsíthetően a magas hőmérséklet és a hosszabb száradási idő.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kísérlet helye és ideje

A kísérleteket 2022 nyarán végeztük a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény Ágazatában, a laborvizsgálatok többségét pedig a Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában.

3.2. A kísérlet növényanyaga

Vizsgálatainkat a Gyógy- és Aromanövények Tanszék által nemesített *Rosmarinus officinalis* 'Harmat' fajtával végeztük. A vizsgált növényállomány egy kb. 10 éve telepített, teljesen homogén törzsültetvény volt (10. ábra).

3.3. A kísérlet módszerei

3.3.1. Növényi alapanyag előállítása

A vizsgált növényállományt 2022. július 19-én, virágzás után takarítottuk be. Az anyatövekről kb. 8 kg-nyi friss hajtást vágunk le, majd a hajtásokról a leveleket leszedtük, és alaposan összekevertük, hogy homogén növényanyagot kapjunk. Végül a kb. 5 kg-nyi tisztított levelet 10 részre osztottuk, az alkalmazni kívánt kezelések számára.



10. ábra. Törzsültetvény (fotó: Hazarika, 2022)

3.3.2. Alkalmazott tartósítási módszerek

A friss minta mellett kilenc különböző tartósítási eljárást alkalmaztunk:

- 1.) napon szárítás
- 2.) árnyékban szárítás
- 3.) 40°C-on szárítás szárítószekrényben
- 4.) 60°C-on szárítás szárítószekrényben
- 5.) mikrohullámú sütőben 250 W-on szárítás
- 6.) mikrohullámú sütőben 700 W-on szárítás
- 7.) liofilizálás
- 8.) lassú fagyasztás
- 9.) gyors fagyasztás

Kísérletünkben a felsorolt módon tartósított mintákat hasonlítottuk össze a friss növényanyaggal (kontrol). A friss mintával kapcsolatos méréseket a betakarítás után három órán belül elvégeztük. Addig pedig hűtött körülmények között tartottuk a nyers rozmaringleveleket.

A minták szárazanyag-tartalmának alakulását – a kezeléseket követően - a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat. A minták szárazanyag-tartalma

Tartósítási mód	szárazanyag-tartalom (%)
friss	37,4
napon szárított	94,4
árnyékban szárított	94,0
40°C-on szárítás	94,0
60°C-on szárítás	94,9
liofilizálás	96,0
mikrohullám, 250 W	95,9
mikrohullám, 700 W	96,5
lassú fagyasztás	35,6
gyors fagyasztás	35,5

Napon szárításkor a rozmaringlevelek egy sűrűn rácsozott, felül nyitott ládába lettek helyezve, és három egymást követő napon át közvetlen napfénynek lettek kitéve. Éjszakára viszont védett helyiségbe kerültek. (A harmadik nap végére a levelek teljesen megszáradtak.) A szárítás során alakuló léghőmérsékletet speciális műszer (RHT 10, Extech Instruments, Nashua, USA) mérte, melynek adatait a 11. ábra szemlélteti. A nappali hőmérséklet 21,1 és 43,4°C, míg az éjjeli 19,7 és 24,9°C között alakult.

Az **árnyékban történő szárítás** egy naptól védett, jól szellőző helyiségben történt, ahol 10 napon keresztül szárítottuk a leveleket. Az adatgyűjtőnk által mért értékek a 12. ábrán láthatók. A nappali hőmérséklet 19,4 és 29,6°C, míg az éjjeli 20,2 és 29,0°C között alakult.

A **40°C-on és 60°C-on történő szárítás** egy konvekciós kemencében (Memmert UF 260, Memmert GmbH, Büchenbach, Germany) zajlott, előbbi esetén 32 órát, utóbbinál pedig 6 órát töltöttek a rozmaringlevelek a szárítóban vékony rétegben szétterítve, míg teljesen megszáradtak.

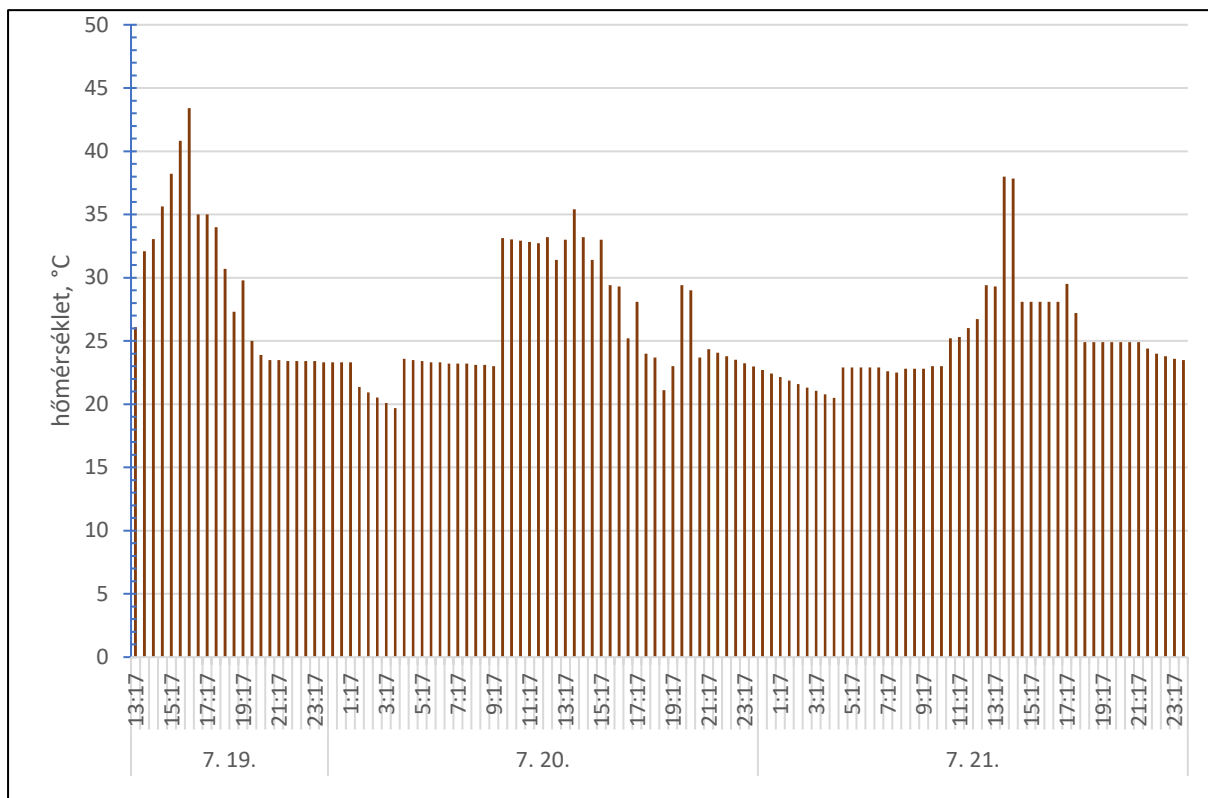
A **mikrohullámú szárításhoz** egy 20 literes háztartási mikrohullámú sütőt (SMW 1917WH, Sencor, Opava, Csehország) használtunk. A rozmaringlevelek szárítása 250 W-on 18 percig tartott, három percenkénti szellőztetéssel, 700 W-on pedig 6 percig, percenkénti szellőztetéssel.

Az elkészült szárított leveleket papírzacskóban, szobahőmérsékleten tároltuk napfénytől, hőtől, nedvességtől elzárva. A laboratóriumi vizsgálatokig maximum egy hónapos tárolási idővel.

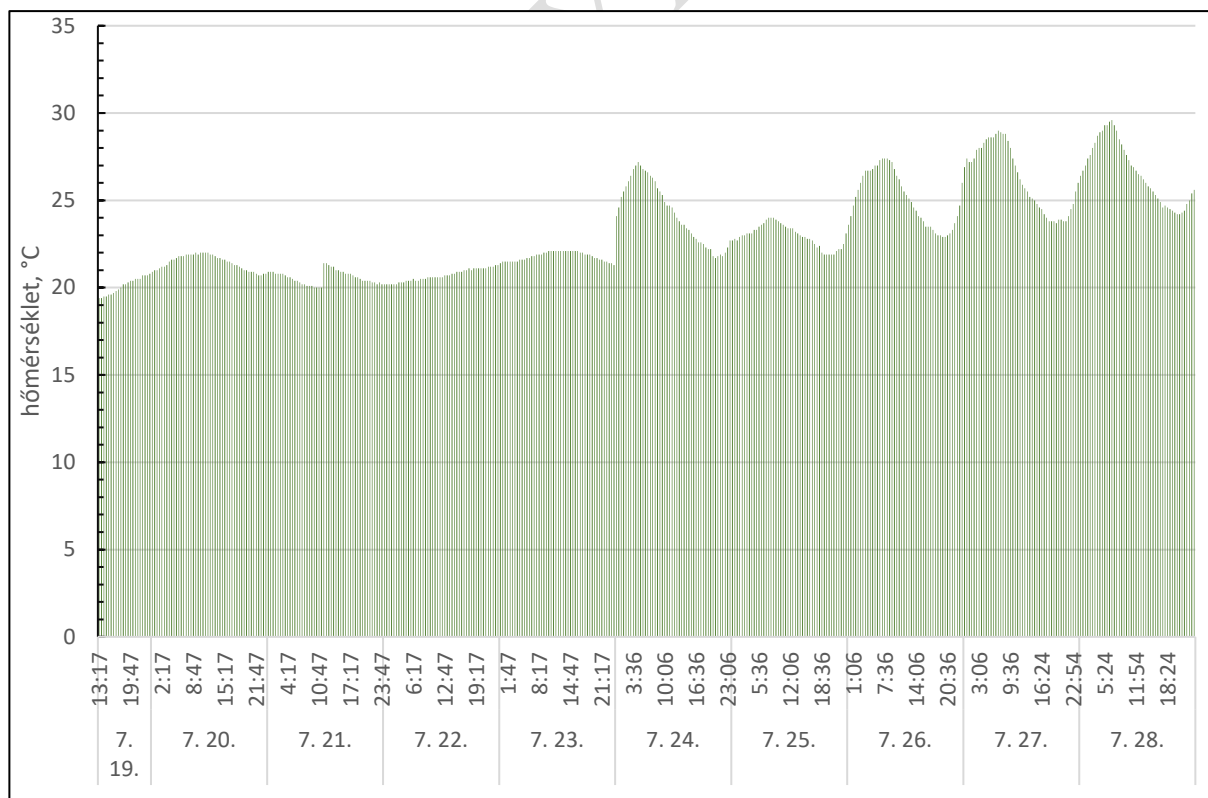
A **liofilizálás** liofilizáló berendezéssel (Scan Vac Cool Safe, LaboGene, Lillerød, Denmark) történt, ahol egy gyors fagyasztás után a leveleket 48 órán keresztül -109°C-on fagyasztva szárítottuk. Az elkészült mintákat ezután polietilén zacskóban lezárva, háztartási hűtőszekrényben 4°C-on tároltuk felhasználásig.

A **lassú fagyasztás** egy 230 literes háztartási fagyasztóban (ZRAN230FW, Zanussi-Electrolux, Stockholm, Sweden) zajlott. A friss, polietilén zacskóba csomagolt rozmaringleveleket -18°C-on tartottuk.

A **gyorsfagyasztás** -80°C-on történt egy *Blizzard Ultra Low Temperature Freezer*-ben (NU-99828J, NuAire, Inc., Plymouth, USA), majd utána ezt a mintát is -18°C-on tároltuk a vizsgálatokig, ami a kezelés utáni egy hónapon belül megtörtént.



11. ábra. Napon szárításnál mért hőmérsékleti adatok



12. ábra. Árnycban szárításnál mért hőmérsékleti adatok

3.3.3. Vizsgált tulajdonságok

Illóolaj-tartalom

Az illóolaj-tartalom meghatározása vízdesztillációval történt, Clevenger-típusú berendezés segítségével (13. ábra). A friss és a fagyasztott mintákból 40 g-t, míg a szárított levelekből 15-20 g-t tettünk 1000 ml vízhez, és ezeket 2 órán át desztilláltuk. Az illóolajokat megjelölt fiolákba gyűjtöttük, és az elemzésig légmentesen lezárva, 4°C-on tároltuk hűtőszekrényben.

Minden mérést háromszor végeztünk kezelésként. Az adatokat ml/100 g szárazanyagban (sz.a.) adtuk meg. Ezt a szárazanyag-tartalmat a 8. Magyar Gyógyszerkönyv alapján határoztuk meg: 5 g mintát szárítottunk 105°C-on, szárítókamrában, 3 órán keresztül. Ezt a mérést is háromszor végeztük el.



13. ábra. Clevenger típusú laboratóriumi vízdesztillációs berendezés (fotó: Várallyay, 2022)

Illóolaj-összetétel

Az illóolajok összetételét gázkromatográfia-tömegspektrometria (GC-MS) segítségével határoztuk meg. Ehhez egy Agilent Technologies berendezést használtunk (6890N, Agilent Technologies International Sarl, Rolle, Switzerland) HP-5MS kapillárisoszloppal felszerelve (5% fenil, 95% dimetil-polisziloxán, hossz: 30 m, filmvastagság: 0,25 μm , átmérő: 0,25 mm), és egy Agilent Technologies MS 5975 tömegszelektív detektort a komponensek azonosításához. A vizsgálat során alkalmazott hőmérsékleti program: kezdeti hőmérséklet 60°C volt, ezt emeltük 240°C-ra 3°C/perc sebességgel. A végső hőmérsékletet 5 percig tartottuk. A vivőgáz hélium volt, melynek állandó áramlási sebessége konstans 1 ml/perc. Split-arány: 30:1, befecskendezés térfogata: 0,2 μl (10%-os hexános oldat). Az injektor és a detektor hőmérséklete is 250°C volt, az ionizációs energia pedig 70 eV. A komponensek azonosítása tömegspektrum alapján történt NIST és Wiley spektrumkönyvtárak és tanszéki saját illóolajos könyvtár segítségével. A komponensek mennyiségét a teljes illó frakcióra vonatkoztatott %-os arányukban adtuk meg. Kezelésként három ismétlésben történtek a mérések.

Összfenol-tartalom (TPC) és összantioxidáns-kapacitás (TAC)

Az összfenol-tartalom (TPC) és az összantioxidáns-kapacitás (TAC) meghatározása vizes oldatból történt. Ezen oldat elkészítéséhez 1 g porított növényanyagra (14. ábra) 100 ml forrásban lévő desztillált vizet öntöttünk, majd azt letakarva 24 órán át hagytuk ázni (15. ábra). A friss és a fagyasztott minták porítása nem volt kivitelezhető, így ezeket apróra vágtuk. Szűrés után fagyasztóba helyeztük az extraktumokat, egészen a vizsgálatokig.



14. ábra. Porított növényanyag
(fotó: Várallyay, 2022)

Az összfenol-tartalom méréséhez Singleton és Rossi (1965) módosított módszerét alkalmaztuk. A meghatározás során az abszorbanciát 760 nanométeren mértük Thermo Evolution spektrofotométerrel (201, Labomed Inc., Los Angeles, USA) az öt perces, 50°C-os vízfürdőben végzett inkubálás után. A standard görbe 0,3 mol/l galluszsav felhasználásával készült. A kalibrálási egyenes egyenlete $y = 0,1243x - 0,0216$ és $R^2 = 0,9998$ volt. A koncentrációt (mg galluszsav-egyenérték/ml) végül az oldat szárazanyag-tartalmára vonatkoztatva mg galluszsav-egyenérték/g szárazanyagban (mg GSE/g sz.a.) adtuk meg. Minden kezelésnél háromszori mérést végeztünk.



15. ábra. A mérésekhez előkészített vizes kivonatok
(fotó: Várallyay, 2022)

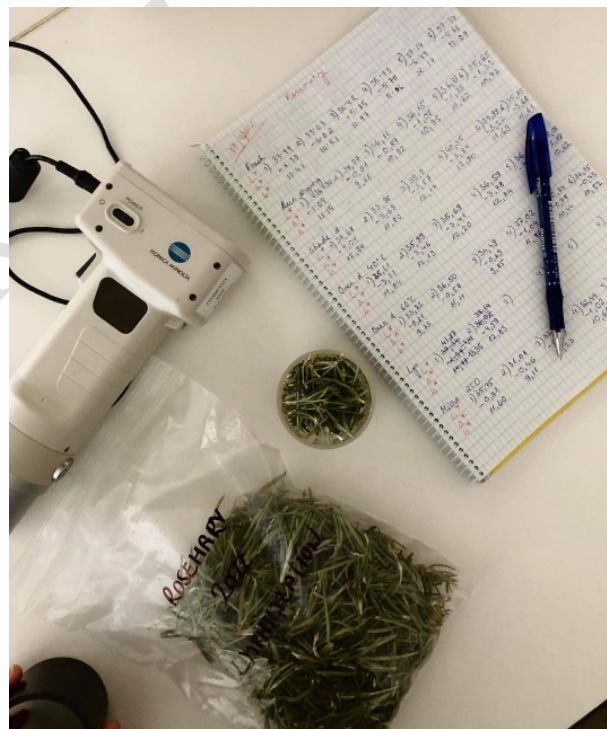
Az összantioxidáns-kapacitást a vizes kivonatokból FRAP módszerrel (vasredukáló antioxidáns teljesítmény) határoztuk meg Benzie és Strain (1996) módosított eljárása alapján. Az abszorbanciát 596 nanométeren mértük Thermo Evolution 201 spektrofotométerrel. A kalibrálási egyenes egyenlete $y=0,2527x+0,0166$ és $R^2 = 0,9996$ volt. A mérési eredményeket az aszkorbinsavra kalibrált egyenesen ábráztuk, majd a kapott koncentrációkat (mg aszkorbinsav-egyenérték/ml) az oldatok szárazanyag-tartalmára vonatkoztattuk, és mg aszkorbinsav-egyenérték/g szárazanyagban (mg ASE/g sz.a.) fejeztük ki. Itt is három mérést végeztünk mindegyik mintából.

Rozmaringsav

A rozmaringsav mennyiségét a 9. Európai Gyógyszerkönyv 01/2011:1447-es cikkelye (*Melissae folium*) alapján vizsgálta a Corvinus Fitolabor nevű cég, HPLC műszer alkalmazásával.

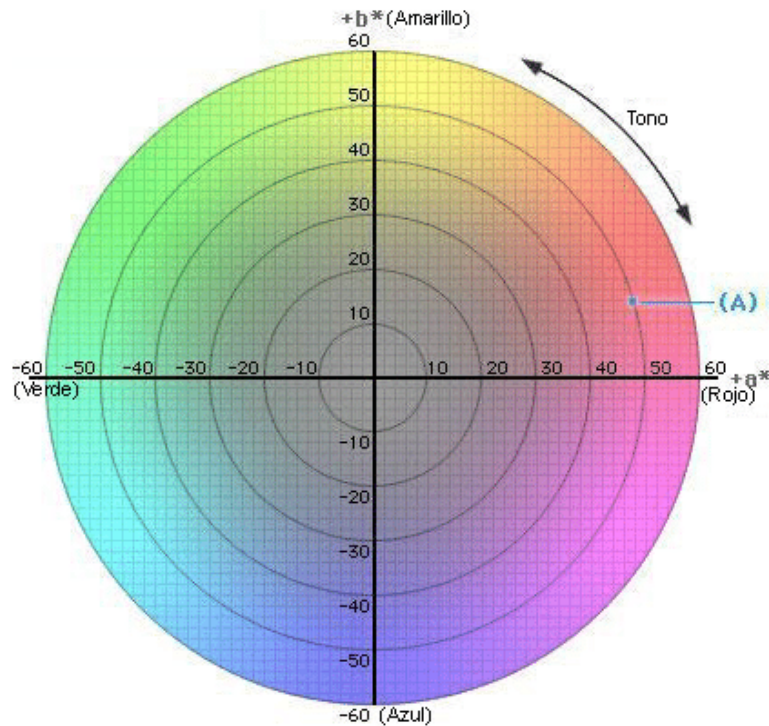
Színmérés

A színméréshez egy Konica Minolta tristimulus kolorimétert (CR-410, Konica Minolta Inc., Oszaka, Japán) használtunk (16. ábra). A fehérkalibrációhoz a gyártó által készített



16. ábra. A színmérés folyamata
(fotó: Várallyay, 2022)

szabvány fehér csempét használtuk. Mért értékek: L^* (világosság/sötétség), a^* (piros/zöld koordináta) és b^* (sárga/kék koordináta) (17. ábra). Minden kezelés színmérését hatszor végeztük el. A kapott eredményekből ezután kiszámítottuk az a^*/b^* hányadost, mely releváns a szárított minták színváltozásának értékeléséhez.



17. ábra. Színek koordinátarendszere (forrás: researchgate.net)

3.4. Statisztikai értékelés módszerei

A mérési adatok kiértékelése átlagok és egytényezős variancia-analízis segítségével történt az SPSS Statistics 27.0 programcsomag (International Business Machines Corporation, North Castle, USA) és a Microsoft Excel (Microsoft 365) software segítségével. Az egytényezős varianciaanalízis során az eredményeket 95%-os megbízhatósági szint ($\alpha=0,05$) mellett elemeztük.

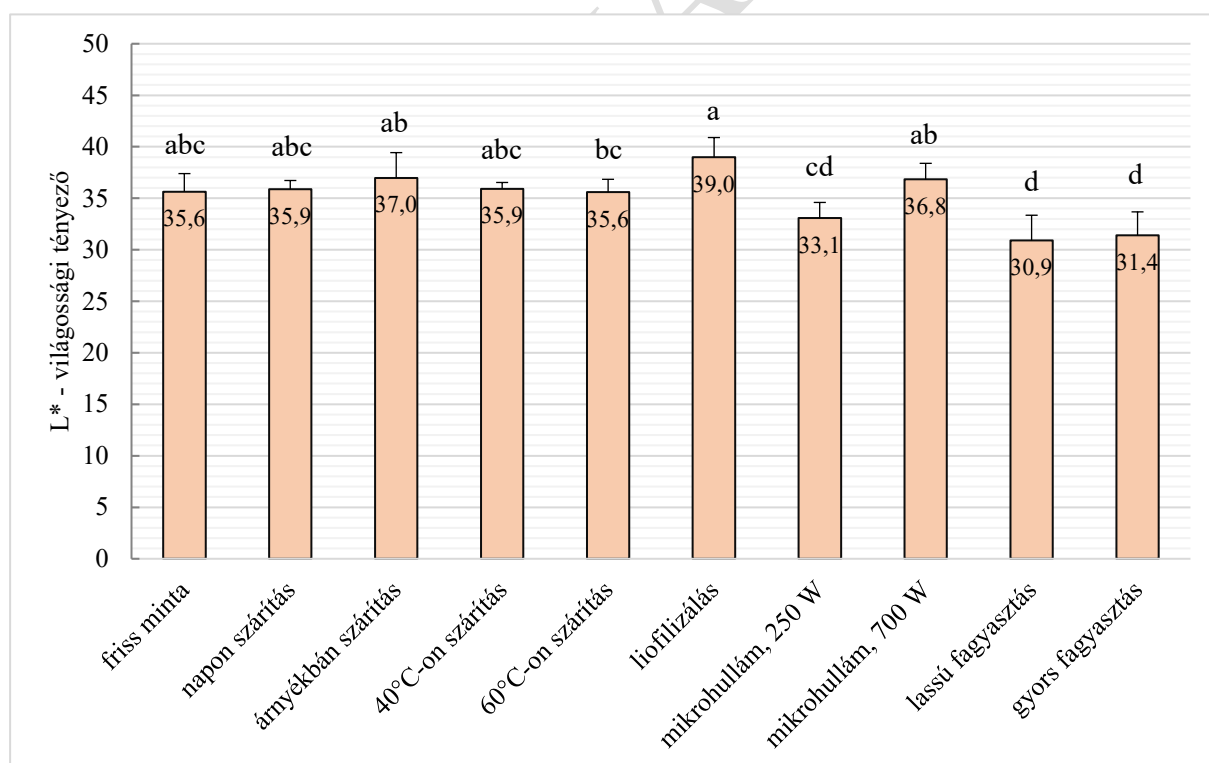
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. A különböző tartósítási módszerek hatása a levelek színére

A rozmaryng beltartalmi anyagainak változásai mellett fontos megvizsgálni a különböző tartósítási módszerek okozta színváltozásokat is, hiszen a szín is fontos értékmérő tulajdonság a gyógynövény drogoknál, különösen, ha fűszerként is használjuk őket. A vizsgált színparaméterek az L* (világossági mutató), a* (piros-zöld koordináta) és b* (sárga-kék koordináta) voltak.

L* értékek

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy színintenzitásban (világosságban) az alkalmazott kezelések nem okoztak jelentős különbségeket a rozmaryingleveleknél. A leghalványabb minta a liofilizált lett, míg a legsötétebbek a fagyasztással tartósított minták, ezen belül is a lassú fagyasztás adta a legsötétebb színt (18. ábra). A friss mintától csak a fagyasztással tartósított minták tértek el szignifikánsan.

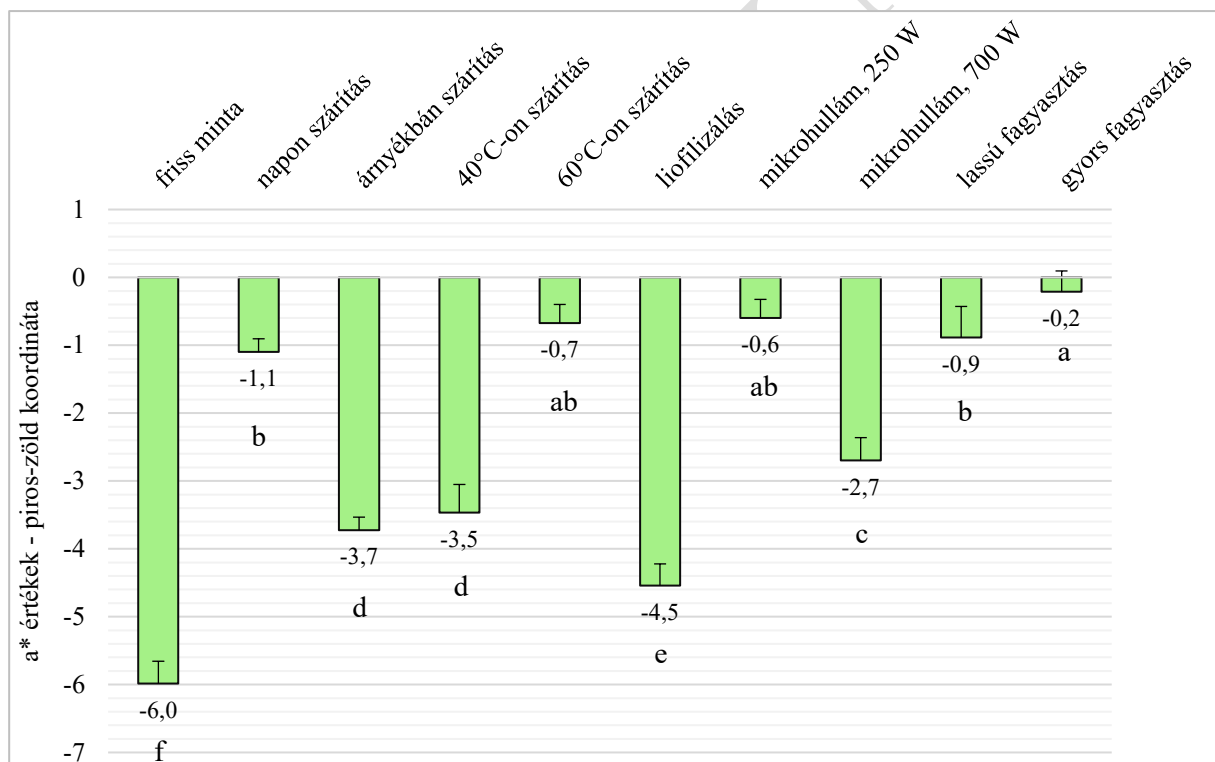


18. ábra. A friss és különböző módon tartósított rozmaryinglevek L* értékei
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

Arslan és Musa (2008) kísérleteiben az alkalmazott szárítási módszerek (napon szárítás, 50°C-on szárítás és mikrohullámú szárítás 700 W-on) szintén nem okoztak jelentős különbségeket a minták L* értékeiben. Esetükben a legsötétebb minta az 50°C-os szárítókamrában szárított tétel volt.

a* értékek

A zöld színintenzitást vizsgálva megállapítottuk, hogy a friss minta rendelkezett a legintenzívebb zöld színnel (19. ábra). A szárítási módok hatására a levelek minden esetben szignifikáns mértékben vesztek zöld színükből. A kezelések után a zöld színét leginkább a liofilizáláson átesett minta tartotta meg, illetve a kíméletesebb szárítási módok, mint az árnyékban és 40°C-on történő szárítás. A 700 W-os mikrohullámmal szárított rozmaringlevelek is viszonylag jól megőrizték zöld színüket, feltételezhetően a nagyon rövid szárítási időnek köszönhetően.



19. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek a* értékei
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

A gyorsfagyasztott mintánál mértük a legmagasabb a* értéket, ez szinte teljesen elvesztette zöld színárnyalatát, de hasonló színvesztéget találtunk a mikrohullámú sütőben

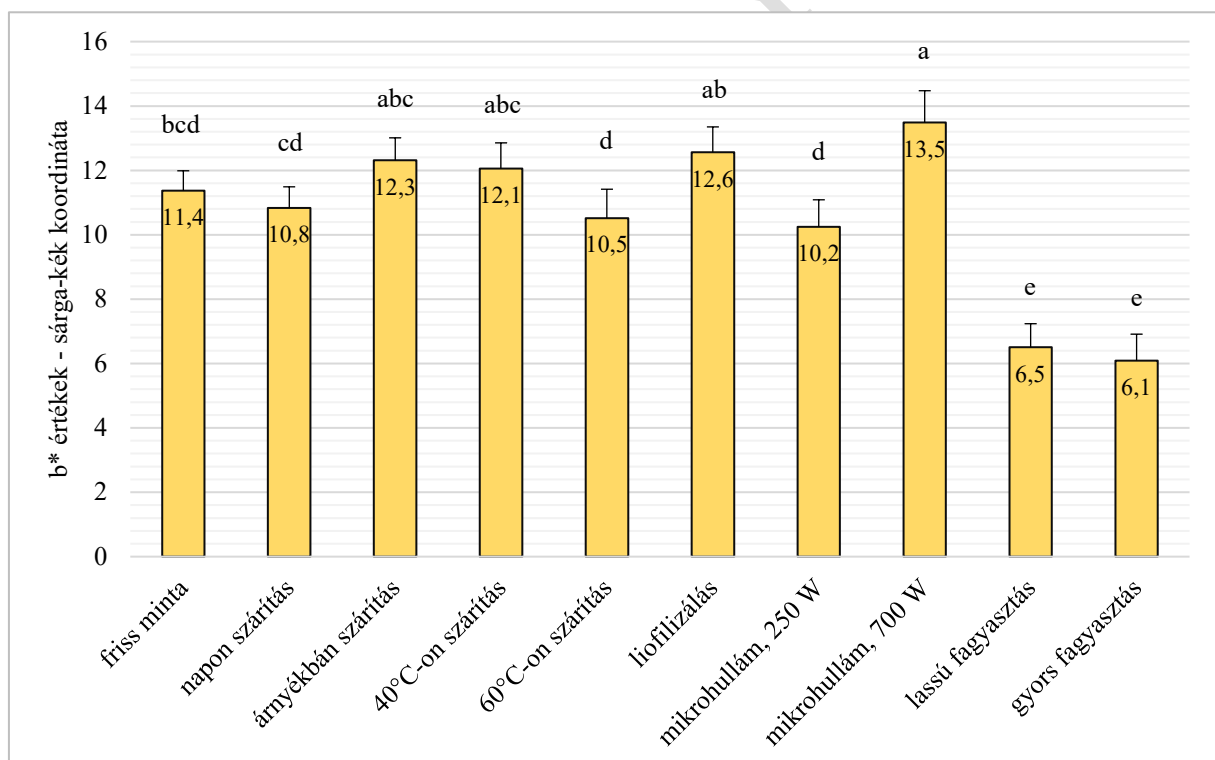
250 W-on szárított, a 60°C-on szárítókamrában szárított, a lassú fagyasztással tartósított, illetve a napon szárított minták esetében is.

Arslan és Musa (2008) kísérlete alapján szintén a friss minta a^* értéke volt a legalacsonyabb, a napon szárítotté pedig a legmagasabb, ez vesztette el leginkább zöld színét.

b^* értékek

Eredményeink alapján a 700 W-on mikrohullámmal szárított minta lett a leginkább sárgás árnyalatú, de a liofilizált, árnyékban ill. 40°C-on szárított minták is sárgábbak lettek, mint a friss rozmaringlevelek, habár esetükben a különbség nem bizonyult szignifikánsnak. A napon, 60°C-on ill. 250 W-on szárított minták kevésbé sárgultak meg a tartósítás során. A legkevésbé sárga színárnyalattal azonban a fagyasztott minták rendelkeztek, melyek statisztikailag igazolhatóan is különböztek a friss mintától b^* értékük alapján (20. ábra).

Arslan és Musa (2008) kutatásában a friss minta b^* értékei voltak a legmagasabbak, a kezelések (napon, 50°C-on és 700 W-on szárítás) hatására ez minden esetben csökkent.

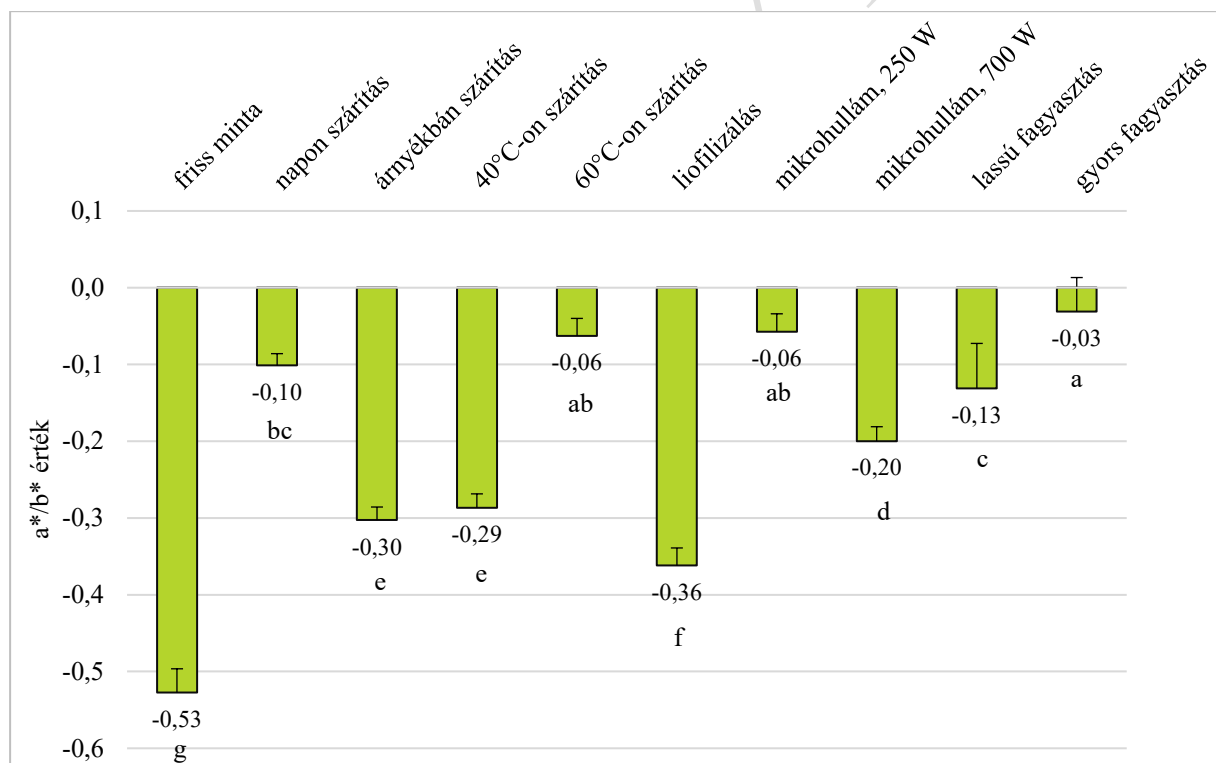


20. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek b^* értékei
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

a*/b* érték

Az a*/b* érték a zöld és sárga szín arányát mutatja a mintában. Minél nagyobb a negatív előjelű szám, annál intenzívebb zöld színnel rendelkezik a minta. A friss mintához képest minden tartósítási mód szignifikáns mértékben csökkentette a rozmaringlevelek zöld színét (21. ábra), de a legkisebb mértékben a liofilizálás, így ez a szárítási mód mutatkozott a leghatékonyabbnak ebben a tekintetben. A kíméletes, árnyékban ill. 40°C-on történő szárítási módok ugyancsak viszonylag jól megtartották a rozmaringlevelek eredeti színét, és a 700 W-os mikrohullámú szárítás is magasabb a*/b* értéket eredményezett. Ellenben a fagyasztás, a napon, 60°C-on és 250 W-on történő szárítás jelentős mértékben módosították a minták eredeti színét, bár esetükben a tartósított levelek inkább szürkévé váltak, mint sárgává.

Arslan és Musa (2008) kutatásában a vizsgált kezelések (napon, 50°C-on és 700 W-on szárítás) közül a mikrohullámmal szárított minta színe hasonlított leginkább a friss minta színeképre.

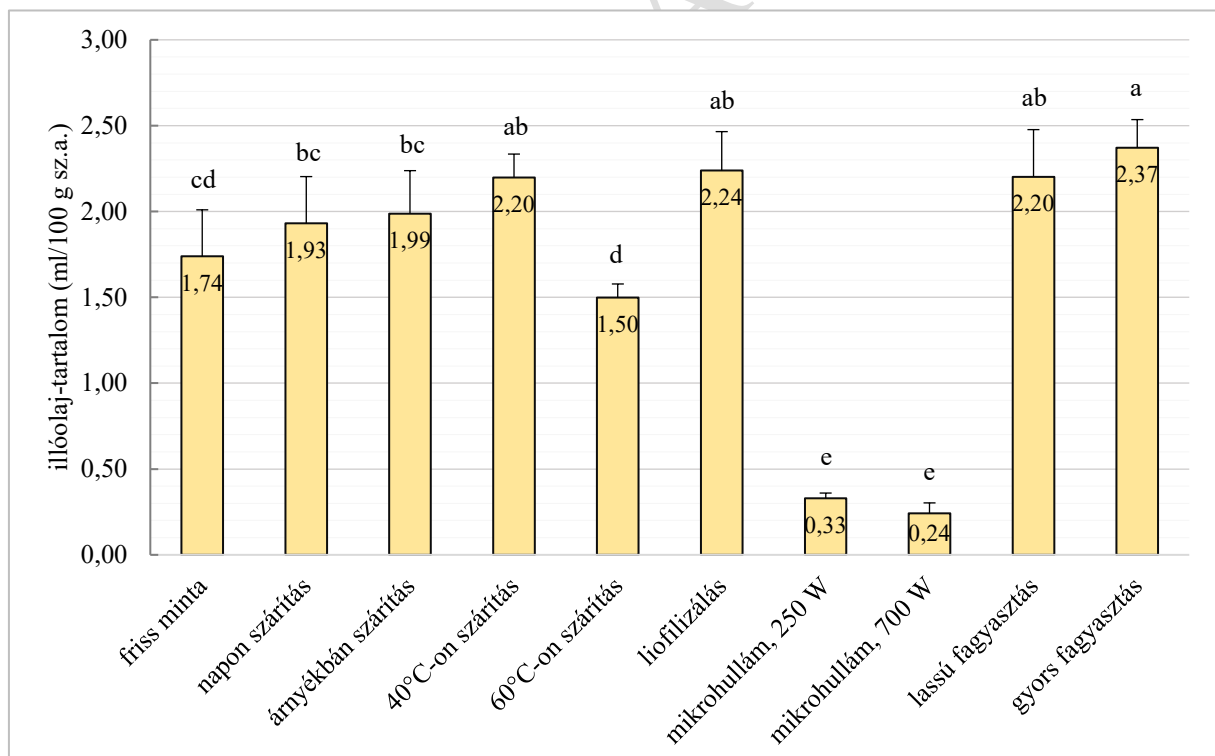


21. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek a*/b* értékei
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

4.2. A különböző tartósítási módszerek hatása az illóolaj-tartalomra

Munkánk során megvizsgáltuk a friss és tartósított rozmaryinglevelek illóolaj-tartalmának alakulását is (22. ábra). Eredményeink alapján nem a friss mintában volt legnagyobb mennyiségben jelen az illóolaj, hanem a fagyasztással tartósított mintákban, a liofilizáltban ill. a 40°C-on szárított levelekben (2,20-2,37 ml/100 g sz.a.). A friss minta alacsony illóolaj-tartalma valószínűleg mérési hiba következménye: a frissen betakarított növényanyag vélhetően homokos, földes ill. nedves lehetett a lepárlás előkészítésekor. Hasonló eredményt kaptak Zheljaskov és munkatársai (2015) is, akiknél szintén a száraz rozmaryingminta tartalmazott több illóolajat (0,43%), nem a friss levelek (0,35%). Ez azonban gyakorlatilag nem lehetséges.

A vizsgált tartósítási eljárások közül egyedül a 60°C-os szárítási mód okozott kis mértékű (13,8%-os) illóolaj-tartalom csökkenést, továbbá a mikrohullámú szárítások, melyek alkalmazása során az illó komponensek szinte teljes egésze elveszett. Megállapítható tehát, hogy a mikrohullámú szárítás nem alkalmas a rozmaryinglevelek illóolaj-tartalmának megőrzésére.



22. ábra. A friss és különböző módon tartósított rozmaryinglevelek illóolaj-tartalma
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

Ezen eredményeink megegyeznek a szakirodalomban talált kutatások eredményeivel, miszerint a magasabb szárítási hőmérséklet vagy magasabb mikrohullámú teljesítmény nagyobb illóolaj-vesztést eredményez (Blanco et al., 2002; Rao et al., 1998). Di Cesare és munkatársai (2001) kísérleteiben is a rozmaringlevelek kíméletes, 30°C-os hőmérsékleten történő szárítása őrizte meg leginkább az illóolaj mennyiségét. Usai és munkatársai (2011) vizsgálatai során pedig a fagyasztás bizonyult nagyon hatékony eljárásnak, akárcsak nálunk.

4.3. A különböző tartósítási módszerek hatása az illóolaj-összetételre

Munkánk során vizsgáltuk az illóolaj összetételének változásait is. A nyers és tartósított minták jelentősebb illóolaj komponenseinek illóolajon belüli részarányát a 3. táblázat tartalmazza.

A friss rozmaringlevelekből kinyert illóolaj fő komponensei a kámfor (21,04%), az 1,8-cineol (13,76%) és az alfa-pinén (10,64%) voltak. A friss minta viszonylag nagyobb mennyiségben tartalmazott még limonént, bornil-acetátot, 3-oktanont, verbenont, borneolt, kamfént és béta-pinént (2,77-5,87%). Egyes szakirodalmak fő komponensként írják le a borneolt, a bornil-acetátot és a mircént is, de ez kemotípus függvénye.

A friss mintában mért jellemző illóolaj-összetételt az egyes kezelések nem módosították jelentősen, kivéve a mikrohullámú szárítási módokat. Hatásukra ugyanis a megmaradt nagyon kevés illóolajban a kisebb molekulaméretű, illékonyabb komponensek (pl. alfa- és béta-pinén, kamfén, mircén, 3-oktanon, alfa-fellandré, alfa-terpinén, limonén, 1,8-cineol, stb.) részaránya drasztikusan lecsökkent, míg ezzel párhuzamosan a nagyobb méretű, kevésbé illékony komponenseké (pl. kámfor, borneol, terpinén-4-ol, verbenon, bornil-acetát, ill. a szeszkviterpének, pl. béta-kariofillén, alfa-humulén, kariofillén-oxid, stb.) megnőtt. A kisebb molekulaméretű monoterpének feltételezhetően elpárologtak az intenzív mikrohullámú szárítás során, a nagyobb, stabilabb molekulák – például a szeszkviterpének – pedig benne maradtak, így ezek relatív mennyisége megnőtt.

A 250 W-os és 700 W-os mikrohullámú szárítási módokat összehasonlítva megállapítottuk, hogy a 700 W-os szárítás még drasztikusabb változást idézett elő, mint a 250 W-on zajló.

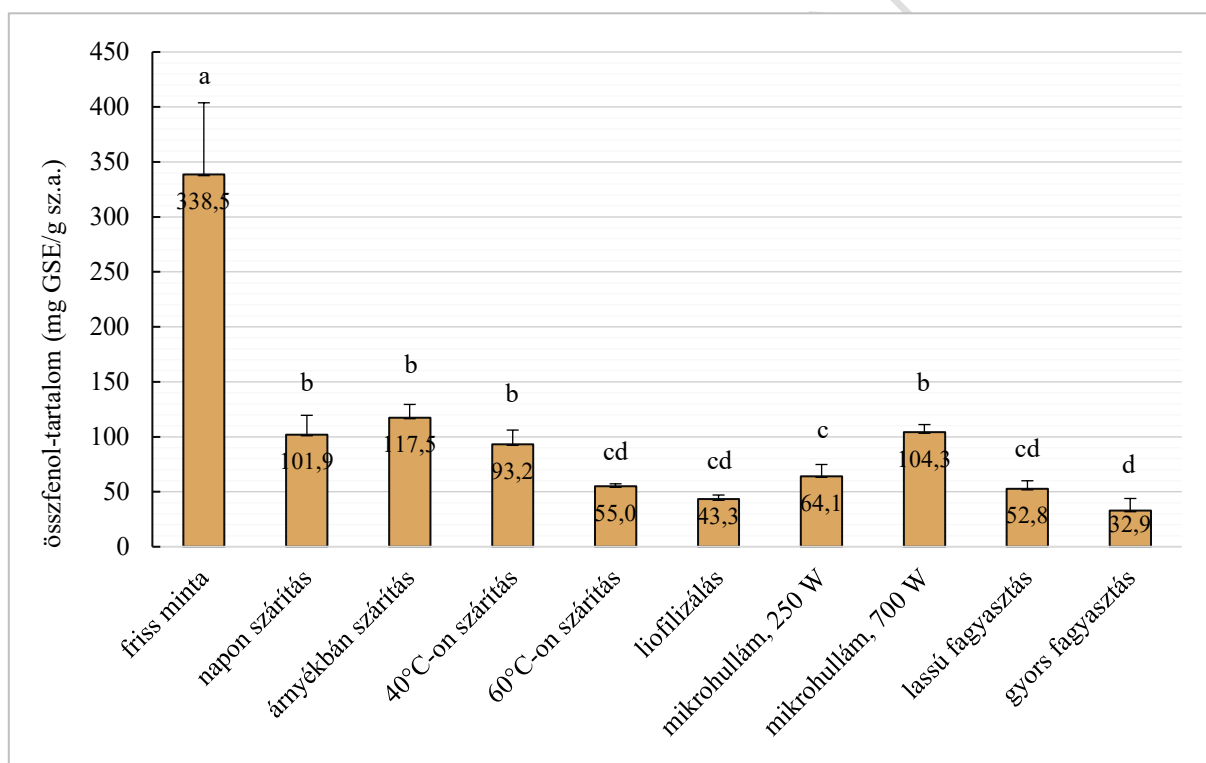
3. táblázat: A friss és különböző módon tartósított rozmaringlevelek főbb illóolaj-komponenseinek illóolajon belüli részaránya (%)

	friss minta	napon szárítás	árnyékban szárítás	40°C-on szárítás	60°C-on szárítás	lioofilizálás	mikrohul- lám, 250 W	mikrohul- lám, 700 W	lassú fagyasztás	gyors fagyasztás
α-pinén	10,64	12,09	10,73	11,38	9,46	12,05	1,62	0,25	10,43	10,84
kamfén	3,31	4,00	3,20	3,94	2,78	4,03	0,43	0,04	3,85	3,92
β -pinén	2,77	1,82	1,58	1,79	1,30	2,78	0,11	0,04	3,09	3,12
β -mircén	3,69	3,87	3,85	3,69	3,29	4,13	1,00	0,21	3,87	3,97
3-oktanon	4,25	3,92	4,34	4,22	3,97	3,80	0,57	0,13	4,04	3,99
α -fellandrén	1,74	1,98	1,83	1,65	1,60	1,94	0,53	0,12	1,91	1,90
α -terpinén	0,75	1,23	1,13	0,97	1,06	0,95	0,58	0,15	0,85	0,84
limonén	5,87	5,86	5,82	5,64	5,20	6,00	2,20	0,67	5,91	5,97
1,8-cineol	13,76	13,35	14,27	14,33	14,53	13,13	8,94	3,75	12,61	12,47
γ -terpinén	1,92	2,05	2,19	1,87	1,89	2,14	1,03	0,46	1,98	1,98
α -terpinolén	1,34	1,31	1,35	1,25	1,22	1,35	0,64	0,42	1,38	1,39
linalool	2,85	2,60	2,80	3,16	2,88	2,51	2,26	2,07	3,14	2,86
kámfor	21,04	19,83	21,09	21,29	22,10	19,57	27,57	18,65	19,42	18,97
borneol	3,32	3,61	3,40	4,19	3,73	3,47	6,40	6,32	4,08	4,01
terpinén-4-ol	1,42	1,24	1,27	1,41	1,30	1,27	1,84	1,57	1,46	1,35
α -terpineol	2,87	2,85	2,97	3,01	3,16	2,75	5,45	5,07	2,96	2,83
verbenon	4,05	4,04	4,44	4,19	4,50	4,35	6,77	5,53	3,98	4,51
bornil-acetát	5,87	5,51	5,72	5,15	6,31	5,56	10,02	12,23	5,89	5,49
β -kariofillén	1,71	2,13	1,71	1,47	2,35	1,88	6,16	10,88	1,83	2,10
α -humulén	0,59	0,73	0,60	0,51	0,84	0,65	2,16	4,11	0,62	0,73
kariofillén-oxid	1,03	0,42	0,40	0,41	0,48	0,71	1,82	3,87	1,05	1,05
kadin-4-en-7-ol	0,05	0,09	0,08	0,08	0,12	0,06	0,54	1,47	0,07	0,07
kariofil-4(12),8(13)-dién-5-ol	0,08	0,17	0,13	0,14	0,21	0,10	0,64	1,71	0,12	0,12
14-hidroxi-9-epi-kariofillén	0,27	0,64	0,56	0,46	0,81	0,38	2,64	5,75	0,39	0,38
ismeretlen	0,21	0,23	0,23	0,17	0,31	0,15	0,93	3,10	0,22	0,22
ismeretlen	0,20	0,25	0,21	0,20	0,33	0,19	1,06	1,39	0,21	0,22

4.4. A különböző tartósítási módszerek hatása az összfenol-tartalomra

Kutatásunk során megmértük a friss és tartósított rozsmaringlevelek vizes kivonatainak összfenol-tartalmát (TPC) is, mely a frissen betakarított levelekben 338,5 mg GSE/g sz.a. volt. Az adatok alapján megállapítottuk, hogy mindegyik tartósítási eljárás szignifikánsan csökkentette a fenoltartalmat (23. ábra). Leginkább az árnyékban, napon ill. 40°C-on történő szárítás, továbbá a 700 W-os mikrohullámú szárítás őrizték meg a vízdékony fenolos komponenseket (93,2-117,5 mg GSE/g sz.a.), e négy eljárás TPC értékei szignifikánsan nem különböztek egymástól.

A legalacsonyabb felhalmozási szinteket pedig a fagyasztott, 60°C-on és 250 W-on szárított mintákban találtuk. Ezek összfenol-tartalma csak mintegy tizede volt a friss mintában mért értékeknek.



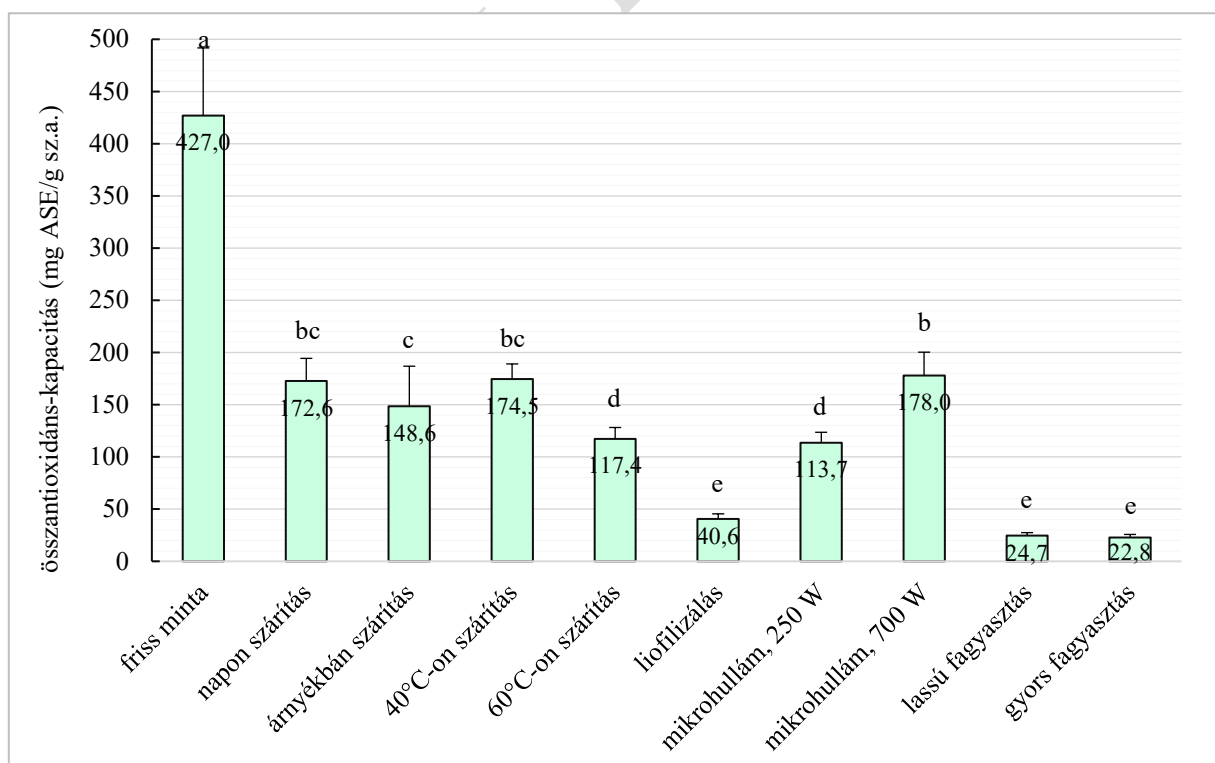
23. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozsmaringlevelek összfenol-tartalma
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

A szakirodalom ezzel szemben azt mutatja, hogy a fenoltartalom az alacsonyabb hőfokú szárítás hatására igen gyakran nő. Meg kell jegyezni, hogy ezekben a kísérletekben nem vizes kivonást, hanem alkoholos kivonást alkalmaztak, ahol a vizes közegből adódó oxidáció nem lép fel (Hossain et al., 2010; Yi és Wetzstein, 2011).

4.5. A különböző tartósítási módszerek hatása az összantioxidáns-kapacitásra

A 24. ábra mutatja a mintáink antioxidáns hatáserősségét. A friss minta rendelkezett a legmagasabb összantioxidáns-kapacitással (427,0 mg ASE/g sz.a.), ehhez képest az alkalmazott kezelések mindegyike szignifikáns csökkenést eredményezett (22,8-178,0 mg ASE/g sz.a.). A 700 W-os mikrohullámú szárítás csökkentette legkisebb mértékben a rozmaringlevelek összantioxidáns-kapacitását, de a napon és árnyékban szárítás, továbbá a 40°C-os szárítási hőmérséklet is hasonló értékeket eredményezett. Ellenben a liofilizálás és fagyasztás drasztikusan csökkentették a vizes kivonatokba kioldódó antioxidáns molekulák mennyiségét. Így az ily módon tartósított rozmaringlevelek szinte teljesen elvesztették (vizes kivonatban kifejtett) antioxidáns tulajdonságukat.

Egyes szakirodalmi adatok szerint – akárcsak az összfenol-tartalomnál – bizonyos tartósítási eljárások, mint a meleglevegős szárítás vagy a napon szárítás akár növelhetik is a rozmaringlevelek antioxidáns molekuláinak mennyiségét (Hossain et al., 2010; Yi és Wetzstein, 2011). Ibáñez és munkatársai (1999) kísérletében a kíméletes árnyékban szárítás őrizte meg leginkább az antioxidáns-kapacitást. Az eredményeket azonban jelentős mértékben befolyásolhatják az alkalmazott vizsgálati módszerek és a méréshez használt kivonat típusa is.



24. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek összantioxidáns-kapacitása
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

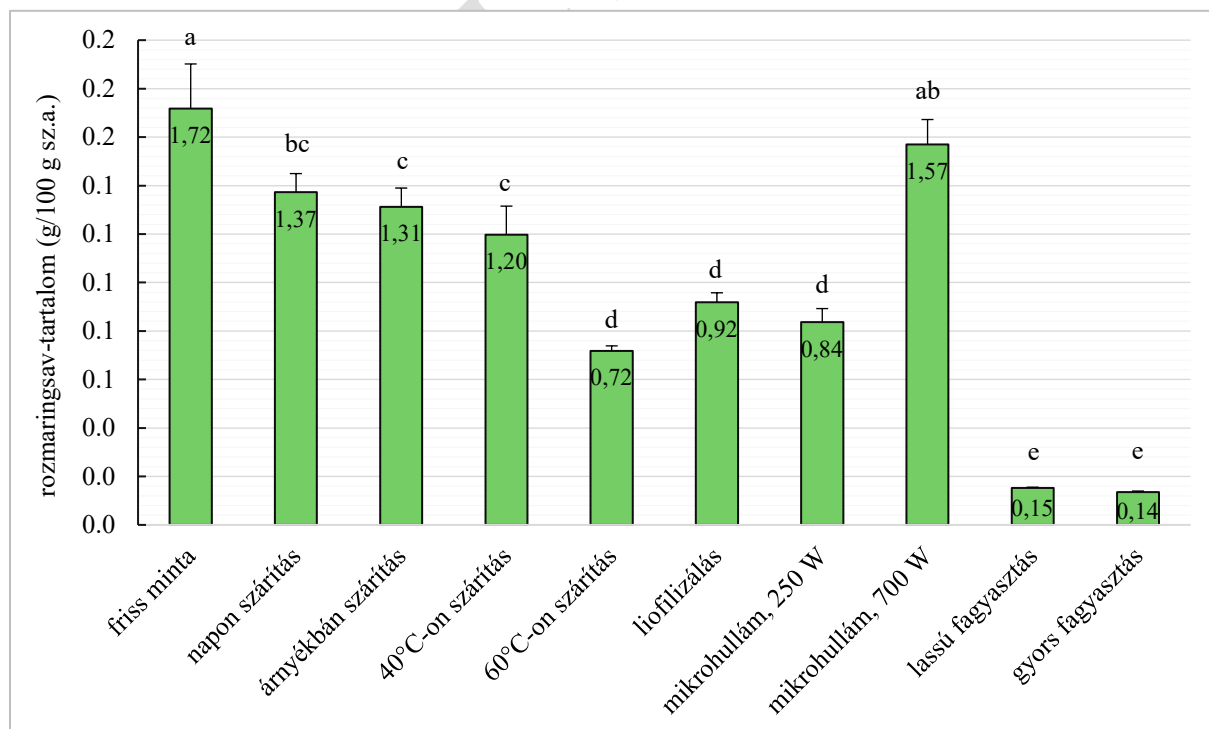
A minták vizes kivonatainak összfenol-tartalmát és összantioxidáns-kapacitását összehasonlítva megállapítható, hogy azok között igen szoros kapcsolat mutatkozik, a korrelációs együttható értéke $r = 0,956$.

4.6. A különböző tartósítási módszerek hatása a rozmaringsav-tartalomra

A friss levelekben mértük a legmagasabb rozmaringsav-tartalmat, melynek értéke 1,72 g/100 g sz.a. volt. A 700 W-os mikrohullámú szárítással sikerült majdnem teljesen megőrizni ezt a felhalmozási szintet, mivel ez esetben mindössze 9%-os csökkenés volt tapasztalható, mely különbség nem bizonyult szignifikánsnak (25. ábra).

A napon, árnyékban és 40°C-on történő szárítási módok ellenben már szignifikáns veszteséget okoztak, habár a rozmaringsav-tartalom még itt is 1,20 és 1,37 g/100 g sz.a. között alakult.

A 250 W-os és 60°C-os szárítás, továbbá a liofilizálás még jelentősebb mértékben csökkentették a rozmaringlevelek rozmaringsav-tartalmát, de a fagyasztási módszerek okozták a legnagyobb veszteséget. Esetükben a rozmaringsav szinte teljesen eltűnt a mintákból. Mulinacci és munkatársai (2011) kísérletükben szintén azt tapasztalták, hogy a fagyasztás nem jó megoldás a rozmaringlevelek tartósításra, mivel hatására a rozmaringsav náluk is szinte teljesen elveszett a mintákból.



25. ábra A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek rozmaringsav-tartalma
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során különböző, a gyakorlatban ismert és viszonylag egyszerűen kivitelezhető tartósítási eljárás (napon, árnyékban, 40 és 60°C-on szárítószekrényben, mikrohullámú sütőben 250 és 700 W-on szárítás, liofilizálás, fagyasztás) hatásait vizsgáltuk a rozmaringlevelek színére és hatóanyag-tartalmára (illóolaj-tartalom és -összetétel, vizes kivonatok összfenol- és rozmaringsav-tartalma, valamint antioxidáns kapacitása). Kísérleteinket a 'Harmat' fajtavál végeztük, a homogén növényi alapanyag előállítására pedig Soroksáron, a Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény Ágazatában került sor.

Vizsgálati eredményeink alapján megállapítottuk, hogy mindegyik tartósítási módszer hatással volt a rozmaringlevelek színére, de nem azonos mértékben. A liofilizálás őrizte meg leginkább a levelek zöld színét, bár azok sokat halványodtak. Szintén jónak bizonyultak a kíméletes szárítási módok, mint az árnyékban és 40°C-on szárítás, a többi eljárás viszont jelentős mértékben csökkentette a zöld színintenzitást, igaz a levelek inkább szürkévé váltak, mint sárgává.

Illóolaj-tartalom tekintetében a vizsgált tartósítási módszerek többsége sikeresen megőrizte az eredeti felhalmozási szintet (2,20-2,37 ml/100 g sz.a.), egyedül a 60°C-on szárított mintában volt 13,8%-os csökkenés megfigyelhető. Legrosszabb módszernek pedig a mikrohullámú szárítás (700 W-on és 250 W-on) bizonyult, mivel esetében az illóolaj szinte teljesen eltűnt a mintákból.

A friss rozmaringlevelekből kinyert illóolaj fő összetevői a kámfor (21,04%), az 1,8-cineol (13,76%) és az alfa-pinén (10,64%) voltak. Az illóolaj komponenseinek részarányát az egyes kezelések nem módosították jelentősen, kivéve a mikrohullámú szárítást, ahol a kevés megmaradt illóolajban a kis molekulaméretű, illékonyabb komponensek (pl. alfa-pinén) aránya drasztikusan lecsökkent, míg a nagyobb molekuláké (pl. szeszkviterpének) megnőtt. A 700 W-on történő kezelés drasztikusabb változásokat idézett elő, mint a 250 W-on történő szárítás.

Az összfenol-tartalom és összantioxidáns kapacitás a frissen betakarított levelekből készített vizes kivonatokban 338,5 mg GSE/g sz.a. ill. 427,0 mg ASE/g sz.a. volt, melyeket az alkalmazott kezelések mindegyike szignifikánsan lecsökkentett. A legkisebb veszteségeket az árnyékban, napon, 700 W-on és 40°C-on történő szárítás eredményezte (93,2-117,5 mg GSE/g sz.a. ill. 148,6-178,0 mg ASE/g sz.a.), a liofilizálás ill. fagyasztás azonban drasztikus veszteségeket okozott mindkét értékben. Megállapítható, hogy a vizes kivonatok összfenol-tartalma és összantioxidáns kapacitása között nagyon szoros kapcsolat áll fenn ($r = 0,956$).

Hasonló összefüggés mutatkozott a szintén fenolos jellegű rozmaringsav-tartalom kapcsán is. A friss levelekben 1,72 g/100 g sz.a. felhalmozási szintet mértünk, melyet a 700 W-on szárítás őrzött meg leginkább, de a napon, árnyékban és 40°C-on történő szárítási módok is hatékonyak bizonyultak. Ezzel szemben a liofilizálás és fagyasztás látványosan csökkentette mennyiségét.

Összességében megállapítható, hogy az alkalmazott kezelések nagyon különbözően befolyásolták a rozmaringlevelek színét és beltartalmát. A friss minta színét és magas hatóanyag-tartalmát egyik módszerrel sem sikerült változatlan formában megőrizni. Leghatékonyabbnak a kíméletes, árnyékban és 40°C-on történő szárítási módok bizonyultak, továbbá szín és illóolaj-tartalom szempontjából a liofilizálás; a vízdékony, antioxidáns tulajdonságú fenolos komponensek tekintetében pedig a 700 W-os mikrohullámú szárítás emelhető még ki.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. Al-Sereiti, M.R., Abu-Amer, K.M., Sen, P. 1999. Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its therapeutic potentials. *Indian Journal of Experimental Biology*, 37: 124-130.
2. Al-Attar, A.M., Shawush, N.A. 2015. Influence of olive and rosemary leaves extracts on chemically induced liver cirrhosis in male rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22: 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.08.005>.
3. Angioni, A., Barra, A., Cereti, E., Barile, D., Coisson, J.D., Arlorio, M., Dessi, S., Coroneo, V., Cabras, P. 2004. Chemical Composition, Plant Genetic Differences, Antimicrobial and Antifungal Activity Investigation of the Essential Oil of *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 3530–3535. <https://doi.org/10.1021/jf049913t>.
4. Arslan, D., Musa Ö.M. 2008. Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Conversion and Management*, 49: 1258–1264. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2007.08.005>.
5. Baño, M.J.d., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., Marín, M.P., Río, J.A.d., Ortuño, A., Ibarra, I.S. 2004. Flavonoid Distribution during the Development of Leaves, Flowers, Stems, and Roots of *Rosmarinus officinalis*. Postulation of a Biosynthetic Pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4987–4992. <https://doi.org/10.1021/jf040078p>.
6. Begum, A., Sandhya, S., Ali, S.S., Vinod, K.R., Reddy, S., Banji, D. 2013. An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* (*Lamiaceae*). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12: 61–74.
7. Benincá, J.P., Dalmarco, J.B., Pizzolatti, M.G., Fröde, T.S. 2011. Analysis of the anti-inflammatory properties of *Rosmarinus officinalis* L. in mice. *Food Chemistry*, 124: 468–475. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.056>.
8. Benzie, I.F.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70–76.
9. Blanco, M.C.S.G., Ming, L.C., Marques, M.O.M., Bovi, O.A. 2002. Drying temperature effects in rosemary essential oil content and composition, *Acta Horticulturae*, 569: 99–103. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.569.16>.

10. Borges, R.S., Ortiz, B.L.S., Pereira, A.C.M., Keita, H., Carvalho, J.C.T. 2019. "Rosmarinus officinalis essential oil: A review of the phytochemistry, anti-inflammatory activity, and mechanisms of action involves. Journal of Ethnopharmacology, 229: 29-45.
11. Botsoglou, N.A., Christaki, E., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Spais, A.B. 2002. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage, Meat Science, 62: 259–265.
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00256-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00256-X).
12. Boutekedjiret, C., Belabbes, R., Bentahar, F., Bessiere, J.M. 1999. Study of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Yield and Composition as a Function of the Plant Life Cycle. The Journal of Essential Oil Research, 11: 238–240.
<https://doi.org/10.1080/10412905.1999.9701120>.
13. Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Jovin, E. 2007. Antimicrobial and Antioxidant Properties of Rosemary and Sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., *Lamiaceae*) Essential Oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 7879–7885.
<https://doi.org/10.1021/jf0715323>.
14. Brako, L. és Zarucchi, J.L. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru, Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden (USA).
https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Catalogue+of+the+flowering+plants+and+gymnosperms+of+Peru&author=Brako%2C+L.&publication_year=1993
15. Charles, D.J. 2012. Rosemary, In: Charles, D.J. (ed): Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. New York, NY: Springer New York, 495–507.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0_48.
16. Cuvelier, M.E., Berset C., Richard, H. 1994. Antioxidant Constituents in Sage (*Salvia officinalis*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 665-669
17. Cuvelier, M.E., Richard, H., Berset, C. 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73: 645–652. <https://doi.org/10.1007/BF02518121>.
18. Di Cesare, L.F., Nani, R., Viscardi, D., Fusari, E.L. 2001. Study of the volatile composition of the raw and dried rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), Industrie Alimentari (Italy)
https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Study+of+the+volatile+composition+of+the+raw+and+dried+rosemary+%28Rosmarinus+officinalis+L.%29&author=Di+Cesare%2C+L.F.&publication_year=2001

19. Díaz-Maroto, M.C., Pérez-Coello, M.S., Sánchez-Palomo, E., González Viñas, M.A. 2007. Impact of Drying and Storage Time on Sensory Characteristics of Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.). *Journal of Sensory Studies*, 22: 34–48. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2007.00093.x>
20. Dioszkoridész, P. i.e. 50: De Materia Medica.
21. Doymaz, İ., Tugrul, N., Pala, M. 2006. Drying characteristics of dill and parsley leaves. *Journal of Food Engineering*, 77 (3): 559–565. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.070>.
22. European Medicines Agency, 2010. Community herbal monograph on *Rosmarinus officinalis* L., *folium*. https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-rosmarinus-officinalis-l-folium_en.pdf
23. European Medicines Agency, 2010. Community herbal monograph on *Rosmarinus officinalis* L., *aetheroleum*. https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-rosmarinus-officinalis-l-folium_en.pdf
24. Fadel, H.H.M., El-Massry, K.F. 2000. *Rosmarinus officinalis* L.: effect of drying on the volatile oil of fresh leaves and antioxidant activity of their extracts. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 3: 5–19.
25. Farooqi, A.A., Sreeramu, B.S. 2001. Cultivation of medicinal and aromatic crops. Hyderabad, London: Universities Press.
26. Hay, I.C., Jamieson, M., Ormerod, A.D. 1998. Randomized trial of aromatherapy. Successful treatment for alopecia areata. *Archives of Dermatology*, 134: 1349–1352. <https://doi.org/10.1001/archderm.134.11.1349>.
27. Hazarika, U., Kovács, Z., Bodor, Zs., Gosztola, B. 2022. Phytochemicals and organoleptic properties of French tarragon (*Artemisia dracuncululus* L.) influenced by different preservation methods. *LWT - Food Science and Technology*, 169: 114006. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114006>.
28. Heinrich, M., Kufer, J., Leonti, M., Pardo-de-Santayana, M. 2006. Ethnobotany and ethnopharmacology – Interdisciplinary links with the historical sciences. *Journal of Ethnopharmacology*, 107: 157–160. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.05.035>.
29. Heltmanné T.M. 2000. *Rosmarinus officinalis* – rozmaring. In: Bernáth J. (szerk.): *Gyógy- és Aromanövények*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 502-504.

30. Hidalgo, P.J., Ubera, J.L., Tena, M.T., Valcárcel, M. 1998. Determination of the Carnosic Acid Content in Wild and Cultivated *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2624–2627. <https://doi.org/10.1021/jf970974j>.
31. Hossain, M.B., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A.B., Brunton, N.P. 2010. Effect of drying method on the antioxidant capacity of six Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 123: 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.003>.
32. Ibáñez, E., Oca, A., de Murga, G., López-Sebastián, S., Tabera, J., Reglero, G. 1999. Supercritical fluid extraction and fractionation of different preprocessed rosemary plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 1400–1404. <https://doi.org/10.1021/jf980982f>.
33. Ishihara, K., Hamada, H., Hirata, T., Nakajima, N. 2003. Biotransformation using plant cultured cells. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 23: 145–170. [https://doi.org/10.1016/S1381-1177\(03\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S1381-1177(03)00080-8).
34. Jiang, Y., Wu, N., Fu, Y.J., Wang, W., Luo, M., Zhao, C.J., Zu, Y.G., Liu, X.L. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 32: 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2011.03.011>.
35. Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. 1999. Effect of Microwave Drying on Some Quality Properties of Dehydrated Products. *Drying Technology*, 17: 449–466. <https://doi.org/10.1080/07373939908917545>.
36. Machado, D.G., Cunha, M.P., Neis, V.B., Balen, G.O., Colla, A., Bettio, L.E.B., Oliveira, Á., Pazini, F.L., Dalmarco, J.B., Simionatto, E.L., Pizzolatti, M.G., Rodrigues, A.L.S. 2013. Antidepressant-like effects of fractions, essential oil, carnosol and betulinic acid isolated from *Rosmarinus officinalis* L. *Food Chemistry*, 136: 999–1005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.028>.
37. Mohammed, H.A., Al-Omar, M.S., Mohammed, S.A.A., Aly, M.S.A., Alsuqub, A.N.A., Khan, R.A. 2020. Drying Induced Impact on Composition and Oil Quality of Rosemary Herb, *Rosmarinus officinalis* Linn. *Molecules*, 25: 2830. <https://doi.org/10.3390/molecules25122830>.
38. Moss, M., Cook, J., Wesnes, K., Duckett, P. 2003. Aromas Of Rosemary And Lavender Essential Oils Differentially Affect Cognition And Mood In Healthy Adults. *International Journal of Neuroscience*, 113: 15–38. <https://doi.org/10.1080/00207450390161903>.

39. Mulinacci, N., Innocenti, M., Bellumori, M., Giaccherini, C., Martini, V., Michelozzi, M. 2011. Storage method, drying processes and extraction procedures strongly affect the phenolic fraction of rosemary leaves: An HPLC/DAD/MS study. *Talanta*, 85: 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2011.03.050>.
40. Nematollahi, P., Mehrabani, M., Karami-Mohajeri, S., Dabaghzadeh, F. 2018. Effects of *Rosmarinus officinalis* L. on memory performance, anxiety, depression, and sleep quality in university students: A randomized clinical trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 30: 24–28. : <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2017.11.004>.
41. Ngo, S.N.T., Williams, D.B., Head, R.J. 2011. Rosemary and Cancer Prevention: Preclinical Perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 946–954. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.490883>.
42. Nieto, G., Huvaere, K., Skibsted, L.H. 2011. Antioxidant activity of rosemary and thyme by-products and synergism with added antioxidant in a liposome system. *European Food Research and Technology*, 233: 11–18. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1486-9>.
43. Nieto, G., Ros, G., Castillo, J. 2018. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review. *Medicines*, 5: 98. <https://doi.org/10.3390/medicines5030098>.
44. Ojeda-Sana, A.M., van Baren, C.M., Elechosa, M.A., Juárez, M.A., Moreno, S. 2013. New insights into antibacterial and antioxidant activities of rosemary essential oils and their main components. *Food Control*, 31: 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.022>.
45. Pharmacopoea Hungarica 2004. *Rosmarini aetheroleum, Rosmarini folium*. Editio VIII. – Tom. II. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 2333-2336
46. Piccaglia, R., Marotti, M., Giovanelli, E., Deans, S.G., Eaglesham, E. 1993. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 2: 47–50. [https://doi.org/10.1016/0926-6690\(93\)90010-7](https://doi.org/10.1016/0926-6690(93)90010-7).
47. Piga, A., Usai, M., Marchetti, M., Foddai, M., Del Caro, A., Meier, P., Onorati, V., Vinci, F. 2007. Influence of different drying parameters on the composition of volatile compounds of thyme and rosemary cultivated in Sardinia. 2007 CIGR Section VI International Symposium on Food And Agricultural Products: Processing And Innovations, 24-26 September 2007, Naples, Italy. <https://core.ac.uk/download/11687733.pdf>

48. Pio Font Quer 1999. Plantas Medicinales: El Dioscorides Renovado. Casa del Libro <https://www.casadellibro.com/libro-plantas-medicinales-el-dioscorides-renovado/9788483072424/677634>
49. Porte, A., Godoy, R.L.O., Lopes, D., Koketsu, M., Gonçalves, S.L., Torquillo, H.S. 2000. Essential Oil of *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary) from Rio de Janeiro, Brazil. Journal of Essential Oil Research, 12: 577–580. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9712163>.
50. Prabuseenivasan, S., Jayakumar, M., Ignacimuthu, S. 2006. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. BMC Complementary and Alternative Medicine, 6: 39. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-6-39>.
51. Rahath Kubra, I., Kumar, D., Jagan M.R.L. 2016. Emerging Trends in Microwave Processing of Spices and Herbs. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56: 2160–2173. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.818933>.
52. Rao, L.J., Singh, M., Raghavan, B., Abraham, K.O. 1998. Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.): Impact Of Drying On Its Flavor Quality. Journal of Food Quality, 21: 107–115. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1998.tb00508.x>
53. Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., Mikov, M. 2014. Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. BMC Complementary and Alternative Medicine, 14: 225. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-225>.
54. Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H.S., Albuquerque, T.G., Castilho, M.C., Ramos, F., Melo, N.R., Sanches-Silva, A. 2015. A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Trends in Food Science & Technology, 45: 355–368. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.015>.
55. Richheimer, S.L., Bernart, M.W., King, G.A., Kent, M.C., Beiley, D.T. 1996. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73: 507–514. <https://doi.org/10.1007/BF02523927>.
56. Sasikumar, B. 2012. 25 - Rosemary, In: Kuruppacharil, V., P. (ed.): Handbook of Herbs and Spices (Second Edition). Woodhead Publishing (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition), 452–468. <https://doi.org/10.1533/9780857095671.452>.
57. Serpico, M., White, R. 2000. Oil, fat and wax. In: Nicholson, P.T., Shaw, I. (ed.): Ancient Egyptian materials and technology. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 390-430.

58. Sienkiewicz, M., Łysakowska, M., Pastuszka, M., Bienias, W., Kowalczyk, E. 2013 The Potential of Use Basil and Rosemary Essential Oils as Effective Antibacterial Agents. *Molecules*, 18: 9334–9351. <https://doi.org/10.3390/molecules18089334>.
59. Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144–158.
60. Slamenová, D., Horváthová, E., Kováčiková, Z., Kozics, K., Hunáková, L. 2011. Essential rosemary oil protects testicular cells against DNA-damaging effects of H₂O₂ and DMNQ. *Food Chemistry*, 129: 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.020>.
61. Szumny, A., Figiel, A., Gutiérrez-Ortíz, A., Carbonell-Barrachina, Á.A. 2010. Composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, 97: 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.10.019>.
62. Takaki, I., Bersani-Amado, L.E., Vendruscolo, A., Sartoretto, S.M., Diniz, S.P., Bersani-Amado, C.A., Cuman, R.K.N. 2008. Anti-Inflammatory and Antinociceptive Effects of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil in Experimental Animal Models. *Journal of Medicinal Food*, 11: 741–746. <https://doi.org/10.1089/jmf.2007.0524>.
63. Tollen, S.V., Dodd, G.H. 1988. *Perfumery: The psychology and biology of fragrances*. Elsevier Science Publications Ltd., London and New York: Chapman and Hall.
64. Tucker, A.O., Maciarelo, M.J. 1986. The essential oils of some rosemary cultivars. *Flavour and Fragrance Journal*, 1: 137–142. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730010402>.
65. Ulbricht, C., Abrams, T. R., Brigham, A., Ceurvels, J., Clubb, J., Curtiss, W., DeFranco Kirkwood, C., Giese, N., Hoehn, K., Iovin, R., Isaac, R., Rusie, E., Grimes Serrano, J. M., Varghese, M., Weissner, W., Windsor, R. C. 2010. An Evidence-Based Systematic Review of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) by the Natural Standard Research Collaboration. *Journal of Dietary Supplements*, 7: 351–413. <https://doi.org/10.3109/19390211.2010.525049>.
66. Usai, M., Marchetti, M., Foddai, M., Del Caro, A., Desogus, R., Sanna, I., Piga, A. 2011. Influence of different stabilizing operations and storage time on the composition of essential oil of thyme (*Thymus officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 44: 244–249. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.024>.

67. Visentin, A., Rodríguez-Rojo, S., Navarrete, A., Maestri, D., Cocero, M.J. 2012. Precipitation and encapsulation of rosemary antioxidants by supercritical antisolvent process. *Journal of Food Engineering*, 109: 9–15.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.10.015>.
68. Wang, W., Li, N., Luo, M., Zu, Y., Efferth, T. 2012. Antibacterial Activity and Anticancer Activity of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Compared to That of Its Main Components. *Molecules*, 17: 2704–2713. <https://doi.org/10.3390/molecules17032704>.
69. Wenkert, E., Fuchs, A., McChesney, J.D. 1965. Chemical Artefacts from the Family *Labiatae*. *The Journal of Organic Chemistry*, 30: 2931-2934.
70. Yam, K., L., Papadakis, S., E., 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61: 137–142.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00195-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00195-X)
71. Yi, W., Wetzstein, H.Y. 2011. Effects of Drying and Extraction Conditions on the Biochemical Activity of Selected Herbs. *HortScience*, 46: 70–73.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.1.70>.
72. Yu, M.H., Choi, J.H., Chae, I.G., Im, H.G., Yang, S.A., More, K., Lee, I.S., Lee, J. 2013. Suppression of LPS-induced inflammatory activities by *Rosmarinus officinalis* L. *Food Chemistry*, 136: 1047–1054. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.085>.
73. Zeng, H.H., Tu, P.F., Zhou, K., Wang, H., Wang, B.H., Lu, J.F. 2001. Antioxidant properties of phenolic diterpenes from *Rosmarinus officinalis*. *Acta Pharmacologica Sinica*, 22: 1094–1098.
74. Zheljzkov, V.D., Astatkie, T., Zhalnov, I., Georgieva, T.D. 2015. Method for Attaining Rosemary Essential Oil with Differential Composition from Dried or Fresh Material. *Journal of Oleo Science*, 64: 485–496. <https://doi.org/10.5650/jos.ess14258>

7. ÁBRAJEGYZÉK

2. ábra. Rozmaring.....	3
2. ábra. Virágzó rozmaringhajtás.....	4
3. ábra. A rozmaring levelének keresztmetszete.....	5
4. ábra. Rozmaring magok.....	4
5. ábra. 1,8-cineol.....	6
6. ábra. kámfor.....	6
7. ábra. alfa-pinén.....	6
8. ábra. A rozmaring elterjedése.....	10
9. ábra. A rozmaring illóolajában szárítás hatására végbemenő biotranszformációk.....	16
10. ábra. Törzsültetvény.....	19
11. ábra. Napon szárításnál mért hőmérsékleti adatok.....	22
12. ábra. Árnyékban szárításnál mért hőmérsékleti adatok.....	22
13. ábra. Clevenger típusú laboratóriumi vízdesztillációs berendezés.....	23
14. ábra. Porított növényanyag.....	24
15. ábra. A mérésekhez előkészített vizes kivonatok.....	24
16. ábra. A színmérés folyamata.....	25
17. ábra. Színek koordináarendszere.....	26
18. ábra. A friss és különböző módon tartósított rozmaringlevelek L* értékei.....	27
19. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek a* értékei.....	28
20. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek b* értékei.....	29
21. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek a*/b* értékei.....	30
22. ábra. A friss és különböző módon tartósított rozmaringlevelek illóolaj-tartalma.....	31
23. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek összfenol-tartalma.....	34
24. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek összantioxidáns-kapacitása.....	35
25. ábra. A friss és a különböző módon tartósított rozmaringlevelek rozmaringsav-tartalma.....	36

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. A rozmaringfajták hat kemotípus-csoportja.....	11
2. táblázat. A minták szárazanyag-tartalma.....	20
3. táblázat: A friss és különböző módon tartósított rozmaringlevelek főbb illóolaj-komponenseinek illóolajon belüli részaránya (%).....	33

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Várallyay Nóra Erzsébet
A Hallgató Neptun kódja: FZ2VJK
A dolgozat címe: Különböző tartósítási eljárások hatása a rozsmaring
(*Rosmarinus officinalis*) leveleinek színére és
hatóanyag-tartalmára
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Kertészettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

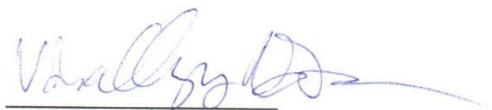
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt 2023. október 31.



Hallgató aláírása

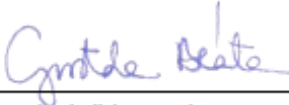
NYILATKOZAT

Várallyay Nóra Erzsébet (hallgató Neptun azonosítója: FZ2VJK) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2023. október 31.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.