

## **Különböző tartósítási módok hatása az orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.) leveleinek színére és hatóanyag-tartalmára**

GOSZTOLA BEÁTA, RADÁCSI PÉTER, HAZARIKA URBASHI

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet,  
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

E-mail: gosztola.beata@uni-mate.hu

### **Összefoglalás**

Munkánk során különböző tartósítási eljárások (konvektív szárítás napon, árnyékban, 40 °C-on, 60 °C-on, mikrohullámú szárítás 250 W-on és 700 W-on, liofilizálás, fagyasztás) hatásait vizsgáltuk az orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.) leveleinek színére és hatóanyag-tartalmára (illóolaj-tartalom és – összetétel, összfenol-tartalom és antioxidáns-kapacitás). A kísérlethez szükséges homogén növényanyagot a 'Regula' fajta szaporítóanyagából állítottuk elő a MATE soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény Telepén.

A különböző tartósítási módok levélszínre gyakorolt hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a liofilizált és fagyasztott levelek őrizték meg legjobban eredeti zöld színüket, a többi eljárás során jelentős mértékű szürkülés volt megfigyelhető. A friss levelek 1,38 ml/100g átlagos illóolaj-tartalommal rendelkeztek, amit a kezelések többsége nem módosított számottevően. Egyedül a 60 °C-os szárítás során mértünk nagyobb volumenű, 26%-os illóolaj-tartalombeli csökkenést, a legnagyobb veszteséget pedig a mikrohullámú szárítások okozták, ahol az illóolaj 81-90%-a elpárolgott. A nyers zsályalevelekben talált illóolaj-összetételt (30% alfa-tujon, 26% kámfor) csupán a mikrohullámú szárítási módok befolyásolták szignifikánsan. Hatásukra drasztikusan lecsökkent a kisebb molekula-tömegű monoterpének illóolajon belüli részaránya (alfa-tujon: 48-90%-kal, kámfor: 45-84%-kal), a szeszkviterpéneké (pl. alfa-humulén, viridiflorol) ill. a diterpén manoolé viszont látványosan megnőtt.

A nyers zsályalevelekből készített vizes kivonatok átlagos összfenol-tartalma 271,6 mg GSE/g sz.a. volt, míg összantioxidáns-kapacitásuk 304,7 mg ASE/g sz.a. A liofilizálás ill. 700 W-os mikrohullámú szárítás kiválóan megőrizték a vízdékony, antioxidáns hatású fenolos vegyületeket, a 60 °C-os ill. 250 W-os szárítási módok ellenben 34-38%-kal csökkentették mennyiségüket, a kivonatok összantioxidáns kapacitását pedig 42-45%-kal.

**Kulcsszavak:** antioxidáns kapacitás, fagyasztás, illóolaj, liofilizálás, mikrohullámú szárítás, összfenol-tartalom, tujon

## Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.) az egész világon elterjedt, nagyon népszerű gyógy- és fűszernövény. A népi gyógyászatban régóta használják görcsoldóként, gyulladáscsökkentő, fertőtlenítő, vérzéscsillapító és izzadásgátló hatásaiért, de emésztési problémákra, hasmenés ellen, köszvényes, reumás fájdalmak enyhítésére is ajánlják. A legújabb kutatási eredmények szerint magas vér-cukor- és koleszterinszint esetén is jótékony, de fájdalomcsillapító és demencia elleni hatásokkal is rendelkezik (Ghorbani és Esmailizadeh 2017). Az ételmiszeriparban régóta használt jellegzetes intenzív ízű és erős antioxidáns tulajdonságú fűszer. Elsősorban húsok, töltelékek, pástétomok ízesítésére alkalmas, de a paradicsomos ételeknek, főtt tésztáknak is kellemes aromát ad.

Őshazája a Földközi-tenger északi partvidéke, de ma már a világ számos táján termesztik, így a mediterrán országok mellett Németországban, Franciaországban, Máltán, Angliában, Törökországban, az USA-ban, Kanadában és Argentínában (Sharma et al. 2019). Élő félcserje, négyélű hajtásai idősebb korban fásodnak és szürkésfehér szőrökkel sűrűn borítottak, akárcsak hosszúkláncz vagy megnyúlt tojásdad, csipkés szélű levelei. Összetett álfűzér virágzatában ibolyáskék, rózsaszínű vagy fehér virágok fejlődnek (Sárosi és Sváb 2013).

Drogként egész vagy aprított, szárított leveleit alkalmazzák, mely nemcsak a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben hivatalos, de szerepel az ESCOP- és E-Monográfiák között is. Levelei balzsamos, kámforos és fűszeres illatjegyekkel rendelkeznek, mely a levelek felszínén képződő illóolajtartó mirigyszőrökben 1,0-2,5%-ban felhalmozódó illóolaj jellegzetes aroma-komponenseinek köszönhető. A zsálya főbb illékony összetevői a szakirodalom szerint az 1,8-cineol (12,0-14,9%), borneol (4,0-10,2%), kámfor (12,7-24,0%),  $\beta$ -kariofillén (3,0%),  $\alpha$ -humulén (3,4-9,6%), bornil-acetát (1,3-2,9%),  $\alpha$ -tujon (15,8-17,9%),  $\beta$ -tujon (3,2-11,1%) és viridiflorol (9,5-13,1%) (Li et al. 2015; Boutebouhart et al. 2019). A tujon molekulákat - számos jótékony hatásuk mellett – igen neurotoxikusnak tartják (Radulović et al. 2017), ezért az Európai Gyógyszerügynökség maximum napi 6,0 mg-os dózist ajánl a zsályalevelet tartalmazó készítményekből, legfeljebb 2 héten át fogyasztva (EMA/HMPC 2016).

A levelekben nem illó összetevőket is nagy számban azonosítottak, így fenolos vegyületeket: cseranyagot (3-8%), antioxidáns tulajdonságú rozmaringsavat (40,0 mg/g), ferulasavat (2,0 mg/g), kávéssavat (3,0 mg/g) (Lopresti 2017), klorogénsavat, rutint, luteolin-7-glükozidot, kvercetin (Hernandez-Saavedra et al. 2016), továbbá diterpéneket (karnozol, karnozolsav) és triterpéneket (urzolsav, oleanolsav) (Sárosi és Sváb 2013). A hatóanyag-tartalom jelentős mértékben függ a kemotípustól, a környezeti körülményektől, a betakarítás időpontjától, és nem utolsósorban a betakarítást követő poszt-harveszt eljárásoktól (Başer és Buchbauer 2016; Russo et al. 2013).

Az elsődleges feldolgozás legfontosabb eleme a szárítás, melynek célja a növényi részek víztartalmának olyan alacsony szintre csökkentése, ami már gátolja a mikroorganizmusok szaporodását, jelentősen lelassítja a lebontó enzimek aktivitását, s így hosszú távon tárolhatóvá válik a növényi alapanyag. Ráadásul a szárított termékek kisebb helyigényűek, elhelyezésük és szállításuk is jóval egyszerűbb és költségkímélőbb, mint a friss növényi részeké (Hamrouni-Sellami et al. 2013). A szárítással szemben viszont nagyon fontos követelmény, hogy a jellemző hatóanyag-tartalmat ne csökkentse vagy módosítsa nem kívánt mértékben.

A szakirodalomban már található néhány tanulmány az orvosi zsálya leveleinek szárításával kapcsolatban, de a rendelkezésre álló adatok még hiányosak, továbbá a kapott eredmények is sokszor

ellentmondóak. Pachura és munkatársai (2022) a konvektív szárítási módot (40 °C-on, 50 °C-on és 60 °C-on) hasonlították össze a vákuum-mikrohullámú szárítással (240, 360 és 480 W-on), illetve a kettő kombinációjával (50 °C-on előszárítás majd vákuum-mikrohullámú szárítás 360 W-on). Eredményeik alapján az illóolaj-tartalmat a 40 °C-os konvektív szárítás őrizte meg leginkább, a fenolos komponenseket a kombinált módszer, a nem illó terpenoidokat pedig a 40-60 °C-os konvektív szárítás, a vákuum-mikrohullámú szárítás 480 W-on, valamint a kombinált módszer.

Hossain és munkatársai (2010) a liofilizálás, árnyékban valamint vákuumban (70 °C, 600 mbar) szárítás hatásait vizsgálták. Eredményeik alapján a friss zsályalevelekben volt az összfenol-tartalom (TPC) és összantioxidáns kapacitás (TAC) a legalacsonyabb, az árnyékban szárított mintákban pedig a legmagasabb. Hamrouni-Sellami és munkatársai (2012; 2013) az árnyékban szárítás, konvektív szárítás (45 °C-on és 65 °C-on), mikrohullámú szárítás (600 és 800 W-on) valamint infraszárítás (45 °C-on és 65 °C-on) zsályalevelekre gyakorolt hatásait tanulmányozták. Kísérletükben az infraszárítás 45 °C-on, az árnyékban szárítás és konvektív szárítás 45 °C-on őrizték meg legjobban az illóolaj-tartalmat, míg a mikrohullámú szárítás ill. konvektív szárítás 65 °C-on csökkentették azt leginkább. A 65 °C-os konvektív szárítás, a mikrohullámú, valamint a 45 °C-os infravörös szárítási módszerek az illóolaj-összetételre is szignifikáns hatással voltak. A legmagasabb TPC és TAC a 800 W-on ill. 45 °C-on infraszárított mintákban volt detektálható. Megállapították, hogy a mikrohullámú szárítás alkalmas az antioxidáns hatású fenolos vegyületek megőrzésére.

Venskutonis (1997) kísérletében a liofilizálás és 30 °C-on szárítás megőrizte a zsályalevelek illóolaj-tartalmát, a 60 °C-on szárítás ellenben jelentősen csökkentette azt, amit főként a nem oxigenizált monoterpének elvesztésével magyarázott. Doymaz és Karasu (2018) a 45, 50, 55, 60 és 65 °C-os konvektív szárítási módokat hasonlították össze. Eredményeik alapján a 45 °C-os szárítási hőmérséklet károsította legkevésbé a zsályalevelek összfenol-tartalmát és antioxidáns kapacitását, mely utóbbi kettő között szoros, pozitív korrelációt is találtak.

Munkánk során – az orvosi zsálya tartósítási lehetőségeivel foglalkozó szakirodalom bővítése érdekében – olyan konzerválási módok hatásait vizsgáltuk és hasonlítottuk össze, melyek a gyakorlatban is jelentősek. A fagyasztást, mint lehetséges tartósítási eljárást is bevontuk a kísérletekbe. A vizsgált tulajdonságok között nemcsak az illóolaj-tartalmat és összetételt, TPC-t és TAC-t értékeltük, de a zsályalevelekben végbemenő színváltozásokat is.

### Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2021-ben végeztük a *Salvia officinalis* 'Regula' fajtavál. A kísérlethez szükséges növényanyagot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény Telepén állítottuk elő. A homogén növényállományt 2020-ban létesítettük tavaszi üvegházi palántaneveléssel, a betakarításra pedig 2021-ben került sor a kétéves populációban. A jól fejlett egyedek egészséges, ép leveleit szeptember 9-én szedtük le, összesen kb. 4 kg levél került begyűjtésre. Vágás után a leveleket még egyszer átválogattuk, a sárgult vagy fonnyadt darabokat eltávolítottuk, majd a homogenizált mintát 9 részre osztottuk az alkalmazni kívánt kezelések (friss minta, liofilizálás, fagyasztás, napon, árnyékban, 40 °C-on, 60 °C-on, mikrohullámmal 250 ill. 700 W-on szárítás) függvényében.

A nyers/friss minta feldolgozására a betakarítástól számított 4 órán belül sor került, addig is polietilén zacskóba csomagolva, hűtött körülmények között tároltuk. A friss levelek liofilizálása a MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Élelmiszerkémia és Analitika Tanszékén történt ScanVac CoolSafe liofilizátorral, melyben a levelek 1 napos gyorsfagyasztását követően 48 órán át zajlott a liofilizálás folyamata  $-109\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. Ezután a fagyasztva szárított leveleket polietilén zacskóba csomagolva hűtőszekrényben,  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk a feldolgozásig. A fagyasztással tartósított levelek előállítás háztartási, 240 l-es Zanussi fagyasztószekrényben történt, melynek során a nyers orvosi zsálya leveleket polietilén zacskóba csomagolva  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on lefagyasztottuk, és ilyen körülmények között tároltuk egészen a felhasználásig.

A betakarított növényanyag másik részét szárítással tartósítottuk. **Napon szárításhoz** a leveleket tálcákra helyeztük, és nappal tűző napon, éjjel védett helyen tartottuk őket. Az így kezelt minta 3 nap alatt száradt meg teljesen. A szárítás időtartama alatt RHT10 Datalogger segítségével mértük a környezet léghőmérsékletét, mely napközben – a minta magasságában – néhány órán át elérte a  $40\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, éjjel viszont lecsökkent  $22\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra. **Árnyékban szárításkor** a leveleket naptól védett, sötét, de jól szellőző helyiségben helyeztük el, ahol azok teljes száradása 10 napig tartott. A szárításra használt helyiségben a Datalogger adatai alapján nappal átlagosan  $24\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt, éjjel pedig  $22\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Az orvosi zsálya levelek  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on és  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történő szárítása konvekciós, Memmert UF 260 típusú szárítószekrényben történt, ahol a vékony rétegben kiterített minták  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 40 óra alatt, míg  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 5 óra alatt száradtak meg. A **mikrohullámú szárítás** során egy 20 l-es háztartási mikrohullámú sütőt (Sencor, SMW 1917WH) használtunk, melyben a levelek  $250\text{ W}$ -on 16 perc alatt (3 percenként szellőztetés),  $700\text{ W}$ -on pedig 6 perc alatt (percenként szellőztetés) száradtak meg teljesen. Minden kezelés esetén a megszáradt leveleket papírzacskókba tettük, és védett helyen, szobahőmérsékleten tároltuk egészen a hatóanyag-vizsgálatok elvégzéséig.

Munkánk során meghatároztuk a nyers és kezelt minták színváltozását, illóolaj-tartalmát és – összetételét, valamint vizes kivonatuk összfenol-tartalmát és összantioxidáns kapacitását. A kapott értékeket – az összehasonlíthatóság végett – minden esetben a minták szárazanyag-tartalmára vonatkoztattuk (1. táblázat).

1. táblázat. A nyers, fagyasztott és szárított orvosi zsálya levelek szárazanyag-tartalma (%)

Szárazanyag-tartalom (%)								
Nyers minta (fresh)	Napon szárított (sun-dried)	Árnyékban szárított (shade-dried)	$40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on szárított (oven dried at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	$60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on szárított (oven dried at $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	Liofilizált (lyophilized)	$250\text{ W}$ -on szárított (microwaved at $250\text{ W}$ )	$700\text{ W}$ -on szárított (microwaved at $700\text{ W}$ )	Fagyasztott (frozen)
31,5	94,9	94,9	94,9	95,2	93,2	94,6	94,5	30,7

Table 1. Dry matter content of fresh, frozen and dried garden sage leaves (%)

Az orvosi zsálya minták **színét** Konica Minolta CR-410 típusú tristimulusos színmérő műszerrel mértük meg. A műszer kalibrálásához a gyártó által készített kalibráló fehér csempé etalont használtuk. A vizsgálat során regisztráltuk az L\* (világosság/sötétség), a\* (vörös/zöld összetevő) és b\* (sárga/kék összetevő) értékeket, valamint kiszámoltuk az a\*/b\* hányadost. A méréseket mintánként 6 ismétlésben végeztük.

Az **illóolaj-tartalom** meghatározás Clevenger Ph.Hg.VII-es típusú készülékkel, vízdesztillációval történt, melynek során a friss és fagyasztott mintákból 50 g-ot, a szárított mintákból pedig 20 g-ot 500 ml vízzel 2 órán keresztül forraltunk. Az így kapott eredményt a drog szárazanyag-tartalmára vonatkoztattuk, mennyiségét pedig ml/100 g szárazanyagban adtuk meg. A vizsgálatot kezelésenkénti átlagmintából 3 ismétlésben végeztük.

Az **illóolaj-összetélt** GC 6890N, detektor MS 5975, Agilent Technologies készülékkel határoztuk meg, ahol a kromatográfias oszlop HP-5MS volt (5% fenil-metil-sziloxán), hossza 30 m, belső átmérője 250 µm, filmvastagsága 0,25 µm. Vivőgázként héliumot használtunk, melynek konstans áramlási sebessége 1 ml/perc. Az injektor és detektor hőmérséklete 230 °C volt, split arány: 30:1, transzfer line: 240 °C. Az injektálás automata 7683B (Agilent Technologies) injektorral történt. Injektált mennyiség: 0,2 µl (10%-os hexános oldat). Az alkalmazott hőmérsékleti program: 60-240 °C-ig 3 °C/perc, véghőmérsékleten tartás 5 percig. Az ionizáló energia 70 eV volt. 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. Kezelésenként három ismétlésben történtek a mérések.

Az orvosi zsálya levelek összfenol-tartalmának és összantioxidáns kapacitásának meghatározását mintánként 9-9 ismétlésben végeztük. A vizsgálatokhoz vizes kivonatot készítettünk a következőképpen: a friss és fagyasztott minták esetén 5 g levelet, míg a szárított mintáknál 2 g drogot 100 ml 100 °C-os desztillált vízzel leforráztunk, 24 órán át állni hagytuk, majd leszűrtük. A szűrést követő extraktumokat fagyasztoóban tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig.

Az **összes fenoltartalom** meghatározás Singleton és Rossi (1965) módosított módszerével történt. A színintenzitást 760 nm-en, spektrofotométerrel mértük, és a galluszsavra kalibrált egyenesen ábrázoltuk. A koncentrációt (mg galluszsav-egyenérték/ml) végül az oldat szárazanyag-tartalmára vonatkoztatva mg galluszsav-egyenérték/g szárazanyagban (mg GSE/g sz.a.) adtuk meg.

Az **összantioxidáns kapacitást** FRAP módszerrel mértük, Benzie és Strain (1996) módosított eljárása alapján. A lilás elszíneződést spektrofotométerrel 596 nm-en vizsgáltuk. A mérési eredményeket az aszkorbinsavra kalibrált egyenesen ábrázoltuk, 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.

Az adatok értékelése egytényezős variancia-analízis segítségével történt az IBM SPSS Statistics 27 és Microsoft Office 2016 szoftverek alkalmazásával. Az eredményeket 95%-os megbízhatósági szint ( $\alpha=0,05$ ) mellett elemeztük.

## Eredmények

### Színbeli változások

Mivel a fűszernövényeknek nemcsak ízük és illatuk, de külső megjelenésük, színük is fontos érték-mérő tulajdonság, ezért megvizsgáltuk, hogy a különböző tartósítási eljárások hogyan befolyásolják az orvosi zsálya leveleinek színparamétereit ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy mindegyik kezelés hatással volt a zsályalevelek színére, de eltérő mértékben (1. ábra).

1. ábra. A friss (nyers) és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelek színének alakulása

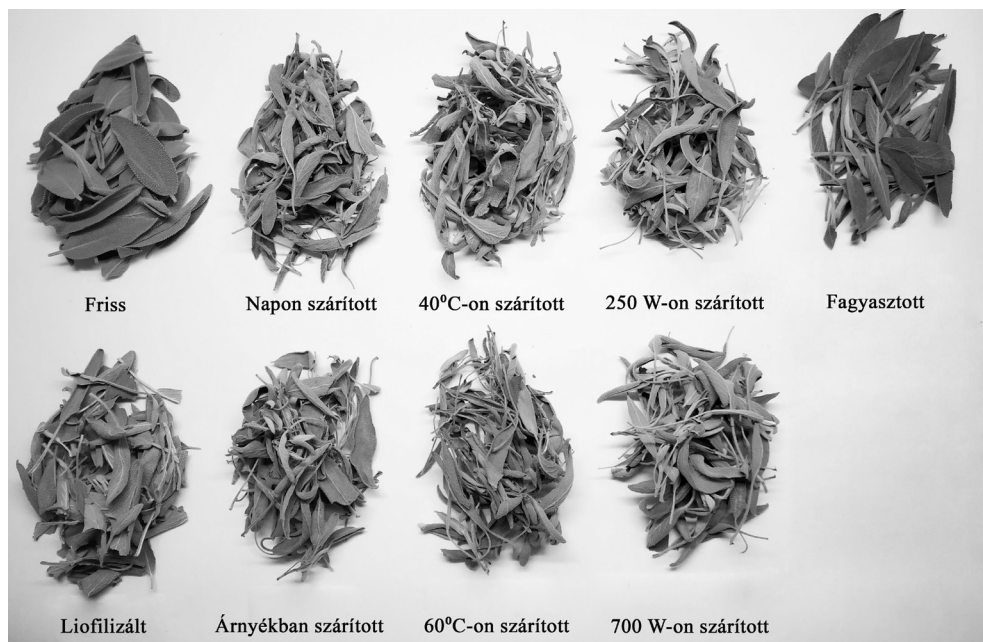
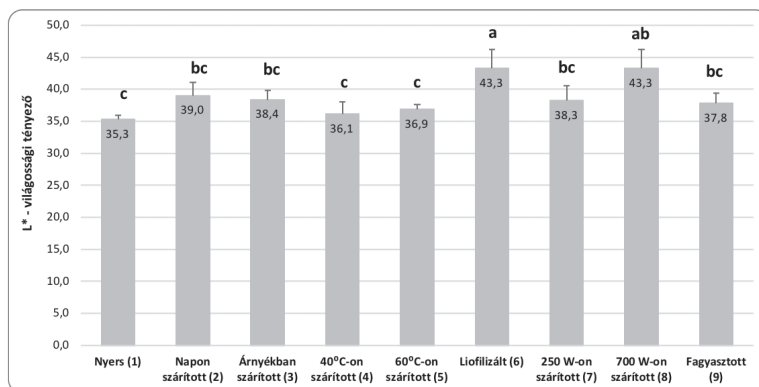


Figure 1. Colour changing of garden sage leaves preserved by different methods

Az  $L^*$  világossági koordináta adatai alapján az összes tartósítási eljárás némiképp csökkentette a zsályalevelek színintenzitását, de ez a halványulás egyedül a liofilizált és 700 W-on szárított minták esetében bizonyult szignifikánsnak (2. ábra). A frissen betakarított levelekhez – színintenzitás tekintetében – a 40 °C-on és 60 °C-on szárított minták álltak a legközelebb.

A levelek zöld árnyalatát ( $-a^*$ ) vizsgálva megállapítottuk, hogy a liofilizált és fagyasztott orvosi zsálya levelek megőrizték zöld színüket a tartósítás során,  $a^*$  értékeik nem különböztek szignifikánsan a nyers mintában mért értékektől (3. ábra). Az  $a^*$  koordináta adatok alapján a 700 W-on mikro-hullámmal szárított tétel is még zöld színűnek tekinthető (negatív  $a^*$  érték). A napon, árnyékban, 40 °C-on, 60 °C-on és 250 W-on szárított zsályalevelek azonban gyakorlatilag elvesztették zöld színüket, szürkés árnyalatúvá váltak.

2. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelek L\* (világossági tényező) értékei

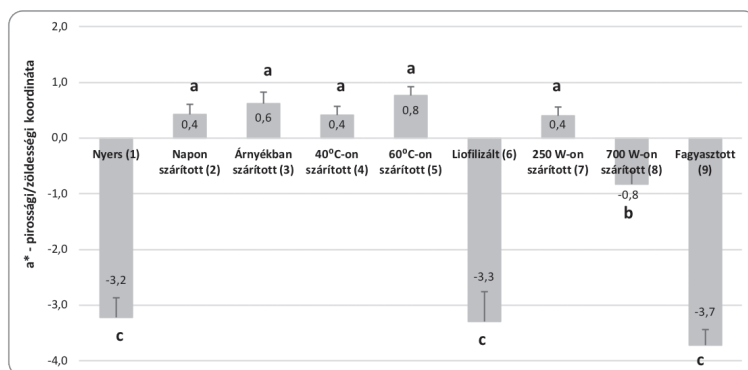


Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

(1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40 °C; (5) Oven-dried at 60 °C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Figure 2. The Hunter L\* (lightness) values of fresh and differently preserved garden sage leaves

3. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelek a\* (pirossági/zöldességi koordináta) értékei



Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

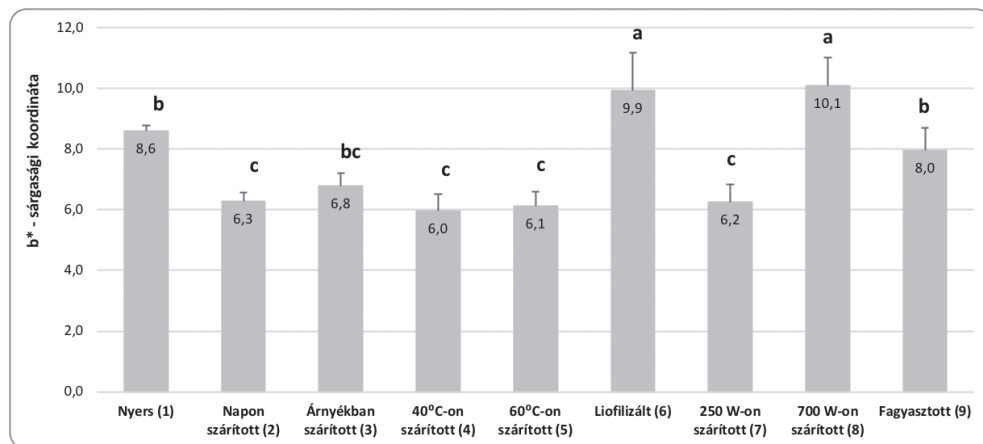
(1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40 °C; (5) Oven-dried at 60 °C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Figure 3. The Hunter a\* (redness/greenness coordinate) values of fresh and differently preserved garden sage leaves

A sárgasági koordináta ( $b^*$ ) értékei alapján a liofilizált és 700 W-on szárított minták statisztikailag igazolhatóan is sárgább színűvé váltak, mint a friss minta (4. ábra). A nyers mintához – sárga szín tekintetében – a fagyasztott zsályalevelek álltak legközelebb. A többi kezelés hatására a levelek sárgás árnyalata szignifikánsan csökkent.

A számított  $a^*/b^*$  hányados értéke megmutatja a zöld ill. sárga szín arányát a vizsgált minta színképében. Minél nagyobb, és negatív előjelű a kapott hányados, annál intenzívebb zöld színű a tétel. Kísérletünk vonatkozásában a liofilizálás és fagyasztás eredményezték a nyers zsályalevélhez leginkább hasonló levélszínűt (5. ábra). A többi tartósítási mód jelentős mértékben befolyásolta a minták külső megjelenését, bár esetükben a tartósított levelek inkább szürkévé váltak, mint sárgává.

4. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsályalevelek  $b^*$  (sárgasági koordináta) értékei



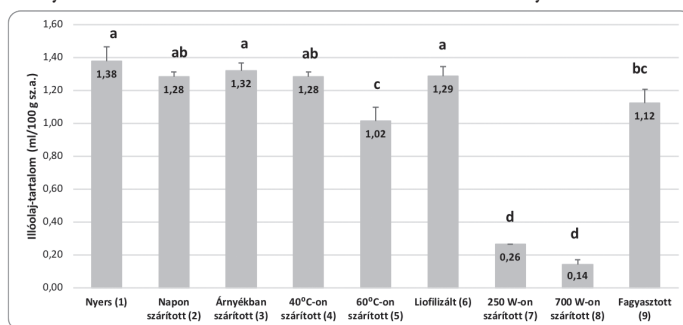
Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

(1) Friss; (2) Napon szárított; (3) Árnyékban szárított; (4) 40°C-on szárított; (5) 60°C-on szárított; (6) Liofilizált; (7) 250 W-on szárított; (8) 700 W-on szárított; (9) Fagyasztott

Figure 4. The Hunter  $b^*$  (yellowness coordinate) values of fresh and differently preserved garden sage leaves



5. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelek a\*/b\* értékei



Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

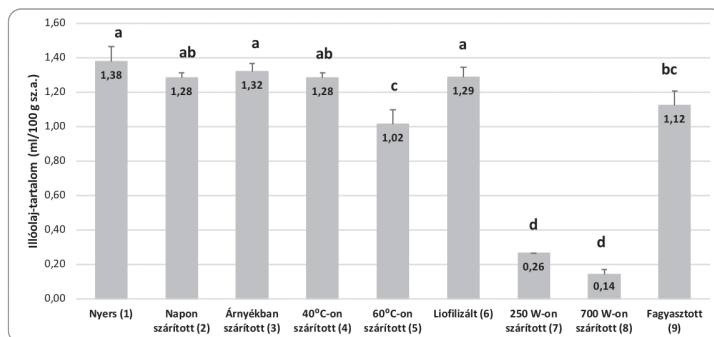
(1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40 °C; (5) Oven-dried at 60 °C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Figure 5. The Hunter a\*/b\* values of fresh and differently preserved garden sage leaves

### Illóolaj-tartalom

A nyers orvosi zsálya levelek átlagosan 1,38 ml/100 g illóolaj-tartalommal rendelkeztek, és a legtöbb tartósítási eljárás képes volt konzerválni ezt a felhalmozási szintet. Sem a napon és árnyékban szárítás, sem a 40 °C-os szárítólevegő ill. liofilizálás nem csökkentették szignifikánsan az aromakomponensek mennyiségét (6. ábra). Hasonló eredményre jutott Venskutonis (1997) is, akinél a 30 °C-on szárítás és liofilizálás szintén megőrizték a zsályalevelek illóolaj-tartalmát.

6. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelek illóolaj-tartalmának alakulása



Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

(1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40 °C; (5) Oven-dried at 60 °C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Figure 6. The essential oil content of fresh and differently preserved garden sage leaves

Ellenben a fagyasztás, és főként a 60 °C-os szárítás statisztikailag igazolható illóolaj-veszteséget eredményeztek, a mikrohullámú szárítások hatására pedig – Hamrouni-Sellami és munkatársai (2012) orvosi zsályalevéllal végzett kutatási eredményeihez hasonlóan – az illóolaj-tartalom szinte teljesen el is tűnt (0,14-0,26 ml/100 g).

### Illóolaj-összetétel

A 'Regula' orvosi zsálya fajta friss leveleiben – az irodalmi adatokhoz hasonlóan - az alfa-tujon (30%) és kámfor (26%) illóolaj-komponensek halmozódtak fel a legnagyobb mennyiségben, de az 1,8-cineol, béta-tujon, alfa-humulén, viridiflorol és manool is 4-7%-ban jelen voltak. A fő komponensek mellett igen kis arányban más összetevőket is azonosítottunk az illóolajban, úgymint alfa- és béta-pinént, kamfént, limonént, borneolt, bornil-acetátot, béta-kariofillént és humulén-epoxid II-t. Három összetevő (esztragon, timol, metil-eugenol) a friss zsályalevelek illóolajában nem volt kimutatható, melyek később a tartósított mintákban megjelentek, de akkor is csak nagyon kis mennyiségben voltak detektálhatók (2. táblázat).

2. táblázat. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelek főbb illóolaj-komponenseinek illóolajon belüli részaránya (%)

Komponens	RT	LRI	Illóolaj komponensek illóolajon belüli részaránya (%)								
			Nyers (1)	Napon szárított (2)	Árnyékban szárított (3)	40 °C-on szárított (4)	60 °C-on szárított (5)	Liofilizált (6)	250 W-on szárított (7)	700 W-on szárított (8)	Fagyasz- tott (9)
alfa-pinén	5,56	<b>938</b>	1,06	1,11	1,20	0,92	1,15	1,11	0,13	0,00	1,13
kamfén	<b>5,95</b>	<b>952</b>	2,30	2,30	2,63	2,03	2,70	2,39	0,54	0,01	2,56
béta-pinén	<b>6,64</b>	<b>981</b>	0,93	0,78	0,95	0,76	0,85	0,97	0,13	0,00	1,04
limonén	<b>6,99</b>	<b>995</b>	1,48	1,30	1,72	1,63	1,40	1,64	0,44	0,06	1,77
1,8-cineol	<b>8,19</b>	<b>1029</b>	6,51	8,02	5,95	6,01	6,19	5,67	2,91	0,33	5,51
alfa-tujon	<b>8,38</b>	<b>1034</b>	30,15	28,47	27,79	25,48	23,73	22,91	15,70	3,15	24,74
béta-tujon	<b>11,07</b>	<b>1105</b>	6,62	5,59	5,53	6,22	5,38	6,01	2,95	0,51	5,52
kámfor	<b>11,41</b>	<b>1113</b>	26,17	23,65	20,29	19,75	20,24	18,41	14,37	4,23	17,50
borneol	<b>12,68</b>	<b>1144</b>	2,79	2,54	2,19	2,49	2,23	2,09	2,35	1,16	2,16
esztragon	<b>13,2</b>	<b>1165</b>	0,00	0,23	0,38	0,89	1,65	0,79	3,95	3,96	0,13
bornil-acetát	<b>18,54</b>	<b>1284</b>	1,44	1,47	1,38	1,65	1,57	1,47	2,30	1,54	1,70
timol	<b>18,81</b>	<b>1290</b>	0,00	0,03	0,05	0,06	0,09	0,29	0,09	0,25	0,04
metil-eugenol	<b>23,68</b>	<b>1420</b>	0,00	0,01	0,03	0,15	0,10	0,05	0,23	1,24	0,01

Komponens	RT	LRI	Illóolaj komponensek illóolajon belüli részaránya (%)								
			Nyers (1)	Napon szárított (2)	Árnyékban szárított (3)	40 °C-on szárított (4)	60 °C-on szárított (5)	Liofilizált (6)	250 W-on szárított (7)	700 W-on szárított (8)	Fagyasz- tott (9)
béta-kariofillén	<b>25,07</b>	<b>1454</b>	3,08	3,84	4,80	4,80	4,51	4,57	6,26	6,51	4,39
alfa-humulén	<b>30,20</b>	<b>1590</b>	4,16	4,63	5,62	5,52	5,22	5,69	7,94	8,25	5,52
viridiflorol	<b>30,49</b>	<b>1598</b>	5,06	5,72	6,10	6,56	6,40	6,34	14,51	18,57	6,86
humulén- epoxid II	<b>31,09</b>	<b>1614</b>	0,45	0,64	0,78	1,00	0,88	0,79	1,25	1,96	0,91
Manool	<b>45,94</b>	<b>2060</b>	4,37	4,86	6,47	6,89	7,67	8,89	18,25	35,06	11,21

Legend: (1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40°C; (5) Oven-dried at 60°C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Table 2. The ratio of main essential oil compounds of fresh and differently preserved garden sage leaves (%)

A kísérletben vizsgált tartósítási eljárások hatásait értékelve megállapítottuk, hogy a mikrohullámú szárításokon kívül egyik módszer sem változtatta meg jelentős mértékben a friss levelekben mért illóolaj-összetételt, a jellemző összetételbeli arányok minden esetben megmaradtak. Ezen tartósítási módok ugyan néhány százalékos arányban (1,7-7,2%) csökkentették az alfa-tujon komponens illóolajon belüli részarányát, a manool mennyiségét pedig növelték 0,5-6,8%-kal, de ez összességében nem okozott szignifikáns változást. Venskutonis (1997) vizsgálatai során a 60 °C-on szárítás látványosan megváltoztatta a zsályalevelek illóolaj-összetételét (pl. az alfa-tujon mennyisége 35-76%-kal lecsökkent), ilyen léptékű módosulásokat azonban a saját kísérletünk során nem tapasztaltunk.

A mi vizsgálatunkban a mikrohullámú szárítási módok eredményeztek drasztikus összetételbeli változásokat. Hatásukra a monoterpén molekulák jelenléte nagyon lecsökkent az illóolajban (feltételezhetően elpárologtak), ezzel párhuzamosan a nagyobb molekulamérettel rendelkező szeszkviterpének (pl. béta-kariofillén, alfa-humulén, viridiflorol) és a diterpén manool illóolajon belüli részaránya jelentősen megnőtt. Hamrouni-Sellami és munkatársai (2012) szintén azt tapasztalták, hogy a mikrohullámú szárítás (500 W-on) szignifikáns hatással van a zsályalevelek illóolaj-összetételére. Kísérletünkben ugyancsak eltűnt a kisebb molekulaméretű monoterpének jelentős része (pl. béta-pinén, kámfén), a viridiflorol mennyisége pedig megnőtt.

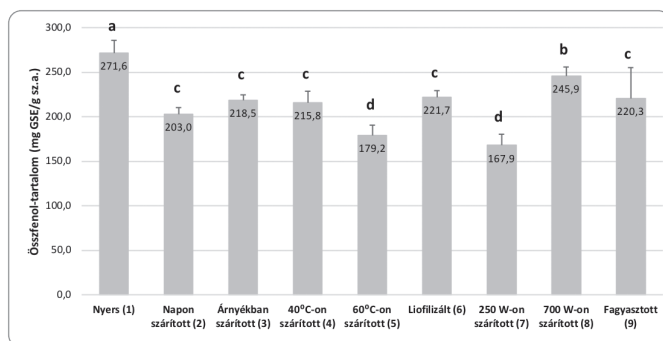
A 250 W-os és 700 W-os mikrohullámú szárítási módokat összehasonlítva megállapítottuk, hogy a 700 W-os szárítás drasztikusabb változást idézett elő, mint a 250 W-on zajló. Míg 250 W-on 48 és 45%-kal csökkent az alfa-tujon és kámfor illóolajon belüli részaránya, a manool komponensé pedig a háromszorosára nőtt, addig 700 W-on 90 és 84%-os csökkenés volt megfigyelhető, a manool esetén pedig hétszeres növekedés (2. táblázat).

### Összfenol-tartalom

Munkánk során megmértük a nyers és különböző módon tartósított zsályalevelekből készített vizes kivonatok összfenol-tartalmát is, mely 167,9 és 271,6 mg GSE/g sz.a. között alakult a kísérlet

során (7. ábra). A frissen betakarított levelekben találtuk a legtöbb fenolos komponenst, de a 700 W-on mikrohullámmal szárított minta is közel hasonló értékekkel rendelkezett, így mind közül ez a tartósítási módszer bizonyult szignifikánsan is a leghatékonyabbnak. Hamrouni-Sellami és munkatársai (2013) kísérletében szintén a 800 W-os mikrohullámú szárítás tudta legjobban megőrizni a zsályalevek fenolos komponenseit.

7. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelekből készített vizes kivonatok összfenol-tartalma



Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

(1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40 °C; (5) Oven-dried at 60 °C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Figure 7. The total phenolic content of aqueous extracts prepared from fresh and differently preserved garden sage leaves

A napon, árnyékban, 40 °C-on szárított, ill. fagyasztással, liofilizálással tartósított minták esetén 203,0-220,3 mg GSE/g sz.a. közötti értékeket találtunk, ami 18,9-25,3%-os csökkenésnek felel meg a friss mintában mért átlagértékhez képest. Ezen tartósítási eljárások között nem találtunk szignifikáns különbségeket.

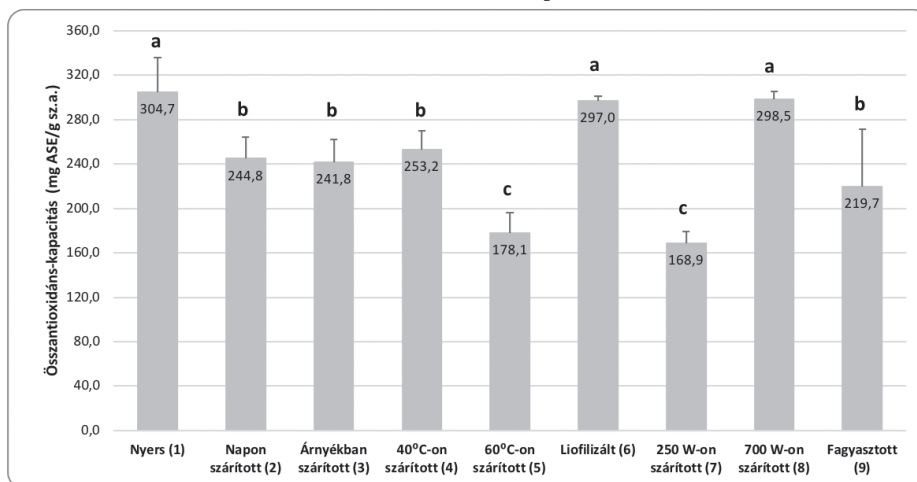
Legkevésbé hatékonyak a 60 °C-os és 250 W-os szárítási módok bizonyultak, melyek 34,0 és 38,2%-os összfenol-tartalombeli veszteséget eredményeztek. Doymaz és Karasu (2018) hasonló megállapításra jutottak kísérletük során, mivel a növekvő szárítási hőmérséklet náluk is egyértelműen csökkentette a zsályalevek fenolos komponenseinek mennyiségét.

### Antioxidáns-kapacitás

Ugyanezen vizes kivonatok összantioxidáns kapacitását is meghatároztuk, mely 168,9 és 304,7 mg ASE/g sz.a. között változott a vizsgálat során (8. ábra). A legmagasabb antioxidáns hatáserősséget a nyers zsályalevek kivonatában találtuk, de a liofilizált és 700 W-on mikrohullámmal szárított levelekből készített kivonatok értékei sem különböztek ettől statisztikailag igazolhatóan. Ez alapján megállapítható, hogy e két tartósítási módszer kiválóan megőrizte a zsályalevek vízdoldékony,

antioxidáns hatású molekuláit. Hamrouni-Sellami és munkatársai (2013) zsályalevelekkel végzett kutatásaik során szintén arra a következtetésre jutottak, hogy a mikrohullámú szárítás kiválóan alkalmas az antioxidáns hatású vegyületek megőrzésére.

8. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelekből készített vizes kivonatok összantioxidáns-kapacitása



Jelmagyarázat: az eltérő betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek/ Legend: Bars with different letters are significantly different

(1) Fresh; (2) Sun-dried; (3) Shade-dried; (4) Oven-dried at 40 °C; (5) Oven-dried at 60 °C; (6) Lyophilized; (7) Microwave dried at 250 W; (8) Microwave dried at 700 W; (9) Frozen

Figure 8. The total antioxidant capacity of aqueous extracts prepared from fresh and differently preserved garden sage leaves

A napon, árnyékban, 40 °C-on szárított, ill. fagyasztással tartósított minták 219,7-253,2 mg ASE/g sz.a. összantioxidáns kapacitással rendelkeztek, ami 16,9-27,9%-kal bizonyult alacsonyabbnak, mint a frissen betakarított levelek esetén mért átlagérték.

A legalacsonyabb antioxidáns kapacitás pedig – hasonlóan az összfenol-tartalomhoz – a 60 °C-on és 250 W-on szárított mintákban volt kimutatható. Ezen tartósítási eljárások 41,5 és 44,6%-kal csökkentették a zsályalevelekből készített kivonatok antioxidáns hatáserősségét.

Megvizsgáltuk a vizes kivonatok összfenol-tartalmának és összantioxidáns kapacitásának kapcsolatát is, melynek során erős, pozitív korrelációt ( $r=0,85$ ) találtunk a két tulajdonság között (2. ábra). Ez alapján feltételezhető, hogy az orvosi zsálya levelekből készített vizes kivonatok antioxidáns hatáserőssége elsősorban a bennük található fenolos vegyületeknek köszönhető, és ezt a különböző tartósítási eljárások sem befolyásolták. Doymaz és Karasu (2018) munkájukban ugyanígy szoros, pozitív korrelációt találtak a két tulajdonság között zsályalevelek esetén.

9. ábra. A nyers és különböző módon tartósított orvosi zsálya levelekből készített vizes kivonatok összfenol-tartalma és összantioxidáns kapacitása közötti korreláció

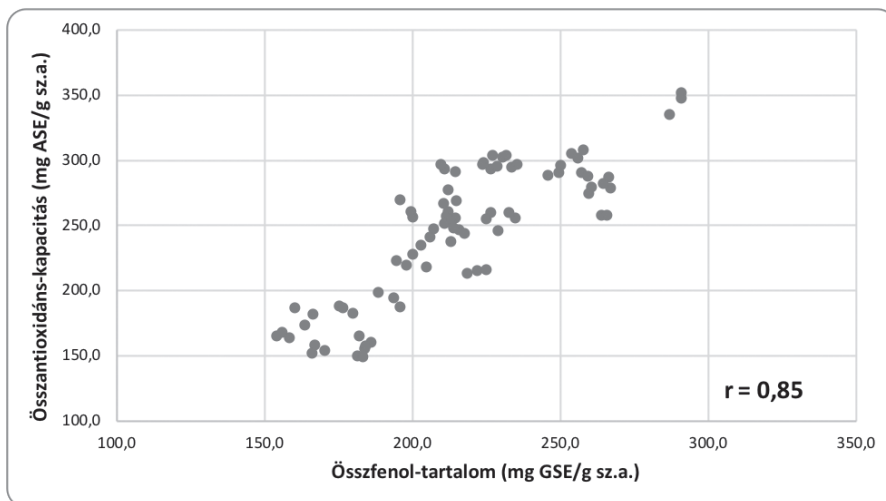


Figure 9. Correlation between total phenolic content and total antioxidant capacity of aqueous extracts prepared from fresh and differently preserved garden sage leaves

### Következtetések

Az alacsony hőfokú, kémleletesebb (árnyékban, napon, 40 °C-on) szárítási módok nagyon hasonlóan befolyásolták az orvosi zsálya levelek küllemi és beltartalmi tulajdonságait. A színt ugyan megváltoztatták, hatásukra a zöld árnyalat szinte teljesen elveszett és a levelek szürkessé váltak, de az illóolaj-tartalmat sikeresen megőrizték, az illóolaj-összetételt sem módosították, továbbá a vízdékony, antioxidáns hatású fenolos komponensek mennyiségét is viszonylag jól megtartották.

A 60 °C-on történő konvektív szárítási mód ellenben nem kedvezett a zsályaleveleknek. A friss mintával összevetve itt volt a leglátványosabb a színbeli eltérés, de az illóolaj-tartalom, a vízdékony fenolos vegyületek mennyisége és a levelek antioxidáns hatáserőssége is jelentősen lecsökkent. Ez alapján megállapítható, hogy a 60 °C-os szárítási hőmérséklet már túl magas ahhoz, hogy jó minőségű drogot lehessen előállítani. A szakirodalomban számos orvosi zsályával kapcsolatos kutatás során jutottak hasonló eredményre (Pachura et al. 2022; Hamrouni-Sellami et al. 2012 és 2013; Venskutonis 1997; Doymaz és Karasu 2018).

A fagyasztás szintén gyakori tartósítási eljárás a fűszernövényeknél, habár az orvosi zsályával kapcsolatban ezen módszer levelekre gyakorolt hatását eddig még nem vizsgálták. Eredményeink alapján a normál, -18 °C-on történő fagyasztás viszonylag jól meg tudta őrizni az eredeti illóolaj-tartalmat és -összetételt, valamint a vízdékony, antioxidáns hatással rendelkező fenolos komponenseket, ráadásul a levelek eredeti zöld színét sem módosította. Ez alapján alkalmas eljárásnak tűnik a zsályalevelek friss fűszerként történő megőrzésére.

A liofilizálás viszonylag új technológiának számít a gyógy- és fűszernövények tartósításában, így ezen a téren még hiányosak a rendelkezésre álló ismeretek felhasználhatóságát illetően. A zsályalevelek minőségére gyakorolt hatásaival kapcsolatban sem született eddig túl sok tanulmány. Vizsgálataink során azonban ez a módszer bizonyult a leghatékonyabbnak az összes vizsgált tulajdonság tekintetében. Mind az illóolaj-tartalmat és fenol-tartalmat, mind a zsályalevelek színét kiválóan meg tudta őrizni. Venskutonis (1997) szintén azt találta, hogy a liofilizálás nagyon jól megővja a zsályalevelek illóolaj-tartalmát.

A mikrohullámú szárítás ugyancsak új technológia a gyógynövények tartósításában, és speciális fizikai paraméterei (pl. a belülről kifelé irányuló hőmozgás) ill. nagyon rövid szárítási ideje miatt igen nagy érdeklődés övezi. Munkánk során a 250 W-on történő mikrohullámú szárítás bizonyult a legkevesbé alkalmasnak a zsályalevelek tartósítására, mivel jelentősen csökkentette a hatóanyag-tartalmat, és színváltozást is okozott. A 700 W-os, jóval intenzívebb, ugyanakkor rövidebb szárítási idejű módszer szintén drasztikus illóolaj-tartalom csökkenést eredményezett, ráadásul az illóolaj-összetételt is teljesen megváltoztatta, viszont a levelek részben megőrizték zöld színüket, továbbá a belőlük készített vizes kivonatok összfenol-tartalma és antioxidáns kapacitása is majdnem változatlan mértékben megmaradt. Eredményeink összhangban vannak Pachura és munkatársai (2022), valamint Hamrouni-Sellami és munkatársai (2012 és 2013) megfigyeléseivel, miszerint a nagy teljesítményű mikrohullámú szárítás kiválóan alkalmas az antioxidáns hatású fenolos vegyületek megőrzésére.

### Felhasznált irodalom

1. Başer, K.H.C. and Buchbauer, G. (Eds.). 2016. Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. CRC Press.
2. Benzie, I.F.F. and 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.
3. Boutebouhart, H., Didaoui, L., Tata, S. and Sabaou, N. 2019. Effect of extraction and drying method on chemical composition, and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of essential oils from *Salvia officinalis* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(3): 717-727.
4. Doymaz, İ. and Karasu, S. 2018. Effect of air temperature on drying kinetics, colour changes and total phenolic content of sage leaves (*Salvia officinalis*). *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 10(3): 269-276.
5. EMA/HMPC. 2016. Public statement on *Salvia officinalis* L. *aetheroleum*. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/public-statement-salvia-officinalis-l-aetheroleum\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/public-statement-salvia-officinalis-l-aetheroleum_en.pdf)
6. Ghorbani, A. and Esmailzadeh, M. 2017. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7: 433-440.
7. Hamrouni-Sellami, I., Rebey, I.B., Sriti, J., Rahali, F.Z., Limam, F. and Marzouk, B. 2012. Drying Sage (*Salvia officinalis* L.) plants and its effects on content, chemical composition, and radical scavenging activity of the essential oil. *Food and Bioprocess Technology*, 5: 2978-2989.
8. Hamrouni-Sellami, I., Rahali, F.Z., Rebey, I.B., Bourgou, S., Limam, F. and Marzouk, B. 2013. Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food and Bioprocess Technology*, 6: 806-817.
9. Hernandez-Saavedra, D., Perez-Ramirez, I.F., Ramos-Gomez, M., Mendoza-Diaz, S., Loarca-Pina, G. and Reynoso-Camacho, R. 2016. Phytochemical characterization and effect of *Calendula officinalis*, *Hypericum perforatum* and *Salvia officinalis* infusions on obesity associated cardiovascular risk. *Med Chem Res.*, 25: 163-172.

10. Hossain, M.B., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A.B. and Brunton, N.P. 2010. Effect of drying method on the antioxidant capacity of six *Lamiaceae* herbs. *Food Chemistry*, 123: 85–91.
11. Li, B., Zhang, C., Peng, L., Liang, Z., Yan, X., Zhu, Y. and Liu, Y. 2015. Comparison of essential oil composition and phenolic acid content of selected *Salvia* species measured by GC – MS and HPLC methods. *Industrial Crops and Products*, 69: 329–334.
12. Lopresti, A.L. 2017. *Salvia* (Sage): A review of its potential cognitive-enhancing and protective effects. *Drugs in R&D*, 17: 53–64.
13. Pachura, N., Zimmer, A., Grzywna, K., Figiel, A., Szumny, A. and Łyczko, J. 2022. Chemical investigation on *Salvia officinalis* L. affected by multiple drying techniques – The comprehensive analytical approach (HS-SPME, GC–MS, LC-MS/MS, GC-O and NMR). *Food Chemistry*, 397: 133802.
14. Radulović, N.S., Genčić, M.S., Stojanović, N.M., Randjelović, P.J., Stojanović-Radić, Z. and Stojiljković, N.I. 2017. Toxic essential oils. Part V: Behaviour modulating and toxic properties of thujones and thujone-containing essential oils of *Salvia officinalis* L., *Artemisia absinthium* L., *Thuja occidentalis* L. and *Tanacetum vulgare* L. *Food and Chemical Toxicology*, 105: 355–369.
15. Russo, A., Formisano, C., Rigano, D., Senatore, F., Delfino, S., Cardile, V., Rosselli, S. and Bruno, M. 2013. Chemical composition and anticancer activity of essential oils of Mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions. *Food Chem Toxicol.* 55: 42–47.
16. Sárosi Sz. és Sváb J. 2013. *Salvia officinalis*. In: Bernáth J. (szerk.): Vadon termő és termesztett gyógynövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 433–437.
17. Sharma, Y., Fagan, J. and Schaefer, J. 2019. Ethnobotany, phytochemistry, cultivation and medicinal properties of Garden sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8: 3139–3148.
18. Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144–158.
19. Venskutonis, P.R. 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chemistry*, 59(2): 219–227.

## **The effect of different preservation methods on the colour and active substance content of garden sage leaves**

GOSZTOLA, B., RADÁCSI, P., HAZARIKA, U.

Department of Medicinal and Aromatic Plants, Institute of Horticultural Sciences,  
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE)

E-mail: gosztola.beata@uni-mate.hu

### **Summary**

In this work we studied the effects of various preservation methods (convective drying in the sun, in shade, at 40 °C and 60 °C, microwave drying at 250 W and 700 W, lyophilization, freezing) on the colour and active ingredient content (essential oil content and composition, total phenol content and antioxidant capacity) of garden sage (*Salvia officinalis* L.) leaves. The homogeneous



plant material required for our experiments was produced from 'Regula' variety at the Experimental and Research Farm of MATE in Soroksár.

By examining the effect of different preservation methods on the colour of sage leaves it was established that lyophilized and frozen leaves kept the original green colour the best. In case of the other treatments leaves became more greyish. Fresh garden sage leaves had 1.38 ml/100 g d.w. average essential oil content, which was not significantly modified by most of the applied preservation techniques. Only drying at 60 °C resulted in a higher, 26% reduction, while microwave drying processes caused 81-90% loss in volatiles. The essential oil composition found in raw sage leaves (30% alpha-thujone, 26% camphor) was significantly influenced only by microwave drying methods. Due to their effect, the proportion of monoterpenes with lower molecular weight drastically decreased in the essential oil (alpha-thujone: by 48-90%, camphor: by 45-84%), while the proportion of sesquiterpenes (e.g. alpha-humulene, viridiflorol) and diterpenes (manool) increased considerably.

The average total phenolic content of aqueous extracts prepared from fresh garden sage leaves was 271.6 mg GSE/g d.w., while its antioxidant capacity was 304.7 mg ASE/g d.w. Lyophilization and microwave drying at 700 W could preserve the water-soluble, antioxidant phenolic compounds well, however, drying at 60 °C and at 250 W reduced their amounts by 34-38% and the total antioxidant capacity of the extracts by 42-45%.

**Keywords:** antioxidant capacity, essential oil, freezing, lyophilization, microwave drying, thujone, total phenolic content

### **Szerzők**

**Gosztola Beáta** (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Radácsi Péter** – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Hazarika Urbashi** – PhD hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.