

## A kutatás előzményei és célkitűzése

Megfelelő minőségű élelmiszerek előállítása tudományos és élelmiszeripari szempontból is hangsúlyos. A kiindulási alapanyag kiváló beltartalmi paramétereinek megőrzése a feldolgozás és az előállítás során kiemelt fontossággal bír. Ezen cél érdekében olyan fűszernövények alkalmazása ajánlott, melyek hatóanyaga igazoltan antibakteriális és antioxidáns hatással rendelkezik (Nielsen és Rios, 2000; Modi et al., 2006). A *Lamiaceae* növény családba tartozó *Thymus* és *Origanum* nemzetségekbe tartozó növényfajok kiemelkedő szabadgyök-fogó és lipidperoxidációt gátló hatással rendelkeznek (Zheng és Wang, 2001; Capecka et al., 2005).

A természetes eredetű antioxidánsok használata különböző élelmiszerkészítményekben egyre nagyobb gyakorlati és tudományos jelentőséggel bír. Ennek megfelelően azon komponensek vizsgálata, melyek antioxidáns hatást mutatnak, a tudományos érdeklődés középpontjába kerültek. Mata és munkatársai (2007) igazolták, hogy számos fűszer, a főzés során használt kisebb dózisokban is bizonyítottan erős antioxidáns hatással rendelkezik. Mindazonáltal egyáltalán nem mindegy, milyen módon előállított fűszert használunk, hisz a növényi eredetű alapanyagok esetében a szárítás – tartósítás módja igen nagy mértékben képes befolyásolni a végtermék minőségét.

A kísérletünkben vizsgált növényfajok közül a kerti kakukkfűre (*Thymus vulgaris*) vonatkozóan található nagyobb mennyiségű szakirodalmi adat. Az eredmények kiértékelése során külön kell választanunk az illóolaj-mennyiségében és minőségében bekövetkező változásokat, illetve a szárítási – tartósítási módok nem illékony komponensekre gyakorolt hatását egyaránt, hisz mindkét vegyületcsoportnak fontos szerepe van az antioxidáns hatás kialakításában. Bendl és munkatársai (1988) fagyasztva-szárított és 40 °C-on szárított kakukkfű mintákat vizsgáltak. Az illóolaj-tartalom és azon belül a timol és a karvakrol, mint fő komponensek százalékos aránya a liofilizált mintákban volt nagyobb; Venskutonis (1997) szerint szintén a fagyasztva szárítás eredményez a friss növényi alapanyaghoz leginkább hasonló érzékszervi paramétereket. Ugyanezen szerző eredményei alapján az is kijelenthető, hogy a friss mintákkal összevetve a szárítás hatására megnő az illóolajon belül a timol százalékos aránya (Venskutonis, 1997). Deans és munkatársai (1991) a kerti kakukkfű esetében igazolták, hogy 60 °C feletti szárítási hőmérsékleten már szignifikáns illóolaj-tartalombeli csökkenés tapasztalható. Park és munkatársai (2002) hasonló eredményt kaptak a fodormenta esetében, a drog illóolaj-tartalma 50 °C-os szárítási hőmérséklet alatt magasabb volt, mint nagyobb hőmérsékleti értékek alkalmazása mellett. A friss hajtások lefagyasztása szintén elterjedt módszer, ez esetben akár 1 évig is tárolható a növény drogja jelentősebb minőségromlás nélkül (Mohammed és Wickham, 1995). A fagyasztott drogból nyerhető illóolaj összetétele hasonlít a legjobban a friss mintákból kinyerhető olajokhoz (Usai et al., 2011). Más szerzők viszont arra figyelmeztetnek, hogy a fagyasztás és a fagyasztva szárítás jelentős illóolaj-vesztéssel járhat (a felszakadt mirigyszőrök miatt) (Diaz-Maroto et al., 2002). A kerti kakukkfű kivonatának antioxidáns hatáserősségét szintén jelentős mértékben befolyásolja a szárítás módja. Hossain és munkatársai (2010) azt tapasztalták, hogy a fagyasztva szárított mintákkal szemben a szobahőmérsékleten szárított drogok rendelkeztek szignifikánsan nagyobb antioxidáns kapacitással (FRAP és OREC módszerek alapján); az összehasonlítási alapot képező friss növényi alapanyag pedig igen alacsony értékeket produkált.

Az *Origanum* fajok esetében kevesebb szakirodalmi adat áll rendelkezésünkre. Ezen növényfaj esetében is bizonyítást nyert, hogy az illóolaj mennyisége a friss mintákhoz viszonyítva csökken a szárítás során (Figiel et al., 2010). A kíméletesebb, alacsonyabb hőmérsékleten történő szárítás a fő komponens (karvakrol) százalékos arányának növekedését idézi elő az illóolajon belül (Cesare et al., 2004). Capecka és munkatársai (2005) a szurokfű virágzó hajtásainak szárítása során kimutatták, hogy azok lipidperoxidációt gátló hatása csökkent, míg szabadgyök-fogó aktivitásuk nőtt (valószínűleg a megváltozott hatóanyag-összetétel miatt). Hossain és munkatársai (2010) a szurokfű esetében is igazolták, hogy a szobahőmérsékleten szárított minták rendelkeznek a

legnagyobb antioxidáns kapacitással, a friss minták antioxidáns hatása pedig a meleg levegővel szárított drogokétól is jelentősen elmaradt.

A fűszerek és élelmiszer-alapanyagok minősítésének egy egyszerű módja a szolid fázisú mikroextrakció (SPME). Előnye a rövid mintavételezési idő, és a kisebb mennyiségben szükséges növényi alapanyag (Zhang et al., 2007). A módszer hatékonyságát számos növényfaj illóolaj-elemzésekor igazolták, köztük a kerti kakukkfű esetében is (Jirovetz et al., 2002; Bicchi et al., 2007, Bertoli et al., 2010).

A különböző fűszereket hagyományosan szárított formában használjuk. A mediterrán térségben ezen kívül még igen elterjedt a friss növényi részek (Capecka, 2004), illetve az úgynevezett fűszerolajok alkalmazása (olívaolajba áztatott fűszerek) is (Moldao-Martins et al., 2004).

A fűszerekre vonatkozó érzékszervi vizsgálatokról nagyon kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre. Az *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* kapcsán Olivier (1997) közölt egy profilanalitikus bírálatot, amelyben a vizsgált tulajdonságok a következők voltak: összes illatintenzitás, föld illat, széna illat, menta illat, gyógyszer illat, összes ízintenzitás, gyógyszer íz, dohos íz, széna íz, keserű íz, menta íz, zöld íz.

A humán-érzékszervi vizsgálatok mellett különböző szenzorokat fejlesztettek az élelmiszerek minősítésére úgy, mint az elektronikus-orrot és az elektronikus-nyelvet. Ez előbbi sikeresen alkalmazható különféle termékek minősítésére a kiindulás, átmeneti és végtermékek gyors analízisére akár hús (Baby et al., 2005), kávé (Costa-Freitas et al., 2001), olívaolaj (Cosio et al., 2007; Lerma-García et al., 2010), bor és sörkésítmények esetén is (Ragazzo-Sanchez et al., 2009).

Érzékszervi bírálói panelek és a műszeres érzékszervi jellemzők között összefüggéseket számos növényi alapanyagból készült élelmiszeripari termék esetén kutatják. Többek között Kovács et al. (2010) a fekete tea, Castro-Vázquez et al. (2009) virágmézek, Laureati et al. (2010) pedig *Perilla frutescens* minták vizsgálatára alkalmazta a leíró érzékszervi bírálatok és az elektronikus orr, illetve elektronikus nyelv mérési eredményeinek összevetését.

A szakirodalmi adatok alapján még egyszer sem vizsgálták többféle szárítási hőmérséklet hatását, ezért kísérletünkben célul tűztük ki az eltérő szárítási (szobahőmérséklet, 30 °C, 40 °C, 50 °C) – tartósítási (fagyasztás, fagyasztva szárítás) módok hatásának elemzését két jól ismert fűszernövény (*Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) főbb hatóanyagainak tekintetében. Célunk volt még a növényfajokban előforduló fenolos savak és flavonoidok mennyiségi változásának nyomonkövetése a szárítás, feldolgozás során, melyet korábban még szintén nem vizsgáltak. Kutatásunkat kiterjesztettük két eltérő kemotípusú kerti kakukkfű alapanyagra, illetve a görög oregánón kívül a közönséges szurokfűvel is végeztünk összehasonlító vizsgálatokat. Az analitikai vizsgálatok mellett humán és műszeres érzékszervi vizsgálatokkal is jellemezni kívántuk az eltérő szárítási módok hatását.

### A vizsgálatok módszere

**Növényanyag:** Korábban létesített kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) (Kalocsai szelektált köztermesztésű populáció) és szurokfű (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* – Görög oregánó, *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* – közönséges szurokfű) állományokból, a gyűjtést mindhárom évben teljes virágzási stádiumban végeztük.

**Szárítási és tartósítási módok:** 1. kezelés – friss minták, 2. kezelés – természetes módon történő szárítás, 3. kezelés – 30 °C-on történő szárítás, 4. kezelés – 40 °C-on történő szárítás, 5. kezelés – 50 °C-on történő szárítás, 6. kezelés – fagyasztás, 7. kezelés – fagyasztva szárítás (liofilizálás).

**Illóolaj-mennyiségének meghatározása:** Clevenger-típusú vízgőzdesztillációval, a VII. Magyar Gyógyszerkönyvnek megfelelően (ml/100 g sz.a.). Az ismétlésszám 4 volt.

Illóolaj-összetétel meghatározása: GC-MS és SPME-GC-MS módszerrel, 4 ismétlésben, spektrumkönyvtárak (NIST, Wiley), standardok és lineáris retenció indexek alapján (a komponensek mennyisége területszázalékban megadva).

Vizes és alkoholos kivonatok készítése: A megdarált mintákból vizes (1 g porított drog leforrása 100 ml, 100 °C-os desztillált vízzel, majd áztatása 24 órán át) és alkoholos (1 g porított drog 72 órás áztatása 20%-os etil-alkoholban) kivonatokot készítettünk. A szűrést követően az extraktumokat fagyasztoóban tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig.

A kivonatok összes fenoltartalmának meghatározása: Singleton és Rossi (1965) módosított módszere alapján, mennyiségét mg galluszsav-egyenérték/g szárazanyagban határoztuk meg (mg GSE/g sz.a.). Méréseinket háromszoros ismétlésben végeztük.

A kivonatok összantioxidáns kapacitásának meghatározása: Benzie és Strain (1996) módosított módszere alapján, FRAP reagens használatával, mennyiségét mg aszkorbinsav-egyenérték/g szárazanyagban határoztuk meg (mg ASE/g sz.a.). Méréseinket háromszoros ismétlésben végeztük.

A kivonatok fenolos savainak és flavonoid összetevőinek vizsgálata: Nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia – tandem tömegspektrometria (HPLC-MS/MS) kapcsolt mérőrendszer alkalmazásával, 4 ismétlésben.

Érzékszervi tulajdonságok vizsgálata: A leíró módszerek közül illat- és ízprofil analízist használtunk, melyekhez a következőket vettük figyelembe a bírálatok során: ISO 6564: 1985, MSZ ISO 11035:2001, MSZ ISO 11036:2001. A bírálatokat 12 ismétlésben végeztük. A különbségvizsgálati módszerek közül háromszög tesztet alkalmaztunk az ISO 4120:2004 és az ISO 16820:2004 szabvány alapján, 40 ismétlésben. Az egyes kezelések hatását és az ebből következő komplex illatváltozást műszeres érzékszervi vizsgálatokkal is nyomon követtük NST 3320 típusú elektronikus orr segítségével, 12 ismétlésben.

## Eredmények

### 1. A különböző szárítási – tartósítási módok hatása az illóolaj-mennyiségére

A különböző szárítási és tartósítási módok hatását 2008-ban és 2009-ben az összes kezelés esetében megvizsgáltuk. 2010-ben csupán a természetes módon történő és a 40 °C-on szárított mintákat vetettük össze a friss növényi alapanyaggal, ebben az évben azonban két eltérő kemotípusú kerti kakukkfű (timolos, illetve alfa-terpineolos), és két különböző szurokfű alfajjal (görög oregánó – *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, közönséges szurokfű – *Origanum vulgare* subsp. *vulgare*) dolgoztunk.

Eredményeink összhangban álltak a szakirodalmi adatokkal. A magas hőmérséklet (Deans et al., 1991, Park et al., 2002), illetve a fagyasztás és liofilizálás (Diaz-Maroto et al., 2002) okozta a legnagyobb illóolaj-veszteségeket (**1. táblázat**). A kéméletesebb szárítási módok közül kiemelni a 30 °C-os szárítási hőmérsékletet, mely mindkét növényfaj esetében a legmagasabb illóolaj-tartalmat eredményezte. A természetes módon történő szárítás is jó eredményeket adott, ám ennek a módszernek egyik hátránya a hosszabb száradási idő. A kapott eredményeket az **1. táblázat** szemlélteti.

2010-ben két eltérő típusú kakukkfű és szurokfű alapanyag vizsgálatával arra kerestük a választ, a különböző növényi alapanyagok illóolaj-tartalma eltérően vagy hasonlóan reagál-e az eltérő szárítási módokra. A mért értékeket a **2. táblázat**ban foglaltuk össze.

**1. táblázat: Kerti kakukkfű és görög oregánó minták illóolaj-tartalmának alakulása 2008-ban és 2009-ben különböző szárítási és tartósítási módok alkalmazásával (átlag ± szórás)**

	Kerti kakukkfű		Görög oregánó	
	2008	2009	2008	2009
Friss minták	1,18 ± 0,28	1,77 ± 0,33	6,77 ± 0,24	4,28 ± 0,32
Természetes szárítás	1,73 ± 0,02	1,52 ± 0,06	5,22 ± 0,13	4,46 ± 0,11
30 ° C	1,84 ± 0,12	1,80 ± 0,11	6,21 ± 0,33	4,16 ± 0,27
40 ° C	1,55 ± 0,03	1,65 ± 0,06	5,63 ± 0,12	4,96 ± 0,17
50 ° C	0,69 ± 0,10	1,54 ± 0,12	3,27 ± 0,28	5,09 ± 0,36
Fagyasztott	1,41 ± 0,10	1,02 ± 0,16	5,54 ± 0,08	3,01 ± 0,15
Liofilizált	1,04 ± 0,01	1,65 ± 0,06	4,65 ± 0,10	2,78 ± 1,03

**2. táblázat: Különböző szárítási módok hatása eltérő kemotípusú kerti kakukkfű és két, különböző szurokfű alfaj illóolaj-tartalmára (átlag ± szórás)**

	Kerti kakukkfű		Szurokfű	
	Timolos	$\alpha$ -terpineolos	Görög oregánó	Közönséges szurokfű
Friss minták	0,72 ± 0,09	3,51 ± 0,11	6,73 ± 0,06	0,51 ± 0,05
Természetes szárítás	0,93 ± 0,06	4,19 ± 0,12	6,11 ± 0,12	0,21 ± 0,05
40 ° C	0,64 ± 0,11	3,59 ± 0,22	7,14 ± 0,06	0,14 ± 0,03

A két kerti kakukkfű alapanyag illóolaj-tartalma jelentősen eltért egymástól, a különböző szárítási módokra azonban hasonlóan reagáltak. Mindkét esetben a természetes módon történő szárítás adta a legjobb eredményt. A szurokfű esetében viszont ellentétes tendencia volt megfigyelhető. Itt is nagy volt az eltérés a minták illóolaj-tartalmában. Az illóolajban gazdagabb görög oregánó illóolaj-tartalma a 40 °C-os szárítást követően bizonyult a legnagyobbaknak, míg a közönséges szurokfű esetében a szárítás során jelentős illóolaj-veszteség volt megfigyelhető (**2. táblázat**).

## 2. A különböző szárítási és tartósítási módok hatása a kakukkfű és a szurokfű illóolájának összetételére

Mint ahogy az irodalmi áttekintésben már utaltunk rá, a különböző szárítási módok jelentősen befolyásolhatják az illóolajok összetételét a végtermékben. Mindkét növényfaj esetében egy fenolos monoterpén felelős a végtermékek jellemző ízéért és illatáért, ez a fő komponens a kerti kakukkfűnél a timol, míg a görög oregánó esetében a karvakrol. Az illóolaj-tartalomhoz hasonlóan 2008-ban és 2009-ben az összes kezelési módot megvizsgáltuk, míg 2010-ben csupán a természetes szárítást és a 40 °C-on történő szárítást vetettük össze a friss mintákkal, két-két eltérő kakukkfű és szurokfű minta esetében (**3. és 4. táblázatok**).

A kerti kakukkfű esetében, 2008-ban a szakirodalmi adatoknak megfelelően (Bendl et al., 1988; Venskutonis, 1997) a liofilizált minták illóolájában volt a legmagasabb a timol százalékos aránya, a fagyasztott mintákban szintén magas volt ennek a komponensnek az aránya. 2009-ben azonban egyedül a fagyasztás eredményezett a friss mintákhoz hasonló illóolaj-összetételt, mely szintén összhangban állt Usai és munkatársai eredményeivel (2011). Érdekes, hogy mindkét évben a 30 °C-os szárítás után mértük a legnagyobb timol százalékos-arány csökkenést.

**3. táblázat: Az eltérő szárítási-tartósítási módok hatása a kerti kakukkfű és a görög oregánó illóolajának fő komponenseire (átlag ± szórás)**

	Kerti kakukkfű – timol % aránya		Görög oregánó – karvakrol %-os aránya	
	2008	2009	2008	2009
Friss minták	68,98 ± 2,25	69,38 ± 5,44	91,18 ± 0,28	83,53 ± 2,19
Természetes szárítás	65,78 ± 0,54	67,34 ± 2,69	94,15 ± 0,23	82,75 ± 2,56
30 °C	58,57 ± 0,28	60,49 ± 2,44	94,62 ± 1,24	89,74 ± 0,28
40 °C	67,76 ± 0,55	61,35 ± 1,51	94,44 ± 0,19	83,36 ± 0,86
50 °C	68,98 ± 2,45	61,75 ± 1,18	95,39 ± 0,37	85,64 ± 0,56
Fagyasztás	70,00 ± 0,34	70,68 ± 6,03	93,36 ± 0,46	82,69 ± 4,58
Liofilizálás	71,19 ± 4,27	61,65 ± 1,09	91,28 ± 0,39	76,91 ± 0,66

A görög oregánó esetében a meleg levegős szárítási módok eredményeztek nagyobb karvakrol százalékos arányt az illóolajon belül. Mindkét évben a liofilizált minták illóolaja tartalmazta a legkevesebb karvakrolt. Úgy tűnik a két növényfaj fő komponense, habár nagyon hasonló felépítésű, ellentétes módon reagál a szárítási-tárolási módokra.

2010-ben a két eltérő típusú kakukkfű és szurokfű alapanyag esetében a friss, a természetes módon szárított és a 40 °C-on szárított mintákat vetettük össze. Az értékeket a **4. táblázatban** foglaltuk össze.

**4. táblázat: Különböző szárítási módok hatása eltérő kemotípusú kerti kakukkfű és két, különböző szurokfű alfaj illóolajának fő komponenseire (átlag ± szórás)**

	Timolos kakukkfű	Nem timolos kakukkfű	Görög oregánó	Közönséges szurokfű
	timol %	$\alpha$ -terpinil-acetát %	karvakrol%	Germakrén-D %
Friss minták	72,32 ± 3,71	74,24 ± 1,59	91,79 ± 0,82	15,02 ± 4,28
Természetes szárítás	64,00 ± 3,62	75,62 ± 0,65	90,80 ± 0,44	14,56 ± 4,03
40 °C	66,68 ± 2,76	73,18 ± 0,46	87,29 ± 1,25	13,92 ± 1,21

Az eltérő kemotípusú kerti kakukkfű és a két szurokfű alfaj esetében a fő komponensek százalékos aránya az illóolajon belül hasonló módon változott. A friss mintákban mérhető értékektől mind a természetes, mind pedig a meleg levegős szárítási mód esetében fokozódó visszaesés volt tapasztalható.

2009-ben a hagyományos, vízgőzdesztillációval előállított illóolaj (IO) mellett SPME módszerrel (headspace – HS) is vizsgáltuk a növények illékony komponenseinek összetételét a friss mintákban (1. és 2. melléklet). A szakirodalmi adatoknak megfelelően (Bertoli et al., 2010) a HS mintákban nagyobb arányban fordultak elő a fő komponensek prekursorai, melyek még nem oxidálódtak monoterpének (a  $\gamma$ -terpinén és a p-cimol). A fő komponensek megegyeztek, de mind a timol, mind pedig a karvakrol vonatkozásában egy jelentős területaránybeli növekedés volt megfigyelhető az illóolajokon belül.

### 3. A különböző szárítási és tartósítási módok hatása a kakukkfű és a szurokfű kivonatának összes fenoltartalmára

A kísérletek első évében az összes fenoltartalom esetében az értékeket 1 ml kivonatra vonatkoztatva adtuk meg, és csak 2009-től számoltunk a kivonatok eltérő szárazanyagtartalmával. A 2008-as évben mért értékeket az **5. táblázat** tartalmazza.

**5. táblázat: Az eltérő szárítási-tartósítási módok hatása a kerti kakukkfű és a görög oregánó vizes és alkoholos kivonatában mérhető összes fenoltartalomra, 2008 (átlag ± szórás)**

	Összes fenoltartalom 2008 (mg GSE/ml)			
	Kerti kakukkfű		Görög oregánó	
	Vizes	Alkoholos	Vizes	Alkoholos
Friss minta	-	-	0,22 ± 0,02	0,10 ± 0,00
Természetes szárítás	1,24 ± 0,20	0,29 ± 0,05	1,60 ± 0,04	1,42 ± 0,07
30 °C	0,95 ± 0,19	0,21 ± 0,03	1,48 ± 0,07	1,02 ± 0,10
40 °C	2,37 ± 0,25	0,20 ± 0,02	1,64 ± 0,08	1,30 ± 0,06
50 °C	0,13 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,38 ± 0,02
Fagyasztott	0,13 ± 0,04	0,01 ± 0,00	0,24 ± 0,01	0,17 ± 0,01
Liofilizált	1,12 ± 0,21	0,42 ± 0,11	0,96 ± 0,01	0,61 ± 0,04

Általánosságban kijelenthető, hogy a vizes kivonatokban mértünk nagyobb értékeket mindkét növényfaj esetében. A friss minták alacsonyabb szárazanyag-tartalma miatt a kakukkfű esetében nem kaptunk értékelhető eredményt. Mindkét növényfaj esetében kimagasló értékeket mértünk a 40 °C-on szárított mintákban. A 30 °C-on és a természetes módon történő szárítás, illetve a liofilizálás szintén jó eredményeket produkált. A kivonatok összes fenoltartalmára a legnegatívabb hatást egyértelműen a magas hőmérséklet és a fagyasztás fejtette ki.

**6. táblázat: Az eltérő szárítási-tartósítási módok hatása a kerti kakukkfű és a görög oregánó vizes és alkoholos kivonatában mérhető összes fenoltartalomra, 2009 (átlag ± szórás)**

	Összes fenoltartalom 2009 (mg GSE/g sz.a.)			
	Kerti kakukkfű		Görög oregánó	
	Vizes	Alkoholos	Vizes	Alkoholos
Friss minta	169,16 ± 18,80	120,60 ± 13,03	62,79 ± 6,11	98,38 ± 6,40
Természetes szárítás	185,49 ± 15,99	81,84 ± 9,64	288,22 ± 17,38	215,95 ± 18,85
30 °C	212,79 ± 18,27	121,38 ± 29,47	253,40 ± 12,17	312,92 ± 19,87
40 °C	228,48 ± 17,16	125,24 ± 14,08	318,26 ± 23,72	203,93 ± 26,36
45 °C	221,70 ± 7,78	299,34 ± 34,88	278,70 ± 8,11	191,89 ± 4,80
Fagyasztott	313,76 ± 25,99	78,48 ± 9,07	92,27 ± 6,47	135,85 ± 15,59
Liofilizált	98,22 ± 16,99	99,78 ± 16,07	234,34 ± 33,36	169,09 ± 3,49

2009-ben megismételtük a korábbi vizsgálatokat, azzal a különbséggel, hogy 50 °C helyett 45 °C-ot alkalmaztunk, illetve a koncentrációkat mg szárazanyag-tartalomra vonatkoztattuk. Ennek eredményeként a friss minták esetében is mérhető értékeket kaptunk, melyek mindkét növényfaj esetében a szakirodalmi adatoknak megfelelően (Hossain et al., 2010) kis mennyiségek voltak (**6. táblázat**).

A kerti kakukkfű esetében két kiugró értéket mértünk a 45 °C-on szárított minták alkoholos kivonatában és a fagyasztott minták vizes kivonatában, melyeket valamilyen minta-előkészítési vagy mérési hibával magyarázunk. Mindkét növényfaj esetében a friss és a fagyasztott minták rendelkeztek hasonlóan alacsony értékekkel. A legjobb értékeket a meleg levegős szárítási módok adták (30 °C, 40 °C és 45 °C), a szurokfű esetében a természetes szárítást is kiemelnénk. A liofilizálásra ellentétes módon reagáltak a minták. A kakukkfű esetében nagy volt a veszteség az összes fenoltartalomban, míg a szurokfű esetében az értékek megközelítették a hagyományos szárítási módokat.

2010-ben két különböző kakukkfű és szurokfű alapanyaggal dolgoztunk kisebb kezelésszámmal, a vizes kivonatokban mért eredményeinket a **7. táblázat** mutatja be.

**7. táblázat: Különböző szárítási módok hatása eltérő kemotípusú kerti kakukkfű és két, különböző szurokfű alfaj vizes kivonatának összes fenoltartalmára (mg GSE/g sz.a.) (átlag ± szórás)**

	Friss minták	Természetes szárítás	40 °C
Timolos kakukkfű	64,95 ± 0,97	285,75 ± 12,18	273,03 ± 13,65
α-terpineolos kakukkfű	61,48 ± 1,60	274,95 ± 33,48	281,40 ± 15,21
Görög oregánó	160,75 ± 11,02	292,15 ± 8,85	413,25 ± 12,68
Közöségés szurokfű	149,09 ± 27,53	320,93 ± 6,60	381,08 ± 17,29

A kerti kakukkfű két eltérő kemotípusa, továbbá a két szurokfű alfaj kivonatában mérhető összes fenoltartalmak nem különböztek egymástól, a szárítási módokra is egyformán reagáltak. A korábbi évek eredményeinek megfelelően a friss mintákban voltak mérhetőek a legalacsonyabb értékek. A kakukkfű mintákban a természetes és a meleg levegős szárítás között nem volt lényeges eltérés, míg a szurokfű esetében egyértelműen a 40 °C-on szárított minták tartalmaztak több fenolos vegyületet.

#### 4. A különböző szárítási és tartósítási módok hatása a kakukkfű és a szurokfű kivonatának fenolos sav-tartalmára

A kerti kakukkfű vizes kivonatában mért fenolos savak minőségi és mennyiségi jellemzőit a **8. táblázat** mutatja be.

**8. táblázat: Különböző szárítási módok hatása a kerti kakukkfű vizes kivonatában mérhető hidrolizálható (H) és nem hidrolizálható (NH) fenolos savak mennyiségére**

mg/g sz.a.		Ferulasav		Szinginginsav		Szinapinsav		Kávésav		Rozmaringsav		Klorogénsav	
		H	NH	H	NH	H	NH	H	NH	H	NH	H	NH
<b>Term.</b>	átl.	<b>106,70</b>	<b>0,69</b>	<b>14,23</b>	<b>0,00</b>	<b>1,17</b>	-	<b>11,69</b>	<b>20,90</b>	-	<b>7,41</b>	-	<b>8,01</b>
	rsd%	9,60	0,20	18,80	0,10	14,60	-	55,70	0,00	-	0,00	-	0,00
<b>30 °C</b>	átl.	<b>140,67</b>	<b>0,77</b>	<b>20,92</b>	<b>0,00</b>	<b>1,45</b>	-	<b>9,98</b>	<b>30,23</b>	-	<b>7,80</b>	-	<b>1,63</b>
	rsd%	3,80	0,20	2,90	0,90	5,50	-	49,20	0,10	-	0,10	-	0,20
<b>40 °C</b>	átl.	<b>106,37</b>	<b>0,96</b>	<b>15,38</b>	<b>0,00</b>	<b>1,05</b>	-	<b>10,54</b>	<b>15,5</b>	-	<b>7,17</b>	-	<b>0,91</b>
	rsd%	5,90	0,10	5,50	1,30	2,60	-	49,00	0,20	-	0,00	-	0,20
<b>45 °C</b>	átl.	<b>117,3</b>	<b>1,43</b>	<b>17,33</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	-	<b>15,52</b>	<b>52,54</b>	-	<b>5,84</b>	-	<b>4,73</b>
	rsd%	5,20	0,10	18,50	0,10	17,50	-	31,50	0,20	-	0,10	-	0,10
<b>Fagy.</b>	átl.	<b>42,69</b>	<b>0,00</b>	<b>9,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	-	<b>0,03</b>	<b>48,17</b>	-	<b>0,02</b>	-	<b>0,00</b>
	rsd%	4,50	0,00	58,40	0,00	66,80	-	5,80	0,10	-	0,20	-	0,00
<b>Liofil.</b>	átl.	<b>147,33</b>	<b>0,42</b>	<b>18,43</b>	<b>0,00</b>	<b>16,32</b>	-	<b>1,07</b>	<b>14,30</b>	-	<b>7,72</b>	-	<b>4,66</b>
	rsd%	1,90	0,20	3,50	0,00	5,60	-	4,20	0,10	-	0,00	-	0,10

A friss minták magas víztartalmuk és kisebb szárazanyagtartalmuk miatt nem kerültek kiértékelésre. A fenolos savak vizsgálatokor kettéválasztottuk a szabad, illetve a konjugált formában jelen lévő vegyületeket, ezért a mérések ismétlésekor egy lúgos hidrolízist is végrehajtottunk. Jól látható, hogy a kerti kakukkfű esetében 6 fenolos sav azonosítására és koncentrációjuk pontos meghatározására került sor, melyek közül a ferulasav, sziringinsav és szinapinsav a hidrolízist követően „jelent meg” nagyobb koncentrációban, míg a rozmaringsav és klorogénsav kizárólag a nem hidrolizált mintákból volt kimutatható. A kávésav mindkét minatelőkészítés során mérhető mennyiségben volt jelen. Az alacsony koncentrációk miatt helyenként igen nagy volt a relatív szórás.

Az élettani szempontból kiemelt fontossággal bíró rozmaringsav esetében a magasabb hőmérséklet és a fagyasztás egyértelműen negatív irányban befolyásolta a drog minőségét. A természetes szárítás, a liofilizálás és az alacsonyabb hőmérsékleten történő szárítás megközelítőleg azonos eredményeket adott (8. táblázat). A kávésav szintén antioxidáns hatású vegyület, a nem

hidrolizált mintákban a rozmaringsavval éppen ellentétes tendenciát mutatva 45 °C-on és a fagyasztott mintákban volt a legnagyobb a koncentrációja. A klorogénsav mennyiség a természetes módon szárított minták esetében volt nagyobb.

A görög oregánó vizes kivonatában található fenolos savak mennyiségi jellemzőit a **9. táblázat** mutatja be.

**9. táblázat: Különböző szárítási módok hatása a görög oregánó vizes kivonatában mérhető hidrolizálható (H) és nem hidrolizálható (NH) fenolos savak mennyiségére**

mg/g sz.a.		Kumársav		Kávésav		Rozmaringsav	
		H	NH	H	NH	H	NH
<b>Term.</b>	átl.	<b>0,36</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,23</b>	-	<b>1,04</b>
	rsd%	0,16	12,50	0,00	10,00	-	29,10
<b>30 °C</b>	átl.	<b>0,20</b>	<b>0,03</b>	<b>0,38</b>	<b>0,27</b>	-	<b>0,97</b>
	rsd%	0,40	6,70	0,77	17,80	-	52,10
<b>40 °C</b>	átl.	<b>0,29</b>	<b>0,02</b>	<b>0,36</b>	<b>0,22</b>	-	<b>0,40</b>
	rsd%	0,26	13,30	0,29	28,00	-	50,80
<b>45 °C</b>	átl.	<b>1,55</b>	<b>2,20</b>	<b>1,94</b>	<b>0,12</b>	-	<b>1,51</b>
	rsd%	0,18	7,80	0,44	3,20	-	25,20
<b>Fagy.</b>	átl.	<b>2,23</b>	<b>0,01</b>	<b>0,25</b>	<b>0,11</b>	-	<b>0,03</b>
	rsd%	0,07	30,90	0,21	56,40	-	21,2
<b>Liofil.</b>	átl.	<b>2,54</b>	<b>0,00</b>	<b>32,77</b>	<b>0,07</b>	-	<b>1,92</b>
	rsd%	0,03	7,30	0,07	26,80	-	37,60

A görög oregánó esetében csupán 3 fenolos savat tudtunk kimutatni a mintákból. A rozmaringsav tekintetében részben a kerti kakukkfűvel egyező eredményt kaptunk, ez esetben is a fagyasztott mintákban mértük a legkisebb értékeket. Ennél a növényfajnál azonban a magasabb hőmérsékleten (45 °C) nagyobb koncentrációt mértünk, melynél csak a liofilizált minták mutattak még jobb értékeket. A kávésav mennyisége a lúgos hidrolizációt követően szintén a liofilizált mintákban volt a legnagyobb. Mindhárom fenolos sav tekintetében nagy volt a minták relatív szórása, mely több esetben elérte az 50 %-ot.

### 5. A különböző szárítási és tartósítási módok hatása a kerti kakukkfű és a görög oregánó flavonoid összetételére

A kerti kakukkfű és a görög oregánó mintákban jelen lévő flavonoidokat a **10. táblázat** mutatja be.

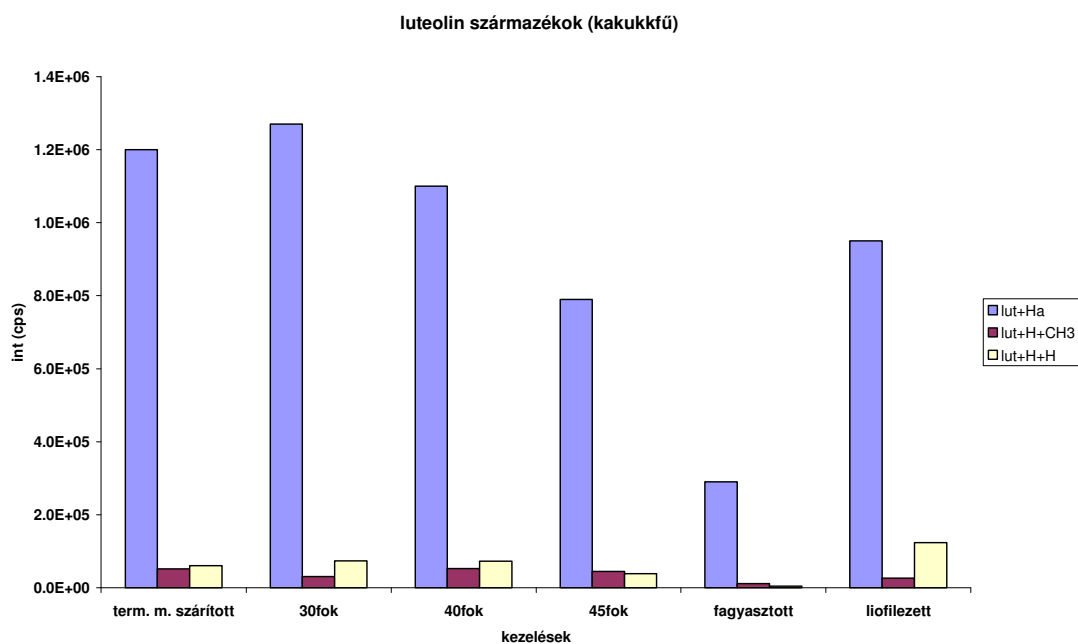
**10. táblázat: A vizsgált kakukkfű és szurokfű fajok vizes kivonatában előforduló flavonoidok**

komponens	ret.idő (perc)	tömegszám		Szurokfű	Kakukkfű	összegképlet
<b>luteolin</b>	<b>19,95</b>	637	Ha-Ha / dH+szinapinsav / Ha+ferulasav	✓		
	<b>22,2</b>	623	H+ferulasav / Ha+kávésav / dH+hidroxil ferulasav	✓		
	<b>25,4</b>	461	Ha	✓	✓	
	<b>29,83</b>	578	-	✓		
		589	-	✓		
	<b>31,4</b>	489	H+CH3			✓
	<b>35,5</b>	609	H+H			✓
<b>apigenin</b>	<b>23,3</b>	621	H+kávésav			✓
	<b>29,2</b>	445	dH+szinapinsav	✓		
	<b>38,21</b>	605	Ha	✓	✓	
		605	?	✓		
<b>naringenin</b>	<b>25,9</b>	447				✓
		579				✓

A görög oregánó esetében luteolin és apigenin származékok voltak beazonosíthatóak, míg a kerti kakukkfű esetében a naringenin is detektálható mennyiségben volt jelen a mintákban. A



kezelések hatásáról a flavonoid komponensek esetében elmondható, hogy 30 °C után a szárítási hőmérsékletek emelésével a flavonoid koncentráció csökkent, a fagyasztott mintákban volt a legkevesebb, a liofilezett mintákban pedig a természetes szárítással kapott koncentrációkkal megegyező, vagy annál nagyobb értéket kaptunk. Erre példát a **1. ábrán** láthatunk.



**1. ábra:** A kerti kakukkfűben található luteolin-komponensek mérés során detektált csúcs alatti területeinek összehasonlítása a kezelések függvényében. (lut+Ha: luteolin-uronsav, lut+H+CH3: luteolin-acetil-hexozid, lut+H+H: luteolin-dihexozid)

**6. A különböző szárítási és tartósítási módok hatása a kakukkfű és a szurokfű kivonatának összantioxidáns-kapacitására**

A kísérletek első évében az összantioxidáns-kapacitás esetében az értékeket 1 ml kivonatra vonatkoztatva adtuk meg, és csak 2009-től számoltunk a kivonatok eltérő szárazanyagtartalmával. A 2008-as évben mért értékeket a **11. táblázat** tartalmazza.

**11. táblázat:** Az eltérő szárítási-tartósítási módok hatása a kerti kakukkfű és a görög oregánó vizes és alkoholos kivonatában mérhető összantioxidáns kapacitásra, 2008 (átlag ± szórás)

	Összantioxidáns kapacitás 2008 (mg ASE/ml)			
	Kerti kakukkfű		Görög oregánó	
	Vizes	Alkoholos	Vizes	Alkoholos
Friss minta	-	-	-	-
Természetes szárítás	1,10 ± 0,29	0,18 ± 0,04	1,29 ± 0,16	0,70 ± 0,03
30 °C	0,78 ± 0,18	0,10 ± 0,03	0,82 ± 0,06	0,61 ± 0,24
40 °C	0,99 ± 0,11	0,09 ± 0,02	1,38 ± 0,43	0,68 ± 0,07
50 °C	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,25 ± 0,06	0,17 ± 0,02
Fagyasztott	0,03 ± 0,03	-	0,11 ± 0,01	-
Liofilizált	0,93 ± 0,19	0,29 ± 0,10	0,83 ± 0,11	0,35 ± 0,04

A kísérlet első évében mindkét növényfaj esetében a magas hőmérsékleten szárított (50 °C) és a fagyasztott mintákban mértük a legkisebb értékeket. A kerti kakukkfű esetében a természetes

szárítás, az alacsonyabb hőmérsékleten történő szárítás és a liofilizálás között nem volt érdemi különbség, míg a görög oregánó esetében a 40 °C-on és a természetes módon szárított minták adták statisztikailag igazoltan a legjobb eredményeket.

2009-ben megismételtük a korábbi vizsgálatokat, azzal a különbséggel, hogy 50 °C helyett 45 °C-ot alkalmaztunk, illetve a koncentrációkat mg szárazanyag-tartalomra vonatkoztattuk. Eredményeinket a **12. táblázat** tartalmazza.

**12. táblázat: Az eltérő szárítási-tartósítási módok hatása a kerti kakukkfű és a görög oregánó vizes és alkoholos kivonatában mérhető összantioxidáns-kapacitásra, 2009 (átlag ± szórás)**

	Összantioxidáns kapacitás 2009 (mg ASE/g sz.a.)			
	Kerti kakukkfű		Görög oregánó	
	Vizes	Alkoholos	Vizes	Alkoholos
Friss minta	78,84 ± 5,93	84,33 ± 11,01	191,48 ± 63,01	240,06 ± 122,21
Természetes szárítás	235,96 ± 3,98	85,45 ± 6,17	246,60 ± 44,05	131,17 ± 27,27
30 °C	295,49 ± 65,06	118,47 ± 29,11	203,14 ± 22,27	238,18 ± 36,95
40 °C	261,25 ± 16,34	255,53 ± 43,58	259,82 ± 14,17	146,56 ± 27,83
45 °C	274,95 ± 25,21	235,28 ± 36,42	223,13 ± 68,81	79,11 ± 9,25
Fagyasztott	115,76 ± 9,66	71,80 ± 10,48	111,30 ± 15,38	55,94 ± 9,12
Liofilizált	228,29 ± 56,63	87,51 ± 12,20	234,86 ± 15,91	279,32 ± 13,74

Az összes fenoltartalomhoz hasonlóan a meleg levegős szárítási módok eredményeztek nagyobb értékeket. A liofilizált és a természetes módon szárított minták szintén magas összantioxidáns-kapacitással voltak jellemezhetőek. Mindkét növényfaj esetében a friss (kivétel a görög oregánó alkoholos kivonata) és a fagyasztott minták rendelkeztek kisebb értékekkel.

2010-ben két különböző kakukkfű és szurokfű alanyaggal dolgoztunk kisebb kezelés-számmal, a vizes kivonatokban mért összantioxidáns-kapacitásokat a **13. táblázat** mutatja be.

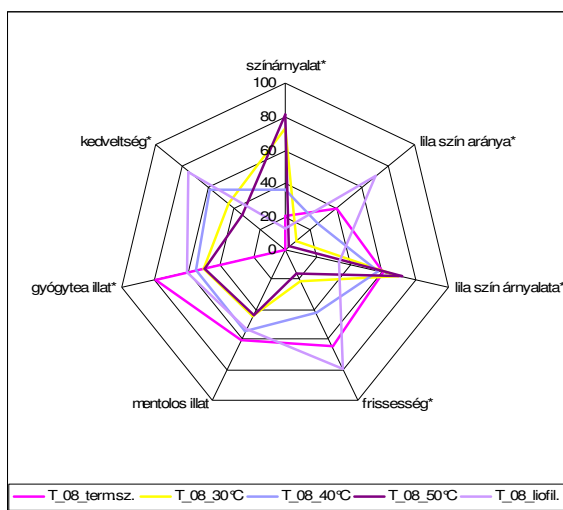
**13. táblázat: Különböző szárítási módok hatása eltérő kemotípusú kerti kakukkfű és két, különböző szurokfű alfaj vizes kivonatának összantioxidáns-kapacitására (mg ASE/g sz.a.) (átlag ± szórás)**

	Friss minták	Természetes szárítás	40 °C
Timolos kakukkfű	57,51 ± 5,62	204,85 ± 9,09	245,14 ± 3,59
α-terpineolos kakukkfű	43,49 ± 4,03	220,27 ± 15,09	209,46 ± 38,09
Görög oregánó	79,81 ± 0,84	301,93 ± 18,31	695,73 ± 119,27
Közönséges szurokfű	81,11 ± 17,73	306,70 ± 33,44	590,92 ± 102,06

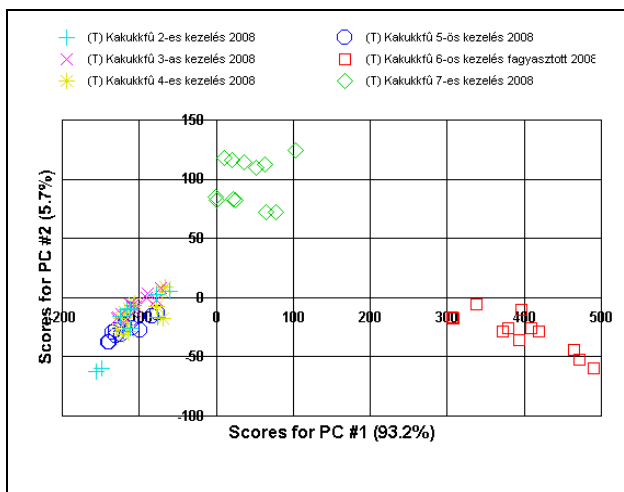
Az összes fenoltartalomhoz hasonlóan a kerti kakukkfű két eltérő kemotípusa, továbbá a két szurokfű alfaj kivonatában mérhető összantioxidáns-kapacitások nem különböztek egymástól, a növényi alapanyagok a szárítási módokra is egyformán reagáltak. A korábbi évek eredményeinek megfelelően a friss mintákban voltak mérhetőek a legalacsonyabb értékek. Érdekeség, hogy a szurokfű mintáknál a 40 °C-on szárított minták esetében extrém magas értékeket mértünk. Ennek még nem ismerjük a pontos magyarázatát, de valószínűsítjük, hogy a szárítószekrényben esetleg nem kívánt „szennyező-anyagok” kerültek a drogok felszínére, melyek nagy mértékben befolyásolták a kivonatok összantioxidáns-kapacitását.

## 7. A különböző szárítási és tartósítási módok hatása a kakukkfű és a szurokfű érzékszervi jellemzőire

A szárított, morzsolt fűszerminták érzékszervi tulajdonságait 2008-ban profilanálízissel vizsgáltuk, illetve a humán érzékszervi vizsgálatokkal párhuzamosan elektronikussal is mértük az egyes minták komplex illatát.



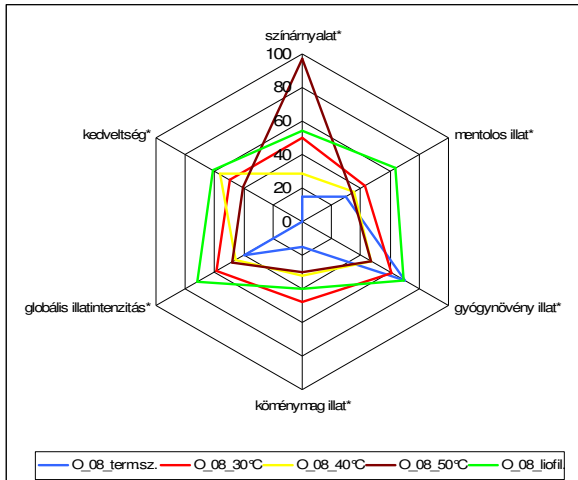
**2a. ábra:** Természetes úton, 30 °C, 40 °C, 50 °C-on szárított és liofilizált *Thymus vulgaris* morzsolt drogok profildiagramja (2008) (\*: szignifikáns ( $p=0,05\%$ ) eltérést mutató tulajdonságok)



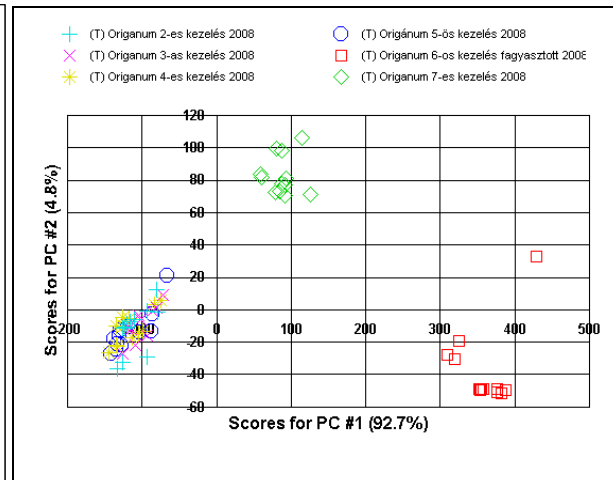
**2b. ábra:** Természetes úton, 30 °C, 40 °C, 50 °C-on szárított és liofilizált *Thymus vulgaris* morzsolt drogok összehasonlítása elektronikussal (2008) (2: természetes szárítás, 3: 30°C-os szárítás, 4: 40°C-os szárítás, 5: 50°C-os szárítás, 6: fagyasztás, 7: liofilizálás)

A **2a. ábrán** látható a 2008-as kakukkfű minták illatprofilja. A vizsgált tulajdonságok közül a mentolos illat kivételével mindegyikben található szignifikáns különbség a minták között. A színárnyalat a 30 °C és az 50 °C-os szárítás esetében volt a legsötétebb. Az 50 °C-os szárításnál túl gyors volt a száradás, a 30 °C-os szárítás viszont túl lassú volt a termosztátban és ez eredményezhette a növényanyag befülledését, ami a klorofill bomlásához vezetett és szintén szürkébb, barnább drogot kaptunk végeredményképpen. A frissesség összefüggésben volt a fűszerminták színárnyalatával, a világosabb (kíméletesebben szárított) mintákat frissebbnek, míg a kevésbé kíméletes szárítási hőmérsékletek elbarnult, kevésbé „frissnek” látszó mintákat eredményeztek. Ez alapján a liofilizált és a természetes úton szárított mintákat frissebbnek értékelték a bírálók (**2a. ábra**). A gyógytea illat vonatkozásában a természetes úton szárított, illetve a liofilizált mintákat érezték a legintenzívebbnek a bírálók, ami nem állítható szorosan párhuzamba az illóolaj-tartalommal. A természetes úton szárított minták illóolaj-tartalma 1,74 ml/100 g szárazanyag volt, a 30 °C-on szárított minta, amelyet a legkevésbé intenzív illatúnak érezték a bírálók, tartalmazta a legtöbb illóolajat (1,84 ml/100 g). A kedveltség értékeit az összes tulajdonság figyelembevételével alakították ki a bírálók. A referencia minta a természetes úton szárított volt, így ehhez képest a legkedveltebb minta a liofilizált volt, majd ezt követte a 40 °C-on szárított minta. Szignifikánsan alacsonyabb volt a kedveltsége a 30 °C és az 50 °C-os szárított mintáknak (**2a. ábra**). Ez a sorrend megegyezik a frissesség tulajdonságoknál felállított sorrenddel, ha a természetes szárítású mintát nem vesszük figyelembe. Vagyis a kedveltség, ami a fogyasztók vásárlási szokásait erősen befolyásolja, nagymértékben függ a küllemi tulajdonságoktól, a fűszer színétől, sokkal inkább, mint az illóolaj-tartalom mennyiségétől.

Az elektronikussal mért eredményei alapján (**2b. ábra**) a fagyasztott (6) és a liofilizált (7) minta egyértelműen eltérő illattal rendelkezik a többihez képest. Ezt az eredményt alátámasztják az illóolaj összetételre vonatkozó mérések is (**3. táblázat**).



**3a.ábra:** Természetes úton, 30 °C, 40 °C, 50 °C-on szárított és liofilizált *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* morzolt drogok profildiagramja (2008) (\*: szignifikáns ( $p=0,05\%$ ) eltérést mutató tulajdonságok)

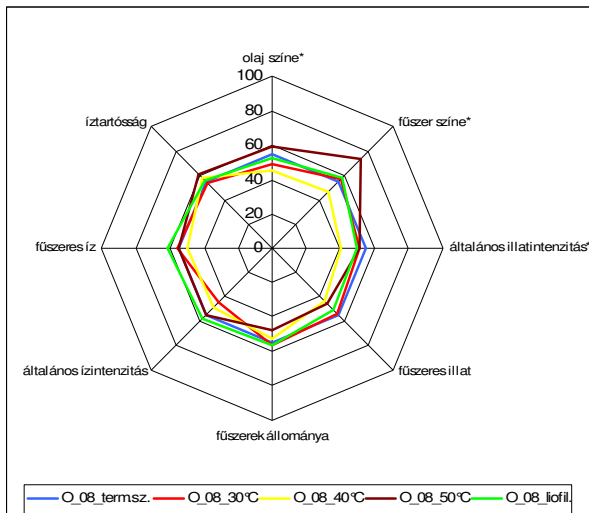


**3b. ábra:** Természetes úton, 30 °C, 40 °C, 50 °C-on szárított és liofilizált *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* morzolt drogok összehasonlítása elektronikus orr segítségével (2008) (2: természetes szárítás, 3: 30°C-os szárítás, 4: 40°C-os szárítás, 5: 50°C-os szárítás, 6: fagyasztás, 7: liofilizálás)

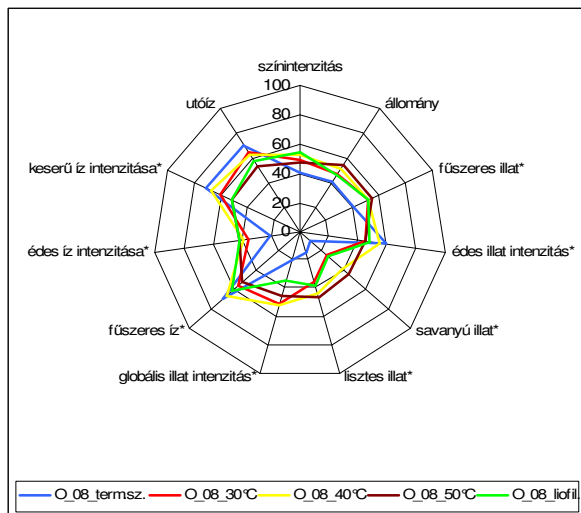
Eredményeink részben megegyeznek Olivier (1997) eredményeivel, mivel az ő közlése szerint is jellemző a görög oregánóra a mentolos illat és a gyógynövény/gyógyszer illat. A vizsgált tulajdonságok közül mindegyiknél találtunk szignifikáns eltérést a minták között (**3a. ábra**). A színárnyalat vonatkozásában hasonló eredményt kaptunk, mint a kakukkfű morzolt drogok vizsgálatánál: a legsötétebb (legtöbb elbarnult részt tartalmazó) minta az 50°C-on szárított minta volt. Érdekes módon a liofilizált és a 30 °C-on szárított minta színárnyalata nem különbözött egymástól, a legvilágosabb árnyalatú minta a természetes úton szárított volt. A mentolos illat a legerősebb a liofilizált mintában volt, szignifikánsan magasabb volt az összes többi mintához viszonyítva. A többi minta között azonban nem volt különbség a mentolos illat vonatkozásában. A gyógynövény illat intenzitása alapján két csoportra oszthatjuk a mintákat: a 40 °C és 50 °C-on szárított mintáknál ennek az illatnak az intenzitása szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a másik három mintában. A köménymag illat szignifikánsan a legintenzívebb volt a 30°C-on szárított és a liofilizált mintában, a legalacsonyabb intenzitásúnak a természetes úton szárított mintát értékelték a bírálók. Ezen minták között helyezkedik el a 40 °C és 50 °C-on szárított minták köménymag illat intenzitása. A globális illatintenzitás a liofilizált és a 30 °C-on szárított minta esetében volt a legnagyobb, a másik három minta illatintenzitása egyaránt szignifikánsan alacsonyabb volt. A kedveltségnél a természetes szárítású mintát jelöltük ki referenciának a könnyebb összehasonlíthatóság végett. Ezek alapján a legjobbnak a liofilizált és a 40 °C-on szárított mintát találták a bírálók és nem volt különbség a két fűszer megítélésében. Statisztikailag kevésbé volt kedvelt a 30 °C és 50 °C-on szárított minta.

Az elektronikus orral végzett mérések teljesen hasonló eredményt adtak, mint a kakukkfű esetében: a fagyasztott (6) és a liofilizált (7) minták eltérő illattal rendelkeznek a többi növényi alapanyaghoz képest (**3b. ábra**).

A morzolt fűszerminták vizsgálata mellett, olívaolajban, illetve burgonyapürébe keverve is vizsgáltuk a fűszereket. Ennek eredményeit a görög oregánó esetében mutatjuk be.



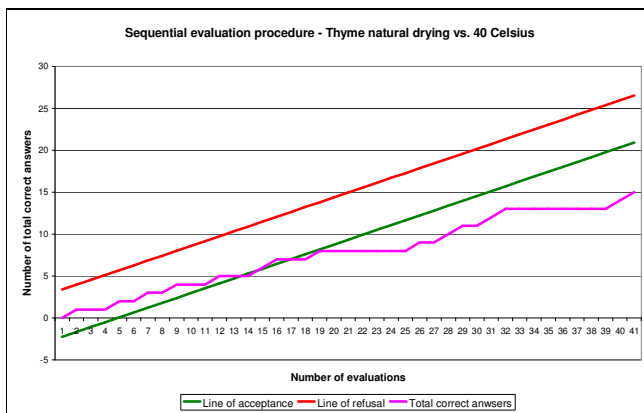
**4a. ábra: Természetes úton, 30 °C, 40 °C, 50 °C-on szárított és liofilizált *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* fűszerolajok profildiógramja (2008) (\*: szignifikáns (p=0,05%) eltérést mutató tulajdonságok)**



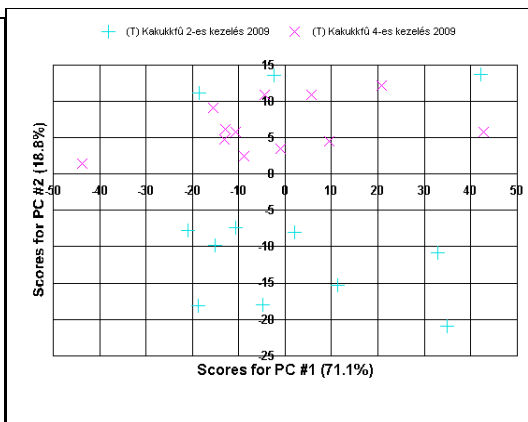
**4b. ábra: Természetes úton, 30 °C, 40 °C, 50 °C-on szárított és liofilizált *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* burgonyapürébe kevert minták profildiógramja (2008) (\*: szignifikáns (p=0,05%) eltérést mutató tulajdonságok)**

A fűszerolajok bírálata során (**4a. ábra**) mindössze három tulajdonságban találtunk szignifikáns különbségeket, vagyis ezeknél a tulajdonságoknál volt a kezeléseknek hatása a fűszerek színére, illetve illatintenzitására. A bírálat könnyítése érdekében a természetes szárítású mintát kijelöltük referenciának, ezért ennek a mintának a profildiógramja egy szabályos kilencszög. A többi illat- és íz tulajdonságnál nem tudtak a bírálók különbséget tenni az egyes kezelések hatása között. Ennek több oka is lehet: A minták igen intenzív illatúak és ízűek, tehát a bírálat nagyon kifárasztja az érzékszerveket, vagy nem volt elég hosszú az áztatási idő ahhoz, hogy kellő mennyiségű íz- és illatanyag diffundáljon át az olajba. Az olívaolaj színét befolyásolta az, hogy milyen kezelést kapott az a fűszerminta, amelyik belekerült. Ugyanis a legsötétebb árnyalatú olaj az 50 °C-os minta volt, ahol a fűszer színe is szignifikánsan a legsötétebb volt. A legvilágosabb olaj színt és a legvilágosabb fűszer színt a 40 °C-os kezelés eredményeképpen kaptuk. A többi minta a két kezelés között helyezkedett el intenzitásban, de egymástól nem különböztek. Az általános illatintenzitás a 40 °C-os kezelés esetében volt a leggyengébb, az összes többi minta szignifikánsan erősebb illatú volt (**4a. ábra**). Ebben az esetben nem tudunk összefüggést találni az illóolaj-tartalommal, mert a 40 °C-on szárított mintának viszonylag magas volt az illóolaj-tartalma (5,7ml/100g), és mégsem volt elég erős az általános illatintenzitás.

A burgonyapürébe kevert fűszerminták bírálatánál (**4b. ábra**) a vizsgált tulajdonságok közül a fűszerek tulajdonságairól közöl információt a fűszeres illat, a globális illatintenzitás, a fűszeres és a keserű íz intenzitása. A fűszeres illat esetében a természetes szárítású minta volt a legkevésbé intenzív, míg az összes többi szignifikánsan fűszeresebb illatú volt. A globális illatintenzitás a 30 °C és 40 °C-on szárított mintában volt a legintenzívebb (ezeknek a mintáknak volt a legmagasabb az illóolaj-tartalma is: 6,2ml/100g és 6,7 ml/100g) míg a természetes szárítású mintában a legkevésbé intenzív. Ezen minták között helyezkedett el a liofilizált és az 50 °C-on szárított minta globális illatintenzitása. Ami a fűszeres íz intenzitását illeti, a legalacsonyabb pontszámot a 30 °C és az 50 °C-on szárított minták kapták, míg szignifikánsan fűszeresebb ízű volt a természetes úton és a 40 °C-on szárított minta (**4b. ábra**).

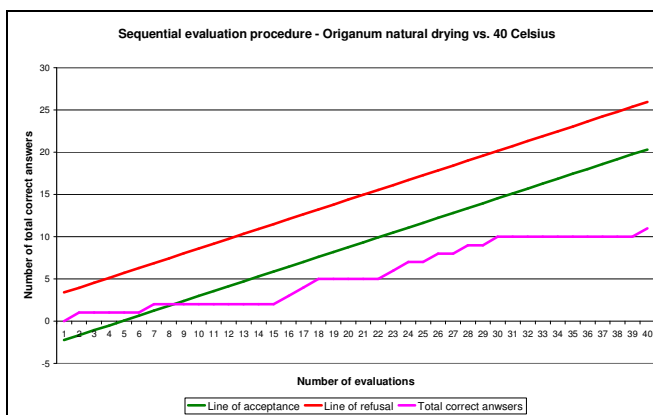


**5a. ábra:** Természetes úton és 40 °C-on szárított *Thymus vulgaris* morzsolt drogok összehasonlítása háromszög próbával (2009)

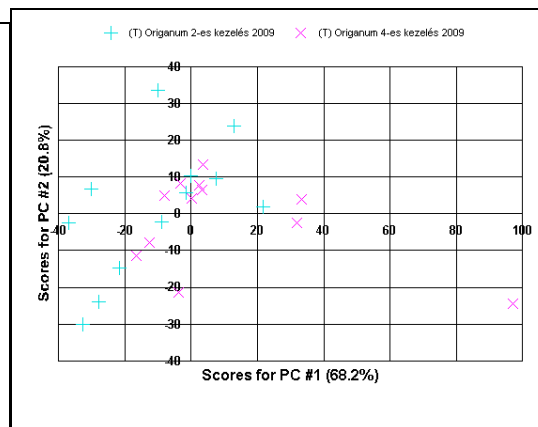


**5b. ábra:** Természetes úton és 40 °C-on szárított *Thymus vulgaris* morzsolt drogok összehasonlítása elektronikus orral (2009) (2: természetes szárítás, 4: 40 °C-os szárítás)

2009-ben a profilanalitikus vizsgálatok mellett különbségvizsgálati tesztek is végeztek. A 2008-as analitikai és érzékszervi eredmények alapján kiválasztottuk a természetes úton és a 40 °C-on szárított mintákat, amelyeket részletesebben is vizsgáltunk. Az **5a. ábrán** látható a *Thymus vulgaris* morzsolt drogjaira végzett háromszög-próba eredménye. Ennek alapján kijelenthetjük, hogy a természetes szárítás és a 40 °C-os szárítás nem okoz emberi orral érzékelhető változást a kakukkfű minták illatában. Ezt megerősítik az elektronikus orral végzett vizsgálatok is. Az eltérő módon szárított minták mérési pontjai jelentősen keverednek (**5b. ábra**), vagyis a komplex illatuk alapján nem különböztethető meg a minták.



**6a. ábra:** Természetes úton és 40 °C-on szárított *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* morzsolt drogok összehasonlítása háromszög próbával (2009)

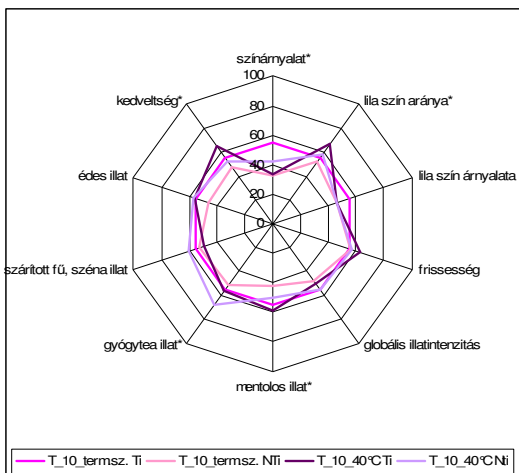


**6b. ábra:** Természetes úton és 40 °C-on szárított *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* morzsolt drogok összehasonlítása elektronikus orral (2009) (2: természetes szárítás, 4: 40°C-os szárítás)

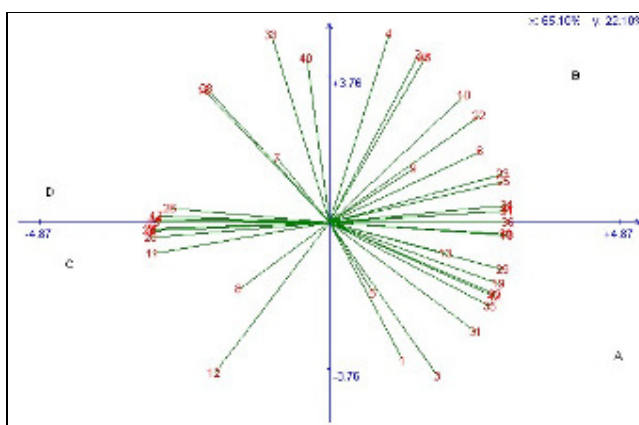
Az *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* minták esetében hasonló eredményeket kaptunk, mint a kakukkfű fűszerminták esetében: a természetes és 40 °C-os szárítás hatása nem okoz emberi orral érzékelhető (**6a. ábra**), vagy elektronikus orral mérhető (**6b. ábra**) különbséget a fűszerek illatában.

A *Thymus vulgaris* minták profilanalízise során, 2010-ben, kétféle kemotípust (timolos és  $\alpha$ -terpineolos) és kétféle szárítási módot (természetes és 40 °C-os szárítás) vizsgáltunk. 5 tulajdonság esetében találtunk szignifikáns különbséget a minták között: színárnyalat, lila szín aránya,

frissesség, gyógytea illat és kedveltség. Referencia mintának a természetes úton szárított, timolos kemotípusú mintát jelöltük meg, ennek profilábrája egy szabályos tízszög (7a. ábra). A két kezelés közül a természetes szárítás adott világosabb színárnyalatú drogot a timolos kemotípus, míg a 40 °C-os szárítás a  $\alpha$ -terpineolos kemotípus esetében. A mentolos illat a timolos kemotípusú mintákban volt erősebb, ezt a tulajdonságot az eltérő szárítási módok nem befolyásolták szignifikánsan. A gyógytea illat a 40 °C-on szárított mintákban volt szignifikánsan erősebb, kemotípustól függetlenül. A bírálók a timolos kemotípusú mintákat kedvelték jobban, a kedveltség és a kezelések között nem találtunk szoros összefüggést. A GC-MS adatokat együtt értékeltük az érzékszervi tulajdonságokkal (7b. ábra), ezek alapján a különbözőképpen szárított mintákat és az eltérő kemotípusú mintákat is különbözőnek tekinthetjük.



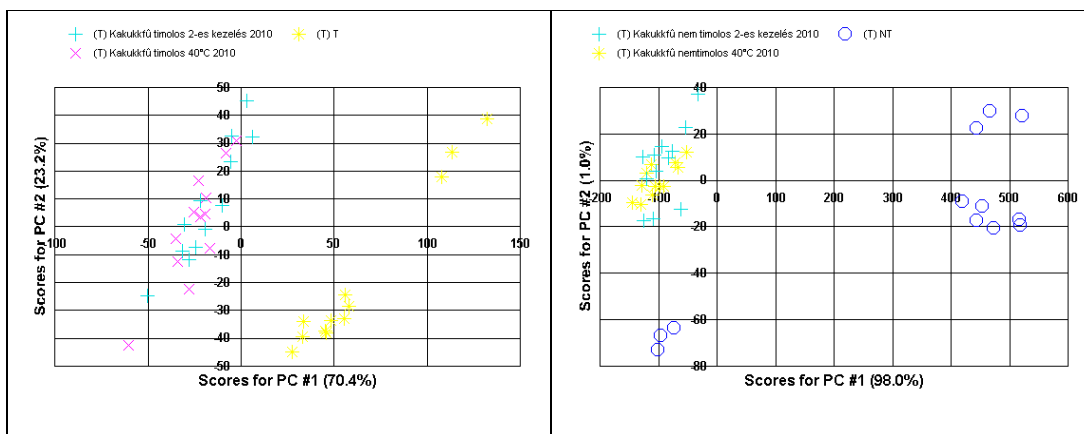
7a ábra: Természetes úton és 40 °C-on szárított *Thymus vulgaris* morzsolts drogok profildíagramja (2010) (\*: szignifikáns ( $p=0,05\%$ ) eltérést mutató tulajdonságok)



7b. ábra: *Thymus vulgaris* morzsolts drogok összehasonlítása főkomponens analízissel az illóolaj-összetétel és érzékszervi tulajdonságok alapján (2010) (A: timolos kemotípus, természetes szárítás, B: timolos kemotípus, 40 °C-os szárítás, C:  $\alpha$ -terpineolos kemotípus, természetes szárítás, D:  $\alpha$ -terpineolos kemotípus 40°C-os szárítás)

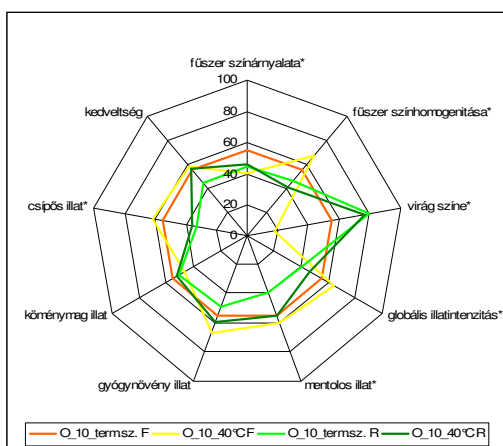
Ha ezeket az eredményeket összevetjük a humán érzékszervi panel bírálatának eredményével, akkor láthatjuk, hogy a kétféle szárítási mód a szín, és az illat tulajdonságok tekintetében nem különíthető el egymástól. Megállapíthatjuk továbbá, hogy a kemotípusnak is van befolyásoló hatása az érzékszervi jellemzőkre, bár a kemotípusok elkülönítése az érzékszervi jellemzők alapján igen nehéz. Annak ellenére, hogy az egyes minták illóolaj összetétele eltér egymástól, akár a szárítási mód, akár a kemotípus következtében, ez az összetételbeli különbség nem jelenik meg erőteljesen az érzékszervi jellemzőkben. Így az 7b. ábrán látható különbségek inkább magyarázhatóak az illóolaj összetevők eltérő arányával, mintsem az érzékszervi jellemzők különbségével. Tehát a kakukkfű esetében a természetes és a 40 °C-os szárítás nem jelent különbséget az érzékszervi minőségben.

Az elektronikus orr a minták komplex illatát értékeli, amelynek eredményeit a 8. ábrán mutatjuk be. Ennek a mérési módszernek az eredményei alapján elmondhatjuk, hogy a friss állapotban lévő mintákhoz képest a szárítás (akár természetes úton történt, akár 40 °C-on) jelentős illatbeli változást idéz elő. A kétféle szárítási mód hatása azonban már nem különíthető el a szárított minták illatában (8. ábra). A kétféle kemotípus, a várakozásoknak megfelelően, teljesen hasonló eredményt adott: a kétféle szárítási mód azonos módon hatott az eltérő kemotípusú mintákra.

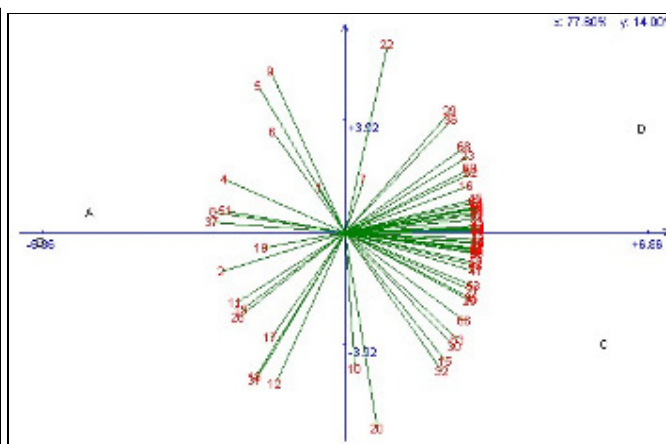


8. ábra: Friss minták, 40 °C-on és természetes úton szárított *Thymus vulgaris* összehasonlítása elektronikus orr segítségével (2010) (2-es kezelés: természetes szárítás, T: timolos kemotípus, NT: *a*-terpineolos kemotípus)

Az *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* minták profilanalitikus vizsgálatánál, a kakukkfűhöz hasonlóan, referencia mintát alkalmaztunk a bírálókat megkönnyítése érdekében. Referenciaként a természetes úton szárított, görög oregánó (fehér virágú) mintát jelöltük ki. Jellemző a szurokfű mintákra, hogy több tulajdonságot tudtak megkülönböztetni a bírálók, mint a kakukkfű minták esetében. Ennek oka lehet, hogy a szurokfű minták illóolaj tartalma magasabb volt, mint a kakukkfű mintáké, így az érzékszervi jellemzők közül az illat sokkal intenzívebben érezhető, ezért könnyebben bírálható. Az összes vizsgált tulajdonságból hat esetben találtunk szignifikáns különbséget a minták között: színárnyalat, színhomogenitás, virág színe, globális illatintenzitás, mentolos és csípős illat. A görög oregánó (fehér virágú) minták érzékenyebbek voltak a szárítás módjára, mint a közönséges szurokfű (rózsaszín virágú) minták, mivel ez utóbbiakban nem volt különbség sem a színárnyalatban, sem a színhomogenitásban.



9a. ábra: Természetes úton és 40 °C-on szárított *Origanum vulgare* morzsolt drogok profildíagramja (2010) (\*: szignifikáns ( $p=0,05\%$ ) eltérést mutató tulajdonságok)



9b. ábra: *Origanum vulgare* morzsolt drogok összehasonlítása főkomponens analízissel az illóolaj-összetétel és érzékszervi tulajdonságok alapján (2010) (A: görög oregánó, természetes szárítás, B: görög oregánó, 40 °C-os szárítás, C: közönséges szurokfű, természetes szárítás, D: közönséges szurokfű 40 °C-os szárítás)

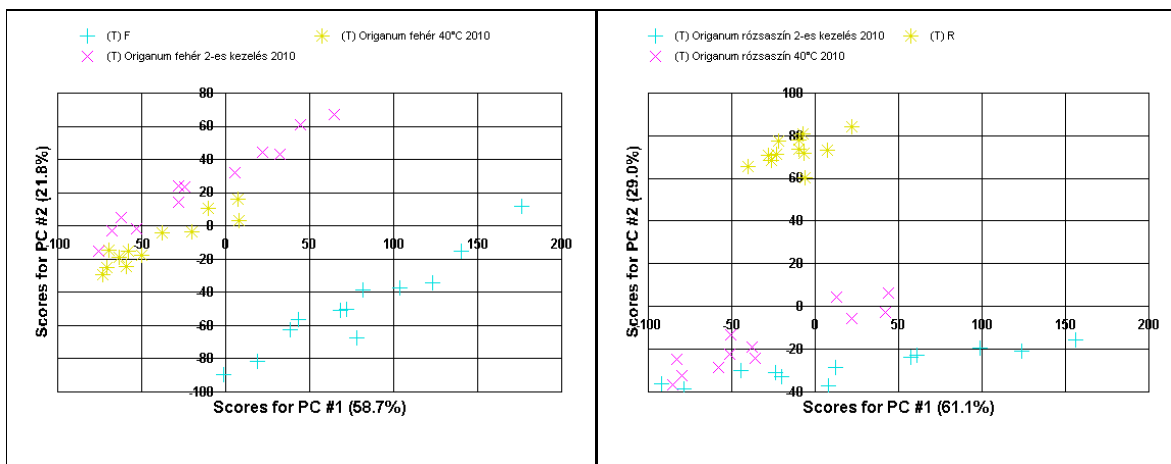
A görög oregánó (fehér virágú) mintáknál a magasabb hőmérsékletű, gyorsabb szárítás következtében világosabb és egyöntetűbb, homogénebb színű fűszert kaptunk, mint a természetes szárítás esetében. Jól megfigyelhető volt, hogy a természetes úton szárított minták virágzata és levelei jobban elbarnultak, mint a 40 °C-on szárított mintáké. Értelemszerűen a közönséges szurokfű (rózsaszín virágú) mintákat sötétebb árnyalatúnak ítélték a bírálók a virágszín



értékelésénél. A globális illatintenzitás a 40 °C-on szárított mintáknál volt erősebb, akár a fehér, akár a rózsaszín virágú mintákat vesszük figyelembe (9a. ábra). Hasonló eredményeket kaptunk a mentolos illat és a csípős illat tekintetében is. Tehát a természetes úton szárított minták kevésbé intenzív illatú fűszert eredményeztek, mint a magasabb hőmérsékleten, gyorsabban szárított minták.

A GC-MS és a humán érzékszervi panel bírálati eredményeit főkomponens analízissel is értékeltük (9b. ábra). Ez alapján a különböző módon szárított minták és az eltérő kemotípusú minták is jól elkülöníthetőek egymástól. A humán és műszeres érzékszervi bírálatok eredményeit együttesen értékelve a GC-MS módszerrel vizsgált illóolaj komponensek eredményeivel, megállapíthatjuk, hogy a minták között – hasonlóan a kakukkfűhöz – érzékszervi minőségben nem jelentkezik különbség az eltérő szárítási módok hatására. Ezért a 9b. ábrán látható különbségek inkább az analitikai módszerekkel mért eredményekre vezethető vissza, mintsem az érzékszervi eltérésekre.

Elektronikus orral vizsgálva a mintákat a következőket állapíthatjuk meg: A friss minták illatához képest a szárítás jelentősen változtatott a minták illatán, mind a két vizsgált kemotípusnál (10. ábra). A kétféle kezelés hatására a szurokfű fűszer minták illata nem különbözik jelentősen, akár a görög oregánót (fehér virágú), akár a közönséges szurokfűvet (rózsaszín virágú) vesszük figyelembe.



10. ábra: Friss minták, 40 °C-on és természetes úton szárított *Origanum vulgare* minták összehasonlítása elektronikus orr segítségével (görög oregánó: fehér virágú és közönséges szurokfű: rózsaszín virágú) (2010) (F: friss minta, fehér virágú, 2-es kezelés: természetes szárítás, R: friss minta, rózsaszín virágú)

## Összefoglalás

Munkánk során célul tűztük ki, hogy élelmiszeripari antioxidánsként egyre fontosabbá váló kakukkfű és szurokfű fajok esetében vizsgáljuk a szárítás, a fagyasztás és a fagyasztva szárítás hatását a drogok hatóanyagtartalmára és érzékszervi paramétereire. Vizsgálatainkhoz a kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris*) két eltérő kemotípusú állományát, a görög oregánót (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) és a közönséges szurokfűvet (*Origanum vulgare* subsp. *vulgare*) választottuk.

Habár a szárítás során alkalmazott magasabb hőmérséklet gazdasági szempontból előnyösebb lehet, hisz gyorsabb termék-előállítás teszi lehetővé, a vizsgálati eredmények egyértelműen igazolták az 50 °C-os hőmérséklet negatív hatását mind az illóolaj-tartalomra, mind a kivonatok összes-fenoltartalmára, összantioxidáns-kapacitására és érzékszervi jellemzőire. A hőmérséklet emelésével a növényi alapanyagok értékes flavonoid összetevőiben is jelentős visszaesés tapasztalható. A fagyasztásos technika hasonló hatóanyag-tartalombeli veszteségeket idézett elő, igaz, az illóolaj összetételében ezek a minták hasonlítottak leginkább a friss

alapanyaghoz. A liofilizálás esetében pedig az alapvető probléma, a szakirodalmi adatoknak megfelelően, az eljárás során bekövetkező nagy illóolaj-veszteség. Azonban ez nem jelenti a küllemi jellemzők kedvezőtlen változását, amelynek nagy szerepe van az érzékszervi vizsgálatok során a kedveltség megítélésében.

Az érzékszervi tulajdonságok közül a küllemi tulajdonságokra nemcsak a túl magas hőmérsékletű szárítás (50 °C) hat kedvezőtlenül, hanem a lassúbb, alacsonyabb hőmérsékletű mesterséges szárítás (30 °C) is. Mivel a kedveltséget nagymértékben befolyásolják a küllemi jellemzők, ezek a szárítási módok kevésbé eladható végterméket eredményeznek. A fagyasztás és a liofilizálás igen eltérő illatot eredményez a mesterséges, illetve természetes szárításhoz képest. A természetes és a 40 °C-os szárítás a végtermék illata szempontjából azonos értékűnek tekinthetők. A bírálatok kivitelezése szempontjából a legjobban kezelhető a szárított és morzsolt fűszer, a legtöbb információt ezek a minták adják. Az elektronikus orr mérési eredményei jól párhuzamba állíthatók az érzékszervi bírálók által adott eredményekkel, így gyors megoldást jelent a fűszerminták vizsgálatára.

Az összes vizsgált paraméter és a gazdasági megfontolások figyelembevételével a kíméletes, de még viszonylag gyors szárítási mód (40 °C) ajánlható mindkét növényi alapanyag esetében. A liofilizálás, amely az élelmiszeripari gyakorlatban általánosan elterjedt, csak akkor ad megfelelő beltartalmi minőséget, ha a kiindulási alapanyag kellően magas illóolaj-, illetve fenolos komponens tartalommal rendelkezik.

### Irodalomjegyzék

- Baby, R., Cabezas, M., Castro E., Filip, R., Walsöe de Reca, M. E. (2005): Quality control of medicinal plants with an electronic nose. *Sensors and Actuators B*, 106: 24-28.
- Bendl, E., Kroyer, G., Washüttl, J., Steiner, I. (1988): Untersuchungen über die Gefriertrocknung von Thymian und Salbei. *Ernahrung/Nutrition*, 12: 793-795.
- 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.
- Bertoli A., Sárosi Sz., Bernáth J., Pistelli L. (2010): Characterization of some Italian ornamental Thyme by their aroma. *Natural Product Communications*, 5 (2): 291-296.
- Bicchi, C., Cordero, C., Liberto, E., Sgorbini, B., Rubiolo, P. (2007): Reliability of fibres in solid-phase microextraction for routine analysis of the headspace of aromatic and medicinal plants. *Journal of Chromatography. A* 1152: 138-149.
- Capecka, E. (2004): Fresh culinary herb production in pots as affected by a method and date of oregano (*Origanum vulgare* L.) propagation. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* (95): 33-37.
- Capecka, E., Mareczek, A., Leja, M. (2005): Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. *Food Chemistry*, 93(2):223-226.
- Castro-Vázquez L., Díaz-Maroto M.C., González-Viñas M.A., Pérez-Coello M.S. (2009): Differentiation of monofloral citrus, rosemary, eucalyptus, lavender, thyme and heather honeys based on volatile composition and sensory descriptive analysis. *Food Chemistry*. 112: 1022-1030.
- Cesare, L. F. di., Forni, E., Viscardi, D., Nani, R. C. (2004): Influence of drying techniques on the volatile phenolic compounds, chlorophyll and colour of oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *prismaticum* G.). *Italian Journal of Food Science*, 16(2): 165-175.
- Cosio, M. S., Ballbio, D., Benedetti, S., Gigliotti, C. (2007): Evaluation of different storage conditions of extra virgin olive oils with an innovative recognition built by means of electronic nose and electronic tongue. *Food Chemistry*, 101: 485-491.

Costa Freitas, A. M., Parreira C., Vilas-Boas L. (2001): The use of an electronic aroma-sensing device to assess coffee differentiation-comparison with SPME gas-chromatography-mass spectrometry aroma patterns. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 513-522.

Deans, S. G., Svoboda, K. P., Bartlett, M. C. (1991): Effect of microwave oven warm-air drying on the microflora and volatile oil profile of culinary herbs. *J. Essent. Oil Res.*, 3: 341-347.

Diaz-Maroto, M.C., Pérez-Coello, M.S., Cabezudo, M.D. (2002): Effect of drying method on the volatiles in bay leaf (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4520-4524.

Figiel, A., Szumny, A., Gutiérrez-Ortíz, A., Carbonell-Barrachina, Á.A. (2010): Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare*) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, 98: 240-247.

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.

ISO 11035:1994 (1994): Sensory analysis – Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.

ISO 16820:2004 (2004): Sensory analysis -- Methodology -- Sequential analysis.

ISO 4120:2004 (2004): Sensory analysis -- Methodology -- Triangle test.

ISO 6564:1985 (1985): Sensory analysis -- Methodology -- Flavour profile methods.

Jirovetz, L., Buchbauer, G., Ngassoum, M. B., Geissler, M. (2002): Aroma compound analysis of *Piper nigrum* and *Piper guineense* essential oils from Cameroon using solid-phase microextraction-gas chromatography, solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry and olfactometry. *Journal of Chromatography A*, 976: 265-275.

Kókai Z. (2003): Almafajták érzékszervi vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. 55-59. p.

Kókai Z., Heszberger J., Kollár-Hunek K., Kollár G. (2002): A new VBA software as a tool of food sensory test. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry, Veszprém*. 30: 235-239.

Kovács Z., Dalmadi I., Lukács L., Sipos L., Szántai-Kőhegyi K., Kókai Z., Fekete A. (2010): Geographical origin identification of pure Sri Lanka tea infusions with electronic nose, electronic tongue and sensory profile analysis. *Journal of Chemometrics. Special Issue: Conferentia Chemometrica 2009*. 24 (3-4): 121-130.

M. Laureati, S. Buratti, A. Bassoli, G. Borgonovo, E. Pagliarini (2010): Discrimination and characterisation of three cultivars of *Perilla frutescens* by means of sensory descriptors and electronic nose and tongue analysis. *Food Research International*. 43: 959–964.

M.J. Lerma-García, L. Cerretani, C. Cevolic, E.F. Simó-Alfonso, A. Bendinib, T. Gallina Toschi (2010): Use of electronic nose to determine defect percentage in oils. Comparison with

Mata, A. T., Proenca, C., Ferreira, A. R., Serralheiro, M. L. M., Nogueira, J. M. F., Araújo, M. E. M. (2007): Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chemistry*, 103: 778-786.

Mohammed, M., Wickham, L-D. (1995): Postharvest retardation of senescence in Shado benni (*Eryngium foetidum* L.) plants. *J. Food Quality*, 18: 325-334.

Moldao-Martins, M., Beirao-da-Costa, S., Neves, C., Cavaleiro, C., Salguero, L., Beirao-da-Costa, M. L. (2004): Olive oil flavoured by the essential oils of *Mentha x piperita* and *Thymus mastichina* L. *Food Quality and Preference*, 15:447-452.

MSZ ISO 11035:2001 (2001): Érzékszervi vizsgálat. A leíró kifejezések azonosítása és kiválasztása érzékszervi profilhoz többdimenziós eljárással.

MSZ ISO 11036:2001 (2001): Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Állományprofil.

Nielsen, P. V., Rios, R. (2000): Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *International Journal of Food Microbiology*, 60:219-229.

Modi, V. K., Sidde Gowda, G. S., Sakhare, P.Z., Mahendrakar, N.S., Narashima, Rao D. (2006): Pre-processed spice mix formulation and changes in its quality during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 39(6):613-620.

Olivier G. W. (1997): The world market of oregano. In: Padulosi, S., editor. 1997. *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 14. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 142-146. p.

Park, K.J., Vohnikova, Z., Brod, F.P.R. (2002): Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). *Journal of Food Engineering*, 51: 193-199.

Ragazzo-Sanchez, J.A., Chalier, P., Chevalier-Lucia, D., Calderon-Santoyo, M., Ghommidh, C. (2009): Off-flavours detection in alcoholic beverages by electronic nose coupled to GC. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 140 (1): 29-34.

sensory panel results. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 147: 283-249.

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.

Sipos L. (2009): Ásványvíz fogyasztási szokások elemzése és ásványvizek érzékszervi vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem. 180-182. p.

Usai, M., Marchetti, M., Foddia, 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.

Venskutonis, R. (1997): Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chemistry*, 59, 219-227.

Zhang, C., Qi, M., Shao, Q., Zhou, S., Fu, R. (2007): Analysis of the volatile compounds in *Ligusticum chuanxiong* Hort. Using HS-SPME-GC-MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 44: 464-470.

Zheng, W., Wang, S. Y. (2001): Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11): 5165-5170.

1.melléklet: Kerti kakukkfű illóolájának összetétele különböző szárítási módok alkalmazásával – 2009

Komponens	RT <sup>1</sup>	LRI <sup>2</sup>	1 HS	IO	2	3	4	5	6	7
$\alpha$ -tujén*	5,31	928	14,11 $\pm$ 3,75	0,38 $\pm$ 0,37	0,02 $\pm$ 0,01	0,12 $\pm$ 0,06	0,10 $\pm$ 0,06	0,11 $\pm$ 0,03	n.d.	0,17 $\pm$ 0,02
$\alpha$ -pinén*	5,56	938	6,66 $\pm$ 3,32	0,17 $\pm$ 0,16	0,04 $\pm$ 0,03	0,20 $\pm$ 0,10	0,19 $\pm$ 0,07	0,21 $\pm$ 0,05	n.d.	0,17 $\pm$ 0,01
kamfén*	5,95	952	1,94 $\pm$ 1,14	0,11 $\pm$ 0,10	0,02 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,07	0,13 $\pm$ 0,04	0,13 $\pm$ 0,03	n.d.	0,13 $\pm$ 0,01
szabinén*	6,52	976	1,62 $\pm$ 1,60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,02 $\pm$ 0,01
$\beta$ -pinén*	6,64	981	0,56 $\pm$ 0,54	0,03 $\pm$ 0,02	n.d.	0,02 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,02	n.d.	n.d.	n.d.
1-oktén-3-ol	6,81	987	n.d.	0,03 $\pm$ 0,02	n.d.	0,04 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,08	0,03 $\pm$ 0,02	0,07 $\pm$ 0,06
$\beta$ -mircén*	6,99	995	n.d.	0,58 $\pm$ 0,34	0,26 $\pm$ 0,11	0,43 $\pm$ 0,12	0,51 $\pm$ 0,08	0,42 $\pm$ 0,06	0,15 $\pm$ 0,14	0,50 $\pm$ 0,03
$\beta$ -fellandré	8,21	1029	0,13 $\pm$ 0,12	0,06 $\pm$ 0,05	0,01 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,03	0,07 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,03	n.d.	0,03 $\pm$ 0,02
$\alpha$ -terpinén*	7,79	1018	2,08 $\pm$ 1,41	0,69 $\pm$ 0,32	0,66 $\pm$ 0,15	0,97 $\pm$ 0,16	0,92 $\pm$ 0,11	1,02 $\pm$ 0,03	0,23 $\pm$ 0,22	0,65 $\pm$ 0,01
<b>p-cimol*</b>	<b>8,09</b>	<b>1026</b>	<b>41,66 <math>\pm</math> 2,63</b>	<b>9,50 <math>\pm</math> 3,25</b>	<b>13,96 <math>\pm</math> 1,91</b>	<b>17,97 <math>\pm</math> 1,57</b>	<b>14,40 <math>\pm</math> 1,36</b>	<b>17,60 <math>\pm</math> 0,18</b>	<b>5,79 <math>\pm</math> 3,60</b>	<b>15,46 <math>\pm</math> 0,40</b>
limonén*	8,19	1029	2,47 $\pm$ 0,26	0,23 $\pm$ 0,11	0,22 $\pm$ 0,05	0,36 $\pm$ 0,07	0,36 $\pm$ 0,04	0,38 $\pm$ 0,04	0,10 $\pm$ 0,09	0,31 $\pm$ 0,02
1,8-cineol*	8,38	1034	n.d.	0,51 $\pm$ 0,04	1,09 $\pm$ 0,02	0,82 $\pm$ 0,02	0,93 $\pm$ 0,07	1,17 $\pm$ 0,10	0,81 $\pm$ 0,04	0,77 $\pm$ 0,02
<b><math>\gamma</math>-terpinén*</b>	<b>9,20</b>	<b>1056</b>	<b>11,33 <math>\pm</math> 0,43</b>	<b>9,01 <math>\pm</math> 1,73</b>	<b>6,76 <math>\pm</math> 0,70</b>	<b>6,74 <math>\pm</math> 0,44</b>	<b>7,80 <math>\pm</math> 0,26</b>	<b>5,98 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>5,26 <math>\pm</math> 2,89</b>	<b>7,27 <math>\pm</math> 0,31</b>
transz-szabinén-hidrát*	9,73	1070	n.d.	0,71 $\pm$ 0,08	0,38 $\pm$ 0,08	0,46 $\pm$ 0,02	0,53 $\pm$ 0,01	0,42 $\pm$ 0,08	1,44 $\pm$ 0,14	0,53 $\pm$ 0,08
linalool*	10,76	1097	n.d.	1,74 $\pm$ 0,21	1,38 $\pm$ 0,27	1,97 $\pm$ 0,07	2,17 $\pm$ 0,07	1,32 $\pm$ 0,47	2,83 $\pm$ 0,30	2,10 $\pm$ 0,09
izoborneol*	13,43	1162	n.d.	0,65 $\pm$ 0,13	0,57 $\pm$ 0,12	0,94 $\pm$ 0,02	1,03 $\pm$ 0,08	0,95 $\pm$ 0,11	1,12 $\pm$ 0,14	0,99 $\pm$ 0,07
terpinén-4-ol*	13,96	1175	n.d.	0,19 $\pm$ 0,07	0,24 $\pm$ 0,09	0,35 $\pm$ 0,01	0,37 $\pm$ 0,03	0,35 $\pm$ 0,05	0,27 $\pm$ 0,07	0,34 $\pm$ 0,03
$\alpha$ -terpineol	14,55	1189	n.d.	0,03 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,05	0,07 $\pm$ 0,06	0,14 $\pm$ 0,02	0,10 $\pm$ 0,08	0,10 $\pm$ 0,09	0,07 $\pm$ 0,06
izobornil-acetát*	18,41	1281	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,09 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,05	0,20 $\pm$ 0,06	0,03 $\pm$ 0,02
<b>tímol*</b>	<b>18,81</b>	<b>1290</b>	<b>4,03 <math>\pm</math> 1,02</b>	<b>69,38 <math>\pm</math> 5,44</b>	<b>67,34 <math>\pm</math> 2,69</b>	<b>60,49 <math>\pm</math> 2,44</b>	<b>61,35 <math>\pm</math> 1,51</b>	<b>61,75 <math>\pm</math> 1,18</b>	<b>70,68 <math>\pm</math> 6,03</b>	<b>61,65 <math>\pm</math> 1,09</b>
<b>karvakrol*</b>	<b>19,20</b>	<b>1300</b>	<b>n.d.</b>	<b>3,78 <math>\pm</math> 0,43</b>	<b>4,23 <math>\pm</math> 0,14</b>	<b>4,11 <math>\pm</math> 0,26</b>	<b>4,31 <math>\pm</math> 0,10</b>	<b>4,27 <math>\pm</math> 0,09</b>	<b>4,23 <math>\pm</math> 0,48</b>	<b>4,83 <math>\pm</math> 0,06</b>
$\beta$ -kariofillén*	23,68	1420	19,64 $\pm$ 4,07	1,58 $\pm$ 0,74	1,80 $\pm$ 0,53	2,26 $\pm$ 0,02	2,47 $\pm$ 0,16	2,06 $\pm$ 0,03	4,35 $\pm$ 0,37	2,53 $\pm$ 0,25
germakrén-D*	26,18	1482	n.d.	0,17 $\pm$ 0,16	n.d.	n.d.	0,20 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,07	0,42 $\pm$ 0,09	0,07 $\pm$ 0,06
cisz- $\gamma$ -kadinén*	27,49	1515	n.d.	n.d.	n.d.	0,13 $\pm$ 0,01	n.d.	0,04 $\pm$ 0,03	0,25 $\pm$ 0,08	0,03 $\pm$ 0,02
$\delta$ -kadinén*	27,80	1524	n.d.	n.d.	0,09 $\pm$ 0,08	0,19 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,13	0,22 $\pm$ 0,02	0,08 $\pm$ 0,07	0,12 $\pm$ 0,02
kariofillén-oxid*	30,20	1590	n.d.	0,04 $\pm$ 0,03	0,11 $\pm$ 0,10	0,42 $\pm$ 0,02	0,50 $\pm$ 0,02	0,41 $\pm$ 0,08	0,34 $\pm$ 0,13	0,35 $\pm$ 0,06
tau-kadinol*	32,26	1644	n.d.	0,25 $\pm$ 0,12	0,11 $\pm$ 0,10	0,37 $\pm$ 0,03	0,49 $\pm$ 0,04	0,15 $\pm$ 0,14	0,90 $\pm$ 0,24	0,28 $\pm$ 0,05

<sup>1</sup>: Retenciósi idő, <sup>2</sup>: Lineáris retenciósi index C8-C23 alkánsorhoz viszonyítva, HP-5 típusú kapillár kolonnán, \*: Statisztikailag igazolt eltérés a kezelések között (95 %-os megbízhatósági szinten), n.d.: nem detektálható. Kezelések: 1: Friss minta (HS: Headspace, IO: illóolaj), 2: Természetes módon szárított, 3: 30 °C-on szárított, 4: 40 °C-on szárított, 5: 50 °C-on szárított, 6: Fagyasztott minta, 7: Liofilizált minta

**2. melléklet: Görög oregánó illóolójának összetétele különböző szárítási módok alkalmazásával – 2009**

Komponens	RT <sup>1</sup>	LRI <sup>2</sup>	1 HS	IO	2	3	4	5	6	7
$\alpha$ -tujén*	5,31	928	2,00 ± 0,44	0,63 ± 0,07	0,48 ± 0,33	0,23 ± 0,01	0,41 ± 0,04	0,33 ± 0,06	0,32 ± 0,24	0,57 ± 0,25
$\alpha$ -pinén*	5,56	938	0,91 ± 0,19	0,24 ± 0,03	0,36 ± 0,21	0,22 ± 0,02	0,36 ± 0,03	0,20 ± 0,17	0,11 ± 0,11	0,27 ± 0,13
kamfén*	5,95	952	0,35 ± 0,05	n.d.	0,10 ± 0,06	0,06 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,16 ± 0,15	0,08 ± 0,03
szabinén*	6,52	976	1,32 ± 0,85	0,41 ± 0,10	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,21 ± 0,20	0,69 ± 0,12
$\beta$ -pinén*	6,64	981	0,17 ± 0,15	n.d.	0,05 ± 0,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,05 ± 0,04
1-oktén-3-ol	6,81	987	n.d.	n.d.	0,11 ± 0,11	n.d.	0,08 ± 0,07	0,08 ± 0,07	0,04 ± 0,03	0,07 ± 0,06
$\beta$ -mircén*	6,99	995	3,24 ± 0,44	0,71 ± 0,03	0,67 ± 0,15	0,32 ± 0,03	0,78 ± 0,06	0,69 ± 0,07	0,50 ± 0,25	0,77 ± 0,12
$\alpha$ -terpinén*	7,79	1018	1,06 ± 0,18	0,70 ± 0,09	0,81 ± 0,17	0,44 ± 0,02	0,86 ± 0,06	0,77 ± 0,05	0,58 ± 0,22	0,86 ± 0,12
<b>p-cimol*</b>	<b>8,09</b>	<b>1026</b>	<b>26,16 ± 4,74</b>	<b>4,74 ± 0,43</b>	<b>6,58 ± 0,51</b>	<b>4,50 ± 0,16</b>	<b>5,49 ± 0,04</b>	<b>5,22 ± 0,24</b>	<b>4,28 ± 1,16</b>	<b>5,13 ± 0,64</b>
limonén*	8,19	1029	0,85 ± 0,09	0,10 ± 0,09	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
$\beta$ -fellandrénn*	8,21	1029	n.d.	n.d.	0,19 ± 0,05	0,09 ± 0,01	0,19 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,14 ± 0,05	0,21 ± 0,02
cisz- $\beta$ -ocimén*	8,50	1037	0,46 ± 0,13	0,12 ± 0,11	0,03 ± 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	0,16 ± 0,16	0,35 ± 0,02
transz- $\beta$ -ocimén*	8,85	1046	0,68 ± 0,31	0,44 ± 0,16	0,09 ± 0,03	n.d.	0,04 ± 0,04	n.d.	0,64 ± 0,29	1,18 ± 0,11
<b><math>\gamma</math>-terpinén*</b>	<b>9,20</b>	<b>1056</b>	<b>9,53 ± 1,96</b>	<b>7,14 ± 0,94</b>	<b>5,78 ± 0,62</b>	<b>2,72 ± 0,03</b>	<b>5,58 ± 0,35</b>	<b>4,83 ± 0,23</b>	<b>6,32 ± 1,67</b>	<b>7,40 ± 0,37</b>
transz-szabinén-hidrát*	9,73	1070	0,71 ± 0,25	0,06 ± 0,05	0,18 ± 0,05	0,14 ± 0,02	0,19 ± 0,04	0,17 ± 0,01	0,15 ± 0,13	0,14 ± 0,06
izoborneol*	13,43	1162	0,49 ± 0,08	n.d.	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,01	0,28 ± 0,03	0,17 ± 0,02	0,13 ± 0,11	0,24 ± 0,04
terpinén-4-ol*	13,96	1175	0,24 ± 0,21	n.d.	0,14 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,04 ± 0,03	0,21 ± 0,02
karvakrol-metil-éter*	16,61	1238	1,09 ± 0,22	0,05 ± 0,04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,09 ± 0,08	0,11 ± 0,03
tímokinon*	17,16	1251	0,61 ± 0,28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>karvakrol*</b>	<b>19,20</b>	<b>1300</b>	<b>31,67 ± 6,62</b>	<b>83,53 ± 2,19</b>	<b>82,75 ± 2,56</b>	<b>89,74 ± 0,28</b>	<b>83,36 ± 0,86</b>	<b>85,64 ± 0,56</b>	<b>82,69 ± 4,58</b>	<b>76,91 ± 0,66</b>
$\beta$ -kariofillén*	23,68	1420	9,42 ± 0,93	0,90 ± 0,14	0,71 ± 0,62	0,89 ± 0,10	1,49 ± 0,14	1,23 ± 0,05	1,84 ± 0,53	2,35 ± 0,29
$\alpha$ -humulén*	25,07	1454	0,71 ± 0,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
$\beta$ -farnezen*	25,27	1459	0,33 ± 0,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,02 ± 0,01	n.d.	n.d.
germakrén-D*	26,18	1482	1,74 ± 0,24	0,04 ± 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,58 ± 0,38	0,73 ± 0,20
biciklogermakrén*	26,81	1497	0,09 ± 0,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,17 ± 0,17	0,27 ± 0,08
$\beta$ -bizabolén*	27,23	1508	5,96 ± 0,63	0,18 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,06 ± 0,05	0,12 ± 0,03	n.d.	0,53 ± 0,26	0,83 ± 0,19
$\delta$ -kadinén*	27,80	1524	0,37 ± 0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
kariofillén-oxid*	30,20	1590	n.d.	n.d.	0,02 ± 0,02	0,19 ± 0,01	0,11 ± 0,04	n.d.	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,02
muurol-5-én-4-on	34,07	1692	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,08 ± 0,07	0,17 ± 0,13

<sup>1</sup>: Retenciósi idő, <sup>2</sup>: Lineáris retenciósi index C8-C23 alkánsorhoz viszonyítva, HP-5 típusú kapillár kolonnán, \*: Statisztikailag igazolt eltérés a kezelések között (95 %-os megbízhatósági szinten, n.d.: nem detektálható. Kezelések: 1: Friss minta (HS: Headspace, IO: illóolaj), 2: Természetes módon szárított, 3: 30 °C-on szárított, 4: 40 °C-on szárított, 5: 50 °C-on szárított, 6: Fagyasztott minta, 7: Liofilizált minta