

SZAKDOLGOZAT

Boros Dorisz

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészettudományi Intézet

Kertészmérnök alapképzési szak

***Thymus* és *Artemisia* taxonok illóolajának és desztillációs
melléktermékeinek értékelése**

Tanszék

Belső konzulens: Dr. Pluhár Zsuzsanna
egyetemi tanár
Dr. Radácsi Péter
egyetemi docens

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

Külső konzulens: -
-

Készítette: Boros Dorisz

Budapest

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Célkitűzés.....	3
3. Irodalmi áttekintés	4
3.1. Kerti kakukkfű	4
3.1.1. A növény bemutatása.....	4
3.1.2. A kakukkfű előfordulása és környezeti igénye	5
3.1.3. Hatóanyagok.....	6
3.1.4. Farmakológiai hatása, felhasználása	8
3.1.5. Desztillációs maradékhoz kapcsolódó kutatások.....	10
3.2. Artemisia taxonok.....	11
3.2.1.A növény bemutatása.....	11
3.2.1.1.Artemisia absinthium	11
3.2.1.2 Artemisia annua	11
3.2.1. Előfordulás és környezeti igény	12
3.2.1.1. Artemisia absinthium	12
3.2.1.2. Artemisia annua	12
3.2.2. Hatóanyagok.....	13
3.2.2.1 Artemisia absinthium	13
3.2.2.2. Artemisia annua	15
3.2.3 Farmakológiai hatások, felhasználás	17
3.2.3.1 Artemisia absinthium	17
3.2.3.2 Artemisia annua	19
3.2.5.Desztillációs maradékhoz kapcsolódó kutatások.....	21
4. Anyagok és módszerek.....	22
5. Kísérleti eredmények és értékelésük.....	26
5.1.Thymus taxonok.....	26
5.1.1 Az extrakt tartalom alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál.....	26
5.1.2 Az illóolajtartalom alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál	27
5.1.3 Az illóolaj összetétel alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál	28
5.1.4 Az összantioxidáns kapacitás alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál	29
5.1.5 Az összpolidifenoltartalom alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál	30
5.2 Artemisia taxonok	32
5.2.1. Extrakt tartalom alakulása az Artemisia taxonoknál	32
5.2.2.Illóolajösszetétel és mennyiség alakulása az Artemisia taxonoknál	33
5.2.3. Az összantioxidáns kapacitás alakulása az Artemisia taxonoknál.....	34
5.2.4 Összes polifenoltartalom alakulása az Artemisia taxonoknál	34
6.Összefoglalás	36
7. Irodalomjegyzék.....	39

1. Bevezetés

A gyógynövények használata több évszázados múltra nyúlik vissza. Ezen növények felhasználása az emberi szervezet számára jótékony hatásainak köszönhetően több figyelmet érdemelnek. A dolgozatomban a *Thymus vulgaris* és két *Artemisia* taxon, az *A. absinthium* és az *A. annua* vizsgálatával foglalkoztam.

A *T. vulgaris* antimikrobiális és antioxidáns tulajdonságai miatt akár könnyen hozzáférhető természetes antioxidáns és antibiotikum forrásnak is tekinthető. Gyulladáscsökkentő, mely tulajdonságát elsősorban az illóolajban található timol vegyületnek köszönheti. Készítményei, illóolaja, kivonatai antibakteriális, antifungális, antivirális tulajdonságokkal rendelkeznek. Köhögéscsillapító, így a felső légúti megbetegedések ellen is hatékony. Illóolaja szájvizek, kenőcsök, illatszerek, likőrök alapanyaga, külsőleg használva csipések, bőrproblémák, reumatikus fájdalmak és lábgomba kezelésében hatékony. Javítja a májműködését, étvágyserkentő, jellegzetes aromája miatt húsok ízesítésére is kiváló.

Az *A. absinthium* jótékony hatásokkal bír többek között láz, gyulladás, vérnyomás csökkentés, epilepszia, gyomorbántalmak és húgyúti problémák kezelése esetén. Ezen felül rákellenes tulajdonságai miatt tumoros megbetegedések kezelésében is perspektívikus. Antibakteriális, antihelmintikus, illetve alkalmazható fekélyek kezelésében. Várandós nők fájdalmát csökkentheti. Leukémia, szklerózis multiplex kezelésében hatékony. Májvédő, neuroprotektív. Mindezek mellett az abszint nevű alkoholos ital alapanyaga.

Az *A. annua* antimikrobiális tulajdonságokkal rendelkezik Gram-pozitív, Gram-negatív baktériumtörzsekkel, illetve gombatörzsekkel és kórokozókkal szemben, mely tulajdonságát az artemisia-ke-tonnak köszönheti. A malária leküzdésében fontos gyógynövény az artemisinin nevű vegyületének köszönhetően, mely kutatások szerint tumorsejtekkel és a HIV vírussal szemben is hatékony. Parazitaellenes, így az állattenyésztésben is egyre használatosabb. Gyulladáscsökkentő, ödéma kezelésében is alkalmazható. Emellett köhögéscsillapító, vérnyomáscsökkentő, használható láz, sárgaság, sebgyógyítás esetén, illetve tartósító-, és ízesítőszerként is.

Mint látható, ezek a gyógynövények hasznos egészségmegőrző tulajdonságokkal bírnak, remekül hasznosíthatók alternatív gyógymódként és mindennapjainkba beépítve preventív hatást érhetünk el egyes kórképek kialakulásában. Úgy gondolom, hogy pozitív élettani hatásai miatt mindenképp fontos, hogy jobban megismerjük, újabb kutatási területeken is teszteljük e fajokat.

2. Célkitűzés

A *Thymus spp.* és az *Artemisia spp.* olyan közismert gyógynövények, melyeknek a fitoterápián kívül számos felhasználási lehetőségük lehet: pl. a kozmetikai iparban, az élelmiszeriparban vagy a növényvédelemben. Kísérleteim során arra kerestem a választ, hogy vajon a vízdesztilláció melléktermékei („a maradék” víz és „maradék” gyógynövény anyag) hasznosíthatók-e antioxidáns forrásként, vagy egyéb felhasználási területeken.

A kutatás célja mindkét fajnál az intraspecifikus taxonok drogmintáinak vízdesztillációja után az illóolaj-tartalom és összetétel megállapítása, valamint a visszamaradó melléktermékek összpolicfenol tartalmának és össz antioxidáns kapacitásának meghatározása volt.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Kerti kakukkfű

3.1.1. A növény bemutatása

A *Thymus vulgaris* L. (Kerti kakukkfű) a *Lamiaceae* családhoz tartozó évelő növény, félcserje, melyet szerte a világon gyógyászati célokra, illetve fűszerként hasznosítanak (1. ábra). **Grigore és mtsai** (2010) szerint nagy figyelmet érdemel az élelmiszer- és aromaiparban való felhasználása, ugyanis nem csak konyhai összetevőként, ízfokozóként, hanem tartósítószerként is szolgál élelmiszerek számára, főképp antioxidáns tulajdonsága miatt, illetve illóolaja különleges és jellegzetes aromáját a parfüm- és kozmetika ipar is hasznosítja. Tartósítószerként való alkalmazását **Kuete és mtsai** (2017) könyvében, illetve **Lemos és mtsai** (2016), és **Mancini és mtsai** (2015), valamint **Marino és mtsai** (1999) tanulmányukban is megemlítik.



1. ábra *Thymus vulgaris* (Internet1)

Kuete és mtsai (2017) szerint a kakukkfű egy apró évelő cserje, melynek szára fásodik és 15-30 cm magas. **Stahl-Biskup mtsai** (2002) nyomán említi, hogy: „A virágok világoslila színűek, kétszirmúak, 5 mm hosszúak, szőrös, mirigyes kehellyel, és levélszerű fellevelekkel együtt, laza fürtökben, levél fürtökben, a náduszokon vagy végálló ovális vagy kerekded fejekben állnak.” **Reddy és mtsai** (2014) tanulmánya szerint is a növény 15-30 cm magasra nő, illetve 40 cm szélesre; szára fásodik; levelei kicsik, 2,5-5 mm hosszúak és fajtától függően eltérő a levélformájuk, szőrözöttségük és illatuk. **Bernáth és Németh**

(2007) botanikai leírása szerint a gyökere fás; szára fásodó, 20-50 cm magas; hajtásai 10-25 cm hosszúak; levelei enyhén szőrözöttek, lándzsásak, illetve változó formájúak, szélük ép; a növény jellegzetes kellemes illatát a levél mindkét oldalán megtalálható illóolajmirigyeknek köszönheti; virágzata álörvökből összetett álfüzér, melynek színe a fehértől a rózsaszínen át a liláig pompázhat; virágzása május és július közé tehető; termése 4 makkocsa, melyek sötétbarna színűek. **Hosseinzadeh és mtsai** (2015) szerint a *T. vulgaris* levelei ovális vagy rombusz alakúak, és a földfeletti fás részeket illóolaj előállítására használják, elsősorban vízgőz-desztillációval.

3.1.2. A kakukkfű előfordulása és környezeti igénye

Bernáth és Németh (2007) szerint a kakukkfű hazánkban nem honos. Őshazájának a Földközi-tenger vidékét tekintik. **Kuete és mtsai** (2017) szintén a Földközi-tenger térségét említik őshazájaként, illetve a szomszédos országokat, Észak-Afrikát és Ázsia egyes részeit. Termesztési helyeül a szerzők Egyiptomot, Marokkót, Algériát, Tunéziát, Líbiát, Nigériát és Dél-Afrikát adták meg. **Hosseinzadeh és mtsai** (2015) megemlíti, hogy Francia-, Spanyol- és Olaszországban, valamint Bulgáriában, illetve, afrikai országokban is termesztik. **Reddy és mtsai** (2014) szintén e négy európai országot írja le termesztési helyeül. **Lemos és mtsai** (2016) hivatkozva **Maksimovic és mtsai** 2018-as tanulmányára, a mediterrán régiót írja le őshazájaként. A *T. vulgaris* a legelterjedtebb kakukkfűfaj Olaszországban, kellemes illatú évelő cserje, amely a mediterrán térségben legalább hat különböző kemo típussal van jelen. (**Mancini és mtsai**, 2015)

Hosseinzadeh és mtsai (2015) szerint tavasszal ültetik általában és a legmegfelelőbb számára a meleg, és napos hely és a jó vízáteresztő képességű talaj. Magvetéssel, dugványozással vagy töosztással szaporítható. Erős fagyokat elviseli, a tengerszint feletti magasságtól egészen 800 m-ig megtalálható. A kakukkfű jól fejlődik a mérsékelt vagy meleg, száraz, napos éghajlaton, és mindenütt, ahol van elég fény. Teljes napsütést kíván ahhoz, hogy a lehető legjobban fejlődjön. A kakukkfű nem szereti a túlzott nedvességet, mivel ilyen termőhelyen megfertőződhet. A kakukkfű a könnyű, jó vízelvezetésű, 5,0 és 8,0 közötti pH-értékű talajokat kedveli. A kakukkfűfajok a legjobban a durva, rögös talajokon érzik magukat, amelyek számos alternatív növény számára alkalmatlanok lehetnek.” (**Reddy és mtsai**, 2014) **Bernáth és Németh** (2007) szintén a meszes, termékeny, jó vízáteresztő képességű talajokat jelölik meg a legalkalmasabbnak; ám ezzel szemben a vízállásos talajokat rosszul tűri, melegkedvelők, fényigényesek, déli lejtők ékköve.

3.1.3. Hatóanyagok

A *Thymi herba* fő hatóanyaga az 1,0-2,5%-ban felhalmozódó illóolaj. Ennek fő összetevője a timol (20-50%), tartalmaz ezenkívül pl. karvakrolt, p-cimolt. A legtöbb illóolajat virágzáskor, napos időben halmozza fel. Az illóolajon kívül a *Thymi herba* mintegy 10% cserzőanyagot, keserűanyagot, gyantát, szaponint is tartalmaz (**Bernáth és Németh, 2007**). Az illóolaj felelős a kakukkfű különleges és jellegzetes aromájáért (**Stahl-Biskup és mtsai, 2002**). A *T. vulgaris*-ből származó illóolajban magas az oxigéntartalmú monoterpének (56,53%) és alacsony a monoterpén szénhidrogének (28,69%), szeszkviterpén szénhidrogének (5,04%) valamint az oxigénezett szeszkviterpének (1,84%) aránya (**Reddy és mtsai, 2014**). Ez utóbbi szerzők kísérleteikben fő komponensként a timolt (51,34%) azonosították, a többi vegyület mennyisége 19% alatti volt. A kakukkfűolajban kimutatott illóanyagok többsége a monoterpének csoportjába tartozik, amelynek fő képviselője a timol, egy fenolos monoterpén (30-55%) (**Reddy és mtsai, 2014**). Az illóolaj fő komponensei közé tartozik a linalool, a mircén, a kámfor, a borneol, a β -pinen, a β -kariofillén, a p-cimol, a karvakrol, a timol, a γ -terpinén, a timil-metil-éter, karvakril-metil-éter, a limonén, az α -terpinol és a szabinén-hidrát (**Jager és mtsai, 2009**). **Stahl-Biskup és mtsai (2002)** szerint a szárított kakukkfű mintegy 1,0-2,5 %-nyi illóolajat tartalmaz. **Grigore és mtsai (2010)** tanulmányában az illóolaj kinyerésének két módszerét, a vízgőzdesztillációt és a nem poláris oldószerekkel történő extrakciót hasonlította össze. A mintául szolgáló kakukkfű a timol kemotípusba tartozott, ugyanis a legnagyobb mennyiségben timolt tartalmazott az illóolaja. A vízgőzdesztillációval nyert illóolaj jobb minőségű volt, mely nagy mennyiségben tartalmazott timolt (30,86%) és p-cimolt (30,53%) míg más vegyületek elenyésző mennyiségben voltak jelen (0,32-4,24%). Ezzel szemben a nem poláris oldószeres extrakcióval nyert minta illóolaj, és más nem poláris vegyületek keverékét eredményezte és csak a két említett vegyület volt kimutatható kis mennyiségben (1,01% és 0,81%). A kakukkfű-kivonatban azonosított aromás vegyületek közül 43 monoterpén, 16 szeszkviterpén, 14 egyéb aromás vegyület, 7 alkohol, 3 aldehid, 4 keton és észter, valamint 3 sav voltak. Mennyiségileg a legfontosabb vegyületek a timol (72%, 8,55 mg/g) és az izotimol (karvakrol) (5,7%, 0,681 mg/g) voltak, amelyek a számszerűsített összes illékony anyag közel háromnegyedét teszik ki, ezeket követték az egyéb monoterpének, pl. a linalool (4,0%, 0,471 mg/g), az α -terpineol (2,4%, 0,291 mg/g), az 1,8-cineol (2,1%, 0,245 mg/g) és a borneol (2,0%). A főbb illékony összetevők, mint a timol és az izotimol, a *T. vulgaris* fajokra jellemzőek voltak, és más publikált eredményekben is fő vegyületekként szerepeltek. (**Joo Lee és mtsai 2004**). **Lemos és mtsai (2016)** minden évszakban ugyanarról a helyről

gyűjtött kakukkfűvek illóolaj összetételére gyakorolt szezonális változások hatását figyelték meg. Az illóolaj hozama 0,11-0,22% között volt, a legnagyobb 2012 októberében, 2013 januárjában és áprilisában, a legkisebbet 2012 és 2013 júliusában. A 27-32 azonosított vegyületből, melyek az olaj 97-99%-át adták, a timolt találták legnagyobb mennyiségben, főképp 2012 októberében, majd ezt követte a p-cimol és a gamma-terpinén. A szerzők szerint a különbségek a vizsgált tulajdonságok tekintetében a hőmérséklet és a páratartalom szezonális változásaival hozhatók összefüggésbe. **Mancini és mtsai** (2015) dél-Olaszország öt különböző területéről gyűjtött kakukkfűvek illóolájának vizsgálatakor összesen 134 vegyületet azonosítottak, amelyek hozamai 0,019-0,092% közé tehetők, és mindben fenolos vegyületek voltak túlsúlyban, illetve a legtöbb olajban a timol (46,2-67,5%), karvakrol (5,7-7,3%) és a karyofillén-oxid (1,7-7,3%) voltak a legnagyobb mennyiségben. **Marino és mtsai** (1999) a mintául szolgáló illóolajokban legnagyobb arányban a timolt (átlagosan 31,19%), majd a γ -terpinént (24,73%) és a p-cimolt (15,79%) azonosítottak. Az összes fenoltartalom $9,07 \pm 0,002$ mg/g tanninsav-egyenérték a szárazanyagban. **Reddy és mtsai** (2014) hivatkozva El-Nekeety kísérletére, ahol az illóolaj komponenseit vizsgálta, ami karvakrolt (45 mg/g), timolt (24,7 mg/g), β -fellandrént (9,7 mg/g), illóolajat (4,1 mg/g), humulint (3,1 mg/g), α -fellandrént (2,3 mg/g) és mircént (2,1 mg/g) tartalmazott. Az α - és β -pinen, mircén, α -tijon, triciklen, 1, 8-cineol és β -szabinén mennyisége csekély volt. **Pirbalouti és mtsai** (2013) az olaj kémiai összetevőit vizsgálva szintén timolt (35,5-44,4%) találta domináns komponensnek, ezen kívül karvakrol (4,4-16,1%), a -terpinén (10,5-11,9%) és a p-cimol (8,5-16,1%) voltak jelentős mennyiségben az olajban a 24 összetevőből melyet azonosítottak és ezek tették ki az olaj 84,5-98,1%-át. Az eredményeik szerint oxigén tartalmú monoterpének (78,7-49,8%) és szénhidrogén monoterpének (13,1-35,3%) is megtalálhatók voltak az olajban.

A *T. vulgaris* kivonatának flavonoidtartalma kvercetin-egyenértékben kifejezve $8,56 \pm 0,001$ mg/g kvercetin-egyenérték volt a szárazanyagban. (**Nadia és mtsai**, 2013) **Mancini és mtsai** (2015) vizsgált olajainak összes fenoltartalma 77,6-165,1 mg/g közt volt. A *T. vulgaris* triterpéneket is tartalmaz urzolsav (0,94%) és oleanolsav (0,37%) formájában (**Jager és mtsai**, 2009). **Stahl-Biskup és mtsai** (2002) szerint a *Thymi herba*-ban fenolokat is megtalálhatunk, például rozmaringsavat, kávéssavat, gentizinsavat, p-kumársavat, sziringinsavat, ferulasavat és flavonokat, mint például az apigenin, luteolin, 6-hidroxiluteolin, és metilflavonokat, mint például cirsilineol, 8-metoxycirsilineol, cirsimaritin, timonin, timuszin, 7-metoxiluteolin, szalvigenin, xantomikrol 5-deszmetilnobiletin és 5-deszmetilszinenszetin.

3.1.3.1 Antioxidáns aktivitás

Grigore és mtsai (2010) az illóolaj kinyerés két módszerének összehasonlításának vizsgálatakor antioxidáns hatásuk tekintetében mindkét minta rendelkezett ezzel a tulajdonsággal, dóziszfüggően, de a vízgőzdesztillációval nyert illóolaj nagyobb mértékben. **Joo Lee és mtsai** (2004) a kakukkfű kémiai anyagainak azonosításakor az antioxidáns hatást is vizsgálták és a kivonatokban azonosított kémiai vegyületek közül a timol és a karvakrol mutattak erős antioxidáns aktivitást, hasonló, mint a BHT és az a-tokoferol ugyanis 5g/ml-nél 95-99%-kal csökkentették a hexanal oxidációt 30 nap alatt, ami az említett antioxidánsok hatásához hasonló. **Lemos és mtsai** (2016) minden évszakban ugyanarról a helyről gyűjtött kakukkfűvek illóolaj összetételére, antimikrobiális és antioxidáns aktivitásukra gyakorolt szezonális változások hatását figyelték meg. Antioxidáns aktivitás tekintetében minden mintát erős antioxidánsnak minősültek a FRAP módszerrel. Az ABTS módszer szerint a 2012 októberében gyűjtött minta illóolaja erős aktivitással jellemezték, illetve ugyanekkor volt a timol és a karvakrol mennyisége túlsúlyban, ebből arra következtettek, hogy e két vegyületnek köszönhető e tulajdonság. Szintén a 2012 októberében gyűjtött minta illóolaja bizonyult a legerősebb antimikrobiális hatásúnak a vizsgált három mikroorganizmussal szemben. Bár a timol és karvakrol erős hatásúak voltak a törzsekkel szemben, a szerzők szerint más vegyületek is hozzájárulhattak ehhez, ugyanis az illóolaj hatékonyabbnak bizonyult, mint a tiszta vegyületek, így e tulajdonságot ennek a 2 vegyületnek és a vegyületek együttes hatásának köszönheti feltételezések szerint. **Nadia és mtsai** (2013) szerint magas antioxidáns aktivitással rendelkezik a kukukkfűből izolált flavonoidok közül a kvercetin, a luteolin, az apigenin és a kampferol mérsékelten, míg alacsonnyal a krizin. A növényi kivonatban levő flavonoidok antibakteriális aktivitással is rendelkeznek a szerzők szerint.

3.1.4. Farmakológiai hatása, felhasználása

Joo Lee (2004) szerint a kakukkfű szárított drogjának és illóolajának számos kedvező hatása van: antiszeptikus, karminatív, antimikrobiális és antioxidáns. Antimikrobiális és antioxidáns tulajdonságaira már az előbbi fejezetben is rávilágítottunk. Ezen tulajdonságai könnyen hozzáférhető természetes antioxidáns és antibiotikum forrássá teszik. **Joo Lee és mtsai** (2014) szerint fogyasztásuk preventív lehet az oxidatív károsodási folyamatokban, például lipidperoxidációban, amely a rákkal, öregedéssel, diabétesszel, ateroszklerózissal hozható összefüggésbe.

Gyulladáscsökkentő hatásáról is beszámoltak. **Kuete** (2017) hivatkozott Ocana és mtsai-ra, akik megállapították, hogy csökkenti a proinflammatorikus mediátorok, mint a tumor nekrosis faktor alfa (TNF- α), interleukin-1 béta (IL-1 β) és interleukin 6 (IL-6) termelését és génexpresszióját, valamint növeli a gyulladásgátló citokin, az interleukin-10 (IL-10) expresszióját. A kakukkfű hidroalkoholos kivonatáról szintén kimutatták, hogy egerekben moduláló hatást fejt ki az akut és krónikus fájdalomra (**Taherian és mtsai.**, 2009) **Zhou és mtsai** (2014) szerint gyulladáscsökkentő hatását domináns vegyületének a timolnak köszönheti.

Kuete és mtsai (2017) könyvében szintén megemlíti a növényből készült készítmények, illóolajok, kivonatok vírus-, gombaellenes és antibakteriális hatásait, melyeket a benne található vegyületeknek, mint a timol, karvakrol, p-cimol tudnak be. Antibakteriális tulajdonságait alá is támasztja különböző kísérletek eredményeinek bemutatásával, melyekben *E. coli*, *K. pneumoniae*, *MRSA*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Pseudomonas* nemzetségek, *Streptococcus pyogenes*, *Helicobacter pylori*-val szemben mutatott antibakteriális aktivitást. Antibakteriális aktivitásáról **Reddy és mtsai** (2014) is beszámoltak, ugyanis Gram-negatív, de főképp Gram-pozitív törzsekkel szemben bizonyult gátló hatásúnak. **Mancini és mtsai** (2015) dél-Olaszországban gyűjtött kakukkfűvek illóolajának azonosítása során az antimikrobiális aktivitás vizsgálatokor néhány Gram-pozitív kórokozóval szemben különböző erősségű gátló hatást mutattak a tíz baktériumtörzsszel szembeni vizsgálat során, melyet a szerzők az olajok kémiai profiljában levő kismértékű eltéréseknek, illetve a magas fenoltartalmuknak (77,6-165,1 mg/g) tudták be. **Marino és mtsai** (1999) szintén antimikrobiális aktivitásról számoltak be Gram-pozitív mikroorganizmusokkal szemben, főképp a teljes virágzásban levő 3 éves növények esetében. E tulajdonságot ezen szerzők is a fenolos vegyületeknek (timol, karvakrol) tulajdonították.

Dobre és mtsai (2011) és **Mandal és mtsai** (2016) gombaölő aktivitásáról számoltak be, mivel hatékonynak bizonyult illóolaja olyan élelmiszerromlást okozó gombák ellen, mint az *Aspergillus* fajok, vagyis az *A. oryzae*, *A. brasiliensis*, *A. flavus*, illetve az *A. parasiticus*. **Segvic Klaric és mtsai** (2007) szerint ezen gombaölő tulajdonságát szintén az illóolaj domináns vegyületének a timolnak köszönheti, ugyanis erős gátló hatást mutatott *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Mucor* és *Rhizopus* fajokkal szemben.

Rezatofghi és mtsai (2014) és **Nolkemper és mtsai** (2006) a kakukkfű etanolos kivonatának antivirális hatásáról számoltak be, ugyanis gátló hatású volt a Newcastle-

betegség vírusával, valamint a herpes simplex vírus 1 és 2 és a herpes simplex vírus 1 aciklovir-rezisztens törzsével szemben.

Lemos és mtsai (2016) szintén említették gyulladáscsökkentő, antioxidáns, antibakteriális, gombaellenes tulajdonságait, de emellett még ismertették gyógyteaként, tonikként, köhögéscsillapítóként, antiszeptikumként, illetve székrekedés kezelésére való használatát. **Bernáth és Németh** (2007) szerint is köhögéscsillapító, hisz ezen gyógyszerek alapanyaga, ugyanis köptető, görcsoldó és antibakteriális tulajdonságokkal rendelkezik. Húsok fűszerezésére is használható jellegzetes íze következtében. A kakukkfű alkoholos oldatát bőrgomba ellen alkalmazzák, illóolaja pedig kenőcsök, szájvizek, illatszerek és a likőripar alapanyaga. Féregűző és vízhajtó hatásokkal is rendelkezik. **Reddy és mtsai** (2014) szerint az eddig felsorolt antioxidáns, antimikrobiális, görcsoldó, köhögéscsillapító, antibakteriális hatásai mellett (melyeket a timolnak tulajdonít) összehúzó, féregűző, karminatív, fertőtlenítő, tonizáló hatású, enyhíti a csípéseket, bőrproblémákat és a reumatikus fájdalmakat. Mindezek mellett a timol hatékony az enterobaktériumok és coccus baktériumok ellen, így emésztőszervi megbetegedések esetén is jótékony hatású. Javítja a májműködést, étvágyserkentő, gargalizálószerként gégegyulladás esetén és húgyúti fertőzések kezelésében hatékony. **Joo Lee** (2014) szerint a kakukkfű levelei frissen vagy szárítva fűszerként használhatók. A kivont illóolaj gyógyászatban, kozmetikumokban is hasznosítható. **Ekoh és mtsai** (2014) szerint teaként légúti megbetegedések, köhögés, megfázás, valamint cukorbetegség kezelésére, szirup formájában pedig az emésztésre hat. Antiszeptikus, antibiotikus mivolta teszi torokfájás esetén nyugtató hatásúvá, az illóolaj bedörzsölésével pedig enyhíthetők az ízületi és reumatikus fájdalmak, illetve a hasznos lábgomba kezelésekor is.

Rabiei és mtsai (2015) szerint a kakukkfű kivonata patkányokon előidézett memória és viselkedési zavarok esetén jótékonynak bizonyult, ami az Alzheimer-kór esetleges kezelésére utalhat.

3.1.5. Desztillációs maradékhoz kapcsolódó kutatások

Mivel ez a terület kevésbé kutatott, így nem állt rendelkezésünkre a kakukkfű desztillációs maradékainak vizsgálatáról és esetleges felhasználhatóságáról eredmény, csak egyéb, *Lamiaceae* növény családba tartozó fajokra vonatkozó irodalmi adatok voltak elérhetők. **Mendez és mtsai** (2015) a *Lavandula latifolia* desztilláció utáni maradék antioxidáns aktivitását vizsgálták. A nem desztillált növényi anyag fenoltartalma, a vizes-metanolos

oldatainak gyökfogó aktivitása (DPPH), illetve antioxidáns aktivitása (FRAP) magasabb volt, mint a desztilláció utána maradék mellékterméké. Antioxidáns aktivitás esetében egy kivétel volt, a 2009-ben gyűjtött LL-9-es minta, ahol a melléktermék antioxidáns hatása nagyobb volt a kiindulási anyagokhoz képest. A maradékban három fenolos vegyületet azonosítottak. A domináns vegyület a rozmaringsav volt, ezt követte az apigenin és luteolin. Szerintük az említett vegyületekből a rozmaringsav és az apigenin hozzájárulnak az antioxidáns tulajdonsághoz. A maradékban levő alacsonyabb antioxidáns aktivitást a fenolos vegyületek hőérzékenysége tudták be, melyek valószínűleg a desztilláció folyamán lebomlanak, továbbá a populáció származási helye, a szezonális hatások és a köztük fennálló esetleges kölcsönhatások következményeinek tekinthetők. Megállapították, hogy bár kevesebbet, de a maradékból is vissza lehetne nyerni antioxidáns vegyületeket és így természetes forrásaként hasznosítani a mellékterméket.

3.2. Artemisia taxonok

3.2.1.A növény bemutatása

3.2.1.1.Artemisia absinthium

Az *A. absinthium* Sharopov és mtsai (2012) szerint az Asteraceae család tagja mely az abszint fő alkotóeleme, egy híres szeszestálé, illetve gyógynövényként használatos egész Európában, a Közel-Keleten, Észak-Afrikában és Ázsiában, és kilenc különböző kemotípusa ismeretes az illóolajának összetétele alapján. „Az *A. absinthium* bokros növény, szőrös és bordázott szárral. A levelek 2-3 levélkéi széthajló, vonalas-lándzsás, tompa szegmensekre vágottak, mindkét felületükön szőrösek. A fejek heterogámok, a sugárvirágok nőneműek, a korongvirágok hermafroditák. A termőedényt hosszú szőrök borítják” (Ahamad és mtsai, 2019).

3.2.1.2 Artemisia annua

Das és mtsai (2012) szerint az *A. annua* (2.ábra) Ázsiában, főképp Kínában őshonos nagy gazdasági és terápiás jelentőséggel bíró egyéves gyógynövény, melyet a malária ellen, illetve népi, homeopátiás és ayurvédikus gyógyászatban előszeretettel alkalmaznak. Több néven ismert, mint például kínaiul Qinghao, édes üröm, édes zsálya, egynyári üröm. Bilia és mtsai (2014) egyéb elnevezéseit is felsorolta az említettek mellett, mint például kínai ürömfű, egynyári zsálya. Saqid és mtsai (2013) és Bilia és mtsai (2014) szerint a Quinhao „zöld gyógynövényt” jelent. Dhingra és mtsai (1999) szerint a Amerikában „Sweet Annie”

néven ismert. „A növény akár 2,4 m magasra is megnőhet. Szára hengeres és elágazó. Levelei váltakozó állásúak, sötétzöldek vagy barnászöldek. Szaga jellegzetes és aromás, íze kesernyés. Jellemzőek a kis gömbölyű (2-3 mm átmérőjű), fehér involukrussal rendelkező, nagy fürtök, valamint a virágzási időszak után eltűnő, szártagú levelek, amelyeket apró (1-2 mm), halványsárga, kellemes illatú virágok jellemeznek.” (Bilia és mtsai, 2014) „Az *A. annua* nagy, gyakran 2,0 m-nél is magasabbra növő, általában egytörzsű, váltakozó ágú cserje. Az aromás levelek mélyen tagoltak és 2,5-5 cm hosszúak. A levelek és a virágok egyaránt tartalmaznak 10-sejtes biszeriát trichomákat és 5-sejtes fonalas trichomákat.” (Das és mtsai, 2012)



2. ábra *Artemisia Annua* (Internet 2)

3.2.1. Előfordulás és környezeti igény

3.2.1.1. *Artemisia absinthium*

„Az *A. absinthium* a meleg mediterrán országokban őshonos, általában út menti területeken nő, és a nitrogénben gazdag laza talajt kedveli. Az ürömfű Észak-Amerika északkeleti részén, Észak- és Nyugat-Ázsiában és Afrikában honosodott meg.” (Rezaeinodehi és mtsai, 2008) „Az üröm (*A. Absinthium*) Eurázsia mérsékelt égövi régióiban, Észak-Afrikában őshonos, és széles körben megtalálható az Egyesült Államokban és Kanadában. Kasmírban 2100 m magasságig megtalálható.” (Ahamad és mtsai, 2019)

3.2.1.2. *Artemisia annua*

Bilia és mtsai (2014) illetve **Das és mtsai** (2012) szerint az *A. annua* Kínában őshonos, legfőképp a Csatar és Suiyan tartomány északi részén, 1000-1500 m tengerszint feletti magasságban nő. **Klayman és mtsai** (1993) illetve **Das és mtsai** (2012) szerint számos országban megtalálható ma már, például Ausztráliában, Argentínában, Brazíliában, Bulgáriában, Francia-, Magyar-, Olasz-, Spanyolországban, Romániában és az USA-ban. **Bhakuni és mtsai** (2001) szerint Kínában, Vietnámban, Törökországban, Iránban, Afganisztánban termesztik, illetve Indiában kísérleti jelleggel a himalájai régiókban, valamint mérsékelt és szubtrópusi körülmények közt. **Saqid és mtsai** (2013) is Kínát adták meg őshazájának, illetve tanulmányuk szerint az artemisinin kinyerésének és a növény exportálásának elsőszámú országa. Elsősorban az északi félteke középső és magas szélességi fokain elterjedt mérsékelt égövi területeken, száraz és félszáraz tájakon telepedett meg, és csak kevés képviselője van a déli féltekén.” (**Das és mtsai**, 2012)

3.2.2. Hatóanyagok

3.2.2.1 *Artemisia absinthium*

Benkhaled és mtsai (2020) szerint az *A. absinthium* növény illóolajat tartalmaz, melynek színe zöldtől egészen a sötétkéig terjedhet, és az olaj legfőbb jellegzetessége, hogy 40-90%-át tujon teszi ki, mely két izomer α - és a β -tujon(gyakoribb) formában lehet jelen, és amely egy oxigénezett monoterpén. „Gulmargból gyűjtött száraz levelek és virágzó csúcsok kellemes illatú illóolajat adtak 0,2%-os hozammal. Az olaj főként a tujilalkohol észtereit, α -tujont, β -tujont, tujánt, kámfént, kadinént és guaiazulént tartalmazott. Az árnyékban szárított levelekből nyert illóolajban α -tujént, kámfént, α -pinént, p-cimént, 1,8-cineolt, metilheptenont, β -felandrént, kariofillén-oxidot, α -terpineolt, tujilalkoholt, geraniolt, tujilacetátot, kariofillént, α -himachalént, α -kadinént és elemolt találtak bizonyos azonosítatlan vegyületek mellett. Az illóolaj-tartalom 0,12 és 0,51 % között változik attól függően, hogy milyen forrásból nyerik. A levegőn szárított levelekből frissen kivont olaj sötétbarna színű. Az illóolaj a következő jellemzőkkel rendelkezik: fajsúly- 0,9346, savszám- 2,47, és szappanosítási érték-146,6, szappanosítási érték acetilezés után-193,5, keton (tujon)- 4,07 %.15.” (**Ahamad és mtsai**, 2019) Ahogy azt a kakukkfű esetében is láthattunk az illóolaj összetétele különbözik a növény eredetének függvényében. **Juteau és mtsai** (2003) Francia- és Horvátországban gyűjtött *A. absinthium* illóolájának vizsgálatakor 65 vegyületet azonosítottak, melyek az illóolaj 93%-át tették ki, és azt találták, hogy minden illóolaj nagy mennyiségben tartalmazott monoterpén-alkoholokat (kb. 80 %), de a horvát minták olajában a monoterpén-szénhidrogének szintje magasabb volt (kb. 10 %), mint a

francia mintákban (1 %), ám a francia minták olajai gazdagabbak voltak szeszkviterpenoidokban (13%), mint a horvát minták olajai (6%). A francia eredetű *A. absinthium* illóolajában a fő vegyületek a (Z)-epoxiocimén (23 ± 50 %) és a krizanténil-acetát (11 ± 37 %) voltak, míg a horvát mintában főleg β -tujon (14 ± 43 %) és (Z)-epoxiocimén (6 ± 38 %) volt a domináns összetevő. Ezzel szemben **Sharopov és mtsai** (2012) Tádzsikisztán különböző részeiről gyűjtött mintái esetében 41 vegyületet azonosítottak, melyek az olaj összetételének 72-94%-át adják, és fő összetevők a mircén ($8,6-22,7\%$), a cisz-krizanténil-acetát ($7,7-17,9\%$), egy dihidrochamazulén izomer ($5,7\%$) és egy dihidrochamazulén izomer ($5.5-11,6\%$), germakrén D ($2,4-8,0\%$), β -tujon ($0,4-7,3\%$), linalool-acetát (nyom- $7,0\%$), α -fellandren ($1,0-5,3\%$) és linalool ($5,3-7,0\%$) voltak. **Benkhaled és mtsai** (2020) Albériában gyűjtött növény illóolajának vizsgálatakor az olaj sötétkék színű volt és összesen 75 komponenst azonosítottak. A főbb csoportok az oxigénezett monoterpének ($59,64\%$), szeszkviterpének ($16,67\%$), monoterpén szénhidrogének ($14,93\%$) és egyéb vegyületek ($3,73\%$). Az oxigénezett monoterpének közül a kámfor volt kiemelkedő mennyiségű ($47,59\%$), amit a terpinén-4-ol ($6,36\%$) követett. A szeszkviterpének közül a kamazulén volt megtalálható nagyobb mennyiségben ($10,35\%$) ami az olaj kék színéért volt felelős. A monoterpén szénhidrogének közül a γ -terpinen, a kámfén, a p-cimén, az α -pinen és az α -terpinen voltak a főbb vegyületek és az "egyéb vegyületek" közül a fő komponens a geranil-p-cimén volt. **Msaada és mtsai** (2015) négy különböző tunéziai régiókból gyűjtött *A. absinthium* illóolajok vizsgálatakor a kromatográfiás elemzés szerint a szeszkviterpének voltak a legnagyobb arányban, melynek fő képviselője a kamazulén ($39,93 \pm 4,56\%$) volt, melynek köszönhető az olaj kék színét is, illetve kisebb arányban egy monoterpén-keton β -tujon (22%) is megtalálható, ezenkívül metanolos kivonatában fenolsavakat nagy mennyiségben találtak. **Mohammadi és mtsai** (2014) különböző időszakokban betakarított *A. absinthiumok* illóolaját vizsgálva azt találták, hogy az összes minta esetén szénhidrogén-monoterpének alkották az illóolaj legnagyobb részét és a fő vegyületek az alfa-pinen, szabinén, béta-pinen, alfa-phellandren, p-cimén, kamazulén voltak.

Msaada és mtsai (2015) tunéziai régiókban gyűjtött *A. absinthium*-ból készült illóolajok elemzésekor az összes polifenoltartalom Kairouan régióban $99,89 \pm 3,30$ mg GAE/g DW, Bou Salem, Boukornine és Jerissa régióban $83,70 \pm 1,31$, $72,05 \pm 1,83$, illetve $49,39 \pm 2,20$ mg GAE/g DM voltak, az össz flavonoid érték szintén Kairouan régióban a legmagasabb ($126,40 \pm 2,32$ mg CE/g DW). **Ahamad és mtsai** (2019) szerint az összes flavonoidok mennyisége $1,89$ mg kvercetin-egyenérték/ g száraz tömeg, illetve az összes

fenol mennyisége pedig 13, 57 mg galluszsav-egyenérték/ g száraz tömeg és megállapításuk szerint antioxidáns aktivitását ezen vegyületeknek köszönheti. **Mohammadi és mtsai** (2014) különböző időszakokban betakarított *A. absinthium*ok illóolaját vizsgálva a virágzás előtti időszakban gyűjtött növények fenoltartalma (48,49 mg GAE/g száraz tömeg [DW]) volt a legmagasabb.

Ahamad és mtsai (2019) négy új glikozid-észtert izoláltak az *A. absinthium*ból, a stigmast-5,22-dien-3 β -ol-21-olajsav-3 β -glükopiranozil-2'-oktadec-9"-enoátot; lanost-24-en-3 β -ol-11- egy-28-olajsav-21,23 α -olid-3 β -D-glükopiranozil-2'-dihidrokafeaoát-6'-dekanoátot; trikozán-14-on-1,4-olid-5- eikosz-9'-enoátot és 3,11-dimetil-dodekán-1,7-dioksav-1- β -D-glükopiranozil-6'-oktadec-9"-enoátot

Benkhalel és mtsai (2020) szerint vannak egyéb alkotórészei is melyek nem illékony szekszvitertépén-laktonok, mint például az abszintin, mely a kivonatok kesernyész ízt adja.

3.2.2.1.1. Antioxidáns aktivitás

Benkhalel és mtsai (2020) az Algériában gyűjtött illóolaj vizsgálatakor az illóolaj antioxidáns kapacitása alacsonyabbnak bizonyult, mint a referencia vegyületé, ami a BHT [(228,99 $\pm$ 6,06) μ g EBHT/mg és (417,99 $\pm$ 1,31) μ g EBHT/mg]. Ezt a gyengyebb antioxidáns hatást a kamazulén jelenlétének tudták be. **Msaada és mtsai** (2015) tunéziai régiókból gyűjtött *A. absinthium* illóolajai közül antioxidáns tulajdonsága a Bou Salem régióból gyűjtött növény metanolos kivonatának volt (9,38 $\pm$ 0,82 mg/ml), e tulajdonság gyűjtési hely függő volt, illetve az összes minta jelentős antibakteriális és gombaölő hatással rendelkezett, főképp a *Staphylococcus aureus*, *F. graminearum*, *F. culmorum* és *F. oxysporum* ellen. **Bozin és mtsai** (2008) szerint e tulajdonságait a kamazulénnak köszönheti. **Mohammadi és mtsai** (2014) különböző időszakokban betakarított *A. absinthium*ok illóolajának vizsgálatakor a virágzás előtti időszak antioxidáns aktivitása (EC50 = 3,307 mg/ml) volt a legmagasabb. A szerzők szerint az a virágzás előtti időszak magas antioxidáns aktivitáshoz a fenolos vegyületek, kamazulén, alfa-phellandré és szabinén magas koncentrációjának köszönhető.

3.2.2.2. *Artemisia annua*

„Az *A. annua* leveleinek magas az illóolaj tartalma, amely cineolt, alfa-pinént, kámfént, borneolt, kámfor, germakrén-D-t és artemisia-ketont tartalmaz.” (**Bora és Sharma**, 2011). Az *A. annua* illóolaj eloszlásának és összetételének vizsgálatakor **Bilia és mtsai**

(2014) szerint a legtöbb illóolajat a lombzat felső (36%) és a középső harmadából (47%) lehet nyerni, míg az alsó harmadból csak kevesebb mennyiséget (17%). A különböző területekről gyűjtött növények illóolaja mono- és szekszviterpénekben gazdag, de összetételükben és az összetevők százalékos arányában nagy mértékben különböztek. A fő összetevők a kámfor (legmagasabb az iráni olajban, 48%), germakrén D (legmagasabb a vietnámi olajban 18,9%), artemisia-ke-ton (legmagasabb a kínai olajban, 64%) és az 1,8-cineol (legmagasabb az észak-amerikai olajban, 31,5%). **Charles és mtsai** (1991) tanulmánya szerint szintén a legnagyobb mennyiségű illóolajat a lombzat középső harmadából lehet nyerni (az összes illóolaj 47%-át) és vizsgálatukkor a leveleken kívül csak nyomokban tartalmazott olajat a szár, gyökerek és oldalhajtások. A levelek olajtartalma 0,84-1,51% között volt és 32 vegyületet azonosítottak, melyekből a fő összetevők az artemisia keton (35,6%) és 1,8-cineol (28,1%) a kora nyári betakarítású növények leveleiben, artemisia keton (26,8%) és kámfor (20,5%) az őszi betakarítású növények leveleiben, valamint artemisia keton (56%) és kámfor (10,5%) az őszi betakarítású növények virágaiban. Új összetevők is azonosítva lettek, mint például az allo-aromaadendrén, a bétakubbene, a szabinol, a szabinaketon, a mirténol és a mirténál, míg hivatkozva Lawrence és mtsai (1982) tanulmányában ismertetett vegyületeket (mentol, ylangén, pinokarvon, b-fellandrén, linalool) nem találtak. **Das és mtsai** (2012) az illóolaj tartalom 0,2-0,25% és a fő összetevők, amelyek az illóolaj 70 %-át teszik ki a kámfén, a β -kámfén, az izoartemisia-ke-ton, az 1-kámfor, a β -kariofillén és a β -pinén. Ezenkívül más összetevők kis mennyiségben is megtalálhatók az illékony összetevők közt, mint az artemisia-ke-ton, az 1,8-cineol, a kámfén-hidrát és a kuminal. **Juteau és mtsai** (2002) Franciaországban gyűjtött *A. annua* illóolajának vizsgálatakor főleg kámfort (44%), germakrén D-t (16%), transz-pinokarvaolt (11%), b-szelinent (9%), b-karyophyllent (9%) és artemisia-ke-ton (3%) azonosított. **Zhinghitzhapova és mtsai** (2019) Oroszországban gyűjtött *A. annua* teljes növényi részéből illetve a virágok és levelek keverékéből kivont illóolajok sárgás, zöldessárgás színűek voltak, és az alábbi összetevők minden mintában megtalálhatók voltak: E)-b-farnezen (2,32-3,71%), germacra-4(15),5,10(14)-trien-1-ol (1,08-3,61%), artemisia alkohol 3-metil-butanoát (1,13-3,08%), yomogi alkohol (1,36-2,32%), artemisia alkohol 3-fenilpropionát (1. 50-2,98%), artemisia alkohol 2-metil-butanoát (0,99-2,81%), a-kopaén (1,58-2,83%), artemisia alkohol (0,47-1,86%), 1,8-cineol (0,39-1,72%). **Gouveia és mtsai** (2012) Portugál minták illóolaj összetételének vizsgálatakor főképp monoterpéneket azonosítottak, melyekben a kámfor és az 1,8-cineol a domináns összetevő.

Das és mtsai (2012) a nem illékony összetevők főképp a szeszkviterpenoidok, flavonoidok és kumarinok, valamint fehérjék (pl. β -galaktozidáz, β -glükózidáz), szteroidok (pl. β -szitoszterin és stigmaszterin). Az *A. annua* domináns összetevői a szeszkviterpenoidok, köztük az artemizinin, artemizinin I, artemizinin II, artemizinin III, artemizinin IV, artemizinin V, artemizinsav, artemizilakton, artemizinol és epoxiartemizinsav.

Bhakuni és mtsai (2001) illetve **Juteau és mtsai** (2002) szintén domináns komponensekként a szeszkviterpenoidokat, flavonoidokat, kumarinokat, triterpenoidokat és fenolokat említi. **Feng és mtsai** (2020) szerint az elmúlt húsz évben nyolc új szeszkviterpenoidot, két új kumarint, két új lignánt és egy floroglükinol-származékot. **Chen és mtsai** (2013) illetve **Yan és mtsai** (2019) vizsgálataik során poliszacharidok jelenlétét is megemlítik. „Az összes fenoltartalom $331,0 \pm 2,0$ és $521,2 \pm 5,4$ mg GAE/100 g szárított növény közötti érték volt.” (**Gouveia és mtsai**, 2012)

3.2.2.2.1 Antioxidáns aktivitás

Zhinghitzhapova és mtsai (2019) *A. annua* teljes növényi részéből, illetve a virágok és levelek keverékéből kivont illóolajok esetén a levelekből nyert illóolaj EC₅₀ értéke 50,63 mcg/ml, a virágok és levelek keverékéből kivonté 35,60 mcg/ml. Összehasonlítva **Cavar és mtsai** (2012) eredményeivel ezek a minták magasabb antioxidáns aktivitást mutattak, ugyanis a boszniai minták esetén ez az érték csak 27,07 mg/ml volt. **Gouveia és mtsai** (2012) Portugál minták illóolajának vizsgálatakor az illóolaj erős antioxidáns hatású volt, majd ezt követte az acetonos kivonat és végül a leggyengébbnek a metanolos kivonat bizonyult. „Az antioxidáns kapacitás a magas flavonoidtartalomhoz és a vegyületek változatos típusaihoz kapcsolódik. Az artemizinin és származékainak in vitro malária- és rákellenes aktivitását is fokozza bizonyos flavonoidok jelenléte.” (**Brisibe és mtsai**, 2009; **Ferreira és mtsai**, 2010) **Ahamad és mtsai** (2019) szerint a növényben található flavonoidok és fenolos vegyületeknek köszönhetően antioxidáns tulajdonsággal rendelkezik.

3.2.3 Farmakológiai hatások, felhasználás

3.2.3.1 *Artemisia absinthium*

Ahamad és mtsai (2019) illetve **Sharopov és mtsai** (2012) szerint az *A. absinthium* számos kórkép kezelésében és tüneteinek enyhítésében jótékony hatásokkal bír, ugyanis

hasznosítható láz, gyulladás, vérnyomás csökkentése, epilepszia, gyomorbántalmak és húgyúti problémák esetén, illetve fő forrása az „Afsanteen” nevű unani (perzsa-arab hagyományos orvoslás) gyógyszernek, mely láz, duzzadás, májgyulladás kezelésében használatos. **Ahamad és mtsai** (2019) hivatkozva Srivastava és mtsai 1984-es és 1980-as, illetve Karnick és mtsai 1983-as tanulmányára mely szerint az epilepszia és gyomorbántalmak kezelésén kívül lépmegnagyobbodás, vizelet ürítési zavarok és seb gyógyítására; virágait gyomorbetegségnél és féreghajtóként; leveleit láz esetén alkalmazzák.

Ahamad és mtsai (2019) tanulmánya szerint egy négy napos egereken végzett vizsgálat során a vizes és alkoholos levélkivonatok gátló hatást mutattak a *Plasmodium berghei* klorokinre érzékeny törzsével szemben, ezzel mutatva malária ellenes aktivitását. Ezen tulajdonságát **Vasanth és mtsai** (1990) szerint különböző komponenseinek, nevezetesen az artemmizinnak, artemethernek, arteethernek köszönheti.

Emami és mtsai (2009) vizsgálata a növény rákellenes tevékenységére mutatott rá, ugyanis antiangiogén hatást mutat a tumorsejtvonalakban. Metanolos kivonatával 3 napon át kezelték az MCF-7 és MDA-MB231 sejteket, melyeknek gátolta sejtproliferációját.

Kaul és mtsai (1976) a levegőn szárított levelek illóolajának antibakteriális hatásának vizsgálatakor hatásosnak találták az *S. aureus*, a *K. pneumoniae* és a *P. aeruginosa* érzékeny és rezisztens törzseivel szemben. **Ahamad és mtsai** (2019) hivatkozva Tahir és mtsai (1997) és Anwar (1998) tanulmányára, akik az amőbózis és vírusos hepatitis esetén vizsgálták az *A. absinthium* hatását és megállapították, hogy mindkét kórkép esetén az *A. absinthium* adagolása kapszula, illetve por formában enyhülést okozott és lerövidítette a felépülést.

Tariq és mtsai (2009) a levelek vizes és etanolos kivonatának antihelmetikus (féreghajtó) tulajdonságát vizsgálták juhoknál, mely során aktív hatásúnak bizonyultak *Haemonchus contortus* férgekre.

Gilani és mtsai (1995) szerint a növény kivonata májvédő funkcióval rendelkezik, ugyanis patkányoknál kiváltott májkárosodás esetén, a növényi kivonattal történő elő- és utókezelés is jótékonynak bizonyult.

Bora és mtsai (2010) neuroprotektív hatást vizsgáltak patkányok *A. absinthium* metanolos kivonatával történő kezeléssel és azt találták, hogy a kezelés hatására mérséklődött az agyi oxidatív stressz és károsodás, valamint az agyi iszkémia által kiváltott viselkedési zavarok, mely bizonyította a vizsgált tulajdonságát, illetve lehetőségét stroke kiegészítő kezelésére.

Az *A. absinthium* különböző oldószeres kivonatait - szén-tetraklorid, kloroform, metanol, etanol és hexán - patkányok acetil-szalicilsavval kiváltott fekélymodelljében vizsgálták. A vizsgálat a fekélyindex csökkenését, a mucinszint növekedését, a peptikus aktivitás csökkenését és a gyomornedv mennyiségének csökkenését mutatta ki (**Shafi és mtsai**, 2004).

Rezaeinodehi és mtsai (2008) szerint az illóolaj elriasztja a bolhákat, legyeket, szúnyogokat, elpusztítja a legyeket. „Az üröm illóolájának 1,8-cineol, cisz (alfa) és transz (béta) tujon összetevői segítenek az embereknek ellenállni a hidegnek és a himalájai régió egyéb viszonyosságainak (**Wright és mtsai**, 2001) **Wright és mtsai** (2001) szerint 1,8-cineol és tujonok görcsöket okozhatnak, illetve a tujonok akár demenciát is.

Msaada és mtsai (2015) szerint a gyógynövényből készített tea várandós nők fájdalmait csökkenti a szülés alatt, illetve leukémia és szklerózis multiplex kezelésére is jótékony.

Benkhaled és mtsai (2020), **Msaada és mtsai** (2015) és **Ahamad és mtsai** (2019) tanulmányukban említést tesznek arról, hogy az *A. absinthiumot* nem csak gyógynövényként használták, hanem egy híres alkoholos ital az abszint előállítására is a 19. és 20. században, ám egy idő után betiltották az „abszintizmus” szindróma miatt, ami görcsöket, hallucinációkat, mentális zavart és szellemi leépülést okozott a fogyasztók körében. E hatások a tujon jelenlétének tudhatók be és emiatt a tujon tartalmát alkoholos italokban 35 mg/l-re korlátozták.

3.2.3.2 *Artemisia annua*

Bilia és mtsai (2014) vizsgálata szerint az *A. annua* illóolaja antimikrobiális aktivitással rendelkezik számos Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumtörzsszel, illetve gombatörzsekkel és kórokozókval szemben is, és ezen tulajdonságait az artemisia-ke-ton nevezetű összetevőjének köszönheti, hiszen alacsony koncentrációban is hatásosnak bizonyult, illetve az illóolajban található vegyületek szinergizmusának, mely arra enged következtetni hogy az *A. annua* illóolaja számos biológiaiilag aktív és hatékony összetevők forrása. **Das és mtsai** (2012) szintén megemlíti tanulmányukban az illóolaj antimikrobiális aktivitását, ugyanis az illóolaj gátló hatást mutatott olyan baktériumtörzsekkel szemben, mint a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* és *Enterococcus hirae*, illetve gombatörzsekkel szemben, mint a *Saccharomyces cerevisiae* és *Candida albicans*. **Juteau és mtsai** (2002) szintén arról számoltak be, hogy az illóolaj gátolta a gram-pozitív *Enterococcus hirae* baktérium és a két vizsgált gomba növekedését.

„Leggyakoribb etnobotanikai gyakorlata az egész növény főzetének használata malária, köhögés és megfázás kezelésére. A száraz levelek porának fogyasztásával a hasmenés is gyógyítható. Az egész virágos növényről ismert, hogy féreghajtó, lázcsillapító, antiszeptikus, görcsoldó, karminatív, stimuláns, tonizáló és gyomorerősítő hatású. A tinktúrát hivatalosan idegbetegségek kezelésére használták, a zúzott növényeket pedig kenőcsökben használták. Az *A. annua* tea főzetét az afrikai országokban malária kezelésére használták.” (Saqid és mtsai, 2013)

Feng és mtsai (2020) szerint egy kínai tudós, Tu Youyou a malária ellen gyakorolt hatások alapján vizsgált gyógynövénykivonatokból az *A. annua* bizonyult a legeredményesebbnek. Van der Kooy és mtsai (2008) szerint 1971-ben izolálták az artemizinin nevű endoperoxid-szeksziviterpén-laktont, mely az *A. annua* malária ellenes hatóanyaga, így téve a növényt a vegyület egyetlen forrásává, mely emiatt a figyelem középpontjává vált. Saqid és mtsai (2013) szerint is az *A. annua*-ban levő artemisinin vegyületnek köszönheti maláriaellenes tulajdonságát, illetve e vegyületről különböző kutatások megállapították, hogy a mellrákos sejteket is pusztítják, illetve a növényből készült tea HIV ellen is hatásosnak bizonyult afrikai beszámolók szerint. Ezen tulajdonságai miatt nagy figyelem irányul az *A. annua*-ra, főképp a benne levő artemisinin izolálására.

Liu és mtsai (2013) és Dhingra és mtsai (1999) szerint hagyományosan tartósító-, és ízesítőszerként, illetve különleges és jellegzetes illata miatt a parfümparban és potpourrikban is használatos, illóolaját pedig vermut ízesítésére is használták, emellett gyógyászati jelentősége van a láz, sárgaság és sebek gyógyításában.

Saqid és mtsai (2013) a vizes kivonat gyulladáscsökkentő tulajdonságáról számoltak be, illetve hatékonynak bizonyult ödéma kezelésében. „Kísérleti vizsgálatok kimutatták, hogy az artemisinin-származék SM905 (amelyet *A. annua*-ból nyertek) elnyomja a gyulladáshoz és Th17 válaszokhoz, amelyek a kollagén-indukált artritisz javulását okozzák.” (Saqid és mtsai, 2013)

Kumar és mtsai (2003) és Ferreira és mtsai (2009) szerint az állattenyésztésben is egyre inkább használják, ugyanis parazitaellenes tulajdonsággal rendelkezik a *Leishmania*, *Trypanosoma*, *Babesia*, *Eimeria* vagy *coccidiosis*, a *Schistosoma* spp. trematodális vérhernyó, valamint a *Schistosoma japonicum*, *Schistosoma mansoni* és *Schistosoma haematobium* ellen. Das és mtsai (2012) szintén parazitaellenes tulajdonságairól számoltak be a *Neospora canum* ellen, mely emlősöket fertőz.

Bhakuni és mtsai (2001) szerint az artemisinin különböző tumorsejtekkel (P-388, A-549, Ht-29, MCF-7) szemben hatásosnak bizonyult. Ferreira és mtsai (2010) szerint az

artemisinin és származékai programozott sejthalált indukálnak rákos sejtekben, ami végül apoptózishoz vezet. Ezen felfedezések mutatják, az artemisinin terápia felhasználhatóságát rákos betegségekkel szemben.

Bhakuni és mtsai (2001) szerint a növény olyan vegyületei, mint a bisz(1-hidroxi-2-metilpropil-)ftalát, az abszcizinsav és az abszcizinsav-metilészter, az artemizinin és származékai, természetes növényvédő szerként hatnak.

Das és mtsai (2012) szerint gyulladáscsökkentő, vérnyomáscsökkentő, egyes autoimmun betegségek, mint például a lupus és reumás ízületi gyulladás esetén immunszuppresszív, maláriaellenes.

Saqid és mtsai (2013) szerint a növényt erős aromás jellege miatt, régen a halottak szagának elnyomására alkalmazták

3.2.5.Desztillációs maradékhoz kapcsolódó kutatások

Sajnos nem álltak rendelkezésünkre a témához kapcsolódó irodalmi adatok.

4. Anyagok és módszerek

Kísérleteimben az *Artemisia* és a *Thymus* nemzetségekbe tartozó egyes fajokat vizsgáltuk. A *Thymus vulgaris* és a *Thymus pannonicus* minták a MATE soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövénytermesztési Ágazatában található 3. éves állományából származtak, melyeket teljes virágzásban, 2022 tavaszán (2022. május) gyűjtöttünk be. Az *Artemisia* fajok mintái közül az *A. annua* szintén a Kísérleti Üzemből, az *A. absinthium* pedig hazai vadontermő populációból (Csór) származik. Az üröm fajok teljes virágzásban kerültek betakarításra.

Növényi anyagok

Eltérő eredetű *Artemisia* taxonok

- *A. absinthium*
- *A. alba*

Thymus vulgaris L. fajták és klónok (eltérő kemotípussal)

- Timolos kemotípusú fajták:
 - „Pannon Timol”
 - 'Deurscher Winter'
 - 'French Summer'
 - 'Standard Winter'
 - 'Varico 3'
 - 'Sloneczko'
- Eltérő kemotípusú klónok
 - TV 115 - geraniolos klón
 - TV 121 - linaloolos klón
 - TV 135 – timolos klón
 - TV 143 – alfa-terpineolos klón

Thymus pannonicus populáció

Mintaelőkészítés

A szárítást természetes úton végeztük a tangazdaság szárító épületében, majd a kakukkfű esetében a minták morzsolására került sor a *Thymi herba* előállításához.

Vízdesztillációhoz szükséges begyűjtött növényi anyagokat a felesleges törmelékektől, szennyeződésektől, növényi részekről megtisztítottuk, majd feldaraboltuk szükség esetén metszőolló segítségével az *Artemisia* esetében.

A desztillációval párhuzamosan porítottuk kávédarálóval a növényi anyagokat és leszitáltuk, így készítettünk egy 1%-os vizes kivonatot. Ezt követően forró víz (100 ml) felhasználásával 24 órán át állt, majd utána leszűrtük a mintákat. Az elkészült szűrletet (20 ml) pároltuk be, melyből meghatároztuk a vizes kivonat szárazanyag tartalmát. Ezt használtuk fel az **eredeti minta** antioxidáns kapacitásának és összpolicifenol-tartalmának méréséhez.

Az illóolaj jellemzőinek meghatározása

Az illóolajtartalom vízdesztillációval történő meghatározásához 20 g növényi anyagot mártunk be, melyet 400 ml víz hozzáadását követően 2 órán át forraltunk Clevenger típusú berendezésben. A desztilláció végeztével ml-ben leolvastuk az illóolaj mennyiségét, majd a kapott értéket ml/100 g-ban fejeztük ki a bemért mintamennyiség szárazanyagtartalmára vonatkoztatva.

A gázkromatográfiás analízis módszere

A desztillált illóolaj összetételének vizsgálatához az Agilent Technologies 6890 N GC készüléket és az Agilent Technologies MS 5975 tömegspektrométert alkalmaztuk. A vivőgáz hélium volt, melynek állandó 1 ml/perc volt az áramlási sebessége. A kromatográfiás oszlop HP-5MS (5% fenil-metil-sziloxán), melynek hossza 30 m, belső átmérője pedig 250 µm, filmvastagsága 0,25 µm. Az injektor hőmérséklete 230 °C volt, a split arány 30:1, transzfer line 240 °C. Az injektálást automatikusan egy 7683B (Agilent Technologies) injektor végezte. Az injektált mennyiség 0,2 µl (10%-os hexános oldat) volt. Az alkalmazott hőmérsékleti program percenként 3°C-kal emelte a hőmérsékletet 60°C-ról 240°C-ra, majd ez utóbbi értéket 5 percig tartotta. 70 eV volt az ionizáló energia. Az azonosítás tömegspektrometria alapján NIST és Wiley spektrumkönyvtárak használatával, továbbá a lineáris retenciós indexek és alkánok (C9-C20) elúciós sorrendje alapján történt.

Az illóolaj összegyűjtése és hűtőszekrényben való elhelyezése után a desztilláció visszamaradó mellékterméke a „maradék”, melynek a lombikban maradó folyékony és szilárd részeit szétválasztottuk. A maradék vízből kivonatot készítünk, melyből

szárazanyagtartalmat mértünk. A szilárd maradék növényi részt leszűrtük, szárítottuk, majd porítottuk, melyből szintén kivonatot készítettünk. Végezetül mind a száraz, mind a folyékony desztillációs maradék kivonatából meghatároztuk az össz antioxidáns kapacitás és össz polifenoltartalom értékeit.

Összantioxidáns kapacitás meghatározása

A Benzie és Strain (1996) által kidolgozott FRAP-tesztet kisebb módosításokkal végeztük el. Az antioxidáns kapacitást a fent említett kivonatoknál vizsgáltuk. A FRAP-reagens elkészítéséhez nátrium-acetát puffert (pH 3,6), TPTZ-t (2, 4, 6-tripiridil-s-triazin) HCl-ben és $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oldatot (20 mmol/L) tartalmazott, 10:1:1 (v/v/v) arányban. Ezután 10 μL vizsgálati mintát adtunk 1,5 mL ható FRAP-reagenshez és 40 μL desztillált vízhez, majd 5 perc elteltével az abszorbanciát 593 nm-en rögzítettük a fent említett spektrofotométerrel. A vakpróba kivonat helyett desztillált vizet tartalmazott. A minták FRAP-értékeit a standard görbe egyenletéből számoltuk ki, és mg aszkorbinsav-egyenértékben (ASE)/g adtuk meg, mely a száraz kivonatra vonatkoztatott értéknek felelt meg. A méréseket 9 ismétlésben végeztük.

Összpolifenoltartalom meghatározása

A fenolos vegyületek teljes mennyiségét minden egyes kivonatban a Folin-Ciocalteu-módszerrel (Singleton és Rossi, 1965) határoztuk meg, kisebb módosításokkal. Összesen 0,5 g szárított és porított növényi anyagot 50 ml forró desztillált vízzel extraháltunk, majd 24 órán át szobahőmérsékleten állni hagytuk. Ezután a kivonatokat leszűrtük (szűrőpapír leírása: pórusméret 10-12 μ ; tömeg 85 g/m²; vastagság: 200 μm) és a mérések elvégzéséig fagyasztóban tároltuk. A mérések során 40 μL vizsgálati mintát és 460 μL desztillált vizet helyeztünk egy kémcsőbe, majd 2,5 mL Folin-Ciocalteu reagenssel (10 v/v%) kevertük össze. végül 1 perc inkubálás után 2 mL nátrium-karbonátot (0,7 M) adtunk hozzá. Ezután az elegyet 5 percig forró vízben (50 °C) tartottuk, majd az abszorbanciát $\lambda = 760$ nm hullámhosszon Thermo Evolution 201 spektrofotométerrel (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA) mértük. A kalibráláshoz kémiai standardként galluszsavat (0,3 M) használtunk. A minták összes fenoltartalmát a kivonat száraz tömegére vonatkoztatva számítottuk ki galluszsav-egyenértékben kifejezve (mg GSE/g DW). A méréseket 9 ismétlésben végeztük.

A statisztikai elemzés módszere

Egytényezős varianciaanalízist végeztünk annak érdekében, hogy kimutathassuk a vizsgált taxonok közötti különbségeket az eredeti minta, a desztillációs maradék víz, illetve a desztillációs maradék drog hatóanyagszintjei vonatkozásában.

Boros Dorisz Szakdolgozat

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

Ebben a fejezetben, szeretném bemutatni a vizsgált *Thymus vulgaris* fajták és klónok, illetve az eltérő eredetű *Artemisia* taxonok extrakttartalmát, illóolajtartalmát és összetételét, valamint az egyes minták desztillációs maradékának össz antioxidáns kapacitását és összes fenoltartalmát.

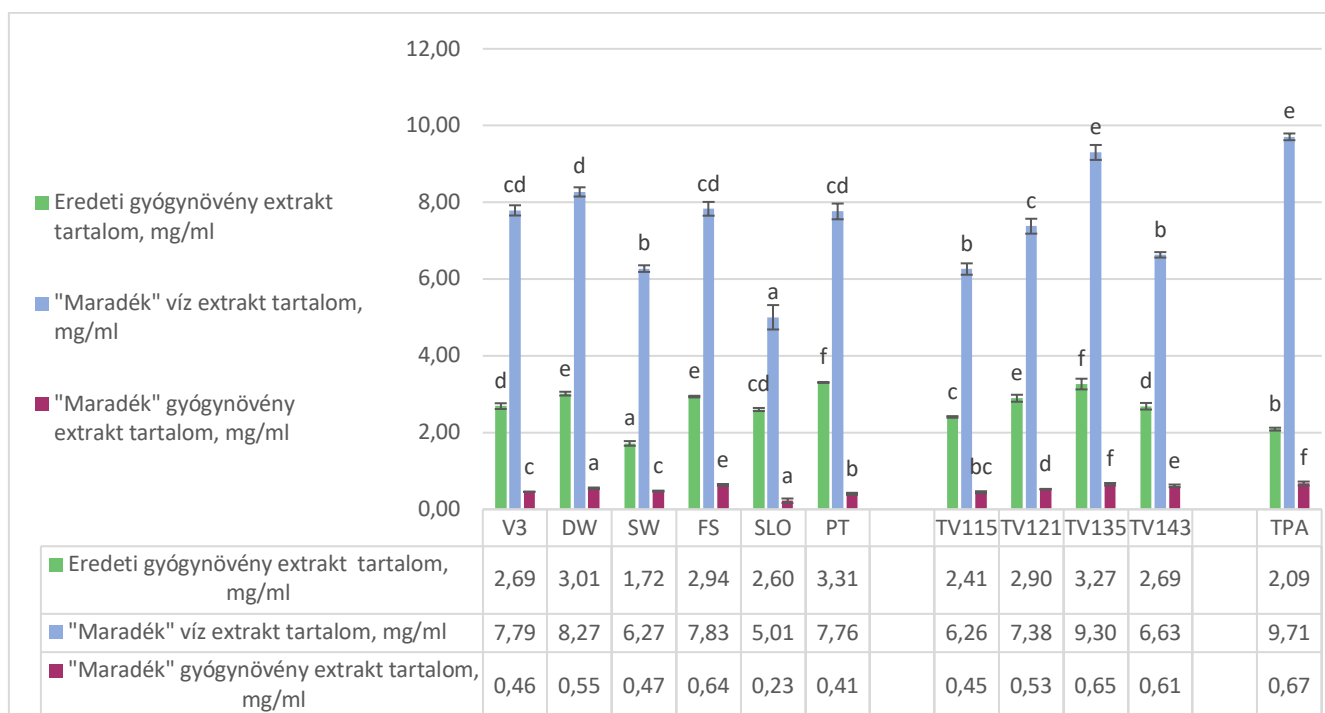
5.1. *Thymus* taxonok

5.1.1 Az extrakt tartalom alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál

A különböző típusú kivonatokat (eredeti drog kivonat, desztillációs maradék víz, ill. maradék drog) összehasonlítva megállapítottuk, hogy minden esetben a „maradék víz” extrakt tartalma volt a legmagasabb (5,01-9,71 mg/ml), míg a „maradék növényi anyag” esetében ez az érték kivétel nélkül minden minta esetében nagyon alacsony volt (3. ábra). Legmagasabb extrakt tartalommal a „maradék” víz esetében a *Thymus pannonicus* (9,71 mg/ml) rendelkezett. A „maradék” növényi anyag vonatkozásában taxononként nagyjából hasonló értékeket (0,23-0,67 mg/ml) kaptunk, egyik sem érte el az 1 mg/ml-t.

A statisztikailag különböző csoportokba tartozó mintákat elérő kisbetűkkel jelöltük. A tisztán elkülönülő csoportok esetén 'a' betűvel a legalacsonyabb, míg 'e' betűvel a legmagasabb értékekkel jellemezhető csoportokat jelöltük. A két kisbetű 'cd' átfedést jelöl. Az elvégzett ANOVA alapján szignifikáns különbségek voltak kimutathatók mindhárom kivonat típuson belül az egyes taxonok között. Az eredmények alapján azt feltételezzük, hogy az eredeti növény kivonatolása nem tette lehetővé az összes növényi hatóanyag izolálását, míg a kétórás desztilláció jóval magasabb extrakt kihozatal volt elérhető, és ez eredményezhette, hogy az eredetihez képest a desztilláció utáni maradék vízben volt a

legnagyobb az extrakt tartalom és a maradék növényi anyagban pedig ez az érték lecsökkent, (3.ábra)

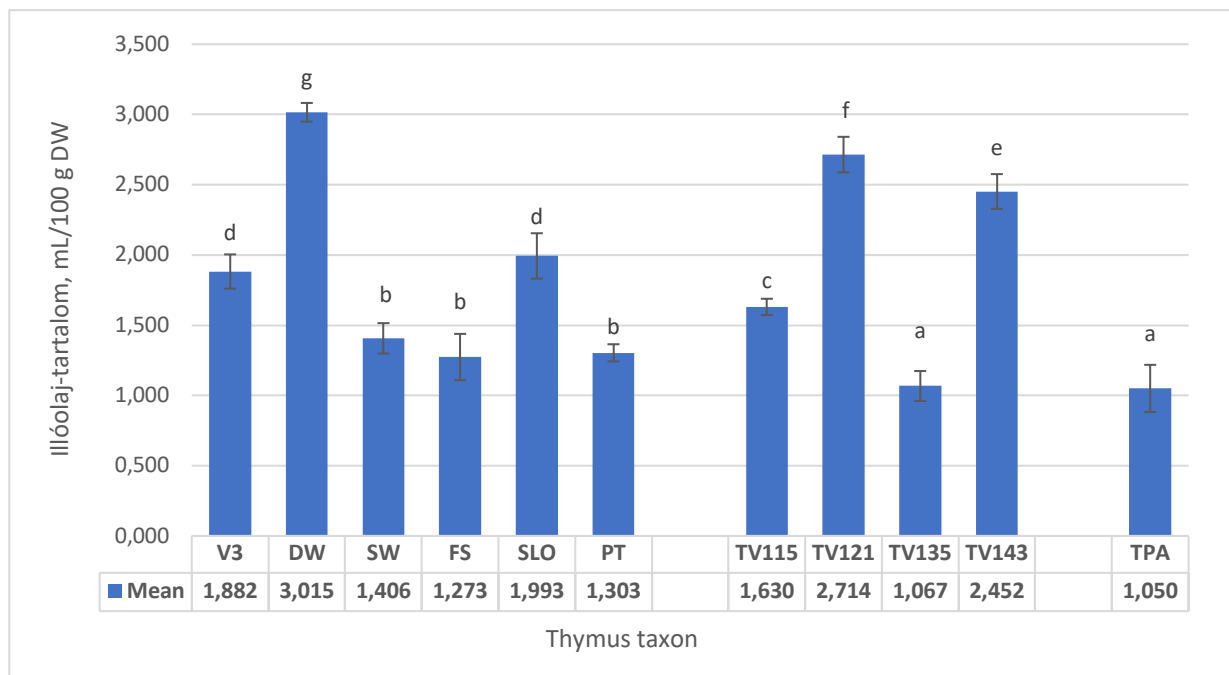


3. ábra *A. T. vulgaris* és *T. pannonicus* minták extrakt tartalma (mg/ml)

Jelmagyarázat: azonos kivonattípuson belül a taxonok közti szignifikáns különbségeket ($p < 0,05$) eltérő kisbetűkkel jelöltük

5.1.2 Az illóolajtartalom alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál

Az illóolajtartalom tekintetében, ha csoportokra bontjuk a kakukkfű taxonokat, az mondható el, hogy a timolos kemotípusú fajták közül a 'Deutscher Winter' illóolajtartalma volt a legmagasabb (3,015 ml/100g) (4. ábra). Az eltérő kemotípusú klónok közül a TV121 (2,714 ml/100g) és a TV143 (2,452 ml/100g) volt kiemelkedő. Csak a TV135 jelű és a *T. pannonicus* minták ('a' csoport) rendelkeztek kevesebb mint 1,2 ml/100 g illóolajtartalommal, a többi taxon teljesítette a *Thymi herbá*-ra vonatkozó gyógyszerkönyvi követelményt (min. 1,2 ml/100 g illóolaj-tartalom) (4.ábra).



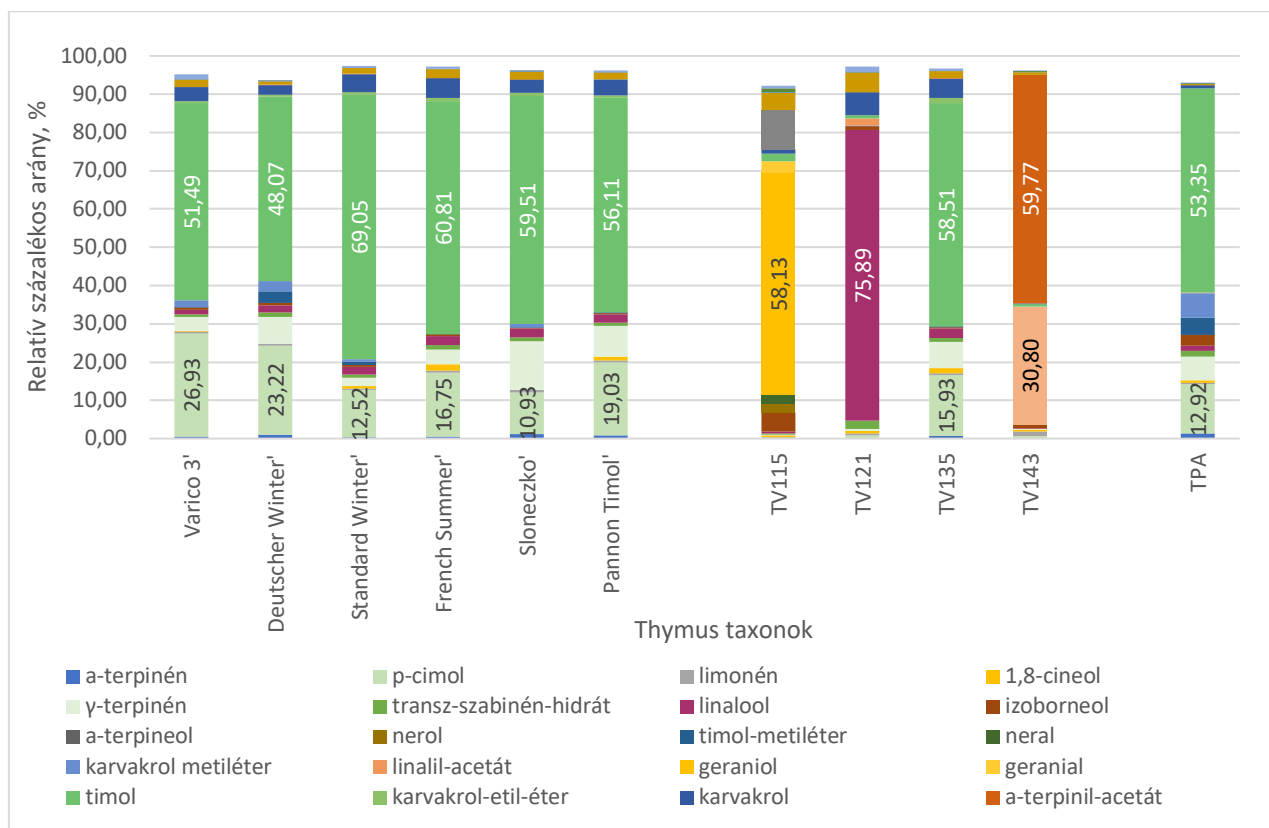
4. ábra A vizsgált *T. vulgaris* és *T. pannonicus* minták illóolajtartalma (ml/100g SZA)

Jelmagyarázat: azonos kivonattípuson belül a taxonok közti szignifikáns különbségeket ($p < 0,05$) eltérő kisbetűkkel jelöltük

5.1.3 Az illóolaj összetétel alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál

Az illóolaj összetétel tekintetében megfigyelhető, hogy az a komponens lesz a legmagasabb %-ban jelen az illóolaj-mintában, amelyen kemotípusba tartozik az adott fajta vagy klón (5. ábra). Ezek alapján a timolos kemotípusú fajták és klón, tehát a 'Varico 3', 'Deutscher Winter', 'Standard Winter', 'French Summer', 'Sloneczko', 'Pannon Timol', TV 135 és a *Thymus pannonicus* esetében a legnagyobb százalékos arányban jelen levő komponens a timol volt. A timol csaknem minden esetben több mint 50 %-át tette ki az illóolajnak, mely alól csak a 'Deutscher Winter' volt kivétel. Ezekben a timolos kemotípusú mintákban a másik főbb komponens a p-cimol volt, mely minden mintában több mint 10%-ban volt jelen, és a legmagasabb értéket a 'Varico 3' képviselte (26,93 %). A timolos kemotípusú fajták közt még nagyobb mennyiségben a γ -terpinén, a linalool, a karvakrol, illetve a β -kariofillén volt azonosítható, a többi vegyület aránya alacsonyabb volt mint 1%. A 'Deutscher Winter'-ben a β -kariofillén százaléka 1% alatti maradt, de a timol- és karvakrol metiléter (3,04%; 2,68%) is detektálható volt. A *Thymus pannonicus* esetében karvakrol- és timol metiléter is kimutatásra került 6,26 és 4,6%-ban. A különböző klónok esetében szintén az figyelhetjük meg, hogy amelyik kemotípus csoportba tartozik, az a legnagyobb mennyiségben fellelhető komponens az illóolajban, így a TV115 esetén a geraniol, a TV121 esetén a linalool és a TV 143 esetén α -terpinil-acetát. A TV115 10,34 %-ban geranil-acetátot, 4,52% β -kariofillént,

illetve kicsivel több mint 2-2 %-ban nerol, neralt és geranialt is tartalmazott. A TV121 a linalool, mint fő komponens mellett karvakrolt, β -kariofillént, transz-szabinén-hidrátot tartalmazott 5,98; 5,13, ill. 2,30%-ban. A TV 143 illóolajában az α -terpinil-acetát mellett 30,8 %-ban α -terpineolt is azonosítottunk. A többi, fel nem sorolt komponens az illóolajokban elenyésző, 1% alatti értékekkel volt jelen. (5.ábra)

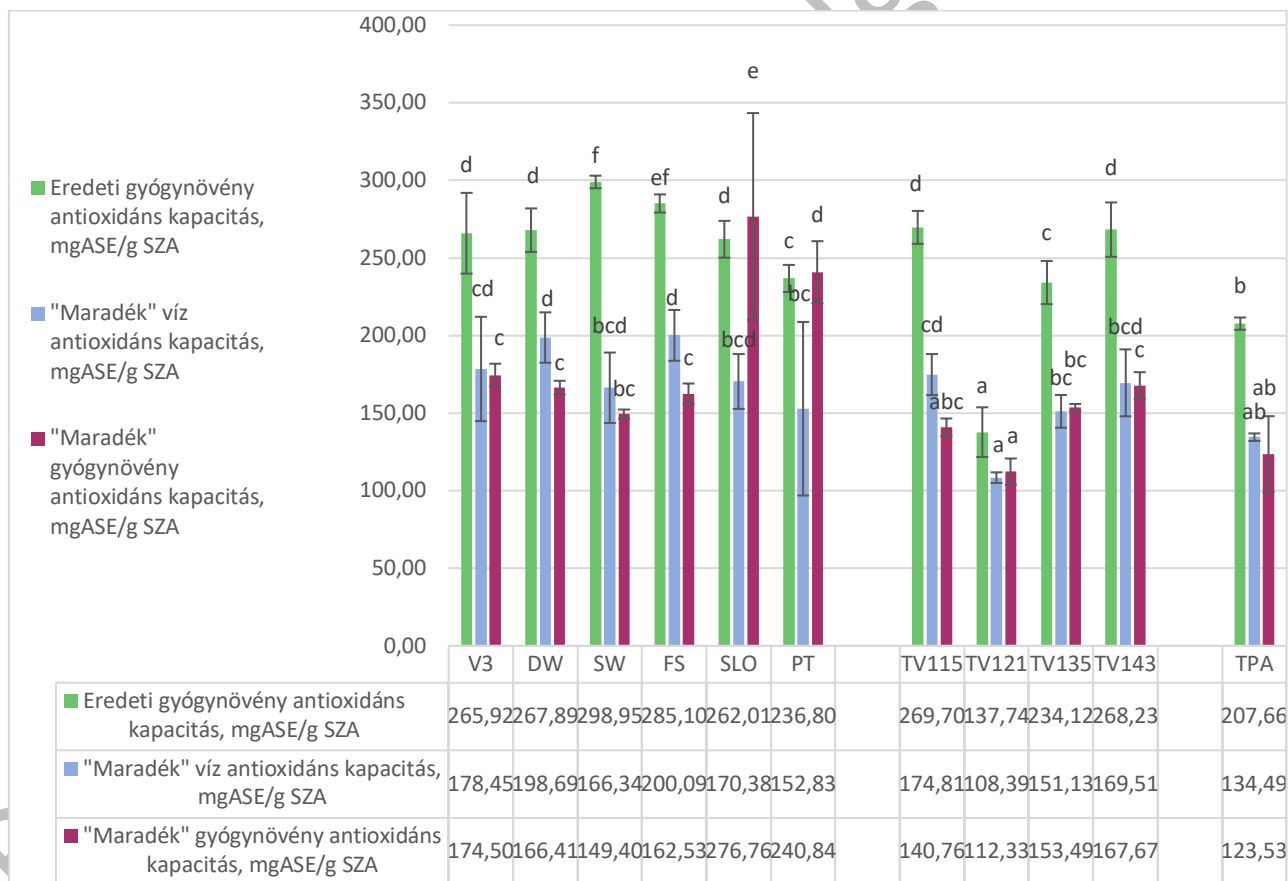


5. ábra A vizsgált *Thymus ssp.* minták illóolaj összetételének alakulása

5.1.4 Az összantioxidáns kapacitás alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál

Antioxidáns kapacitás esetében megállapítottuk, hogy a 'Sloneczko' és a 'Pannon Timol' a többi mintától eltérően, a maradék növényi anyagban magasabb összantioxidáns kapacitás értékeket mutatott (276,76 és 240,84 mgASE/g), mint a maradék vízben (170,38 és 152,83 mgASE/g) (6. ábra). A többi taxonnál az eredeti mintában volt a legmagasabb, majd a maradék vízben és végül a legalacsonyabb a maradék drogban volt mérhető. Az eredmények visszavezethetők a fenoltartalom egyidejű magas mennyiségére e mintákban, továbbá a timol és a karvakrol, mint fenolos monoterpének jelenlétének az eredeti mintában. A szakirodalomból ismert, hogy a timol és karvakrol erős antioxidáns, melyről Joo Lee és mtsai (2004) illetve Lemos és mtsai (2016) is beszámoltak. Az eredeti növényi minták közül

a timolos kemotípusú 'Standard Winter' (298,95 mgASE/g), a desztilláció utáni „maradék” víz esetén a 'French Summer' (200,09 mgASE/g) míg a „maradék” növényi anyag esetén a 'Sloneczko' (276,76 mgASE/g) mutatta a legnagyobb antioxidáns értékeket. A *Thymus pannonicus*, mely timolos kemotípusú taxonok közé sorolható, mégsem rendelkezett kiemelkedő antioxidáns kapacitással egyik minta esetében sem. A klónok esetében a TV 115 eredeti és „maradék” víz mintája (269,70; 174,81 mgASE/g), a TV 143 „maradék” növény mintája (167,67 mgASE/g) rendelkezett a legmagasabb értékkel. A TV121, TV135, TV143 esetén megfigyelhető, hogy a „maradék” víz és növényi anyag antioxidáns kapacitása nem tér el, csak kis mértékben. A taxonok közti szignifikáns különbségeket ($p < 0,05$) eltérő betűkkel jelöltük extrakttypusonként (6. ábra).

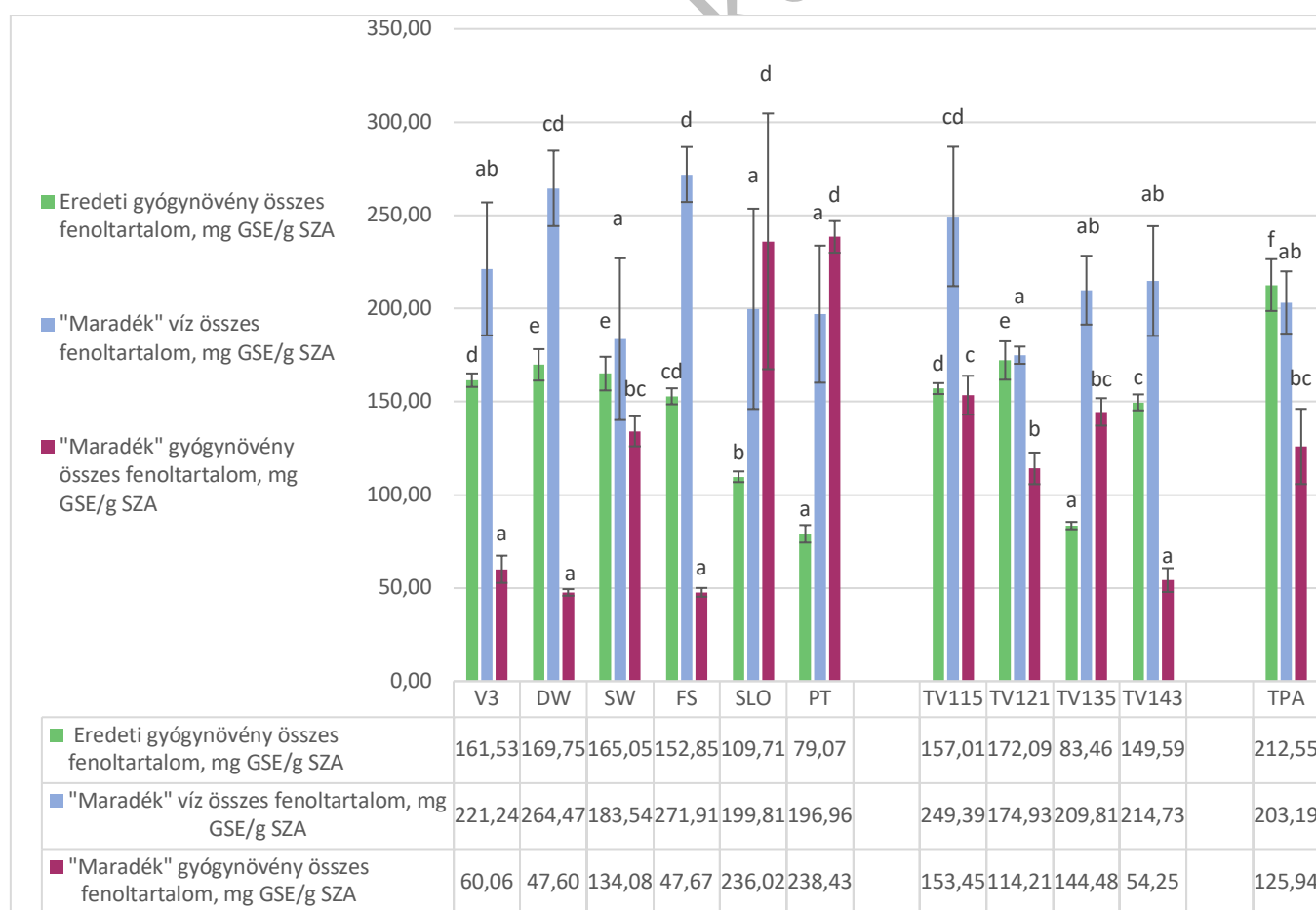


6. ábra A *T. vulgaris* és *T. pannonicus* minták antioxidáns kapacitása (mgASE/g SZA)

Jelmagyarázat: azonos kivonattípuson belül a taxonok közti szignifikáns különbségeket ($p < 0,05$) eltérő kisbetűkkel jelöltük

5.1.5 Az összpolicenoltartalom alakulása az egyes kakukkfű taxonoknál

Az összes fenoltartalom esetében megállapítottuk, hogy két kivételtől eltekintve, minden minta esetében a „maradék” vízben volt megfigyelhető a legmagasabb fenoltartalom (7.ábra). Az eredeti növényi mintákban nem voltak kimagasló különbségek az összpolicfenoltartalom vonatkozásában. A „maradék” víz mintáknál kiemelkedő értékekkel bírt a 'French Summer' (271,91 mg GSE/g), a 'Deutscher Winter' (264,47 mg GSE/g) és a 'TV 115' (249,39 mg GSE/g). A „maradék” növényi anyag esetében a 'Pannon Timol' (268,43 mg GSE/g) és a 'Slovencko' (236,02 mg GSE/g) fenoltartalma volt a legmagasabb. E két utóbbi esetben a maradék vízhez képest (196,96 és 199,81 mg GSE/g) magasabb értékeket mértünk a maradék növényi anyagban (238,43 és 236,02 mg GSE/g), ami követte az antioxidáns kapacitásnál jelentkező tendenciákat. A taxonok közti szignifikáns különbségeket ($p < 0,05$) eltérő betűkkel jelöltük extrakttypusonként (7.ábra).



7. ábra A *thymus* spp. minták összpolicfenoltartalma (mgGSE/g SZA)

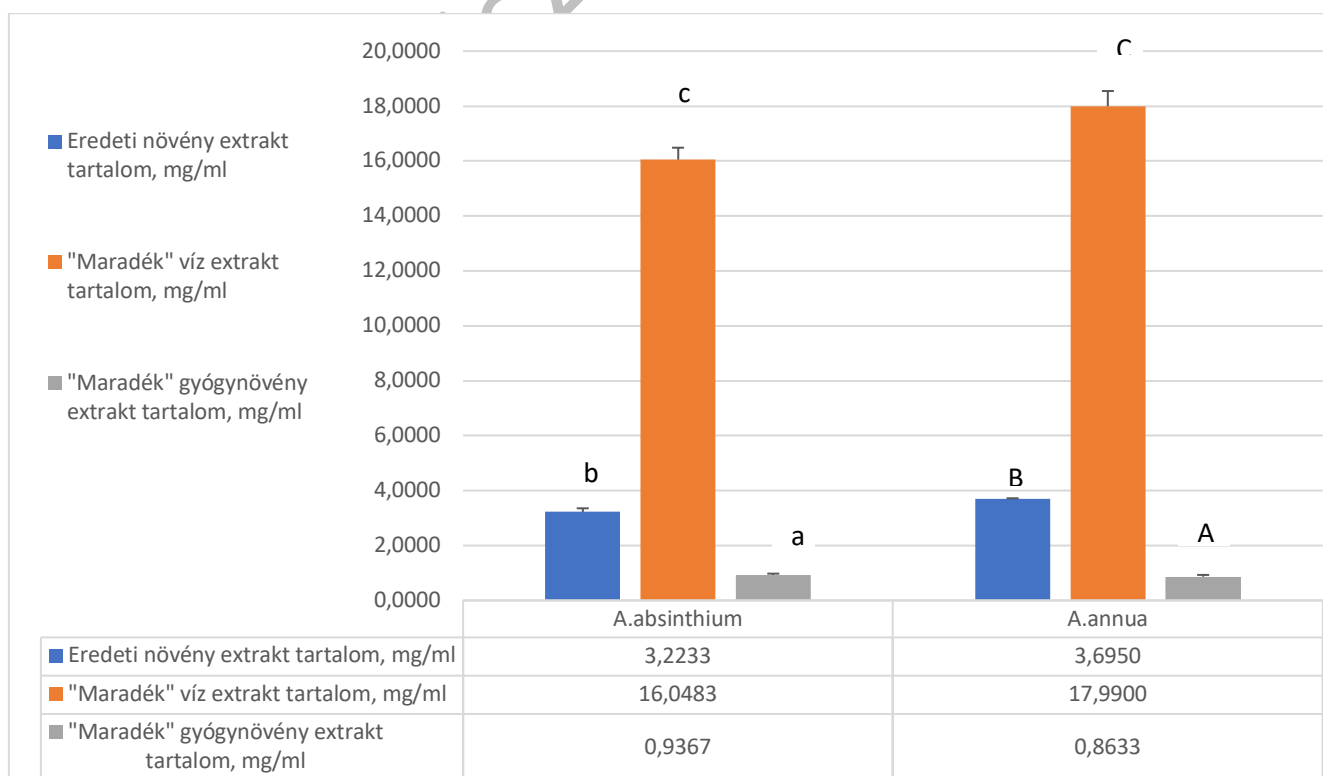
Jelmagyarázat: azonos kivonattypuson belül a taxonok közti szignifikáns különbségeket ($p < 0,05$) eltérő kisbetűkkel jelöltük

5.2 Artemisia taxonok

5.2.1. Extrakt tartalom alakulása az Artemisia taxonoknál

Megállapítottuk, hogy az Artemisia taxonok esetében is, a „maradék” víz extrakt tartalma a legmagasabb (16,04 és 17,9 mg/ml) (8. ábra), míg a „maradék” növényi anyag esetében ez az érték alacsony, akárcsak a Thymus taxonok esetében. Az *A. annua* eredeti növényének (3,69 mg/ml) és „maradék” vízének (17,9 mg/ml) extrakt tartalma magasabb, míg az *A. absinthium* „maradék” növényi anyagának (0,93 mg/ml) az extrakt tartalma a magasabb.

A statisztikailag elkülönülő csoportokat különböző betűkkel jelöltük. A tisztán elkülönülő csoportok esetén 'a' betűvel a legalacsonyabb, míg 'c' betűvel a legmagasabb értékekkel jellemezhető csoportokat jelöltük. Az elvégzett ANOVA alapján szignifikáns különbségek voltak kimutathatók mindhárom kivonat típuson belül az egyes taxonok között. Az eredmények alapján azt feltételezzük, hogy az eredeti növény kivonatolása nem tette lehetővé az összes növényi hatóanyag feltárását, míg a kétórás desztilláció jóval magasabb extrakt kihozatal volt elérhető, és ez eredményezhette, hogy az eredetihez képest a desztilláció utáni maradék vízben volt a legnagyobb az extrakt tartalom és a maradék növényi anyagban pedig ez az érték lecsökkent.

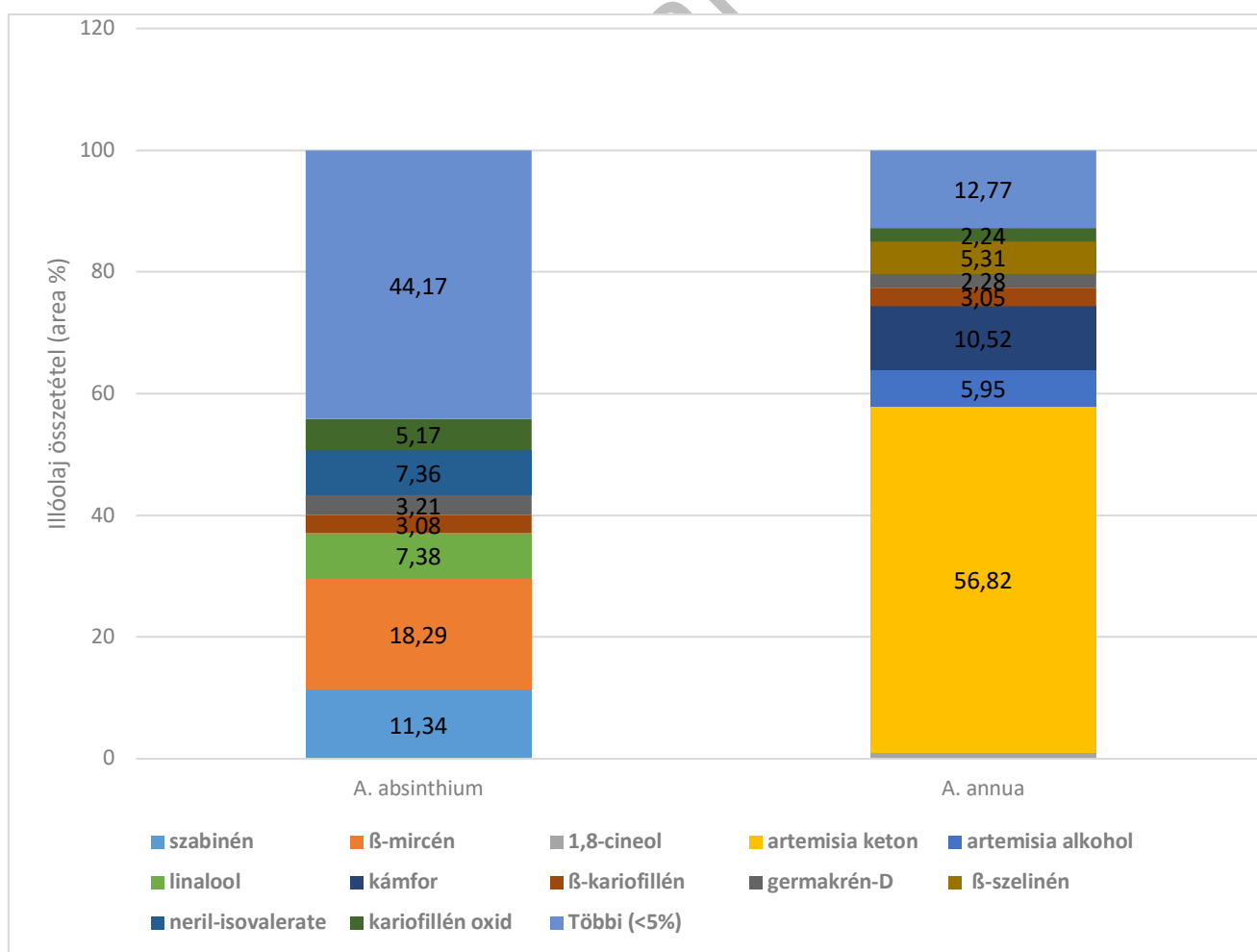


8. ábra Artemisia taxonok extrakt tartalma, mg/ml

Jelmagyarázat: Az oszlopok felett látható betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek, $\alpha=0,05$

5.2.2. Illóolajösszetétel és mennyiség alakulása az *Artemisia* taxonoknál

Az *A. absinthium* esetében az illóolaj 44,17%-át olyan komponensek teszik ki, melyek mennyisége jóval 5% alattinak bizonyultak. Nagy mennyiségben található benne β -mircén (18,29%) illetve szabinén (11,34%) Nagyjából azonos mennyiségben található benne linalool (7,38%) és neril-isovalerát (7,36). Kisebb mennyiségben található meg benne kariofillén-oxid (5,17%), germakrén-D (3,21%) és β -kariofillén (3,08%). Az illóolaj-tartalom 0,469 ml/100 g volt. Az *A. annua* legnagyobb százalékban artemisia ketont (56,82%) tartalmaz és a jóval 5% alatti komponensek csak 12,77%-át adják az illóolajnak. Nagyobb mennyiségben található még benne kámfor (10,52%), de a többi komponens kisebb mennyiségben azonosítható, mint például az artemisia alkohol (5,95%), β -szelinén (5,31%) és a β -kariofillén (3,05%). Az illóolaj-tartalom jóval magasabb, mint a fehérüröm esetében: 1,868 ml/100 g. (9. ábra)



9. ábra *A. absinthium* és *A. annua* illóolajösszetétele

5.2.3. Az összantioxidáns kapacitás alakulása az *Artemisia* taxonoknál

Statisztikailag is igazolt adatokkal megállapítható, hogy mindkét taxon esetében a „maradék” víz ugyanolyan (6,62 mgASE/g) illetve a legalacsonyabb antioxidáns kapacitással rendelkezett a vizsgált kivonattípusok közül, illetve az eredeti növények értékei is közel azonosak (79,01 és 81,67 mgASE/g). Az *A. absinthium* esetében az eredeti növényben (79,01 mgASE/g) magasabb az antioxidáns aktivitás, mint a „maradék” növényi anyagban (60,29 mgASE/g), mely valószínűleg a szabinén magasabb arányának (11,34%) lehet köszönhető, ahogyan az Mohammadi és mtsai (2014) tanulmányában is olvasható. Az *A. annua* esetében a „maradék” növényi anyag (99,24 mgASE/g) bír magasabb antioxidáns kapacitással és az összes minta közül ez a legmagasabb. A taxonok közti szignifikáns különbségeket eltérő betűkkel jelöltük (10.ábra).

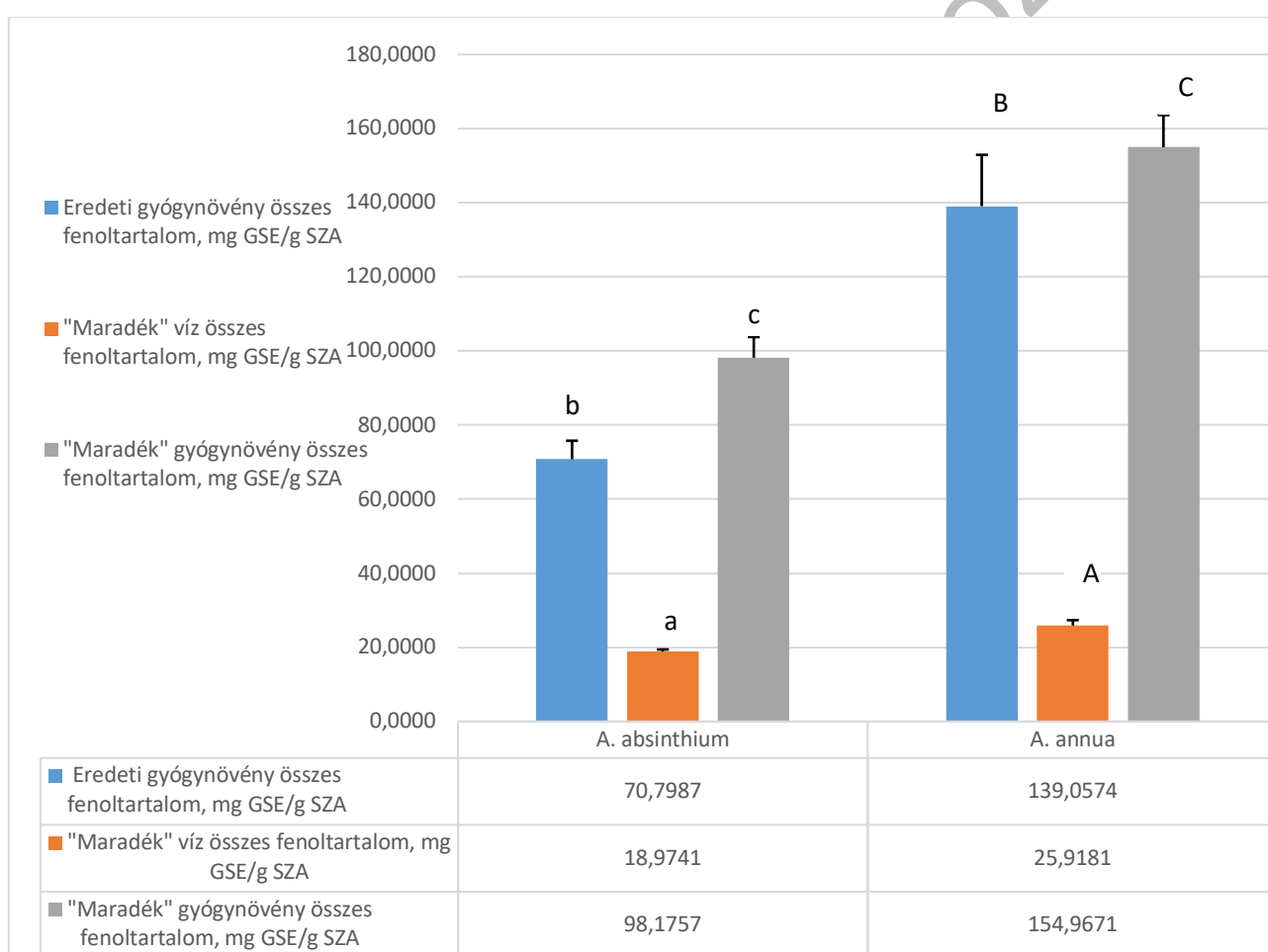


10. ábra *Artemisia* taxonok antioxidáns kapacitása, mgASE/g SZA

Jelmagyarázat: Az oszlopok felett látható betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek, $\alpha=0,05$

5.2.4 Összes polifenoltartalom alakulása az *Artemisia* taxonoknál

A fenoltartalom esetében is a „maradék” víz (18,97 és 25,91 mg GSE/g) volt a legalacsonyabb értékű. Az *A. absinthium* az eredeti növényének esetében (70,79 mg GSE/g) jóval alacsonyabb értéket láthatunk az *A. annua*-val (139,05 mg GSE/g) összehasonlítva. Az *A. annua* esetében kiemelkedő volt a fenoltartalom, mind az eredeti növény esetén (139,057 mg GSE/g), mind a „maradék” növényi anyag esetén (154,96 mg GSE/g). Ez esetben követte az antioxidáns kapacitásnál levő tendenciákat, hisz legmagasabb értékkel ez esetben is az *A. annua* „maradék” növényi anyagában volt megtalálható. Ahamad és mtsai (2019) szerint antioxidáns aktivitását ezen fenolos vegyületeknek köszönheti. A statisztikailag különböző csoportokat szintén különböző betűkkel jelöltük (11.ábra).



11. ábra *Artemisia* taxonok fenoltartalma, mg GSE/g SZA

Jelmagyarázat: Az oszlopok felett látható betűk statisztikailag elkülöníthető csoportokat jelölnek, $\alpha=0,05$

6.Összefoglalás

A különböző típusú kivonatokat (eredeti drog kivonat, desztillációs maradék víz, ill. maradék drog) összehasonlítva megállapítottuk, hogy a vizsgált *Thymus* és az *Artemisia* taxonok esetében a „maradék víz” extrakt tartalma volt a legmagasabb, míg a „maradék növényi anyag” esetében ez az érték kivétel nélkül minden minta esetében alacsony volt. A *Thymus* taxonok közül legmagasabb extrakt tartalommal a „maradék” víz esetében a *Thymus pannonicus* (9,71 mg/ml) rendelkezett. Az *Artemisia* taxonok közül az *A. annua* eredeti növényének (3,69 mg/ml) és „maradék” vizének (17,9 mg/ml) extrakt tartalma magasabb, míg az *A. absinthium* „maradék” növényi anyagának (0,93 mg/ml) az extrakt tartalma a magasabb.

A *Thymus* taxonok illóolaj összetétele tekintetében megállapítottuk, hogy annak a komponensnek a százalékos aránya volt a legmagasabb az illóolaj-mintában, amilyen kemotípusba tartozik az adott fajta vagy klón a korábbi besorolása szerint. Így a timolos kemotípusba tartozók esetén a legnagyobb százalékos arányban jelen levő komponens a timol volt, ami a 'Deutscher Winter' kivételével minden esetben több mint 50 %-át tette ki az illóolajnak. Ezekben a timolos kemotípusú mintákban a másik főbb komponens a p-cimol volt, mely minden mintában több mint 10%-ban volt jelen. A timolos kemotípusú fajták közt még nagyobb mennyiségben a γ -terpinén, a linalool a karvakrol, illetve a β -kariofillén volt azonosítható, a többi vegyület aránya alacsonyabb volt mint 1%. A *Thymus pannonicus* esetében karvakrol- és timol metiléter is kimutatásra került 6,26 és 4,6%-ban. A különböző klónok esetében a kemotípusuknak megfelelően a TV115 esetén a geraniol, a TV121 esetén a linalool és a TV 143 esetén α -terpinil-acetát volt a legnagyobb mennyiségben az illóolajban. A TV115 10,34 %-ban geranil-acetátot, 4,52% β -kariofillént, a TV121 karvakrolt (5,98%), β -kariofillént (5,13%), a TV 143 illóolajában 30,8 %-ban α -terpineolt is azonosítottunk.

Az *Artemisia* taxonok esetében az *A. absinthium*-ban az illóolaj 44,17%-át olyan komponensek teszik ki, melyek mennyisége jóval 5% alattinak bizonyultak. Nagy mennyiségben található benne β -mircén (18,29%) illetve szabinén (11,34%). Az *A. annua* legnagyobb százalékban artemisia ketont (56,82%) tartalmaz és a jóval 5% alatti komponensek csak 12,77%-át adják az illóolajnak. Nagyobb mennyiségben található még benne kámfor (10,52%), artemisia alkohol (5,95%), és β -szelinén (5,31%).

Az illóolajtartalom tekintetében a timolos kemotípusú kakukkfű taxonok közül a 'Deutscher Winter' illóolajtartalma volt a legmagasabb (3,015 ml/100g). Az eltérő

kemotípusú klónok közül a TV121 (2,714 ml/100g) és a TV143 (2,452 ml/100g) volt kiemelkedő. Az *Artemisia* taxonok esetében ez az érték kevesebb, az *A. absinthium*-nak 0,469 ml/100g, az *A. annua*-nak 1,868 ml/100g az illóolajtartalma.

Az antioxidáns kapacitás vizsgálati eredményei alapján megállapítottuk, hogy a *Thymus* taxonok esetében a 'Sloneczko' és a 'Pannon Timol' a többi mintától eltérően, a maradék növényi anyagban magasabb összantioxidáns kapacitás értékeket mutatott (276,76 és 240,84 mgASE/g), mint a maradék vízben (170,38 és 152,83 mgASE/g) (6. ábra). A többi taxonnál az eredeti mintában volt a legmagasabb, majd a maradék vízben és végül a legalacsonyabb a maradék drogban volt mérhető. Az eredmények visszavezethetők a fenoltartalom egyidejű magas mennyiségére e mintákban, továbbá a timol és a karvakrol, mint fenolos monoterpének jelenlétének az eredeti mintában. Az eredeti növényi minták közül a timolos kemotípusú 'Standard Winter' (298,95 mgASE/g), a desztilláció utáni „maradék” víz esetén a 'French Summer' (200,09 mgASE/g) míg a „maradék” növényi anyag esetén a 'Sloneczko' (276,76 mgASE/g) mutatta a legnagyobb antioxidáns értékeket.

Az *Artemisia* taxonok esetében a „maradék” víz ugyanolyan (6,62 mgASE/g), illetve a legalacsonyabb antioxidáns kapacitással rendelkezett a vizsgált kivonattípusok közül, illetve az eredeti növények értékei is közel azonosak (79,01 és 81,67 mgASE/g) voltak. Az *A. absinthium* esetében az eredeti növényben (79,01 mgASE/g) volt magasabb az antioxidáns aktivitás, míg az *A. annua* esetében a „maradék” növényi anyag (99,24 mgASE/g) bírt magasabb antioxidáns kapacitás értékekkel.

Megállapítottuk, hogy az összes polifenoltartalom szempontjából a *Thymus* taxonoknál a 'Sloneczko' és a 'Pannon Timol' kivételével, minden minta esetében a „maradék” vízben volt megfigyelhető a legmagasabb fenoltartalom. E két utóbbi esetben a maradék vízhez képest (196,96 és 199,81 mgGSE/g) szignifikánsan magasabb értékeket mértünk a maradék növényi anyagban (238,43 és 236,02 mgGSE/g), ami követte az antioxidáns kapacitásnál jelentkező tendenciákat. Az eredeti növényi mintákban nem voltak kimagasló különbségek, míg a „maradék” víz mintáknál kiemelkedő értékekkel bírt a 'French Summer' (271,91 mgASE/g), a 'Deutscher Winter' (264,47 mgGSE/g) és a 'TV 115' (249,39 mgGSE/g). A „maradék” növényi anyag esetében a 'Pannon Timol' (268,43 mgGSE/g) és a 'Sloneczko' (236,02 mgGSE/g) fenoltartalma volt a legmagasabb.

Az *Artemisia* taxonok tekintetében a polifenoltartalom esetében is a „maradék” víz mintákban mértük (18,97 és 25,91 mgGSE/g) a legalacsonyabb értékeket. Az *A. absinthium* esetében jóval kisebb értékeket láthatunk, az eredeti növény polifenoltartalma 70,79 mg GSE/g. Az *A. annua* esetében kiemelkedő volt a fenoltartalom, mind az eredeti növény

(139,057 mgGSE/g), mind a „maradék” növényi anyag mintákban (154,96 mgGSE/g). Ez esetben követte az antioxidáns kapacitásnál levő tendenciákat.

Összeségében elmondható, hogy a *Thymus* taxonok esetén a maradék víz és növényi anyag is hasznosítható antioxidáns forrásként, míg az *Artemisia* taxonok esetében inkább csak a maradék növényi anyag, a maradék víz alacsony értékeiből kifolyólag.

A továbbiakban javasolnám fenoloid összetétel vizsgálatát, hogy megismerhessük, pontosan milyen fenolokat tartalmaznak ezek a kivonatok.

Boros Dorisz Szakdolgozat

7. Irodalomjegyzék

1. Ahamad, J. (2019). A pharmacognostic review on *Artemisia absinthium*. *International Research Journal of Pharmacy*, 10(1), 25-31.
2. B. Bozin, N. Mimica-Dukic, M. Bogavac et al., "Chemical composition, antioxidant and antibacterial properties of *Achillea collina* Becker ex Heimerl s.l. and *A. pannonica* Scheele essential oils," *Molecules*, vol. 13, no. 9, pp. 2058–2068, 2008.
3. B. M. Lawrence, *Progress in Essential Oil.s*, Perfuin. Flav., 7(5), 43-44 (1982).
4. Benkhaled, A., Boudjelal, A., Napoli, E., Baali, F., & Ruberto, G. (2020). Phytochemical profile, antioxidant activity and wound healing properties of *Artemisia absinthium* essential oil. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 10(11), 496.
5. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
6. Bernáth J., Németh É. (2007) Gyógy- és fűszernövények gyűjtése, termesztése, felhasználása, III. kiadás. Mezőgazda Kiadó
7. Bhakuni RS, Jain DC, Sharma RP, Kumar S (2001) Secondary metabolites of *Artemisia annua* and their biological activity. *Current Sci* 80(1):35–48
8. Bilia, A. R., Santomauro, F., Sacco, C., Bergonzi, M. C., & Donato, R. (2014). Essential oil of *Artemisia annua* L.: an extraordinary component with numerous antimicrobial properties. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2014.
9. Bora, K. S., & Sharma, A. (2010). Neuroprotective effect of *Artemisia absinthium* L. on focal ischemia and reperfusion-induced cerebral injury. *Journal of ethnopharmacology*, 129(3), 403-409.
10. Bora, K. S., & Sharma, A. (2011). The genus *Artemisia*: a comprehensive review. *Pharmaceutical Biology*, 49(1), 101-109.
11. Brisibe, E. A., Umoren, U. E., Brisibe, F., Magalhães, P. M., Ferreira, J. F., Luthria, D., ... & Prior, R. L. (2009). Nutritional characterisation and antioxidant capacity of different tissues of *Artemisia annua* L. *Food chemistry*, 115(4), 1240-1246.
12. Cavar S, Maksimovica M, Vidica D, Paricb A. 2012. Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia annua* L. from Bosnia. *Ind Crops Prod*. 37: 479–485.
13. Charles, D. J., Cebert, E., & Simon, J. E. (1991). Characterization of the essential oil of *Artemisia annua* L. *Journal of Essential Oil Research*, 3(1), 33-39.
14. Chen, J., Wang, X., & Liu, C. (2014). Anti-tumour effects of polysaccharides isolated from *Artemisia annua* L by inducing cell apoptosis and immunomodulatory anti-hepatoma effects of polysaccharides. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 11(1), 15-22.
15. Das, S. (2012). *Artemisia annua* (Qinghao): a pharmacological review. *Int J Pharm Sci Res*, 3(12), 4573-4577.
16. de Ridder, S., van der Kooy, F., & Verpoorte, R. (2008). *Artemisia annua* as a self-reliant treatment for malaria in developing countries. *Journal of Ethnopharmacology* 120, 302–314.

17. Dobre, A. A., Gagi, V., & Petru, N. (2011). Antimicrobial activity of essential oils against food-borne bacteria evaluated by two preliminary methods. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(6), 119-125.
18. Ekoh, S. N., Akubugwo, E. I., Ude, V. C., & Edwin, N. (2014). Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effect of spices (*Thymus vulgaris*, *Murraya koenigii*, *Ocimum gratissimum* and *Piper guineense*) in alloxan-induced diabetic rats. *Int J Biosci*, 4(2), 179-87.
19. Emami, S. A., Vahdati-Mashhadian, N., Vosough, R., & Oghazian, M. B. (2009). The anticancer activity of five species of *Artemisia* on Hep2 and HepG2 cell lines. *Pharmacologyonline*, 3, 327-339.
20. Feng, X., Cao, S., Qiu, F., & Zhang, B. (2020). Traditional application and modern pharmacological research of *Artemisia annua* L. *Pharmacology & therapeutics*, 216, 107650.
21. Ferreira, J. F., Luthria, D. L., Sasaki, T., & Heyerick, A. (2010). Flavonoids from *Artemisia annua* L. as antioxidants and their potential synergism with artemisinin against malaria and cancer. *Molecules*, 15(5), 3135-3170.
22. Ferreira, J. F., Luthria, D. L., Sasaki, T., & Heyerick, A. (2010). Flavonoids from *Artemisia annua* L. as antioxidants and their potential synergism with artemisinin against malaria and cancer. *Molecules*, 15(5), 3135-3170.
23. Ferreira, J., & Janick, J. (2009). Annual wormwood (*Artemisia annua* L.). *New Crop FactSHEET*.
24. Gilani, A. U. H., & Janbaz, K. H. (1995). Preventive and curative effects of *Artemisia absinthium* on acetaminophen and CCl₄-induced hepatotoxicity. *General Pharmacology: The Vascular System*, 26(2), 309-315.
25. Gouveia, S. C., & Castilho, P. C. (2013). *Artemisia annua* L.: Essential oil and acetone extract composition and antioxidant capacity. *Industrial Crops and Products*, 45, 170-181.
26. Grigore, A., Paraschiv, I. N. A., Colceru-Mihul, S., Bubueanu, C., Draghici, E., & Ichim, M. (2010). Chemical composition and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. volatile oil obtained by two different methods. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(4), 5436-5443.
27. Hosseinzadeh, S., Jafarikukhdan, A., Hosseini, A., & Armand, R. (2015). The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: a review of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Clinical Medicine*, 6(09), 635-642.
28. Jäger, S., Trojan, H., Kopp, T., Laszczyk, M. N., & Scheffler, A. (2009). Pentacyclic triterpene distribution in various plants—rich sources for a new group of multi-potent plant extracts. *Molecules*, 14(6), 2016-2031.
29. Juteau, F., Jerkovic, I., Masotti, V., Milos, M., Mastelic, J., Bessière, J. M., & Viano, J. (2003). Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia absinthium* from Croatia and France. *Planta medica*, 69(02), 158-161.
30. Juteau, F., Masotti, V., Bessiere, J. M., Dherbomez, M., & Viano, J. (2002). Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil. *Fitoterapia*, 73(6), 532-535.
31. Klayman, D. L. (1993). *Artemisia annua*. Human Medicinal Agents from Plants (pp. 242–255).
32. Kuete, V. (Ed.). (2017). *Medicinal spices and vegetables from Africa: therapeutic potential against metabolic, inflammatory, infectious and systemic diseases*. Academic Press.

33. Kumar, S., Gupta, S. K., Singh, P., Bajpai, P., Gupta, M. M., Singh, D., ... & Sharma, S. (2004). High yields of artemisinin by multi-harvest of *Artemisia annua* crops. *Industrial crops and products*, 19(1), 77-90.
34. Lee, S. J., Umano, K., Shibamoto, T., & Lee, K. G. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food chemistry*, 91(1), 131-137.
35. Lemos, M. F., Lemos, M. F., Pacheco, H. P., Guimarães, A. C., Fronza, M., Endringer, D. C., & Scherer, R. (2017). Seasonal variation affects the composition and antibacterial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris*. *Industrial Crops and Products*, 95, 543-548.
36. Liu, H., Tian, X., Zhang, Y., Wang, C., & Jiang, H. (2013). The discovery of *Artemisia annua* L. in the Shengjindian cemetery, Xinjiang, China and its implications for early uses of traditional Chinese herbal medicine qinghao. *Journal of Ethnopharmacology*, 146(1), 278-286.
37. Mancini, E., Senatore, F., Del Monte, D., De Martino, L., Grulova, D., Scognamiglio, M., ... & De Feo, V. (2015). Studies on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of five *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Molecules*, 20(7), 12016-12028.
38. Mandal, S., DebMandal, M., 2016. Chapter 94—thyme (*Thymus vulgaris* L.) oils. In: Preedy, V.R. (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press, San Diego, pp. 825–834.
39. Marino, M., Bersani, C., & Comi, G. (1999). Antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* L. measured using a bioimpedometric method. *Journal of food protection*, 62(9), 1017-1023.
40. Méndez-Tovar, I., Herrero, B., Pérez-Magariño, S., Pereira, J. A., & Manzanera, M. C. A. S. (2015). By-product of *Lavandula latifolia* essential oil distillation as source of antioxidants. *Journal of food and drug analysis*, 23(2), 225-233.
41. Mohammadi, A., Sani, T. A., Ameri, A. A., Imani, M., Golmakani, E., & Kamali, H. (2015). Seasonal variation in the chemical composition, antioxidant activity, and total phenolic content of *Artemisia absinthium* essential oils. *Pharmacognosy research*, 7(4), 329.
42. Msaada, K., Salem, N., Bachrouch, O., Bousselmi, S., Tammar, S., Alfaify, A., ... & Marzouk, B. (2015). Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activities of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) essential oils and phenolics. *Journal of Chemistry*, 2015.
43. Nadia, Z., & Rachid, M. (2013). Antioxidant and antibacterial activities of *Thymus vulgaris* L. *Medicinal and Aromatic Plant Research Journal*, 1(1), 5-11.
44. Nolkemper, S., Reichling, J., Stintzing, F. C., Carle, R., & Schnitzler, P. (2006). Antiviral effect of aqueous extracts from species of the Lamiaceae family against Herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. *Planta medica*, 72(15), 1378-1382.
45. Pirbalouti, A. G., Hashemi, M., & Ghahfarokhi, F. T. (2013). Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*, 48, 43-48.
46. Prasanth Reddy, V., Ravi Vital, K., Varsha, P. V., & Satyam, S. (2014). Review on *Thymus vulgaris* traditional uses and pharmacological properties. *Med Aromat Plants*, 3(164), 2167-0412.
47. Rabiei, Z., Mokhtari, S., Asgharzade, S., Gholami, M., Rahnama, S., & Rafieian-kopaei, M. (2015). Inhibitory effect of *Thymus vulgaris* extract on memory impairment induced by scopolamine in rat. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(10), 845-851.

48. Rezaeinodehi, A., & Khangholi, S. (2008). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia absinthium* growing wild in Iran. *Pak J Biol Sci*, 11(6), 946-949.
49. Rezatofighi, S. E., Seydabadi, A., & Nejad, S. M. S. (2014). Evaluating the efficacy of *Achillea millefolium* and *Thymus vulgaris* extracts against Newcastle disease virus in Ovo. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7(2).
50. Sadiq, A., Hayat, M. Q., & Ashraf, M. (2013). Ethnopharmacology of *Artemisia annua* L.: A review. *Artemisia annua-Pharmacology and Biotechnology*, 9-25.
second ed. Woodhead Publishing, Abington, Cambridge, UK, pp. 499–525.
51. Šegvić Klarić, M., Kosalec, I., Mastelić, J., Piecková, E., & Pepeljnak, S. (2007). Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. *Letters in applied microbiology*, 44(1), 36-42.
52. Shafi, N., Khan, G. A., & Ghauri, E. (2004). Antiulcer effect of *Artemisia absinthium* L. in rats. *Biological sciences-PJSIR*, 47(2), 130-134.
53. Sharopov, F. S., Sulaimonova, V. A., & Setzer, W. N. (2012). Composition of the Essential oil of *Artemisia absinthium* from Tajikistan. *Records of Natural Products*, 6(2).
54. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
55. Stahl-Biskup, E., Venskutonis, R.P., 2002. 27—Thyme. In: Peter, K.V. (Ed.), *Handbook of Herbs and Spices*.
56. Taherian, A. A., Babaei, M., Vafaei, A. A., Jarrahi, M., Jadidi, M., & Sadeghi, H. (2009). Antinociceptive effects of hydroalcoholic extract of *Thymus vulgaris*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(1).
57. Tariq, K. A., Chishti, M. Z., Ahmad, F., & Shawl, A. S. (2009). Anthelmintic activity of extracts of *Artemisia absinthium* against ovine nematodes. *Veterinary parasitology*, 160(1-2), 83-88.
58. V. Dhingra, K. Vishweshwar Rao, and M. Lakshmi Narasu, "Current status of artemisinin and its derivatives as antimalarial drugs," *Life Sciences*, vol. 66, no. 4, pp. 279–300, 1999.
59. Vasanth, S., Gopal, R. H., & Rao, R. B. (1990). Plant anti-malarial agents. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 49(2), 68-77.
60. Wright, C. W. (2001). *Artemisia*. CRC Press.
61. Yan, L., Xiong, C., Xu, P., Zhu, J., Yang, Z., Ren, H., & Luo, Q. (2019). Structural characterization and in vitro antitumor activity of A polysaccharide from *Artemisia annua* L. (Huang Huahao). *Carbohydrate Polymers*, 213, 361-369.
62. Zhigzhitzhapova, S. V., Dylanova, E. P., Gulyaev, S. M., Randalova, T. E., Taraskin, V. V., Tykheev, Z. A., & Radnaeva, L. D. (2020). Composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. *Natural product research*, 34(18), 2668-2671.
63. Zhou, E., Fu, Y., Wei, Z., Yu, Y., Zhang, X., & Yang, Z. (2014). Thymol attenuates allergic airway inflammation in ovalbumin (OVA)-induced mouse asthma. *Fitoterapia*, 96, 131-137.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni konzulenseim, Dr. Pluhár Zsuzsanna és Dr. Radácsi Péter munkáját és türelmét, akik nélkül a szakdolgozatom nem jöhetett volna létre.

Köszönettel tartozom Ruttner Klára, labortechnikusnak segítségéért a desztilláció, az extrakció, az összantioxidáns aktivitás és az összpolicfenol tartalom meghatározásának kivitelezésében.

Köszönetemet szeretném kifejezni továbbá Dr. Gosztola Beátának a kakukkfű minták GC analíziséért és kiértékeléséért.

Boros Dorisz Szakdolgozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Boros Dorisz
A Hallgató Neptun kódja: SV2OU9
A dolgozat címe: Gyógynövény drogok desztilláció után kinyerhető hatóanyagai
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Kertészettudományi intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gyógy-és Aromanövények Tanszék

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Boros Dorisz (hallgató Neptun azonosítója: SV2OU9) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**¹.

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

Kelt: Budapest, 2023. 11. 02.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.