



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**A FAJTAVÁLASZTÁS ÉS NÖVÉNYVÉDŐSZER-MENTES VÉDEKEZÉSI
LEHETŐSÉGEK A CITROMFŰ SZEPTÓRIÁS LEVÉLFOLTÓSÁGA ELLEN**

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KOVÁCS GERGŐ

BUDAPEST

2020

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Témavezető: Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Társtémavezető: Dr. Nagy Géza

Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal
Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezetvédelmi Igazgatóság
Növényvédőszer Értékelési Osztály

.....
A doktori iskola vezetője

.....
Témavezető

.....
Társtémavezető

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Hazánkban a gyógy- és aromanövények termesztése, illetve azok gyűjtése és feldolgozása a XX. század második felében folyt a legintenzívebben. A rendszerváltás után azonban elkezdődött az ágazat hanyatlása, ami még napjainkban is tart. A legtöbb gyógynövény termesztéstechnológiája, beleértve a növényvédelmi eljárásokat is, az elmúlt 20-30 év folyamán nem került fejlesztésre (BERNÁTH és ZÁMBORINÉ 2015). Ezzel párhuzamosan az Európai Unió tagországaiban jelentős mennyiségű növényvédőszer hatóanyag került visszavonásra. A növényvédőszer számának csökkenése a jelenlegi irányelvek szerint várhatóan folytatódni fog. A tapasztalatok alapján a készítmények gyorsütemű visszavonásával nem tart lépést az új hatóanyagok bevezetése. Mindezek mellett, a magas fejlesztési és engedélyeztetési költségek miatt, a növényvédőszer-gyártó vállalatok kevésbé érdekeltek abban, hogy az új készítményeiket a kisebb gazdasági jelentőséggel bíró kultúrákban is engedélyeztessék.

Az értekezésben tárgyalt citromfű (*Melissa officinalis* L.) magyarországi viszonylatban kis kultúrának számít. A növény hazai és nemzetközi szinten legjelentősebb betegsége a szeptóriás levélfoltosság, amelyet a *Septoria melissae* Desm. mitospórás gombafaj okoz (NAGY 2002, ROLF *et al.* 2007). A kórokozó kártétele nyomán a drog minősége nagymértékben csökkenhet, valamint emellett járványos években jelentős hozam veszteség is bekövetkezhet (D'AULERIO *et al.* 1995, NAGY és HORVÁTH 2010).

A szeptóriás levélfoltosság elleni védekezéshez jelenleg 8 hatóanyag használható, amelyek közül 6 csak gyári szerkombinációban áll rendelkezésre (ANONYMUS 2020). Az engedélyezett készítményekkel nem minden évjáratban biztosítható a kultúra védelme az egyes években akár 16 hetet is felölelő tenyészidőszak folyamán. Továbbá a növény drogjának – a gyógyászati felhasználás miatt – a szermaradékok tekintetében is szigorúbb követelményeknek kell megfelelnie.

A nagy kultúrák, mint a kalászosok, vagy az almatermésűek termesztésében régóta bevett gyakorlatnak számít olyan fajták használata, amelyek ellenállóak vagy kevésbé fogékonyak egy, vagy több jelentősebb károsítóval szemben. A megfelelő fajtahasználat révén jelentős mértékben csökkenthető az adott kórokozó kártételének mértéke, illetve növelhető a termésbiztonság és ezeken keresztül nagyobb hozamok érhetők el. Emellett a kultúra növényvédelmének anyagi vonzata és a betakarított

termény szermaradék tartalma is jelentősen csökkenthető (GURURANI *et al.* 2012, LYNCH *et al.* 2017, KAISER *et al.* 2020).

A citromfű esetében ez idáig kevés információ áll rendelkezésre az egyes változatok betegségekkel szembeni ellenállóságáról, ugyanakkor a növény termesztésében nagy jelentősége lenne a toleráns vagy ellenálló fajtáknak (MEYERS *et al.* 2007).

A fajtahasználat mellett már néhány kultúrában illóolajokat, illetve növényi kivonatokat tartalmazó készítmények is használhatók a károsítók elleni védekezésben (HOCHBAUM és NAGY 2013, ŽABKA *et al.* 2014). Továbbá egyes kutatások eredményei biztatóak a lombtrágyák és más szervesetlen vegyületek, mint a szódabikarbóna vagy oltott mész kórokozók elleni alkalmazhatóságával kapcsolatban (DELIOPOULOS *et al.* 2010). A felsorolt anyagok gyógynövény kultúrákban való alkalmazhatóságát eddig alig vizsgálták.

A fentiek tükrében összefoglalóan az alábbi célokat tűztem ki:

1. A citromfű intraspecifikus taxonjainak összehasonlítása a szeptóriás levélfoltosságra való fogékonyságuk szempontjából.
2. A *Septoria melissae* Desm. növényre gyakorolt hatásának vizsgálata a hajtáshozam, a drogprodukción és a legfontosabb drogminőségi mutatók tekintetében.
3. Növényi és ásványi eredetű anyagok szabadföldi és *in vitro* hatékonyságának vizsgálata és értékelése a *Septoria melissae* Desm. ellen.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Fogékonysági vizsgálatok

Munkám során kiskereskedelmi forgalomban lévő (**Altissima**, **'Ildikó'**, **'Lemona'**, **Lorelei**, **Quedlinburger Niederliegende**) és a Gyógy- és Aromanövények Génbankjában fellelhető (**Soroksári**, **Wroclaw**) citromfű fajták¹, illetve fajta megjelölés nélküli vonalainak fogékonyságát vizsgáltam szabadföldi körülmények

¹ A vizsgált növényanyagokra a továbbiakban az egyszerűség kedvéért fajtaként hivatkozom. A hazai és nemzetközi fajtajegyzékekben szereplő fajtákat aposztróffal jelölöm.

között a *Septoria melissae* Desm. kórokozóra. Szabadföldi vizsgálataimat három tenyészdőszakon (2016-2018) keresztül végeztem a Szent István Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság, Gyógy- és Aromanövények Szakágazatában.

A kórokozó kártételének felmérése a vizsgálati évek mindegyikében bonitálással történt, heti rendszerességgel. A felvételezések alkalmával az összes egyedet felvételeztem egy 6 fokozatú bonitáló kulcs segítségével, ami a következő kategóriákból² állt: **0** – egészséges levél; **1** – 1-5% közötti fertőzöttség; **2** – 6-25% közötti fertőzöttség; **3** – 26-50% közötti fertőzöttség; **4** – 51-75% közötti fertőzöttség; **5** – 75% fölötti fertőzöttség. A kapott adatokból minden növényre vonatkozóan kiszámítottam a **fertőzött levelek gyakoriságát**, valamint TOWNSEND és HEUBERGER (in GÄRTNER 1971) képlete alapján a **betegségindexet**. Mindezek mellett az **eltérő betegségkategóriába tartozó levelek összes levélhez viszonyított arányát** is meghatároztam.

A kapott eredményeket MANOVA teszttel és Pearson féle Khi négyzet próbával, valamint z-teszttel, 95%-os szignifikancia szint mellett elemeztem.

2.2 A kórokozó hozamra és beltartalomra gyakorolt hatásának vizsgálata

A hozam és beltartalmi mutatók vizsgálatát 2017-ben és 2018-ban végeztem. A hajtás hozamra vonatkozó mérések során fajtánként 3 parcella került betakarításra 2017-ben egy, míg 2018-ban két alkalommal. A betakarítások alkalmával parcellánként megmértem a hajtások friss tömegét, majd a szárítást követően a száraz tömeget.

A beltartalmi mutatók közül a hajtások illóolaj-tartalmát (PH. HG. VII. 1986), összes polifenol (SINGLETON és ROSSI 1965), illetve hidroxifahéjsavszármazék tartalmát (PH. HG. VIII. 2004) vizsgáltam.

A fentiekén túl megvizsgáltam, hogy a fertőzés mértéke, hogyan befolyásolja a levelek beltartalmát. Az erre vonatkozó vizsgálatokhoz a 0., 2. és 4. betegség kategóriába tartozó leveleket gyűjtöttem be az állományból. A leveleknél is kategóriánként külön mértem a hajtás drognál leírt beltartalmi mutatókat, kiegészítve a levelek ép mirigyszőr számának meghatározásával, valamint az illóolajok összetételének GC-MS módszerrel történő vizsgálatával.

² Az eredmények, valamint a következtetések és javaslatok fejezetekben „bet. kat.” rövidítéssel tárgyalva.

A kapott eredményeket ANOVA teszttel és Pearson féle Khi négyzet próbával, valamint Fischer féle egzakt teszttel, 95%-os szignifikancia szint mellett elemeztem.

2.2.1 Növényi és ásványi eredetű anyagok *in vitro* vizsgálata a kórokozó ellen

Az *in vitro* vizsgálataimat a Budapest-Soroksárról és Varsó-Wilanów-ból gyűjtött természetesen fertőződött levelekről izolált kórokozó tenyészetével végeztem. A vizsgálatokhoz használt tenyészeteket MEA és PDA táptalajokon tartottam fenn.

A laboratóriumi tesztek során **illóolajok** (cejloni fahéj illóolaj, kerti kakukkfű illóolaj, koriander illóolaj), **vizes növényi kivonatok** (szegfűszeg kivonat, fahéj kivonat, fokhagyma kivonat, kakukkfű kivonat, kamilla kivonat), réztartalmú **lombtrágyák** (Sergomil-L60, Damisol rézaminkomplex) és **szervetlen vegyületek** (szódabikarbóna, oltott mész, vízüveg) micélium növekedésre gyakorolt hatását értékeltem mérgezett agarlemez módszer segítségével. Mindemellett a vizsgált illóolajok közül a cejloni fahéj illóolajának, valamint a vizes kivonatoknak konídiumokra gyakorolt hatását is értékeltem. A lombtrágyák kórokozóra gyakorolt hatását szabadföldi körülmények között is vizsgáltam.

A kapott eredményeket ANOVA teszttel 95%-os szignifikancia szint mellett elemeztem.

3. EREDMÉNYEK

3.1 A vizsgált fajták fogékonysága a kórokozóra

A három vizsgálati év folyamán a *Septoria melissae* Desm. kórokozóra a Soroksári fajta volt a legfogékonyabb. A fajta egyedein a fertőzött levelek átlagos gyakorisága a harmadik tenyészidőszak első betakarítása előtt elérte a 93%-ot. A vizsgálati éveket összegezve a fertőzött levelek átlagos gyakorisága (65%) és az átlagos betegségindex (27) értéke is ennél a fajtánál voltak a legnagyobb. Mindemellett a szeptóriás fertőzés súlyosabb tünetei (4. és 5. bet. kat.) is jelentősen több levélen voltak megfigyelhetők, mint a kevésbé fogékony változatokon. A kórokozóra a **Soroksári** mellett még a **Lorelei** és **Quedlinburger** fajták is **fogékony**nak bizonyultak.

Vizsgálataim eredményei alapján az 'Ildikó', a 'Lemona' és a 'Wrocław' fajtákat a *közepesen fogékony* változatok közé soroltam. A fertőzött levelek gyakorisága ezeknél a fajtáknál – a három év átlagát tekintve – 35-51% között alakult, továbbá a

betegségindex értéke is 20 alatti volt, szemben a fogékony fajtáknál tapasztaltakkal (22-27).

A vizsgálataimban a kórokozó kártétele a citromfű *altissima* alfajába tartozó Altissima fajtán volt a legenyhébb. A két tenyésztési időszak felvételezéseinek átlagát tekintve, ezeken az egyedeken volt a legkisebb arányú fertőzött levél (átlagosan 18%), amely a legtöbb fajtától szignifikánsan eltért. Továbbá a harmadik tenyésztési időszakban a fertőzött levelek megnövekedett gyakoriságának ellenére is sokkal enyhébb tünetek voltak megfigyelhetők a fajta egyedein.

3.2 A kórokozó hatása a növények produkciójára és beltartalmára

A vizsgált fajták hozamában tapasztalt különbségek a statisztikai vizsgálatok alapján elsősorban a genotípusnak tulajdoníthatók.

A hajtások beltartalmi mutatói közül a fertőzés igazolhatóan csak az illóolaj-tartalomra, valamint a hidroxifahéjsavszármazék tartalomra gyakorolt jelentős hatást.

Az egészséges (0. bet. kat.), enyhén (2. bet. kat.) és erősen (4. bet. kat.) fertőzött levelek ép mirigyszőr száma és ezzel összefüggésben illóolaj-tartalma a fertőzés mértékének növekedésével együtt csökkent. Az illóolaj fő komponensei közül a citronellál aránya a fertőzés mértékével együtt nőtt, míg a nerál komponens aránya csökkent. A geraniál aránya a 2016-os évben a fertőzés mértékével együtt csökkent, míg a 2018-as vizsgálatokban ennek ellenkezőjét tapasztaltam.

Az illóolaj-tartalom mellett a levelek összes polifenol és hidroxifahéjsavszármazék tartalma is szignifikánsan csökkent a fertőzés mértékének növekedésével.

3.3 Növényi és ásványi eredetű anyagok *in vitro* hatása a kórokozó ellen

A vizsgált illóolajok közül a nagy transz-fahéj-aldehid (79%) tartalommal rendelkező cejloni fahéj illóolaja mindhárom vizsgált koncentrációban (0,03%; 0,1% és 0,3%) teljesen gátolta a kórokozó micéliumának növekedését, valamint a konídiumok csírázását táptalajon. Mindemellett az 53% timol tartalommal rendelkező kakukkfű illóolaja is 100%-os gátlást eredményezett az alkalmazott 0,1% és 0,3% koncentrációkban.

A szegfűszeg vizes kivonata bírt a legerősebb gátló hatással a vizsgált vizes kivonatok között. A kivonat a legkisebb 12,5%-os koncentrációban is közel 100%-ban

gátolta a kórokozó növekedését. A fahéj és a fokhagyma kivonatok is jelentős gátló hatással (84-99%) voltak a kórokozó micéliumára a nagyobb 25% és 50% koncentrációkban. A kakukkfű és kamilla kivonatának nem volt jelentősebb hatása a kórokozóra. A micélium növekedés gátlásnál tapasztalt tendencia hasonló volt a konídiumok csírázásának tekintetében is. A kivonatok összes polifenol-tartalmának alakulása a fokhagyma kivonat kivételével statisztikailag igazolható összefüggést mutatott a gátló hatással.

A lombtrágyák hatékonysága *in vitro* körülmények között eltérő volt. A Sergomil L-60 a nagyobb 0,3% és 0,5% koncentrációkban jelentősen gátolta a kórokozó micéliumának növekedését, míg a Damisol Rézaminkomplexnek a legnagyobb töménység mellett sem volt jelentős hatása.

A 2017-ben és 2018-ban szabadföldön végzett vizsgálatokban a lombtrágyák hatékonysága ezzel szemben közel azonos volt. A 2017-es évben az alkalmazott kezelések átlagosan 24-27%-kal csökkentették a fertőzött levelek gyakoriságát. Azonban a második vizsgált évben a lombtrágyáknak és a kezelt kontrollként alkalmazott fungicidnek is csak mérsékelt hatása volt a kórokozóra.

Az oltott mész, szódabikarbóna és vízüveg közül az oltott mésznek volt a legerősebb gátló hatása a kórokozó micéliumára. A szódabikarbónának és vízüvegnek csak a nagyobb 1%, illetve 5% koncentrációkban volt jó hatékonysága a kórokozó ellen.

3.4 Új tudományos eredmények

1. A 7 citromfű taxon három éven át tartó szabadföldi vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a *Melissa officinalis* L. intraspecifikus változatai között jelentős eltérések vannak a szeptóriás levélfoltosságra való fogékonyság területén.
2. A produktiót (biomassza és droghozam) a fertőzöttség kevésbé befolyásolta ($F=4,519$; $p>0,05$), vizsgálati körülmények között a genotípus hatása erősebbnek bizonyult.
3. A levelek hatóanyag tartalma összefüggésben áll a levélfelület fertőzöttségének mértékével, a szeptóriás fertőzés csökkenti az ép mirigyszőrök számát, és ezen keresztül negatívan hat az illóolaj-tartalomra. Az illóolaj komponensek arányát a fertőzöttség mértéke szintén módosítja.

4. A magas fahéjaldehid (79%) tartalmú cejloni fahéj illóolaja, valamint a magas timol tartalmú (53%) kakukkfű illóolaj 0,1% és 0,3% koncentrációban képes teljesen gátolni a kórokozó növekedését táptalajon. Emellett a fahéj illóolaja 0,03-0,3% koncentrációban szintén képes gátolni a kórokozó konídiumainak csírázását táptalajon.
5. A kórokozó micéliumának növekedését a szegfűszeg, a fahéj és a fokhagyma vizes kivonat hatékonyan gátolja *in vitro*. Az összes polifenol-tartalom és a gátló hatás között statisztikailag igazolható összefüggés van.
6. Megállapítottuk, hogy a legalább 30 g/l réztartalommal rendelkező lombtrágya készítmények szabadföldi körülmények között képesek csökkenteni a szeptóriás levélfoltosság kártételét citromfűvön. A készítményekkel végzett *in vitro* vizsgálatok alapján rámutattam, hogy a különböző rézvegyületek (réz-szulfát és réz-szulfát-pentahidrát) eltérő hatékonysággal rendelkeznek.
7. A szervesetlen vegyületek – oltott mész, szódabikarbóna és vízüveg – 1%-ban alkalmazva eredményesen gátolják a kórokozó növekedését táptalajon. Az oltott mész már 0,5% koncentrációban is képes teljesen gátolni a kórokozó növekedését.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kórokozó fertőzés dinamikáját három éven (2016-2018) keresztül vizsgálva azt a következtetést vontam le, hogy a citromfű intraspecifikus változatai között jelentős fogékonyságbeli különbségek vannak.

A fajták között tapasztalt különbségek FINCHER és mtsai (2020) szerint összefüggésbe hozhatók a fajták eltérő beltartalmi mutatóival, valamint GUEST és BROWN (1997) vizsgálatai szerint a morfológiai bélyegekkal is. Az Altissima fajtánál tapasztalt nagyfokú ellenállóképesség is igazolja ez utóbbi megállapításokat, hiszen ennek a változatnak a morfológiai tulajdonságai és másodlagos anyagsere termékei is eltérnek a többi fajtához képest, mivel a citromfű egy másik alfajába tartozik (DAWSON *et al.* 1988).

A fajtafogékonyság mellett megfigyeltem, hogy az állomány kora is jelentősen befolyásolja a szeptóriás fertőzés kártételét. A 2016-ban és 2017-ben újonnan telepített állományban a fertőzés sokkal később vált jelentőssé a parcellákon, mint 2018-ban,

amikor a kórokozó fertőzéséhez már jelentős mennyiségű primer inokulum állt rendelkezésre a lehullott, fertőzött levelek révén.

A citromfű nemesítése jelenleg főként a produkció és a beltartalmi mutatók növelésére irányul. A fajták betegségellenállóságának javítására kevés figyelmet fordítanak. Eredményeim azt mutatják, hogy a fogékonyság háttérének feltárására és az ellenálló genotípusok szelektálására vonatkozó kutatásoknak, elméleti és gyakorlati téren is kiemelt jelentőségű szerepe lenne.

A hozamra és a fontosabb beltartalmi mutatókra (illóolaj-, polifenol- és hidroxifahéjsavszármazék tartalom) vonatkozó vizsgálatok eredményeinek tükrében a fajták ezeken a területeken is jelentősen eltérnek egymástól.

A friss hajtástömeg és a drog hozam eredményeit a fertőzési adatok függvényében vizsgálva azt a következtetést vontam le, hogy a fajták közötti különbségek elsősorban az adott genotípus tulajdonságai révén alakultak ki és a fertőzés közvetlen hatása a produkcióra egyértelműen nem bizonyítható.

A citromfű illóolaj-tartalma elsődlegesen genetikailag determinált tulajdonság, amit az egyes szerzők vizsgálatai (ZÁMBORINÉ-NÉMETH *et al.* 2019), valamint a saját vizsgálataim során kapott eredmények is bizonyítanak. Ugyanakkor a levelek illóolaj-tartalmára vonatkozó vizsgálataimban az egészséges (0. bet. kat.), enyhén (2. bet. kat.), valamint erősen fertőzött (4. bet. kat.) levelek ép mirigyszőreinek száma szignifikánsan eltért. Mindezek alapján azt a következtetést vontam le, hogy a szeptóriás fertőzés a mirigyszőrök károsításán keresztül jelentős hatást gyakorolt a vizsgált fajták illóolaj-tartalmára.

A fajták között a hajtásdrog összes polifenol-, valamint hidroxifahéjsavszármazék tartalmának tekintetében is szignifikáns különbségek adódtak ZÁMBORINÉ-NÉMETH és mtsai (2019) megfigyeléseivel összehangban. A fertőzöttségi adatok viszont csak a fahéjsavszármazék-tartalomra vonatkozó adatokkal mutattak szignifikáns összefüggést. Mindemellett az eltérő mértékben fertőződött levelek polifenol- és fahéjsavszármazék tartalma statisztikailag igazolható összefüggést mutatott a fertőzés mértékével.

Szabadföldi és *in vitro* vizsgálataim eredményei alapján az egyes illóolajok, lombtrágyák, szervesetlen vegyületek, valamint vizes növényi kivonatok képesek gátolni a *Septoria melissae* kórokozó micéliumának növekedését és a gomba konídiumainak csírázását táptalajon, valamint a betegség tüneteinek kialakulását szabadföldön.

A vizsgált illóolajok hatékonysága ŽABKA és mtsai (2014), illetve FAYAERTS és mtsai (2018) megfigyelései alapján összefüggést mutatott azok összetételével.

A vizes növényi kivonatok gátló hatása részben szignifikáns összefüggést mutatott azok összes polifenol-tartalmával. Kivételt képezett a fokhagyma kivonata, amelynél a polifenol-tartalom ugyan jelentősen kisebb volt, mint a többi kivonathoz, ugyanakkor eredményesen gátolta a kórokozó micéliumának növekedését. ANKIRI és MIRELMAN (1999) szerint utóbbinál a gátló hatás az egyes kén-tartalmú vegyületekhez köthető.

Az eltérő réz vegyületeket tartalmazó lombtrágyák *in vitro* hatása jelentősen eltérő volt a kórokozó ellen, ami részben összefüggést mutat PHAM és mtsai (2019) által megfigyelttel. Szabadföldi körülmények között a lombtrágyás kezelések hatékonysága közel azonos volt. A két évben megfigyelt fertőzési dinamika alapján a készítmények hatékonysága nagyban függ a területen lévő inokulum mennyiségétől és a kezelések időzítésétől.

Az oltott mész, szódabikarbóna és vízüveg más szerzők leírásaival (BIGGS *et al.* 1997, ILHAN *et al.* 2006, BUCK *et al.* 2008), összefüggésben a nagyobb 1%, illetve 5% töménységben hatékonyan gátolták a kórokozó micéliumának növekedését táptalajon. A szervesen tartalmazó anyagok közül az oltott mész rendelkezett a legerősebb gátló hatással a kórokozó ellen, mivel már 0,5%-ban alkalmazva is teljes gátlást eredményezett.

A vizsgált növényi és ásványi eredetű anyagok közül a szódabikarbóna és a kalcium-hidroxid mint egyszerű anyag már számos gyümölcs és zöldségkultúrában használható a kórokozók elleni védekezésben. A saját vizsgálataim során kapott eredmények kiindulási alapként szolgálhatnak ezek gyógy- és fűszernövény kultúrákba történő engedélyeztetéséhez.

5. FELHASZNÁLT IRODALMAK

1. ANKIRI, S., MIRELMAN, D. (1999): Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection*, 1 (2): 125-129. p.
2. ANONYMUS (2020): Növényvédő Szerek Adatbázisa. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. forrás: <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
3. BERNÁTH J., ZÁMBORINÉ NÉMETH É. (2015): Gyógynövény kultúrák magyarországi növényvédelmének időszerű kérdései. *Növényvédelem*, 51 (1): 25-36. p.

4. BIGGS, A. R., EL-KHOLI, M. M., EL-NESHAWY, S., NICKERSON, R. (1997): Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*, 81: 399-403. p.
5. BUCK, G. B., KORNDÖRFER, G. H., NOLLA, A., COELHO, L. (2008): Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 231-237. p.
6. D'AULERIO, A. Z., ZAMBONELLI, A., BIANCHI, A., ALBASINI, A. (1995): Micromorphological and chemical investigations into the effects of fungal diseases on *Melissa officinalis* L., *Mentha pieprita* L. and *Salvia officinalis* L. *Journal of Phytopathology*, 143: (3) 179-183. p.
7. DAWSON, B. S. W., FRANICH, R. A., MEDER, R. (1988): Essential oil of *Melissa officinalis* L. subsp. *altissima* (Sibth. et Smith) Arcang. *Flavour and Fragrance Journal*, 3: 176-170. p.
8. DELIOPOULOS, T., KETTLEWELL, P. S., HARE, M. C. (2010): Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. *Crop Protection*, 29: 1059-1075. p.
9. FEYAERTS, A. F., MATHÉ, L., LUYTEN, W., DE GRAEVE, S., VAN DYCK, K., BROEKX, L., VAN DIJCK, P. (2018): Essential oils and their components are a class of antifungals with potent vapour-phase-mediated anti-*Candida* activity. *Scientific Reports*. DOI:10.1038/s41598-018-22395-6
10. FINCHER, G. B. (2020): Engineering disease resistance in crop plants: Callosic papillae as potential targets. *Engineering*, 6: 505-508. p.
11. GÄRTNER, H. 1971. Versuche zur Bekämpfung von *Botrytis cinerea* (GRAUSCHIMMEL) als Traubenfäule. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 21 (3): 183-189. p.
12. GUEST, D., BROWN, J. (1997): Plant defences against pathogens. P. 263-285. In: BROWN, J. F. (ed.), OGLE, H. J. (ed.) *Plant pathogens and plant diseases*. Armidale: Rockvale Publications.
13. GURURANI, M. A., VENKATESH, J., UPADHYAYA, C. P., NOOKARAJU, A., PANDEY, S. K., PARK, S. W. (2012): Plant disease resistance genes: Current status and future directions. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 78: 51-65. p.
14. HOCHBAUM T., NAGY G. (2013): Egy illóolaj kombináció alkalmazásának lehetősége kajszli- és őszibarack kórokozói, valamint kártevő molyfajai ellen. *Növényvédelem*, 49 (1): 8-15. p.
15. ILHAN, K., ARSLAN, U., KARABULUT, O., A. (2006): The effect of sodium bicarbonate alone or in combination with a reduced dose of tebuconazole on the control of apple scab. *Crop Protection*, 25: 693-967. p.
16. KAISER, N., DOUCHES, D., DHINGRA, A., GLENN, K. C., HERZIG, P. R., STOWE, E. C., SWARUP, S. (2020): The role of conventional plant breeding in ensuring safe levels of naturally occurring toxins in food crop. *Trends in Food Science & Technology*, 100: 51-66. p.
17. LYNCH, J. P., GLYNN, E., KILDEA, S., SPINK J. (2017): Yield and optimum fungicide dose rates for winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties with contrasting ratings for resistance to *Septoria tritici* blotch. *Field Crops Research*, 204: 89-100. p.
18. MEYERS M. (2007): Lemon Balm: An Herb Society of America Guide. Kirtland: *The Herb Society of America*, 14 p.
19. NAGY G. (2002): A szeptóriás betegség kártétele citromfűn. *Növényvédelem*, 38 (4): 185-187. p.

20. NAGY G., HORVÁTH A. (2010): Gyógynövények szeptóriás levélfoltosságai Magyarországon. *Növényvédelem*, 46 (4): 145-153. p.
21. PHARMACOCOPOEA HUNGARICA VII. kiadás, I. kötet (1986): A drogok illóolaj-tartalmának meghatározása. Budapest: Medicina Kiadó, 395-397. p.
22. PHARMACOCOPOEA HUNGARICA VIII. kiadás, II. kötet (2004): *Melissae folium* – Citromfűlevél. Budapest: Medicina Kiadó, 2208-2209. p.
23. 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. p.
24. ROLF, F. (ed.) (2007): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus – Krankheiten und Schädigungen an Arznei- und Gewürzpflanzen (Band 3). Bernburg: Saluplanta e. V., 147-151. p.
25. ZÁMBORINÉ-NÉMETH, É., RAJHÁRT, P., SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA, K., PLUHÁR, ZS., SZABÓ, K. (2019): Intraspecific responses of medicinal plants: Genotype-environment interaction may alter drug quality of aromatic plants. *Biochemical Systematics and Ecology*, 86: 103914. 1-8. p.
26. ŽABKA, M., PAVELA, R., PROKINOVA, E. (2014): Antifungal activity and chemical composition of twenty essential oils against significant indoor and outdoor toxigenic and aeroallergenic fungi. *Chemosphere*, 112: 443-448. p.

6. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

1. KOVÁCS, G., NAGY, G., ZÁMBORI-NÉMETH, É. (2020): Response of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) accessions to Septoria leaf spot (*Septoria melissae* Desm.) in Hungary. *Journal of Plant Protection Research*. 60 (1): 51-57., kvartilis: Q2
2. KOVÁCS, G., ZÁMBORI-NÉMETH, É., NAGY, G. (2019): Susceptibility of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) varieties to Septoria leaf spot (*Septoria melissae* Desm.) in Hungary. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 18 (1): 47-56.
IF érték: 0.448
3. KOVÁCS, G., NAGY, G., ZÁMBORI-NÉMETH, É. (2019): Vizes növényi kivonatok *in vitro* hatása a *Septoria melissae* Desm. micélium növekedésére. *Kertgazdaság*. 51 (1): 46–53.
4. KOVÁCS, G., ZÁMBORI-NÉMETH, É., RADÁCSI, P., NAGY, G. (2018): *In vitro* activity of the cinnamon essential oil against the plant pathogen *Septoria melissae* Desm. *Columella: Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 5 (2): 15-20.
5. KOVÁCS G., ZÁMBORINÉ NÉMETH É., NAGY G. (2018): Hazai és külföldi citromfű (*Melissa officinalis* L.) fajták fogékonysága a szeptóriás levélfoltosságra. *Növényvédelem*. 79 (54): 9. p: 399–407.
6. KRUPP K., NAGY G., ZÁMBORINÉ NÉMETH É., KOVÁCS G. (2018): Réztartalmú lombtrágyák hatása a citromfű szeptóriás levélfoltosságára, termelésére és beltartalmára. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXXV.). 2018. november 27. 35: 25–33.

7. **KOVÁCS G., ZÁMBORINÉ NÉMETH É., NAGY G.** (2018): A fahéj, a kakukkfű és a szegfűszeg vizes kivonatának hatása a *Septoria melissae* Desm. micéliumának növekedésére *in vitro* körülmények között. 64. Növényvédelmi Tudományos Napok 2018. február 20-21. Budapest. p: 88.
8. **KOVÁCS G.** (2018): Növényi kivonatok alkalmazhatósága a *Septoria melissae* Desm. fitopatogén kórokozó ellen. „SZIE Kiváló Tehetségei” Konferencia. 2018. február 9. Budapest. p: 63.
9. **KOVÁCS G., KRUPP K., NAGY G., ZÁMBORINÉ NÉMETH É.** (2017): Réztartalmú lombtrágyák alkalmazhatósága a citromfű szeptóriás levélfoltossága ellen. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXXIV.). 2017. november 23. 34: 40–47.
10. **KOVÁCS, G., NAGY, G., ZÁMBORI-NÉMETH, É.** (2017): The antifungal effect of three essential oils against *Septoria melissae* Desm. and *Septoria lavandulae* Desm.. 48 th International Symposium on Essential Oils. 2017. szeptember 10-13. Abstracts. NVEO. 4 (3): 150.
11. **BERECZ A., ZÁMBORINÉ NÉMETH É., NAGY G., KOVÁCS G.** (2017): Fahéj illóolaj felhasználásának lehetősége a citromfű szeptóriás levélfoltossága ellen. 63. Növényvédelmi Tudományos Napok 2017. február 21-22. Budapest. Összefoglalók p: 100.
12. **KOVÁCS G., NAGY G., RAJHÁRT P., ZÁMBORINÉ NÉMETH É.** (2016): Környezetkímélő védekezési lehetőségek fejlesztése a citromfű és lestyán jelentősebb betegségei ellen. 62. Növényvédelmi Tudományos Napok 2016. február 16-17. Budapest. Összefoglalók p: 89.
13. **KOVÁCS G., NAGY G., RAJHÁRT P., ZÁMBORINÉ NÉMETH É.** (2016): Természetes eredetű anyagok felhasználása a citromfű szeptóriás betegsége elleni védekezésben. Kertgazdaság. 48 (1): 80–88.