



**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**

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

DOI: 10.54598/000150

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

KOVÁCS GERGŐ

TÉMAVEZETŐ: ZÁMBORINÉ DR. NÉMETH ÉVA

TÁRS-TÉMAVEZETŐ: DR. NAGY GÉZA

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 jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

.....
A társtémavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	4
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1	A CITROMFŰ (<i>MELISSA OFFICINALIS</i> L.).....	6
2.1.1	Rendszertani besorolása és morfológiai jellemzői.....	6
2.1.2	Származása és elterjedése	8
2.1.3	Drogjai és hatóanyagai.....	8
2.1.4	Farmakológiai hatása és felhasználása.....	9
2.1.5	Ökológiai igényei.....	10
2.1.6	Termesztéstechnológiája.....	11
2.2	A CITROMFŰ KÁROSÍTÓI	13
2.2.1	Kártevők.....	13
2.2.2	Kórokozók.....	14
2.2.3	A <i>Septoria melissae</i> Desm.	15
2.3	A CITROMFŰ KÓROKOZÓK ELLENI NÖVÉNYVÉDELME	20
2.3.1	Általánosan alkalmazható agrotechnikai eljárások	20
2.3.2	A citromfű termesztésben használható fungicidek	21
2.3.3	A citromfű termesztésben használható biológiai növényvédő szerek.....	23
2.3.4	Potenciális fejlesztési irányzatok a citromfű növényvédelmében.....	23
2.3.4.1	Ellenálló fajták nemesítése.....	23
2.3.4.2	Alternatív, fungicid hatással rendelkező anyagok.....	24
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER	27
3.1	SZABADFÖLDI VIZSGÁLATOK.....	27
3.1.1	A kísérlet helye és ideje	27
3.1.2	A kísérlet elrendezése	27
3.1.2.1	A vizsgált növényanyagok	27
3.1.2.2	A kísérleti parcellák elrendezése.....	28
3.1.2.3	Növényápolási munkák	29
3.1.3	A klimatikus tényezők.....	30
3.1.4	A kórokozó kártételének értékelése	32
3.1.5	A lombtrágyák hatásának vizsgálata.....	34
3.1.6	A produkció vizsgálata.....	35
3.1.7	A mirigyszőrök számának meghatározása.....	35
3.2	LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK	35

3.2.1	A kórokozó izolálása és azonosítása morfológiai jellemzők alapján.....	35
3.2.2	A kórokozó molekuláris azonosítása	38
3.2.3	A kórokozóval végzett <i>in vitro</i> vizsgálatok	39
3.2.3.1	A kórokozó ellen vizsgált anyagok	39
3.2.3.2	A micélium növekedésgátlás vizsgálata.....	41
3.2.3.3	A növekedésgátlás értékelése.....	42
3.2.3.4	A konídiumok csírázására gyakorolt hatás vizsgálata.....	42
3.2.4	A drog beltartalmi mutatóinak vizsgálata	43
3.2.4.1	Az illóolaj-tartalom vizsgálata	43
3.2.4.2	Az illóolaj összetételének vizsgálata.....	44
3.2.4.3	Az összes polifenol-tartalom vizsgálata	44
3.2.4.4	Az összhidroxi-fahéjsavszármazék tartalom vizsgálata.....	45
3.3	AZ ÉRTÉKELÉSHEZ ALKALMAZOTT STATISZTIKAI MÓDSZEREK.....	45
4.	EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK	47
4.1	A FAJTÁK FOGÉKONYSÁGA A SZEPTÓRIÁS LEVÉLFOLTOSÁGRA.....	47
4.2	A FAJTÁK HOZAMA	60
4.3	A SZEPTÓRIÁS FERTŐZÉS HATÁSA A DROGMINŐSÉGRE	62
4.3.1	A hajtásdrog illóolaj-tartalma	62
4.3.2	Az eltérő fertőzöttségű levelek illóolaj-tartalma és illóolaj összetétele.....	64
4.3.3	A hajtásdrog összes polifenol-tartalma	69
4.3.4	Az eltérő fertőzöttségű levelek összes polifenol-tartalma	71
4.3.5	A hajtásdrog összes hidroxi-fahéjsavszármazék tartalma.....	72
4.3.6	Az eltérő fertőzöttségű levelek összes hidroxi-fahéjsavszármazék tartalma	75
4.4	Természetes eredetű anyagok, lombtrágyák és egyéb szerves vegyületek hatása a kórokozóra	76
4.4.1	Illóolajok <i>in vitro</i> micélium növekedésre gyakorolt hatása.....	76
4.4.2	Vizes növényi kivonatok <i>in vitro</i> micélium növekedésre gyakorolt hatása.....	78
4.4.3	A lombtrágyák kórokozó elleni hatása.....	80
4.4.3.1	A lombtrágyák <i>in vitro</i> micélium növekedésére gyakorolt hatása	80
4.4.3.2	A lombtrágyák szabadföldi hatása.....	81
4.4.4	Szerves vegyületek <i>in vitro</i> micélium növekedésre gyakorolt hatása	86
5.	KÖVETKEZTETÉSEK	88
5.1	A VIZSGÁLT FAJTÁK FOGÉKONYSÁGA A <i>SEPTORIA MELISSAE</i> DESM. KÓROKOZÓRA.....	88
5.2	A KÓROKOZÓ HATÁSA A HOZAMRA ÉS A DROGMINŐSÉGRE.....	90

5.3 TERMÉSZETES EREDETŰ ANYAGOK, LOMBTRÁGYÁK ÉS EGYÉB SZERVETLEN VEGYÜLETEK ALKALMAZHATÓSÁGA A KÓROKOZÓ ELLEN.....	92
5.4 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	94
5.5 GYAKORLATI EREDMÉNYEK	95
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	96
7. SUMMARY.....	98
8. MELLÉKLETEK	100
9. IRODALOMJEGYZÉK	110
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	122

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

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 (BENÁTH és ZÁMBORINÉ 2015). Ezzel párhuzamosan az Európai Unió tagországaiban jelentős mennyiségű növényvédő szer hatóanyag került visszavonásra. A növényvédő szerek számának csökkenése a jelenlegi irányelvek szerint várhatóan folytatódni fog. A tapasztalatok alapján a hatóanyagok gyorsütemű visszavonásával nem tart lépést az új készítmények 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 kiskultúrának 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 veszteséggel is számolni kell (D'AULERIO *et al.* 1995, NAGY és HORVÁTH 2010).

A szeptóriás levélfoltosság elleni védekezéshez jelenleg csak 8 hatóanyag használható, amelyek közül 6 csak gyári szerkombinációban áll rendelkezésre (ANONYMUS 2020d). 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 ezidáig 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 szervetlen vegyületek, mint a szódabikarbóna vagy oltott mészkő kórokozók elleni alkalmazhatóságával kapcsolatban (DELIOPOULOS *et al.* 2010). A felsorolt anyagok gyógynövény kultúrákban való alkalmazhatóságát eddig még kevés kutatásban vizsgálták.

A fentiek tükrében 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. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A citromfű (*Melissa officinalis* L.)

2.1.1 Rendszertani besorolása és morfológiai jellemzői

A citromfű (*Melissa officinalis* L.) egy évelő lágyszárú (H.) növény, amely az ajakosvirágúak (Lamiaceae) családjába tartozik (STEVENS 2017) (1. táblázat).

1. táblázat A citromfű rendszertani besorolása (STEVENS 2017)

ország	Plantae – Növények világa
osztály	Rosopsida – Kétszikűek osztálya
rend	Lamiales – Ajakosvirágúak rendje
család	Lamiaceae – Ajakosvirágúak családja
alcsalád	Nepetoideae – Macskamentafélék alcsaládja
nemzetség	<i>Melissa</i>

A vonatkozó irodalmak a citromfűnek több alfaját és változatát, mint a *M. officinalis* ssp. *officinalis*, spp. *inodora* vagy a spp. *altissima*, és var. *romana* is említik (DAWSON *et al.* 1988, BOŽOVIĆ *et al.* 2018). Mindezek ellenére a nemzetközileg elismert „World Flora Online” konzorcium hivatalos állásfoglalása szerint az előbb felsoroltak közül, jelenleg csak a spp. *inodora* tekinthető ténylegesen alfajnak, a többi alfaj és változat az *M. officinalis* L. név szinoním változata (ANONYMUS 2019a).

A citromfű (*M. officinalis* L. ssp. *officinalis*) talajtípustól és évszaktól függően 30-80 cm, de akár 125 cm hosszú hajtásokat is fejleszthet (1. ábra) (SHAKERI *et al.* 2016). A hajtások alapi része elfásodó. A levelek keresztben átellenes állásban helyezkednek el a növény négyélű hajtásain.



1. ábra A *Melissa officinalis* L. ssp. *officinalis* virágzó leveles hajtása (fotó: ZEPIGI 2008)

A levélnyel hosszú, a levéllemez tojásdad alakú, széle durván csipkézett-fogazott. A levelek felszínét fedőszőrök borítják, amelyek sűrűsége változó. A levéllemez felszíne enyhén dudoros. A fedőszőrök mellett a leveleken több, eltérő funkcióval rendelkező mirigyszőr is található, úgymint a *digitiform*, *capitate* és *peltate* típusú illóolaj tartók. A mirigyszőrök a növény kellemes, citromos aromájú illóolajának különböző komponenseit (pl.: citrál, citronellál) tárolják (SIMON 2008, KIRÁLY 2009, CHWIL *et al.* 2016, BOŽOVIĆ *et al.* 2018).

A növény virágzása – az időjárási körülményektől függően – június és szeptember között zajlik. A növény ajakos virágai álörvökben helyezkednek el a levelek hónaljában. Az álörvöket 3-7 virág alkotja. A csészelevelek jellemzően forrtak. A még ki nem nyílt virágok vajsárga színűek, majd nyíltan fehérek vagy pirosas árnyalatúak (SIMON 2008, KIRÁLY 2009). CHWIL (2009) megfigyelései alapján a virágok nyílása a délelőtti órákban történik.

A citromfű rovarbeporzású növény. A virágokat legnagyobb arányban a mézelő méh és egyéb méhfajok, mint a poszméh, látogatják (CHWIL 2009).

A növény termése a családra jellemző négy makkocská. A magvak színe fekete, felületük enyhén fényes. A magvak csúcsi részén jól látható a leválási heg (SIMON 2008, KIRÁLY 2009). A magvak átlagosan 1,5-2 mm hosszúak. Ezermagtömegük 0,6-0,7 g közötti (SZABÓ és LENCHÉS 2013).

A krétai citromfű (*M. officinalis* L. ssp. *altissima*) BOŽOVIĆ és mtsai (2018) szerint a *M. officinalis* alapfaj eltérő morfológiájú változata. A szerzők leírása alapján a krétai citromfű levelei a citromfűhöz hasonlóan ovális vagy rombusz alakúak, azonban lényegesen több, szürkés vagy fehéres árnyalatú fedőszőr található rajtuk (2.ábra), továbbá ennek az alfajnak az egyedei általában hosszabb hajtásokat fejlesztenek. Az alapfajhoz képest lényeges különbség, hogy a krétai citromfű illóolaját főleg szeszkviterpének alkotják és a citrál és citronellál komponensek csak nyomokban találhatóak meg benne. Emiatt a növény illata jelentősen eltér az alapfajétól (DAWSON *et al.* 1988, BOŽOVIĆ *et al.* 2018).

KITTLER és mtsai (2015) genetikai vizsgálataik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a krétai citromfű feltételezhetően a ma termesztésben lévő citromfű őse.



2. ábra *A Melissa officinalis L. ssp. altissima* virágzó hajtása (fotó: TANEBURGO 2012)

2.1.2 Származása és elterjedése

A növény pontos géncentruma SHAKERI és mtsai (2016) szerint még nem tisztázott. A fellelhető irodalmi adatok alapján a citromfű egy mediterrán előfordulású növény és géncentruma valószínűleg Dél-Európa és Nyugat-Ázsia, illetve a Kaukázus és Észak Irán között húzódik (SIMON 2008, KIRÁLY 2009, SZABÓ és LENCHÉS 2013, SHAKERI *et al.* 2016).

Hazánkban a növény kivadult egyedeivel főként a Szigetközben, a Mezőföldön és a Jászságban találkozhatunk. A növény megjelenése üde tölgyesekben szubszpontán (SIMON 2008). A citromfű egyedei megtalálhatók még lomberdők szélén és cserjésekben is (KIRÁLY 2009).

Az előbbi fejezetben tárgyalt krétai citromfű természetes körülmények között az Észak-Afrikától Görögországig terjedő régióban, valamint Irakban és Szíriában fordul elő, de él egy populációja Új-Zélandon is (DAWSON *et al.* 1988).

2.1.3 Drogjai és hatóanyagai

A növény hivatalos, VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben szereplő drogját (*Melissae folium*) a növény megszáritott, aprított levelei adják. A 10. Európai Gyógyszerkönyv a növény leveleinek száraz kivonatát (*Melissae folii extractum siccum*) is hivatalos droggént tartja számon, amelyet a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv 3/2011. sz közleménye is tartalmaz.

Nem hivatalos drogként a citromfűnek felhasználják még a szárított virágos leveles hajtásait is (*Melissae herba*) (PH. HG. VIII. 2004, PH. HG. VIII. 2011, PH. EUR. 10.0 2019a, PH. EUR. 10.0 2019b).

A növény levelében található biológiai aktivitással rendelkező vegyületek közül kiemelt szereppel bír a rozmaringsav, amely a hidroxil-fahéjsavszármazékok közé tartozik (BARNES *et al.* 2007). A 10. Európai Gyógyszerkönyv a citromfű levél minimális rozmaringsav tartalmát 1%-ban, míg szárazkivonat esetében 2%-ban határozza meg (PH. EUR. 10.0 2019a, PH. EUR. 10.0 2019b). A World Health Organization (WHO) monográfiája szerint ez a vegyület akár 6%-ban is jelen lehet a szárított levéldrogban. További fontos hidroxil-fahéjsavszármazékok még a kávéssav és klorogénsav is (ANONYMUS 2004).

A növény drogja tartalmaz még illékony komponenseket is. A citromfű föld feletti részeinek víz-gőz desztillációjával nyerhető illóolaj mennyisége az egyes irodalmak szerint (ANONYMUS 2004, DUDA *et al.* 2015) – a száraz növényi részre vonatkoztatva – 0,02% és 0,45% közé tehető. SZABÓ és mtsai (2017) szerint az illóolaj-tartalom szélsőséges esetben elérheti a 0,8%-ot is. Az illóolajat főként monoterpén aldehidek alkotják, mint a citrál, amelynek izomerjei a nerál és geraniál, továbbá megtalálható még benne a citronellál és a geraniol is (ANONYMUS 2004). A monoterpén típusú aldehidek arányát DUDA és mtsai (2015) 32-42% közé teszik, míg BARNES és mtsai (2007) szerint, ez akár 60% feletti is lehet. A monoterpének mellett az illóolajban található még szeszkviterpének is, mint a β -kariofillén. A szeszkviterpének aránya a WHO monográfia szerint 35% körüli az illóolajban (ANONYMUS 2004).

2.1.4 Farmakológiai hatása és felhasználása

A hazai és nemzetközi szerzők leírásai (DUKE *et al.* 2002, PATORA *et al.* 2003, GRABOWSKA és KUBALA 2010) szerint a citromfű felhasználása igen széleskörű. Az utóbbi évtizedekben számos kutatást végeztek a növény gyógyászati és élelmiszeripari felhasználására vonatkozóan. A fellelhető szakirodalmak túlnyomó többsége a citromfű földfeletti részeiből készített vizes vagy alkoholos kivonatok, a növény illóolaja, valamint a rozmaringsav gyógyászatban való alkalmazásának lehetőségét tárgyalja (DUKE *et al.* 2002, RAMANUSKIENE *et al.* 2016).

A citromfűvet azon gyógynövények közé sorolják, amelyeket a népgyógyászatban már régóta használnak a gyomorbántalmak és az álmatlanság enyhítésére, továbbá mint enyhe görcsoldót és nyugatót is alkalmazzák (PATORA *et al.* 2003, KHARE 2007, ENGEL *et al.* 2016).

A népgyógyászati felhasználáson túl egyre több a tapasztalat a klinikai gyógyászat területén is. SOLTANPOUR és mtsai (2019) vizsgálataik során megfigyelték, hogy a bypass szívműtéten átesett emberek szorongása csökkenthető a citromfű fogyasztásával. Az általuk alkalmazott 7 napos terápia végére a szorongás mértéke csökkent a kezelt csoportban, továbbá ennek kapcsán a kezelt pácienseknél az alvás minősége jelentősen javult. RANJBAR és mtsai (2018) hasonló megfigyeléseket tettek. A szerzők vizsgálata során a szorongással társult depresszióban szenvedő és alvás zavarokkal küzdő páciensek 4 héten keresztül porított *M. officinalis* és porított *Nepeta menthoides* drogot tartalmazó kapszulát fogyasztottak. Az alkalmazott kezelés a 4. hét végére jelentősen csökkentette a páciensek szorongását és ezen keresztül az alvás minősége is javult.

A citromfű a szorongás és álmatlanság elleni hatása mellett, RAMANAUSKIENE és mtsai (2016) *in vitro* vizsgálataik során tett megfigyeléseik szerint, a citromfűben található rozmaringsav neuroprotektív hatással rendelkezik. A fentiek alapján a növény fogyasztásának vélhetően pozitív hatása van az idegrendszer működésére.

Találhatók olyan leírások is, amelyek a citromfű különféle kivonatainak bőrbetegségek elleni hatásáról számolnak be. DIMITRIS és mtsai (2020) vizsgálataiban a citromfű *M. officinalis* ssp. *altissima* alfajának dekóktuma és diklórmétános kivonata enyhítette az egereken mesterségesen előidézett pikkelysömör tüneteit. SCHNITZLER és mtsai (2008) megfigyelték, hogy a citromfű illóolaja *in vitro* körülmények között képes gátolni a *Hepres simplex virus* két törzsének (HSV-1 és HSV-2) replikációját. A citromfű illóolajának *Candida*, *Streptococcus*, valamint *Staphylococcus* fajok elleni *in vitro* hatását DUKE és mtsai (2002) is említik.

A gyógyászati felhasználás mellett a citromfűvet a gasztronómia is előszeretettel használja. A vonatkozó irodalmi források szerint, a növény levelei kedvelt díszítő elemei tortáknak vagy süteményeknek, továbbá felhasználják még saláták, levelek és likőrök ízesítésére is (GRABOWSKA és KUBALA 2010, ENGEL *et al.* 2016). Mindezekon felül a növény illóolaját vagy kivonatait kozmetikumok készítéséhez is használják (PATORA *et al.* 2003). ABDEL-NAIME és mtsai (2019) megfigyelése szerint a növényből készült kivonatok használhatók a korpásodás ellen is.

2.1.5 Ökológiai igényei

A citromfű mediterrán származásából adódóan meleg és fénykedvelő növény. Növekedéséhez a 15-35°C közötti hőmérsékleti tartomány felel meg a legjobban. A növény számára egy tenyészidőszakban 500-600 mm csapadékra van szükség. VERMA és mtsai. (2015) szerint a növény túléléséhez éves szinten legalább 300 mm csapadék szükséges. A

citromfű a néhány napig tartó szárazságot jól viseli (SAEB és GHOLAMREZAEI 2012), viszont a hazánkban is egyre gyakrabban kialakuló aszályos időszakokat csak öntözés mellett képes átvészelni.

Talaj összetétel iránt a növény kevésbé igényes. A szélsőséges talajok kivételével minden talajtípuson termeszthető (SZABÓ és LENCHÉS 2013). A legnagyobb hozamokat a jó vízellátottságú és vízelvezető képességű talajokkal rendelkező területeken érhetünk el (MEYERS 2007, MIHAJLOV *et al.* 2013, SZABÓ és LENCHÉS 2013, VERMA *et al.* 2015). A talaj optimális pH tartományát az egyes irodalmak (MEYERS 2007, MIHALJOV *et al.* 2013) 4,5 – 7,6 közé teszik, míg más szerzők (MORADKHANI *et al.* 2010, VERMA *et al.* 2015) leírásai 5,0 – 7,5 terjedő tartományban határozzák meg.

2.1.6 Termesztéstechnológiája

A citromfűvet számos európai országban termesztik többek között Németországban, Lengyelországban és Svájcban, valamint hazánkban is a jelentősebb gyógynövény kultúrák közé sorolható. A növény termesztésével találkozhatunk még az Egyesült Államokban és Indiában is (MORADKHANI *et al.* 2010, SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA *et al.* 2013, BERNÁTH és ZÁMBORINÉ NÉMETH 2015, VERMA *et al.* 2015, RUSSO és HONERMEIER 2017).

A jelenleg hatályos fajtajegyzékek szerint Magyarországon az 'Ildikó' fajta, míg Németországban a 'Lemona', a 'Citronella', a 'Citrobalm' és a 'Salmelis' változatok rendelkeznek állami elismeréssel (ANONYMUS 2019a, ANONYMUS 2020b). Lengyelországban az állami elismeréssel nem rendelkező 'Aurea' és 'Variegata' fajták is ismertek (GRABOWSKA és KUBALA 2010). Hazánkban a termesztésben főként az 'Ildikó' és a 'Lemona' fajták, valamint a fajtajegyzékekben nem szereplő 'Soroksári' és a 'Quedlinburger Niederliegende' változatokkal találkozhatunk (ZÁMBORINÉ 2020).

A növény az elővetemény iránt kevésbé igényes, így a legtöbb szántóföldi és kapás kultúra után telepíthető. A citromfűvet növényvédelmi, valamint tápanyaggazdálkodási okokból önmaga után 4-5 évig nem célszerű telepíteni (SZABÓ és LENCHÉS 2013).

Hazánkban az üzemi állományok létesítéséhez leginkább fóliasátorban vagy szabadágyban nevelt palántákat használnak. A helyre vetéssel történő szaporítás legfeljebb csak a kiskerti növényneveléshez javasolható. Az üzemi állományok egyenletes kelése és megfelelő egyedszáma a növény kezdeti rossz gyomelnyomó képessége miatt nem garantálható (MEYERS 2007, LENCHÉS és SZABÓ 2013).

VERMA és mtsai (2015) szerint a növény szaporítása történhet félfás dugványozással is, ami Indiában elterjedt szaporítási módja a citromfűnek. A félfás dugványok készítéséhez a 3 éves, egészséges növények a legmegfelelőbbek (MORADKHANI *et al.* 2010).

A palánták kiültetését célszerű tavasszal, illetve nyár végén vagy ősz elején elvégezni (LENCHÉS és SZABÓ 2013). Az egyes szerzők (MEYERS 2007, BOMME *et al.* 2013) szerint fontos, hogy a tavaszi telepítéskor a palánták kiültetését legalább 2-4 hét fagymentes időszak előzze meg. Ősszel az elővetemény lekerülését és a talaj elmunkálását követően történhet a telepítés.

A növények számára laza szerkezetű és gyommentes talaj szükséges. A talajelőkészítési munkákat ennek megfelelően mély vagy közép mély szántással kell kezdeni, amit a talaj elmunkálása követ. Tavaszi telepítéskor a szántást ősszel, a talaj elmunkálását pedig közvetlenül a telepítés előtt érdemes elvégezni (PLUHÁR 2001, BOMME *et al.* 2013).

A sor- és tőtáv megválasztása kulcsfontosságú a telepítéskor, mivel a tenyészterület nagysága jelentősen befolyásolhatja a hozamot, valamint a kórokozók megjelenését az állományban (SAGLAM *et al.* 2004). A fellelhető hazai és külföldi leírások adatai alapján a növények telepítéséhez ajánlott tenyészterület széles intervallumban mozog (2. táblázat).

2. táblázat A citromfű telepítéséhez ajánlott térköz a hazai és külföldi szerzők nyomán

tenyészterület	szerző
50-60 × 30-40 cm	PLUHÁR 2001, LENCHÉS és SZABÓ 2013
70 × 40 cm	PLUHÁR 2001, LENCHÉS és SZABÓ 2013
40 × 20 cm	SAGLAM <i>et al.</i> 2004
150 × 30 cm	MEYERS 2007
42-62,5 × 25-40 cm	BOMME <i>et al.</i> 2013

BOMME és mtsai (2013) szerint a hektáronként szükséges növényszám 64000-80000 db között mozog, azonban, mint minden más kultúránál, a tenyészterület megválasztásához figyelembe kell venni az természetőterület adottságait és éghajlati viszonyait is.

A frissen telepített állományok elgyomosodása ellen a telepítés előtt érdemes mechanikai vagy kémiai gyomirtást végezni. Az ültetést követően a gyomnövények elleni védekezésre a mechanikai talajművelés ajánlott. Kultivátorozással a talaj levegőzöttsége is javítható. A mechanikai sorközművelést érdemes a további években is elvégezni az állomány kihajtása előtt, valamint több alkalommal az sorok záródásáig (MEYERS 2007, SZABÓ és LENCHÉS 2013). A növényeket a biztosabb gyökeresedés érdekében – főként száraz időjárásakor – érdemes többszöri, bőséges öntözésben részesíteni a kiültetés után (BOMME *et al.* 2013).

A citromfű megfelelő tápanyagellátásáról érdemes már a talajmunkák során gondoskodni. BOMME és mtsai (2013) szerint 10 t friss herba előállításához 49 kg/ha

nitrogénre, 14 kg/ha foszforra és 76 kg/ha káliumra van szükség. A felsorolt tápelemeken felül még fontos, hogy a növények számára 9 kg/ha magnézium és 19 kg/ha kalcium is biztosítva legyen. A tápanyagutánpótlást célszerű a talaj tápanyagellátottságának függvényében elvégezni. A nitrogén tartalmú műtrágyák kijuttatása osztott dózisban, tavasszal a kihajtás előtt, valamint az első vágás után javasolt (SZABÓ és LENCHÉS 2013).

A citromfű állományokat 2-4 évig célszerű fenntartani. A növények betakarítására az első évben – tavaszi telepítés esetén – általában augusztus végén kerülhet sor. A további években – időjárási körülményektől függően – 2-3 alkalommal lehet betakarítást végezni, leggyakrabban a virágbimbók megjelenésekor június végén – július elején, valamint augusztus első felében (PLUHÁR 2001, RUSSO és HONERMEIER 2017).

A növény betakarítását kaszálva rakodó, vagy egyéb erre alkalmas géppel végzik. A vágási magasság általában 10 cm. A betakarított friss növényi részeket lehetőség szerint minél hamarabb fel kell dolgozni. A gyors feldolgozás révén elkerülhető az illékony komponensek csökkenése, a drog elszíneződése, valamint az egyes mikroorganizmusok felszaporodása is. A friss hajtásokat 30-40 cm vastagon szétterítve kell szárítani, többszöri forgatás mellett. A szárítás során ügyelni kell arra, hogy száradófélben lévő drogot ne érje mechanikai nyomás (taposás). A levél drog előállításakor a szárrészeket egy erre alkalmas berendezéssel utólag távolítják el (BOMME *et al.* 2013).

2.2 A citromfű károsítói

2.2.1 Kártevők

A citromfű termesztése során elsősorban polifág kártevők – többek között a levélkabócák és egyes polifág levéltetű fajok, valamint takácsatkák – megjelenésével kell számolni (ROLF 2007, MEYER *et al.* 2010). BOKOR és mtsai (2008) megfigyelték, hogy az általuk vizsgált citromfű növényeken a kártevő rovarok közül az *Eupterix atropunctata* kabócafaj (Cicadellidae) jelenléte és kártétele volt a leggyakoribb (3. ábra). A szerzők továbbá még az *Aphis gossypii* (Aphididae) és *Phyllotreta* spp. (Chrysomelidae) fajok károsítását is észlelték.

A felsorolt fajokon kívül az állományokban időszakosan megjelenhet a polifág amerikai lepkekabóca (*Metcalfa pruinosa*, Flatidae), valamint a nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis*, Thripidae) is (SCHMALZ *et al.* 2008, GOGAN *et al.* 2010). ROLF és mtsai (2007) szerint a citromfűvet károsíthatják még a sodrómolyok (Tortricidae), zsákhordó molyok (Coleophoridae) és sarlósajkú molyok (Gelechiidae) családjának egyes fajai.



3. ábra Kabóca fajok kártétele a citromfű levelén (fotó: PETERS 2004)

2.2.2 Kórokozók

A citromfűvön megjelentő betegségek jelentős részét mikrogombák okozzák. A kórokozó gombák kártétele mellett időszakosan megfigyelhetők vírus vagy fitoplazma fertőzésre utaló elváltozások is (RABENSTEIN *et al.* 2012, PAVLOVIĆ *et al.* 2014, FARR és ROSSMAN 2020).

A vírusok közül ez idáig a Melissa virus Y, a Tomato black ring virus, a Tobacco rattle virus és a Tulip virus X fajokat írták le citromfűről, amelyek főként mozaikszerű tüneteket okoznak a növényeken (TZANETAKIS *et al.* 2005, RABENSTEIN *et al.* 2012).

A polifág kabóca fajok kártételének nyomán a növények megfertőződhetnek a széles gazdanövény körrel rendelkező 'Candidatus Phytoplasma solani' fitoplazma kórokozóval. A fitoplazma fertőzés leggyakrabban a levelek sárgulásában vagy antociános elszíneződésében nyilvánul meg (PAVLOVIĆ *et al.* 2014).

A citromfűvön megjelenő kórokozó gombák kártétele jellemzően a növény földfeletti részeit, ezeken belül is leggyakrabban a leveleket érinti. A United States Department of Agriculture (USDA) adatbázisa szerint világviszonylatban eddig összesen 16, míg Európából 11 kórokozó gomba faj kártételét írták le citromfűről (FARR és ROSSMAN 2020).

A hazai és külföldi leírások (BRANDENBURGER 1985, ROLF *et al.* 2007, NAGY és HORVÁTH 2010, WIELGUSZ és SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA 2017) alapján Európán belül a levélfoltosságot okozó gombák közül a *Boeremia exigua* var. *exigua*, az *Ascochyta melissae*, a *Cylindrosporium melissae*, a *Septoria melissae* és a *Phyllosticta melissae* fajok

megjelenésével lehet számolni. KOWALIK (2013) szerint a citromfű elhalt levelein másodlagos kórokozóként megjelenhetnek az *Alternaria alternata* és az *Epicoccum nigrum* fajok is. A lisztharmatok kórokozói közül a *Golovinomyces biocellatus* és *Neoerysiphe galeopsidis* fajok kártétele lehet jelentős az egyes években (KASSAI-JÁGER *et al.* 2010, FARR és ROSSMAN 2020). Ritkábban a citromfű levelein megjelenhet a mentarozsda kórokozója (*Puccinia menthae*) is (BOKOR *et al.* 2008).

A felsorolt fajok közül a *Septoria melissae* citromfű állományokban való megjelenéséről, illetve kártételéről valamennyi hazai és nemzetközi irodalom beszámol. A leírások alapján a szeptóriás levélfoltosság kórokozója a citromfű egyik legjelentősebb betegségének tekinthető (NAGY 2002, ROLF *et al.* 2007, BOKOR *et al.* 2008, MEYER *et al.* 2010, SZABÓ és LENCHÉS 2013) A kórokozó előfordulása a hazai citromfű állományokban NAGY (2002) szerint általánosan jellemző.

2.2.3 A *Septoria melissae* Desm.

Elnevezés és rendszertani besorolás

A kórokozót először DESMAZIÈRES (1853) írta le *Septoria melissae* néven, később PARISI (1921) a *Phloeospora* nemzetséghez sorolta. A Mycobank.org szerint a kórokozó jelenleg legitim neve *Septoria melissae* Desm. (ANONYMUS 2020c). A kórokozó a tömlősgombák törzsének (Ascomycota) Capnodiales rendjének Mycosphaerellaceae családjába tartozik (QUAEDVLIEG *et al.* 2013).

Elterjedés és gazdanövénykör

A vonatkozó irodalmi adatok (DESMAZIÈRES 1853, MOESZ 1942, NAGY és HORVÁTH 2010, VERKLEY *et al.* 2013) szerint a *Septoria melissae* kórokozó kizárólag a citromfűvet fertőzi, valamint ez az egyetlen *Septoria* nemzetségbe tartozó faj, amelyet a citromfűről írtak le. A kórokozó előfordulását világviszonylatban több szerző is említi, azonban a leírások többsége Európából származik (3. táblázat):

3. táblázat A *Septoria melissae* Desm. kórokozó előfordulása világviszonylatban

előfordulás	szerző
<i>Európán kívül</i>	
Argentína	MARCHIONATTO 1928
Izrael	GAMLIEL és YARDEN 1998
Örményország	SIMONYAN 1981
Üzbegisztán	GAFFOROV 2017
<i>Európán belül</i>	
Ausztria	MÜHLE 1956, GRIEBLER 1987
Bulgária	KOVACHEVSKY 1936
Franciaország	ALLESCHER 1901
Hollandia	VERKLEY <i>et al.</i> 2013
Lengyelország	MIKOLAJEWICZ és FILODA 1998, MULENKO <i>et al.</i> 2008
Magyarország	BUBÁK 1907, MOESZ 1942, NAGY 2002
Németország	MÜHLE 1956
Olaszország	ALLESCHER 1901
Románia	RADULESCU <i>et al.</i> 1976
Szlovákia	BOKOR <i>et al.</i> 2008
<i>Magyarországon belül</i>	
Budapest	MOESZ 1942
Debrecen	MOESZ 1941
Herencsény	NAGY 2002
Kalocsa	MOESZ 1941
Kaposfő	MOESZ 1941
Soroksár	NAGY 2002

Körkép

A rendelkezésre álló irodalmi adatok (MOESZ 1942, BRANDENBURGER 1985, GRIEBLER 1987, NAGY 2002) szerint a kórokozó csak a növény levelein okoz elváltozásokat (4. ábra). A leveleken gyakran nagyszámban megjelenő foltok szabályos vagy szabálytalan alakúak, a főbb levélerek által határoltak (DESMAZIÉRES 1853, BRANDENBURGER 1985, GRIEBLER 1987, NAGY 2002). Méretük az egyes szerzők (MOESZ 1942, BRANDENBURGER 1985, NAGY 2002) megfigyelései alapján 1-8 mm közé tehető. A fertőzési folyamat előrehaladtával a foltok összeolvadhatnak (MEYER *et al.* 2010, NAGY és HORVÁTH 2010). A foltok egyneműek, színük a sötétbarnától a feketéig változhat (MOESZ 1942, BRANDENBURGER 1985, NAGY és HORVÁTH 2010). A levélfoltokat időnként lilás színű udvar veszi körül (BRANDENBURGER 1985, GRIEBLER 1987), illetve NAGY és HORVÁTH (2010) szerint emellett a fertőzött levél egy részén antociános elszíneződés is jelentkezhet. A kórokozó piknídiumai a foltokban csoportosan helyezkednek el (NAGY és HORVÁTH 2010). GRIEBLER (1987) szerint a piknídiumok a foltok mindkét oldalán megjelennek. A piknídiumok a sötét színük miatt a

nekrotizálódott foltokban nehezen észrevehetőek (BUBÁK 1907, NAGY és HORVÁTH 2010). NAGY és HORVÁTH (2010) megfigyelései szerint hazánkban a kezdeti tünetek kialakulása májusra tehető. A fertőzési folyamat előrehaladtával a levelek elszáradnak és lehullanak a hajtásokról. Nagyfokú lombvesztéskor a hajtás el is pusztulhat (NAGY 2006).



4. ábra A szeptóriás levélfoltosság tünetei a citromfű levelén (fotó: NAGY 2006)

Kártétel

A szeptóriás fertőzés a drog mennyiségét és minőségét egyaránt negatívan befolyásolja (D'AULERIO *et al.*, 1995, MEYER *et al.* 2010). Járványos években az erősebb fertőzés hatására nagyfokú levélhullás következhet be, amely jelentős hozamcsökkenéssel jár (5. ábra). A sűrű növényállomány fokozza a kártétel mértékét (MEYER *et al.* 2010, NAGY és HORVÁTH 2010). NAGY (2006) megfigyelte, hogy a kórokozó kártétele a hajtás alsó harmadában nagyobb, mint a hajtás felső részén. D'AULERIO és mtsai (1995) megfigyelései alapján a hozam kiesésén kívül, egy enyhébb fertőzés esetén is, számolni kell az illóolaj-tartalom csökkenésével, valamint az illóolajat alkotó vegyületek egymáshoz viszonyított arányának változásával.



5. ábra A szeptóriás fertőzés hatására felkopaszodott citromfű hajtások
(fotó: NAGY 2006)

Biológia

A kórokozó konídiumaival képes fertőzni a citromfűvet (MEYER *et al.* 2010). A kórokozó ivaros alakja ezidáig nem ismert (VERKLEY *et al.* 2013). A szeptóriás fertőzés terjedését a nedves időjárás jelentősen elősegíti (GRIEBLER 1987). Párás, esős időben a konídiumok kacsokat képezve nagy tömegben törnek elő a piknídiumokból. A levelek felületére hulló esőcseppek a konídiumokat újabb levelekre sodorják (GRIEBLER 1987, MEYER *et al.* 2010). Az egészséges levelekre sodródott konídiumok a sztómákon vagy közvetlenül az epidermiszen keresztül hatolnak be a levelek szöveteibe (MEYER *et al.* 2010). NAGY és HORVÁTH (2010) *in vitro* vizsgálatai szerint a kórokozó hőoptimuma 19 és 24°C közé tehető. A szerzők vizsgálatában a kórokozó növekedése 30°C-on 16 nap elteltével leállt. MEYER és mtsai (2010) szerint a kórokozó terjedésének a hűvös időjárás kedvez, ugyanakkor a szerzők hőmérsékleti adatokat nem közölnek. A kórokozó a lehullott leveleken lévő piknídiumokkal és konídiumokkal is képes áttelelni (MEYER *et al.* 2010, NAGY és HORVÁTH 2010).

Morfológia és tenyészbélyegek

A kórokozó konídiumai természetes körülmények között a levélfoltokban képződő piknídiumokban jönnek létre (BRANDENBURGER 1985). A piknídiumok mérete az irodalmi források (MOESZ 1942, GRIEBLER 1987, NAGY 2002) alapján 48 és 110 µm

közé tehető (4. táblázat). A piknídiumokból nedves körülmények között törnek elő a fonál alakú, enyhén görbült vagy egyenes, hialin konídiumok (6. ábra). A konídiumokban számos olajcsepp található (MEYER *et al.* 2010, VERKLEY *et al.* 2013).



6. ábra A *Septoria melissae* konídiumai (lépték: 10 μm , fotó: VERKLEY *et al.* 2013)

A konídiumok mérete és sejtszáma az egyes hazai és külföldi szerzők (MOESZ 1942, BRANDENBURGER 1985, NAGY 2002) leírásai szerint igen változatos lehet. A konídiumok hossza 17,5 és 55,0 μm közé tehető, míg szélességük átlagosan 1,6 μm körüli (4. táblázat). VERKLEY és mtsai (2013) szerint a konídiumok állhatnak mindössze egyetlen sejtből, ugyanakkor a NAGY (2006) által vizsgált konídiumok 69%-a 4 sejtű volt.

4. táblázat A *Septoria melissae* piknídiumainak és konídiumainak méretei az egyes szerzők szerint

piknídium átmérő (μm)	konídium			szerző
	hossz (μm)	szélesség (μm)	sejtszám (db)	
-	30,0*	1,6*	1*	VERKLEY <i>et al.</i> 2013*
40-110	17,5-55,0	1,2-1,9	2-5	NAGY 2002
48-100	18-26	-	1-4	GRIEBLER 1987
48-100	(20-)25-38	1,6-2	1-4	BRANDENBURGER 1985
50	30-40	2-3	-	MOESZ 1941
50-80	≤ 40	-	-	BUBÁK 1907
-	30	1,6	-	DESMAZIÈRES 1853

**tenyészetből származó konídiumok*

A kórokozó tenyészeteti a különféle táptalajokon eltérő morfológiai jellemzőket mutatnak (NAGY 2006, VERKLEY *et al.* 2013). NAGY (2006) megfigyelései szerint az LMA (leonin maláta agar) táptalajon tenyésztett telepek színe szürkészöld, közepük kifehéredik. A telepek széle hullámos, közepük kiemelkedik. VERKLEY és mtsai (2013)

zabpehely agaron (OA), illetve maláta kivonat agar (MEA) táptalajon nevelt tenyészetei ettől részben eltérő morfológiai bélyegekkel rendelkeztek. Az OA táptalajon fejlődő tenyészetek színe zöldesfekete, míg a MEA táptalajon nevelt tenyészetek színe fekete volt. A tenyészetek közepe mindkét esetben NAGY (2006) megfigyeléseihez hasonlóan kiemelkedett. A tenyészeteket szürkés színű légmicélium borította.

A tenyészetek növekedési erélye az egyes szerzők (NAGY és HORVÁTH 2010, VERKLEY *et al.* 2013) megfigyelései szerint függ a táptalaj típusától és az inkubálási hőmérséklettől is. NAGY és HORVÁT (2010) vizsgálataiban a kórokozó számára a 19-24°C közötti tartomány bizonyult kedvezőnek. Ekkor a kórokozó 1,57-1,61 mm/nap ütemben növekedett LMA táptalajon. VERKLEY és mtsai (2013) vizsgálataiban a 12 óra UV fényel történő megvilágítás és 12 óra sötétben tartás mellett a kórokozó tenyészetei 0,42-0,46 mm/nap (OA), illetve 0,17-0,32 mm/nap (MEA) sebességgel növekedtek 15°C-on (7. ábra).

A tenyészetekben az idő előre haladtával piknídium-kezdemények jelenhetnek meg (NAGY 2006, VERKLEY *et al.* 2013). VERKLEY és mtsai (2013) megfigyelték, hogy a piknídium kezdemények által termelt, konídiumokat tartalmazó exudátum színe a OA táptalajon rózsaszínes, míg MEA táptalajon vörösesbarna.



7. ábra A *Septoria melissae* Desm. MEA táptalajon nevelt tenyészet
(fotó: VERKLEY *et al.* 2013)

2.3 A citromfű kórokozók elleni növényvédelme

2.3.1 Általánosan alkalmazható agrotechnikai eljárások

A gombás betegségek megelőzésének szempontjából, mint minden termesztett növénykultúránál, alapvető fontosságú, hogy a növényállomány telepítése egészséges, kórokozóktól és kártevőktől mentes szaporítóanyaggal történjen (MEYER *et al.* 2010).

A növény telepítéséhez olyan területet kell választani, ahol az elmúlt 4-5 évben nem volt citromfű termesztve (SZABÓ és LENCHÉS 2013).

A szeptóriás levélfoltosság terjedésének kedvez a nedves, párás környezet, valamint a nagy egyedsűrűséggel rendelkező növényállomány, ezért célszerű a növényeket nagyobb térközzel ültetni (GRIEBLER 1987, MEYER *et al.* 2010).

A térköz megválasztása mellett fontos figyelmet fordítani arra is, hogy a tövek folyamatos növekedése révén az állomány az idő előrehaladtával egyre zártabb lesz. Továbbá az egyes kórokozók inokuluma is egyre nagyobb mennyiségben lesz jelen a területen. Mindezeket figyelembe véve a harmadik év után javasolt lehet az adott citromfű állomány felszámolása és új kultúra indítása az eredetitől távolabb eső helyen (MRLIANOVÁ *et al.* 2002, MEYER *et al.* 2010, SZABÓ és LENCHÉS 2013).

LYNCH és mtsai (2017) szerint a fajtaválasztásnak kiemelt szerepe van a kórokozók elleni védelemben. A citromfű esetében jelenleg kevés irodalmi adat áll rendelkezésre a fajták kórokozókkal szembeni ellenállóságáról.

2.3.2 A citromfű termesztésben használható fungicidek

A Nébih adatbázisban (ANONYMUS 2020d) szereplő növényvédő szer engedélyokiratok alapján a hazai citromfű állományok kórokozók elleni védelmére, jelenleg az 5. táblázatban felsorolt fungicidek használhatók.

A 5. táblázat alapján hazánkban jelenleg 8 hatóanyag – 6 csak gyári kombinációban – használható fel a tenyészidőszak folyamán fellépő gombás betegségek megelőzésére, illetve a kártétel csökkentésére.

A táblázatban felsorolt készítmények közül csak a Champ DP, a Champion Gold és a Miltox Speciál készítmények javasoltak a szeptóriás betegségek ellen (ANONYMUS 2020d). A három készítmény rezet tartalmaz, így alkalmazásukkor figyelembe kell venni a 889/2008/EK rendeletben foglalt hektáronkénti 6 kg éves fémréz limitet.

5. táblázat A hazai citromfű termesztésben jelenleg felhasználható növényvédő szerek
(Jelmagyarázat: a.i. – hatóanyag; É.V.I. – élelmezés egészségügyi várakozási idő)

Készítmény márkanéve	Hatóanyag	Károsító	Kijuttatások maximális száma	permetezési forduló	dózis		utolsó kezelés időpontja	É. V. I. (nap)
					készítmény	hatóanyag		
Champ DP Champion Gold	576 g/kg rézhidroxid (375 g/kg fémréz)	baktériumos betegségek, peronoszpóra, alternáriás-, szeptóriás-, főmásbetegség	2	14 nap	2 kg/ha	1152 g/ha (750 g./ha)	betakarítás előtt 21 nappal	14
Miltox Special*	610 g/kg rézoxiklorid + 170 g/kg mankoceb	alternáriás-, szeptóriás-, baktériumos betegségek, peronoszpóra, rozsdá, aszkohtta, fenésedés	n.a.	7-14 nap	2-3 kg/ha	1220-1830 g/ha 240-410 g/ha	betakarítás előtt 21 nappal	21
Switch 62.5 WG	375 g/kg ciprodinil + 250 g/kg fludioxonil	szürkepenész, fehérpenész, alternáriás betegségek, lisztharmat	2	10 nap	0,6 l/ha	225 g/ha 150 g/ha	betakarítás előtt két héttel	14
Thiovit Jet Solfomet Micro Special Microthiol Max Microthiol Special	800 g/kg kén	lisztharmat	3	10 nap	2,5-5 kg/ha	2000-4000 g/ha	Virágzás kezdete (BBCH 60)	n. k.
Dagonis**	75 g/l fluxaproxad + 50 g/l difenokonazol	lisztharmat alternáriás betegség fehérpenész	1	-	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,0 l/ha 1,6-2,0 l/ha	30-45 g/ha 20-30 g/ha 45-75 g/ha 30-50 g/ha 120-150 g/ha 80-100 g/ha	betakarítás előtt 14 nappal	14

* Visszavont készítmény! 2020. július 31. után már nem elérhető. A megvásárolt tételeket az eltarthatósági idő (2 év) végéig lehet felhasználni.

** A készítmény 2020. április 3-tól hozzáférhető.

2.3.3 A citromfű termesztésben használható biológiai növényvédő szerek

A citromfű palántanevelésekor fellépő talajlakó kórokozók ellen – a növénytermesztés alapvető higiéniai előírásainak betartása mellett – a *Trichoderma harzianum* hiperparazita gomba T-22 jelölésű törzsét tartalmazó Trianum G és Trianum P készítmények használhatók (ANONYMUS 2020d, ANONYMUS 2020e, ANONYMUS 2020f).

HERMOSA és mtsai (2012) szerint a *Trichoderma* fajok a káros mikroorganizmusok parazitálása mellett pozitívan befolyásolják a növény produkcióját. A *Trichoderma* fajok egyaránt képesek kapcsolatot kialakítani a növényekkel és a talajban lévő hasznos szervezetekkel, ezért fokozódik a növény gyökérnövekedése, amelyen keresztül hatékonyabb lesz tápanyagok felvétele is (HERMOSA *et al.* 2012, BADER *et al.* 2019, WANG *et al.* 2019).

2.3.4 Potenciális fejlesztési irányzatok a citromfű növényvédelmében

2.3.4.1 Ellenálló fajták nemesítése

A fajtaválasztás a termesztés sikerességének egy meghatározó eleme. A megfelelő fajtahasználat révén növelhető a termésbiztonság, valamint nagyobb termésátlag, illetve jobb minőségű termés érhető el. Emellett a növényvédelmi költségek és a termőterület peszticid terhelése is jelentősen csökkenthető (GURURANI *et al.* 2012, LYNCH *et al.* 2017, KAISER *et al.* 2020). Azonban míg a nagyobb gazdasági jelentőséggel bíró kultúráknál, mint a búza vagy kukorica, számos fajta áll a termesztők rendelkezésére, addig a gyógy- és fűszernövények viszonylag szűk fajtasortimenttel rendelkeznek (KAISER *et al.* 2020, WANG *et al.* 2020). Továbbá a gyógynövények nemesítésében a drog minőségi paramétereinek növelése az elsődleges cél, így kisebb szerep jut a fajtafogékonyság feltárásának (TUDORA *et al.* 2019, WANG *et al.* 2020). A rendelkezésre álló leírások (DUBEY *et al.* 2008, MARTHE *et al.* 2013, KHARE *et al.* 2014) többsége a nagyobb kultúrák, mint a mák, az édeskömény vagy a petrezselyem esetében számol be ellenálló változatokról. A nemesítési munkát tovább nehezíti, hogy a felvevő piac számára előnyösebb tulajdonságokkal bíró változatok általában fogékonyabbak a betegségekre (ULRICH *et al.* 2011). Ugyanakkor a gyógynövénytermesztésben a másodlagos anyagcsere termékeknek meghatározó szerepe van (TUDORA *et al.* 2019).

A citromfű fajták egyik fontos értékmérő tulajdonsága a rozmaringsav- és az illóolaj-tartalom (MRLIANOVÁ *et al.* 2002, SZABÓ és LENCHÉS 2013, PH. EUR. 10 2019a). D'AULERIO és mtsai (1995) megfigyelték, hogy a *Septoria melissae* kórokozó kártétele nyomán, a növény illóolajának összetétele megváltozik. A szerzők vizsgálataikban a levelek szöveti károsodását is tapasztalták, így feltételezhető, hogy az illóolajon kívül még egyéb

másodlagos anyagcseretermékek szintézisét is negatívan érinti a fertőzés. A beltartalmi mutatók változása mellett a nekrotikus foltokban megjelenhetnek olyan másodlagos kórokozók (*Alternaria* spp.), amelyek képesek mikotoxinokat termelni és tovább rontani a drog minőségét (KOWALIK 2013, ESCRIVÁ *et al.* 2017). A szeptóriás levélfoltosság kártételének nyomán továbbá jelentős lombvesztés is bekövetkezhet, amely nagy hozamvesztéssel jár (NAGY és HORVÁTH 2010).

Szeptória ellenálló citromfű fajtákról jelenleg nincs irodalmi adat. A fellelhető leírások közül csak MEYERS és mtsai (2007) a 'Citronella' fajta közepes liztharmat ellenállóságát említik. A fűszernövény kultúrákban MARTHE és mtsai (2013) végeztek kutatásokat a szeptóriás levélfoltosságokkal kapcsolatban. A szerzők a petrezselyemmel végzett vizsgálataikban megfigyelték, hogy a *Septoria petroselini* kórokozóval szemben az egyes fajták fogékonyága eltér. Az ellenálló változatokon a fertőzési folyamat sokkal enyhébb lefolyású volt, valamint a tünetek sokkal később alakultak ki, mint a fogékony fajták egyedein. Továbbá a levélfoltok is sokkal kisebbek voltak.

2.3.4.2 Alternatív, fungicid hatással rendelkező anyagok

Számos hazai és nemzetközi publikáció (DELIOPOULOS *et al.* 2010, HOCHBAUM és NAGY 2013, EL-MAATI *et al.* 2016, WANG *et al.* 2017) számol be elsődlegesen nem a növényvédelemi felhasználású anyagok (illóolajok, növényi kivonatok, lombtrágyák és szervesetlen vegyületek) kórokozók elleni hatásáról.

Az illóolajokat az élelmiszeripar és gyógyászat területén már régóta használják főként az antimikrobiális hatásuk és többségében kellemes aromájuk miatt (NEZHADALI *et al.* 2014, PISOSCHI *et al.* 2018). A kórokozók elleni hatásukat sokáig csak *in vitro* kísérletekben vizsgálták. Az utóbbi évtizedben azonban több hazai kutatás foglalkozott a szabadföldi hatékonyságukkal is (HOCHBAUM és NAGY 2013, KOVÁCS *et al.* 2013, ŽABKA *et al.* 2014).

Az illóolajok számos, eltérő kémiai tulajdonsággal rendelkező vegyület elegyei (TIAN *et al.* 2014). FEYAERTS és mtsai (2018) szerint a főként aldehid típusú vegyületeket tartalmazó illóolajok rendelkeznek a legerősebb antimikrobiális hatással, ugyanakkor ŽABKA és mtsai (2014) fenolos jellegű vegyületeknek (pl.: timol, karvakrol) tulajdonítják a kórokozók elleni hatást. A szerzők továbbá megfigyelték, hogy az illóolajok az egyes kórokozók tekintetében eltérő hatékonysággal rendelkeznek. Az illóolajok pontos hatásmódja még nem tisztázott, viszont a vonatkozó leírások (GUITÉRREZ *et al.* 2010, TIAN *et al.* 2014) alapján többféle hatásmóddal rendelkeznek. GUITÉRREZ és mtsai (2010) szerint a fahéj illóolaja a gombák sejtfalát roncsolja, amely által az érintett sejtek

összeomlanak. TIAN és mtsai (2014) a *Zanthoxylum molle* illóolajával végzett vizsgálataik során megfigyelték, hogy a növény illóolaja a sejtfalon, annak roncsolódása nélkül is képes áthatolni és elsősorban az adott sejt plazmamembránját károsítja.

Az illóolajok szabadföldi hatékonyságát hazánkban elsősorban a gazdaságilag jelentősebb kultúrákban vizsgálták (HOCHBAUM és NAGY 2013, KOVÁCS *et al.* 2013). A kakukkfű és a fahéj illóolajának 0,1% és 0,05%-ban alkalmazott kombinációja HOCHBAUM és NAGY (2013) kísérleteiben jelentősen csökkentette a monília virágfertőzés gyakoriságát kajszin.

A gyógynövénykultúrák tekintetében KOVÁCS és NAGY (2014) végzett hasonló vizsgálatokat a fodor- és borsmenta állományokban. A 0,2%-ban kijuttatott borsmenta illóolaj hatékonyan csökkentette a *Ramularia menthicola* kórokozó kártételét a növények levelein.

DAGLIA (2012) leírása szerint a növényben lévő illékony komponenseken kívül a legszélesebb antimikrobiális spektrummal a flavonok, flavonolok, valamint a hidrolizálható tanninok rendelkeznek.

A szegfűszegfa megszáritott virágaiból (*Caryophylli flos*) készített vizes kivonat EL-MAATI és mtsai (2016) szerint erős antimikrobiális hatással rendelkezik. A szerzők vizsgálataik során a növény vizes kivonata hatékonyan gátolta a *Streptococcus aureus* és *S. marcescens* kórokozók növekedését táptalajon. A szerzők megfigyelései szerint a gátló hatás mértéke a polifenol-tartalommal egyenes arányosságban nő.

A fenolioidok mellett jelentős antimikrobiális hatással rendelkeznek egyes kéntartalmú szerves vegyületek is, mint az allicin, amely a fokhagymában található alliin nevű vegyületből képződik enzimatis bomlás útján (CHEN *et al.* 2018). CHEN és mtsai. (2018) megfigyelték, hogy a fokhagyma vizes kivonata a *Fusarium proliferatum* és az *Alternaria brassicicola* kórokozó gombák növekedését jelentősen képes gátolni *in vitro* körülmények között. Hasonló megfigyeléseket tettek PETROPOULOS és mtsai (2018) is vizsgálataik során. A szerzők 11 fokhagyma vonal esetében vizsgálták a fiókhagymák metanolos kivonatának *in vitro* hatását a *Candida albicans* és *C. krusei* kórokozók ellen. Az egyes vonalokhoz tartozó kivonatok legkisebb gátló koncentrációja 0,04 és 0,3 mg/ml között változott.

A növénytermesztésben a legtöbb szerves vegyületet elsődlegesen tápanyagutánpótlási vagy növényvédelmi céllal kerül felhasználásra (SCHMIDT 2002, DELIOPOULOS *et al.* 2010). A rendelkezésre álló irodalmi források (DELIOPOULOS *et al.* 2010, WANG *et al.* 2017) szerint a termesztésben használt szerves vegyületek egy része – mint a szilikátok, foszfátok vagy foszfonátok – a növények természetes

ellenállóságának fokozása révén, illetve direkt módon képesek gátolni az adott kórokozó kártételét.

NOLLA és mtsai (2006) szabadföldi vizsgálataiban a szója vetése előtt kalcium-szilikáttal (Ca_2SiO_4) végzett talajkezelés hatására a peronoszpóra fertőzés mértéke 20%-kal, a cercosporás fertőzés kártétele pedig 67%-kal volt alacsonyabb a kontrollhoz képest a vizsgálat 47. napján. YILDIRIM és mtsai (2002) vizsgálataik során megfigyelték, hogy a kálium-bikarbonáttal (KH_2CO_3) és a szódabikarbónával végzett kezelések szignifikánsan csökkentették a szőlőlisztharmat spóra képzését.

SILVA és mtsai (2011) szabadföldi vizsgálatai alapján a növényvédő szeres védekezés hatékonysága fokozható lombtrágyák kijuttatásával. A szerzők az epoxikonazol és piraklostrobinos kezelések mellett kálium-foszfátos (KH_2PO_4) lombtrágyát is kijuttattak a vizsgált szója állományban. A szerzők által alkalmazott kombinált kezelés számottevő mértékben csökkentette a lisztharmat és rozsdabetegségek megjelenését a növény levelein. Más szabadföldi kísérletekben a szódabikarbóna (NaHCO_3) önmagában és tebukonazollal kombinálva is hatékonyan csökkentette a ventúriás fertőzés mértékét az alma levelein és termésein egyaránt (ILHAN *et al.* 2006).

A szervetlen vegyületek felhasználása során azonban figyelembe kell venni azt is, hogy egyes tápelemek kijuttatása vagy nagy dózisban történő alkalmazása növelheti az adott kultúra kórokozókkal szembeni fogékonyágát (MANDAL *et al.* 2007). REUVENI és REUVENI (1998) megfigyelései szerint a Mn tartalmú lombtrágyázást követően a vizsgált spárga növények fogékonyabbak voltak a TNV (*Tobacco necrosis virus*) vírusra. MANDAL és mtsai (2007) vizsgálataiban a kijuttatott nitrogén mennyiségének növelésével az egyiptomi útifű (*Plantago ovata*) maghozama mellett a növényeken jelentkező peronoszpóra fertőzés mértéke is szignifikáns mértékben növekedett.

A fentihez hasonló vizsgálatok és tapasztalatok révén néhány elsősorban nem növényvédelmi felhasználású anyag (mésztej, szódabikarbóna, mezei zsúrló kivonat) felkerült az Európai Unió egyszerű anyagainak (*basic substances*) listájára. Egyszerű anyagnak az Európai Unió jelenleg hatályos **1107/2009/ EK** rendeletének 23. cikke szerint azokat az anyagokat tekintik, amelyeket elsősorban élelmiszerként vagy gyógyhatású készítményként ismertek, ugyanakkor bizonyíthatóan van növényvédelmi hatásuk is. Továbbá a megadott felhasználási körülmények között az emberi egészségre nem ártalmasok. Az egyszerű anyagok listája jelenleg 20 anyagból áll. Ezek többségét elsősorban az ökológiai termesztésben használják. A gyógynövény termesztésben csak a sör használható fel a meztelen csigák károsításának megelőzésére (ANONYMUS 2020a).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 Szabadszíves vizsgálatsok

3.1.1 A kísérlet helye és ideje

Szabadszíves vizsgálataimat a Szent István Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság, Gyógy- és Aromanövények Szakágazatában állítottam be 2016 és 2018 között. A szabadszíves kísérletek helyszínének koordinátái a következők: 47°24'08.7"N,19°09'03.9"E.

A Kísérleti Üzem területének talaja homok, pH értéke 7 körüli. A talaj magas foszfor (1330 mg/kg), közepes kálium (463 mg/kg) és igen alacsony nitrogén (36 mg/kg) tartalommal rendelkezik. A talaj humusztartalma 0.76%.

3.1.2 A kísérlet elrendezése

3.1.2.1 A vizsgált növényanyagok

A fogékonyságra vonatkozó vizsgálataimhoz 7 növényanyagot választottam, amelyek közül jelenleg 2 rendelkezik hazai, illetve nemzetközi fajtaelismeréssel (ANONYMUS 2019b, ANONYMUS 2020b). A vizsgálatba vont növényanyagok származását, kísérletben használt nevét és fajtanévét (amennyiben van) a következő táblázat foglalja össze (6. táblázat):

6. táblázat A vizsgált növényanyagok származása és elnevezése

alfaj	származási hely	fajtanév	vizsgálatsokban használt név
<i>Melissa officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i>	Németország	'Lemona'	'Lemona'
		'Quedlinburger Niederliegende'*	Quedlinburger
		'Lorelei'*	Lorelei
	Magyarország	'Ildikó'	'Ildikó'
		-	Soroksári
Lengyelország	-	Wrocław	
<i>Melissa officinalis</i> ssp. <i>altissima</i>	Németország	-	Altissima

* aktuális fajtajegyzékekben nem szereplő, de kereskedelmi forgalomban lévő fajták

Az egyszerűség kedvéért a fenti növényanyagokat, „fajta” megnevezéssel fogom tárgyalni a továbbiakban, a 6. táblázat, „vizsgálatsokban használt név” oszlopában található elnevezések szerint. A megkülönböztethezőség érdekében az aktuális hazai és külföldi fajtajegyzékekben (ANONYMUS 2019b, ANONYMUS 2020b) szereplő fajták nevei aposztróffal szerepelnek.

A 'Lemona', a Quedlinburger, a Lorelei és az Altissima fajták szaporító anyagát a Jelitto Staudensamen GmbH német cégtől, míg az 'Ildikó'-ét a Gyógynövénykutató Intézet Kft.-től szereztem be. A Soroksári és Wrocław fajták szaporító anyaga a Gyógy- és Aromanövények Tanszék génbankjából származott.

3.1.2.2 A kísérleti parcellák elrendezése

Az első vegetációs időszakban (2016) a 'Lemona', a Soroksári és a Quedlinburger fajtákat telepítettem.

A vizsgálathoz szükséges palántákat magról szaporítottam. A kiültetésére 2016. május 30-án került sor. Fajtánként 3 parcellát telepítettem, 5-5 növényvel, így minden fajta esetében 15 egyed állt rendelkezésre a vizsgálatokhoz. A növényeket 40×90 cm sor és tőtávra ültettem egymástól, így a parcellák mérete $1,8 \text{ m}^2$ volt (8. ábra).



8. ábra Az első évben telepített citromfű állomány a nyár derekán
(fotó: KOVÁCS G. 2016)

A 2016 és 2017 telén bekövetkezett fagyok miatt a növények jelentős része súlyosan károsodott, ezért az állomány már nem volt megfelelő a vizsgálatok folytatásához. Emiatt 2017. június 7-én a korábbi 3 fajta mellett, további 4 fajta ('Ildikó', Lorelei, Altissima és Wrocław) bevonásával új parcellákat létesítettem a kifagyott állomány helyén. Fajtánként 6 db, egyenként 5 egyedből álló parcellát telepítettem. A telepítés során alkalmazott tenyészterület az első évnek megfelelően került beállításra (9. ábra).



9. ábra A második évben telepített, bővített citromfű állomány (fotó: KOVÁCS G. 2017)

A fajtafogékonyság mellett szabadföldön a lombtrágyás kezelések hatását is vizsgáltam. A lombtrágyás kísérletekhez külön állományt telepítettem, egy cseh, fajta megjelölés nélküli növényanyaggal. Kezelésenként 3-3 parcellát hoztam létre az előbbieken tárgyalt telepítési szempontok szerint. A parcellákon csak a lombtrágyás kezelések hatását értékeltem.

3.1.2.3 Növényápolási munkák

Az állományok fenntartási munkái főként a mechanikai gyomirtásból a tápanyag utánpótlásból és az öntözésből állt. A következőkben felsorolt beavatkozásokat mindhárom évben egységesen végeztem az egész növényállományban.

A parcellákon sem a kiültetés előtt, sem a vizsgálatok ideje alatt nem végeztem kémiai gyomirtást. Az állományt minden évben kapálással tartottam gyommentesen, amit a gyomok kelésétől függően, 2-3 hetes fordulókkal végeztem.

A növények fejlődéséhez szükséges tápanyagutánpótlást a három vegetációs időszakban a Wuxal Super®, a YaraMila™ Cropcare NPK, valamint az ammónium-nitrát (33,5%) egy komponensű műtrágyák kijuttatásával biztosítottam. A műtrágyák dózisát, valamint a kezelések időpontját az 7. táblázat foglalja össze.

7. táblázat A vizsgálati években kijuttatott műtrágyák típusa és mennyisége

Időpont	Kijuttatott műtrágya	Kijuttatott mennyiség
2016.06.10.	Wuxal Super®	33,6 ml/100m ² (0,16%-os tápoldat)
2016.07.22.	Wuxal Super®	43,7 ml/100m ² (0,2%-os tápoldat)
2017.06.21.	YaraMila™ Cropcare	2,5 kg/100m ²
2018.05.09.	YaraMila™ Cropcare	2,5 kg/100m ²
2018.05.14.	Ammónium-nitrát (33,5%)	2,5 kg/100m ²
2018.06.07.	Ammónium-nitrát (33,5%)	3,0 kg/100m ²
2018.06.28.	Ammónium-nitrát (33,5%)	2,5 kg/100m ²

Az első évben fellépő kabóca kártétel csökkentésére két alkalommal (2016.08.18.;2016.09.07.) Karate Zeon 5 CS (50 g/l lambda-cihalotrin) inszekticidet juttattam ki 0,2 l/ha dózisban.

A második évben a növényeket a kiültetés után – a jobb begyökeresedés érdekében – július kezdetéig heti 3 alkalommal öntöztem. Az öntözővíz mennyisége 10–15 mm volt.

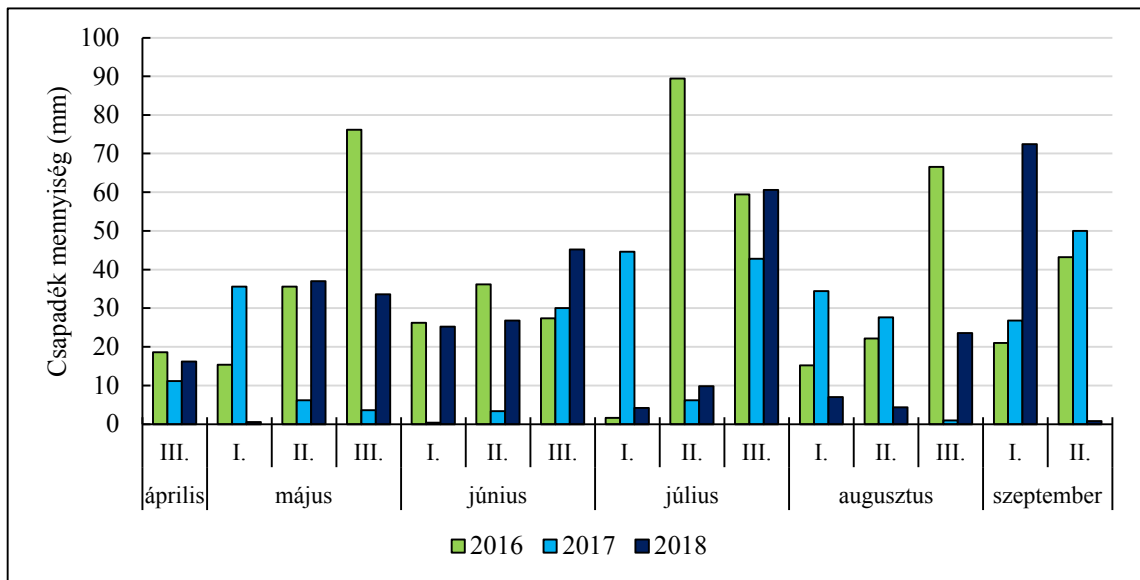
A második és harmadik évben a száraz, csapadék nélküli időszakokban a parcellákat, dekádonként 1-3 alkalommal, 8-20 mm csapadékpótló öntözésben részesítettem.

3.1.3 A klimatikus tényezők

A következőkben tárgyalt időjárási tényezők (csapadék, hőmérséklet és levélfelületnedvesség időtartama) bemutatásához a Kísérleti Üzem területén található METOSZ meteorológiai állomás által mért és rögzített adatokat használtam. Az adatokat – a vizsgálati évek összehasonlításakor – minden évnél dekádonként átlagoltam és ennek megfelelően ábrázoltam.

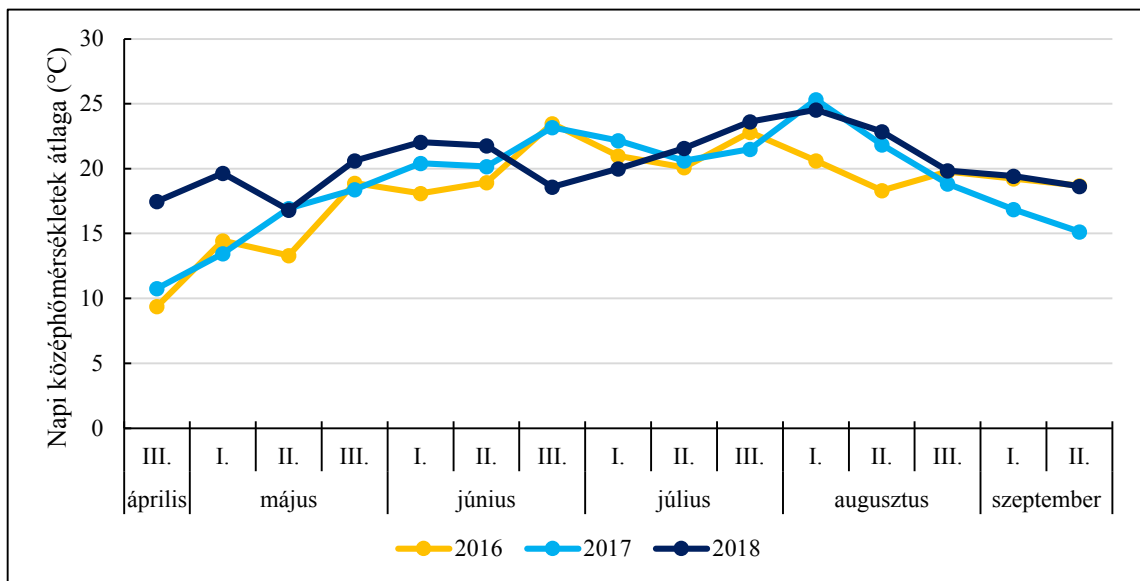
A három vizsgálati év közül a május végétől szeptember közepéig terjedő időszakban 2016-ban volt a legnagyobb a csapadék mennyisége (10. ábra). Ekkor 485 mm csapadék hullott a területre. A következő év ezzel szemben jelentősen szárazabb volt. A csapadék mennyisége kevesebb, mint a fele volt az első tenyészidőszakban mértnek (190 mm). Az utolsó vegetációs időszakban mért csapadék mennyisége szintén 300 mm alatti volt.

Az első és második vegetációs periódusban is július volt a legcsapadékosabb hónap (91-150 mm), míg az utolsó évben júniusban hullott a legtöbb csapadék a területre (97 mm).



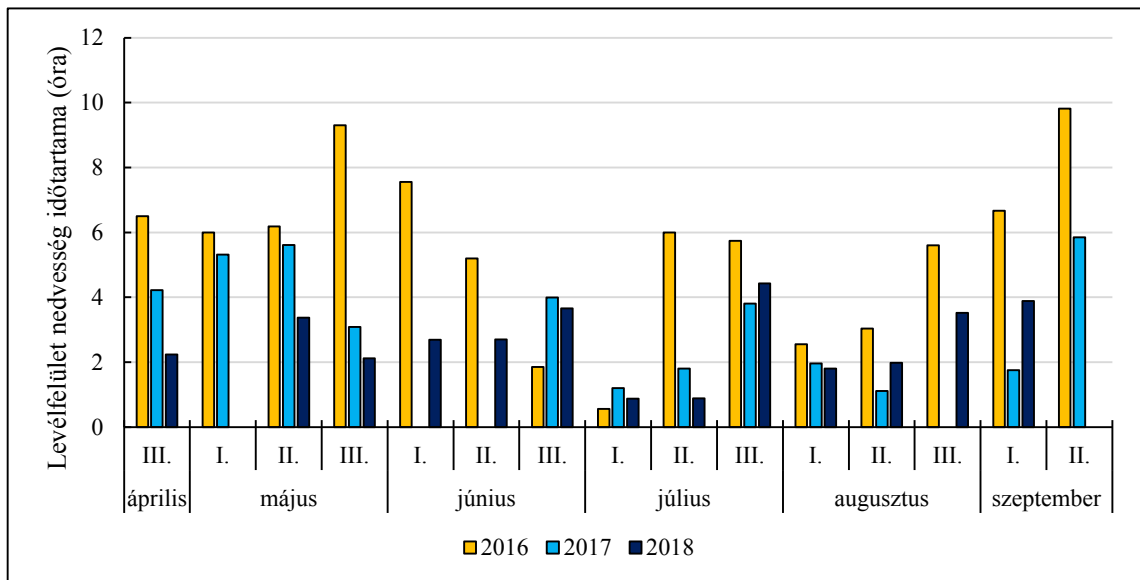
10. ábra A területre hulló csapadék átlagos mennyisége (mm) dekádonként (2016-2018)

A napi középhőmérsékletek átlaga alapján 2017-ben volt a legmelegebb a vizsgált időszak (21,6°C) (11. ábra). Az első tenyészidőszakban mért napi középhőmérsékletek átlaga csupán 20,0°C volt.



11. ábra A napi középhőmérséklet átlaga (°C) dekádonként (2016-2018)

A levélfelület-nedvesség átlagos időtartama közel hasonló trendet mutatott a lehullott csapadék átlagos mennyiségével (12. ábra). A levélfelület nedvesség átlagos időtartama 2016-ban volt a leghosszabb, ami június elejétől augusztus végéig átlagosan napi 3,7-4,9 óra időtartamot jelentett. A második és harmadik évben ennek az idő intervallumnak a nagysága átlagosan 1,0-2,3 és 2,1-3,0 óra között mozgott naponta.



12. ábra A levélfelület-nedvesség átlagos időtartama (óra) dekádonként (2016-2018)

3.1.4 A kórokozó kártételének értékelése

A kórokozó kártételének felvételezését heti rendszerességgel, bonitálással végeztem mindhárom tenyészidőszakban. A felvételezett időszak 2016-ban júniustól szeptemberig, 2017-ban júniustól augusztus végéig, illetve 2018-ban április végétől augusztus végéig terjedt.

A vizsgálati évek mindegyikében a következő, 6 fokozatú bonitálókulcsot (8. táblázat) használtam, amely a következő kategóriákból állt: 0 – teljesen 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 az adott levél felületéhez viszonyítva.

8. táblázat A felvételezésekhez használt bonitálókulcs

betegség kategória						
	0	1	2	3	4	5
fertőzött levélfelület	0%	1-5%	6-25%	26-50%	51-75%	>75%

Az első évben (2016) a felvételezések alkalmával a kártételt minden növényenél 25 db véletlenszerűen választott, teljesen kifejlődött levélen értékeltem. A második évtől (2017) kezdve – a pontosabb eredmények érdekében – minden felvételezés alkalmával növényenként kiválasztottam 2-4 db olyan hajtást, amely jól reprezentálta az adott egyed fertőzöttségét. A hónaljahajtásokon lévő leveleket nem értékeltem. A felvételezés során

szempont volt az is, hogy csak a teljesen kifejlődött leveleket értékeljem, így a hajtáscsúcson lévő – általában 2-6 db – fiatal levelet kihagytam a vizsgálatokból.

A kapott adatokból minden felvételezési időpontnál egyenként kiszámoltam a fertőzött levelek gyakoriságát és a betegségindexet. Mindemellett fajtánként meghatároztam a különböző betegségkategóriákba tartozó levelek arányát az összes vizsgált levélhez képest. A számítási módszereket alábbiak voltak:

A fertőzött levelek gyakoriságát a fertőzött levelek összes felvételezett levélhez viszonyított arányával határoztam meg. A gyakoriságot százalékban fejeztem ki.

A betegségindex kiszámítását TOWNSEND és HEUBERGER (in GÄRTNER 1971) alábbi képlete alapján végeztem:

$$P = \frac{\sum n \cdot v}{Z \cdot N} \cdot 100$$

amelyben:

P: betegségindex

n: levelek száma az egyes betegségkategóriáknál

v: betegségkategória

Z: legmagasabb betegségkategória

N: vizsgált összes levélszám

Az eltérő betegségkategóriába tartozó levelek eloszlásának meghatározásakor fajtánként összesítettem a felvételezett levelek kategóriánkénti darabszámát, majd ezt követően kiszámoltam a különböző kategóriákba tartozó levelek az összes felvételezett levélhez viszonyított arányát. Az arányokat százalékban fejeztem ki.

A fajták közötti különbségek statisztikai elemzéséhez minden vizsgált szempont esetében a betakarítások (ld. 3.1.6. fejezet) előtti utolsó három felvételezés adatsorait használtam (9. táblázat). Kivételt képez az első vegetációs időszak, amikor a nyári jelentős különbségek szemléltetésének érdekében az utolsó kettő és az augusztus közepi felvételezés került kiértékelésre.

9. táblázat A statisztikai analízishez választott adatsorok felvételezésének időpontjai

év	felvételezések időpontjai
2016	08.18.; 09.01.; 09.08.
2017	08.16; 08.23.; 08.30.
2018	05.23.; 06.01.; 06.11; 08.16; 08.23.; 08.29.

3.1.5 A lombtrágyák hatásának vizsgálata

A lombtrágyás kezelések kórokozóra gyakorolt hatásának vizsgálatához két réztartalmú lombtrágyát választottam, továbbá kezelt kontrollnak egy réztartalmú fungicidet (10. táblázat; 1. melléklet).

10. táblázat A vizsgált lombtrágyák és fungicid főbb jellemzői

márkanév	hatóanyag	gyártó	felhasználás	javasolt dózis
Sergomil L-60	5,5% (w/w) réz-szulfát-pentahidrát	Sumi Agro Hungary Kft.	Rézhiány-tünetek megelőzése és kezelése	1,5-3,0 l/ha
Damisol® rézaminkomplex	30 g/l réz-szulfát, 5 g/l cink-szulfát	Damisol® Kft.	Rézhiány-tünetek megelőzése és kezelése	5,0-20,0 l/ha
Bordóilé Neo SC	350 g/l tribázikus rézszulfát	Agroterm Kft.	Gombás betegségek (kiv. lisztharmatok) elleni állománykezelés	3,0-4,0 l/ha

A készítmények koncentrációját a gyártók által javasolt dózistartomány alapján állítottam be (ANONYMUS 2020g, ANONYMUS 2020h, ANONYMUS 2020i). A Bordóilé Neo SC és a Sergomil L-60 készítmények 0,3%, míg a Damisol® rézaminkomplex 0,5% koncentrációban került kijuttatásra. A kezeléseket kézi nyomás permetezővel végeztem. A növényeket a permetlé felületen történő megfolyásáig permeteztem. A kezeletlen kontroll parcellákat a kezeléseik időpontjában vízzel permeteztem. A készítményeket 2017-ben 5 alkalommal, 2018-ban 6 alkalommal juttattam ki, átlagosan kéthetes permetezési fordulókkal az időjárás körülmények függvényében (11. táblázat).

11. táblázat A lombtrágyák kijuttatásának időpontjai a vizsgálat két évében

sorszám	2017	2018
1.	06.22.	04.26.
2.	07.05.	05.10.
3.	07.20.	05.24.
4.	08.02.	07.05.
5.	08.16.	07.24.
6.	-	08.08.

A lombtrágyák szeptóriás levélfoltosságra gyakorolt hatásának felmérését, a fajtafogékonyság esetében, 2017-től alkalmazott módszer szerint végeztem. A hatékonyság a fertőzött levelek átlagos gyakoriságára és a betegségindexre vonatkozó adatok alapján került összehasonlításra. A statisztikai analízisekhez szintén a betakarítások előtti utolsó három felvételezés adatsorát választottam (12. táblázat).

12. táblázat A statisztikai analízishez választott felvételezésének időpontjai

év	felvételezések időpontjai
2017	08.15.; 08.22.; 08.31.
2018	05.24.; 05.31.; 06.11.; 08.08.; 08.14.; 08.22.

3.1.6 A produkció vizsgálata

A fajták hozamát a második évtől kezdve vizsgáltam. A fajtákat a betakarított friss leveles hajtás, valamint a szárítás utáni száraz *herba* tömege alapján hasonlítottam össze. A növények betakarítására 2017-ben egy alkalommal, augusztus 30-án, 2018-ban pedig két alkalommal, június 11-én és augusztus 29-én került sor. Mindkét évben, minden fajtánál három parcella, azaz 15-15 db növény került betakarításra. A betakarításkor a hajtásokat a talaj felszínétől számítva 3-5 cm magasságban vágtam vissza. A betakarított hajtásokat a Gyógynövény Szakágazat szárító épületében, árnyékos és szellős helyen, szárítókerteken szárítottam meg. A friss- és száraztömeg méréséhez digitális mérleget használtam. A parcellák friss- és száraz tömegét négyzetméterre vonatkoztatva, grammban adtam meg.

3.1.7 A mirigyszőrök számának meghatározása

Az illóolaj-tartalom és a szeptóriás fertőzés összefüggéseire vonatkozó vizsgálatok kiegészítéseként lévő ép mirigyszőrök számának meghatározását is elvégeztem. A mirigyszőröket a 'Lemona', a Quedlinburger és a Soroksári fajtáknál a 0., a 2. és a 4. betegségkategóriába tartozó levelek esetében számoltam meg. A vizsgálathoz minden fajtánál 10-10 db levelet gyűjtöttem kategóriánként. A levelek középső részén 2 db 5 mm átmérőjű körterületet (15,7 mm²) jelöltem ki, és az ezekben lévő ép mirigyszőröket számoltam meg. A mirigyszőrök számát 100 mm²-re vonatkoztatva adtam meg.

3.2 Laboratóriumi vizsgálatok

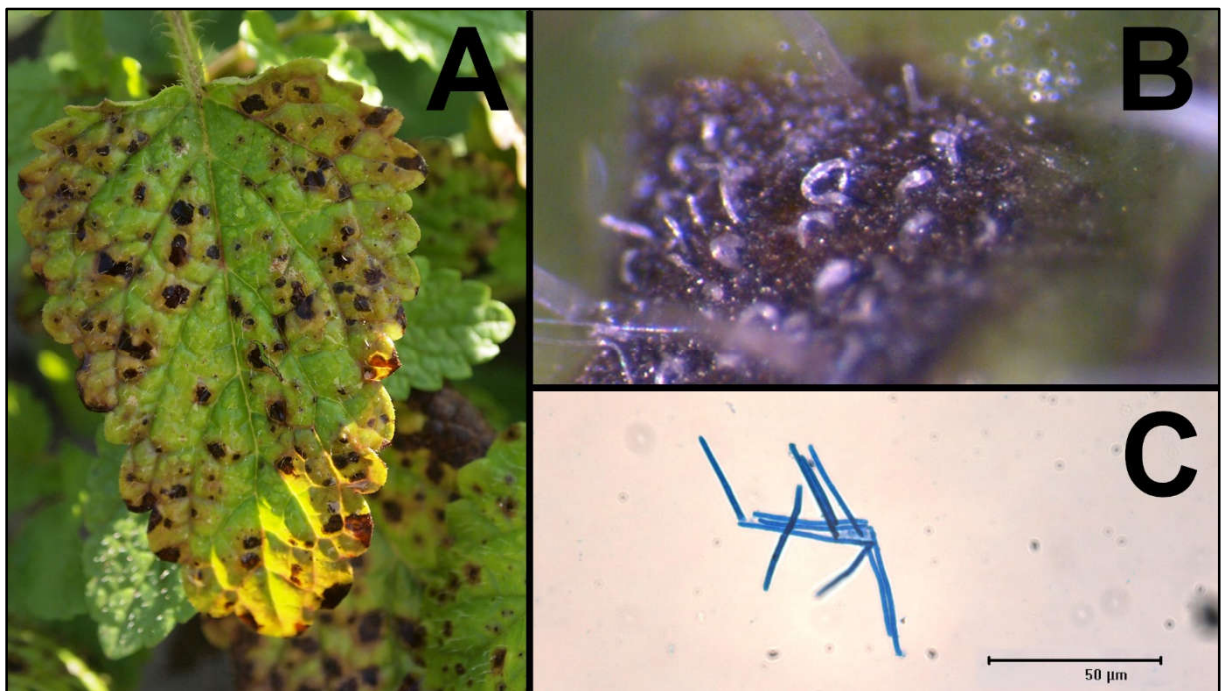
3.2.1 A kórokozó izolálása és azonosítása morfológiai jellemzők alapján

A növényeken megjelenő *Septoria melissae* Desm. kórokozó azonosítása a tünetek, valamint a konídiumok morfológiája alapján történt (13. ábra).

A vizsgálataim során több alkalommal is mintát vettem az állomány egyes parcelláiból. A fertőzött leveleket 24 órára nedveskamrába helyeztem. Az inkubációs idő elteltével kaparékot készítettem, amelyet *Nikon Eclipse 50i* citoszol mikroszkóp segítségével vizsgáltam.

A leveleken megfigyelt foltok, valamint az azokban található piknídiumokból előtörő konídiumok morfológiája megegyezett a vonatkozó irodalmi adatokkal (BRANDENBURGER 1985, NAGY és HORVÁTH 2010).

A vizsgálati években sem a szemrevételezések, sem a laboratóriumi vizsgálatok nem erősítették meg más, a citromfűvet károsító kórokozó jelenlétét.

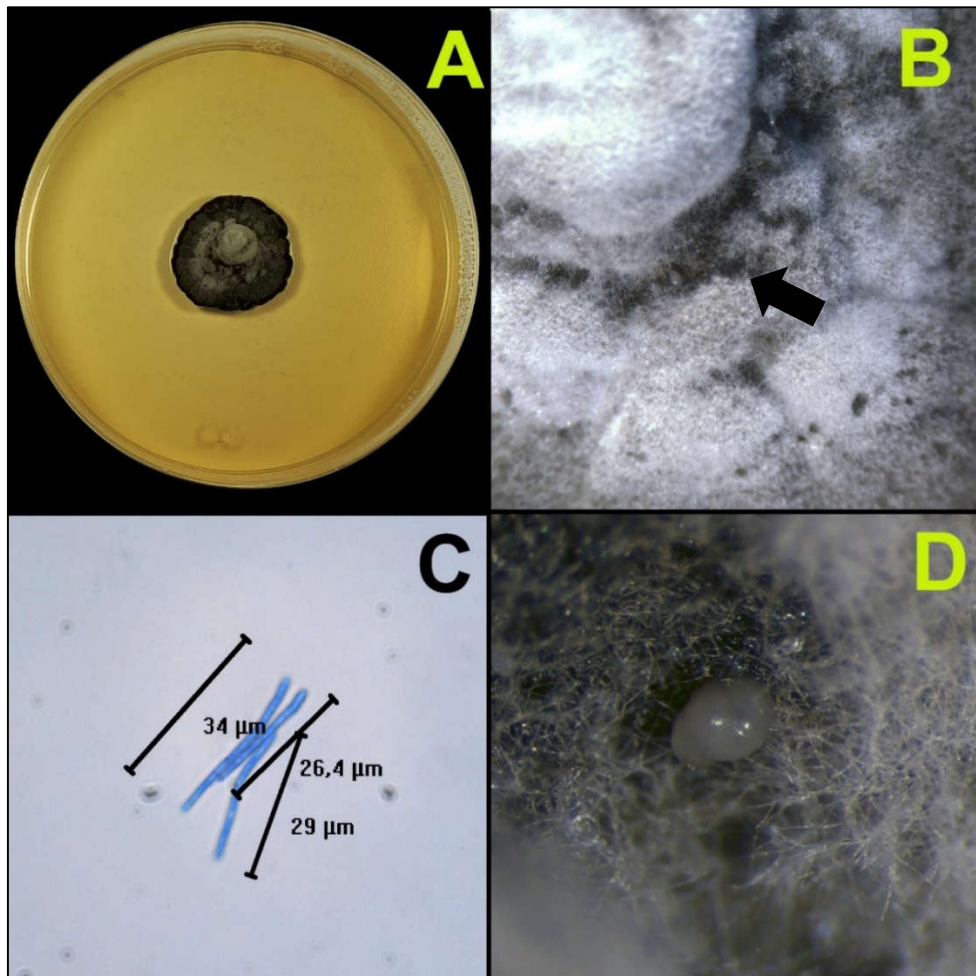


13. ábra A - Az *Septoria melissae* Desm. tünetei a citromfű levelén, **B** - A kórokozó piknídiumaiból előtörő konídium exudátum, **C** - A kórokozó festett konídiumai (lépték: 50µm)

A kórokozó izolálása a szabadföldi vizsgálatokhoz telepített, természetes körülmények között megfertőződött citromfű növényekről történt. A kórokozó izolálását a Szent István Egyetem, Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában végeztem az alábbiak alapján.

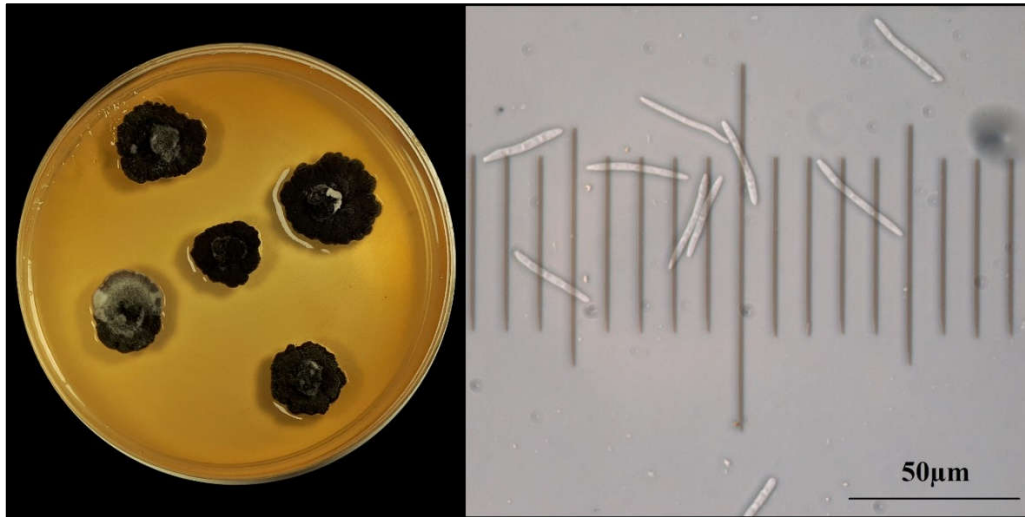
A fertőzött levelek színi és fonáki oldalát egyaránt, 70% töménységű etanollal fertőtlenítettem, majd ezt követően a levélfoltokat, egy vékony, ép levélrészsel együtt kivágtam a levéllemezből. A kivágott szövetdarabokat steril desztillált vízzel töltött, 1,5 ml térfogatú Eppendorf csőbe helyeztem, majd steril lándzsátú segítségével vizes macerátumot készítettem a levelekből. A piknídiumok jobb feltárását segítő a macerátumot 1 percig Vortex-eltem. A Vortex-elést követően a macerátumról egy steril Eppendorf csőbe átpipettáztam a vizes konídium szuszpenziót. A konídiumok jelenlétét *Nikon Eclipse 50i* típusú citoszol mikroszkóppal ellenőriztem. A kapott konídium szuszpenziót steril maláta kivonat agar (MEA) táptalajon szélesztettem.

A szélesztést követően 24-48 óra elteltével a telepkezdeményeket átoltottam steril maláta kivonat agar (MEA) táptalajra, ezzel létrehozva a kórokozó tiszta tenyészeit (14. ábra). A tenyészeteket megvilágítás nélküli fitotronban, 24°C hőmérsékleten tartottam. A telepek morfológiája megegyezett a VERKLEY és mtsai. (2013) által leírtakkal.



14. ábra **A** – a *Septoria melissae* Desm. 24 napos tenyésztete MEA táptalajon; **B** – a tenyésztet felületén képződött konídium exudátum (nagyítás: 63×); **C** – a tenyésztet felületén képződött exudátumból származó festett konídiumok; **D** – a tenyésztet és a rajta lévő exudátum (nagyítás: 400×)

A kórokozót a fenti módszerrel a lengyelországi Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego egyetem Varsó (PL) Wilanów kerületében található kísérleti üzeméből is izoláltam (15. ábra).



15. ábra Az *Septoria melissae* Desm. kórokozó varsói izolátumának 14 napos tenyésztete MEA táptalajon (balra) és a tenyészetekben képződött konídiumok (jobbra)

Az *in vitro* vizsgálatok tárgyalásakor a hazai Soroksárról származó izolátumnál a **HBS**, a lengyelországi Varsó Wilanów kerületéből származó izolátumnál a **PWW** rövidítést használok.

3.2.2 A kórokozó molekuláris azonosítása

Az előző alfejezetben (3.2.1.) tárgyalt izolátumok nemzetség szintű, DNS szekvencia alapú meghatározáshoz a kórokozó MEA táptalajon fejlődött micéliumából a következők szerint vontam ki az örökítőanyagot:

A kórokozó tenyészeiből steril körülmények között micélium darabokat vágtam ki, majd steril dörzsmozsárban steril kvarchomok segítségével eldörzsöltem. Közben 1000 µl, merkaptó-etanolt tartalmazó CTAB puffert adtam a mintákhoz és addig dörzsöltem tovább őket, amíg homogén nem lett a massa.

Az eldörzsölt micéliumot tartalmazó puffert steril Eppendorf csőbe töltöttem és termosztátban 60°C hőmérsékleten 40 percen keresztül inkubáltam.

Az inkubációs idő elteltével az elegyhez 600 µl izoamil-alkoholos kloroformot adtam, majd Vortex berendezés segítségével összeráztam az elegyet, amit utána 10 percig centrifugáltam. A centrifugálást követően a felülúszót egy steril Eppendorf csőbe átpipettáztam, majd 600 µl izoamil-alkoholos kloroformot adtam hozzá. Az elegyet Vortex berendezés segítségével összekevertem majd 10 perc centrifugálást követően a felülúszót átpipettáztam egy új steril Eppendorf csőbe.

A felülúszóhoz 600 µl izopropanolt adtam. A kapott elegyet kézzel óvatosan összekevertem, majd 5 percig centrifugáltam.

A centrifugálást követően a felülúszót óvatosan elöntöttem a pelletről, majd ezt követően 1 ml 70%-os etanolt pipettáztam rá. 5 percig centrifugáltam, majd az etanolt elöntöttem a pelletről és 6-8 perc alatt vákuumszáritóban megszáritottam.

A megszáritott pelletet RNAáz TE oldatba ágyaztam a PCR reakció megkezdéséig.

A kivont DNS adott szakaszának „felszaporítását” ITS4 és ITS5 primerekkel, PCR módszer segítségével végeztem. A PCR reakcióhoz használt elegy összetételét, valamint a reakció egyes fázisainak beállításait a 2. és 3. melléklet foglalja össze. A reakció során kapott termékeket 1,5%-os agaróz gélen futtattam meg, amely GelRed Green (Biotium Inc. USA) festéket tartalmazott. A futtatást követően a termékeket UV transzilluminátorral tettem láthatóvá.

A kapott PCR terméket High Pure PCR Product Purification Kit segítségével tisztítottam meg, a gyártó utasításai alapján. A szekvenáláshoz választott minták DNS koncentrációját *Nanodrop ND-1000 Spectrophotometer* készülék segítségével ellenőriztem. A minták szekvenálását a hollandiai Base Clear B. V. vállalat végezte.

A kapott szekvenciákat a NCBI adatbázisában található *Septoria melissae* szekvenciákkal vettem össze, amelyekkel a saját adataim 100%-os azonosságot mutattak (4. melléklet).

3.2.3 A kórokozóval végzett *in vitro* vizsgálatok

3.2.3.1 A kórokozó ellen vizsgált anyagok

Illóolajok

Az *in vitro* vizsgálatokban a *Septoria melissae* kórokozó ellen a kerti kakukkfű herbájának (*Thymi aetheroleum*), a cejloni fahéj kérgének (*Cinnamomi zeylanicis cortici aetheroleum*), valamint a koriander termés (*Coriandri aetheroleum*) illóolójának hatását vizsgáltam.

A vizsgálatokhoz választott illóolajokat az Aromax Zrt.-től szereztem be. Az illóolajok összetételének elemzését a Szent István Egyetem, Gyógy- és Aromanövények Tanszéke végezte, GC-MS módszerrel. Az analízishez használt GC-MS készülék beállításai megegyeznek a 3.2.5.2. alfejezetben leírtakkal.

Az illóolajok analízise alapján az általam használt kerti kakukkfű illóolaj legnagyobb arányban timol-t (52,8%) és cimol-t (29,2%) tartalmazott. Az illóolajban továbbá 3% fölötti részarányban jelen volt az 1,8-cineol, a linalool és a karvakrol is (5. melléklet). A cejloni fahéj illóolaja a komponensek közül a transz fahéj-aldehidet tartalmazta a legnagyobb (78,8%) arányban. Az illóolajban ezenkívül megtalálható volt a transz fahéj-acetát (3,6%) és a linalool is (2,8%) (6. melléklet). A koriander termés illóolójának legnagyobb arányú

komponense a linalool volt, amelyet az illóolaj 59,1 százalékban tartalmazott. Az illóolajban fellelhető volt még nagyobb arányban a limonén (15,9%) és a cimol (5,9%) is (7. melléklet).

Vizes növényi kivonatok

Az *in vitro* vizsgálataimban 5 széleskörben ismert gyógy- és fűszernövény (13. táblázat) vizes kivonatának kórokozó elleni hatását is értékeltem. A kivonatok készítéséhez a növények drogját kiskereskedelmi forgalomból (Oázis Gyógynövény Drogéria Kft.) szereztem be.

13. táblázat A vizes kivonatok készítéséhez használt drogok

növény magyar neve	növény latin neve	drog latin neve
Szegfűszeg	<i>Syzygium aromaticum</i> Merr. & L.M. Perry	<i>Caryophylli flos</i>
Cejloni fahéj	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume	<i>Cinnamomi cortex</i>
Fokhagyma	<i>Allium sativum</i> L.	<i>Allii bulbosus</i>
Kerti kakukkfű	<i>Thymus vulgaris</i> L.	<i>Thymi herba</i>
Kamilla	<i>Matricaria recutita</i> L.	<i>Matricariae flos</i>

A kivonat készítéshez a szegfűszeg, a kakukkfű és a kamilla drogját porítottam, illetve a fahéj és fokhagyma drogjából zúzalékot készítettem. A kamilla kivételével, minden drogból 16 g mennyiséget mértem be egy lombikba. A drogokra ezt követően 100 ml forrásban lévő desztillált vizet öntöttem és a lombikot lezárva 20 órán keresztül inkubáltam őket. A kamilla drogjának nagy duzzadási értéke miatt a kivonatot 9 g droggal tudtam elkészíteni.

Az inkubálást követően a kivonatokat először vattapamaton, majd szűrőpapíron keresztül szűrtem át, utána pedig autoklávban 25 percig 125°C-on sterilizáltam.

A kivonatok összes polifenol-tartalmát SINGLETON és ROSSI (1965) által leírt Folin-Ciocalteu módszerének módosított változatával határoztam meg (ld. 3.2.4.3. alfejezet) és a 14. táblázatban foglaltam össze.

14. táblázat A vizsgált vizes növényi kivonatok átlagos összes polifenol-tartalma

kivonat	polifenol tartalom (mg GSE/g sz. a.)
szegfűszeg	349,7
fahéj	336,3
fokhagyma	4,6
kakukkfű	142,5
kamilla	60,1

Lombtrágyák

A 3.1.5. fejezetben tárgyalt lombtrágyák kórokozóra gyakorolt hatását *in vitro* körülmények között is értékeltem.

Szervetlen vegyületek

A lombtrágyák mellett a kiskereskedelmi forgalomból is beszerezhető oltott mész ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$, CAS szám: 1305-62-0), a szódadikarbóna (NaHCO_3 , CAS szám: 144-55-8) és a vízüveg (Na_2SiO_3 , CAS szám: 1344-09-8) hatékonyságát is értékeltem.

3.2.3.2 A micélium növekedésgátlás vizsgálata

Az előbbieken felsorolt anyagok micélium növekedésre gyakorolt hatását mérgezett agarlemez módszerrel értékeltem.

A mérgezett táptalajok elkészítése a következők szerint történt: 100 ml mérgezett táptalaj készítéséhez 50 ml kétszeres töménységű, kézmeleg MEA táptalajt mértem be egy lombikba, majd hozzáadtam a vizsgálandó anyag steril, kétszer desztillált vízzel készített, 50 ml végtérfogatú oldatát, illetve az illóolajoknál emulzióját. Az adott oldat, illetve emulzió a vizsgálni kívánt anyagot a 100 ml táptalajra vonatkozó koncentrációban tartalmazta. A vizsgált anyagok alkalmazott koncentrációit a 15. táblázatban foglaltam össze. Az illóolajok jobb elegyíthetőségének érdekében, az emulzióhoz 0,02% Silwet Star tapadásfokozót adagoltam. A kezeletlen kontrollként egyszeres töménységű MEA táptalajt használtam.

15. táblázat A kórokozó ellen vizsgált anyagok alkalmazott koncentrációi

anyagcsoport	vizsgált koncentrációk
illóolajok	0,3%; 0,1%; 0,03%
vizes növényi kivonatok	50%; 25%; 12,5%
lombtrágyák és fungicid	0,5%; 0,3%; 0,1%; 0,05%
szervetlen vegyületek	5%; 1%; 0,5%; 0,1%

A vizsgálatokhoz kezdetben a kórokozó MEA táptalajon nevelt 24 napos tenyészeit használtam, amelyek széléből szabálytalan alakú, 1-2 mm nagyságú micélium darabokat vágtam ki és helyeztem a mérgezett táptalajra. A későbbi vizsgálatokat már a PDA táptalajon nevelt tenyészetek széléről kivágott, 4 mm átmérőjű micélium korongokkal folytattam (16. ábra). A vizsgálatokat 10 ismétlésben végeztem.

A PDA táptalajon nevelt tenyészetek alkalmazása után, valamennyi hatásvizsgálatot újra elvégeztem, hogy megfigyeljem az eredmények esetleges változását. A módszerváltás az esetek többségében nem eredményezett lényeges eltéréseket a vizsgált készítmények hatékonyságát tekintve.

A kezeletlen és mérgezett agaron nevelt tenyészeteket megvilágítás nélküli fitotronban, 24°C hőmérsékleten tartottam.



16. ábra A *Septoria melissae* Desm. kórokozó 15 napos tenyészei PDA (balra) és MEA (jobbra) táptalajokon (Fotó: KOVÁCS G. 2016)

3.2.3.3 A növekedésgátlás értékelése

A mérgezett, illetve kezeletlen táptalajokon nevelt tenyészetek méretét a leoltást követő 7. és 14. napon mértem meg. Az első vizsgálatokkor, amikor szabálytalan alakú micélium darabokkal történt a vizsgálat beállítása, a micélium darabok méretét a leoltás után közvetlenül is megmértem.

A vizsgált anyagok növekedésgátló hatásának mértékét a mérgezett táptalajon nevelt tenyészetek kontrollhoz tenyészetekhez viszonyított területe alapján számítottam ki az alábbi képlettel. A gátló hatást (G%) százalékban fejeztem ki.

$$G\% = \frac{([KA - KS] - [TA - TS])}{(KA - KS)} \times 100$$

ahol:

KS: a kezeletlen táptalajon nevelt tenyészetek mérete a leoltás időpontjában

KA: a kezeletlen táptalajon nevelt tenyészetek mérete az adott mérés időpontjában

TS: a mérgezett táptalajon nevelt tenyészetek mérete a leoltás időpontjában

TA: a mérgezett táptalajon nevelt tenyészetek mérete az adott mérés időpontjában.

3.2.3.4 A konídiumok csírázására gyakorolt hatás vizsgálata

A konídiumok csírázására gyakorolt hatást a fahéj illóolaj, valamint a vizes kivonatok esetében vizsgáltam. A táptalajok előkészítésének módja és a vizsgált koncentrációk megegyeztek a 3.2.3.2 alfejezetben leírtakkal.

A PWW izolátum tiszta tenyészetéből nyert konídiumokat steril desztillált vízben szuszpendáltam. Az alkalmazott konídium szuszpenzió koncentrációját Bürker kamra segítségével $1,6 \times 10^6$ konídium/ml-re állítottam be. Az előkészített táptalajokra 30 μ l-t pipettáztam és azt követően szélesztőbottal szélesztettem a táptalajok felületén.

A fahéj illóolajnál a konídiumok csírázását a szélesztést követően 24 órával értékeltem. Ekkor a táptalajok felületét *Nicon Eclipse 50i* típusú citorszol mikroszkóppal vizsgáltam. A csírázott és nem csírázott konídiumok arányát százalékban fejeztem ki az összes vizsgált konídiumhoz viszonyítva. A konídiumok számlálását tíz, véletlenszerűen választott $10^6 \mu\text{m}^2$ nagyságú felületen végeztem.

A vizes növényi kivonatok esetében konídiumok csírázására gyakorolt hatást az előbbieken leírtaktól eltérően értékeltem. Itt a mesterségesen fertőzött táptalajokat 1 héten keresztül inkubáltam és a táptalajon a telepkezdemények megjelenését, illetve hiányát jegyeztem fel.

3.2.4 A drog beltartalmi mutatóinak vizsgálata

A *herba* drogok főbb beltartalmi mutatóinak (illóolaj-tartalom, összes polifenol-tartalom, összes hidroxifahéjsavszármazék tartalom) vizsgálatához parcellánként 1, így fajtánként 3 minta állt rendelkezésre.

A szeptóriás fertőzés illóolaj-tartalomra gyakorolt hatásának megfigyelésére a 'Lemona', Quedlinburger és Soroksári fajták 0., 2. és 4. betegség kategóriákba tartozó leveleiből készítettem *folium* drogot. Mindhárom fajta esetében kategóriánként 1 minta állt rendelkezésre a vizsgálatokhoz.

3.2.4.1 Az illóolaj-tartalom vizsgálata

Az illóolaj kinyerése a 2017 és 2018-ban gyűjtött *herba*, illetve *folium* drogokból, Clevenger készülékek segítségével, víz-gőz desztillációval történt VII. Magyar Gyógyszerkönyv módosított előiratai alapján (PH. HG. VII. 1986).

A lepárlás a *herba* drogoknál 15 g szárazdrogból történt, minden minta esetében két ismétlésben. A lepárláshoz a hajtás drogot először metszőolló segítségével felaprítottam és a mintát homogenizáltam.

Ezzel párhuzamosan a szárazanyagtartalom méréséhez a drogokból vett, egyenként 4 g tömegű mintát, szárító szekrényben 3 órán át 105°C -on hevítettem, majd a szárazanyagtartalmat a tömegveszteség alapján határoztam meg.

Az illóolaj lepárlás az eltérő mértékben fertőződött leveleknél – a kis mintamennyiség miatt – 5-10 g drogból történt. A szárazanyagtartalom meghatározásához 1 g levéldrogot

használtam. A lepárlás és a szárazanyagtartalom mérésének módszere mindenben megegyezik az előző bekezdésekben leírtakkal.

A *herba* és *folium* drog illóolaj-tartalmát egyaránt 100 g szárazanyagra vonatkoztatva adtam meg.

3.2.4.2 Az illóolaj összetételének vizsgálata

A szeptóriás fertőzés illóolaj összetételre gyakorolt hatását csak a *folium* drogok esetében vizsgáltam. A 2016-os 0., illetve 2. kategóriákba tartozó drogoknál 2 minta, a 2016-os 4. kategóriába tartozó, valamint a 2018-ban gyűjtött levelek esetében 1 illóolaj minta került elemzésre a rendelkezésre álló növényanyag függvényében. Az említett 2016-os minták eredményeit átlagolva közlöm.

Az illóolaj kémiai összetételének és a komponensek részarányának meghatározása GC-MS módszerrel történt. Az illóolaj összetevőinek meghatározásához 6890 N típusú gázkromatográfot alkalmaztunk, mely 5975 Inert mass selective detektorral, (Agilent Technologies, USA), valamint HP-5MS (5% phenyl-methyl-siloxane, hossz: 30m, d=250mm, filmvastagság: 0,25mm) típusú kolonnával rendelkezett. Az injektor 230°C, míg a detektor: 240°C hőmérsékleten üzemelt. A hőmérsékleti program: 60 – 240°C között 3°C/perc rátával emelkedett. Vivőgázként héliumot (áramlási sebessége konstans 1 ml/perc) alkalmaztunk. A vizsgálathoz szükséges 0,2 µl (10%-os hexános oldat) térfogatú mintát automata injektor (7683B, Agilent Technologies, USA) segítségével adagoltuk. A GC-MS detektáláshoz 70eV ionizációs energiát alkalmaztunk. Tömegspektrum: m/z 50–550 uma. A komponensek azonosítása tömegspektrum alapján, NIST, WILEY és ADAMS 2017 könyvtárak segítségével, illetve a retenciós idők és retenciós indexek felhasználásával történt.

3.2.4.3 Az összes polifenol-tartalom vizsgálata

Az összes polifenol-tartalmat a drogok vizes kivonatából SINGLETON és ROSSI (1965) által leírt Folin-Ciocalteu módszerének módosított változatával határoztam meg.

Ehhez első lépésben az illóolaj-tartalom vizsgálatához előkészített *herba* és *folium* drogokból vett mintákat porítottam. A mintákból 0,5 grammot lombikokba mértem majd 50 ml desztillált vízzel leforráztam és lefedve 24 órán keresztül inkubáltam őket. Ezt követően a forrázatokat szűrőpapíron keresztül szűrtem át.

A szárazanyagtartalom meghatározásához a kapott szűrletekből, előre lemért üvegtégelyekbe 20 ml-t mértem be, majd elektromos extraháló segítségével bepároltam azokat. A bepárlási maradékot tartalmazó tégelyeket a kihülést követően, analitikai mérleg segítségével újra megmértem. A szárazanyagtartalmat a tömegvesztés alapján határoztam meg.

A kivonatok abszorbanciájának méréséhez az adott kivonatokból vett mintát Folin-Ciocalteu reagenssel egy percig reagáltattam. A kék szín megjelenésekor az elreagált kivonatok abszorbanciáját, 760 nm-en *Thermo Fisher Scientific Evolution 201* típusú spektrofotométerrel mértem. A vizsgálat előtti kalibrációt gallusz-savval végeztem el. Az abszorbancia mérését minden kivonat esetében legalább 3 ismétlésben végeztem.

A kapott abszorbancia értékek alapján az összes polifenol-tartalmat gallusz-sav egyenértékben (GSE) adtam meg az adott kivonat szárazanyagtartalmára vonatkoztatva.

3.2.4.4 Az összhidroxi-fahéjsavszármazék tartalom vizsgálata

A *herba* és *folium* drog minták hidroxifahéjsavszármazék tartalmát a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásainak módosított változatával végeztem (PH. HG. VIII. 2004). Az általam alkalmazott módszer az eredetihez képest annyiban tért el, hogy az alkoholos kivonat előírt 200 ml-es térfogata helyett, anyagtakarékossági okokból, 50 ml-el történt a kivonás. Ennek megfelelően a bemért drog mennyiségét is 0,2 grammról 0,05 grammra módosítottam. Az elkészített kivonat töménysége ez esetben is a gyógyszerkönyvben meghatározott 0,1% töménységű maradt. A vizsgálat többi részét a gyógyszerkönyvben meghatározott lépések szerint végeztem, kivonatonként legalább 3 ismétlésben.

3.3 Az értékeléshez alkalmazott statisztikai módszerek

Az adatsorok statisztikai elemzését az IBM SPSS Statistics 25 programcsomag segítségével vizsgáltam.

A fajtafógekonyisági vizsgálatok adatsorait több tényezősi varianciaanalízissel (MANOVA) elemeztem. A fajta hatását a fertőzött levelek gyakoriságára és a betegségindexre együttesen vizsgáltam. A MANOVA előfeltételeként először kiugróérték vizsgálatot végeztem a mintaelemek Mahalanobis távolsága alapján. Ezt követően elvégeztem a hibatagok normalitásának vizsgálatát. A normalitást a Saphiro-Wilk, illetve Kolgomorov-Smirnov tesztekkel igazoltam. Egyes esetekben az előbbi tesztek szerint a normalitás sérült, viszont a ferdeség és csúcsosság vagy a D'Agostino teszt alapján az adatsorok normalitása még elfogadható volt. Amennyiben a normalitást nem sikerült igazolni, úgy adattranzformációt végeztem. A hibatagok szórásnégyzeteinek homogenitását Levene teszt segítségével vizsgáltam. A szórás homogenitás feltételének teljesülésekor az értékcsoportok elkülönítéséhez Tukey, ellenben annak sérülésekor Games-Howell *post hoc* tesztet alkalmaztam.

A hozamra, a beltartalomra, a mirigyszőrök számára, valamint a vizsgált anyagok növekedésgátlásra vonatkozó adatait egytényezősi varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltam. Az analízis előfeltételeinek vizsgálatát a kiugróértékek keresésének kivételével

(mivel ebben az esetben arra nincs szükség), az előbbieken leírtak szerint folytattam le. Az értékcsoportok elkülönítéséhez a fentiekben említett *post hoc* tesztek alkalmaztam.

Az egyes betegség kategóriákba tartozó levelek számának értékeléséhez z-tesztet és Khi^2 próbát alkalmaztam. A z-teszt feltétele, hogy az értékcsoportok legalább 80-90%-nál a mintaelemek száma legalább 5 legyen. A vizsgált adatsoroknál az ellenállóbb fajták esetében a 4. és 5. kategóriákba tartozó levelek száma a legtöbb esetben nem érte el ezt a számot, ezért a 3., 4. és 5. kategóriákat minden növényanyag esetében egységesen összevontam.

A *herba* drog beltartalmi mutatóinak változását és a fertőzés közötti összefüggést Fisher teszttel vizsgáltam. Ehhez először a fajták fertőzöttségét a betakarítások előtti felvételezések eredményei alapján „magas”, „közepes”, illetve „alacsony” kategóriákba soroltam (16. táblázat). A hozamra és a beltartalmi mutatókra vonatkozó adatokat „alacsony”, illetve „magas” kategóriába soroltam (16. táblázat). A hozam adatokat betakarításonként más értékhatárok szerint csoportosítottam, mivel az első és második éves növények eltérő produktions képességgel rendelkeznek.

A statisztikai vizsgálatok mindegyikét 95%-os szignifikancia szint mellett értékeltem.

16. táblázat A fertőzési adatok, a hozam és a beltartalmi mutatók csoportosításának szabályai

paraméter		alacsony	közepes	magas
fertőzés		index<25 gyakoriság<60%	index<25 gyakoriság>60%	index>25 gyakoriság>60%
hozam	2017	<500g/m ²	-	>500g/m ²
	2018 1. betak.	<700g/m ²	-	>700g/m ²
	2018 2. betak.	<600g/m ²	-	>600g/m ²
polifenol-tartalom		<350mg/g sz. a.	-	>350mg/g sz. a.
hidroxifahéjsav-tartalom		<2,5%	-	>2,5%

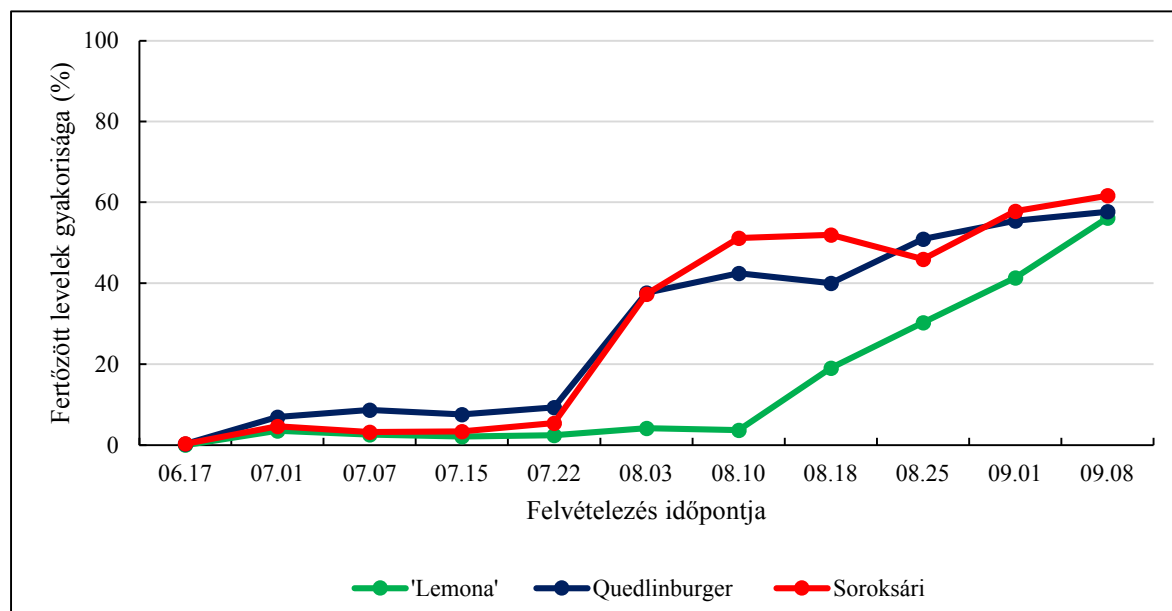
4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

4.1 A fajták fogékonysága a szeptóriás levélfoltosságra

A kísérletbe vont fajták szeptóriás levélfoltossággal szembeni ellenállóságát három tenyészidőszak (2016-2018) folyamán értékeltem. A vizsgált években az egyes fajták között jelentős eltéréseket tapasztaltam.

Az első és második vegetációs periódusban a betegség kezdetei tüneteit július elejétől lehetett megfigyelni (17-20. ábra). A fertőzés ezekben az években egyaránt augusztus elejétől vált számottevővé. A harmadik (2018) tenyészidőszakban már nem sokkal a kihajtást követően, április végére (04.26.) kialakult egy közepes erősgű fertőzés az állományban (21-22. ábra).

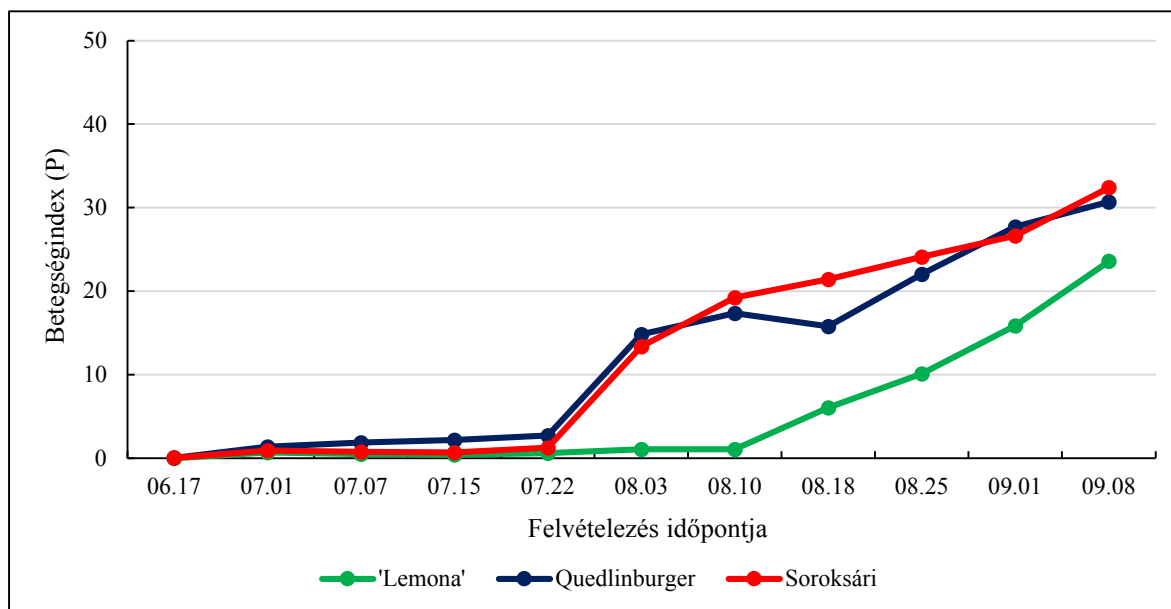
Az első vegetációs időszakban augusztus elején (08.03.) a Soroksári, illetve a Quedlinburger fajták parcelláiban a fertőzött levelek gyakorisága közel 40% volt, míg a 'Lemona' egyedein átlagosan a vizsgált levelek 4%-a mutatta a betegség jellegzetes tüneteit. A 'Lemona' parcelláiban csak két héttel később, augusztus közepétől (08.18.) kezdett el jelentősebb mértékben növekedni a fertőzött levelek aránya (19%), viszont ez még mindig jóval (21-32%-kal) kisebb volt másik két fajtához viszonyítva. A Soroksári és Quedlinburger fajták között kisebb (12%) eltérés volt megfigyelhető (17. ábra).



17. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakoriságának alakulása fajtánként az első tenyészidőszakban (2016)

A növényeken megjelenő levélfoltosság mértékében is hasonló eltérések mutatkoztak (18. ábra). A betegségindex értékei a 'Lemona' fajta egyedeinél augusztus elejétől (08.03) egészen a betakarításig számottevően kisebbek voltak, mint a többi fajtánál, annak ellenére

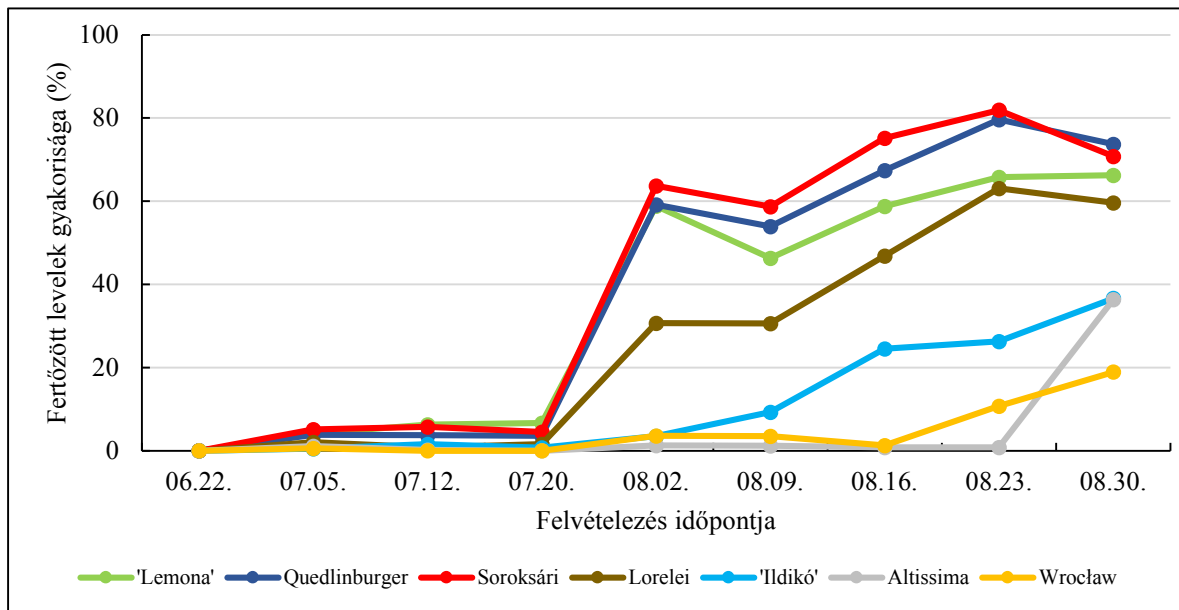
is, hogy a gyakorisághoz hasonlóan ez az érték is augusztus közepétől (08.18.) kezdődően monoton növekedést mutatott. A szeptember közepén végzett betakarítás előtti felvételezéskor (09.08.) a betegségindex 23-27%-kal alacsonyabb volt a 'Lemona' esetében, mint a Soroksári és a Quedlinburgi fajtáknál.



18. ábra Az átlagos betegség index alakulása fajtánként az első tenyészidőszakban (2016)

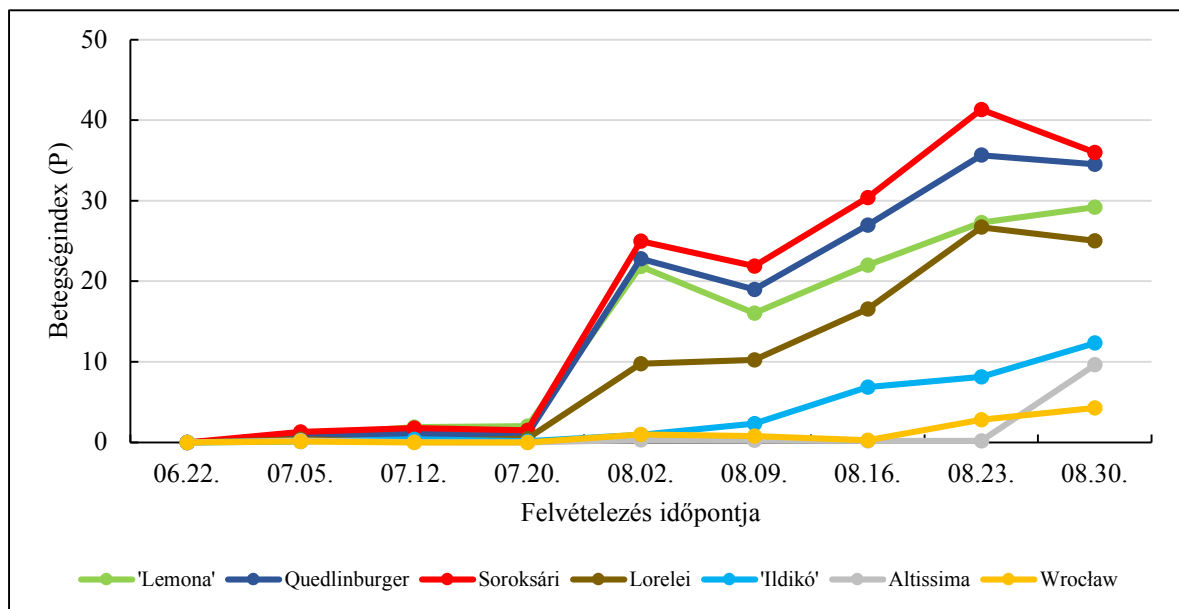
A második tenyészidőszakban július elejétől (07.05) lehetett megfigyelni a szeptóriás fertőzés kezdeti tüneteit a növényeken, viszont a fajták közötti különbségek augusztus elejétől (08.02.) kezdve váltak számottevővé a fertőzési nyomást erőteljes növekedésével együtt (19-20. ábra).

A fertőzött levelek aránya – egy-két felvételezést leszámítva – végig a Soroksári fajta egyedeinél volt a legnagyobb, míg a legkevesebb fertőzött levelet a Wrocławm az Altissima és az 'Ildikó' parcelláiban figyeltem meg (19. ábra).



19. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakorisága fajtánként a második tenyészidőszak folyamán (2017)

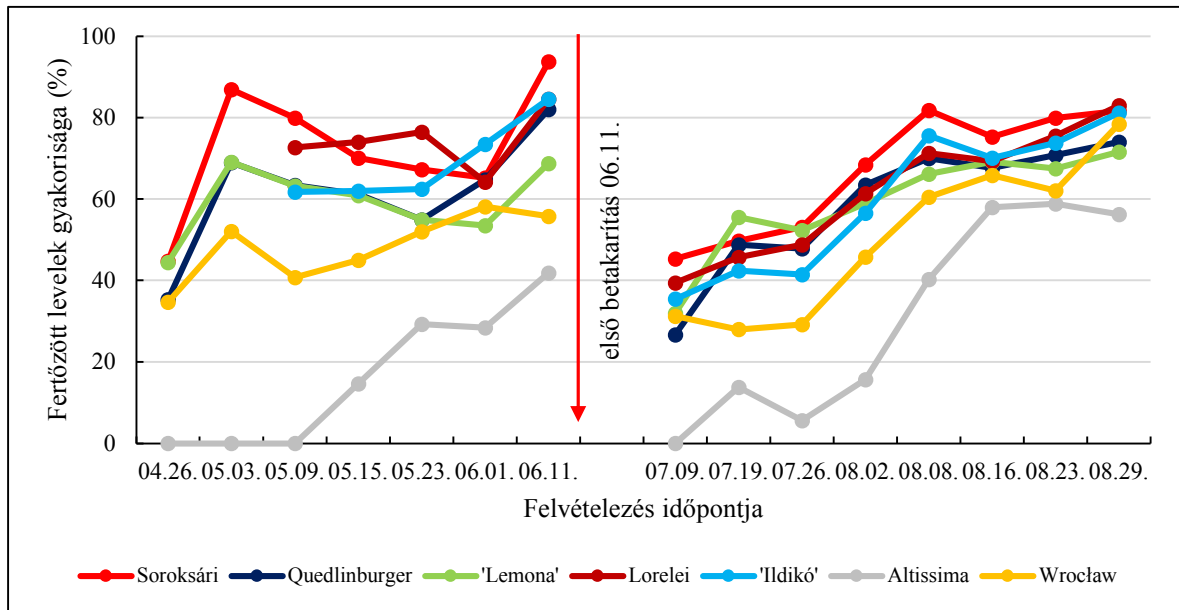
Ezeknél a fajtáknál a fertőzött levelek gyakorisága az utolsó felvételezés időpontjában (08.30.) 35-51%-kal alacsonyabb volt a Soroksárihoz viszonyítva. Az előző évben legkevesbé fogékony 'Lemona' fajta egyedein az augusztusi 5 felvételezést tekintve átlagosan 11%-kal kevesebb fertőzött levél volt a Soroksárihoz viszonyítva. A betegségindex értékei hasonló tendenciát mutattak (20. ábra).



20. ábra A betegségindex alakulása fajtánként a második tenyészidőszak folyamán (2017)

A harmadik tenyészidőszakban, már nem sokkal a kihajtást követően április végén (04.26.) egy alacsony-közepes fertőzöttségi szint alakult ki a parcellákon (21-22. ábra). A fogékonyságbeli különbségek május elejétől (05.03.) kezdve váltak számottevővé. A

második évhez hasonlóan az Altissima és a Wrocław fajták egyedein figyeltem meg a legkisebb arányú fertőzött levelet (21. ábra).

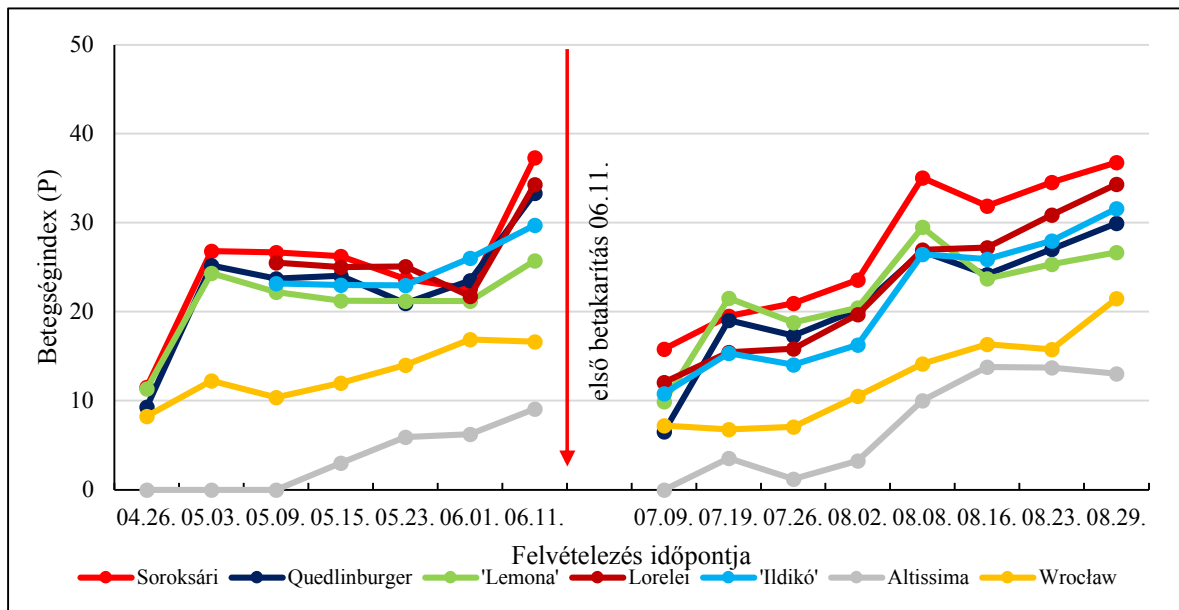


21. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakorisága fajtánként a harmadik tenyészidőszak folyamán (2018)

(A vízszintes tengely értékeit megszakító üres hely az első betakarítás utáni regenerációs időszakot jelöli)

Az Altissima egyedein a fertőzött levelek gyakorisága az egész tenyészidőszakban 60% alatt maradt. A legnagyobb arányú fertőzött levél ebben az évben is a Soroksári egyedein volt megfigyelhető. Az első betakarításkor (06.11.) ez az arány elérte a 93%-ot. Az 'Ildikó' fajta az előző évi tapasztalatokkal ellentétben már a fogékonyabb fajták között szerepelt.

A kihajtást követő hetekben csak az Altissima és Wrocław fajták különültek el nagyobb mértékben a betegségindex értékeit nézve, amely ezeknél szinte a tenyészidőszak végéig 20 alatt maradt (22. ábra). A leveleken megjelenő tünetek súlyosságában az első betakarítást (06.11.) követően jelentkeztek nagyobb különbségek. A betegségindex értéke a Soroksári fajtán volt legmagasabb (36,7-37,2) a betakarítások előtti értékelések alkalmával (06.11.; 08.29.)



22. ábra A betegségindex alakulása fajtánként a harmadik tenyészedőszak folyamán (2018)

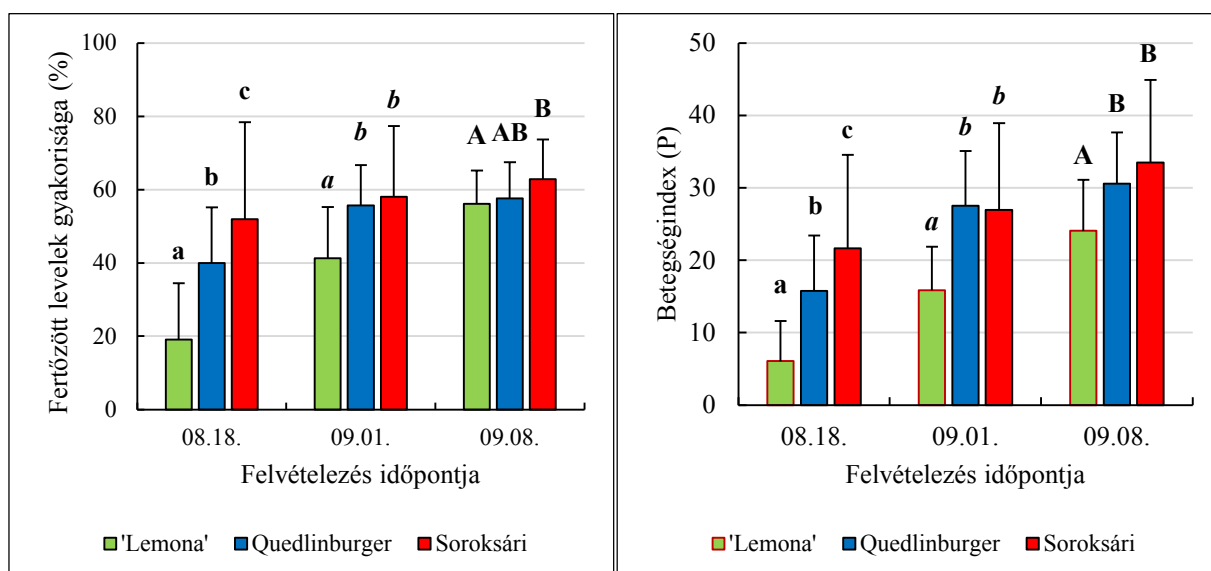
(A vízszintes tengely értékeit megszakító üres hely az első betakarítás utáni regenerációs időszakot jelöli)

A statisztikai értékeléshez választott időpontokban nagyrészt a Soroksári fajta egyedein volt a legmagasabb a fertőzött levelek aránya. A legalacsonyabb fertőzöttségi szinteket az első évben a 'Lemona', a második és harmadik évben az Altissima és a Wrocław fajták parcelláiban tapasztaltam (23-29. ábra).

A fajták közötti különbségek statisztikai értékeléséhez (egy kivételtől eltekintve), mindhárom évben a betakarítások előtti felvételezések adatsorait választottam.

2016-ban a legmarkánsabb különbségek az augusztus 18-ai felméréskor voltak megfigyelhetők (23. ábra). Ekkor a 'Lemona' fajta parcelláiban a fertőzött levelek átlagos gyakorisága 19%, míg a Soroksári egyedein 52% körül alakult. A statisztikai analízis szerint ebben az értékelési időpontban mindhárom vizsgált fajta szignifikánsan ($p < 0,05$) elkülönült egymástól. A következő két felmérés alkalmával a Quedlinburger és a Soroksári között nem volt szignifikáns eltérés, viszont a 'Lemona' parcelláiban még ekkor is statisztikailag igazolhatóan kevesebb fertőzött levél volt a Soroksárihoz viszonyítva.

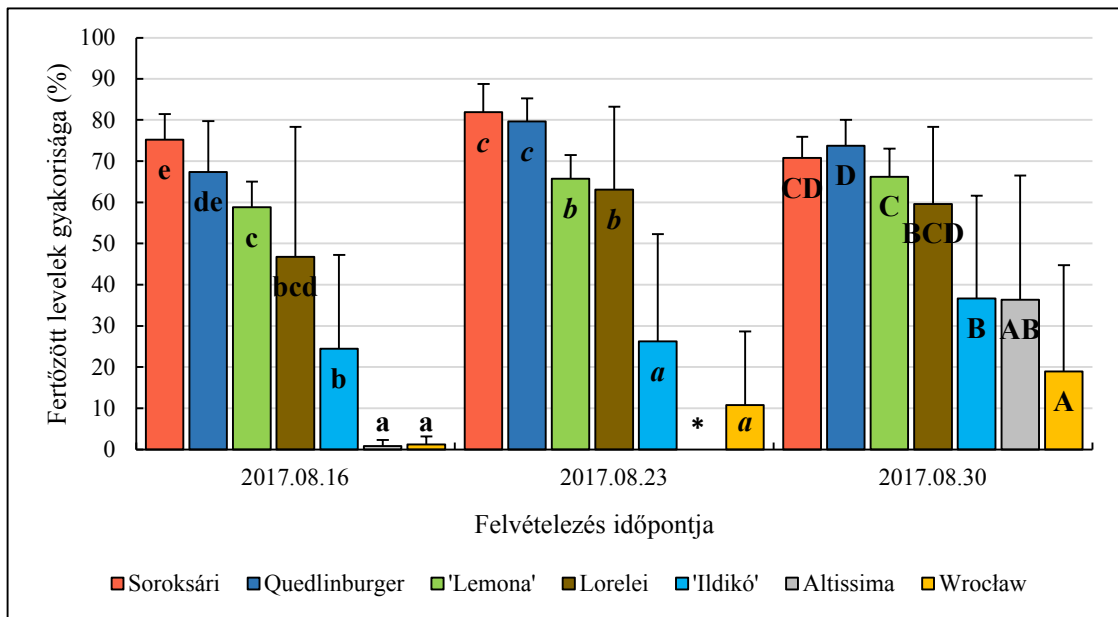
A betegségindex értékei élesebben elkülönültek egymástól, azonban itt is hasonló volt a tendencia, mint a gyakoriságnál (23. ábra). A Soroksári és a Quedlinburger fajták között csak az augusztus közepén (08.18.) rögzített adatokban volt szignifikáns ($p < 0,05$) eltérés. A 'Lemona' fajta parcelláiban a betegségindex értéke mindvégig, így a betakarítás előtti felvételezésikor (09.08.) is szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebb volt a többi fajtához képest.



23. ábra A fertőzött levelek gyakorisága és a betegségindex az első tenyészidőszak végén (2016)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpontban)

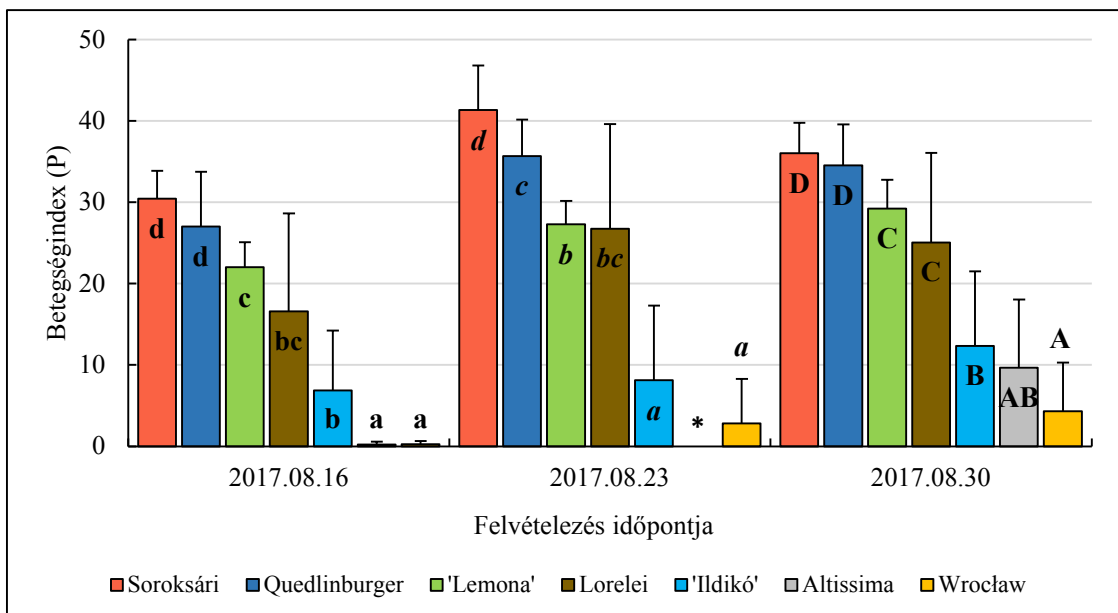
A második évben a fertőzött levelek átlagos gyakorisága a Wrocław egyedein – az 'Ildikó' és az Altissima kivételével – mindhárom felvételezési időpontban szignifikánsan kisebb volt a többi fajtához viszonyítva (24. ábra). Augusztus közepén (08.16.) ez a fajta, valamint az Altissima parcelláiban még csak elvétve lehetett megfigyelni a kórokozó tüneteit (fert. gyak. <5%), míg a Soroksári és Quedlinburger egyedein a fertőzött levelek százalékos aránya már átlagosan 75% és 67% volt. A vizsgált parcellák többségében a fertőzési nyomás a betakarítás előtti héten (08.23.) volt a legmagasabb. Fertőzött leveleket legnagyobb arányban (80-82%) ekkor is a Quedlinburger és a Soroksári parcelláiban figyeltem meg. A 'Lemona' és a Lorelei fajtáknál ehhez képest szignifikánsan ($p < 0,05$) 16-19%-kal kevesebb fertőzött levelet számoltam.



24. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakorisága fajtánként a betakarítás előtti 3 felvételezés során a második tenyészidőszakban (2017)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpontban. Az Altissima fajtánál a csillaggal jelölt időpontban nem volt felvételezés.)

A betegségindex értéke a Soroksári fajtánál volt a legnagyobb (30-41) a három értékelés időpontjában. Ezzel szemben a Wrocław (0,3-4), Altissima (0,2-10) és 'Ildikó' (7-12) fajtáknál ez az érték szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebb volt. A 'Lemona' és a Lorelei fajták egyedein a tünetek megjelenése közepes mértékű volt (25. ábra).

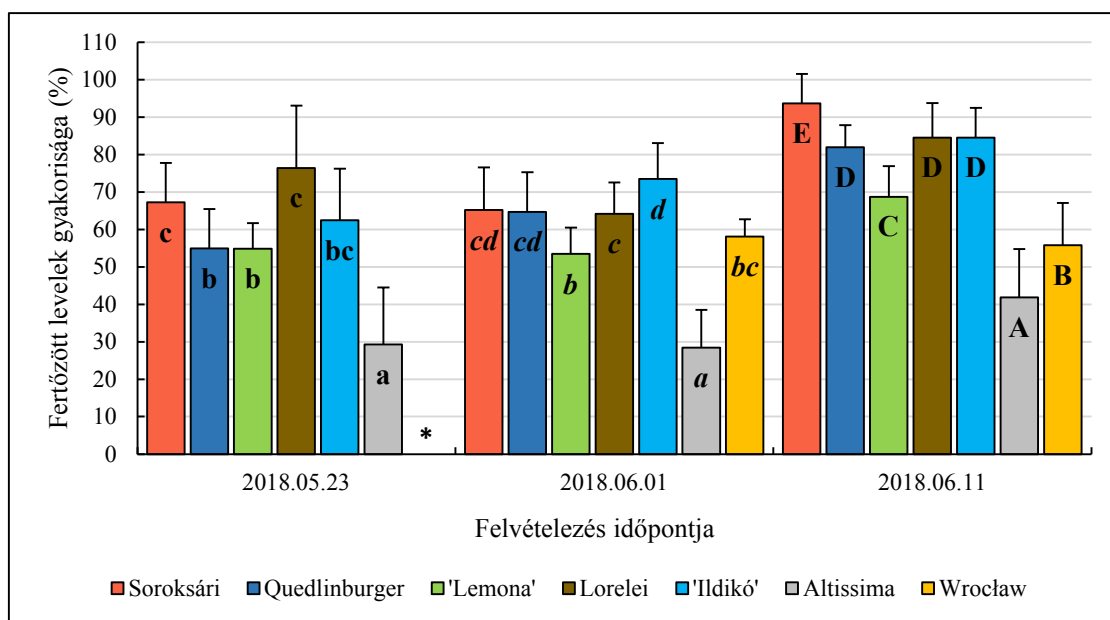


25. ábra Az átlagos betegségindex fajtánként a betakarítás előtti 3 felvételezés során a második tenyészidőszakban (2017)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpontban. Az Altissima fajtánál a csillaggal jelölt időpontban nem volt felvételezés.)

A harmadik tenyészidőszakban két alkalommal (06.11.; 08.29.) lehetett betakarítást végezni. A betakarítások előtti adatsorokat alapján a fertőzött levelek átlagos gyakoriságában az első betakarítás előtt erősebb különbségek voltak, mint a másodikonál (26. és 28. ábra). A fertőzési nyomás alakulásának 2017-ben megfigyelt tendenciái a harmadik évben csak részlegesen érvényesültek. A betegségindex értékei azt mutatják, hogy a fajták közötti különbségek 2018-ban erősebbek voltak (27. és 29. ábra).

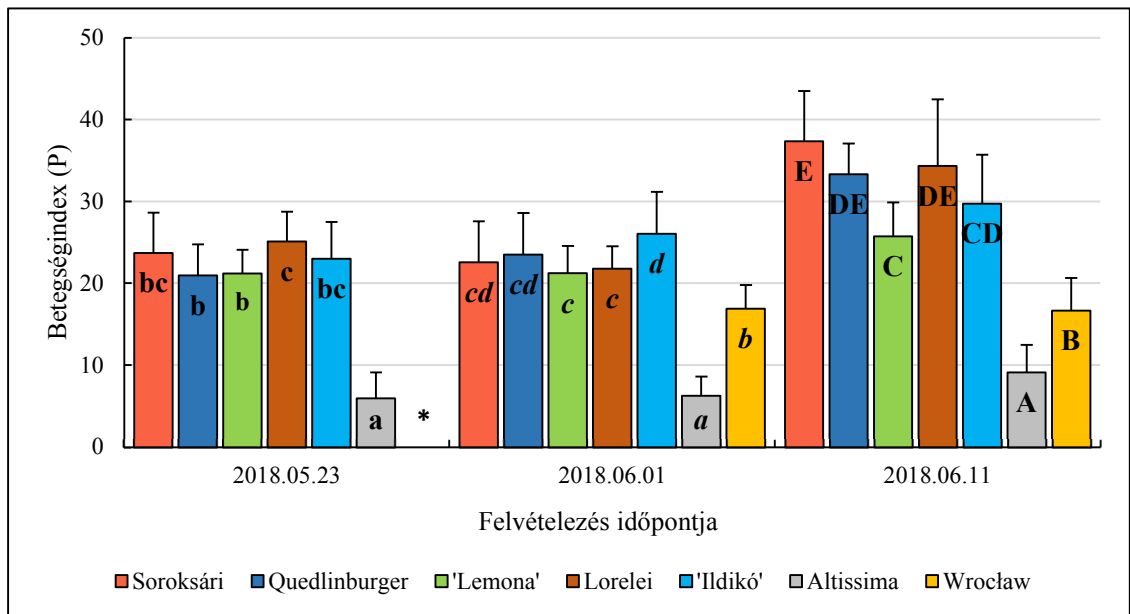
Az első betakarítás előtti utolsó felvételezéskor a legnagyobb arányú fertőzött levelet (94%) a Soroksári fajta állományában számoltam (26. ábra). A második tenyészidőszakhoz hasonlóan az Altissima és a Wrocław parcelláiban ekkor is szignifikánsan ($p < 0,05$) kevesebb (41-55%-kal) beteg levelet tudtam megfigyelni. Az első évben legkevésbé fogékony 'Lemona' fajta közepes fogékonyságot mutatott a vizsgált kórokozóra a többi fajtához viszonyítva. A megfigyelt különbségek statisztikailag is alátámaszthatók ($p < 0,05$) voltak.



26. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakorisága fajtánként az első betakarítás előtti 3 felvételezés során a harmadik tenyészidőszakban (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey (06.01.) és Games-Howell (05.23. és 06.11.) *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében. A Wrocław fajtánál a csillaggal jelölt időpontban nem volt felvételezés.)

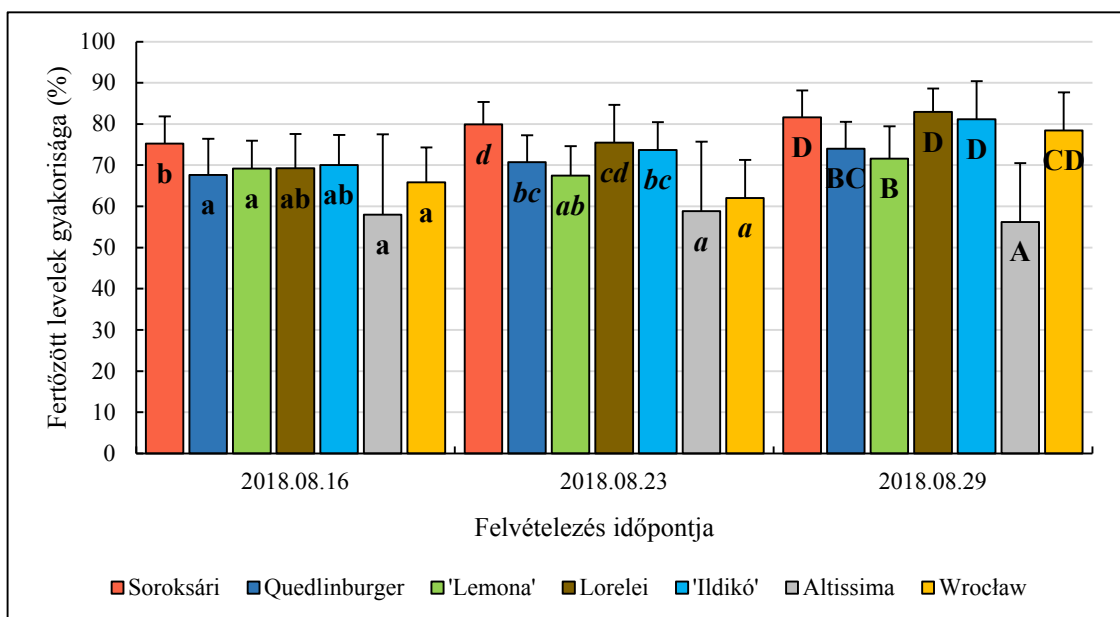
A betegségindex alapján a növényanyagok közötti különbségek közvetlenül az első betakarítás előtti időpontban (06.11.) voltak a legmarkánsabbak. Az Altissima és a Wrocław egyedein szignifikánsan ($p < 0,05$) enyhébbek tünetek alakultak ki a többi növényanyagéhoz képest (27. ábra). A Soroksári fajta egyedein a fertőzött levelek nagy gyakorisága mellett az azokon jelentkező tünetek is súlyosabbak voltak. A közepesen fogékony 'Lemona' fajtánál a betegségindex ehhez képest szignifikánsan ($p < 0,05$) 31%-kal volt kisebb. Az 'Ildikó' fajta esetében ez a szám több, mint duplája volt a második tenyészidőszakban rögzítettnek.



27. ábra Az átlagos betegségindex fajtánként az első betakarítás előtti 3 felvételezés során a harmadik tenyészidőszakban (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey (05.23.) és Games-Howell (06.01. és 06.11.) *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében. A Wrocław fajtánál a csillaggal jelölt időpontban nem volt felvételezés.)

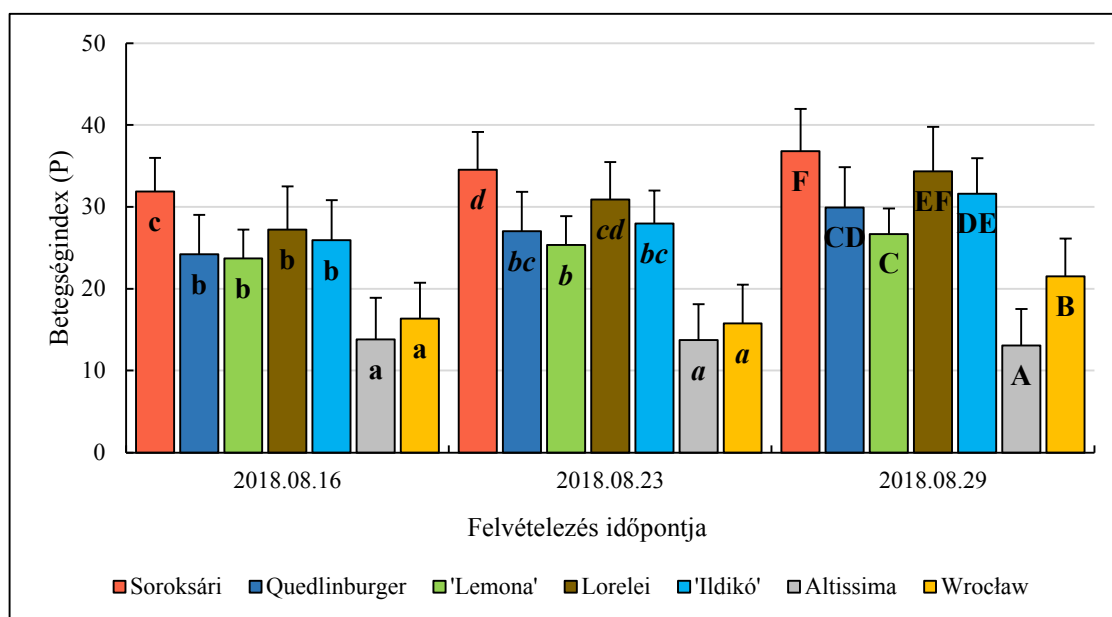
A nyár végi (08.29.) felvételezéskor, szemben a júniusi felvételezésekkel, a fertőzött levelek gyakoriságában kevésbé jelentek meg a fajták közti különbségek. A korábban kevésbé fogékony Wrocław fajta parcelláiban a beteg levelek gyakorisága (78%) megközelítette a Soroksárinál tapasztalt arányt (81%) (28. ábra). erőteljesebben csak az Altissima egyedei tértek el a többi fajtától (56%).



28. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakorisága fajtánként a második betakarítás előtti 3 felvételezés során a harmadik tenyészidőszakban (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey (08.23. és 08.29.) és Games-Howell (08.16) *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

A fertőzött levelek gyakoriságától eltérően a betegségindex értékeiben látványosabb eltérések adódtak (29. ábra). A betegségindex a Soroksári fajtánál volt a legnagyobb (32-37) az utolsó három felvételezéskor. A Wrocław és az Altissima fajtáknál ezek az értékek szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebbek voltak az összes fajtához viszonyítva. A fertőzött levelek arányban az utolsó felvételezéskor (08.29.) a Soroksári és a Wrocław egyedei között nem volt szignifikáns különbség ($p > 0,05$), ugyanakkor a betegségindex értéke szignifikánsan ($p < 0,05$) 42%-kal alacsonyabb volt. Ez a jelenség az 'Ildikó' fajtánál is észlelhető volt.



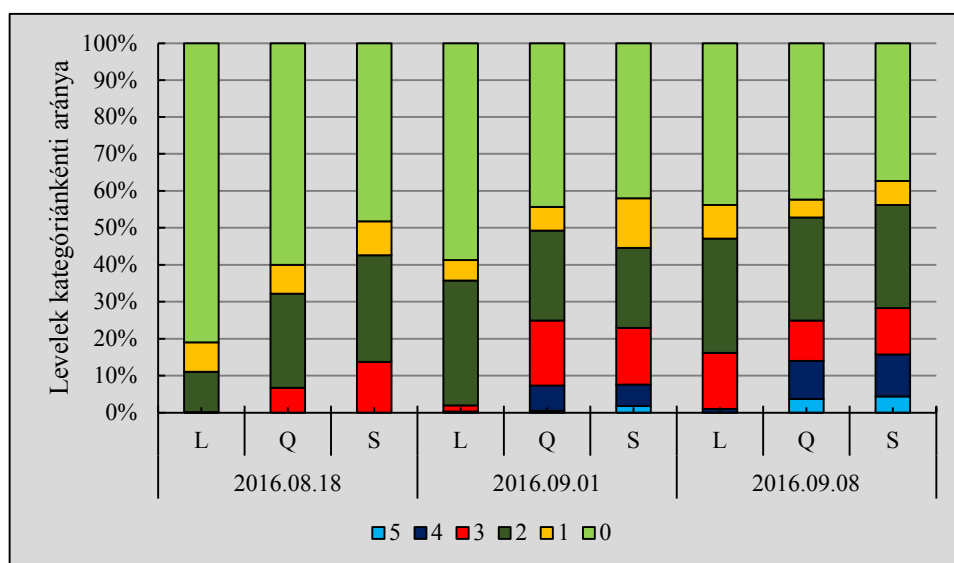
29. ábra Az átlagos betegségindex fajtánként a második betakarítás előtti 3 felvételezés során a harmadik tenyészidőszakban (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

A fertőzött levelek gyakorisága és a betegségindex mellett fontosnak tartottam azt is, hogy az egyes betegségkategóriákba sorolt levelek egymáshoz viszonyított arányát is bemutassam, ugyanis ez utalhat a kórfolyamat előrehaladásának ütemére.

A vizsgált levelek betegség kategóriánkénti összesítése alapján az első vegetációs időszakban a 'Lemona' egyedein a szeptóriás fertőzés tünetei lassabban alakultak ki, mint a Soroksári és a Quedlinburger parcellák növényein (30. ábra). A legsúlyosabb tünetek (5. kategória) a Soroksári egyedein jelentek meg először. A 'Lemona' fajtánál az utolsó felvételezéskor a súlyosabban fertőzött levelek többsége a 3. kategóriába esett, amelybe az összes vizsgált levél 15%-a tartozott. A 4. kategóriába a levelek kevesebb, mint 1%-a került. Az 5. kategóriába tartozó tüneteket nem figyeltem meg a fajta egyedein. Az előbbihez viszonyítva a Soroksári és Quedlinburger fajták esetében 4. és 5. kategóriába eső levelek összesített aránya 14-16% körül mozgott. A 'Lemona' esetében a levelek aránya a 3-5.

betegségkategóriákban végig szignifikánsan eltért a többi fajtához viszonyítva (8-9. melléklet).

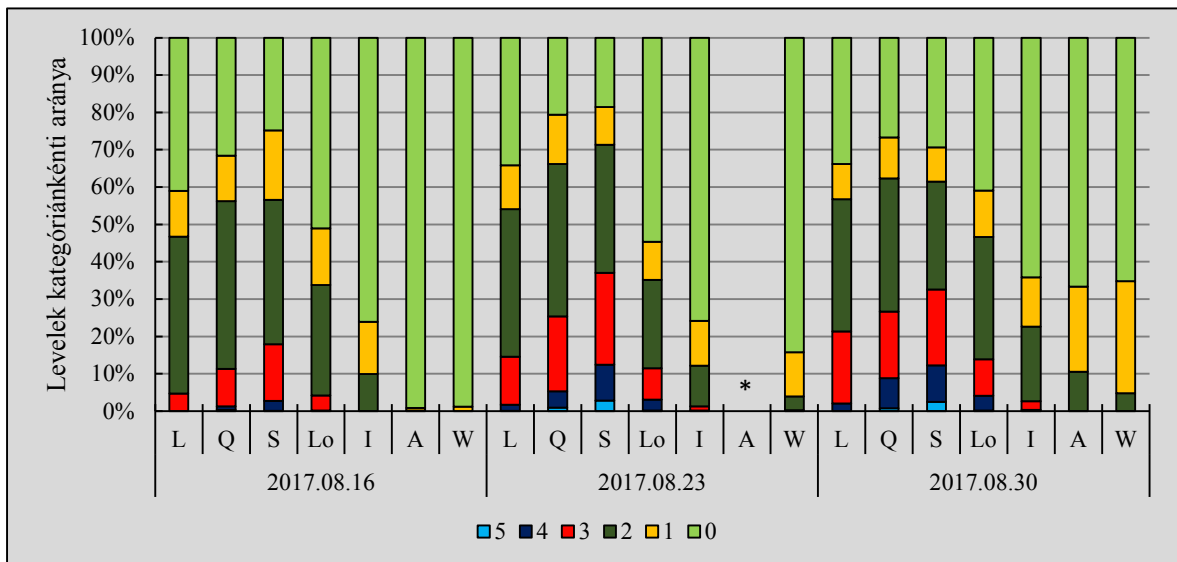


30. ábra A betegség kategóriák százalékos eloszlása fajtánként a betakarítás előtti 3 felvételezése során (2016)

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári. A 0-5 terjedő számozás a betegségkategóriákat jelöli [ld. 8. táblázat])

A második tenyészidőszak végén az Altissima, a Wrocław és az Ildikó egyedein lehetett a legtöbb egészséges levelet megfigyelni (31. ábra). Az egészséges levelek aránya szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb volt a többi fajtához képest. Továbbá ezeknél a fajtáknál sokkal enyhébb (legfeljebb 3. kategória) tünetekkel jelent meg a betegség (10. melléklet).

Az összes fajtát együttesen értékelve elmondható, hogy legsúlyosabb tünetek (5. kategória) nagyobb arányban csak a Soroksári fajta parcelláiban voltak megfigyelhetők. A 'Lemona' és a Lorelei parcelláiban ehhez képest enyhébb volt a kórfolyamat lefolyása.



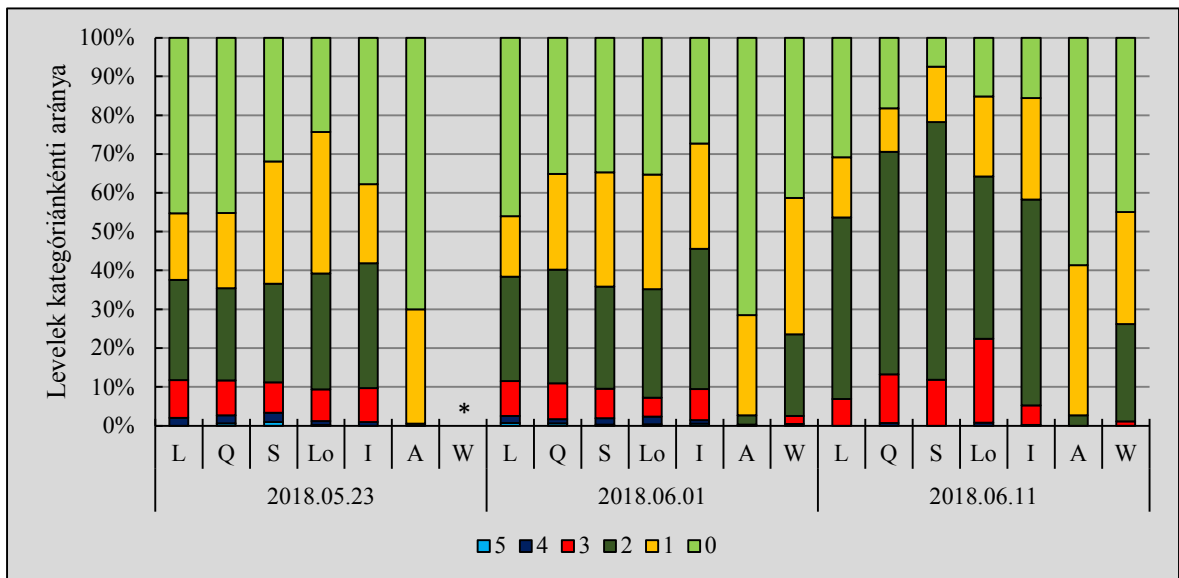
31. ábra A betegség kategóriák százalékos eloszlása fajtánként a betakarítás előtti 3 felvételezése során (2017)

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Lo – Lorelei; I – 'Ildikó'; A – Altissima; W – Wrocław. A csillaggal jelölt fajta az adott időpontban nem volt felvételezve. A 0-5 terjedő számozás a betegségkategóriákat jelöli [ld. 8. táblázat])

A harmadik év összesítése alapján a fertőzött levelek aránya viszonylag nagy volt az egész állományban, azonban a levélfoltosság mértéke kisebb volt, mint azt az első két tenyészidőszakban tapasztaltam (30-33. ábra). Az értékeléshez választott 6 felvételezés időpontjaiban a fertőzött levelek többsége a 0., az 1. és a 2. kategóriákba tartozott. A súlyosabb (4. kategória) tüneteket mutató levelek viszonylag kis arányban voltak jelen az egyedeken, valamint a második betakarítás (08.29.) előtti utolsó három felvételezéskor már csak a Soroksári, Quedlinburger és Lorelei parcelláiban voltak megfigyelhetők (33. ábra).

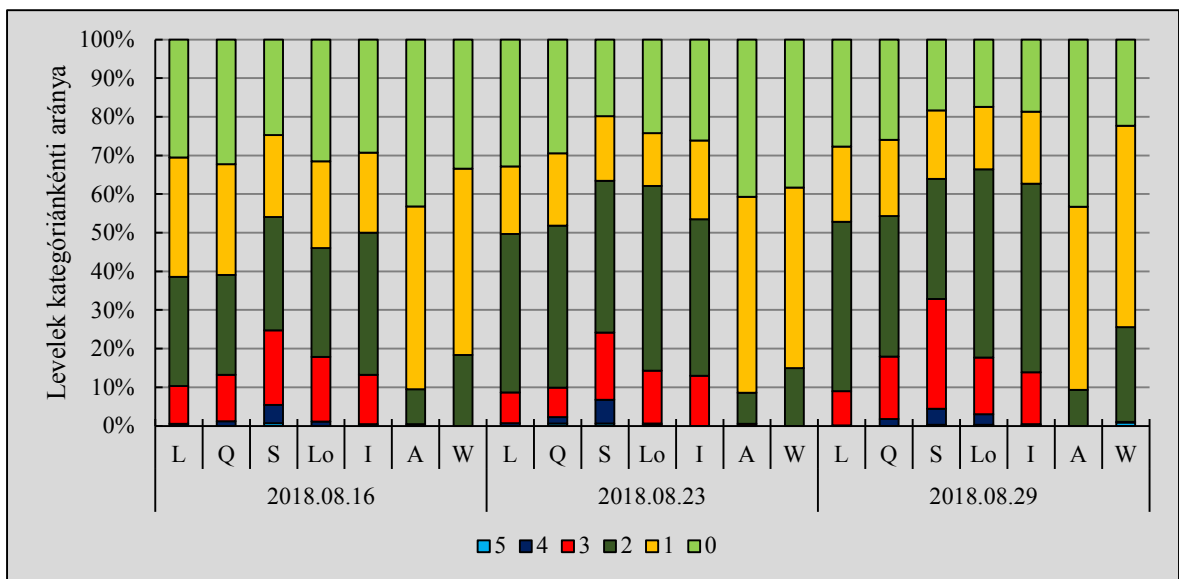
A második évhez képest az Altissima és a Wrocław egyedek a beteg levelek aránya nagyobb volt, ugyanakkor ezeknél a fajtáknál a betegség tünetei sokkal enyhébben jelentek meg, mint a többi vizsgált fajtánál (32-33. ábra, 10-12. melléklet).

A három év eredményeit összevetve megállapítható, hogy a Soroksári fajta esetében a kórfolyamat lefolyása sokkal gyorsabb, mivel a legtöbb súlyosabb tüneteket mutató levél (3-5. kategória) aránya a legtöbb felvételezési időpont esetében, szignifikánsan magasabb volt, mint a többi fajtánál. Az Altissima és a Wrocław egyedek ehhez képest a kórokozó látványosan lassabban kolonizálta a fertőzött leveleket (13-14. melléklet).



32. ábra A betegség kategóriák százalékos eloszlása fajtánként az első betakarítás előtti 3 felvételezése során (2018)

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Lo – Lorelei; I – 'Ildikó'; A – Altissima; W – Wrocław. A csillaggal jelölt fajta az adott időpontban nem volt felvételezve. A 0-5 terjedő számozás a betegségkategóriákat jelöli [ld. 8. táblázat])

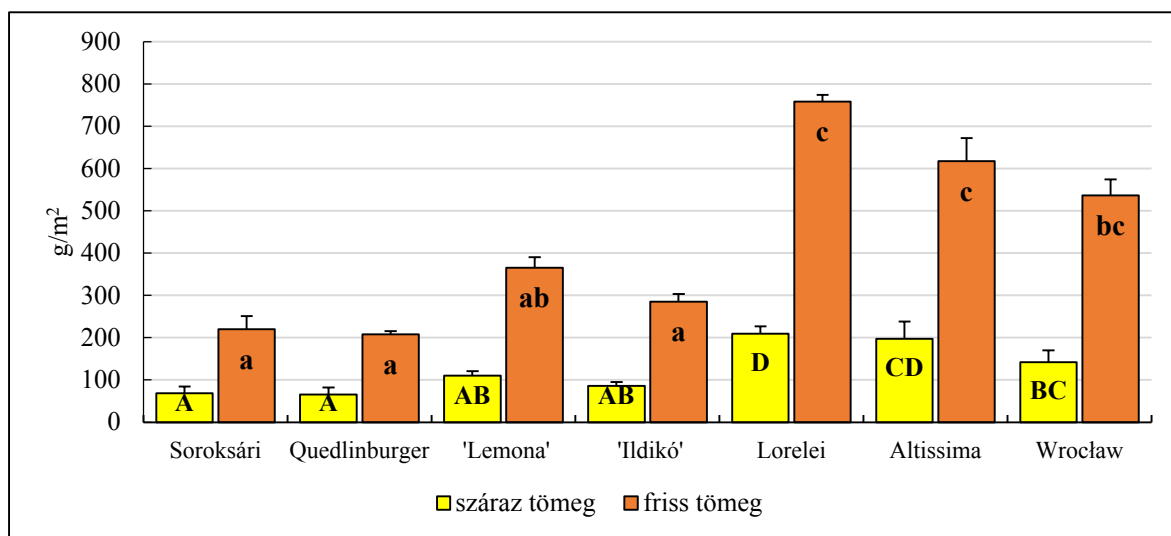


33. ábra A betegség kategóriák százalékos eloszlása fajtánként a második betakarítás előtti 3 felvételezése során (2018)

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Lo – Lorelei; I – 'Ildikó'; A – Altissima; W – Wrocław. A 0-5 terjedő számozás a betegségkategóriákat jelöli [ld. 8. táblázat])

4.2 A fajták hozama

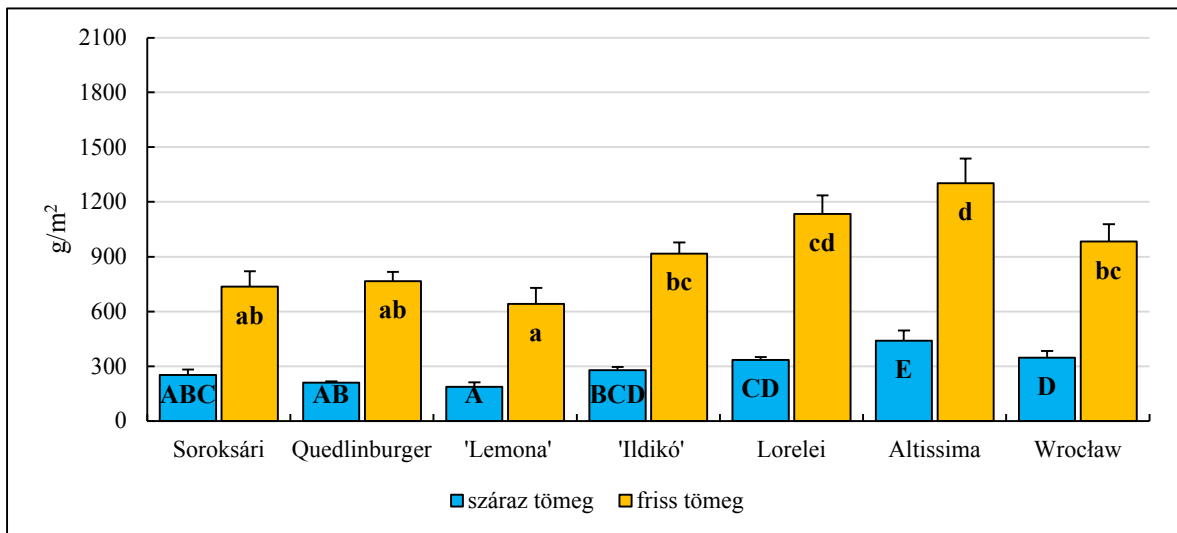
A vizsgálatba vont fajták produkciós képességeit a második, illetve a harmadik tenyészidőszakban értékeltem. A második évben a fajták közül a legnagyobb mennyiségű friss hajtást a Lorelei (758 g/m²), az Altissima (617 g/m²) és a Wrocław (536 g/m²) parcelláiból tudtam betakarítani (34. ábra). A friss hajtások össz tömege szignifikánsan nem különbözött ($p>0,05$) egymástól ezeknél a fajtáknál, viszont – a Wrocław esetében a 'Lemona' kivételével – szignifikánsan ($p<0,05$) nagyobb volt a többi fajtához viszonyítva. A szárítást követően a herba drogok mennyiségének alakulásában is hasonló tendencia volt megfigyelhető.



34. ábra A második évben betakarított hajtások átlagos friss és száraz tömege fajtánként (Jelmagyarázat: Az ábrán látható kis- és nagybetűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik külön a friss tömeg és külön a száraz tömeg esetében.)

2018-ban a másodéves parcellákon már két alkalommal lehetett betakarítást végezni. A korai kihajtásnak köszönhetően az első betakarításra június elején (06.11.), míg a másodikra augusztus végén (08.29.) kerülhetett sor. Az előző évben (2017) tapasztalt különbségek, mérsékeltebben, de ekkor is megfigyelhetők voltak a fajták között (35-36 ábra).

A legnagyobb hozamot az első, illetve második betakarításkor egyaránt az Altissima (1302-1636 g/m²) parcellái szolgáltatták. A legkisebb kihozatalú parcellák (641-736 g/m²) a 'Lemona' mellett ebben az évben is a Soroksári és Quedlinburger állományyaiból kerültek ki (35 ábra).

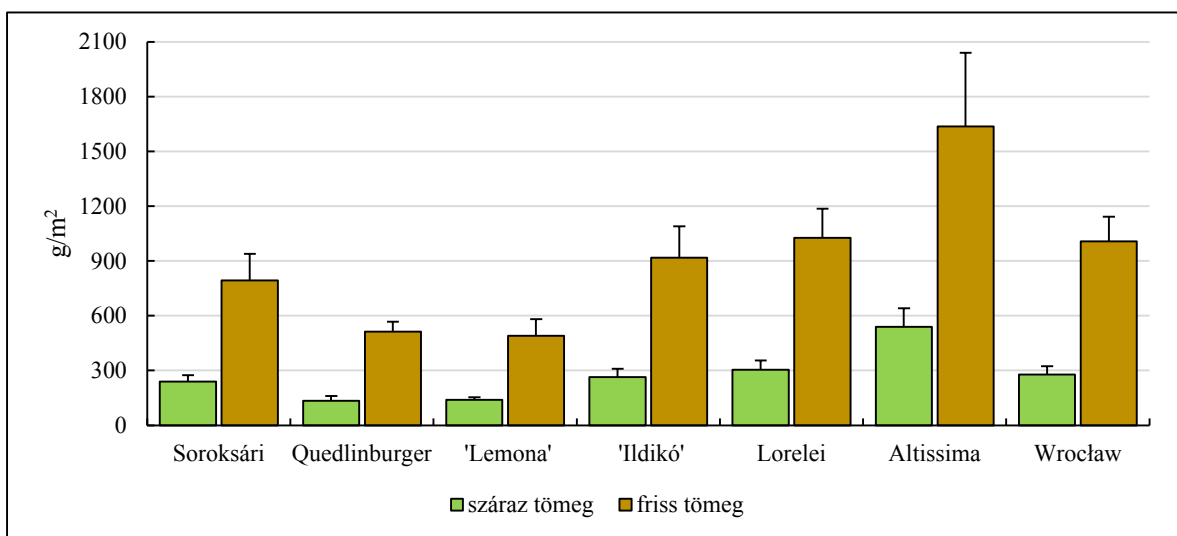


35. ábra A harmadik év első betakarításából származó hajtások friss és száraz tömege fajtánként

(Jelmagyarázat: Az ábrán látható kis- és nagybetűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik külön a friss tömeg és külön a száraz tömeg esetében.)

A statisztikai analízisek alapján a harmadik év betakarításai közül csak az első eredményei között lehetett szignifikáns ($p > 0,05$) eltérést kimutatni. Az Altissima produkciója a friss hajtás tömeg tekintetében, a Lorelei kivételével, szignifikánsan nagyobb ($p < 0,05$) volt a többi fajtához képest, míg a megszáritott hajtások (441 g/m^2) esetében mindegyiktől eltért. A legkisebb száraz tömeget (187 g/m^2) a 'Lemona' egyedei produkálták.

A második betakarítás eredményei ugyan statisztikailag nem különböztek ($p > 0,05$) egymástól, de az első betakarításhoz hasonlóan ekkor is az Altissima fajta hozama (1636 g/m^2) volt a legnagyobb (36. ábra). A többi fajta közül a Lorelei (1027 g/m^2), és a Wrocław (1006 g/m^2), fajták rendelkeztek 1 kg/m^2 feletti friss hajtás hozammal.



36. ábra A harmadik év második betakarításából származó hajtások friss és száraz tömege fajtánként

(Jelmagyarázat: Az ábrán látható kis- és nagybetűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik külön a friss tömeg és külön a száraz tömeg esetében.)

A két év során kapott produkciós eredményeket a hozzájuk tartozó fertőzöttségi adatokkal összevetve megállapítható, hogy a fertőzési nyomás kevésbé befolyásolta a növények friss hajtás hozamát. A három betakarítás során mindig a Lorelei, az Altissima és a Wrocław fajták parcellái adták a legnagyobb hozamot (34-36. ábra). A statisztikai analízisek alapján az Altissima és Lorelei hozam eredményei között nem volt szignifikáns ($p > 0,05$) eltérés, holott a fertőzési szintek tekintetében egy kivételtől eltekintve az Altissima egyedein szignifikánsan ($p < 0,05$) enyhébb volt a fertőzés lefolyása (22-27. ábra).

Az előbbi megállapítás alátámasztására a három betakarítás során kapott friss hozam adatokat a hozzájuk tartozó átlagos fertőzöttségi szint szerint csoportosítva látható, hogy a magas, illetve alacsony friss hajtás hozam kialakulásában a magas és alacsony fertőzöttségi szint egyaránt közre játszhatott (17. táblázat). A Fisher próba eredményei alapján a fertőzési nyomás és a friss hozam alakulása között nincs szignifikáns ($p > 0,05$) összefüggés.

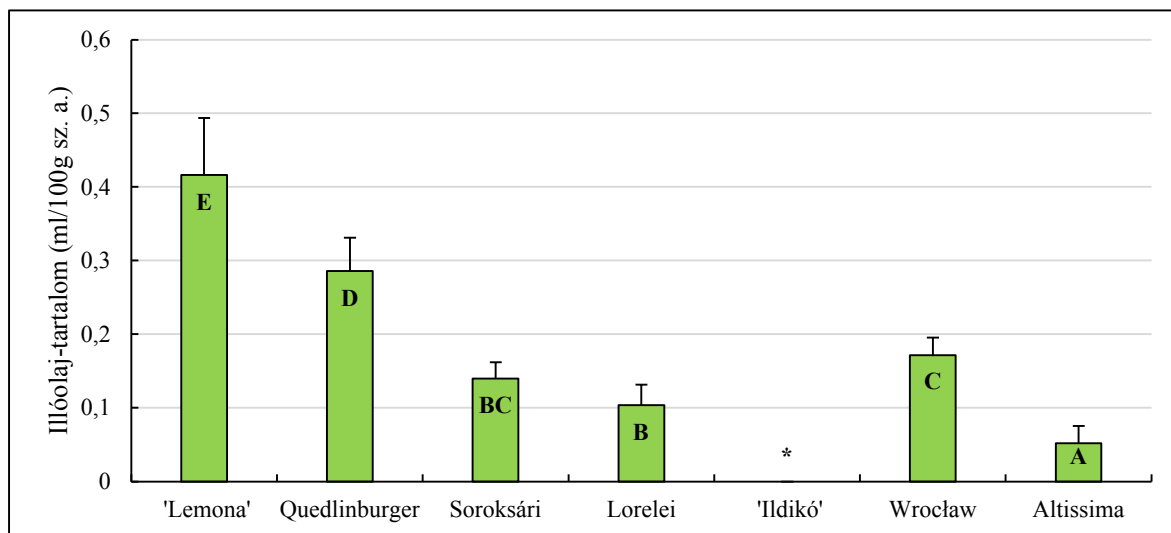
17. táblázat A fajták hozamra vonatkozó eredményeinek összesítése a fertőzési adatok függvényében

Fisher's Exact Test	4,519	hozam	
Exact Sig. (2-sided)	0,109	magas	alacsony
fertőzési nyomás	magas	21	18
	közepes	3	3
	alacsony	14	3

4.3 A szeptóriás fertőzés hatása a drogminőségre

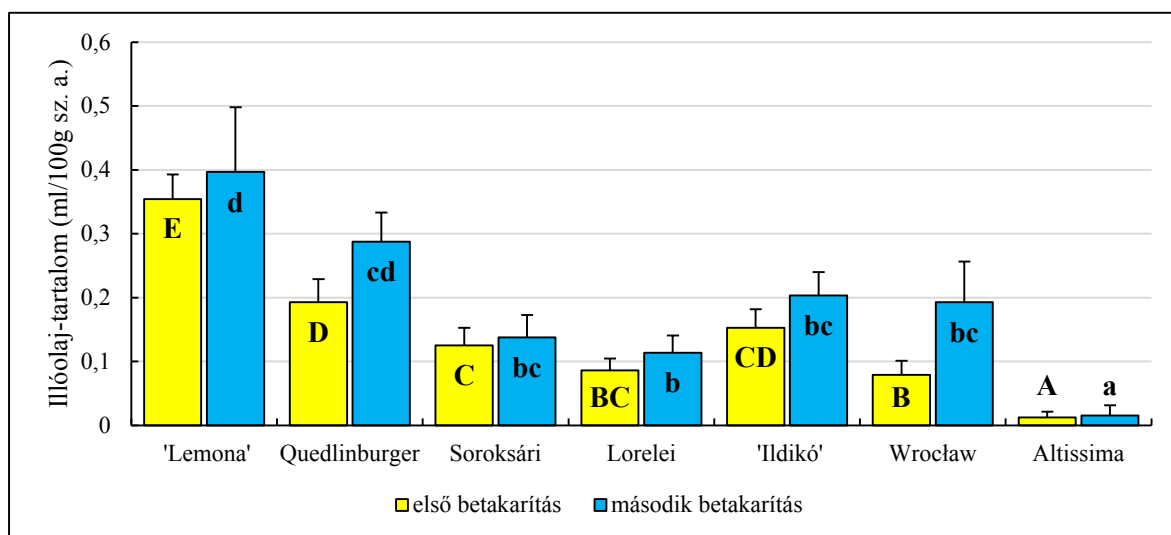
4.3.1 A hajtásdrog illóolaj-tartalma

Mindkét vizsgált évben a legmagasabb illóolaj-tartalmat a 'Lemona' fajta parcelláiból származó hajtásdrogban mértem, amely átlagosan 0,4 ml/100g körül alakult (37-38. ábra). A 'Lemona' fajtánál az illóolaj-tartalom ezekben az években szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb volt a többi fajtához viszonyítva, amelyek drogja 46-97%-kal kevesebb illóolajat tartalmazott. A legkisebb illóolaj koncentrációt az Altissima drogjában mértem, amely a 2018-as betakarítások során a mérési határon mozgott és nem érte el a 0,1ml/100g mennyiséget. A fajták közötti különbségek a három betakarítás során hasonló tendenciát mutattak.



37. ábra A *herba* drogok átlagos illóolaj-tartalma fajtánként (2017)

(Jelmagyarázat: az ABC betűk a Games-Howell *post hoc* teszt eredményeit jelölik, a csillaggal jelölt fajta esetében nem történt illóolaj-tartalom meghatározás)



38. ábra A *herba* drogok átlagos illóolaj-tartalma fajtánként (2018)

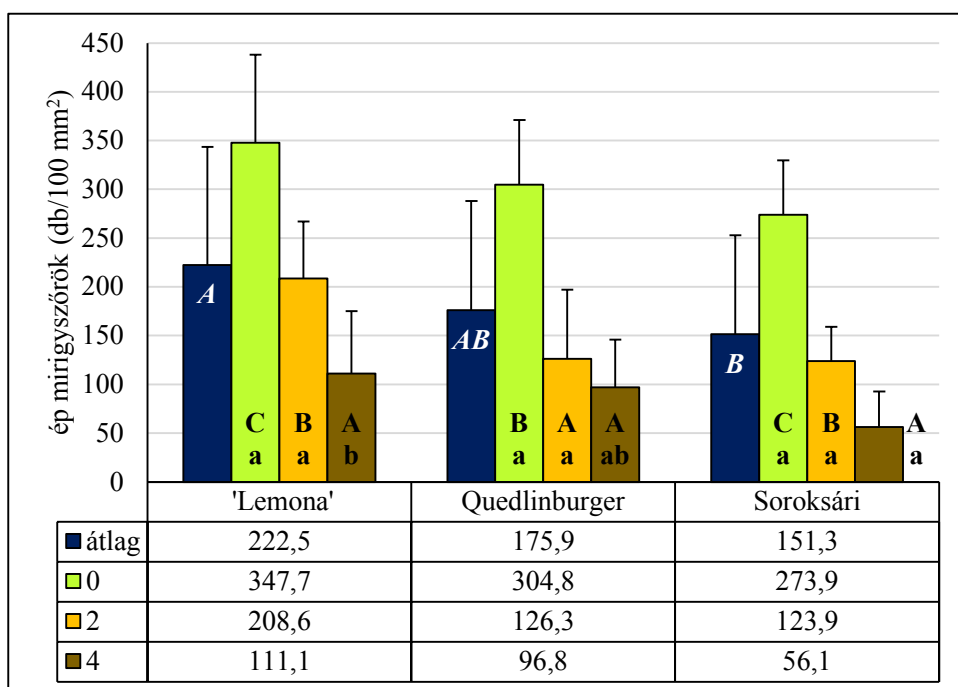
(Jelmagyarázat: a kis és nagy ABC betűk a Games-Howell *post hoc* teszt eredményeit jelölik, külön betakarításokként)

A 2018-as év két betakarításának eredményei alapján a második betakarításából származó drogok átlagosan 10-144%-kal nagyobb illóolaj-tartalommal rendelkeztek, mint az első vágásból származók (37. ábra). Az első betakarításhoz képest azonban csak a Wrocław fajtánál tapasztaltam lényegesen eltérő eredményt, ahol a második betakarításnál közel másfélszer akkora illóolaj-tartalmat mértem.

A fentiek és a fertőzési adatok alapján a *herba* drog szempontjából a fajták közti különbségek kialakulását a szeptóriás fertőzés csak részben befolyásolta. A fertőzött levelek aránya 2017-ban és 2018-ban egyaránt a Soroksári fajta egyedein volt a legnagyobb, illetve az Altissima egyedein pedig a legkisebb (24., 26. és 28. ábrák). A 'Lemona' fajtán ezekhez képest egy közepes fertőzöttségi szint alakult ki. A legnagyobb illóolaj-tartalmat a 'Lemona'

esetében mértem, míg a legkevesebbet az Altissima drogjában. A Soroksári fajta illóolaj-tartalma ezek között helyezkedett el.

Az összefüggés hátterének megállapítására a harmadik évben (2018) a 'Lemona', a Soroksári és a Quedlinburger fajtáknál meghatároztam az egészséges (0. bet. kat.), enyhén (2. bet. kat.) és erősen (4. bet. kat.) fertőzött leveleken található egészséges (jellemző méretű, ép és sérülésmentes) mirigyszőrök számát is (39. ábra). A vizsgálat kimutatta, hogy a levélfoltosság mértékének növekedésével együtt szignifikánsan ($p < 0,05$) csökken az ép mirigyszőrök száma. A három kategóriába tartozó leveleken található egészséges mirigyszőrök számában csak az enyhén és erősen fertőzött leveleknél volt eltérés a fajták között. Az összes vizsgált levél adatait fajtánként átlagolva a 'Lemona' és Soroksári fajták ép mirigyszőr számában szignifikáns ($p < 0,05$) eltérés volt.



39. ábra Az ép mirigyszőrök száma az eltérő mértékben fertőzött leveleken

(Jelmagyarázat: 0 – egészséges levelek, 2 – enyhén fertőzött levelek [6-25% levélfelület nekrozis], 4 – erősen fertőzött levelek [51-75% levélfelület nekrozis]. A kis és nagy, valamint a dőlt nagy ABC betűk a Games-Howell és Tukey *post hoc* tesztek eredményeit jelölik. A dőlt nagy betűk az átlagos mirigyszőr számra vonatkoznak, a kisbetűk a fajták közötti különbségeket jelölik betegség kategóriánként, a nagy betűk a betegségkategóriák közötti, különbségeket jelölik fajtánként)

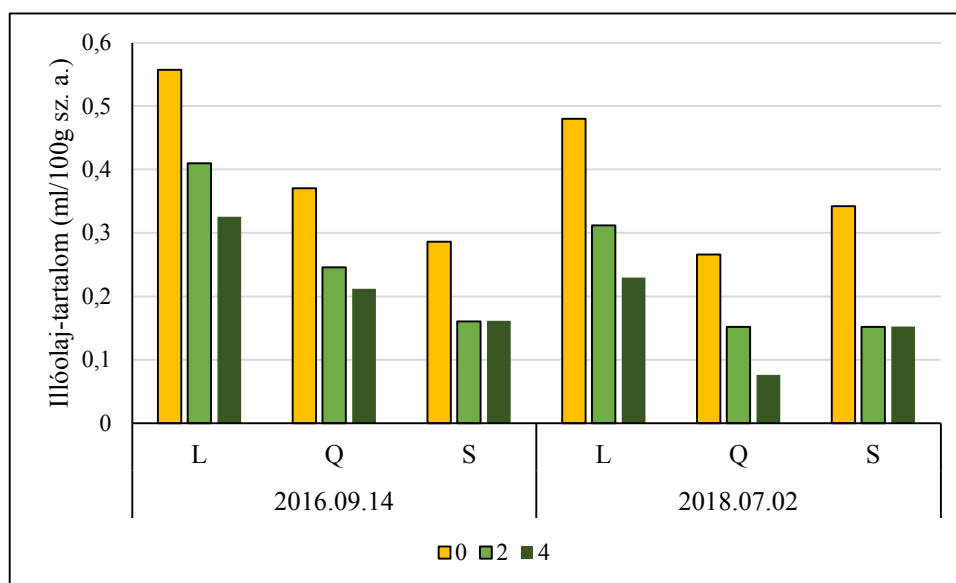
4.3.2 Az eltérő fertőzöttségű levelek illóolaj-tartalma és illóolaj összetétele

A különböző mértékben fertőződött levelekből készült drogok illóolaj-tartalmának vizsgálatát csak a Soroksári, 'Lemona' és a Quedlinburger fajták esetében végeztem. A vizsgálatokhoz választott egészséges (0. bet. kat.) enyhén (2. bet. kat.) valamint erősen fertőzött (4. bet. kat.) levelek külleme már a lepárlás előtt is utalt a belőlük nyerhető illóolaj mennyiségére (40. ábra).



40. ábra Az egészséges, enyhén, valamint erősen fertőzött levelekből készült levéldrog
(Jelmagyarázat: 0 – egészséges levelek, 2 – enyhén fertőzött levelek [6-25% levélfelület nekrozis], 4 - erősen fertőzött levelek [51-75% levélfelület nekrozis])

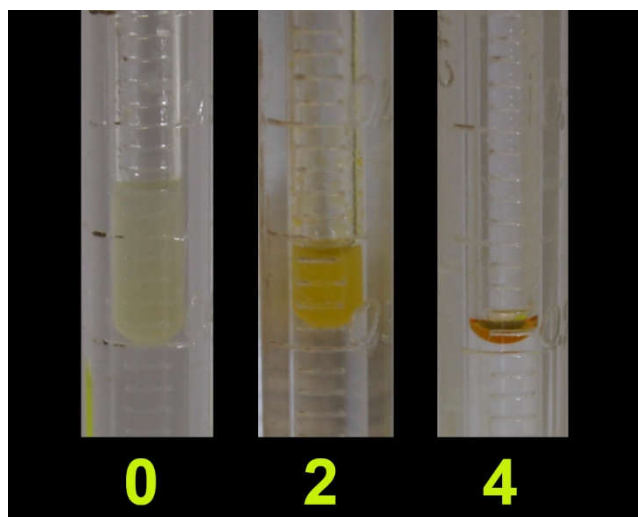
A leparlások eredményei alapján az első és harmadik vegetációs időszakban a különböző kategóriába tartozót drogok illóolaj-tartalma a fertőzés mértékének növekedésével csökkent (41. ábra).



41. ábra Az első és harmadik évben gyűjtött, különböző mértékben fertőzött levelekből előállított *folium* drogok illóolaj-tartalma fajtánként

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; 0 – egészséges levelek; 2 – enyhén fertőzött levelek [6-25% levélfelület nekrozis]; 4 - erősen fertőzött levelek [51-75% levélfelület nekrozis])

Megfigyeltem továbbá azt is, hogy a különböző mértékben fertőzött drogokból kinyert illóolajok színe is eltérő (42. ábra). Az egészséges levelekből leparolt illóolaj opálos színű, míg az enyhén, illetve erősen fertőzött levelek illóolaja okkersárga, valamint barnás színű.



42. ábra Az egészséges, valamint az enyhén és erősen fertőzött drogokból lepárolt illóolaj színe

(Jelmagyarázat: 0 – egészséges levelek, 2 – enyhén fertőzött levelek [6-25% levélfelület nekrozis], 4 – erősen fertőzött levelek [51-75% levélfelület nekrozis])

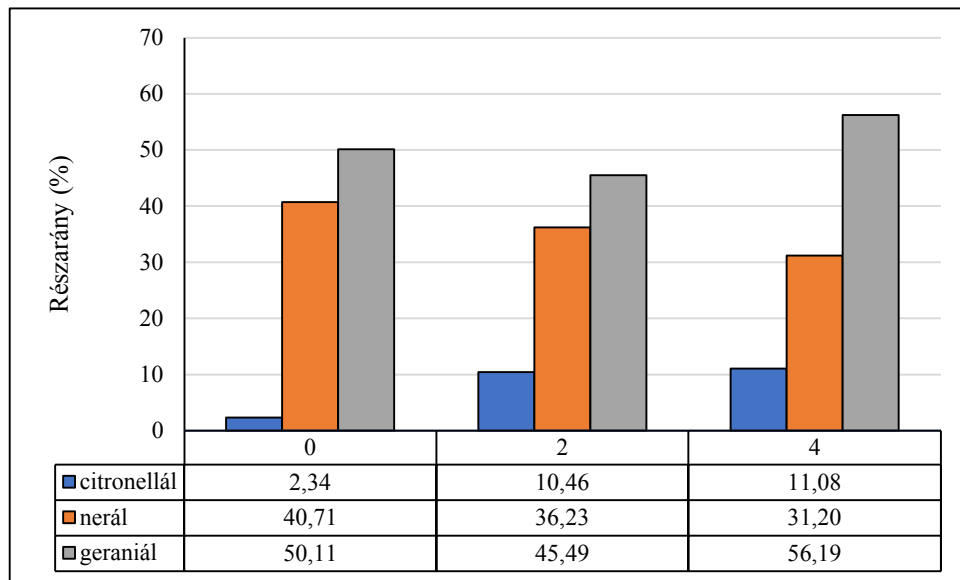
Az illóolaj három fő komponensének (citronellál, nerál és geraniál) aránya a fertőzés mértékével összefüggésben változott (43-48. ábra).

A **citronellál** aránya egy kivételtől eltekintve a fertőzés mértékének növekedésével egyenes arányban nőtt. Az első évben a vizsgált illóolajok összetevőinek arányához viszonyítva ennek a komponensnek a részaránya a fogékonyabb Soroksári és Quedlinburger fajtáknál jelentősen nagyobb volt, mint a kevésbé fogékony 'Lemona' fajta illóolajában. A harmadik vegetációs évben gyűjtött leveleknél ez az összefüggés mérsékeltebben, de szintén megfigyelhető volt.

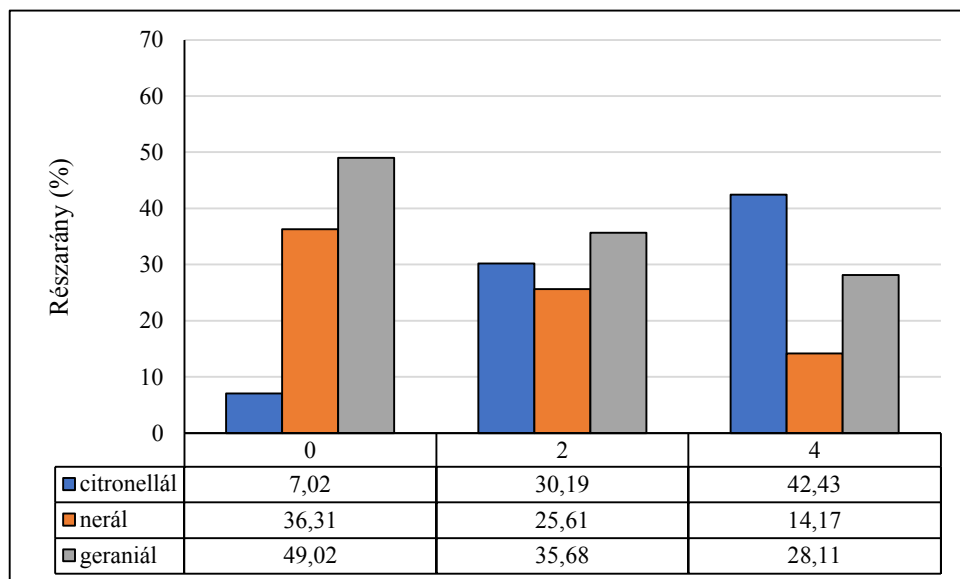
A **nerál** komponens aránya mindkét vizsgált évben a fertőzés mértékével fordított arányban csökkent. Ugyanakkor a citronellál esetében tapasztaltnal ellentétben az összes komponenshez viszonyított aránya a kevésbé fogékony 'Lemona' fajtánál nagyobb volt, mint a másik két fajtánál.

A **geraniál** aránya évjárártól és fajtától függően, egyes esetekben nagyobb volt, míg máskor éppen kisebb volt a fertőzés mértékével összhangban.

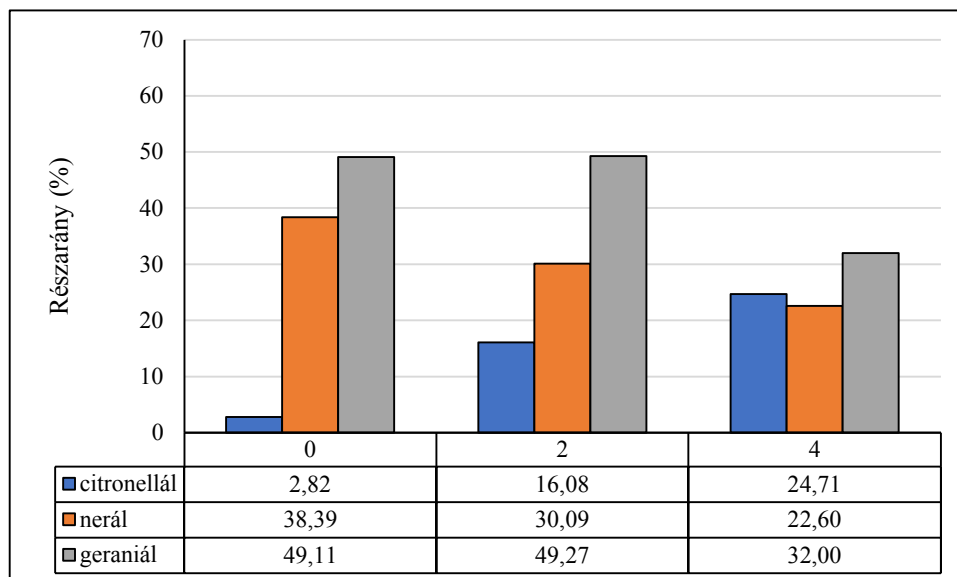
Mindezek mellett 2016-ban a Soroksári és Quedlinburger fajták erősen fertőzött (4. bet. kat.) leveleinél a vizsgált három fő komponens összesített aránya jelentősen 8-11%-kal csökkent az egészséges levelekéhez képest. Ugyanakkor a GC-MS analízis alapján az illóolajokban a nerol, geraniol, metil-citronellál és β -kariofillén szintje nőtt. Továbbá az erősen fertőzött drogok illóolajából kimutatható komponensek (20-22 db) száma jelentősen kisebb volt, mint az egészséges leveleknél (8-12 db) (15. melléklet).



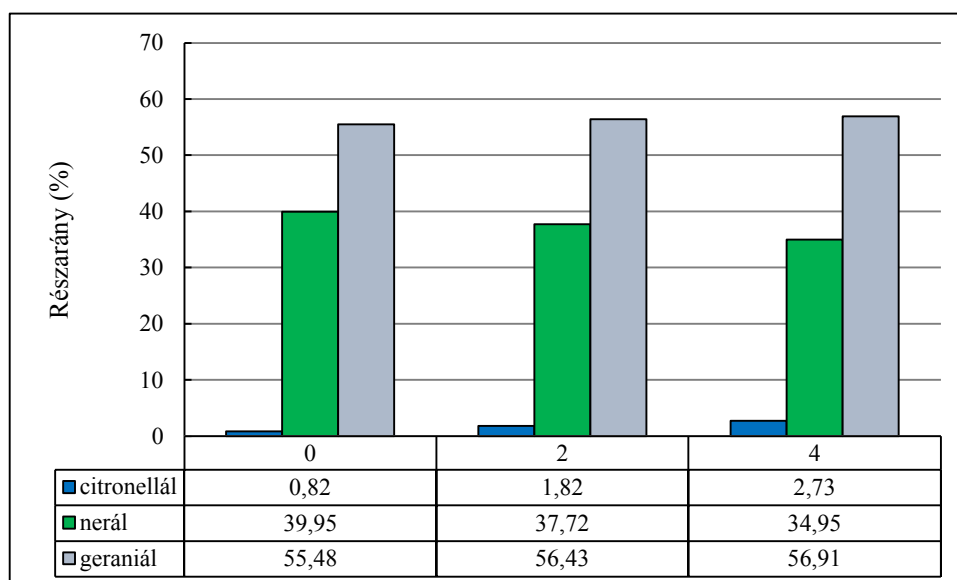
43. ábra Az első évben gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült *folium* drog főkomponenseinek részaránya a 'Lemona' fajtánál



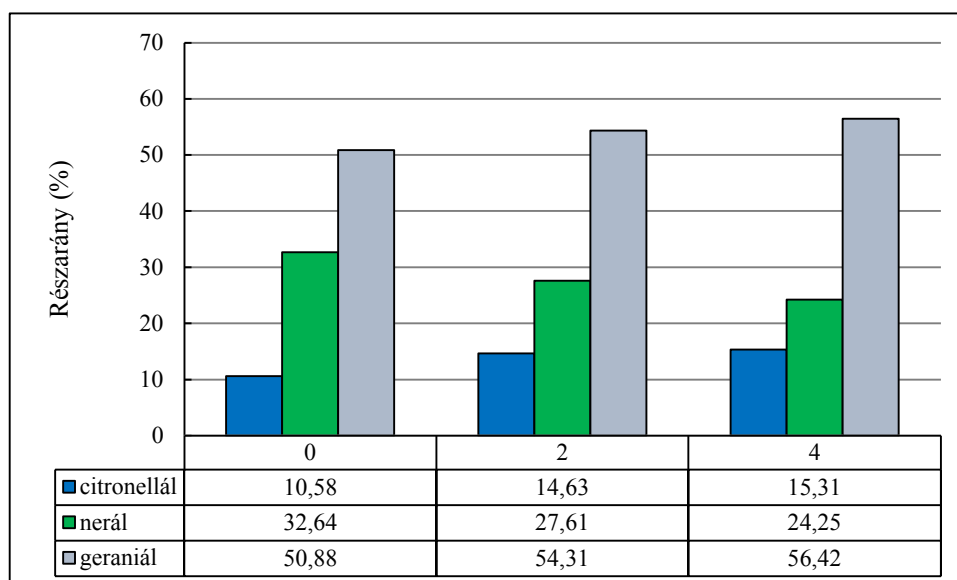
44. ábra Az első évben gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült *folium* drog főkomponenseinek részaránya a Soroksári fajtánál



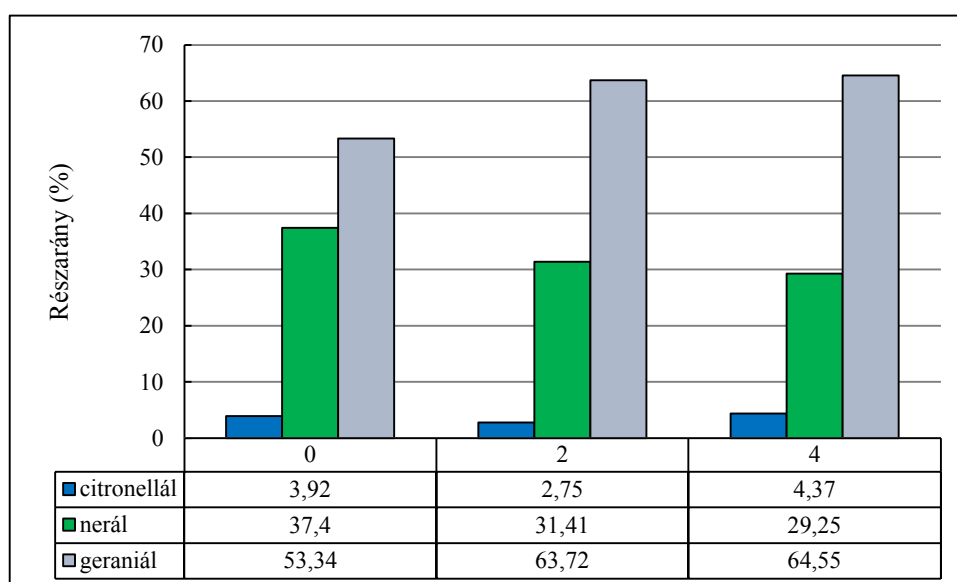
45. ábra Az első évben gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült *folium* drog főkomponenseinek részaránya a Quedlinburger fajtánál



46. ábra A harmadik évben gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült *folium* drog főkomponenseinek részaránya a 'Lemona' fajtánál



47. ábra A harmadik évben gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült *folium* drog főkomponenseinek részaránya a Soroksári fajtánál

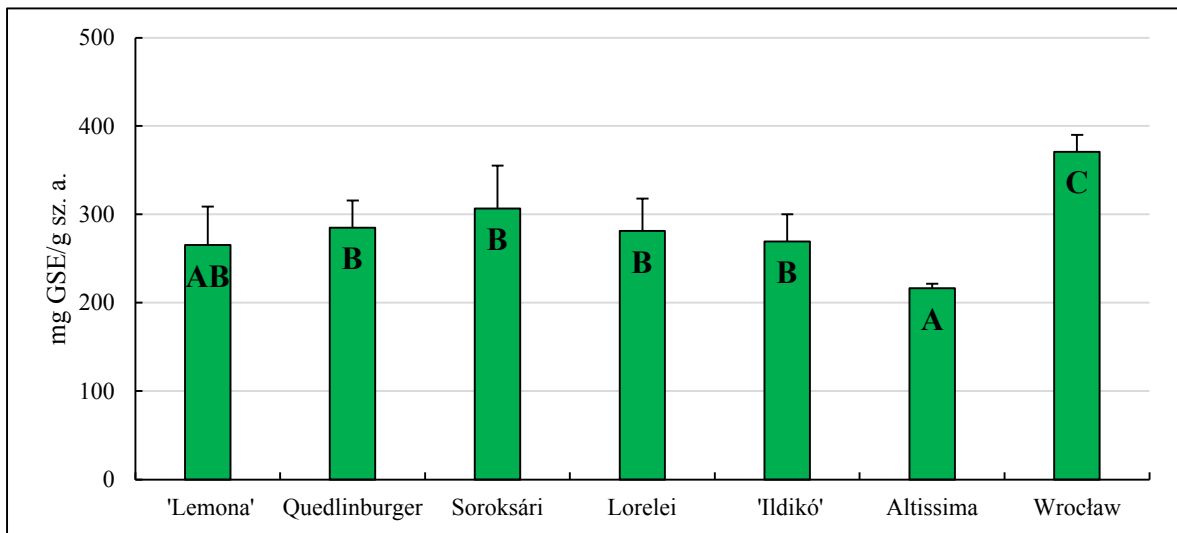


48. ábra A harmadik évben gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült *folium* drog főkomponenseinek részaránya a Quedlinburger fajtánál

4.3.3 A hajtásdrog összes polifenol-tartalma

A 2017-es és 2018-as évekből származó drogok összes polifenol-tartalma között szignifikáns ($p < 0,05$) eltéréseket mértem (49-50. ábra).

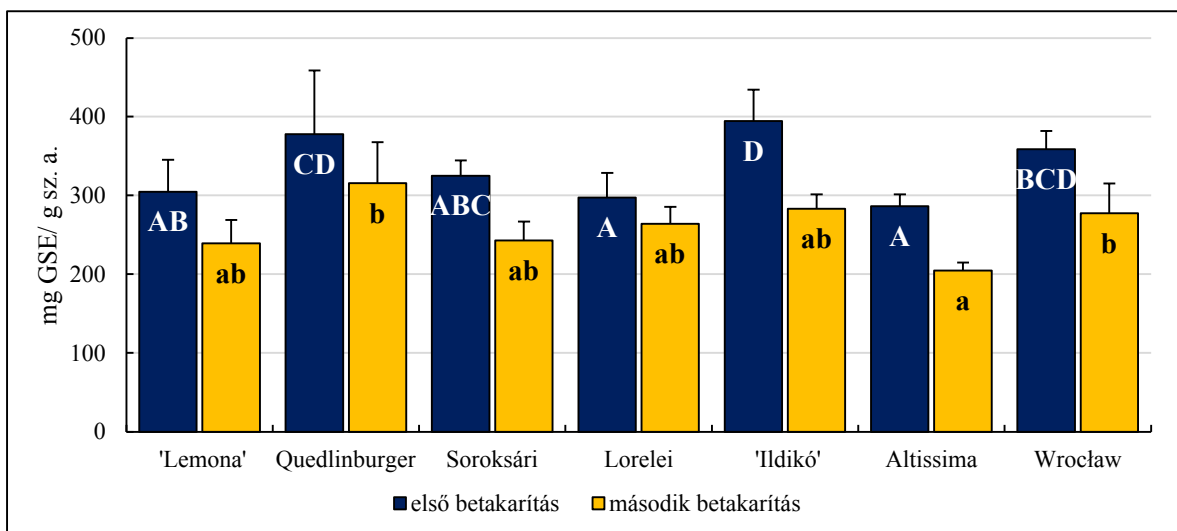
A legkisebb polifenol-tartalommal 2017-ben az Altissima droga rendelkezett (216,4 mg), amely – a 'Lemona' kivételével – szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebb volt a többi drogan mérthez képest. A legmagasabb polifenol-tartalmat a Wrocław fajta drogjánál mértem (370,8 mg). Ez utóbbi érték szignifikánsan ($p < 0,05$), 21-71%-kal volt nagyobb, mint a többi fajta esetében, amelyek között szignifikáns eltérés nem volt kimutatható ($p > 0,05$).



49. ábra A vizsgált fajták *herba* drogjának összes polifenol-tartalma (2017)
(Jelmagyarázat: a kis és nagy ABC betűk a Games-Howell *post hoc* teszt eredményeit jelölik)

2018-ban a két betakarításakor eltérő tendenciát figyeltem meg a drogok összes polifenol-tartalmában (50. ábra). Az első betakarítás alkalmával a legmagasabb polifenol-tartalommal (394,3 mg) az 'Ildikó' fajta rendelkezett. A legkisebb értéket, az előző évhez hasonlóan, ekkor is az Altissima drogjában mértem (286,3 mg). A Wrocław első betakarításból származó drogjában az összes polifenol-tartalom (358,8 mg) közel azonos volt, mint a második évben.

Az augusztus végi betakarítás során a Lorelei kivételével az összes fajtánál csökkent a polifenol-tartalom. Ebben az időpontban szignifikáns ($p < 0,05$) eltérés a fajták között csak az Altissima, a Wrocław és a Quedlinburger esetében volt igazolható.



50. ábra A vizsgált fajták *herba* drogjának összes polifenol-tartalma (2018)
(Jelmagyarázat: a kis és nagy ABC betűk a Games-Howell *post hoc* teszt eredményeit jelölik, külön betakarításoként)

A vizsgált fajták összes polifenol-tartalma és az egyedeken megjelenő fertőzöttség között egyik betakarítás esetében sem lehetett egyértelmű összefüggést megfigyelni.

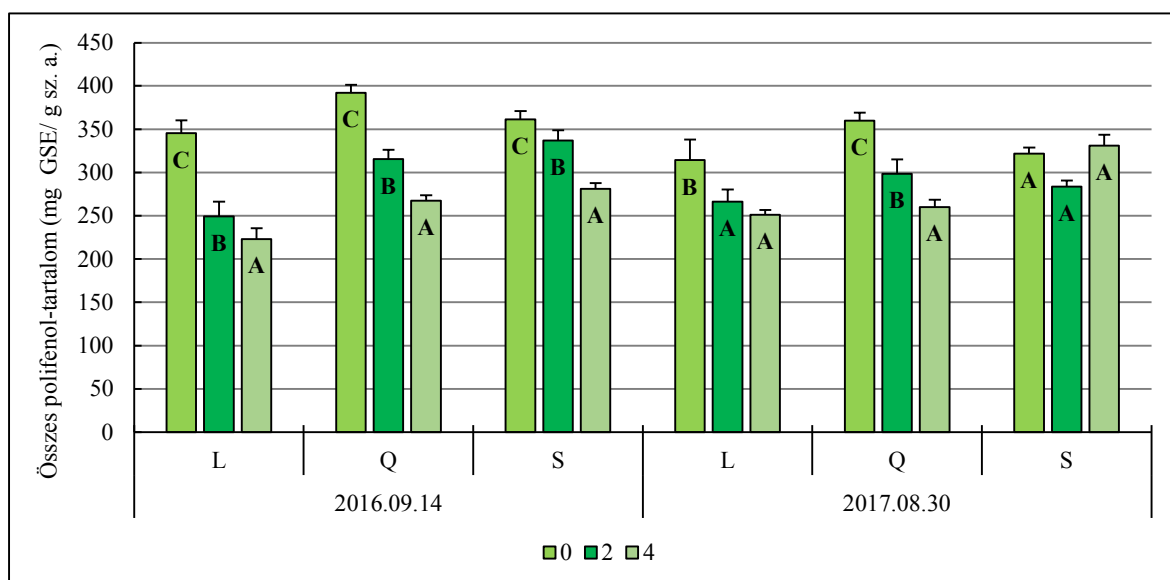
A 2017-es évben a legkisebb polifenol-tartalommal az Altissima, míg a legnagyobb a Wrocław fajta rendelkezett, ugyanakkor összes a betakarítás előtt a fertőzött leveleket a legkisebb arányban ezen a két fajtán lehetett megfigyelni (22. és 29. ábra). A harmadik vegetációs periódusban hasonlóképpen az első betakarításkor az Altissima, 'Lemona' és Lorelei polifenol-tartalmában nem volt eltérés (50. ábra), ugyanakkor a fertőzött levelek átlagos gyakorisága és a betegségindex értékei között szignifikáns eltérés volt a három fajta között (24. és 25. ábra). Hasonló figyelhető meg a második betakarítás adatsorainál is, ahol a polifenol-tartalom tekintetében a legtöbb fajta között nem volt szignifikáns különbség, viszont a fertőzöttségi adatokban statisztikailag is igazolható eltérések voltak (26. és 27. ábra). Az összes polifenol-tartalomra és a fertőzöttségre vonatkozó adatsorok között a Fisher teszt sem mutatott ki szignifikáns összefüggést ($p > 0,05$) (18. táblázat).

18. táblázat A fajták összes polifenol-tartalomra vonatkozó eredményeinek összesítése a fertőzési adatok függvényében

Fisher's Exact Test	5,177	összes polifenol-tartalom	
Exact Sig. (2-sided)	0,059	magas	alacsony
Fertőzési nyomás	magas	9	37
	közepes	1	7
	alacsony	5	4

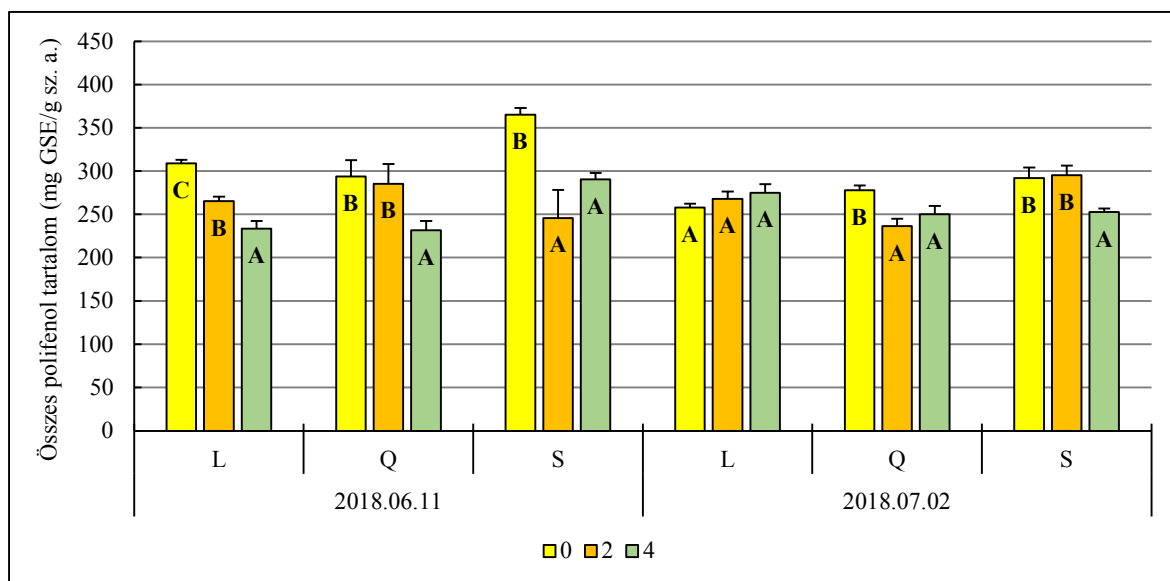
4.3.4 Az eltérő fertőzöttségű levelek összes polifenol-tartalma

A hajtásoknál tapasztaltakkal ellentétben a 'Lemona', Quedlinburger és Soroksári fajták egészséges (0. bet. kat.), enyhébben (2. bet. kat.), illetve (4. bet. kat.) erősebben fertőzött leveleinek összes polifenol-tartalma néhány kivételtől eltekintve a nekrotizálódott levélfelület növekedésével együtt csökkent (51-52. ábra). A legnagyobb különbségeket az első évben gyűjtött leveleknél figyeltem meg. Ekkor a 4. kategóriába tartozó levelek polifenol-tartalma átlagosan 22-37%-kal volt kevesebb, mint az egészséges leveleké. A megfigyelt eltérések statisztikailag is igazolhatók ($p < 0,05$) voltak.



51. ábra Az első és második vegetációban gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült drog összes polifenol-tartalma

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; 0 – egészséges levelek; 2 – enyhén fertőzött levelek [6-25% levélfelület nektrózis]; 4 - erősen fertőzött levelek [51-75% levélfelület nektrózis]. Az ABC betűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott szignifikánsan különböző értékcsoportokat jelölik növényanyagonként és időpontonként külön-külön)

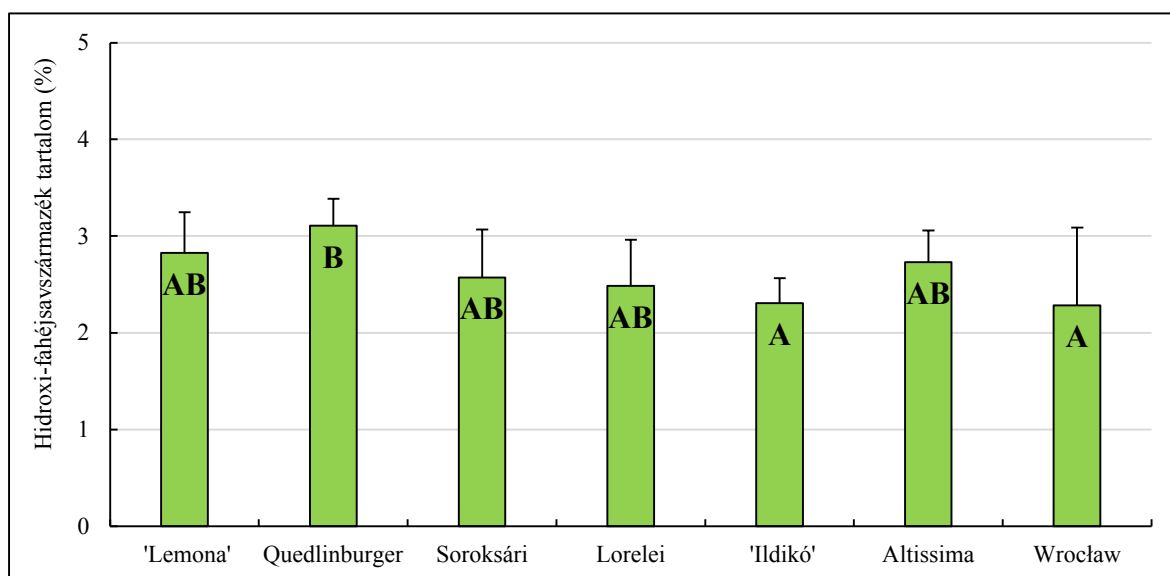


52. ábra A harmadik évben két alkalommal gyűjtött, egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült drog összes polifenol-tartalma

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; 0 – egészséges levelek; 2 – enyhén fertőzött levelek [6-25% levélfelület nektrózis]; 4 - erősen fertőzött levelek [51-75% levélfelület nektrózis]. Az ABC betűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott szignifikánsan különböző értékcsoportokat jelölik növényanyagonként és időpontonként külön-külön)

4.3.5 A hajtásdrog összes hidroxifahéjsavszármazék tartalma

A 2017-ben a *herba* drogok fahéjsav tartalmában csak a Quedlinburger, az 'Ildikó' és Wrocław esetében voltak szignifikáns ($p < 0,05$) különbségek. Az utóbbi két fajta fahéjsavszármazék-tartalma átlagosan 26%-kal alacsonyabb volt a Quedlinburger-hez képest (53. ábra).

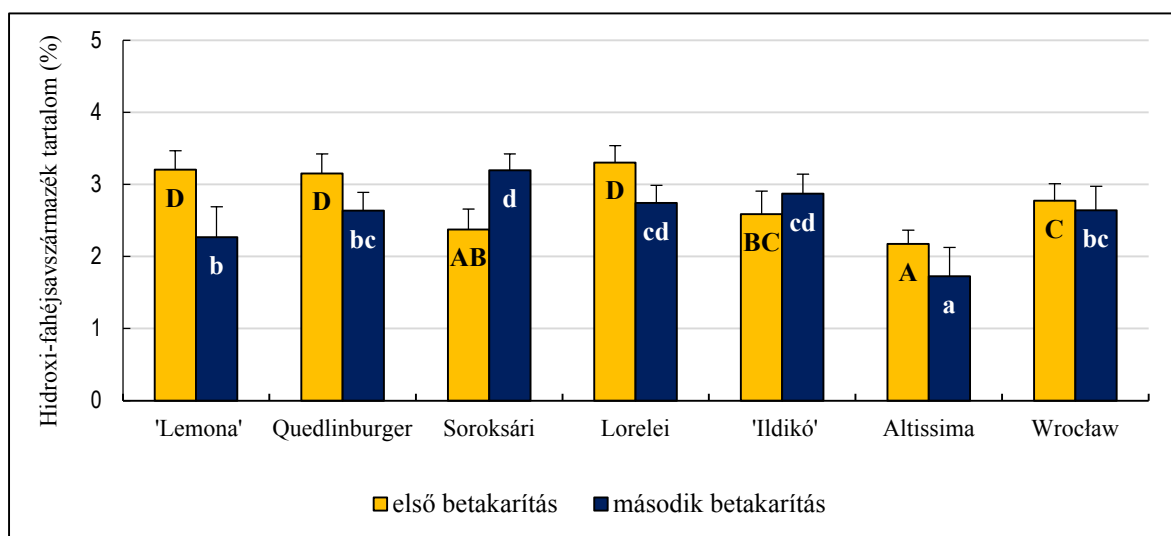


53. ábra A vizsgált *herba* drogok összes hidroxi-fahéjsavszármazék tartalma fajtánként (2017)

(Jelmagyarázat: Az ABC betűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott szignifikánsan különböző értékcsoportokat jelölik növényanyagoként és időpontoként külön-külön)

A harmadik tenyészidőszakban jelentősebb eltéréseket lehetett megfigyelni. Az első betakarításkor a Lorelei fajta rendelkezett a legmagasabb hidroxi-fahéjsavszármazék tartalommal (3,3%), amihez viszonyítva a 'Lemona' és Quedlinburger kivételével az összes vizsgált fajta drogjában szignifikánsan, 16-34%-kal kevesebb volt (54. ábra).

A nyár végi (08.29.) betakarításkor – az előzővel ellentétesen – a drogok közül a Soroksári esetében mértem a legmagasabb fahéjsav-tartalmat (3,2%) (54. ábra). Azt is megfigyeltem, hogy ekkor a Soroksári és 'Ildikó' fajtáknál a fahéjsav-tartalom 11-35%-kal növekedett, míg a többi fajtánál átlagosan 5-29%-kal csökkent az előző betakarításhoz képest. A statisztikai elemzés alapján azonban ez a változás az Ildikó, Wrocław és Altissima esetében nem volt szignifikáns ($p > 0,05$).



54. ábra A vizsgált *herba* drogok összes hidroxifahéjsavszármazék tartalma fajtánként (2018)
 (Jelmagyarázat: Az ABC betűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott szignifikánsan különböző értékcsoportokat jelölik növényanyagonként és időpontként külön-külön)

A fahéjsavszármazék-tartalom alakulása összefüggést mutatott a fertőzöttségre vonatkozó adatokkal.

Az első és második betakarításnál egyaránt az Altissima fajtánál mértem a legkisebb fahéjsavszármazék tartalmat (1,7-2,2%), valamint ezzel párhuzamosan a fertőzött levelek gyakorisága (41,2-56,2%) és a betegségindex (9,1-13,0) is ennél a fajtánál volt a legkisebb (24-27. és 54. ábra). Az eredmények szignifikánsan ($p < 0,05$) elkülönültek az összes többi fajtától, amelyek nagyobb fertőzöttség mellett nagyobb fahéjsavszármazék koncentrációt produkáltak.

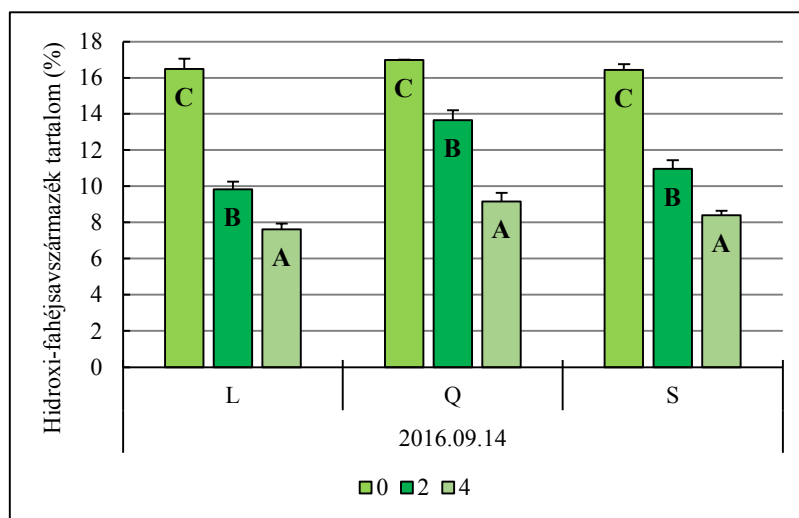
A fahéjsavszármazék-tartalom alakulása a második betakarításnál is hasonló tendenciát mutatott (28. és 54. ábra). A betartalomra vonatkozó adatok között, azonban a legmarkánsabb és ezzel együtt szignifikáns ($p < 0,05$) eltérés az Altissima, Soroksári és 'Lemona' fajták között jelentkezett. A legmagasabb fahéjsavszármazék-tartalmat ekkor a Soroksári fajta drogjában mértem (3,2%), a 'Lemona' esetében ez 2,2% volt. A fertőzött levelek gyakorisága és a betegségindex is szignifikánsan ($p < 0,05$) eltért ezeknél a fajtáknál. A fahéjsavszármazék-tartalomra és a fertőzöttségre vonatkozó adatok közötti összefüggés Fisher próbával is igazolható volt ($p < 0,05$) (19. táblázat).

19. táblázat A fajták hidroxifahéjsavszármazék tartalomra vonatkozó eredményeinek összesítése a fertőzési adatok függvényében

Fisher's Exact Test	10,703	Összes hidroxifahéjsavszármazék tartalom	
Exact Sig. (2-sided)	0,004	magas	alacsony
Fertőzési nyomás	magas	28	8
	közepes	3	5
	alacsony	6	11

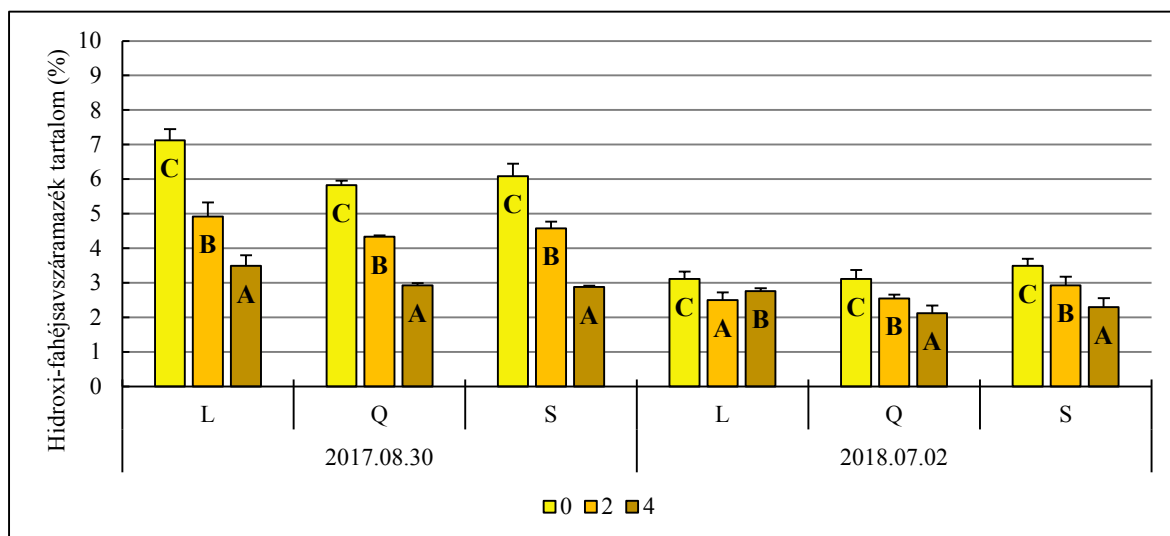
4.3.6 Az eltérő fertőzöttségű levelek összes hidroxifahéjsavszármazék tartalma

Az egészséges és eltérő mértékben fertőződött levelek fahéjsavszármazék-tartalma a polifenol-tartalomhoz hasonlóan mindegyik vizsgálati évben a fertőzés mértékével egyenes arányosságban csökkent (54-55. ábra). Az egészséges levelek fahéjsavszármazék-tartalma mindegyik vizsgált fajtánál szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb volt fertőzött levelekéhez képest. Az enyhén (2. bet. kat.), illetve erősebben (4. bet. kat.) fertőzött levelek fahéjsav tartalma az első évben átlagosan 31-50%-kal, a második évben a 27-51%-kal, illetve a harmadik évben 17-26%-kal volt alacsonyabb az egészséges levelekéhez képest.



55. ábra Az első tenyészidőszakban gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült drog fahéjsavszármazék-tartalma

(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q- Quedlinburger; S – Soroksári. Az ABC betűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott szignifikánsan különböző értékcsoportokat jelölik növényanyagonként és időpontonként külön)



56. ábra A második és harmadik tenyészidőszakban gyűjtött egészséges (0), enyhén (2) és erősen (4) fertőzött levelekből készült drog fahéjsavszármazék-tartalma

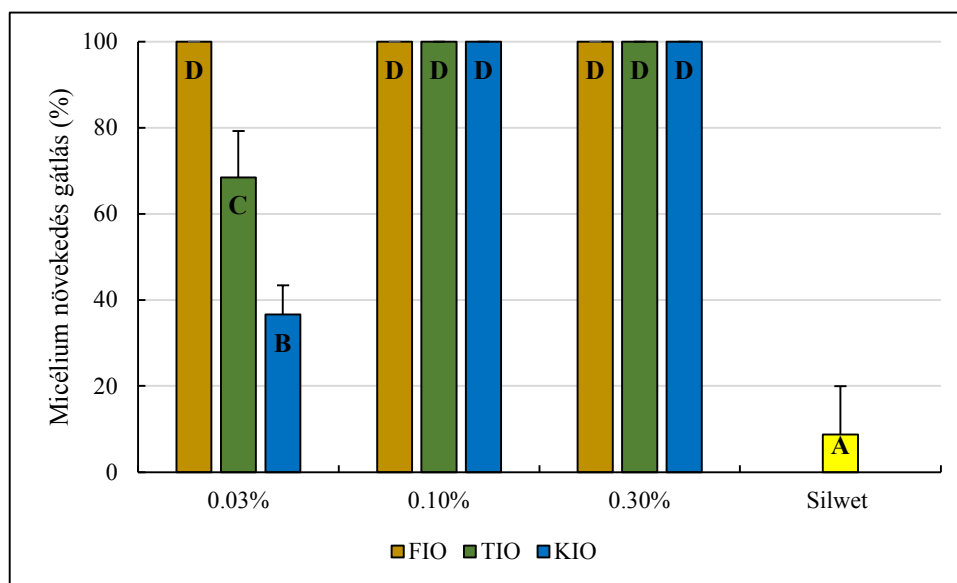
(Jelmagyarázat: L – 'Lemona'; Q- Quedlinburger; S – Soroksári. Az ABC betűk a Tukey *post hoc* teszt által létrehozott szignifikánsan különböző értékcsoportokat jelölik növényanyagonként és időpontonként külön)

4.4 Természetes eredetű anyagok, lombtrágyák és egyéb szervesen vegyületek hatása a kórokozóra

4.4.1 Illóolajok *in vitro* micélium növekedésre gyakorolt hatása

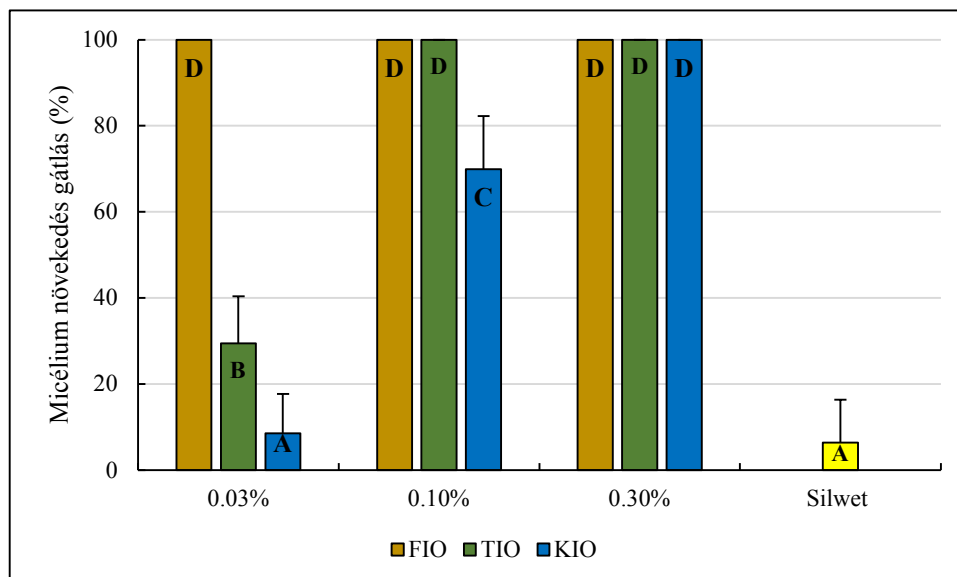
A vizsgált illóolajok közül a cejloni fahéj illóolaja mindkét mérési időpontban 100%-ban gátolta a kórokozó micéliumának növekedését táptalajon az összes alkalmazott koncentrációban (57-58. ábra). A kakukkfű és a koriander illóolaja a 0,3%-os koncentrációban szintén 100%-os gátlást eredményezett, de a koriander illóolaja a 14. napon 0,1% koncentrációban már szignifikánsan ($p < 0,05$), 30%-kal gyengébb növekedésgátlást mutatott. A növekedésgátlásának mértéke a 0,03% koncentrációban a 7. és a 14. napon pedig elhanyagolható volt a másik két illóolajhoz képest. A kakukkfű illóolaja 0,03% koncentrációban szintén szignifikánsan gyengébb (68% és 29%) gátló hatást mutatott a fahéj illóolajához viszonyítva.

Az illóolajok könnyebb elegyítése miatt alkalmazott Silwet Star tapadásfokozó nem befolyásolta jelentősen a kórokozó fejlődését.



57. ábra A vizsgált illóolajok micélium növekedésre gyakorolt hatása a leoltást követő 7. napon

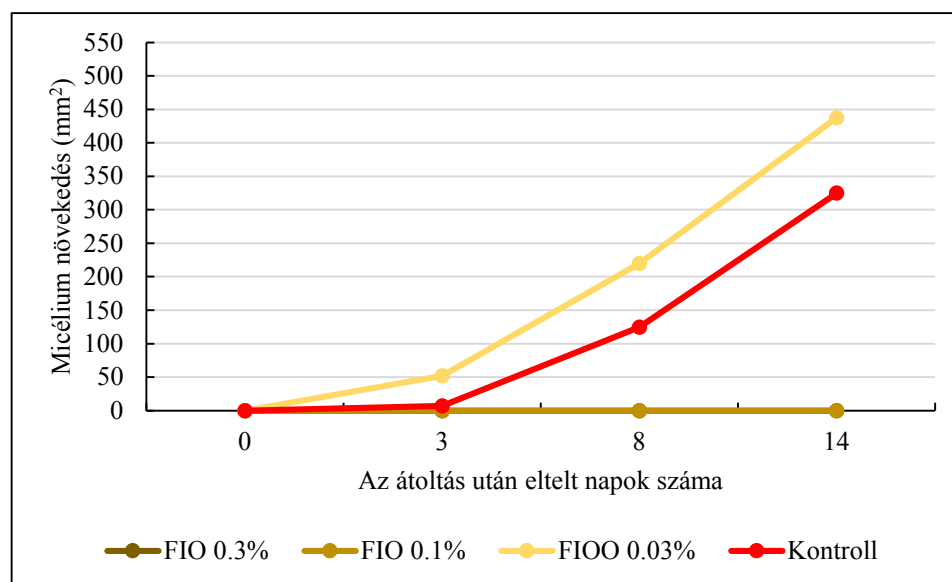
(Jelmagyarázat: FIO – fahéj illóolaj; TIO – kakukkfű illóolaj; KIO – koriander illóolaj; Silwet – Silwet Star tapadásfokozó. Az ábrán szereplő betűk a Tukey és Games-Howell *post hoc* tesztek szerint elkülönülő értékcsoportokat jelölik)



58. ábra A vizsgált illóolajok micélium növekedésre gyakorolt hatása a leoltást követő 14. napon

(Jelmagyarázat: FIO – fahéj illóolaj; TIO – kakukkfű illóolaj; KIO – koriander illóolaj; Silwet – Silwet Star tapadásfokozó. Az ábrán szereplő betűk a Tukey és Games-Howell *post hoc* tesztek szerint elkülönülő értékcsoportokat jelölik)

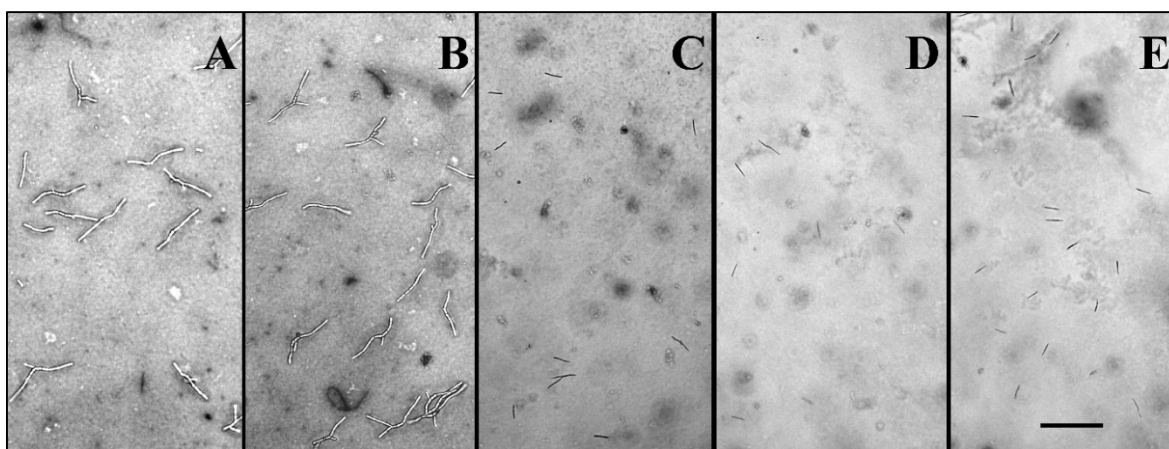
Az illóolajok vizsgálata során azt is ellenőriztem, hogy a táptalajba kevert illóolaj csak gátolja a kórokozó növekedését, vagy teljesen előli a micéliumot. Az átoltott telepek közül csak azok indultak növekedésnek, amelyek az illóolajat legkisebb arányban (0,03%) tartalmazó táptalajról származtak (59. ábra).



59. ábra A kórokozó micéliumának növekedési üteme MEA táptalajon a mérgezett táptalajról történő átoltás után
(Jelmagyarázat: FIO – fahéj illóolaj)

A micélium növekedésre gyakorolt hatás mellett, a fahéj illóolajnál vizsgáltam a konidium csírázásra gyakorolt hatást is.

A fahéj illóolajat tartalmazó táptalajokon 24 órával a szélesztést követően nem találtam csírázó konídiumokat (60. ábra). A kezeletlen kontroll és a Silwet Star tapadásfokozót tartalmazó táptalajokon viszont az összes konídium csírázásnak indult 24 óra elteltével.



60. ábra A fahéj illóolajat (FIO) tartalmazó és nem tartalmazó táptalajokon lévő konídiumok 24 órával a szélesztést követően

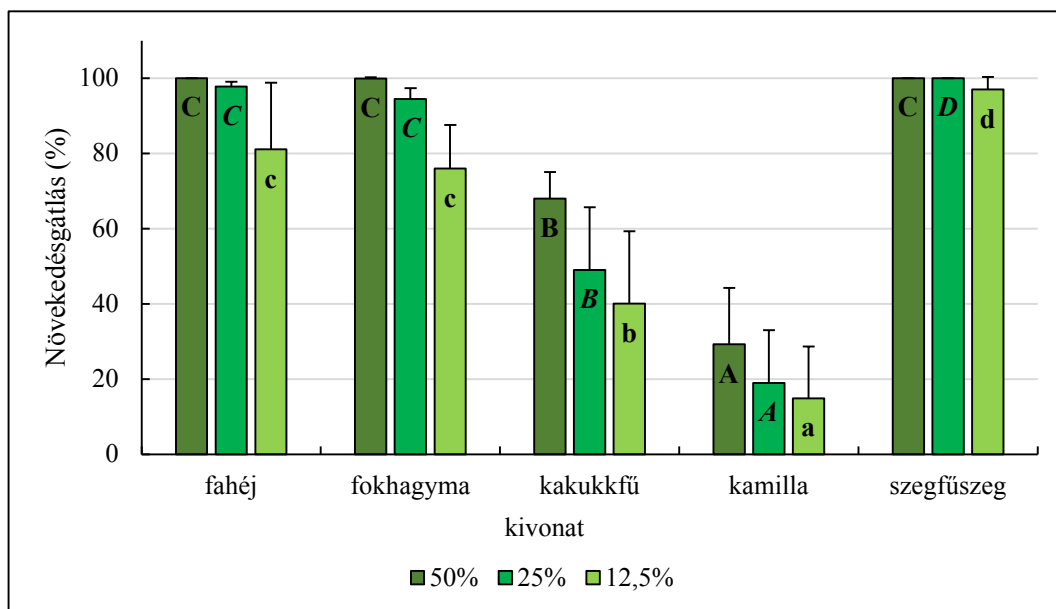
(Jelmagyarázat: A – Kontroll; B – Silwet Star 0,02%; C – FIO 0,03%; D – FIO 0,10%; E – FIO 0,30%.
Lépték: 50 μ m)

4.4.2 Vizes növényi kivonatok *in vitro* micélium növekedésre gyakorolt hatása

A vizsgált vizes kivonatok közül az összes koncentrációban a szegfűszeg, fahéj és fokhagyma kivonatának volt a legerősebb növekedésgátló hatása.

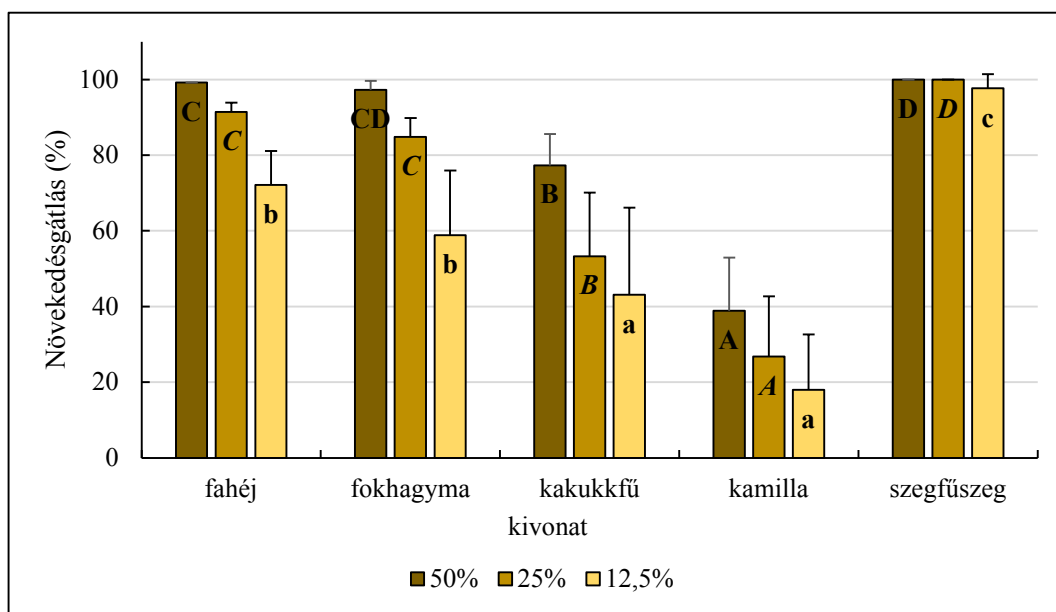
A leoltást követő 8. napon a fent felsorolt kivonatok 50% és 25% koncentrációban tartalmazó táptalajokon a növekedés gátlás mértéke 94% és 100% közötti volt (61. ábra), amely a 14. napon végzett méréskor egy-két kivételtől eltekintve sem romlott jelentős mértékben (62. ábra). A statisztikai vizsgálatok alapján a szegfűszeg, a fahéj és a fokhagyma kivonatok hatása között szignifikáns ($p < 0,05$) különbség csak a 8. napon a 25% koncentrációra és 14. napon az 50% koncentrációra vonatkozó eredményeknél volt. Előbbinél a szegfűszeg kivonat hatása (100%) szignifikánsan ($p < 0,05$) erősebb volt, mint a fokhagyma (94%), illetve fahéj kivonatoké (98%). A 14. napon csak a fahéj és a szegfűszeg hatása tért el statisztikailag ($p < 0,05$) egymástól. A szegfűszeg kivonat 12,5 % töménységben alkalmazva, egy kivételtől eltekintve (78%), a tesztsorozatok folyamán 93-100%-ban gátolta a kórokozó növekedését. A fokhagyma és a fahéj gátló hatása (76%, illetve 81%) már jelentősen kisebb volt ebben a koncentrációban a 8. napon, ami a 14. napra csökkent. A kakukkfűből és a kamillából készített vizes kivonatok az előbbiekhöz képest, mindkét mérési időpontban szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebb mértékben gátolták a kórokozó fejlődését. A kakukkfű kivonatot tartalmazó táptalajokon, a koncentrációk (50%; 25%; 12,5%) függvényében, átlagosan 68%, 49% valamint 40%-kal gátolta a kórokozó növekedését a kontrollhoz képest a 8. napon (61. ábra). A 14. napra ez az arány az 50% esetében 77%-ra

nőtt, míg a 25% és 12,5% töménység mellett elenyésző (3-4%) emelkedés volt megfigyelhető. A kamilla vizes kivonata gátolta legkevésbé a kórokozó növekedését. A kivonat még az 50%-os töménységben is csak 39%-os gátlást eredményezett a leoltástól számított 14. napon (62. ábra).



61. ábra A vizes kivonatok micélium növekedésére gyakorolt hatása a leoltást követő 8. napon

(Jelmagyarázat: Az ábrán szereplő betűk a Games-Howell *post hoc* teszt által elkülönített értékcsoportokat jelölik. Az álló nagy betűk az 50%-os, a dőlt nagy betűk a 25%-os és a kis betűk a 12,5%-os koncentrációnál)

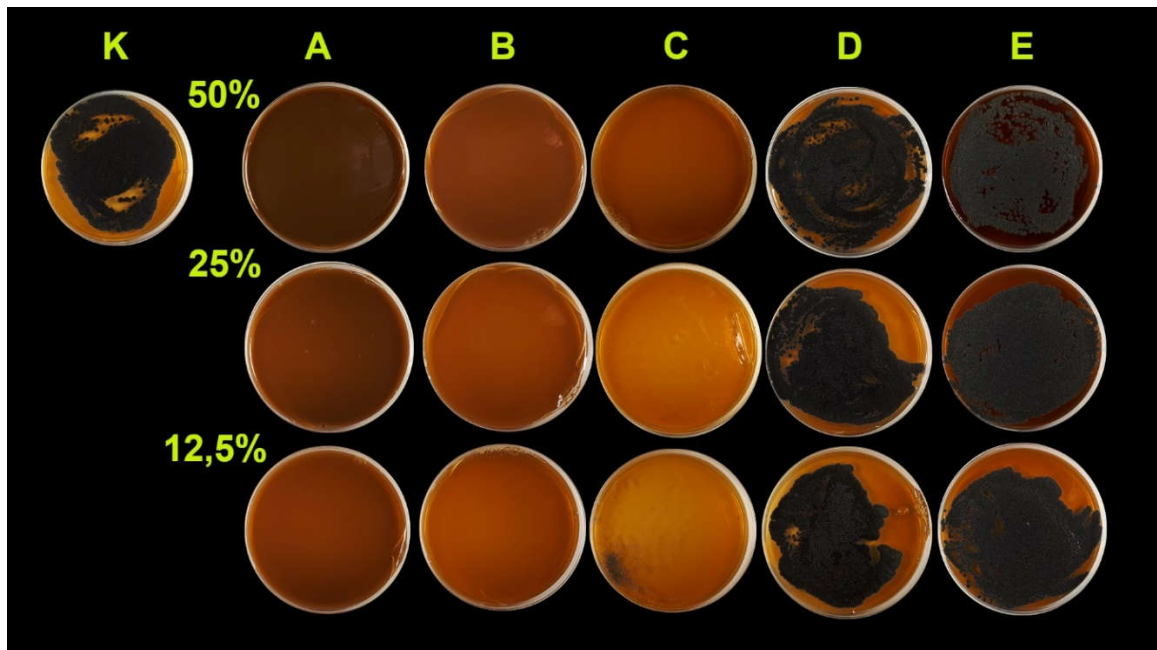


62. ábra A vizes kivonatok micélium növekedésére gyakorolt hatása a leoltást követő 14. napon

(Jelmagyarázat: Az ábrán szereplő betűk a Games-Howell *post hoc* teszt által elkülönített értékcsoportokat jelölik. Az álló nagy betűk az 50%-os, a dőlt nagy betűk a 25%-os és a kis betűk a 12,5%-os koncentrációnál)

A növényik kivonatok hatását a kórokozó konídiumai ellen is vizsgáltam. A PWW izolátum konídiumainak csirázását a szegfűszeg (A) és a fahéj (B) kivonatok összes

alkalmazott koncentrációja 100%-ban gátolta (63. ábra). A fokhagyma (C) kivonat 50% és 25% koncentrációban meggátolta a spórák csírázását, azonban 12,5% töménységben a konídiumok egy része csírázásnak indult. A kamilla (D) és kakukkfű (E) kivonatok nem voltak hatással a konídiumok csírázására.



63. ábra A növényi kivonatok konídiumok csírázására gyakorolt hatása a szélesztés utáni 7. napon

(Jelmagyarázat: K – kontroll; A – szegfűszeg kivonat; B – fahéj kivonat; C – fokhagyma kivonat; D – kamilla kivonat; E – kakukkfű kivonat)

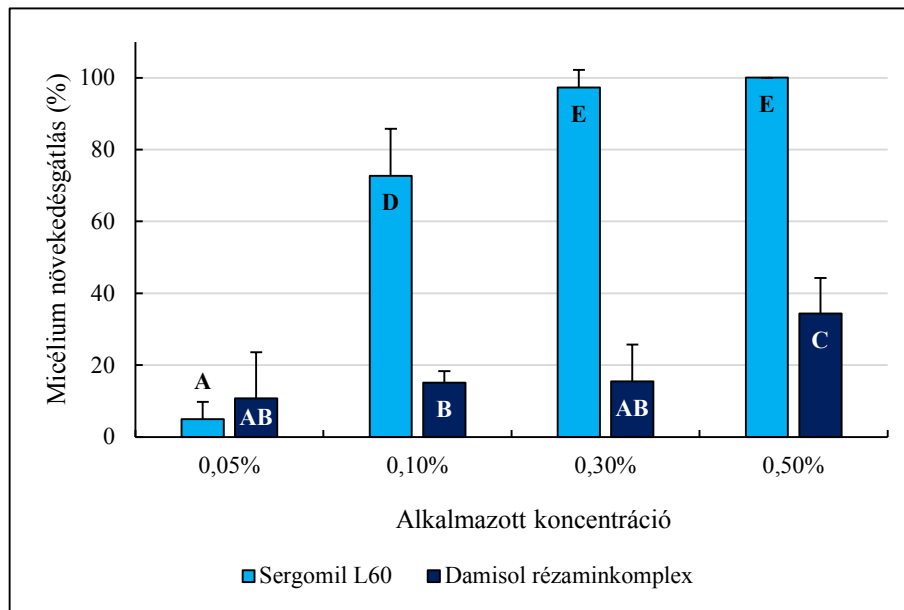
4.4.3 A lombtrágyák kórokozó elleni hatása

4.4.3.1 A lombtrágyák *in vitro* micélium növekedésére gyakorolt hatása

A vizsgált Sergomil-L60 és Damisol rézaminkomplex lombtrágyák eltérő mértékben gátolták a kórokozó növekedését *in vitro* körülmények között, MEA táptalajon (64. ábra).

A két készítmény közül a Sergomil L60 gátló hatása volt erősebb. A Sergomil-L60 már 0,1% koncentrációban alkalmazva is 73%-kal gátolta a kórokozó fejlődését, míg az állomány kezeléshez javasolt legnagyobb 0,3% koncentrációban 97%-os növekedés gátlást eredményezett.

A Damisol rézaminkomplex készítmény ezzel szemben az 0,5% töménység mellett is csak 34%-kal csökkentett a kórokozó micéliumának növekedését, ami a Sergomil-L60 lombtrágya gátló hatásához (100%) képest szignifikánsan ($p < 0,05$) kisebb volt.

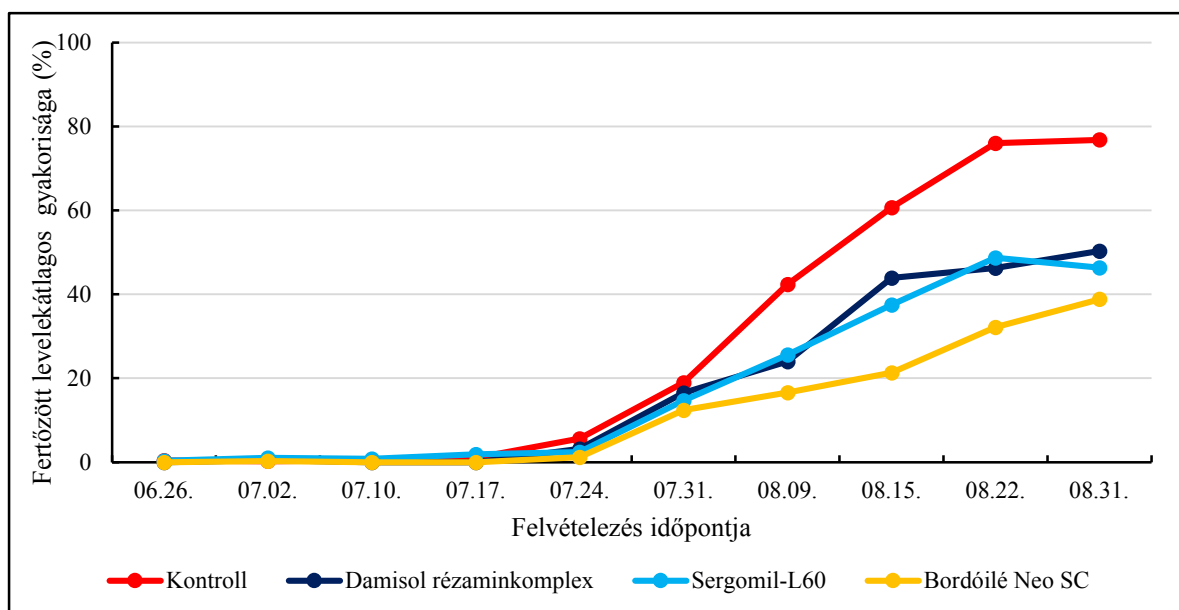


64. ábra Az alkalmazott lombtrágyák hatása micélium növekedésére a leoltást követő 14. napon

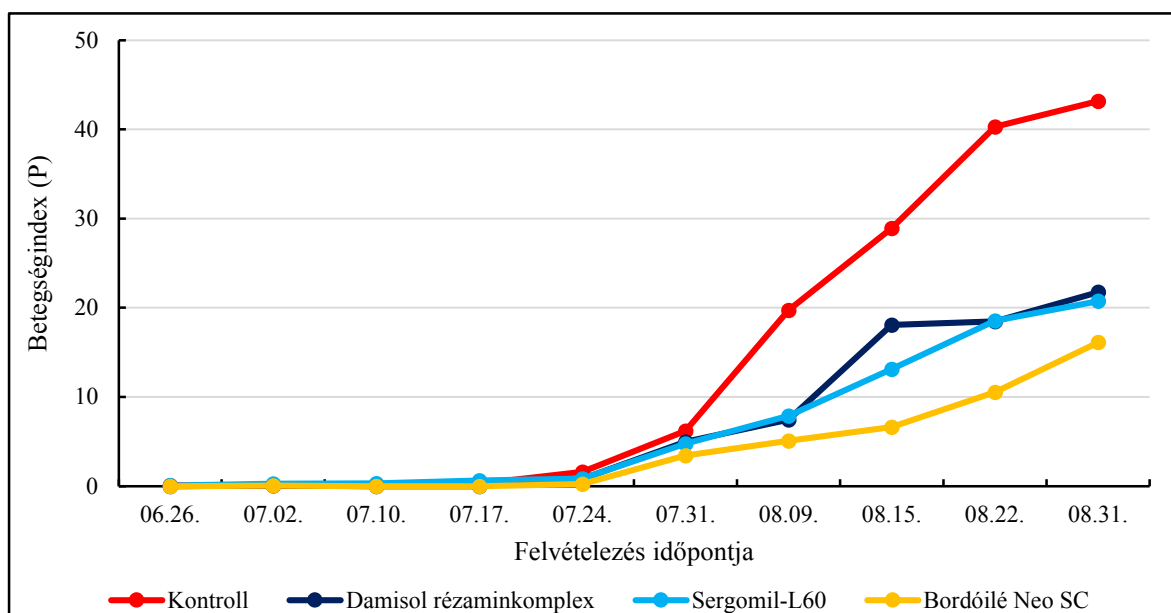
(Jelmagyarázat: Az ábrán szereplő betűk a Games-Howell *post hoc* teszt által elkülönített értékcsoportokat jelölik)

4.4.3.2 A lombtrágyák szabadföldi hatása

A lombtrágyás kezelések hatékonysága 2017-ben volt a leglátványosabb (65-66. ábra). A kezelések hatására kialakult különbségeket az első augusztusi felvételezéstől (08.09.) kezdve váltak szembeutnővé. A két lombtrágya hatékonysága közel azonos volt a további mérések folyamán. A fertőzési nyomást ugyanakkor legjobban a kezelt kontrollként alkalmazott a Bórdóilé Neo SC fungicid csökkentette.

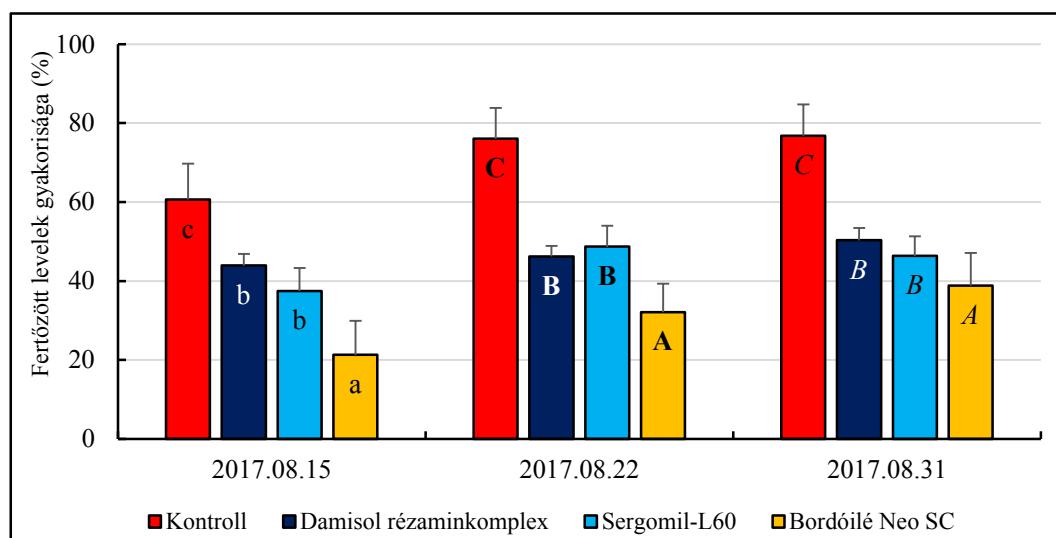


65. ábra A fertőzött levelek gyakoriságának időbeli alakulása a kezelések hatására (2017)



66. ábra A betegségindex időbeli alakulása a kezelések hatására (2017)

A betakarítás előtti utolsó 3 felvételezéskor (08.15.; 08.22.; 08.31.) a lombtrágyákkal kezelt parcellákban szignifikánsan ($p < 0,05$) 24-27%-kal kevesebb fertőzött levelet lehetett megfigyelni, mint a kezeletlen kontroll parcellákban (67. ábra). A betakarítás előtt közvetlenül (08.31.) a fertőzött levelek aránya szignifikánsan 26-30%-kal alacsonyabb volt a Damisol rézaminkomplex és Sergomil-L60 lombtrágyákkal kezelt parcellákban a kezeletlen kontroll parcellákhoz viszonyítva. Ugyanakkor ez arány a kezeletlen kontrollhoz képest 8-12%-kal magasabb volt.

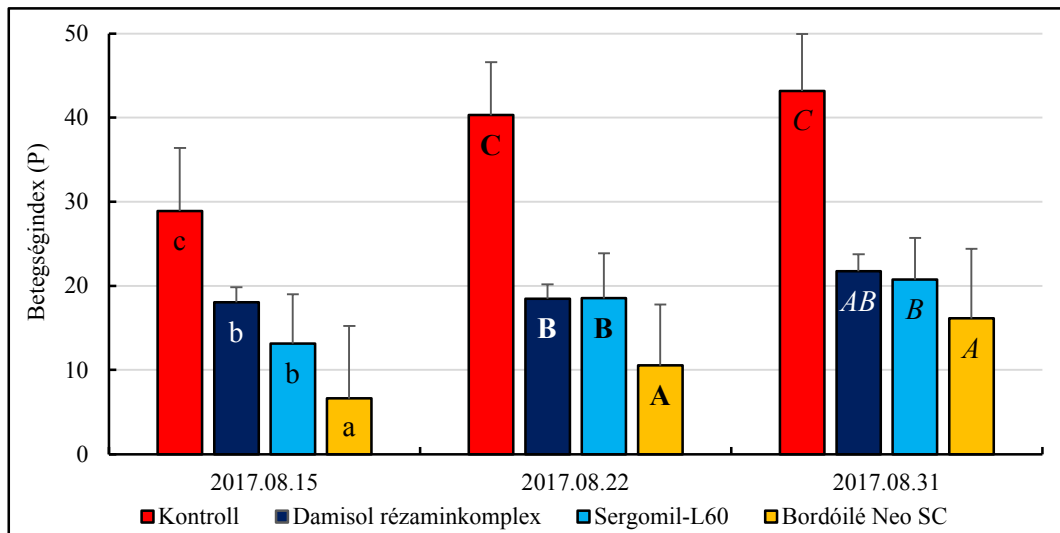


67. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakoriságának alakulása a kezelések hatására a betakarítás előtti 3 felvételezés során (2017)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey és Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

A vizsgált három időpontban a tünetek is jóval enyhébbek voltak a lombtrágyás kezelések hatására a kezeletlen kontroll parcellákhoz képest (68. ábra). Az utolsó két

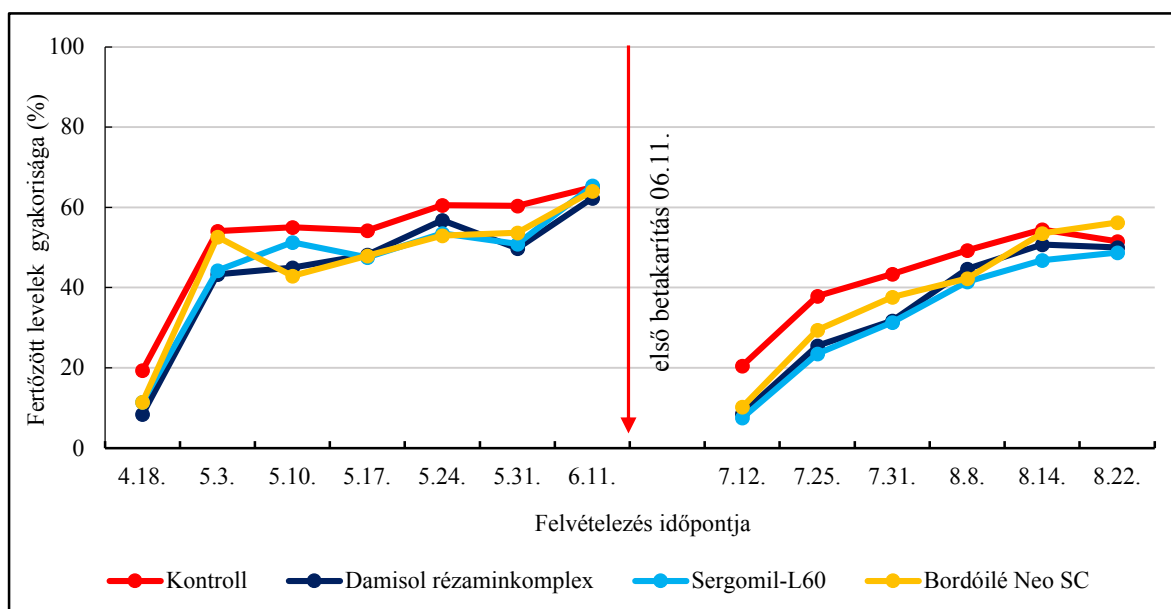
felvételezéskor a betegségindex értékei szignifikánsan ($p < 0,05$) 52-53%-kal alacsonyabbak voltak a Damisol rézaminkomplex és Sergomil-L60 készítményekkel kezelt növényeknél, mint a kezeletlen kontroll növények esetében. A fungicides kezelés esetében ez az érték szignifikánsan ($p < 0,05$) 23-26%-kal volt kisebb a lombtrágyákéhoz képest az utolsó felvételezés időpontjára (08.31.).



68. ábra A betegségindex alakulása a kezelések hatására a betakarítás előtti 3 felvételezés során (2017)

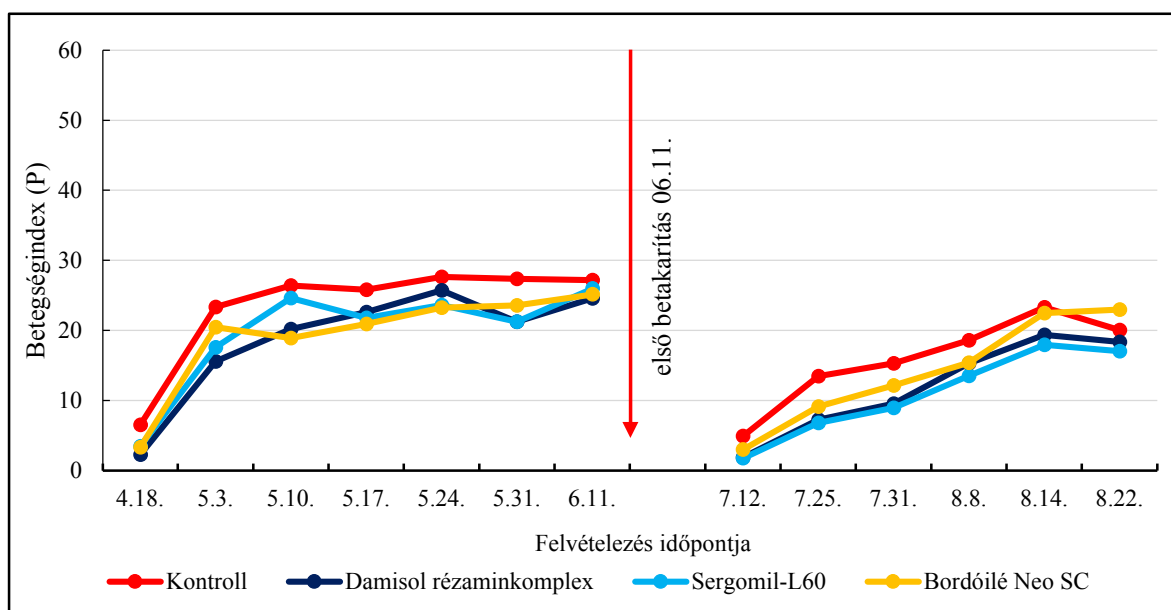
(**Jelmagyarázat:** Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey és Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

A második vizsgálati évben (2018) az első évvel ellentétben, a betegség kezdeti tünetei már az első kezelés (04.26.) előtt megfigyelhetők voltak a vizsgált növényeken. A lombtrágyákkal végzett kezelések és a kezeletlen kontroll között már mérsékeltbb különbségek mutatkoztak az egész tenyészidőszak folyamán (69-70. ábra). Az összes felvételezés tekintetében a lombtrágyák átlagosan 8%-kal voltak képesek csökkenteni a fertőzött levelek arányát a kezelt parcellákban.



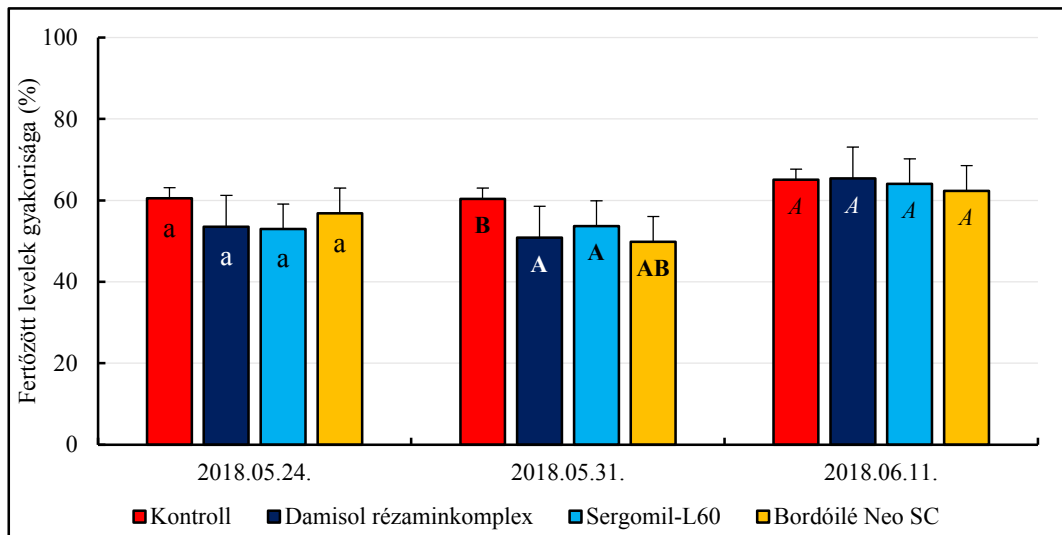
69. ábra A fertőzött levelek gyakoriságának időbeli alakulása a kezelések hatására (2018)
 (A vízszintes tengely értékeit megszakító üres hely az első betakarítás utáni regenerációs időszakot jelöli)

A tünetek megjelenésére vonatkozó betegségindex értékei az első betakarítás előtti felvételezésekkor átlagosan 19-25%-kal, az első betakarítás utáni időszakban pedig átlagosan 32-37%-kal voltak alacsonyabbak a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva (70. ábra).



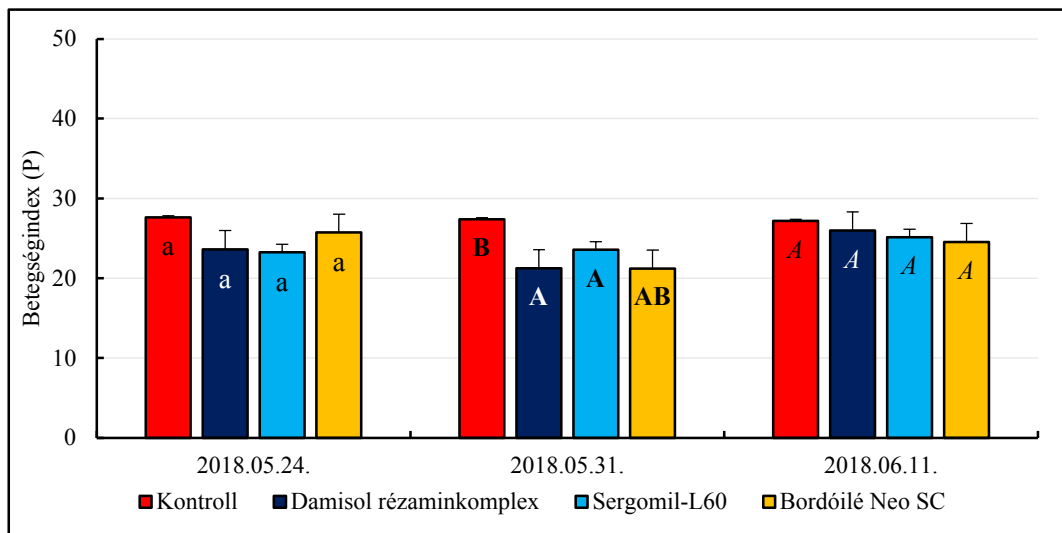
70. ábra A betegségindex időbeli alakulása a kezelések hatására (2018)
 (A vízszintes tengely értékeit megszakító üres hely az első betakarítás utáni regenerációs időszakot jelöli)

Az első betakarítás előtti utolsó 3 felvételezés időpontjai (05.24.; 05.31.; 06.11.) közül csak a másodiknál volt szignifikáns eltérés a fertőzött levelek arányában és betegségindexben a lombtrágyákkal kezelt és a kezeletlen kontroll parcellák között (71. ábra). A gombaölőszeres kezelés egyik időpontban sem csökkentette az előbbi paramétereket a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva.



71. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakoriságának alakulása a kezelések hatására az első betakarítás előtti 3 felvételezés során (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey és Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

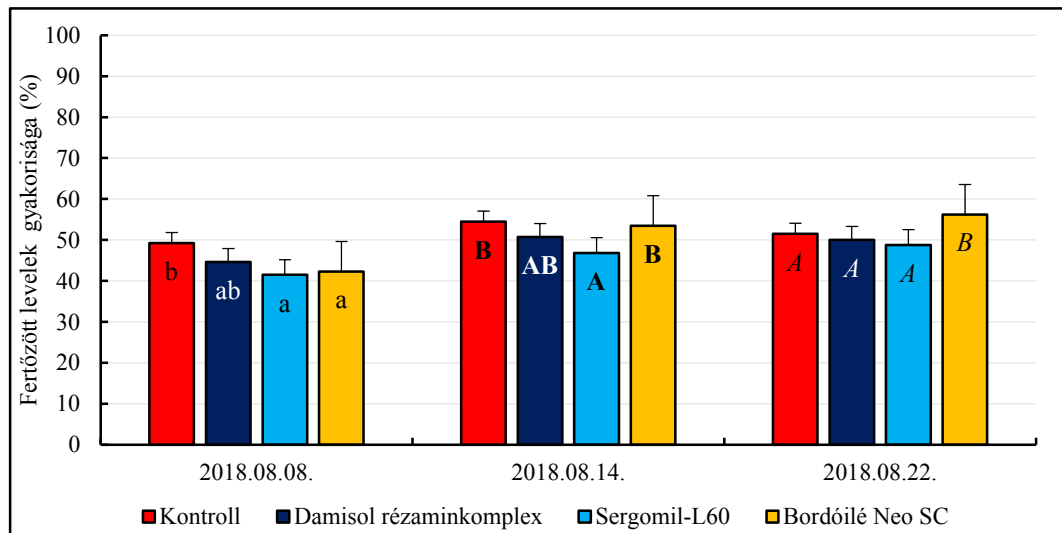


72. ábra A betegségindex alakulása a kezelések hatására az első betakarítás előtti 3 felvételezés során (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey és Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

Az augusztus második felében végzett felvételezések (08.08.; 08.14.; 08.22.) során a legtöbb esetben csak a Sergomil-L60 készítmény csökkentette szignifikánsan a fertőzési mutatókat igazolható eltérések (73-74. ábra).

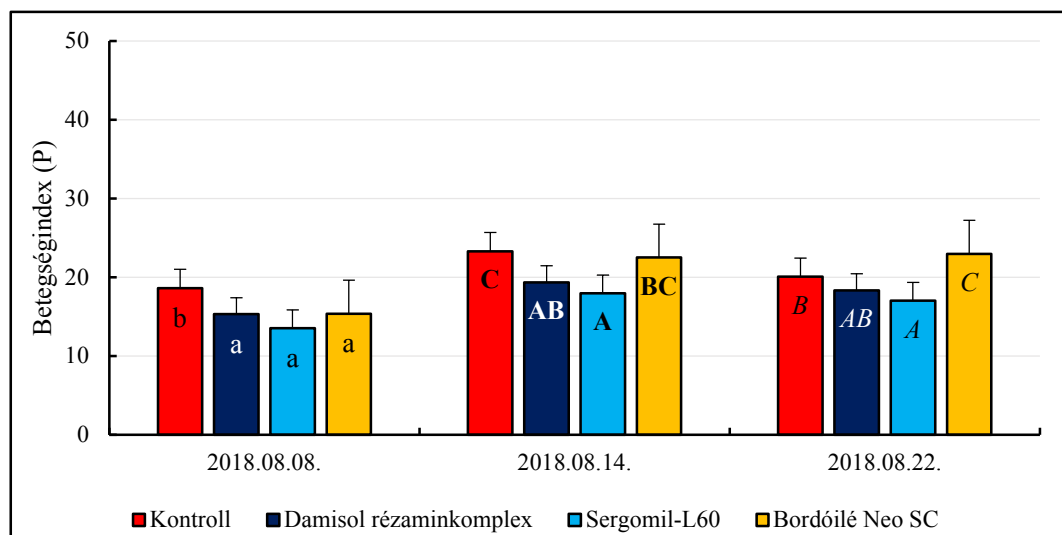
A betakarítás előtti felvételezés időpontjában (08.22.) a kezelt parcellákban a beteg levelek átlagos gyakorisága nem volt alacsonyabb a kezeletlen kontrollhoz képest. Azonban az augusztus elején (08.08.), illetve közepén (08.14.) végzett felvételezésekkor a Sergomil L-60 szignifikánsan ($p < 0,05$) 14-16%-kal csökkentette a fertőzött levelek arányát a kezeletlen kontrollhoz képest.



73. ábra A fertőzött levelek átlagos gyakoriságának alakulása a kezelések hatására a második betakarítás előtti 3 felvételezés során (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey és Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

A betegségindex értéke az előbbi két időpontban (08.08.; 08.14.) a Sergomil L60 és Damisol rézaminkomplex készítményeknél szignifikánsan ($p < 0,05$) alacsonyabb volt, mint a kezeletlen kontroll esetében (74. ábra). A betakarítás előtt közvetlenül ez az értékszám, már csak a Sergomil L-60 parcelláinál volt szignifikánsan ($p < 0,05$) alacsonyabb, mint a kezeletlen kontroll.



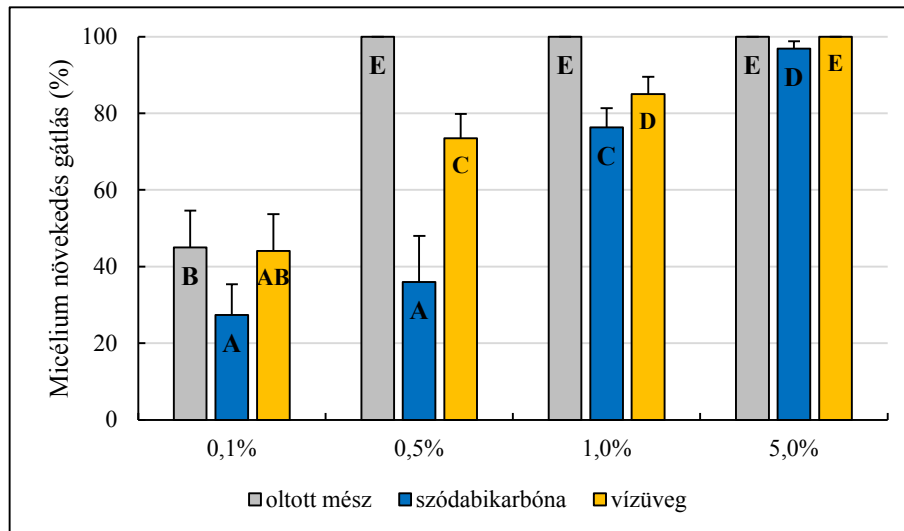
74. ábra A betegségindex alakulása a kezelések hatására a második betakarítás előtti 3 felvételezés során (2018)

(Jelmagyarázat: Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a Tukey és Games-Howell *post hoc* teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

4.4.4 Szervetlen vegyületek *in vitro* micélium növekedésre gyakorolt hatása

Az *in vitro* körülmények között vizsgált szervetlen vegyületek (oltott mész, szódadikarbóna és vízüveg) közül az oltott mész már 0,5%-ban alkalmazva 100%-ban gátolta a kórokozó növekedését táptalajon (75. ábra). A teljes növekedésgátlást a

szódabikarbóna és a vízüveg csak a legnagyobb koncentrációban (5%) alkalmazva közelítette meg, illetve érte el. Ugyanakkor ez a két vegyület 1%-ban alkalmazva is jelentős gátló hatással bírt, viszont az oltott mészhöz képest még így is 16-24%-kal gyengébben gátolták a kórokozó növekedését.



75. ábra Szervetlen vegyületek hatása a micélium növekedésére a leoltást követő 14. napon (Jelmagyarázat: Az ábrán szereplő betűk a Games-Howell *post hoc* teszt által elkülönített értékcsoportokat jelölik)

5. KÖVETKEZTETÉSEK

5.1 A vizsgált fajták fogékonysága a *Septoria melissae* Desm. kórokozóra

A kórokozó fertőzés dinamikáját három éven (2016-2018) keresztül vizsgálva azt a következtetést vontam le, hogy az állomány életkora befolyásolja a tünetek megjelenésének idejét. Az első két tenyészidőszakban a nyár elején telepített állományokban a szeptóriás levélfoltosság kezdeti tünetei közel egy hónappal a kiültetés után jelentek meg, viszont a fertőzési nyomás csak augusztus elején vált jelentőssé. A harmadik évben már a kihajtás után nem sokkal megfigyelhetők voltak a tünetek. Az első két évben tapasztalt fertőzési dinamika azzal magyarázható, hogy a vizsgált parcellák közvetlen közelében nem volt másik, összefüggő citromfű állomány, így a fertőzés a szomszédos botanikus kertben és a kísérleti üzem területén elszórtan jelenlévő fertőzött citromfű egyedekről indulhatott. A harmadik évben viszont a kihajtáskor már jelen voltak a második évben lehullott fertőzött levelek, amelyeken a kórokozó piknidiumaival, illetve konídiumaival képes áttelelni (NAGY 2002, MEYER *et al.* 2010). A nagy mennyiségű inokulum miatt a viszonylag korai kihajtás mellett a kórokozó tünetei is igen hamar megjelentek az állományban és április végére a fertőzési nyomás elért egy közepes szintet. A fertőzési dinamika alakulásának magyarázatát KURT és TOK (2006) megfigyelései is alátámasztják. A szerzők a *Septoria petroselini* kórokozóval végzett *in vitro* vizsgálataiban a mesterségesen fertőzött leveleken jelentkező nekrotikus foltok száma és mérete összefüggést mutatott az inokulum mennyiségével.

A szabadföldi kutatás eredményei alapján a vizsgálatba vont 7 fajta szeptóriás levélfoltossággal szembeni ellenálló képessége jelentősen eltér egymástól.

Az első két év augusztusi eredményeit (mivel csak ebben a hónapban alakult ki jelentős mértékű fertőzés), valamint a 2018-as év adatsorait együtt értékelve, a fajtákat a szeptóriás fertőzésre való fogékonyságuk alapján a következőképpen csoportosítottam (20. táblázat, 16. melléklet):

20. táblázat A vizsgált fajták fogékonysága a kórokozóra

(Jelmagyarázat: FLGYAK3 – fertőzött levelek gyakoriságának átlaga a 3 vizsgálati évben, FIND3 – a betegségindex értékeinek átlaga a 3 vizsgálati évben)

fajta	fogékonyság	FLGYAK3	FIND3
Soroksári	fogékony	65.1±9.7	26.5±3.4
Quedlinburger		58.6±8.2	23.4±3.0
Lorelei		60.8±14.1	22.3±4.4
'Lemona'	közepesen fogékony	50.8±16.7	19.0±6.3
'Ildikó'		49.5±25.9	17.4±9.9
Wrocław		35.4±24.0	9.1±6.3
Altissima	ellenálló	18.5±11.6	4.3±2.7

A fenti összesítés alapján a fogékony fajtáknál a fertőzött levelek átlagos gyakorisága 60% körül alakult. A Soroksári és Quedlinburger fajták adatsorainál az adatok szórása is kisebb volt, ami összefügghet azzal, hogy a két változat fogékonyságát az évjárat kevésbé befolyásolja. A közepesen fogékony fajták ('Ildikó', 'Lemona' és Wrocław) adatsorainak szórása, mind a fertőzött levelek arányának, mind a betegségindex tekintetében nagyobb volt. Az Altissima egyedein a fertőzés lefolyása – egy-két alkalomtól eltekintve – mindvégig a legenyhébb volt.

Az Altissima nagyfokú ellenállóképessége összefüggésbe hozható azzal, hogy ennek a változatnak a morfológiai tulajdonságai és másodlagos anyagcsere termékei is eltérnek a többi fajtához képest, mivel a citromfű egy másik alfajába tartozik.

MARTIN (1964) leírása alapján a kutikula vastagság befolyásolja egyes kórokozók behatolási képességét a növényi sejtekbe. Ugyanakkor más megfigyelések szerint a sejtfa vastagsága is meghatározó (GUEST és BROWN 1997), mivel a *Septoria melissae* nem csak a gázcsere nyílásokon keresztül, hanem az epidermiszen keresztül is képes behatolni a levelek szöveteibe (MEYER *et al.* 2010). Az előbbieken alapján a több fedőszőr mellett ez a fajta még más, jelen munkámban nem vizsgált, de az ellenállóság szempontjából jelentős morfológiai bélyeggel is rendelkezhet.

A fizikai barrier-ek mellett FINCHER és mtsai (2020) szerint a fogékonyságot befolyásolhatják a növény másodlagos anyagcsere termékei is. A megfigyelést ULRICH és mtsai (2011) vizsgálatai is alátámasztják. A szerzők a petrezselyem fajtákkal végzett tesztek alapján megállapították, hogy a különböző beltartalommal rendelkező fajták eltérő mértékben fogékonyak a *Septoria petroselini* kórokozóra. DAWSON és mtsai (1988) szerint a *Melissa officinalis* ssp. *altissima* alfaj és az alapfaj illóolajának összetétele között lényeges különbség van. Mindezek alapján a fajták között tapasztalt fogékonyságbeli különbségek kialakulásában szerepet játszhat az eltérő beltartalom is.

A vizsgált levelek betegség kategóriánkénti összesítése alapján a közepesen fogékony és ellenálló fajtáknál, főként az Altissima és Wrocław egyedeinél, a betegség tünetei sokkal kisebb mértékben jelennek meg a leveleken, mint a fogékony fajtáknál (30-33. ábra). A súlyosabb (4-5. kategória) tüneteket mutató levelek jellemzően csak a fogékony Soroksári és Quedlinburger fajtáknál voltak jelen nagyobb arányban. A megfigyelésem összhangban van MARTHE és mtsai (2013) petrezselyem fajtákkal végzett vizsgálatának eredményeivel. A szerzők szerint az ellenállóbb petrezselyem változatok levelein a *Septoria petroselini* tünetei sokkal kisebb denzitással vannak jelen, mint a fogékony fajtákon.

A fentiek tükrében megállapítható, hogy a citromfű intraspecifikus változatai között jelentős különbségek vannak a szeptóriás levélfoltossággal szembeni fogékonyságban,

amelyet az adott területen lévő inokulum mennyisége, valamint a morfológiai és beltartalmi tulajdonságok egyaránt befolyásolhatnak.

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

5.2 A kórokozó hatása a hozamra és a drogminőségre

A hozamra és a fontosabb beltartalmi mutatókra (illóolaj-, összes 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 elemezve azt a következtetésre juttam, hogy a fajták közötti különbségek elsősorban az adott genotípus tulajdonságai révén alakultak ki és a fertőzés közvetlen hatása a produkcóra egyértelműen nem bizonyítható. A következtetést alátámasztják SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA és mtsai (2013) szabadföldi, valamint SZABÓ és mtsai (2017) növényházi megfigyelései is. A szerzők vizsgálataiban az egyes fajták hozama között szignifikáns eltérés volt. A felsorolt vizsgálatok egyikében sem említették a kórokozó kártételét, így valószínű, hogy a bemutatott eredmények alakulását a fertőzés nem befolyásolta.

A citromfű fajták illóolaj-tartalma elsődlegesen genetikailag determinált tulajdonság, amit az egyes szerzők vizsgálatai (ZÁMBORINÉ-NÉMETH *et al.* 2019), valamint a vizsgálataim során kapott eredmények is bizonyítanak. Ugyanakkor a szeptóriás levélfoltosság és az illóolaj-tartalom kapcsolatára vonatkozó megfigyeléseim összhangban vannak D'AULERIO és mtsai (1995) megfigyeléseivel. A szerzők vizsgálatai alapján a citromfű levelein megjelenő *Septoria melissae* kórokozó károsítja a növény levelén található mirigyszőröket. Saját erre vonatkozó vizsgálataimban az egészséges (0. bet. kat.), enyhén (2. bet. kat.), valamint erősen fertőzött (4. bet. kat.) levelek ép mirigyszőreinek száma szignifikánsan eltért (39. ábra). Mindezek alapján azt a következtetést vontam le, hogy a szeptóriás fertőzés a mirigyszőrök károsításán keresztül jelentős hatást gyakorol növény illóolaj-tartalmára.

Az illóolaj összetételének vizsgálata alapján az illóolaj fő komponenseinek arányváltozása is összefüggésben van a szeptóriás fertőzés mértékével. Ugyanakkor a saját megfigyeléseim közül csak a nerál esetében tapasztalt negatív változás egyezik meg D'AULERIO és mtsai (1995) által leírtakkal. A levont következtetéseket módosítja a tény,

hogy az illóolaj összetételét MRLIANOVÁ mtsai (2002) szerint meghatározza, hogy azt a hajtás felső vagy középső részéből származó levelekből párolták le. A szerzők azonban nem közölnek arra vonatkozó adatokat, hogy a vizsgált növények fertőzöttek voltak-e a *Septoria melissae* gombafajjal vagy a citromfű valamely más kórokozójával.

A vizsgált citromfű fajták között a hajtás drog összes polifenol-, valamint hidroxifahéjsavszármazék tartalmának tekintetében is szignifikáns különbségek adódtak ZÁMBORINÉ-NÉMETH és mtsai (2019) megfigyeléseivel összhangban. A fertőzöttségi adatok viszont csak fahéjsavszármazék-tartalmára vonatkozó adatokkal mutattak szignifikáns összefüggést. Ezzel párhuzamosan az eltérő betegségkategóriába tartozó levelek polifenol- és hidroxifahéjsavszármazék tartalma a fertőzés mértékének növekedésével csökkent. A megfigyelésem bizonyos fókig ellentmond az egyes leírásokban (ZAYNAB *et al.* 2018, MAHAJAN *et al.* 2020) sok fajnál gyakran hangoztatott összefüggésnek a stresszhatások és a másodlagos anyagcseretermékek felhalmozódása között.

Az eltérő mértékben fertőzött levelekhez kapcsolódóan saját vizsgálataimban NAGY (2006) megfigyelésével összhangban a szeptóriás fertőzés mértéke a hajtások alsó részében nagyobb volt, mint a felső részeken. Emiatt a levelek gyűjtése legtöbbször csak az eltérő levél emeletekről volt lehetséges. MRLIANOVÁ és mtsai (2002) szerint a hajtás alsó részén található levelek beltartalmi mutatói gyengébbek, mint a hajtáscsúchhoz közelebb eső részekben. KURT és TOK (2006) vizsgálataiban a fiatalabb zeller levelek kevésbé fertőződtek meg a nagyobb inokulum mennyiség ellenére is, mint az idősebb levelek. Mindezeket figyelembe véve saját megfigyeléseim és a vonatkozó leírások (D'AULEIRO *et al.* 1995, MRLIANOVÁ *et al.* 2002, KURT és TOK 2006, NAGY 2006) alapján további vizsgálatokat igényel annak feltárása, hogy a fertőződés mértéke befolyásolja-e a hatóanyagok felhalmozódását, vagy attól függetlenül, a másodlagos anyagcsere termékek mennyiségének a hajtásrészek korával, az egyedfejlődési változásokkal összefüggő módosulása nyilvánul meg a tapasztalt fertőzöttségi szintekben.

Ezt alátámaszthatják a vizes növényi kivonatokkal végzett vizsgálataim is, ahol a fahéj és szegfűszeg kivonata gátolta a legnagyobb mértékben a kórokozó fejlődését, és egyben ezekben a kivonatokban mértem a legmagasabb összes polifenol-tartalmat is. Természetesen a polifenol-tartalmon belül az egyes frakcióknak vagy vegyületeknek eltérő antimikrobiális aktivitása van (DAGLIA, 2012). A fahéjsavszármazékok felhalmozódása és a szeptóriás fertőzés közötti összefüggés gyakorlati szempontból is mindenképpen jelentős, hiszen ez az egyik a drog minőségét meghatározó paraméter, amit vizsgálataink szerint a fertőzés erősen ronthat.

Mindezek tükrében még további vizsgálatokra van szükség, hogy a kórokozó-gazdanövény interakciójának hatását pontosabban felderítsük.

5.3 Természetes eredetű anyagok, lombtrágyák és egyéb szerves vegyületek alkalmazhatósága a kórokozó ellen

A szabadföldi és *in vitro* vizsgálatok eredményei alapján az egyes illóolajok, lombtrágyák, szerves 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 közül a cejloni fahéj (*Aetheroleum cinnamomi zeylanici corticis*) és a kakukkfű (*Aetheroleum thymi*) illóolajának volt a legerősebb gátló hatása a kórokozó micéliumának növekedésére. FAYAERTS és mtsai (2018) megfigyelték, hogy az illóolajok összetevői közül az aldehid típusú vegyületeknek van a legerősebb gátló hatása a *Candida* fajok növekedésére táptalajon. A megfigyelésekkel összhangban saját vizsgálataimban a nagy fahéjaldehid tartalommal (79%) rendelkező fahéj illóolaj, már a legkisebb vizsgált koncentrációban (0,03%) is teljes mértékben gátolta a kórokozó micéliumának növekedését a leoltást követő 7. és 14. napon. A fahéj illóolajat eltérő koncentrációkban (0,3%; 0,1% és 0,03%) tartalmazó táptalajokon a kórokozó konídiumai nem indultak csírázásnak. Az 53% timol tartalommal rendelkező kakukkfű és 59% linalool tartalmú koriander (*Aetheroleum coriandri*) illóolajok csak az egy nagyságrenddel nagyobb 0,3%, valamint 0,1%-ban koncentrációban gátolták 100%-ban a kórokozó növekedését. ŽABKA és mtsai (2014) megfigyeléseivel összhangban a különböző fő komponenseket tartalmazó illóolajok eltérő *in vitro* hatékonysággal rendelkeznek az egyes kórokozók, így *Septoria mellissae* kórokozó ellen is. Saját megfigyeléseim és a kapcsolódó irodalmi források (FEKETE *et al.* 2009, KOVÁCS és NAGY 2014, TIAN *et al.*, 2014) alapján a vizsgált illóolajok vagy azok főkomponensei hatékony eszközök lehetnek a szeptóriás levélfoltosság elleni védekezésben is. Ennek megvalósításához azonban további, *in vivo* vizsgálatok szükségesek.

A vizes növényi kivonatok vizsgálata során a legerősebb növekedésgátló hatással a szegfűszeg kivonata rendelkezett. Ez a kivonat az összes vizsgált koncentrációban (50%; 25% és 12,5%) közel 100%-ban gátolta a kórokozó növekedését táptalajon. A fahéj és fokhagyma kivonatok nagyobb töménységben (50% és 25%) szintén jelentősen (84-100%) gátolták a kórokozó növekedését. A kakukkfű kivonat csak a legnagyobb (50%) koncentrációban eredményezett jelentősebb (77%) növekedés gátlást. A kamilla kivonata nem gátolta jelentős mértékben a kórokozó micéliumának növekedését.

A fenti megfigyelés részben magyarázható a kivonatok összes polifenol-tartalmával. A gátlóhatás és a polifenol-tartalom közötti összefüggést regresszió analízissel bizonyítottam. Ez az összefüggés azonban nem jelzi előre minden vizes kivonat esetében a gátló hatás mértékét, hiszen egyéb hatóanyag típusok is rendelkezhetnek antifungális hatással. Például a vizsgálatomban használt fokhagyma kivonat csak néhány százalékos (4,6%) polifenol-tartalommal rendelkezett, ugyanakkor jelentősen gátolta a kórokozó növekedését. A gátló hatás itt ANKIRI és MIRELMAN (1999) megfigyelései szerint elsősorban a kéntartalmú vegyületeknek tulajdonítható.

A réz tartalmú lombtrágyák kórokozó elleni hatását *in vitro* és szabadföldi körülmények között is bizonyítható volt. A 2017-ben és 2018-ban végzett szabadföldi vizsgálatok eredményei alapján a lombtrágyák hatása függ a kijuttatás időpontjától, valamint az inokulum mennyiségétől. Az első vizsgálati évben – amikor a kezeléseket a tünetek megjelenése előtt kezdtük – a készítmények a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva jelentősen, 26-30%-kal csökkentették a fertőzött levelek gyakoriságát. A második évben, a tünetek megjelenése után kijuttatott lombtrágyák ehhez képest már csak 8%-kal csökkentették a fertőzött levelek számát a kezelt parcellákban. A második évben a megkésett kezelések mellett az első évben lehullott, fertőzött levelek révén már jelentős mennyiségű inokulum volt jelen parcellákon, mint a 2017-ban frissen telepített állományban.

Az *in vitro* tesztek során a készítmények hatása eltérő volt. A Sergomil L-60 lombtrágya a 0,05% koncentráció kivételével a többi koncentrációban jelentős mértékben (72-100%) gátolta a kórokozó micéliumának növekedését. A Damisol rézaminkomplex készítmény a legnagyobb (0,5%) koncentrációban is csak 34%-os gátlás mutatott.

A készítmények *in vitro* hatékonyságbeli eltérése nem a réztartalommal (Sergomil L60 72g/l réz-szulfát-pentahidrát, Damisol 30g/l réz-szulfát) magyarázható. Ugyanis ebben az esetben a Sergomil L60 hatékonyságának 0,1% mellett kisebbnek vagy hasonlóknak kellene lennie, mint a 0,3%-ban alkalmazott Damisol esetében. Ez utóbbi feltételezést részben alátámasztják PHAM és mtsai (2019) réz kolloiddal végzett megfigyelései is. A szerzők vizsgálatában a *Phytophthora capsici* elleni hatékonyság a szemcseméret csökkenésével egyenesarányban nőtt. Mindezek alapján a vegyület típusa is befolyásolhatja a réz hatékonyságát, amely a vizsgált lombtrágyák esetében eltérő volt. Továbbá a Damisol lombtrágya még más vegyületeket is tartalmaz, amelyek szintén befolyásolhatták az *in vitro* hatékonyságot (1. melléklet).

A vizsgált szervesetlen vegyületek közül az oltott mész (kalcium-hidroxid) gátolta legeredményesebben a kórokozó micéliumának növekedését táptalajon. Ez az anyag már 0,5% koncentrációban alkalmazva 100%-os gátló hatást eredményezett. A kapott

eredmények összhangban vannak BIGGS és mtsai (1997) megfigyeléseivel. A szerzők vizsgálataiban a kalcium vegyületek közül szintén a kalcium-hidroxid volt az egyik leghatékonyabb (65%-os gátlás) a *Monilinia fructicola* ellen. A szerzők beszámoltak továbbá arról is, hogy kalcium-hidroxidot tartalmazó táptalaj pH értéke 11 körüli volt, amely már nem kedvez a gombák fejlődésének. A szódadikarbóna és a vízüveg az oltott mész hatását csak az 5%-os koncentrációban esetében közelítette meg, viszont ennek ellenére a gátlás mértéke már 1%-ban is jelentős (76-85%) volt. Saját vizsgálataimban a szódadikarbóna ILHAN és mtsai (2006) *Venturia inaequalis* kórokozóval végzett vizsgálatiban tapasztaltakhoz képest alacsonyabb hatékonysággal rendelkezett a *Septoria melissae* ellen. A szerzők vizsgálatában a NaHCO_3 1%-ban alkalmazva 96%-ban gátolta a *Venturia inaequalis* konídiumainak csírázását táptalajon. A szerzők nem vizsgálták a szódadikarbóna micélium növekedésre gyakorolt hatását.

A vízüveg hatékonyságára vonatkozóan nem találtam irodalmi forrást, ugyanakkor hasonló szilikát vegyületek, mint a kálium-szilikát, kórokozók elleni alkalmazhatóságáról BUCK és mtsai (2008) közölnek növényházi eredményeket. A szerzők a kálium-szilikátot 16 g/l (1,6%) töménységben kijuttatva 51%-kal voltak képesek csökkenteni a *Pyricularia oryzae* kórokozó kártételét rizs növényeken. Saját *in vitro* vizsgálataimban a Na_2SiO_3 már 1%-ban is hatékony volt, viszont ez az eredmény azonban közvetlenül nem vethető össze a növényen végzett vizsgálatok eredményeivel.

A vizsgált anyagok közül a szódadikarbóna 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.

5.4 Új tudományos eredmények

A kutatásaim során született új tudományos eredményeket az alábbi pontokban foglalom össze:

1. A 7 citromfű taxon három éven át tartó szabadföldi vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a *Melissa officinalis* intraspecifikus változatai között jelentős eltérések vannak a szeptóriás levélfoltosságra való fogékonyság területén.
2. A produktót (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.

5.5 Gyakorlati eredmények

1. Hazai viszonylatban elsőként szolgáltatam adatokat 5 db, a termesztők számára is hozzáférhető intraspecifikus citromfű taxon (részben fajta) szeptóriás levélfoltosságra való fogékonyságáról. A Soroksári, a Quedlinburger Niederliegende és a Lorelei fajták fogékonyak a szeptóriás fertőzésre, míg a 'Lemona', 'Ildikó' és Wrocław fajták közepes mértékben ellenállóak a betegséggel szemben, míg a *Melissa officinalis* ssp. *altissima* a legkevésbé fogékony. Ez utóbbi növényanyag, valamint a Wrocław rezisztencia nemesítésben való felhasználása javasolható.
2. Az illóolajok, vizes növényi kivonatok, réztartalmú lombtrágyák, valamint a szódabikarbóna, oltott mész és a vízüveg további szabadföldi kísérletek és fejlesztések után eredményesen alkalmazhatók lehetnek a citromfű szeptóriás levélfoltossága elleni védekezésben.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Doktori értekezésemben a citromfű (*Melissa officinalis* L.) intraspecifikus taxonjainak szeptóriás levélfoltosságra való fogékonyságát, valamint a kórokozó (*Septoria melissae* Desm.) hozamra és beltartalomra gyakorolt hatását vizsgáltam. Mindezek mellett további célkitűzésem volt több, természetes és mesterséges eredetű anyag (illóolajok, vizes növényi kivonatok, lombtrágyák és szervesetlen vegyületek) kórokozó elleni hatásának szabadföldi és *in vitro* értékelése is.

A kutatáshoz 7 eltérő származású taxont (Altissima, 'Ildikó', 'Lemona', Lorelei, Soroksári, Quedlinburger Niederliegende és Wrocław) választottam, amelyek fogékonyságát 2016 és 2018 vizsgáltam a Szent István Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság, Gyógy- és Aromanövények Szakágazatában. A növényanyagok közötti különbségeket három szempont szerint értékeltem (fertőzött levelek gyakorisága, betegségindex, és a vizsgált levelek betegségkategóriák szerinti száma). A fogékonysági vizsgálatok mellett hozammérést is végeztem, továbbá meghatároztam a hajtás drogok és az eltérő mértékben fertőződött levelek illóolaj-, összes polifenol- és összes hidroxifahéjsavszármazék tartalmát is. A lombtrágyák szabadföldi hatékonyságát 2017 és 2018 között vizsgáltam.

Az *in vitro* vizsgálatokat egy hazai és egy lengyelországi izolátummal állítottam be. A laboratóriumi tesztek alkalmával a vizsgált természetes és mesterséges eredetű anyagok micélium növekedést gátló és konídiumok csírázására gyakorolt hatást értékeltem.

Szabadföldi vizsgálataimban a Soroksári fajta volt a legfogékonyabb a szeptóriás fertőzésre. A fertőzött levelek gyakorisága a fajta egyedein a harmadik évben elérte a 94%-ot is. A fajták közül a Quedlinburger Niederliegende és a Lorelei is a fogékony genotípusok közé tartozott. A 'Lemona', az 'Ildikó', valamint a Wrocław fajták közepes fogékonyságot mutattak. A szeptóriás fertőzés mértéke az Altissima fajta egyedein volt a legkisebb. A vizsgálatok során a kevésbé fogékony fajtákon a levélfoltosság tünetei sokkal kisebb mértékben nyilvánultak meg a fertőzött levelek nagyobb arányának ellenére is.

A fajták hozama és a fertőzöttsége között nem találtam egyértelmű összefüggést. A hajtás drog összes polifenol-, illetve összes hidroxifahéjsavszármazék tartalmának alakulása és a fertőzöttségi adatok között sem tudtam világos összefüggést kimutatni. Egyértelmű kapcsolat csak az illóolaj-tartalomra vonatkozóan volt megállapítható. A levelek fertőzöttsége és azok illóolaj-, összes polifenol-, valamint összes hidroxifahéjsavszármazék között azonban egyértelmű, negatív korrelációt figyeltem meg.

Az *in vitro* tesztekben vizsgált anyagok közül több is eredményesen gátolta a kórokozó micéliumának növekedését, illetve a konídiumok csírázását táptalajon. A fahéj illóolaja rendelkezett a legerősebb növekedés gátló hatással. Az illóolaj már 0,03% koncentrációban is teljes mértékben gátolta a kórokozó micéliumának és konídiumainak növekedését táptalajon.

A vizes növényi kivonatok közül a szegfűszeg kivonata volt a leghatékonyabb a kórokozó ellen. A kivonat az összes vizsgált koncentrációban (50%, 25%, 12,5%) szinte teljes mértékben (98-100%) gátolta a kórokozó micéliumának növekedését a vizsgálat 14. napján. A fahéj és fokhagyma kivonatok nagyobb koncentrációkban (25% és 50%) adagolva bizonyultak hatékonyak.

A lombtrágyák közül a Sergomi L-60 volt a leghatékonyabb a kórokozó ellen szabadföldi és *in vitro* körülmények között is. A 2017-es vizsgálati évben csaknem 50%-kal fogta vissza ez a lombtrágya a fertőzés terjedését a kezelt parcellákon a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. A második vizsgálati évben (2018) a készítménnyel végzett kezeléseknek azonban mérsékeltebb hatása volt, a megkésett kezelés és a jelentős inokulum mennyiség miatt. *In vitro* körülmények között a Sergomi L-60 lombtrágya már 0,3% koncentrációban is közel 100%-os micélium növekedésgátlást eredményezett.

A szervesetlen vegyületek közül az oltott mész rendelkezett a legerősebb gátló hatással, már 0,5% koncentrációban is 100%-ban gátolta a kórokozó növekedését táptalajon. A vízüveg és szódabikarbóna hatása ezt csak 5% koncentrációban közelítette meg.

A fajtafogékonyság feltárására vonatkozó vizsgálataim során új és hasznos adatokat kaptam, amelyek felhasználhatók a citromfű termesztésben és jó alapot biztosítanak a szeptória ellenálló fajták nemesítéséhez.

A kórokozó hozamra és beltartalomra gyakorolt hatásának vizsgálatokor részben ellentmondó, ugyanakkor érdekes megfigyeléseket tettem. Mindezek alapján további vizsgálatok szükségesek annak tisztázására, hogy a szeptóriás fertőzés hogyan befolyásolja a növény másodlagos anyagcseretermékeinek felhalmozódását.

A természetes és mesterséges eredetű anyagok vizsgálatának eredményei pedig jó alapként szolgálhatnak további szabadföldi és *in vitro* kísérletek tervezéséhez, amelyek által lehetőség nyílt a citromfű és tágabb értelemben a gyógynövény kultúrák növényvédelmének fejlesztésére.

7. SUMMARY

The main objective of the present work was to evaluate the susceptibility of 7 lemon balm accessions to the plant pathogen *Septoria melissae* Desm. under field conditions. I furthermore studied the pathogen's effect on the yield and quality of the drug. In addition, evaluation of the *in vitro* and *in vivo* efficacy of essential oils, water extracts, foliar fertilizers and inorganic salts against the pathogen was also part of my experiment.

Field trials were carried out between 2016 and 2018 in the Experimental and Research Farm of the Szent István University in Budapest-Soroksár. Susceptibility of the accessions was evaluated by the disease severity and incidence. The number of the assessed leaves at the different infection categories was also investigated. Yield and quality measurements (essential oil, polyphenolic and hydroxycinnamic acid contents) were carried out with the harvested shoots of the plants. Quality measurements were also made in case of the selected healthy, less and highly infected leaves.

During the susceptibility experiments significant differences were observed between the investigated accessions. According to the results, cultivar Soroksári was the most susceptible to *Septoria* leaf spot in the three growing seasons. Disease severity reached 94% on the plots of this accession in the 3rd year. Among the selected accessions, cultivars Quedlinburger Niederliegende and Lorelei showed high susceptibility as well. The disease severity and incidence reached a moderate level in the plots of the cultivars Lemona, Ildikó and Wrocław during the experimental years. These varieties have been considered moderately tolerant. The lowest disease levels could be observed on the plants of accession Altissima. It showed high tolerance to the pathogen in two investigated growing seasons. While in some cases the disease severity reached a higher level in the plots of the moderately or highly tolerant accessions, the disease incidence had only a lower level.

According to the result of the yield and quality trials, there were no correlation between the yield of the harvested plants and their infection level. Regarding the quality measurements of the shoots clear relation could be proved only between the essential oil content and the *Septoria* infection. However, the essential oil, the polyphenolic and the hydroxycinnamic acid content of the healthy, less and highly infected leaves showed negative correlation with the disease incidence.

The *in vitro* tests with the pathogen gave positive results. Among the investigated materials the essential oils of cinnamon and thyme provided the highest inhibitory effect against the mycelia of *Septoria melissae*. Cinnamon essential oil inhibited the germination of the conidia as well. Water extract from clove showed high (98-100%) growth inhibition

in all of the tested concentrates. Cinnamon and garlic extracts also decreased the growth of the mycelia. These extracts completely inhibited the germination of the conidia in the higher concentrates (50% and 25%).

The application of foliar fertilizers Sergomil-L60 and Damisol Rézaminkomplex significantly decreased the disease severity and incidence on the treated plants in the first year of the experiment. However, due to the infected plant debris and the late start of the applications, the treatments had only a slight effect against the Septoria infection in the second year of the trial. In the *in vitro* tests Sergomil-L60 had the strongest inhibitory effect against the mycelial growth of the pathogen, while the other fertilizer showed only moderate inhibition.

All of the *in vitro* applied inorganic salts had full growth inhibition in 5%. However, the calcium-hydroxide provided 100% inhibition in the lower 0.5% concentration as well.

In the light of the field experiments, the variety has an important role in the Septoria leaf spot control of lemon balm. The obtained results can provide a good basis to breed resistant or tolerant varieties as well as help growers use less susceptible cultivars in lemon balm production.

The results of the yield and quality trials are partly contradictory. Therefore further testings are needed to get more precise data regarding the effect of the Septoria infection on the harvested plant material.

According to the *in vitro* investigations, the tested essential oils, water extracts, foliar fertilizers and inorganic salts can be potential agents in the sustainable plant protection of lemon balm, but further field trials are still needed.

8. MELLÉKLETEK

1. melléklet A vizsgált réztartalmú készítmények réz tartalma és összetétele

	Damisol Rézaminkomplex	Sergomil-L60	Bordóilé Neo SC
réz-tartalom:	30,00 g/l	72,16 g/l	74,28 g/l
összetétel:	réz-szulfát (vízmentes) CAS szám: 7758-98-7	réz-szulfát-pentahidrát CAS szám: 7758-99-8	Bordeaux-i keverék CAS szám: 8011-63-0
	cink-szulfát CAS szám: 7733-02-0		
	citromsav CAS szám: 77-92-9		
	ammónia-oldat CAS szám: 1336-21-6		

2. melléklet A kórokozó molekuláris azonosításakor alkalmazott PCR elegy összetétele

Összetevő	arány (%)
desztillált víz	69
puffer (+KCl, -MgCl ₂)	10
MgCl ₂	6
dNTPs	4
ITS4 primer	2
ITS5 primer	2
Taq polimeráz	1
DNS	6

3. melléklet A kórokozó molekuláris azonosításakor alkalmazott PCR reakció beállításai

Folyamat neve	Hőmérséklet (°C)	Időtartam (perc)	ciklus szám
elődenaturáció	92	4	1
denaturáció	92	1	35
anellálás	54	1,5	
elongáció	72	1	
extenziós szakasz	72	7	1

4. melléklet A saját és referencia izolátumok összehasonlítására végzett BLAST eredményei

Saját izolátumok		Szekvencia tulajdonságai	Referencia izolátumok	
Származás	Azonosító		KACC47728*	IKSANS1**
Magyarország	HBS	azonosság (%)	100	100
		átfedés (%)	97	97
Lengyelország	PWW	azonosság (%)	100	100
		átfedés (%)	97	97

* CHOI és SHIN 2018. ** CHOI et al. 2014

5. melléklet Az *in vitro* vizsgálatokban használt kakukkfű illóolaj összetétele

Komponens	RT	LRI	%
α -pinén	5,4	938,0	0,70
kamfén	5,7	952,0	1,44
β -pinén	6,5	981,0	0,15
β -mircén	6,8	995,0	0,70
cimol (para)	7,9	1026,0	29,24
limonén	8,0	1029,0	0,48
1,8-cineol	8,1	1034,0	3,66
γ -terpinén	9,0	1056,0	0,25
linalool	10,5	1097,0	3,57
izoborneol	12,8	1152,4	0,22
borneol	13,1	1162,0	0,34
terpinén-4-ol	13,6	1175,0	0,35
α -terpineol	14,2	1189,0	0,44
timol	18,5	1290,0	52,83
karvakrol	18,8	1300,0	3,43
β -kariofillén	23,3	1420,0	0,04
kariofillén oxid	29,8	1590,0	1,22
Összesen:			99,06

6. melléklet Az *in vitro* vizsgálatokban alkalmazott fahéj illóolaj összetétele

Komponens	RT	LRI	%
α -pinén	5,6	938,0	0,63
benzaldehyd (artificial almond)	6,3	967,0	0,15
β -pinén	6,6	980,9	0,12
p-cimol (para)	8,1	1025,9	1,39
limonén	8,2	1028,5	1,49
1,8-cineol	8,4	1033,5	2,30
linalool	10,8	1097,2	2,80
α -terpineol	14,6	1189,1	1,24
fahéjaldehyd (Z)	15,7	1217,0	0,10
fahéjaldehyd (E)	17,7	1264,0	78,76
transz-anetol	18,5	1283,2	2,82
eugenol	21,4	1360,8	1,29
α -copaén	22,0	1377,0	0,04
béta-kariofillén	23,7	1420,0	2,53
transz-fahéj-acetát	24,8	1448,0	3,64
α -humulén	25,1	1454,2	0,47
orto-metoxi-fahéjaldehyd	28,2	1536,0	0,12
benzil benzoát	36,8	1773,3	0,13
Total:			100,02

7. melléklet Az *in vitro* vizsgálatokban használt koriander illóolaj összetétele

Komponens	RT	LRI	%
α -pinén	5,4	938,0	2,66
kamfén	5,7	952,0	0,20
szabinén	6,4	976,0	0,06
β -pinén	6,5	981,0	0,21
cimol (para)	7,9	1026,0	5,85
limonén	8,0	1029,0	15,90
γ -terpinén	9,0	1056,0	0,33
Linalool oxid <cis-> (furanoid)	9,6	1071,6	0,16
Linalool oxid <trans-> (furanoid)	10,2	1087,9	0,22
linalool	10,5	1097,0	59,14
kámfor-(+)	12,2	1144,0	1,45
borneol	13,1	1162,0	0,09
terpinén-4-ol	13,6	1175,0	0,08
dill ether	14,1	1185,5	0,05
α -terpineol	14,2	1189,0	0,09
cisz-dihidrokarvon	14,4	1194,0	1,34
transz-dihidrokarvon	14,7	1203,0	0,59
Dihydro carveol <iso->	15,2	1212,0	0,11
Dihydro carveol <neoiso->	15,7	1228,4	0,17
karvon	16,3	1241,0	10,68
transz-anetol	18,1	1283,0	0,28
Total			99,66

8. melléklet A felvételezett levelek betegség kategóriánkénti aránya az első tenyészidőszak (2016) statisztikai értékeléshez választott felvételezései során

(Jelmagyarázat: bet.kat. – betegségkategória, L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a z teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, betegség kategóriánként külön minden felvételezési időpont esetében.)

bet.kat.		2016.08.18			2016.09.01			2016.09.08		
		L	Q	S	L	Q	S	L	Q	S
0	darab	506 ^a	375 ^b	299 ^c	368 ^A	278 ^B	262 ^B	274 ^A	264 ^A	230 ^A
	adjusted	11,3	-2,0	-9,4	6,2	-2,6	-3,6	1,5	1,0	-2,5
1	darab	50 ^a	49 ^a	57 ^a	35 ^A	40 ^A	84 ^B	57 ^A	30 ^B	40 ^{AB}
	adjusted	-,4	-,6	,9	-3,2	-2,3	5,6	2,8	-2,3	-,4
2	darab	68 ^a	159 ^b	179 ^b	212 ^A	153 ^B	135 ^B	193 ^A	174 ^A	172 ^A
	adjusted	-8,0	2,8	5,3	4,9	-1,6	-3,3	1,2	-,5	-,8
3-5	darab	1 ^a	42 ^b	85 ^c	12 ^A	156 ^B	133 ^B	101 ^A	145 ^B	174 ^B
	adjusted	-8,1	-,2	8,3	-11,9	7,3	4,6	-4,8	,7	4,1
összesen	darab	625	625	620	627	627	614	625	613	616



9. melléklet A szeptóriás fertőzöttség mértéke a Sokorksári (balra) és 'Lemona' (jobbra) fajtákon 2016 nyarán (fotó: KOVÁCS G. 2016)

10. melléklet A felvételezett levelek betegség kategóriánkénti aránya a második tenyészidőszak (2017) utolsó 3 felvételezése során

(Jelmagyarázat: bet.kat. – betegségkategória, L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Lo – Lorelei; I – 'Ildikó'; A – Altissima; W – Wrocław. Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a z teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

bet.kat.		2017.08.16							2017.08.23							2017.08.30						
		L	Q	S	Lo	I	A	W	L	Q	S	Lo	I	W	L	Q	S	Lo	I	A	W	
0	darab	441c	301e	240f	331d	392b	595a	563a	358B	160D	176D	565C	525A	341E	311BC	182D	272BD	251C	383A	328A	189A	
	adjusted	-9.4	-15.1	-19.9	-1.5	10.7	23.7	22.8	-6.8	-13.9	-17.2	8.3	18.6	17.3	-5.9	-9.0	-9.0	-0.8	11.5	11.5	8.1	
1	darab	131c	116c	179b	98bc	72bc	4a	7a	123A	102A	96A	105A	83A	48A	87B	75B	85B	76B	79B	112A	87A	
	adjusted	0.9	0.8	7.7	3.2	1.9	-8.8	-8.1	0.4	1.7	-1.3	-1.4	0.6	0.3	-3.8	-1.9	-4.1	-0.7	-0.1	6.5	8.7	
2	darab	451c	427c	373c	192d	51b	1a	0a	414B	316B	325B	244C	75A	15D	325C	243C	267C	201C	119B	52A	14A	
	adjusted	11.4	12.7	8.1	0.9	-9.7	-16.2	-15.8	9.0	8.4	4.5	-3.8	-11.0	-11.5	6.4	5.5	1.4	3.5	-4.2	-8.7	-8.8	
3-5	darab	51b	108c	173d	27b	0a	0a	0a	153B	197C	351D	119B	9A	1A	196C	182CE	301E	85D	16B	0A	0AB	
	adjusted	-2.9	6.2	15.3	-2.8	-6.4	-7.0	-6.8	-2.3	6.9	18.4	-5.2	-11.8	-9.3	3.7	7.1	13.8	-2.4	-10.1	-10.7	-8.0	
összesen	darab	1074	952	965	648	515	600	570	1048	775	948	1033	692	405	919	682	925	613	597	492	290	

104

11. melléklet A felvételezett levelek betegség kategóriánkénti aránya a harmadik tenyészidőszak (2018) első betakarítása előtti 3 felvételezése során

(Jelmagyarázat: bet.kat. – betegségkategória, L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Lo – Lorelei; I – 'Ildikó'; A – Altissima; W – Wrocław. Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a z teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

bet.kat.		2018.05.23							2018.06.01							2018.06.11						
		L	Q	S	Lo	I	A	W	L	Q	S	Lo	I	A	W	L	Q	S	Lo	I	A	W
0	darab	423c	375c	269bd	104d	203bc	273a	403C	297D	293BD	196BD	150B	238A	100CD	193C	110B	58D	76B	98B	176A	280E	
	adjusted	2.6	2.4	-6.4	-7.7	-1.9	12.0	4.4	-2.9	-3.2	-2.2	-6.3	12.4	0.6	4.1	-3.9	-12.2	-5.1	-5.6	14.4	13.0	
1	darab	161b	161b	266a	156a	110b	115a	137C	208B	248AB	164AB	149AB	86AB	85A	97DE	68D	111DE	103CE	164BC	116A	180AB	
	adjusted	-5.9	-3.8	5.4	6.1	-2.3	2.4	-7.4	-0.6	3.0	2.4	1.0	0.2	3.6	-3.5	-6.2	-4.9	0.0	3.7	8.0	5.5	
2	darab	241bc	197c	215bc	128bc	173b	2a	235C	248BC	222C	155BC	198B	8A	51C	293CD	347B	516E	209D	333BC	8A	156F	
	adjusted	1.4	-0.3	1.0	3.0	4.7	-11.5	0.4	2.2	0.0	0.9	5.6	-10.3	-1.9	0.5	6.1	12.8	-2.0	3.9	-15.6	-11.3	
3-5	darab	110b	97b	94b	40b	52b	0a	101B	92B	80B	40BC	52B	1A	6AC	43B	80D	92D	112C	33B	0A	7A	
	adjusted	2.2	1.9	1.3	-0.4	-0.2	-6.9	3.2	2.4	0.8	-1.4	0.6	-5.7	-3.6	-2.1	3.9	3.0	11.1	-3.6	-5.7	-7.5	
összesen	darab	935	830	844	428	538	390	876	845	843	555	549	333	242	626	605	777	500	628	300	623	

12. melléklet A felvételezett levelek betegség kategóriánkénti aránya a harmadik tenyésztidőszak (2018) második betakarítása előtti 3 felvételezésekor

(Jelmagyarázat: bet.kat. – betegségkategória, L – 'Lemona'; Q – Quedlinburger; S – Soroksári; Lo – Lorelei; I – 'Ildikó'; A – Altissima; W – Wrocław. Az ábrákon szereplő, eltérő formázású betűjelek a z teszt által létrehozott értékcsoportokat jelölik, külön minden felvételezési időpont esetében.)

bet.kat.		2018.08.16							2018.08.23							2018.08.29						
		L	Q	S	Lo	I	A	W	L	Q	S	Lo	I	A	W	L	Q	S	Lo	I	A	W
0	darab	166bc	161bc	187c	115bc	129bc	187a	168b	193AC	184C	129B	83BC	117BC	156A	197A	182E	158CE	121BD	69D	89BCD	186A	105BCDE
	adjusted	-0.5	0.4	-4.5	0.0	-1.0	5.6	1.1	1.7	-0.2	-6.2	-2.4	-1.8	4.9	4.6	2.0	0.9	-4.1	-3.5	-3.2	9.6	-1.2
1	darab	168c	143bc	160b	82bc	91b	205a	242a	103B	117B	109B	47B	91B	194A	240A	128B	120B	117B	64B	89B	204A	245A
	adjusted	0.0	-1.1	-6.5	-3.7	-4.9	7.9	9.1	-4.8	-4.2	-5.6	-5.2	-2.6	12.0	12.0	-4.3	-3.9	-5.4	-4.8	-4.0	10.7	13.7
2	darab	154bc	129cd	222bc	103bc	162b	39a	92d	241B	262B	256B	164B	181B	31A	77C	288BC	221CD	205DE	193B	233B	40A	115E
	adjusted	1.7	0.2	2.8	1.3	5.8	-8.4	-4.0	3.8	4.5	3.1	5.6	3.0	-11.4	-9.9	5.2	0.8	-2.4	6.1	6.8	-11.9	-5.1
3-5	darab	56c	66bc	187d	65bd	58bc	2a	0a	51B	62B	157C	49B	58B	2A	0A	59C	109B	217D	70B	66BC	0A	5A
	adjusted	-1.5	0.7	11.8	3.4	0.6	-8.0	-9.0	-1.7	-0.7	12.3	2.3	1.7	-6.8	-8.5	-4.2	2.9	15.1	2.1	-0.3	-9.0	-8.7
összesen	darab	544	499	756	365	440	433	502	588	625	651	343	447	383	514	657	608	660	396	477	430	470



13. melléklet A szeptóriás fertőzöttség a Soroksári (balra) és a Wrocław (jobbra) fajtákon a harmadik évben (fotó: KOVÁCS G. 2018)



14. melléklet Az Altissima fajta szinte teljesen fertőzés mentes hajtásai a harmadik tenyészidőszakban (fotó: KOVÁCS G. 2018)

15. melléklet A 2016-ban vizsgált eltérő fertőzöttségű citromfű levelek illóolajának összetétele a GC-MS analízis szerint

(Jelmagyarázat: A sárga kijelölések a főkomponenseket jelölik. 0 – egészséges levelek, 2 – enyhén fertőzött levelek [2. bet. kat.], 4 - erősen fertőzött levelek [4. bet. kat.]

Komponens	RT	LRI	'Lemona'					Soroksári					Quedlinburger				
			0	0	2	2	4	0	0	2	2	4	0	0	2	2	4
1-oktén-3-ol	6.8	987.0	0.12		0.05				0.13					0.07			
2-oktanol	7.0	997.0	0.39	0.47	0.16	0.09		0.09	0.19				0.11	0.37			
(E)-ocimén (transz-béta-ocimén)	8.9	1046.2	0.06		0.03			0.07	0.06				0.03	0.07	0.1		
linalool	10.8	1097.2	0.22	0.1					0.13				0.04	0.09			
izodihidrolavandulil-aldehid	11.0	1104.0															
dehidro-linalool	12.4	1137.6	0.25	0.13	0.19	0.1		0.05	0.04					0.04			
izocitrál (exo)	12.6	1141.0							0.09					0.09			
transz-alfa-nekrodol	4.0	1145.0	0.19	0.11													
citronellál	12.9	1149.0	2.8	1.87	10.89	10.03	11.08	6.66	7.38	31.51	28.86	42.43	2.42	3.21	18.61	13.55	24.71
izocitrál (Z)	13.4	1161.0	1.23	0.91	1.16	0.78		0.65	0.9	0.43	0.39		0.68	0.8	0.5		0.23
rosefuran epoxide	13.9	1173.0	0.12		0.05									0.04			
izocitrál (E)	14.1	1178.0	1.92	1.67	1.84	1.31		1.21	1.36	0.68	0.65		1.25	1.37	0.8		0.44
cimén-8-ol (meta)	14.3	1182.1	0.14														
nerol	16.2	1227.3			0.58	0.26			0.04	0.69	1.07	2.29			0.72		5.34
nerál (citrál-b)	16.6	1238.0	40.16	41.25	35.84	36.61	31.2	37.16	35.46	25.5	25.71	14.17	38.65	38.13	30.06	30.12	22.6
geraniol	17.2	1252.1	0.1		1.02	0.69			0.1	0.89	1.34	2.76	0.08	0.11	1.99	0.84	7.88
metil-citronellál	17.3	1255.0	0.11		1.01	0.78	0.58	0.2	0.37	2.05	2.06	3.3	0.1	0.17	1.42	0.48	2.51
geraniál (citrál-a)	17.9	1268.0	49.11	51.11	43.74	47.23	56.19	49.35	45.68	35.71	35.65	28.11	50.76	47.45	43.52	55.01	32
citronellil-formát	18.0	1270.0			0.24	0.31				0.2	0.2			0.15	0.19		0.23
timol	18.8	1290.3	0.2	0.21	0.55	0.24	0.41	0.08			0.48		0.22				
metil-geranát	19.9	1319.0	0.15		0.41	0.26		0.08	0.13	0.18	0.2		0.11	0.07	0.24		0.33
dimetoxi-(E)-citrál	20.7	1339.0											0.28	1.01			
neril-acetát	21.6	1366.3							0.52				0.06	0.37			
hexenil-hexanoát	22.1	1380.0	0.25						1.13				0.55	1.56			
geranil-acetát	22.4	1388.0	0.74	0.89				1.2	1.83				1.8	2.09			
béta-kariofillén	23.7	1420.0	0.97	1.08	1.49	1.05	0.53	2.63	1.61	1.78	2.75	5.54	1.67	1.06	1.42		2.22
α -humulén	25.1	1454.2															
kariofillén-oxid	30.2	1590.0	0.4	0.2	0.51	0.21		0.56	1.92	0.37	0.5	0.86	1.16	1.63	0.43		1.32
Összesen:			99.63	100	99.76	99.95		99.99	99.07	99.99	99.86	99.46	99.97	99.95	100	100	99.81

16. melléklet A három vizsgálati év átlagos fertőzöttségi eredményei növényanyagonként

(Jelmagyarázat: A piros kijelölések, minden időszak esetében a legmagasabb értékeket jelölik. A zöld kijelölés az előbbihez hasonlóan a legalacsonyabb értékeket jelöli. Az első (2016) és a második (2017) tenyészidőszak esetében az augusztusi hónapok értékei kerültek átlagolásra.)

	ÁTLAG						MIN.						MAX.					
	2016	2017	2018		Össz. Átlag	Szórás	2016	2017	2018		Össz. Átlag	Szórás	2016	2017	2018		Össz. Átlag	Szórás
			I.	II.					I.	II.					I.	II.		
Fertőzött levelek átlagos gyakorisága																		
'Lemona'	25.8	59.2	59.2	59.1	50.8	16.7	3.7	46.3	44.4	31.9	31.6	19.7	56.2	66.2	69.0	71.6	65.8	6.8
Quedlinburger	47.4	66.8	61.5	58.6	58.6	8.2	37.6	53.9	35.4	26.7	38.4	11.4	57.7	79.6	82.0	74.0	73.3	10.9
Soroksári	51.0	70.1	72.5	66.9	65.1	9.7	37.3	58.7	44.7	45.3	46.5	8.9	61.7	81.9	93.7	81.8	79.8	13.3
Lorelei	-	46.2	74.4	61.8	60.8	14.1	-	30.6	64.2	39.4	44.7	17.4	-	63.1	84.5	82.9	76.8	11.9
'Ildikó'	-	20.0	68.8	59.5	49.5	25.9	-	3.5	61.7	35.5	33.6	29.2	-	36.6	84.5	81.1	67.4	26.7
Altissima	-	8.1	16.3	31.0	18.5	11.6	-	0.8	0.0	0.0	0.3	0.5	-	36.4	41.9	58.9	45.7	11.7
Wrocław	-	7.6	48.3	50.1	35.4	24.0	-	1.2	34.7	28.0	21.3	17.7	-	19.0	58.1	78.4	51.8	30.2
Betegségindex																		
'Lemona'	9.6	23.3	21.0	22.0	19.0	6.3	1.1	16.0	11.4	9.9	9.6	6.3	23.6	29.2	25.7	29.5	27.0	2.9
Quedlinburger	21.4	27.8	22.9	21.4	23.4	3.0	14.8	19.0	9.3	6.5	12.4	5.6	30.7	35.7	33.3	29.9	32.4	2.6
Soroksári	22.9	30.9	25.0	27.3	26.5	3.4	13.4	21.9	11.5	15.8	15.6	4.5	32.4	41.3	37.3	36.8	37.0	3.6
Lorelei	-	17.7	26.3	22.8	22.3	4.4	-	9.7	21.8	12.1	14.5	6.4	-	26.7	34.3	34.3	31.8	4.4
'Ildikó'	-	6.1	25.0	21.0	17.4	9.9	-	1.0	23.0	10.8	11.6	11.0	-	12.3	29.7	31.6	24.5	10.6
Altissima	-	2.1	3.5	7.3	4.3	2.7	-	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	-	9.6	9.1	13.8	10.8	2.6
Wrocław	-	1.8	12.9	12.4	9.1	6.3	-	0.2	8.3	6.8	5.1	4.3	-	4.3	16.9	21.5	14.2	8.9

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. ABDEL-NAIME, W. A., FAHIM, J. R., FOUAD, M. A., KAMEL, M. S. (2019): Antibacterial, antifungal, and GC–MS studies of *Melissa officinalis*. *South African Journal of Botany*, 124: 228-234. p.
2. ALLESCHER A. (1901): Pilze. Fungi imperfecti. T.VI. Leipzig: Verlag von Eduard Kummer, 814. p.
3. ANKIRI, S., MIRELMAN, D. (1999): Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection*, 1 (2): 125-129. p.
4. ANONYMUS (2004): WHO monographs on Selected Medicinal Plants. Volume 2. Geneva: WHO Headquarters in Geneva, 182. p.
5. ANONYMUS (2019a): World Flora Online: *Melissa officinalis* L. <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000240053> 2019. november 29.
6. ANONYMUS (2019b): Nemzeti Fajtajegyzék – Zöldség-, Gyógy- és Fűszernövények 2019. Budapest: Nemzeti Élelmiszerlánc-Biztonsági Hivatal, 9. p.
7. ANONYMUS (2020a): Ökológiai gazdálkodásban használható egyszerű anyagok. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. forrás: <https://portal.nebih.gov.hu/-/okologiai-gazdalkodasban-hasznalható-egyszeru-anyagok> 2020. március 25.
8. ANONYMUS (2020b): Bundessortenamt – Sorteninformationen. https://www.bundessortenamt.de/apps6/bsa_sorteninfo/public/de
9. ANONYMUS (2020c): *Septoria melissae*. http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank_Advanced&Page=200&ViewMode=Basic
10. ANONYMUS (2020d): Növényvédő Szerek Adatbázisa. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. forrás: <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
11. ANONYMUS (2020e): A Trianum G készítmény termékleírása. Koppert Biological Systems. forrás: <https://www.koppert.hu/trianum-g/> 2020. július 27.
12. ANONYMUS (2020f): A Trianum P készítmény termékleírása. Koppert Biological Systems. forrás: <https://www.koppert.hu/trianum-p/> 2020. július 27.
13. ANONYMUS (2020g): Bordóilé Neo SC – technológiai leírás. forrás: https://www.fmcagro.hu/cheminova/web.nsf/Pub/bordoile_neo_sc.html
14. ANONYMUS (2020h): Sergomil-L60 – technológiai leírás. Sumi-Agro Hungary Kft. forrás: <https://www.sumiagro.hu/kategoria/seipro-csalad/sergomil-l-60/>
15. ANONYMUS (2020i): Damisol Rézaminkomplex – technológiai leírás. Damisol Kft. forrás: <https://damisol.hu/damisol-rezaminkomplex>

16. AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 1107/2009/EK RENDELETE
17. BADER A. N., SALERNO, G. L., COVACEVICH, F., CONSOLO, V. F. (2019): Native *Trichoderma harzianum* strains from Argentina produce indole-3 acetic acid and phosphorus solubilization, promote growth and control wilt disease on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of King Saud University – Science*, 32 (1): 867-87. p.
18. BARNES, J., ANDERSON, L. A., PHILLIPSON, J. D. (2007): Herbal Medicines. 3rd edition. London: Pharmaceutical Press, 425. p.
19. BERNÁTH J., ZÁMBORINÉ NÉMETH É. (2015): Gyógynövény kultúrák magyarországi növényvédelmének időszerű kérdései. *Növényvédelem*, 51 (1): 25-36. p.
20. 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.
21. BOKOR, P., TANCIK, J., HABÁN, M., MARINKOVIĆ, B. J., POLÁČEK, M. (2008): The occurrence of pests on lemon balm (*Melissa officinalis*) and garden sage (*Salvia officinalis*). *Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke*, 115: 59-64. p.
22. BOMME, U., HONERMEIER, B., HOPPE, B., KITTLER, J., LOHWASSER, U., MARTHE, F. (2013): Melisse (*Melissa officinalis* L.) In: HOPPE, B. (ed). *Handbuch Arznei- und Gewürzpflanzenanbau – Arznei- und Gewürzpflanzen L-Z (Band 5)*. Bernburg: Saluplanta e.V./GFS e.V., 151-173. p.
23. BOŽOVIĆ, M., GARZOLI, S., BALDISEROTTO, A., ROMAGNOLI, C., PEPI F., CESA, S., VERTUANI, S., MANFREDINI, S., RAGNO, R. (2018): *Melissa officinalis* L. subsp. *altissima* (Sibth. & Sm.) Arcang. essential oil: Chemical composition and preliminary antimicrobial investigation of samples obtained at different harvesting periods and by fractionated extractions. *Industrial Crops and Products*, 117: 317-321. p.
24. BRANDENBURGER, W. (1985): Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 534. p.
25. BUBÁK F. (1907): Adatok Magyarország gombaflórájához – Ein Beitrag zur Pilzflora von Ungarn. *Növénytani Közlemények*, 6 (4): 101-103.
26. 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.
27. CHEN, C., LIU, C-H., CAI, J., ZHANG, W., QI, W-L., WANG, Z., LIU, Z-B., YANG, Y. (2018): Broad-spectrum antimicrobial activity, chemical composition and mechanism of action of garlic (*Allium sativum*) extracts. *Food Control*, 86: 117-125. p.
28. CHOI, I. Y., CHO, S. E., PARK, J. H., SHIN, H. D. (2014): *Septoria melissae* isolate IKSANS1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S

- ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence. NCBI GenBank azonosító: KJ683739.1
29. CHOI, I. Y., SHIN, H. D. (2018): *Septoria melissae* voucher KACC47728 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence. NCBI GenBank azonosító: MH359402.1
 30. CHWIL, M. 2009. Flowering biology and nectary structure of *Melissa officinalis* L. *Acta Agrobotanica*, 62 (2): 23-30. p.
 31. CHWIL, M., NURZYŃSKA-WIERDAK, R., CHWIL, S., MATRASZEK, R., NEUGEBAUEROVÁ, J. (2016): Histochemistry and micromorphological diversity of glandular trichomes in *Melissa officinalis* L. leaf epidermis. *Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus*, 15 (3):153-172.
 32. 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.
 33. DAGLIA, M. (2012): Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23: 174-181. p.
 34. 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.
 35. DELIOPOULOS, T., KETTLEWELL, P. S., HARE, M. C. (2010): Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. *Crop Protection*, 29: 1059-1075. p.
 36. DESMAZIÈRES, J. B. H. J. 1853. Vingt-et-unième notice sur les plantes cryptogames récemment découvertes en France. *Annales des Sciences Naturelles Botanique*, 20: 85-96. p.
 37. DIMITRIS, D., EKATERINA-MICHAELA, T., CHRISTINA, K., IOANNIS, S., IOANNAD, S. K., AGGELIKI, L., SOPHIA, H., MICHAEL, R., HELEN, S. (2020): *Melissa officinalis* ssp. *altissima* extracts: A therapeutic approach targeting psoriasis in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 246: 112-208. p.
 38. DUBEY, M. K., DHAWAN, O. P., KHANUJA, S. P. S. (2008): Downy mildew resistance in opium poppy: resistance sources, inheritance pattern, genetic variability and strategies for crop improvement. *Euphytica*, 165: 177-188. p.
 39. DUDA, S. C., MĂRGHITAȘ, L. A., DEZMIREAN, D., DUDA, M., MĂRGĂOAN, R., BOBIȘ, O. (2015): Changes in major bioactive compounds with antioxidant activity of

- Agastache foeniculum*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis* and *Nepeta cataria*: Effect of harvest time and plant species. *Industrial Crops and Products*, 77: 499-507. p.
40. DUKE, J. A., BOGENSCHUTZ-GODWIN, M. J., DUCCELLIER, J., DUKE, P-A. K. (2002): Handbook of medicinal herbs. 2nd edition. New York: CRC Press, 454. p.
41. EL-MAATI, M. F. A., MAHGOUB, S. A., LABIBA, S. M., AL-GABY A. M. A., RAMADAN, M. F. (2016) Phenolic extracts of clove (*Syzygium aromaticum*) with novel antioxidant and antibacterial activities. *European Journal of Integrative Medicine*, 8: 494-504. p.
42. ENGEL R., SZABÓ K., ABRANKÓ L., RENDES K., FÜZY A., TAKÁCS T. (2016): Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and the polyphenol profile of marjoram, lemon balm and marigold. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64 (19): 3733-3742. p.
43. ESCRIVÁ, L., OUESLATI, S., FONT, G., MANYES, L. (2017): *Alternaria* mycotoxins in food and feed: An overview. *Journal of Food Quality*, 2017: 1-20. p.
44. FARR, D. F., ROSSMAN, A. Y. (2020): Fungal Databases. U. S. National Fungus Collections, ARS, UDSA. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> 2020. február 13.
45. FEKETE, M., NAGY, G., PALKOVICS, L. (2009): Az illóolajok hatása a *Botrytis cinerea*, a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* és a *Sclerotinia sclerotiorum* kórokozókra. *Növényvédelem*, 45 (7): 343-349. p.
46. 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
47. FINCHER, G. B. (2020): Engineering disease resistance in crop plants: Callosic papillae as potential targets. *Engineering*, 6: 505-508. p.
48. GAFFOROV, Y. S. (2017): A preliminary checklist of Ascomycetous microfungi from southern Uzbekistan. *Mycosphere*, 8 (4): 660-696. p.
49. GAMLIEL, A., YARDEN, O. (1998): Diversification of diseases affecting herb crops in Israel accompanies the increase in herb crop production. *Phytoparasitica*, 26 (1):53-58. p.
50. GÄRTNER, H. 1971. Versuche zur Bekämpfung von *Botrytis cinerea* (GRAUSCHIMMEL) als Traubenfäule. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 21 (3): 183-189. p.

51. GOGAN, A., GROZEA, I., VIRTEIU, A. M. (2010): *Metcalfa pruinosa* Say (Insecta: Homoptera: Flatidae) – first occurrence in western part of Romania. *Research Journal of Agricultural Science*, 42 (4): 63-67. p.
52. GRABOWSKA, B., KUBALA, T. (2010): *Byliny w twoim ogrodzie*. Poznań: Zysk i S-ka Wydawnictwo, 302. p.
53. GRIEBLER, B. (1987): Interessante pilzliche Erkrankungen an Heil- und Gerwurzkräutern. *Pflanzen Schutz*, 11 (3): 2-4. p.
54. 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.
55. 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.
56. GUTIÉRREZ, G., BATLLE, R., SÁNCHEZ, C., NERÍN, C. (2010): New approach to study the mechanism of antimicrobial protection of an active packaging. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7 (9): 1063-1069. p.
57. HERMOSA, R., VITERBO, A., CHET, I., MONTE, E. (2012): Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158: 17-25. p.
58. HOCHBAUM T., NAGY G. (2013): Egy illóolaj kombináció alkalmazásának lehetősége kajszai- és őszibarack kórokozói, valamint kártevő molyfajai ellen. *Növényvédelem*, 49 (1): 8-15. p.
59. 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.
60. 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.
61. KASSAI-JAGER, E., KISS, L., VACZY, Z., AND VACZY, K.Z. (2010): First report of powdery mildew on lemon balm (*Melissa officinalis*) caused by *Golovinomyces biocellatus* in Hungary. *Plant Disease*, 94: 1169. p.
62. KHARE, C. P. (ed.) (2007): *Indian Medicinal Plants: An illustrated dictionary*. New York: Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 409. p.
63. KHARE, M. N., TIWARI, S. P., SHARMA, Y. K. (2014): Disease problems in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) and fenugreek (*Trigonella foenum graceum* L.) cultivation

- and their management for production of quality pathogen free seeds. *International Journal of Seed Spices*, 4 (2): 11-17. p.
64. KIRÁLY G. 2009. Új magyar fűvészkönyv. Jósvafő: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. 354. p.
65. KITTLER, J., SCHRADER, O., KÄSTNER, U., MARTHE, F. (2015): Chromosome number and ploidy level of balm (*Melissa officinalis*). *Molecular Cytogenetics*. 8: 61. p. DOI: 10.1186/s13039-015-0166-z
66. KOVACHEVSKI, I. C. 1936. Parasitic fungi new for Bulgaria. Fourth contribution. *Travaux de la Société Bulgare des Sciences Naturelle*, 27: 13-24. p.
67. KOVÁCS B., HORVÁTH A., SÁROSI S., NAGY G. (2013): A mentafélék és a fahéj kivonatának és illóolajának alkalmazási ehetősége az őszi búza fuzáriumos kalászfertôzése ellen. *Növényvédelem*, 49 (9): 403-409. p.
68. KOVÁCS F., NAGY G. (2014): Mentaolajok hatás a *Ramularia menthicola* kórokozó és gazdanövénye kapcsolatban. *Kertgazdaság*, 46 (2): 78-84. p.
69. KOWALIK, M. 2013. Fungi colonizing dead leaves of herbs. *Acta Agrobotanica*, 66 (1): 61-64. p.
70. KURT, S., TOK, F. M. (2006): Influence of inoculum concentration, leaf age, temperature, and duration of leaf wetness on Septoria blight of parsley. *Crop Protection*, 25: 556-561. p.
71. 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.
72. MAHAJAN, M., KUIRY, R., PAL, P. K. (2020): Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 18: in press DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2020.100255>
73. MANDAL, K., SARAVANAN, R., MAITI, S. (2007): Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of isabgol (*Plantago ovata*). *Crop Protection*, 27: 988-995. p.
74. MARCHIONATTO, J. B. (1928): Fitoparásitos de la Argentina nuevos o poco conocidos II. – *Phsys*, 9 (32): 154. p.
75. MARTHE, F., BRUCHMÜLLER, T., BÖRNER, A., LOHWASSER, U. (2013): Variability in parsley (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nyman) for reaction to *Septoria petroselini* Desm., *Plasmopara petroselini* Săvul. et O. Săvul. and *Erysiphe heraclei* DC.

- ex Saint-Aman causing *Septoria* blight, downy mildew and powdery mildew. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60: 1007-1020. p.
76. MARTIN, J. T. (1964): Role of cuticle in the defense against plant disease. *Annual Review of Phytopathology*, 2: 81-100. p.
77. MEYER, U., BLUM, H., GÄBER, U., HOMMES, M., PUDE, R., GABLER, J. (2010): Praxisleitfaden – Krankheiten und Schädlinge im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. Braunschweig: Lebenshilfe Braunschweig GmbH, 92-96. p.
78. MEYERS M. (2007): Lemon Balm: An Herb Society of America Guide. Kirtland: *The Herb Society of America*, 14 p.
79. MIHAJLOV, L., ILIEVA, V., MARKOVA, N., ZLATKOVSKI, V. (2013): Organic cultivation of lemon balm (*Melissa officinalis*) in Macedonia. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 3: 769-775. p.
80. MIKOLAJEWICZ, M., FILODA, G. (1998): Próby zwalczania septoriozy (*Septoria melissae* Desm.) w uprawach melisy lekarskiej (*Melissa officinalis* L.). *Herba Polonica*, 44 (3): 172-174. p.
81. MOESZ G. (1941): A mézfű levélfoltossága (*Septoria melissae*). *Herba*, 2: 9-11. p.
82. MOESZ G. (1942): Budapest és környékének gombái. *Botanikai Közlemények*, 39: 503. p.
83. MORADKHANI, H, SARGSYAN, E., BIBAK, H., NASERI, B., SADAT-HOSSEINI, M., FAYAZI-BARJIN, A., MEFTAHIZADE, H. (2010): *Melissa officinalis* L., a valuable medicine plant: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (25): 2753-2759. p.
84. MRLIANOVÁ, M., TEKEL'OVÁ, D., FELKLOVÁ, M., REINÖHL, V., TÓTH, J. (2002): The influence of the harvest cut height on the quality of the herbal drugs *Melissae folium* and *Melissae herba*. *Planta Medica*, 68 (2): 178-180. p.
85. MULENKO, W., MAJEWSKI, T., RUSZKIEWICZ-MICHALSKA, M. (2008): A preliminary checklist of Micromycetes in Poland. Kraków: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 752. pp.
86. MÜHLE, E. (1956): Die Krankheiten und Schädlinge der Arznei-, Gewürz- and Duftpflanzen. Berlin: Akademie Verlag, 305. pp.
87. NAGY G. (2002): A szeptóriás betegség kártétele citromfűn. *Növényvédelem*, 38 (4): 185-187. p.
88. NAGY G., HORVÁTH A. (2010): Gyógynövények szeptóriás levélfoltosságai Magyarországon. *Növényvédelem*, 46 (4): 145-153. p.

89. NEZHADALI, A., NABAVI, M., RAJABIAN, M., AKBARPOUR, M., POURALI, P., AMINI, F. (2014): Chemical variation of leaf essential oil at different stages of plant growth and *in vitro* antibacterial activity of *Thymus vulgaris* Lamiaceae, from Iran. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (2): 87-92. p.
90. NOLLA, A., KORNDÖRFER, G. H., COELHO, L. (2006): Efficiency of calcium silicate and carbonate in soybean disease control. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 2049-2061. p.
91. PARISI, R. (1921): Di alcuni parassiti delle piante medicinali e da essenze. *Bulletino dell'orto Botanico della R. Università di Napoli*, 6: 285-296. p.
92. PATORA J., MAJDA T., GÓRA J., KLIMEK B. (2003): Variability in the content and composition of essential oil from lemon balm (*Melissa officinalis* L.) cultivated in Poland. *Acta Poloniae Pharmaceutica: Drug Research*, 60 (5): 395-400. p.
93. PAVLOVIĆ, Đ. S., STOJANOVIĆ, D. S., JOŠIĆ, LJ. D., STAROVIĆ, S. M. (2014): Phytoplasma disease of medicinal plants in Serbia. 8th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries. Durrës. Albania. 19-22. 05. 2018. Proceedings: 321-329. p.
94. PETERS, K (2004): Melisa ou abelleira (*Melissa officinalis*). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Melissa_officinalis.jpeg 2020.09.13.
95. PETROPOULOS, S., FERNANDES, Â., BARROS, L., CIRIC, A., SOKOVIC, M., FERREIRA, I. C. F. R. (2018): Antimicrobial and antioxidant properties of various greek garlic genotypes. *Food Chemistry*, 245: 7-12. p.
96. PHAM, N. D., DUONG, M. M., LE, M. V., HOANG, H. A., PHAM, L. K. O. (2019): Preparation and characterization of antifungal colloidalcopper nanoparticles and their antifungal activity against *Fusarium oxysporum* and *Phytophthora capsici*. *Comptes Rendus Chimie*, 22: 786-793. p.
97. PHARMACOCOPOEA EUROPAEA 10th edition (2019a): Melissa Leaf – *Melissae folium*. Strasbourg: Council of Europe, 1536-1537. p.
98. PHARMACOCOPOEA EUROPAEA 10th edition (2019b): Melissa Leaf Dry Extract – *Melissae folii extractum siccum*. Strasbourg: Council of Europe, 1537-1538. p.
99. PHARMACOCOPOEA HUNGARICA VII. kiadás, I. kötet (1986): A drogok illóolaj-tartalmának meghatározása. Budapest: Medicina Kiadó, 395-397. p.
100. PHARMACOCOPOEA HUNGARICA VIII. kiadás, 3/2011. számú közlemény (2011): *Melissae folii extractum siccum* – Citromfűlevél száraz kivonat. Budapest: Medicina Kiadó.

101. PHARMACOCOPOEA HUNGARICA VIII. kiadás, II. kötet (2004): *Melissae folium* – Citromfűlevél. Budapest: Medicina Kiadó, 2208-2209. p.
102. PISOSCHI, A. M., POP, A., GEORGESCU, C., TURCUS, V., OLAH, N. K., MATHE, E. (2018): An overview of natural antimicrobials role in food. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 143: 922-935. p.
103. PLUHÁR ZS. (2001): A citromfű termesztése. *Agronapló*, 5 (8): 11. p.
104. QUAEDVLIEG, W., VERKLEY, G. J. M., SHIN, H. D., BARRETO, R. W., ALFENAS, A. C., SWART, W. J., GROENEWALD, J. Z., CROUS, P.W. (2013): Sizing up *Septoria*. *Studies in Mycology*, 75: 307-390. p.
105. RABENSTEIN, F., MAISS, E., MARTHE, F. (2012): Identifizierung, Charakterisierung und Nachweis von Viren an Zitronenmelisse (*Melissa officinalis* L.) in Deutschland. 58. Deutsche Pflanzenschutztagung "Pflanzenschutz – alternativlos", Braunschweig. 10-14. 09. 2012. Zusammenfassungen: 100. p.
106. RADULESCU, E., NEGRU, A., DOCEA, E. (1973): Septoriozele din Romania. Bucuresti: Editura Academiei Republicii Socialiste, 325. pp.
107. RAMANAUSKIENE, K., RAUDONIS, R., MAJIENE, D. (2016): Rosmarinic acid and *Melissa officinalis* extracts differently affect glioblastoma cells. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* (2016): 1-9. p.
108. RANJBAR, M., SALEHI, A., REZAEIZADEH, H., ZARSHENAS, M. M., SADEGHNIAT-HAGHIGHI, K., MIRABZADEH, M., FIROOZBADI, A. (2018): Efficacy of a combination of *Melissa officinalis* L. and *Nepeta menthoides* Boiss. & Buhse on insomnia: A triple-blind, randomized placebo-controlled clinical trial. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 24 (12): 1197-1203. p.
109. Reuveni, R., Reuveni, M. 1998. Foliar-fertilizer therapy – a concept in integrated pest management. *Crop Protection*. 17 (2): 111–118.
110. 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.
111. RUSSO, M., HONERMEIER, B. (2017): Effect of shading on leaf yield, plant parameters, and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 7: 27-34. p.
112. SAEB, K; GHOLAMREZAEE, S. (2012): Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2 (2): 547-549. p.

113. SAGLAM, C., ATAKISI, I., TURHAN, H., KABA, S., ARSLANOGLU, F., ONEMLI, F. (2004): Effect of propagation method, plant density, and age on lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32 (4): 419-423. p.
114. SCHMALZ, A., SERMANN, H., BÜTTNER, C. (2008): Verhalten von *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) auf seinen Wirtspflanzen. 63. ALVA-Tagung, Raumberg-Gumpenstein, 26-27. 05. 2008. Bericht: 238-240. p.
115. SCHMIDT G. (2002): Növényházi dísznövények termesztése. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 66. p.
116. SCHNITZLER P., SCHUHMACHER A., ASTANI A., REICHLING J. (2008): *Melissa officinalis* oil affects infectivity of enveloped herpesviruses. *Phytomedicine*, 15: 734-740. p.
117. SEIDLER-ŁOŻYKOWKSA, K. BOCIANOWSKI, J. KRÓL, D. (2013): The evaluation of the variability of morphological and chemical traits of the selected lemon balm (*Melissa officinalis* L.) genotypes. *Industrial Crops and Products*, 49: 515-520. p.
118. SHAKERI, A., SAHEBKAR, A., BEHJAT, J. (2016): *Melissa officinalis* L. – A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 188: 204-228. p.
119. SILVA, O. C., SANTOS, H. A. A., DALLA PRIA, M., MAY-DE MIO, L. L. (2011): Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. *Crop Protection*, 30: 598-604. p.
120. SIMON T. (2008): A magyarországi edényes flóra határozója: Harasztok – Virágos növények. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. 374. p.
121. SIMONYAN S. A. (1981): Mikoflora botaničeskich sadov i dendroparkov Armjanskoj SSR. Yerevan: AN Armjan. SSR. 234 pp.
122. 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.
123. SOLTANPOUR, A., ALIJANIHA, F., NASERI, M., KAZEMNEJAD, A., HEIDARI, M. R. (2019): Effects of *Melissa officinalis* on anxiety and sleep quality in patients undergoing coronary artery bypass surgery: A double-blind randomized placebo controlled trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 28: 27–32. p.
124. STEVENS, P. F. (2017): Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> 2020. március 29.

125. SZABÓ K., LENCHÉS O. (2013): *Melissa officinalis* L. – Citromfű. 355-358. p. In: BERNÁTH J. (Szerk.): *Vadon termő és termesztett gyógynövények - Gyűjtésük, termesztésük és felhasználásuk*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
126. SZABÓ K., RADÁCSIP., RAJHÁRT P., LADÁNYI M., NÉMETH É. 2017. Stress-induced changes of growth, yield and bioactive compounds in lemon balm cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, 119: 170-177. p.
127. TENEBURGO, G. (2012): *Melissa officinalis* subsp. *altissima* (Sm.) Arcang. {ID 5051} <https://www.floraitaliae.actaplantarum.org/viewtopic.php?t=39456#p255343> 2020.09.12.
128. TIAN, J., ZENG, X., FENG, Z., MIAO, X., PENG, X., WANG, Y. (2014): *Zanthoxylum molle* Rehd. essential oil as a potential natural preservative in management of *Aspergillus flavus*. *Industrial Crops and Products*, 60: 151-159. p.
129. TUDORA, C., BURNICHI, F., POPESCU, C., VLADUTOIU, L., NAE, G., MUSCALU, A. (2019): Technological aspects on the cultivation of new varieties of medicinal and aromatic plants. Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. 12-15. 06. 2019, Lozenec, Bulgaria. Proceedings: 290-294. p.
130. TZANETAKIS, I.E., KELLER, K.E., MARTIN, R.R. (2005): Tulip virus X (TVX) associated with lemon balm (*Melissa officinalis*) variegation: first report of TVX in the USA. *Plant Pathology*, 54 (4): 562. pp.
131. ULRICH, D., BRUCHMÜLLER, T., KRÜGER, H., MARTHE, F. (2011): Sensory characteristics and volatile profiles of parsley (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym.) in correlation to resistance properties against *Septoria* blight (*Septoria petroselini*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 10651-10656. p.
132. VERKLEY, G. J. M., QUAEDVLIEG, W., SHIN, H. D., CROUS, P. W. (2013): A new approach to species delimitation in *Septoria*. *Studies in Mycology*, 75: 213-305. p.
133. VERMA, P. P. S., SINGH, A., LAIQ-UR-RAHAMAN, BAHL, J. R. (2015): Lemon balm (*Melissa officinalis* L.) an herbal medicinal plant with broad therapeutic uses and cultivation practices: a review. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 2 (11): 928-933. p.
134. WANG, M., GAO, L., DONG, S., SUN, Y., SHEN, Q., GUO, S. (2017): Role of silicon on plant–pathogen interactions. *Frontiers in Plant Science*, 8 (701): 1-14. p.
135. WANG, W., XU, Y., FANG, H., LI, Z., LI M. (2020): Advances and challenges in medicinal plant breeding. *Plant Science*, 298: 110573
136. WANG, Z., LI, Y., ZHUANG, L., YU, Y., LIU, J., ZHANG, L., GAO, Z., WU, Y., GAO, W., DING, G., WANG, Q. (2019): A rhizosphere-derived consortium of *Bacillus*

- subtilis* and *Trichoderma harzianum* suppresses common scab of potato and increases yield. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 17: 645-653. p.
137. WIELGUSZ K., SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA K. (2017): Fungi colonizing and damaging different parts of some medicinal plants. *Herba Polonica*, 63 (2): 18-26. p.
138. YILDIRIM, I., ONOGUR, E., IRSHAD, M. (2002): Investigations on the efficacy of some natural chemicals against powdery mildew [*Uncinula necator* (Schw.) Burr.] of grape. *Journal of Phytopathology*, 150: 697-702. p.
139. 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.
140. 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.
141. ZÁMBORINÉ NÉMETH É. (2020): A Magyarországon jellemző citromfű fajtahasználat. *szóbeli közlés*
142. ZAYNAB, M., FATIMA, M., ABBAS, S., SHARIF, Y., UMAIR, M., ZAFAR, M. H., BAHADAR, K. (2018): Role of secondary metabolites in plant defense against pathogens. *Microbial Pathogenesis*, 124: 198-202. p.
143. ZEPÍGI, M. (2008): *Melissa officinalis* L. {ID 5050} - *Melissa vera*. <https://www.floraitaliae.actaplantarum.org/viewtopic.php?t=6143> 2020.09.12.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton mondok köszönetet témavezetőimnek Zámboriné Dr. Németh Évának és Dr. Nagy Géának. Megtisztelőnek tartom, hogy a teljes hallgatói és doktoranduszi pályafutásom során ők kísérték végig a kutatásaimat. Bátorításaik és kritikáik által nagyon sokat fejlődtem mind a kertészeti tudományok területén, mind emberileg.

Köszönetet mondok a Gyógy- és Aromanövények Tanszék, a Soroksári Gyógy- és Aromanövények Szakágazat és a Növénykórtani Tanszék összes munkatársának, akikkel az alap-, mester- és doktori képzésem alatt együtt dolgozhattam. Tanácsaikkal és jelenlétükkel számtalan alkalommal a segítségemre voltak az elmúlt 8 év folyamán.

Köszönetet mondok volt hallgatóimnak, akik a szakdolgozatukhoz, illetve diplomamunkájukhoz tartozó kísérleteik elvégzése által nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy az értekezésemben ilyen sok és változatos anyag kórokozóra gyakorolt hatását tudjam bemutatni.

Külön köszönetet mondok a lengyelországi Szkoła Główna Gospodartswa Wiejskiego egyetem Zöldség- és Gyógynövények, valamint Növénykórtani Tanszékek munkatársainak, akik a kint tartózkodásom alatt mindenben a segítségemre voltak.

Hálás vagyok Szüleimnek a belém fektetett bizalomért és a néha már végletekig menő áldozataikért, amelyeket a tanulmányi előremenetelemért hoztak meg. Nélkülük sosem készült volna el ez az értekezés.

Hálás vagyok jövendőbelimnek és családjának a bátorításért és a nagy türelmükért, amellyel támogattak az értekezés megírása alatt.

Végül, de nem utolsó sorban hálás vagyok az én Uramnak, Istenemnek, aki a kutatásaim során és egész eddigi életemben elárasztott engem meg nem érdemelt kegyelmeivel.