

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2021. november 24.

**A MÁK (*PAPAVER SOMNIFERUM*) NÖVÉNYVÉDELME NEK
SARKALATOS PONTJAI ÖKOLÓGIAI ÉS KONVENCIONÁLIS
GAZDASÁGBAN SZARVAS KÜLTERÜLETÉN**

Fundamental features of pest control of the poppy seeds in the ecological and
conventional farmland on the periphery of Szarvas

Készítette: Harmati Kinga Szilvia, HLZZ21
Növényorvos MSc
Nappali tagozat
Budai Campus

Témavezető: Dr. Karacs-Végh Anita, egyetemi docens
Dr. Tóth Annamária, egyetemi adjunktus

**Budapest
2021.**

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	2
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
2.1.	A MÁK RENDSZERTANI BESOROLÁSA ÉS BOTANIKAI JELLEMZÉSE.....	3
2.2.	A MÁK KÖRNYEZETI IGÉNYEI, ÖKOTÍPUSAI	3
2.3.	A MÁK FELHASZNÁLÁSA.....	4
2.4.	A MÁKTERMESZTÉS HELYZETE VILÁGVISZONYLATBAN.....	5
2.5.	A MÁKTERMESZTÉS HELYZETE HAZÁNKBAN.....	6
2.6.	A MÁK NÖVÉNYVÉDELME	11
2.6.1.	A mák betegségei.....	11
2.6.2.	A mák kártevői	13
2.6.3.	A mák gyomflórája	13
2.7.	A MÁKON ELŐFORDULÓ PERONOSZPÓRA FAJOK.....	14
2.8.	ÖKOLÓGIAI GAZDÁLKODÁS JELLEMZÉSE.....	15
2.9.	KONVENCIONÁLIS GAZDASÁG JELLEMZÉSE	17
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	18
3.1.	A VIZSGÁLAT HELYE ÉS IDEJE	18
3.2.	A VIZSGÁLAT ANYAGA.....	18
3.2.1.	Növényanyag.....	18
3.2.2.	Primerek	19
3.2.3.	Plazmid és baktérium törzs klónozáshoz	19
3.2.4.	Táptalajok.....	20
3.2.5.	Enzimek, vegyszerek, Kitek.....	20
3.2.6.	Műszerek és eszközök	20
3.3.	A VIZSGÁLAT MÓDSZERE.....	21
3.3.1.	A területek kijelölése, jellemzése a felvételezésekhez.....	21
3.3.2.	Gyomfelvételezés	21
3.3.3.	Peronoszpóra fertőzőtség vizsgálata.....	22
3.3.4.	Kórokozó azonosítása klasszikus és molekuláris módszerekkel	23
3.3.4.1.	A kórokozó morfológiai jellemzése	23
3.3.4.2.	A kórokozó molekuláris azonosítása.....	23
4.	EREDMÉNYEK	28
4.1.	TALAJVIZSGÁLAT EREDMÉNYE.....	28
4.2.	GYOMFELVÉTELEZÉS EREDMÉNYEI.....	28
4.3.	PERONOSZPÓRA FERTŐZÖTTSÉG FELMÉRÉS EREDMÉNYEI.....	30
4.4.	A MÁKPERONOSZPÓRÁT OKOZÓ KÓROKOZÓ AZONOSÍTÁSA.....	33
4.4.1.	Morfológiai azonosítás.....	33
4.4.2.	Molekuláris azonosítás	34
4.5.	A TÁBLÁK TERMÉSHOZAMA ÉS ELTÉRŐ KÖLTSÉGEI	36
5.	KÖVETKEZTETÉSEK.....	39
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	41
7.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	43
8.	IRODALOMJEGYZÉK	44
9.	MELLÉKLETEK.....	47

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÚZÁS

A diplomamunkám során szántóföldi kultúra növényvédelmi problémáit szerettem volna vizsgálni, egyrészt, mert hazánk termőterületének 59% - a szántó (4317,7 ezer ha), ezáltal a téma sok termelő, földtulajdonos számára releváns lehet, másrésztől személyes vonatkozása is van, a családi vállalkozásunk megközelítőleg 100 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést. A megszokott szántóföldi kultúrák mellett pár éve elkezdtünk foglalkozni a mák termesztésével is, aminek a régióban (Dél-Alföld) régre visszamenő hagyománya van – köszönhetően az egykori Alkaloida Vegyészeti Gyár Zrt-nek. Napjainkban jelentősen megfogyatkozott a mák termesztésével foglalkozó gazdálkodók száma, de így is sokakat érintő téma. A többi helyi termelőhöz hasonlóan azt tapasztaltuk az évek során, hogy a termés hozam erősen függ az adott évjárattól, azonos technológia mellett más-más problémával szembesülünk. Gondot okoz a mák könnyű felgyomosodása, a szinte minden évben előforduló peronoszpóra fertőzés, valamint tavasszal megjelenő kártevők is. Ugyanakkor érdekes, hogy a megannyi kockázati tényező ellenére a környéken folytatnak ökológiai gazdaságban is mák termesztést - általában sikeresen. Az Európai Unió 2030-ig szóló biodiverzitási stratégiájának tudatában felmerül sok termelőben a kérdés, hogy érdemes-e átállni ökológiai gazdálkodásra a jelen helyzet támogatottsága és a tudatos fogyasztók ismeretében. Ezek a tények inspirálták a diplomamunkámat, amik miatt az alábbi kérdések merültek fel, melyek a kutatás céljául szolgálnak:

- egy esetleges ökológiai termelési átállás esetén érdemes lehet-e mák termesztést folytatni, milyen nehézségei vannak?
- Szarvas külterületén ökológiai és konvencionális szemléletű máktermesztés során milyen kórokozók, illetve gyomflóra különbségek merülhetnek fel?
- milyen technológiát követel meg, milyen termés hozamot, és emellett milyen profitot várhatunk az ökológiai gazdálkodásban, összehasonlítva az intenzív termesztéssel?

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A MÁK RENDSZERTANI BESOROLÁSA ÉS BOTANIKAI JELLEMZÉSE

A kerti mák vagy álomhozó mák (*Papaver somniferum*) Kis-Ázsiából származik, de mára az egész világon ismerik és termesztik. Rendszertanilag a *Papaverales* (mákvirágúak) rendjébe, *Papaveraceae* (mákfélék) családjába tartozik.

Lágyszárú, egyéves, terofiton (Th) faj, amely karószerű főgyökérrel, 50–150 cm hosszúságú felálló szárral és szórt állású, hosszúkás tojásdad alakú levelekkel rendelkezik. Virága a főtengely legmagasabb pontján fejlődik ki, szíromleveleinek színe lehet fehér, rózsaszín vagy akár piros. Toktermést fejleszt, melynek több rekesze van, a rekeszfalakon helyezkednek el a vese alakú, szürkés-kék magvak (1. ábra). Terméshozama az őszi fajtáknak 1–1,2 t/ha tok, illetve 1–1,5 t/ha mag, míg a tavaszi fajtáknál ezek a számok kicsit kisebbek, 0,8–1,2 t/ha tok és 0,4–1 t/ha maghozam várható betakarításkor (Földesi, 2000; Mihalik és Sárkány, 2001).



1. ábra: A mák morfológiája
(Köhler *et al.*, 1991)

2.2. A MÁK KÖRNYEZETI IGÉNYEI, ÖKOTÍPUSAI

A mák talajra nem különösebben érzékeny, de a semleges kémhatású, tápanyagokban gazdag, könnyű kötöttségű talajt preferálja, így inkább homokos, mintsem agyagos talajban érdemes vetni. Vízállásos területeket nem viseli el (Novothny, 1898). Bár félkontinentális éghajlat a legoptimálisabb számára, nagy alkalmazkodó képességének köszönhetően szinte mindenhol termeszthető Magyarországon. Két főbb ökotípusát termesztik hazánkban, az „őszi” és a „tavaszi” mákot, elnevezésük vetési idejükre utal. Az őszi mák optimális vetésideje szeptember – október környékén van, míg a tavaszi mákot február második felétől lehet vetni egészen április közepéig. Általában 3 – 3,5 kg/ha magmennyiséggel vetik, ami elméletben túl sűrű állományhoz vezet, ugyanakkor a gyakorlatban a vetőgép nem tud sikeresen kisebb mennyiséget kijuttatni, továbbá a kelés sem mindig biztonságos. A sikeres keléshez nem szabad 2 cm-nél mélyebbre vetni az apró magvakat szemenkénti vetés közben (Földesi, 2001).

A két ökotípusnak különböző tenyész időszaka és csírázási hőoptimuma van. Az őszi mák tenyész ideje 250–270 nap között van, és 15–20°C-on csírázik jól. A tavaszi mák tenyész időszaka 120–160 nap között változik, és már 7–10°C-on is megfelelően csírázik magja (Pluhár, 2012). A kultúrának különböző fenológiai állapotaiban eltérő hőigénye van, tölevélrózsás állapotban 12–14°C szükséges, ez a fejlett tölevélrózsás állapot feltétele az őszi mák áttelelésének (Hornok, 1978). Azonban az intenzív vegetációs fejlődéshez már 16–18°C, valamint mérsékelt vízellátás kell, majd száraz, meleg (18–20°C) környezeti körülményre van szüksége a virágzáskor (Bernáth és Németh, 2010; Sárkány *et al.*, 2001; Hornok, 1978). Sziromhullást követően a tok végleges méretének eléréséig ismét a csapadékosabb időjárás kedvez a máknak, ugyanakkor a magérés időszakában megfelelőbb a csapadékmentes, meleg (>20°C) idő (Rácz *et al.*, 1992), ugyanis ebben a szakaszban a nagyobb mennyiségű csapadék elősegíti a gombás betegségek megjelenését, továbbá okozhatja a tok hatóanyagának kimosódását (Hofman és Menary, 1984; Laughlin, 1985). A csapadékon túl a szél is komoly károkat képes okozni a mák táblán, nem csupán a kicsi, kikelt növényeknél és az érett máknál, hanem a még ki sem kelt magoknál is gondot jelenthet. Mivel a magokat sekélyre vetjük (1–2 cm), a nagyobb szelek elhordhatják a takaró talajréteget, minek következtében a mag a felszínre kerül, ahol nem képes kicsírázni. Az érés időszakában a szél megdöntheti, esetenként összetörheti a növényt, aminek betakarítása bonyolulttá és veszteségessé válik (Unk *et al.*, 1965). A tavaszi ökotípusokat tavasszal vetjük fagyérzékenyséjük miatt, míg az őszi mák fagytoleranciája miatt már szeptember végén is vethető (Jászberényi *et al.*, 2012). Az őszi mák mag- és tokhozama akár 30-50%-kal is meghaladhatja a tavaszi mák hozamát, illetve egy hónappal a tavaszi ökotípus előtt borul virágba és érik be (Hornok, 1978; Szabó *et al.*, 2006).

2.3. A MÁK FELHASZNÁLÁSA

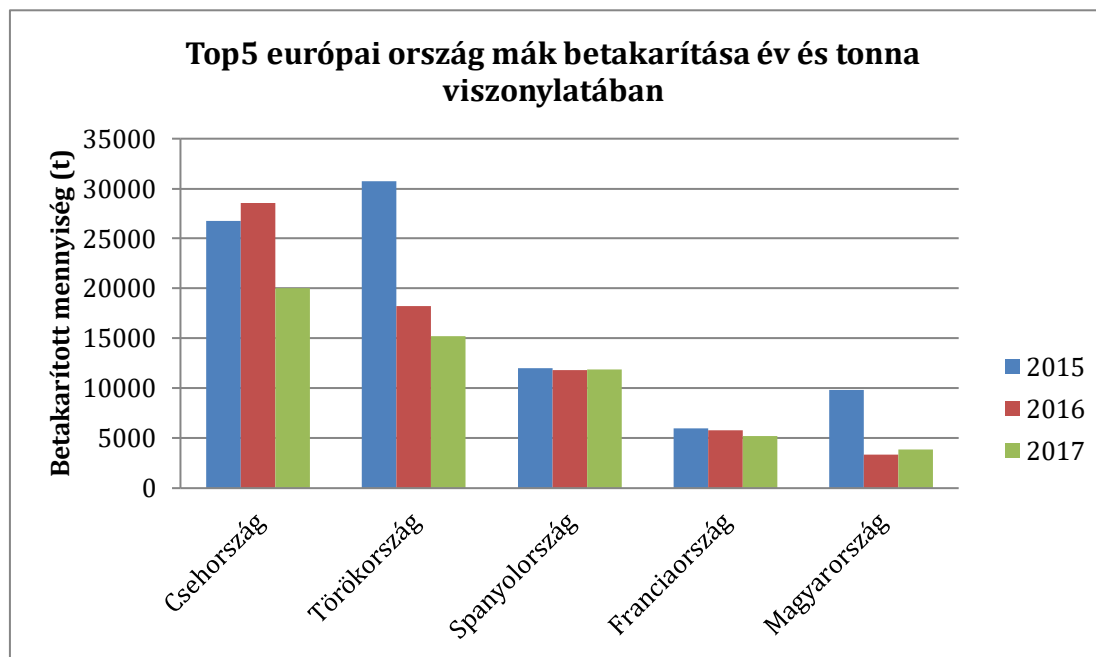
A mák termesztése igen jelentős hazánkban, köszönhetően az optimális környezeti körülményeknek, továbbá a sokoldalú felhasználásának: mind az élelmiszeripar, mind a kozmetikaipar, gyógyszeripar hasznosítja a mákot, bár előbbi az étkezési mákot, míg utóbbi az ipari mákot használja fel, a bennük található alkaloid koncentráció különbség végett (Pluhár *et al.*, 2012). A mák napon megszáradó tejnedvét (latex) nevezzük ópiumnak, amit az ópiumérett, de egyébként még éretlen máktokból lehet karcolással kinyerni. Az ópiumban számos felhalmozódott alkaloid található meg, legnagyobb mennyiségben a morfin (0,4–2,0 %) van jelen a tokban, de más alkaloid is fellelhető benne, mint kodein, narkotin, narkotolin, papaverin (Bernáth, 2001). A mákból kinyert morfin fájdalomcsillapítóként, nyugatóként szolgál, amellet sokan euforizáló hatása miatt ismerik. Fizikális és pszichés függőséget

okozhat folytonos használata, emiatt csakis orvosi előírásra használható. A kodeint köhögéscsillapító, a papaverint görcsoldó hatása miatt alkalmazzák. A papaverint ezen felül impotencia kezelésben, a narkotint rák kezelésben hasznosítják (Pappné Jászberényi, 2014). Fontos megjegyezni, hogy a mák magja viszont nem tartalmaz alkaloidot, mindazonáltal étkezésre megfelelő finom zsíros olajat és fehérjét igen (Földesi, 2000). Ezáltal a tokban található mákmagot az élelmiszeripar hasznosítja elsősorban, a cukrászipar töltőanyagként, péksütemények, kenyerek díszítéseként (Gorton, 1993). Ugyanakkor a belőle sajtolat olaj alapanyaga megannyi ipari terméknek (pl.: festékipar), továbbá madáreleségként, takarmányként is számon tartják a világban (Balbi, 1960; Statham, 1984; Karle *et al.*, 1989), ahogyan a virágkötészetben is fellelhető a máktok.

2.4. A MÁKTERMESZTÉS HELYZETE VILÁGVISZONYLATBAN

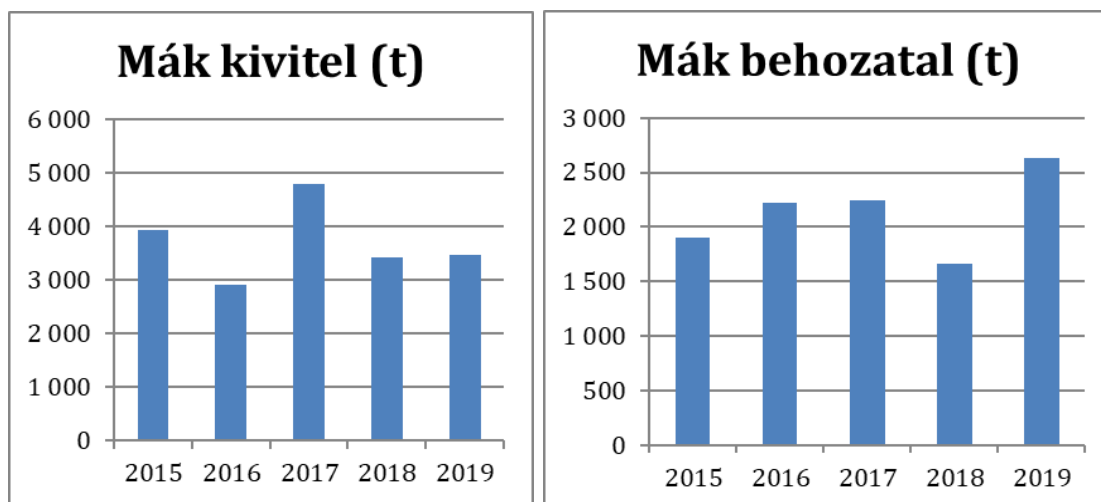
A világ nagy mákmag exportálói közé tartozik Csehország, Törökország, illetve Pakisztán is, akik saját termelésükre támaszkodva képesek jelentős mennyiséget kiszállítani országukból, míg Hollandia, Svédország, USA és Dánia valószínűleg annak köszönhetően tudnak nagy mennyiségben exportálni, hogy a termelő országokból felvásárolt mákmagokat árusítják tovább. A felvetést megerősítően az import oldalon is nagy mennyiséggel van jelen Hollandia, USA és Dánia, továbbá nagy importőrnek számít Németország és Ausztria, valamint India sem tudja megtermelni az ország ellátásához szükséges mákmag mennyiséget (Sárkány *et al.*, 2001). India a világ legnagyobb ópium előállítója, az egyedüli ország, ahol legálisan folyik ópiumtermesztés. Korábbi versenytársai, úgy, mint Bulgária, Irán, Jugoszlávia, Oroszország, Románia és Törökország inkább szárazdrog előállítási technológiára váltottak vagy pedig illegális keretek között végzi az ópiumelőállítást, így világpiacon termékeik nem jelenhetnek meg törvényesen (Bernáth, 2001).

Közép-Európában igen kedvelt élelmiszeripari termék a mák, mindennekelőtt különböző sütemények (rétes, beigli, stb.) töltelékeként. Nyugat - Európában nincs tradíciója a mákfogyasztásnak, így nem meglepő, hogy Csehország és Törökország termeli meg az összes étkezési mák kétharmadát, valamint összevontan a máktermesztésben is élen járnak. Őket követi Spanyolország, majd Franciaország, végül Magyarország foglalja el az ötödik helyet (2. ábra) (Mikšík és Lohr, 2020). (Ennek megfelelően az étkezési mák árát a csehek szabják meg, az idei évben (2021) a tisztított étkezési mák kilogrammonkénti felvásárlási ára 500–700 Ft között változik (Internet1).



2. ábra: Top5 európai ország mák betakarítása (Saját szerkesztés, 2021)

2015-től csökkent a mákkivitel hazánkból, majd 2017-ben hirtelen megnőtt, majd innen kezdődően ismét csökkent a mák kivitele országunkból, ezzel együtt 2015 –től növekedett a mák behozatal, ami 2018-ban hirtelen lecsökkent, majd 2019 –től újra emelkedő tendenciát mutat (3. ábra).



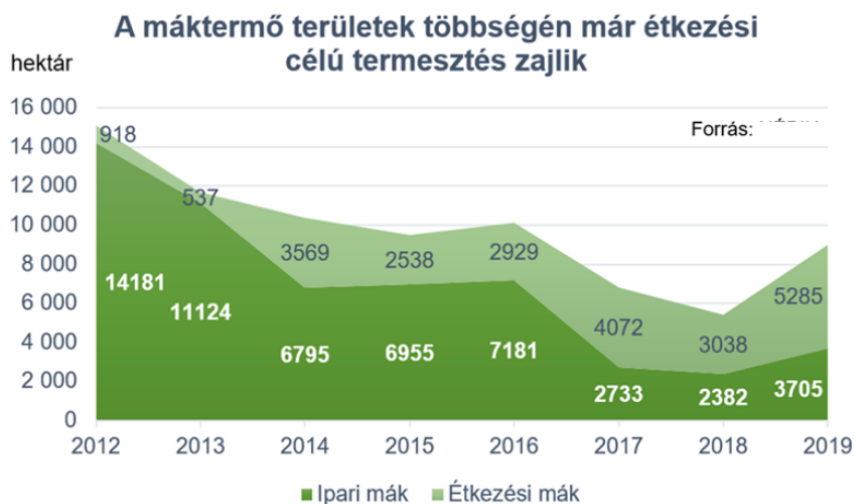
3. ábra: Mák kivitel és behozatal Magyarországon (2015–2019)
(saját szerkesztés KSH alapján)

2.5. A MÁKTERMESZTÉS HELYZETE HAZÁNKBAN

Az ipari mák termesztése igen népszerű volt hazánkban, miután Kabay János gyógyszerész kifejlesztette a mákszalmából, illetve zöld máktokból való morfin kinyerést

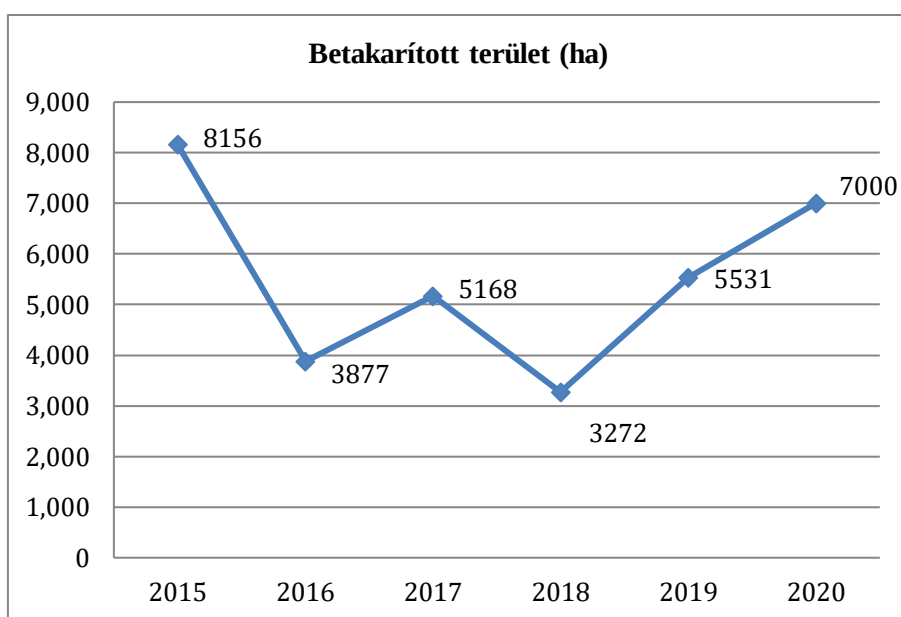
(“száraz eljárás”) és megalapította 1927-ben az Alkaloida Vegyészeti Gyár Zrt. -t. A cég hatalmas mennyiségben vásárolta fel az ipari mák szalmáját, illetve zöld tokját, így stabil felvásárlóként biztosította a termelők piaci biztonságát. A cég 2005 –től az indiai székhelyű SUN Pharma Csoport tagja. A változás után a cég új elszámolási rendszert vezetett be, miszerint nem betakarított tömeg, hanem a benne lévő hatóanyag mennyiség alapján fizetett a termelőknek, akik nem tudták megállapítani a kinyert hatóanyag mennyiséget, így bizonytalan lett a piac. Ennek következtében sokan felhagytak a mák termesztéssel, vagy étkezési mák termesztésre váltottak - jelentős mértékben csökkentve a mák területet, ugyanis az étkezési mák ára évről-évre változik, így piaca nehezen kiszámítható (Menner, 1984). A 162/2003. (X. 16.) Kormány rendelet szigorítást hozott a termelők életében, ipari mák termesztése csakis az OGYÉI (Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet) által kiadott tevékenységi engedéllyel rendelkező gazdálkodó szervezettel (termesztető) megkötött szerződés alapján lehetséges. Továbbá mind a termesztetőnek, mind a termesztőnek bejelentési kötelezettsége van a NÉBIH felé, úgymint területnagyság, vetés ideje, betakarítás ideje, betakarított terület nagysága, fajta név, stb. Ipari máknak minősül minden Nemzeti-, illetve Közösségi Fajtajegyzékben feltüntetett magas alkaloid tartalmú mákfajta, amiben a kábítószernek minősülő ópium alkaloida hatóanyag koncentrációja légszáraz máktokban 0,7 % feletti. Étkezési máknak minősül a 0,7%-kal megegyező, vagy az alatti értékkel bíró Nemzeti-, valamint Közösségi Fajtajegyzékben közzétett mákfajta. Utóbbihoz szintén kapcsolódik bejelentési kötelezettség a NÉBIH felé (vetés idő, betakarítás, fajta, kipusztulás stb.) (Internet2).

Mákkültetvénnel hazánkban 2021-ben leginkább a Dél-Alföldön, azaz Bács-Kiskun, Békés és Csongrád-Csanád megyében találkozhatunk, de Dél-Dunántúlon, Hajdú-Bihar és Győr-Moson-Sopron megyében is termelnek mákot. Ökotípusok szempontjából a területek 60% –án étkezési (őszi), míg 40%–án ipari (tavaszi) mák termelése folyik (4. ábra) – mindkét típus termelése bejelentési kötelezettséggel jár.



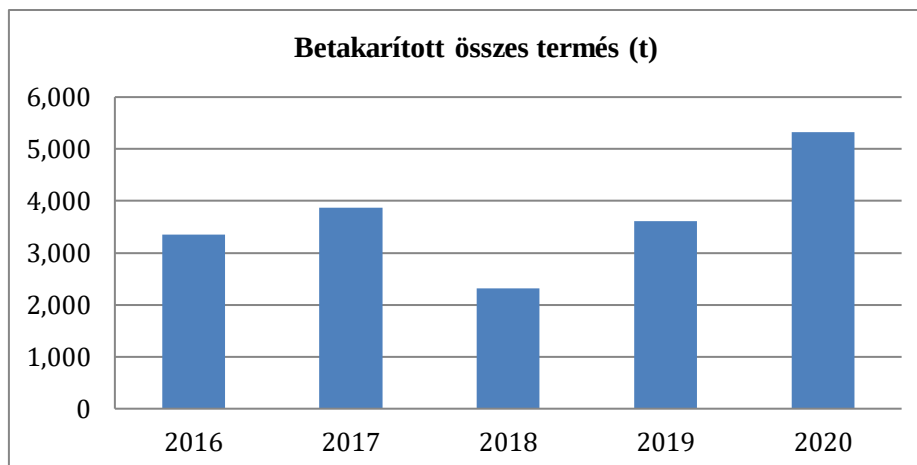
4. ábra: Máktermő területek megoszlása (Internet1)

A KSH (Központi Statisztikai Hivatal) (Internet3) adatai alapján a betakarított mák területek nagysága 2015–2016 között jelentősen megcsappant, de 2018-tól kezdődően folyamatos növekedés figyelhető meg (5. ábra).



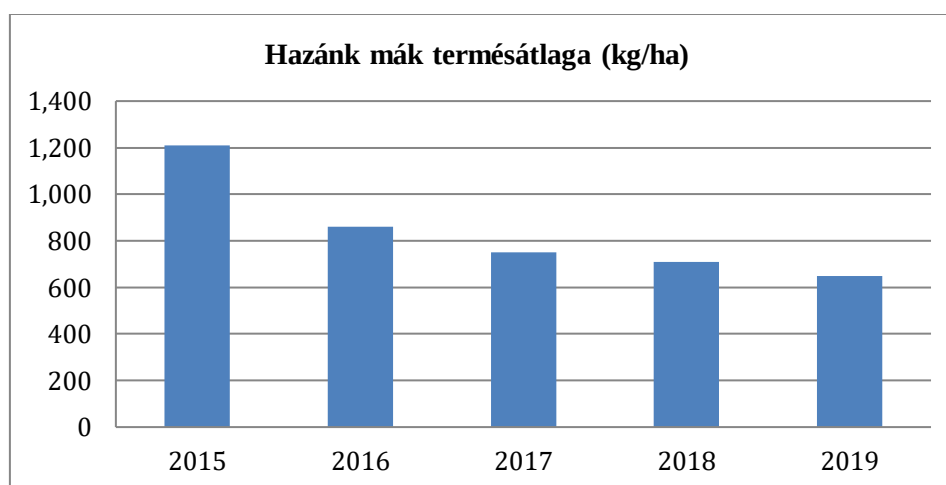
5. ábra: Magyarországon betakarított mák területe (ha) (2015–2020)
(saját szerkesztés KSH adatok alapján)

2018-tól ennek megfelelően a betakarított összes termés is növekvő tendenciát mutat, a területnövekedéssel közel azonos arányban (6. ábra). A diagram szemlélteti, hogy az elmúlt 5 év során 2020-ban volt a legmagasabb a betakarított összes mák termés hazánkban (6. ábra).



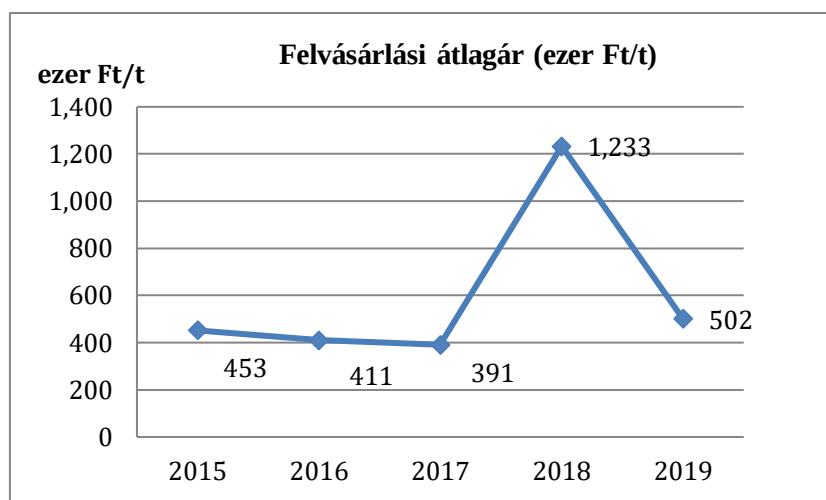
6. ábra: Magyarországon betakarított összes mák termésmennyisége tonnában (2016–2020)
(saját szerkesztés KSH adatok alapján)

Mindazonáltal meglepő módon hazánk mák termésátlaga folyamatos csökkenést mutat (7. ábra) a KSH adatok szerint, a növekvő termőterület ellenére is. 2019-ben éppen, hogy meghaladta a 600 kg/ha termésátlagot, igaz az adott év időjárása nem kedvezett a mák termesztésnek.



7. ábra: Hazánk mák termésátlaga (kg/ha) (2015–2019)
(saját szerkesztés KSH adatok alapján)

2015-től 2017-ig évről – évre esett a mák felvásárlási átlagára, viszont a 2018-as évben ugrásszerűen megnőtt, háromszorosára emelkedett a 2017-es alacsony árhoz képest (8. ábra). A termelők sajnálatára ez csupán egy kiugró érték volt, 2019-ben az átlagár visszaesett több mint a felére, így abban az évben a termelők egy tonnáért átlagosan csak 502 ezer Ft-ot kaptak.



8. ábra: Mák felvásárlási átlagár (ezer Ft/t) (saját szerkesztés KSH adatok alapján)

Hazánkban jelenleg az alábbi 20 mákfajta (1 táblázat) van engedélyezve a Nemzeti Fajtajegyzékben (2021). Ez azt jelenti, hogy jelenleg Magyarországon 10 ipari ('Fortemo' 2021-ig van elismerve) és 9 étkezési mákfajta van jelenleg államilag elismerve, illetve, hogy mindezek az Európai Unió egész területén forgalmazhatók. A 'Leila' nevű őszi ökotípusú fajtát Zámboiné Németh Éva és Bernáth Jenő hozták létre a Gyógy- és Aromanövény Tanszéken zajló mákkutatás során (Pappné Jászberényi, 2014; Németh és Bernáth, 2009).

1. táblázat: Nemzeti Fajtajegyzékben szereplő mákfajták (Nemzeti Fajtajegyzék alapján, 2021)

Felhasználás	Fajtanév	Lejárat	Bejelentő/Fenntartó
Ipari	'Botond'	2026	Alkaloida Vegyészeti Gyár Zrt.
	'Buddha'	2024	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.
	'Fortemo'	2021!	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.
	'Hunor'	2025	Alkaloida Vegyészeti Gyár Zrt./Herbanova Bt.
	'Korona'	2028	Alkaloida Vegyészeti Gyár Zrt./ Herbanova Bt.
	'Lina'	2023	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.
	'Morthea'	2023	Dr. Dobos György
	'Morwin'	2029	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.
	'Motor'	2026	Dr. Dobos György/ Hungarobiomed Nagykereskedelmi Kft.
	'Postomi'	2024	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.
	'Tebamor'	2028	Fitoherb Gyógynövény Feldolgozó Kft.
Étkezési	'Kék Duna'	2027	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.
	'Kozmosz'	2027	Gyógynövény Kutatóintézet Kft.

	'Leila'	2028	Mezőprodukt Kft./MATE Budai Campus Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszéke
	'OZ'	2031	Dr. Dobos György
	'Pan'	2031	Dr. Dobos György
	'Tebona'	2024	Alkaloida Vegyészeti Gyár Zrt.
	'Titan'	2031	Dr. Dobos György
	'Viola'	2027	Dr. Dobos György
	'Zéno Plus'	2029	Dr. Dobos György

2.6. A MÁK NÖVÉNYVÉDELME

2.6.1. A mák betegségei

A mák klorotikus foltosodása (*Bean yellow mosaic virus*) jókora termés csökkenést okoz, de nem gyakori betegség. Növekedésgátlást, apró, klorotikus elszíneződésű máktokokat eredményez. A vírust több mint 20 levéltetűfaj terjesztheti, valamint előfordulását fokozottan növeli, ha a szomszéd táblákon pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozó kultúrák vannak vetve (mint például lucerna, borsó, bab, szója). Mivel vírusos betegség, ellene kezelés nem ismert, prevencióra kell támaszkodni (Horváth *et al.*, 1995).

A másik jelentősebb vírusos betegsége a mák foltosodás (*Turnip Mosaic Potyvirus*). A mozaik foltosodás, levélsodródás, nekروزis tünetek utalhatnak jelenlétére, termés csökkenést okoz. Terjedhet mind mechanikailag, mind levéltetűvel (*Myzus persicae*) nem perzisztens módon. Gazdag gazdanövénykörrel rendelkezik, a mák (*Papaver somniferum*) mellett fertőzi a pipacsot (*P. rhoeas*), izlandi mákot (*P. nudicaule*), keleti mákot (*P. orientale*), bujdosó mákot (*P. dubium*), sárgaviola fajokat (*Cheiranthus* spp.), káposztaféléket (*Brassica* spp.), libatop fajokat (*Chenopodium* spp.) is (Horváth *et al.*, 1995; Szentey, 2014). Emiatt megelőző védekezés a gyomirtás és a *Brassicaceae* családhoz tartozó növények szomszédságának kerülése, továbbá a vírusvektor irtása.

A baktériumos betegségek közül a mák ervíniás gyökér- és szárrothadása (*Erwinia carotovora* spp. *carotovora*) kardinális a mák termesztése során. A betegséget okozó baktérium először a szártövön okoz hosszanti sötétlila, fekete csíkokat vagy elnyálkásodó, szárölelő rothadó foltokat, a szár könnyen kihúzhatóvá válik. A gubón fekete rothadó foltokat idéz elő. A levelek elvesztik turgornyomásukat, így elernyedten lógnak a száron. A baktérium elleni védekezésben a kontakt hatású réz készítmények nem optimálisak a védekezésre, így a

legtöbb, amit tehetünk, hogy a növény kondícióját fokozzuk, elsősorban bór és magnézium tartalmú lombtrágyázással (Horváth *et al.*, 1995; Ördögh, 2019).

A mákperonoszpóra (*Peronospora arborescens*) (Berkeley, 1862) az egyik legszámottevőbb gombás betegség, aminek a mag, illetve a növényi maradványok is fertőzési forrásai lehetnek. Primer és szekunder fertőzés hatására is okozhat tüneteket. Előbbihez tartozik a virágszár görbülése, csavarodása, a levél megvastagodása, keményedése, illetve deformáció (felület hullámosodása), valamint a levél fonáki részén nemezes, lilásszürke sporangiumtartó gyp képződik. Szekunder fertőzés esetén szintén megjelenhet a levél fonáki részén a lilásszürke sporangiumtartó gyp, illetve az idős levelek színén szögletes, sárgászöld, későbbiekben beszürkült foltok jelenhetnek meg (9. ábra). Preventív kémiai védekezés ajánlott különböző hatóanyagú fungicidekkel (Antal *et al.*, 2005). Megjelenésére csapadékos, hűvös időjárás esetén számíthatunk, a fertőzésnek kedvez a 12–17°C körüli hőmérséklet, továbbá a magas páratartalom és a sűrű állomány (Mórász, 1979).



9. ábra: A mákperonoszpóra tünete levélen (Harmati, 2021)

A mák pleospórás betegsége (*Pleospora papaveraceae*) már csíranövény korban is okozhat tünetet, de egészen érésig megtámadhatja az állományt. Sokszor ki sem kelnek, vagy ideje korán elpusztulnak a növények. Nedves környezetben a csírázó magvak felületén szürkésfehér micéliumbevonat és konídiumtartók jelennek meg. A szárrész sokszor bebarnul, esetenként rothad, sziklevelek kezdetben sárgulnak, majd bebarnulnak. Lombleveleken szabálytalan, elmosódó szélű, sötétbarna foltok keletkeznek, valamint a tokon is koncentrikus, sötétszürke foltokat találhatunk. Első tünet után azonnal érdemes állománykezelést alkalmazni, de sokszor a betegség kivédhető megfelelő vetésforgó és egészséges vetőmag használatával (Szentey, 2014).

A mák entilómás levélfoltossága vagy más néven a mák levélüszöge (*Entyloma fuscum*) a tenyészidő második felében jelentős. A kórokozó kezdetben világos, majd sötétbarna

szögletes foltokat okoz a levélen, áteső fényben szinte feketének tűnnek, tokok mérete csökken, a növény a fejlődésben visszamarad. A kórokozó ellen állománykezelés javasolt, ám amennyiben a betegség előfordult az adott területen, célszerű 5 évig nem termesztetni mákot ott (Antal *et al.*, 2005).

2.6.2. A mák kártevői

A mák fontosabb kártevői a levéltetvek, nem csupán vírusvektor szerepük miatt, hanem a fekete répalevéltetű (*Aphis fabae*) és a zöld őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*) a levelek sodródását, torzulását is okozzák. A növény fejlődése elmarad és a tokok mérete is csökken (Szentey, 2014). További fontos kártevője a kizárólag mák állományokban előforduló máktok ormányos (*Ceutorrhynchus macula-alba*), melynek főleg a lárvakori kártétele jelentős, a lárvák kirágják magukat a tokból, ezzel apró lyukat hagyva a tokon, mely fertőzési lehetőséget biztosít a kórokozók számára. A máktok szúnyog (*Dasyneura papaveris*) lárvái is okozhatnak terméskárt, a magkezdemények, magok, tokfalak rágásán túl ürülékkel, szövedékkel, illetve nyállal szennyezik a tok belső részét, ami bepenészedhet, valamint rothadni is kezdhet (Ördögh, 2019). Antal *et al.* (2005) a mák károsítóiként említi továbbá a mákszárdarázst (*Timaspis papaveris*), a fekete mák-gyökérmányost (*Stenocarus fuliginosus*) és a mákvirág-szúnyogot is (*Chlinodiplasis papaveris*).

2.6.3. A mák gyomflórája

Fontos tényező a mák termesztésénél, hogy a kiválasztott területen ne legyen erős gyomflóra, ugyanis a mák nem túl jó gyomelnyomó, kezdeti fejlődési szakaszában igen érzékeny a gyomosodásra – veronika fajok (*Veronica* spp.), repcsényretek (*Raphanus raphanistrum*) támadja főleg. Később a parlagfű (*Ambrosia elatior*), ragadós galaj (*Galium aparine*), ebszékfű (*Matricaria inodora*), libatop fajok (*Chenopodium album*, *C. hybridum*), pipacs (*Papaver rhoeas*) és csattanó maszlag (*Datura stramonium*) nehezíti a fejlődését – mérgezősége miatt utóbbi étkezési állományban nem fordulhat elő (Szentey, 2014).

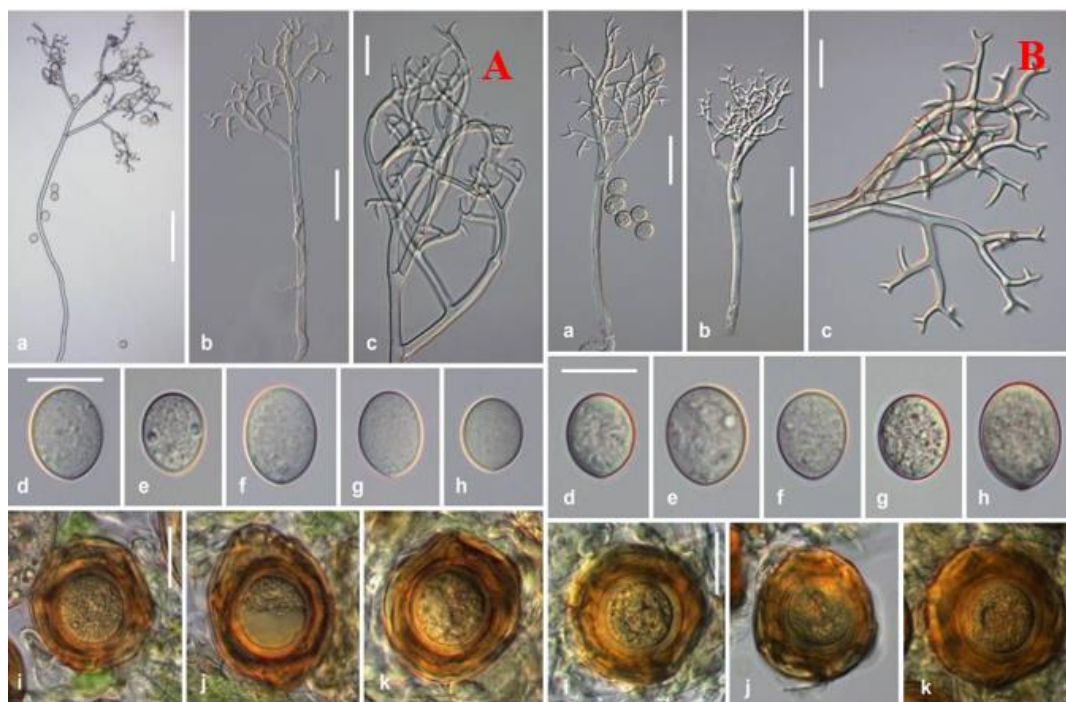
A ökológiai gazdaságban szinte kizárólag a kapálás jelenthet megoldást a gyomok ellen, ami bár lehetővé teszi a kemikáliák elhagyását, ugyanakkor időigényesebb és kézi munkaerőt igényel, ami napjainkban hiányzik. Ezzel ellenben a konvencionális termesztésben számos hatóanyag szolgál a nem kívánatos gyomok irtására (többek között klórtoluron, tembotrion, izoxaflutol, mezotrion), amit 15 engedélyezett növényvédő szer készítmény

tartalmaz – melyek agrár-környezet gazdálkodásban is felhasználhatók (bár a mezotriton hatóanyagú készítmények korlátozással) (Internet4).

2.7. A MÁKON ELŐFORDULÓ PERONOSZPÓRA FAJOK

A *Peronospora arborescens* Berkeley (1862) okozza a mák peronoszpórát. A kórokozót Berkeley (1862) írta le eredetileg pipacs (*Papaver rhoeas*) fajról 1863-ban, de a kórokozónak számos más gazdanövénye is van a *Meconopsis* és a *Papaver* nemzetségben, többek között a hamismák (*M. betonicifolia*), sárga tibetimák (*M. cambrica*), széleslevelű mák (*M. latifolia*), nepáli mák (*M. napaulensis*) és az éplevelű mák (*M. simplicifolia*), alpesi mák (*P. alpinum*), szúrófejú mák (*P. argemone*), kaukázusi mák (*P. caucasicum*), bujdosó mák (*P. dubium*), durva mák (*P. hybridum*), sárga-lédús mák (*P. lecoqii*), *P. litwinowii*, izlandi mák (*P. nudicaule*), keleti mák (*P. orientale*), páva mák (*P. pavoninum*), sertés mák (*P. setigerum*) és a kerti mák (*P. somniferum*) (Internet5).

Voglmayr et al. (2014) szekvencia adatok alapján filogenetikailag hat *Peronospora* –fajt különböztetett meg különböző *Papaver* fajokon. Ebből négy faj már meghatározott – a *Peronospora arborescens*, a *Peronospora cristata* (Tranzschel (1902) határozta meg, aminek a *Papaver hybridum*, *P. argemone*, *P. rhoeas*, *P. somniferum*, *Meconopsis betonicifolia*, *M. cambrica* is a gazdanövénye), a *Peronospora meconopsidis* (ami *Meconopsis cambrica*–ról lett leírva Mayor (1949) által és amelynek gazdanövénye még a *P. somniferum* és a *P. pavoninum* is) és végül Gäumann (1923) a *Peronospora argemones*-t írta le *Papaver argemone* növényről. Ugyanakkor morfológia és szekvencia adatok alapján további két új fajt írtak le *Papaver* növényről, a *Papaver apulum*–ról a *Peronospora apula*–t, míg a *Papaver somniferum*–ról a *Peronospora somniferi*–t. Voglmayr et al. (2014) kutatása azt mutatja, hogy a *Peronospora somniferi* fertőzése a *Papaver somniferum*-ra korlátozódik, emiatt a *Papaver somniferum* gazdaságilag jelentős kórokozójaként jelentették Európa szerte. Közeli rokonságban áll a *P. arborescens*–szel, ám utóbbi kisebb sporangiumokkal rendelkezik, valamint gazdanövénye a pipacs (*Papaver rhoeas*) is. A 10. ábra a *Peronospora arborescens* és *Peronospora somniferi* morfológiájának összehasonlítását szemlélteti.



10. ábra: *Peronospora arborescens* (A) és a *Peronospora somniferi* (B) morfológiája (Voglmayr et al., 2014)

2.8. ÖKOLÓGIAI GAZDÁLKODÁS JELLEMZÉSE

Magyarországon az ökológiai gazdálkodásnak számos szinonimája van: organikus gazdálkodás, biológiai gazdálkodás, vagy egyszerűen “bio” gazdálkodás. Utóbbi a legelterjedtebb a köznyelvben, ugyanakkor a jogszabályok az “ökológiai gazdálkodást” fogadják el hivatalos elnevezésként. A név az ökológiai tudományok elvéből ered, azaz az életközösségeken alapuló rendszerszemléletből. Ez a gazdálkodási mód tehát arra törekszik, hogy az ember-környezet kapcsolatban hosszú távú, egyensúlyban lévő ökológiai rendszerek álljanak fenn (Internet6).

Az IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements = Ökológiai Gazdálkodók Mozgalmának Nemzetközi Szervezete) a következőképpen definiálja: „Az ökológiai mezőgazdaság környezeti, szociális, gazdasági szempontból egyaránt fenntartható és egészséges termékek, élelmiszerek előállítását biztosítja. Óvja a talaj termékenységét, előtérbe helyezi a növények, állatok és a talaj természetes egyensúlyát, célul tűzi ki a mezőgazdaság és a környezet minőségének javítását. Jelentősen lecsökkenti a külső erőforrások bevitelét, tartózkodva a szintetikus trágyák és növényvédő szerek használatától. Helyettük a termés hozam és ellenállóképesség növelése érdekében a természet folyamatait engedi érvényesülni.” (IFOAM Közgyűlés, Olaszország 2008 – Internet7). Az IFOAM négy alapelvet határoz meg: környezet megóvása; méltányosság; gondosság; illetve az egészség

alapelve (11. ábra). Az egészség alatt nem csupán az emberek/fogyasztók egészségére kell gondolni, hanem ezen felül a növények, állatok és talaj számára is egészségmegőrzésre kell törekedni. Ökológia elve alapján szem előtt kell tartani az élő ökológiai rendszerek használatát, illetve fenntartását, valamint a biológiai diverzitás megővését is. A méltányosság elve az emberek és más élőlények közötti kapcsolatokra utal, a résztvevők mindegyikének biztosítani kell a tisztességet, megfelelő életminőséget, az erőforrásokat igazságosan kell megosztani. Az óvatosság elve felhívja a figyelmet az elővigyázatosságra, felelősségre, meglévő technológiák felülvizsgálatát és új technológiák értékelését várja el annak érdekében, hogy az ökológiai mezőgazdaság biztonságos és ökológiailag megfelelő technikákat alkalmazzon (Internet8, Internet9).



Az egészség
alapelve



Az ökológia
alapelve



A méltányosság
alapelve



Az óvatosság
alapelve

11. ábra: IFOAM négy alapelve (Internet8)

Tehát az ökológiai gazdaságba tartozó termelőknek tilos szintetikus növényvédő szert, műtrágyát, mesterséges hozam fokozókat használniuk a termesztésben. Az ökológiai gazdálkodási célok elérésének érdekében vállalt többlet tevékenységek miatt a gazdálkodókat támogatással kompenzálják. A támogatási időszak 5 éves, önkéntes kötelezettségvállalás történik. Az ökogazdálkodásban megkülönböztetünk átállás alatt lévő (legfeljebb 2 év), valamint az ökológiai gazdálkodásra már teljesen áttért területeket. A kettő között az a különbség, hogy már az előbbinek is minden szabályt és korlátozást be kell tartania, mindazonáltal az általuk előállított termékeket még nem minősíthetik ökológiai gazdálkodásból származó termékeknek. A termékek minősítésére (tanúsítására) és a területek, illetve gazdálkodók ellenőrzésére hazánkban két cég jogosult az illetékes hatóság (NÉBIH=Nemzeti Élelmiszerlánc-Biztonsági Hivatal) kijelölése alapján. Ez a két tanúsító szervezet a Biokontroll Hungária Nonprofit Kft. és a Hungária Öko Garancia Kft., a két szervezet közül a gazdálkodók szabadon választhatnak és válthatnak, nincs lényegi különbség a működésükben (Internet10).

Az ökológiai gazdálkodásra való átállást egyre jobban szorgalmazza az Európai Unió, mivel az ökológiai gazdálkodásban követett értékek megegyeznek az Európai Zöld Megállapodás (European Green Deal) törekvéseivel, emiatt a stratégia céljai között szerepel az ökológiai gazdálkodásba bevont területek megnövelése 25%-ra 2030-ig. Az Európai Unió környezetkímélő, fenntartható élelmiszer-előállítást szeretne, ennek érdekében, 2030-ig a növényvédőszeresek használatát felére, a műtrágyák használatát 20%-kal tervezik csökkenteni. Azonfelül átmeneti időre vagy hosszabb távon 10 százaléknyi területen megszűnne a termelés, annak érdekében, hogy a biológiai diverzitás fennmaradjon (Internet11).

2.9. KONVENCIONÁLIS GAZDASÁG JELLEMZÉSE

A konvencionális gazdálkodás elsődleges célja a profittermelés, így iparszerűen, tömegtermelést folytat a gazdálkodó. Sok esetben a gazdálkodók szeretnék a természettől függetlenedni, evégett sok természetes erőforrást mesterséges erőforrásokkal helyettesítenek (műtrágya használata, természetes ellenségek helyett szintetikus növényvédő szerek). Ezekre a gazdaságokra jellemző az energiaintenzív termelés, valamint, hogy nem azonosulnak az ökológiai gazdálkodás szemlélettel (Ángyán és Menyhért, 2004; Mészáros, 2016). Természetesen nem szabad végletekben gondolkodni, sok esetben a konvencionális gazdaságban is törekednek a talajvédelemre, vetésforgó betartására, minél kevesebb szintetikus szerekkel való beavatkozásra, ugyanakkor nem zárkóznak el tőle.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3. 1. A VIZSGÁLAT HELYE ÉS IDEJE

Az őszi mák növényvédelmi vizsgálatát Szarvas település közelében, két szomszédos területen vizsgáltuk, a 2020-2021-es tenyészidőszakban (vetéstől betakarításig). A két terület elhelyezkedéséből adódóan hasonló adottságokkal rendelkeznek, valamint azonos vetőmag ('Zénó Plus'-Rédei Kertimag), azonos mennyiségben, azonos módon, illetve azonos időpontban lett mindkét táblán elvetve, ezáltal a két terület homogénnek tekinthető, összehasonlítható. Mindazonáltal a két földtulajdonos eltérő termesztéstechnológiát alkalmaz, az 1-es táblán ökológiai művelés, míg a 2-es táblán konvencionális művelés folyik (12. ábra).



12. ábra: A két vizsgált terület Google térképen jelölve (Google, 2021)

A két területen megfigyeltük az adott évben előforduló betegségeket, vizsgáltuk a tenyészidőszak során előforduló betegségek mértékét és a gyomflóra változását. Ezek mellett a súlyos tüneteket okozó kórokozók izolálását, klasszikus és molekuláris módszerekkel történő azonosítását a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézetének, Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában végeztük el. A két terület paramétereit egy táblázat foglalja össze az összehasonlítás és átláthatóság érdekében (1, 2. sz. melléklet).

3. 2. A VIZSGÁLAT ANYAGA

3. 2. 1. Növényanyag

Mindkét táblára 'Zénó Plus' vetőmag (Rédei Kertimag) került elvetésre, ami a 'Zéno' 2002-es fajta javított verziója (terméspotenciál tekintetében erősebb). A fajta alacsony

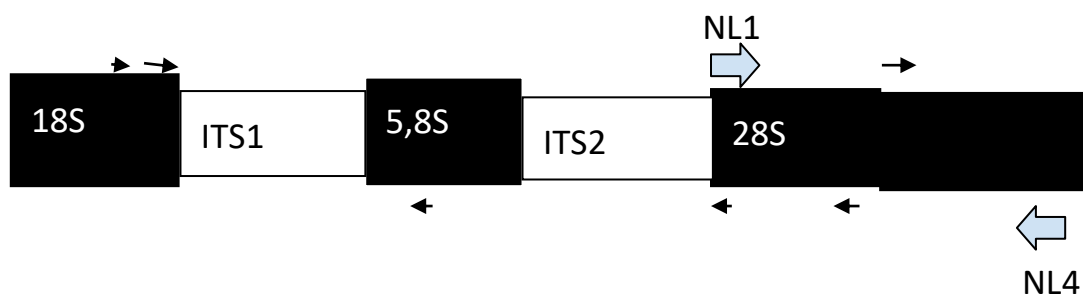
morfintartalmú (étkezési), megdőlésre nem hajlamos, magas növekedésű, őszi mák ökotípusú szaporítóanyag. Sötétkék mákmagot hoz, növényenként akár több tokot is nevelhet.

3. 2. 2. Primerek

A kórokozó molekuláris azonosítása során univerzális primereket használtunk PCR (Polymerase Chain Reaction, polimeráz láncreakció) vizsgálathoz, amelyek a kórokozó ITS (Internal Transcribed Spacer) régiójában található, 28S rRNS (riboszomális ribonukleinsav) gén egy részét sokszorozzák meg (13. ábra).

NL1 (5' - GCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG-3') szenz primer

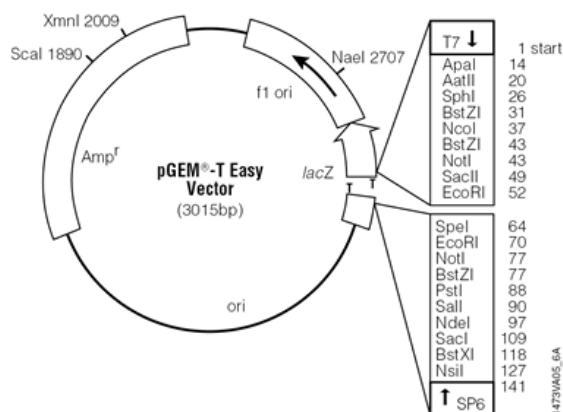
NL4 (5' - GGTCCGTGTTTCAAGACGG-3') antiszenz primer (Maier *et al.*, 2003).



13. ábra: A riboszomális RNS-eket kódoló szakasz részlete PCR reakcióban használt primerek feltüntetésével (primerek orientációját a nyilak mutatják) -saját szerkesztés

3. 2. 3. Plazmid és baktérium törzs klónozáshoz

Tisztított PCR-terméket a Promega 3015 bázispár hosszúságú pGEM -T Easy plazmidjába (14. ábra) ligáltuk, melyet speciálisan PCR-termékek klónozására fejlesztettek ki. *Escherichia coli* baktérium DH 5-a törzsét használtuk a PCR-termékünk klónozásához.



14. ábra: pGEM-T Easy Vektor plazmidterképe (Internet12)

3. 2. 4. Táptalajok

Transzformálás során steril 2TY (4g tripton; 2,5 g yeast extract; 1,25 g NaCl; 250 ml végtérfogatban), valamint steril ampicillines LB táptalajt (2,5 g tripton; 1,25 g yeast extract; 2,5 g NaCl 250 ml végtérfogatban + 500 µl ampicillin), a Minipreparátum készítéséhez steril ampicillines LB szilárd és folyékony táptalajt használtunk.

3. 2. 5. Enzimek, vegyszerek, Kitek

A vizsgálatok során használt enzimeket a Fermentas cégtől szereztük be, így a polimeráz láncreakcióhoz szükséges Taq DNS polimeráz enzimet (rekombináns) (5 u/µl), valamint annak pufferét is, a 10x-es Taq puffer + KCl - MgCl₂ (pH:8,8; 25°C-on).

Ligáláshoz alkalmaztuk a T4 DNS ligáz enzimet (5u/µl) és annak pufferét: tízszeres T4 DNS ligáz puffert. Használtuk továbbá az IPTG-t és X-Gal-t (Fermentas) a plazmidot tartalmazó baktérium kolóniák kék-fehér szín szelekciójához. Az inzertet a plazmidból *EcoRI* (10 u/µl) restrikciós endonukleázzal tudtuk kivágni. Az enzim puffere: tízszeres *EcoRI* puffer pH:7,5 37°C-on.

A PCR- termék tisztítását High Pure PCR Product Purification Kittel (Roche) végeztük. A szekvenáláshoz BIO RAD, Quantum Prep Plasmid Miniprep Kittel tisztítottuk a rekombináns plazmidot.

3. 2. 6. Műszerek és eszközök

A fertőzött növényeket Zeiss-SM XX. sztereomikroszkóp segítségével vizsgáltuk, a levél fonáki részén képződött sporangiumtartókat és sporangiumokat Nikon Eclipse 50i mikroszkóppal néztük meg. A mikroszkópos felvételek QImaging MicroPublisher 5.0 RTV kamerával készültek.

A laboratóriumi munkák során általános laboratóriumi fém-, üveg-, illetve műanyag eszközökkel dolgoztunk, valamint 1 ml-es, 200 µl-es és 100µl-es BioPette pipettákat használtunk.

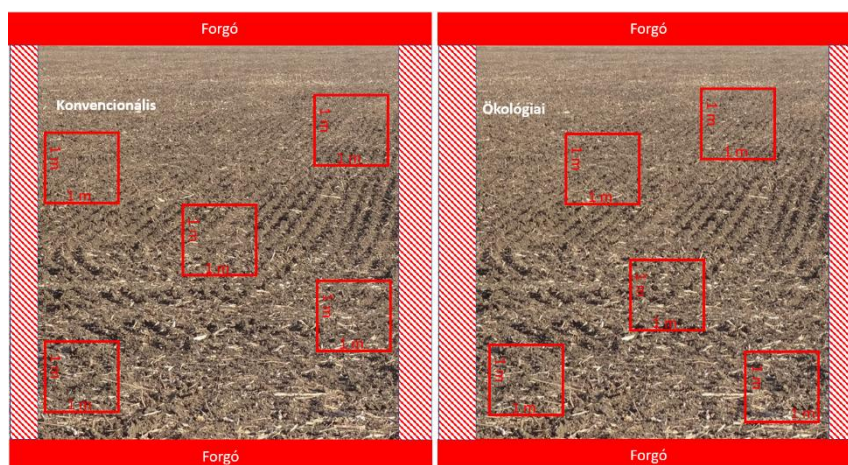
A polimeráz láncreakciót AppliedBiosystems 9700 típusú PCR készülékben végeztük el. A PCR termék és a rekombináns plazmid koncentrációját NanoDropp 2000 készülékkel ellenőriztük.

3. 3. A VIZSGÁLAT MÓDSZERE

3. 3. 1. A területek kijelölése, jellemzése a felvételezésekhez

A vizsgált két különböző művelésű (ökológiai és konvencionális) táblán 5-5 random kihelyezett 1x1 méteres (négyzetalapú) kvadrát lett kijelölve a vetést követően (a forgó után, a tábla szélétől minimum 20 méteres távolságra, annak érdekében, hogy ne érvényesüljön a szegélyhatás) (15. ábra), amelyeken a növények fenológiai fejlődését, a gyomflórát, valamint a kórtani vonatkozásokat (adott évben jelentős peronoszpóra fertőzöttség) figyeltük meg.

A vizsgálatot megelőzően bővített talajvizsgálatot kértem az Alföldvíz Zrt. Központi Laboratóriumtól, amelyhez a mintavétel mindkét tábláról azonos időben, azonos módon (Pürckhauer-féle talajmintavevő pálcával), a táblán átlósan haladva, több helyről vételezett talajmintákat homogenizálva történt, annak érdekében, hogy a két tábláról reprezentatív adatokat kapjunk.



15. ábra: A két különböző művelésű táblákon kijelölt kvadrátok szemléltetése (Harmati, 2021)

3. 3. 2. Gyomfelvételezés

Számos gyomfelvételezési módszer ismert a világon, két nagy csoportra szokás bontani őket, léteznek egzakt és becslési módszerek egyaránt. Az egzakt módszerek során megsemmisítésre kerül a gyomflóra, így nem optimálisak a vizsgálatunkhoz (Hunyadi *et al.*, 2011). A becslési módszerek közül létezik a klasszikus növénycönológiai gyomfelvételezés, amely során a kvadrátok borítottságának mértékét becsülik meg. Ezt továbbfejlesztve számos módszer jött létre, ezek közül a Balázs-Ujvárosi felvételezési módszer a legelterjedtebb, amit az Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés alkalmával is szoktak alkalmazni (Hunyadi *et al.*, 2011).

A gyomkezelés a vizsgált tenyészidőszak alatt a két területen eltérő módon történt. Az intenzív művelés alá vont területen tembotrion hatóanyagú Laudis (Bayer CropScience AG.) gyomirtó szerrel végeztek permetezést tavasszal (április 24.). Ezzel szemben az ökológiai gazdálkodásra vonatkozó szabályok végett az ökológiai területen nem végezhető szintetikus szerrel történő beavatkozás, így az elmúlt években a termelő kézi munkaerő igénybevételével végzett mechanikai gyomirtást. Ugyanakkor az idei évben a munkaerő piac helyzete nem tette ezt lehetővé, így az ökológiai táblán csak gyom gyérítés történt, amit a termelő önmaga végzett (kézi toli kapa és kézi kasza).

A két terület gyomflóráját hagyományos, azaz klasszikus növénycönológiai gyomfelvételezési módszerrel vizsgáltuk, mely során a terület borítottsági mértéket becsültük meg növényfajonként négy különböző időpontban (februárban-fehér foltos levél korban, áprilisban-gyomirtás előtt, májusban-gyomirtás után, nagy esők előtt, és júniusban-virágzás idején) történtek meg a kijelölt 1x1 méteres kvadrátokon. A két területen a kultúrnövény állomány azonos fonológiai fázisban volt, így összehasonlításra alkalmasak voltak. A adatokat összesítettük, majd szórást számoltunk, hogy a borítottsági értékek a középértéktől milyen mértékben térnek el. Majd diverzitást számoltunk, ahol a kvadrát értékek átlagolásával vonatkoztattunk a terület diverzitására, valamint a szórás értékeket itt is figyelembe vettük mindkét területre. A diverzitást a Simpson-féle diverzitás index segítségével határoztuk meg (16. ábra), ahol n_i az i -dik faj borítottsága, N az összes faj borítottsága.

$$D = 1 - \frac{\sum_{i=1}^s n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)},$$

16. ábra: Simpson - féle diverzitási index képlet (Simpson, 1949)

3. 3. 3. *Peronoszpóra fertőzöttség vizsgálata*

A területeket kéthetente szemrevételeztük a növényállomány fejlődése és a kórtani problémák megjelenése miatt. A tenyészidőszakban kórtani problémaként a peronoszpóra volt megfigyelhető. Amikor mindkét táblán megjelentek a betegség tünetei, a kijelölt kvadrátokon belül számoltuk az összes kikelt máknövényt, majd a peronoszpórával megfertőzött egyedek

számát. Ezekkel az értékekkel fertőzöttségi százalékot számoltunk az adott kvadrátra. Emellett a fertőzött növények leveleinek peronoszpóra fertőzöttségét is vizsgáltuk, így a fertőzött növények leveleinek számát, majd a tüneteket mutató levelek számát is rögzítettük. A hatékony szemléltetés érdekében az 5-5 kvadráton lévő fertőzött növények leveleinek peronoszpóra fertőzöttségének százalékos eredményeit átlagoltuk az adott területre, az adott időszakra. A peronoszpóra fertőzöttség felmérését 14 naponta ismételtük (2021. május 9. és július 4. között).

3. 3. 4. Kórokozó azonosítása klasszikus és molekuláris módszerekkel

3.3.4.1. A kórokozó morfológiai jellemzése

A tenészedőszakban a mákperonoszpóra jelentős károkat okozott mindkét területen. A morfológiai vizsgálatok során mikroszkóp alatt vizsgáltuk a kórokozó képletét, a sporangiumtartó alakját, színét, habitusát, elágazásainak számát, továbbá a szterigmák számát.

3.3.4.2. A kórokozó molekuláris azonosítása

Össznukleinsav kivonás

A peronoszporák, biotróf szervezetek lévén nem tenésztethők táptalajon (kivéve *Phytophthora* fajok), így a DNS kivonáshoz közvetlenül a kórokozó mák levél fonákján talált szaporító képletét (sporangiumtartó-gyepet) használtam. A fonákról steril lándzsával átemeltem a képleteket steril dörzsmozsárba, ahol kvarchomokkal eldörzsöltem, majd CTAB-ot (cetil-trimetilammónium-bromid) hozzáadva homogenizáltam. Az így kapott elegyet 1,5 ml-es Eppendorf csőbe öntöttem át, ez 65 °C-on 45 percen át inkubálódott blokk-termosztátban. Az inkubált elegyhez 600 µl izoamilalkoholos-kloroformot mértem át, amivel összevortexeltem. Centrifugálással (szobahőmérsékleten 10 percen keresztül) történő ülepítést követően átpipettáztam a vizes fázist tiszta Eppendorf csőbe, ezt követően a kloroformmal zajló tisztítást az előző lépéshez hasonlóan megismételtem. 600 µl izopropanol hozzáadásával a nukleinsavak kicsapódtak. 5 perc centrifugálással ülepítettem a denaturálódott nukleinsavakat, majd 1 ml 70%-os etanollal mostam újabb 5 percen át centrifugálva. A pellet beszáritása után 30 µl 10 µg/ml RNase -os (ribonukleáz) TE oldatban szuszpendáltam azt (Maniatis *et al.*, 1989).

Polimeráz láncreakció vizsgálata

Ehhez a vizsgálathoz a következő komponenseket mértem össze 40 µl végtérfogatra reakciónként: 20µl Thermo Scientific Master Mix (2X) (MgCl₂ 20mM, dNTPS 5mM,

DreamTaq puffer, DreamTaq polimeráz enzim 5 u/μl), 2-2 μl NL1, NL4 primer (20 pmol/μl), 4 μl DNS és 12 μl steril víz.

A PCR ciklus során először a kórokozó gomba DNS elsődleges denaturálása (két komplementer DNS szál szétválasztása) történik 94 °C-on 3 percen át. A ciklusokon belüli denaturáció 94 °C-on 1 percig tart. Az ezt követő szakasz az anelláció (azaz az indítószekvenciaként szolgáló oligonukleotidok kapcsolódása), ami 1 percig tart 55°C-on. Ezt követi az elongáció (láncépítés) 72°C-on 1,5 percen keresztül. A ciklus harmincszor ismétlődik, végül az elmaradt szálak befejezése 72°C-on 10 percig zajlik. A készülék a kész PCR-terméket 4°C-on tárolja.

PCR - termék ellenőrzése és tisztítása

3 μl PCR-terméket, 3 μl steril vizet, 3 μl 1x-es festéket 1%-os agaróz gélben futtattunk. A PCR-termék méretét 1 kb (kilobázis) méretmarker (GeneRouler 1 kb DNA ladder, Fermentas) mellett ellenőriztük.

A PCR terméket High Pure PCR Product Purification Kittel a gyártó utasításait követve tisztítottuk meg. A PCR-termékhez Eppendorf csőbe 250 μl kötő puffert mértünk, majd összeráztuk. A kapott elegyet átpipettáztuk egy gyűjtőcsőbe elhelyezett szűrőbe, ezt követően szobahőmérsékleten egy percen át centrifugáltuk. A cső alján összegyűlt folyadékot kiöntöttük, 500 μl etalonos mosó puffer hozzáadásával egy percig centrifugáltuk. Az összegyűlt folyadékot ismételtelen kiöntöttük, és újból elvégeztük a tisztítást 200 μl mosó puffer hozzáadásával. A centrifugálás befejeztével tiszta 1,5 ml -es Eppendorf csőbe helyeztük át a szűrőt, amelyben lévő mátrixból 50 μl elúciós pufferrel oldottuk ki a PCR terméket.

Ligálás

A következőket mértük össze ligáláshoz 10 μl végtérfogatra:

- 1 μl puffer (T4 DNS ligáz 10x-es puffere)
- 1 μl plazmid (pGEM-T Easy)
- 3 μl inzert (tisztított PCR-termék, ~300 ng)
- 0,5 μl enzim (T4 DNS ligáz enzim, 5 u/μl)
- 4,5 μl steril víz (H₂O)

Az elegyet egész éjszaka ligáltuk szobahőmérsékleten.

Transzformálás E. coli DH 5-a törzsébe

A ligátumot jégre tettük, a -70°C-on tárolt kompetens sejtet szintén jégen kiolvasztottuk. A felolvadt kompetens sejtet hozzámértük a ligátumhoz, így hagytuk 30 percen át jégen állni, ezt követően 42°C-on 1 percig tartottuk, annak érdekében, hogy kinyíljanak az *E. coli* baktérium pórusai, minek következtében a plazmid bejuthat. Ezután azonnal jégre helyeztük, és hagytuk 5 percig ott állni. Az 5 perc leteltével hozzámértünk 500 µl antibiotikum -mentes 2TY folyékony táptalajt, és ezzel összeforgattuk. 37°C-on egy órán keresztül rázattuk. Eközben ampicillin tartalmú LB szilárd táptalajra 10 µl IPTG-t és 40 µl X-Gal-t szélesztettünk, majd megvártuk, míg megszárad. Az előkészített táptalajra a rázatás leteltével 100 µl, illetve 50 µl-t kikentünk a már felszaporított baktérium tenyészetből. A lemezeket száradás után 37°C-ra helyeztük és egy egész éjszakán át növesztettük a kolóniákat.

Minipreparátum készítése

Tizenkét egyedi fehér kolóniából 2-2 ml folyadékkultúrába (ampicillines LB) oltottunk le, és rázattuk egész éjszaka 37°C-on. A baktériumkultúrával töltött Eppendorf csövet szobahőmérsékleten 1 percig centrifugáltuk. A felülúszót leöntöttük, a pellethez 200 µl "A" oldatot pipettáztunk át (15mM TRIS HCl pH:8; 10 mM EDTA - etiléndiamin-tetraecetsav-, 50 mM glükóz). Összekevertük Vortex segítségével, majd szobahőmérsékleten állni hagytuk 5 percen át. Ezután hozzámértünk 400 µl "B" oldatot (0,2 M NaOH, 1% SDS) és összeforgattuk, ezzel feloldva a sejtfalat. Ezt követően 300 µl "C" oldatot adtunk hozzá (60 ml 5M Na-acetát, 11,5 ml ecetsav, 28,5 ml steril H₂O), majd ezzel is összeforgattuk. 5 percre jégre tettük, és további 5 percig centrifugáltuk szobahőmérsékleten. Új Eppendorf csőbe töltöttük a felülúszót, és ismételten centrifugáltunk. A nukleinsavak denaturálására 600 µl izopropanolt adtunk hozzá, amivel összeforgatás után centrifugáltuk 5 percig szobahőmérsékleten. Elöntöttük a felülúszót, lecsöpögtettük, és a pellethez 200 µl "D" oldatot (0,1 M Na-acetát pH:7, 0,05 M TRIS HCl pH:8) mértünk hozzá. Ezt állni hagytuk szobahőmérsékleten 10 percig, majd Vortex segítségével kevertük, végül 400 µl abszolút etanollal 5 percen keresztül centrifugáltuk, elöntöttük a felülúszót, és az így kapott pelletet 20 perc alatt beszárítottuk. Záró lépésként visszaoldottuk a pelletet 40 µl RNase TE-ben (1ml 10x TE, 9 ml steril H₂O, 10 µl RNase-10 mg/ml) (Maniatis *et al.*, 1989).

Inzert ellenőrzése

Az inzert beépülését a minipreparátum módszerrel tisztított klónok rekombináns plazmidjaiba *EcoRI* restrikciós endonukleázzal ellenőriztük. Az *EcoRI* enzim a legmegfelelőbb erre a célra, mivel a vektoron a beépülés helye mellett mindkét oldalon megtalálható ez a specifikus hasítóhely.

Az emésztéshez az alábbiakat mértük össze, egyenként 10 µl végtérfogatra:

- 2 µl plazmid (0,5 µg)
- 1 µl 10x *EcoRI* puffer
- 0,5 µl *EcoRI* enzim (10 u/µl)
- 6,5 µl H₂O

Az Eppendorf csöveket 1 órán át 37°C-on inkubáltuk. A mintákhoz 3-3 µl egyszeres festéket mértünk. 1% agaróz gélben megfuttattuk és ellenőriztük a megfelelő hosszúságú inzert kivágódását.

Plazmid tisztítás szekvenáláshoz

A kiválasztott klónokat 2 ml folyadékkultúrában (ampicillines LB) újra felszaporítottuk (egész éjszakán át 37°C-on rázattuk). A baktériumkultúrával töltött Eppendorf csöveket 1 percig centrifugáltuk szobahőmérsékleten, majd Quantum Prep Plasmid Miniprep Kittel (BIO-RAD) a gyártó utasításainak megfelelően tisztítottuk. A pellethez 200 µl 'Cell Resuspension' puffert adtunk, majd vortexeltük, amíg vissza nem oldódott. 250 µl lízis oldatot adtunk hozzá, majd kézzel összeforgattuk. Ezután hozzámértünk 250 µl neutralizációs oldatot, kézzel összeforgattuk, jégre tettük 5 percre, ezt követően 5 percen át centrifugáltuk. A gyűjtőcsőbe belehelyeztük a filtert, majd összeráztuk a mátrixot. A felülúszót átöntöttük egy szűrőbe, és hozzámértünk 200 µl mátrixot, amit pipettával felszuszpendáltunk, majd 30 másodpercig centrifugáltuk. Következő lépésként eltávolítottuk a szűrőt, kiöntöttük az összegyűlt folyadékot, majd a filter visszahelyezését követően hozzáadtunk 500 µl mosópuffert, amivel 30 másodpercen át centrifugáltuk. A mosást még egyszer megismételtük, majd 2 percig centrifugáltuk. Utolsó lépésként a szűrőt egy tiszta Eppendorf csőbe helyeztük és 40 µl steril vízzel centrifugálva oldottuk ki a plazmidot a mátrixból. Szekvencia meghatározásra 10 µl (150 ng/µl) tisztított rekombináns plazmidot küldtünk a BaseClear B.V. (Leiden, Hollandia) céghez.

Nukleotid sorrend meghatározása és analízise

A szekvenciák szerkesztéséhez, illetve összehasonlításához CLC Sequence Viewer 7 (CLC Bio) programot használtunk. A kórokozó azonosításához az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázist, illetve annak BLAST programját használtuk fel.

4. EREDMÉNYEK

4.1. TALAJVIZSGÁLAT EREDMÉNYE

A területekre kért talajvizsgálat (2. sz melléklet) megerősítette, hogy a talajok hasonló állapotban vannak és hasonló paraméterekkel jellemezhetők, azonban meglepő módon néhány érték a 6 éve ökológiai gazdaságban magasabb. Annak ellenére, hogy ökológiai gazdálkodásban nem lehet szintetikus műtrágyát használni, az ökológiai talajban a szulfát kivételével minden elem nagyobb mennyiségben volt jelen, mint a konvencionális gazdaságban (nitrogén 7,5 mg/kg-mal, foszfor-pentoxid 41 mg/kg-mal, kálium-oxid 108 mg/kg-mal, magnézium 5,7 mg/kg-mal több). A humusz tartalma is magasabb 0,2 % értékkel, a talaj pH-ja is az ökológiai gazdálkodásban a semlegeshez közelít (6,9), míg a konvencionális esetében enyhén savas (5,93). Viszont az Arany-féle kötöttségi szám a konvencionális gazdaságban 55, míg az ökológiai gazdaságban csak 47 volt.

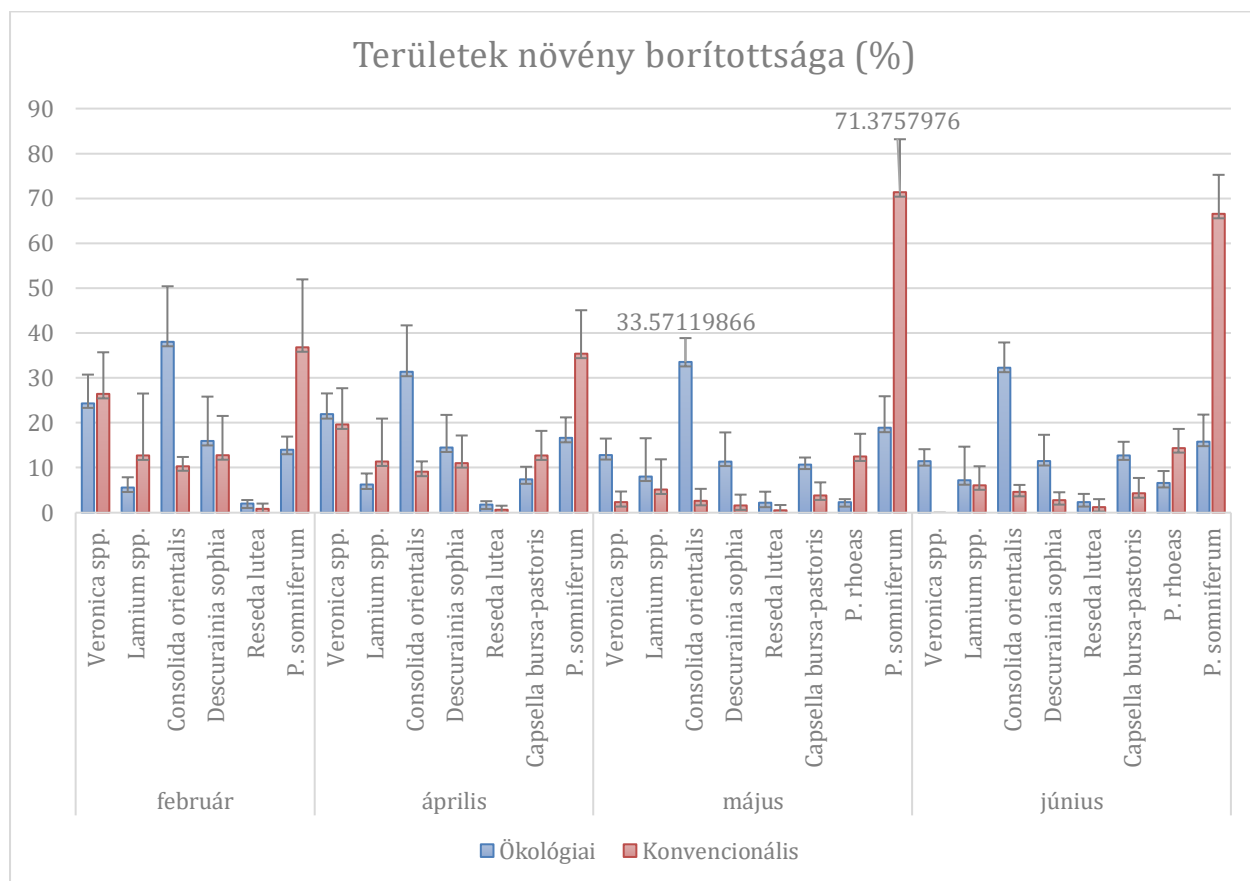
4.2. GYOMFELVÉTELEZÉS EREDMÉNYEI

Gyomfelvételezési megfigyelésink két különböző művelésű területen (ökológiai és konvencionális) történt. A két területen végzett különböző gyom kezelésnek köszönhetően eltérő eredményt tapasztaltunk, melyet az alábbi képek is jól szemléltetnek (17. ábra).



17. ábra: Gyomfelvételezés 2021 július 1-jén ökológiai és konvencionális táblán (Harmati, 2021)

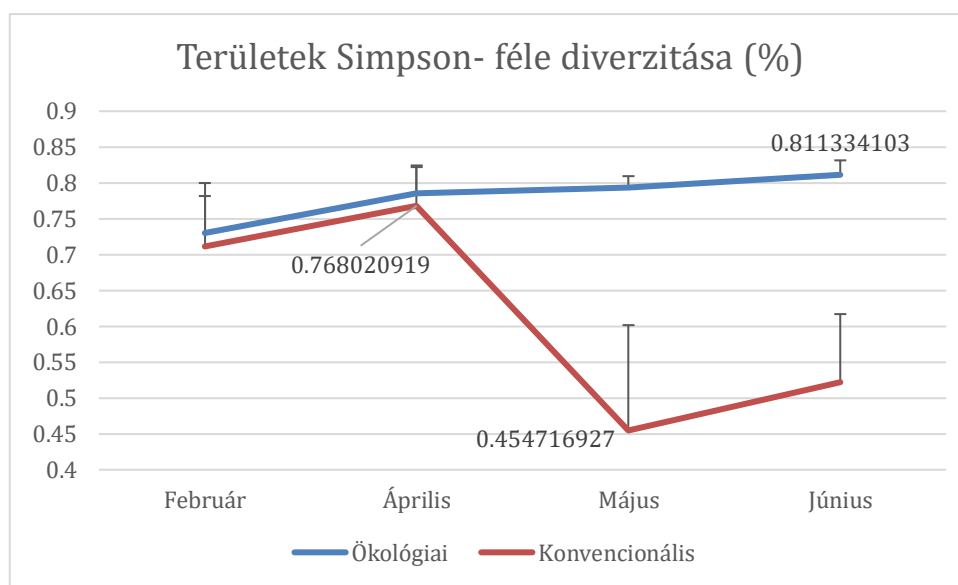
A gyomfelvételezés során megállapítható, hogy míg a konvencionális gazdaságban a mák a domináns faj, addig az ökológiai területen a keleti szarkaláb (*Convolvulus orientalis*) van jelen javarészt. A konvencionális táblán jellemző a pipacs is (*Papaver rhoeas*), azonban az ökológiai táblán az is csak elszórtan figyelhető meg. A két terület konkrét gyomborítottság értékeit a következő diagram mutatja be (18. ábra).



18. ábra: A vizsgált területek gyomnövény borítottságának átlaga és szórása (Harmati, 2021)

A két terület hasonló gyommagbankkal rendelkezik, gyomnövény faj összetételükben azonosak. Mindkét táblán megjelentek a veronika fajok (*Veronica* spp.), az árvacsalán fajok (*Lamium* spp.), a sebforrasztó zsombor (*Descurainia sophila*), valamint a vadrezeda (*Reseda lutea*) is. A meleg időjárás hatására kikelt a pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris*), illetve a pipacs (*Papaver rhoeas*) is. Szembetűnő, hogy az ökológiai táblán túlnyomórészt a keleti szarkaláb (*Convolvulus orientalis*) van jelen, de a többi gyomnövény is jelentős mennyiségben borítja a talajt, szinte mindegyik jobban, mint maga a kultúrnövény. A konvencionális termesztés során ezzel szemben már kezdetekben is elenyésző a gyomnövények jelenléte, azonban az áprilisi Laudis herbicides kezelés még inkább elfojtotta a gyom borítottságot. A kvadrátonkénti borítottsági értékekkel átlagot, valamint szórást számoltunk a terület összességére az egyes időszakokra.

A kvadrátok gyomnövény diverzitásának megfigyelése a hónapok váltakozása során, a Simpson-féle diverzitási index segítségével jól észlelhető. Az ökológiai táblán a terület gyomnövény diverzitása a májusi esők és a meleg hatására egyre inkább emelkedik. Ezzel szemben a konvencionális táblán februárban, illetve áprilisban volt a legmagasabb a diverzitás, ami – valószínűsíthetően a herbicides kezelés hatására – májusra drasztikusan lecsökkent. Ugyanakkor júniusban megint megemelkedett a diverzitási érték, mivel nem történt ismételt gyomirtó kezelés, illetve feltételezhetően a májusi csapadék hatására kelésnek indultak a talajban lévő gyomnövények (19. ábra).



19. ábra: A területek Simpson-féle diverzitása (Harmati, 2021)

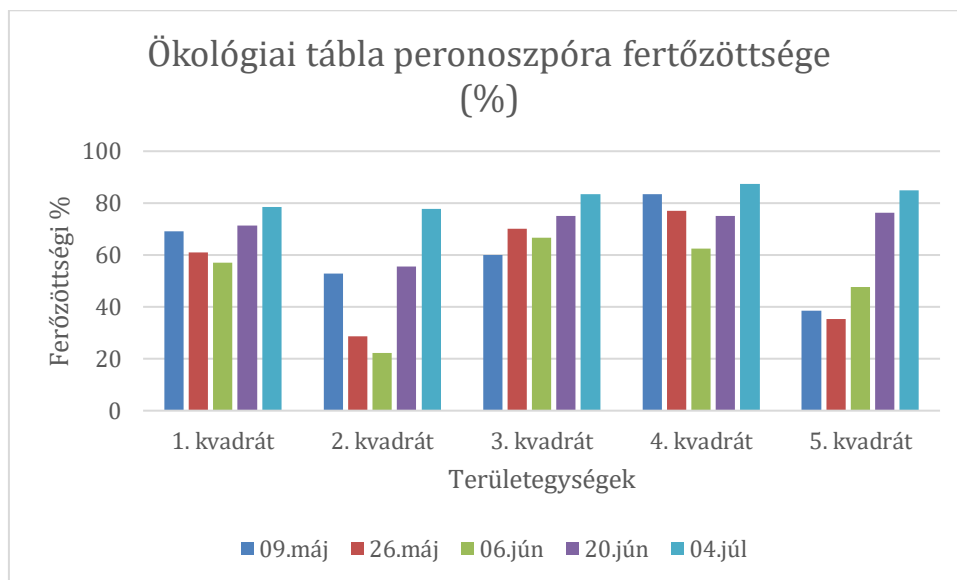
4.3. PERONOSZPÓRA FERTŐZÖTTSÉG FELMÉRÉS EREDMÉNYE

A korábbi évekhez hasonlóan az idei évben is erős peronoszpóra fertőzöttség volt jellemző a máktáblákon. A vizsgált területek közül először az ökológiai táblán jelentek meg a peronoszpóra primer fertőzésre utaló tünetek, a növények fejlődésükben visszamaradtak, leveleik fakó, sárgás-zöld színnel rendelkeztek. 2021. április 20-án egyre több egyed alsó, idős levelein észleltük a szekunder fertőzésre jellemző tüneteket. Ekkor a konvencionális gazdaságban még nem jelent meg a peronoszpórára jellemző tünet, majd ezen a területen 2021. május 6-án megelőző fungicides kezelés is történt az előrejelzések miatt.

Az adatokból megállapítható, hogy igen magas fertőzöttség volt tapasztalható mind az ökológiai, mind az intenzív gazdaságban, ebben közrejátszhatott a hűvösebb tavasz és a májusi nagy esők, továbbá az 1-es táblán az erősen felgyomosodott terület is elősegítette a fertőzést. A megfigyelések során az ökológiai művelésű 1-es táblán a primer fertőzés tünetei

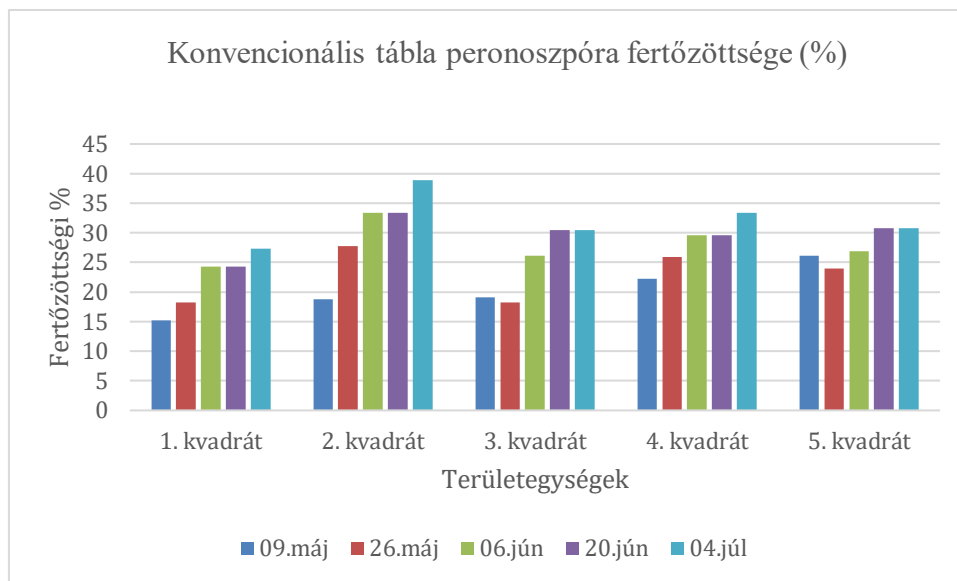
voltak túlnyomórészt jelen, míg a 2-es, konvencionális művelésű táblán a szekunder fertőzés tünetei voltak megfigyelhetők. Ugyanakkor a különböző tünetek utalhatnak eltérő peronoszpóra fajokra is, így laboratóriumi munka során morfológiai és molekuláris módszerrel azonosítottuk be a területen megjelenő peronoszpóra fajt.

Elsőként a peronoszpórával fertőzött növények arányát reprezentáljuk az ökológiai területen (20. ábra). Igen magas peronoszpóra fertőzöttség volt jelen a területen július elején minden területegységnél 80% körüli értéket számoltunk, azaz a kvadrátokon belül jelenlevő mák egyedek 80%-a peronoszpórával fertőzött volt valamilyen mértékben. Elgondolkodtató, hogy május végén és június elején az 1., 2. és 4. kvadráton visszaesett a peronoszpóra fertőzöttség a májusi nagy esők ellenére. Ez magyarázható azzal, hogy az ökológiai területen rengeteg primer fertőzéssel rendelkező növény volt, melyek az idő elteltével sem fejlődtek, esetlegesen elpusztultak, így lecsökkentve az értékeket.



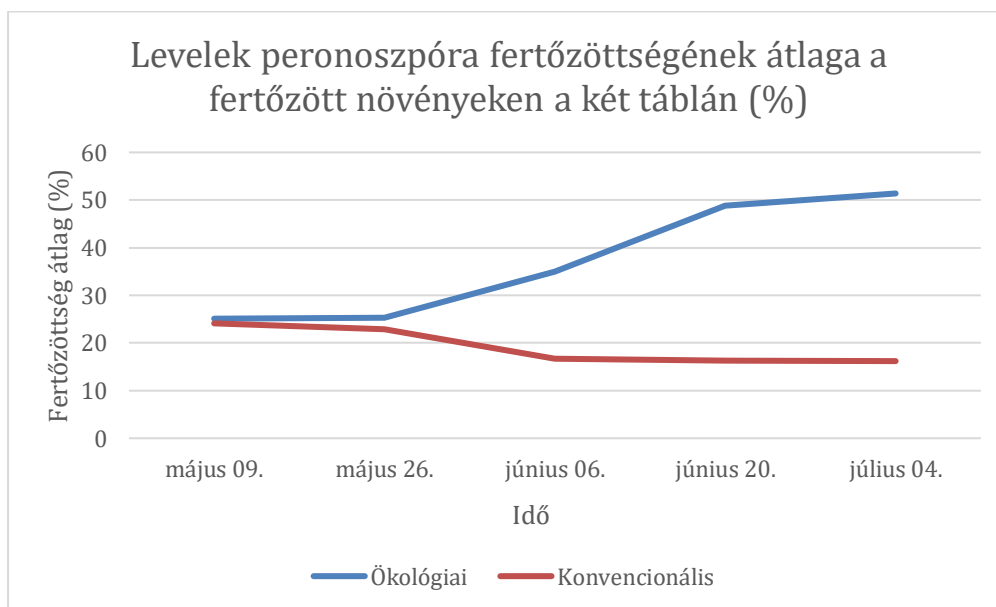
20. ábra: Ökológiai tábla peronoszpóra fertőzöttsége (%) (saját szerkesztés, 2021)

Az ökológiai gazdálkodással szemben a konvencionális területen viszonylag jelentéktelen volt a peronoszpóra fertőzöttség, a legkritikusabb érték sem éri el a 40%-ot. A konvencionális gazdálkodás esetében az idő előrehaladtával a fertőzöttségi százalék is emelkedett, bár néhány esetben az utolsó két hétben nem történt változás (21. ábra).



21. ábra: Konvencionális tábla peronoszpóra fertőzöttsége (saját szerkesztés, 2021)

A máknövények leveleinek peronoszpóra fertőzöttségét vizsgálva (22. ábra) említésre méltó, hogy a két területen lévő növények hasonlóan fertőztek kezdetben, azonban, ahogyan telt az idő, úgy lett egyre nagyobb az eltérés közöttük. Nyomon követhető, hogy az ökológiai táblán egyre több tünetet mutató levél lett, míg a konvencionálisban a lomb növekedése ellenére is alacsonyabb peronoszpóra fertőzöttségi százalékot figyeltünk meg.

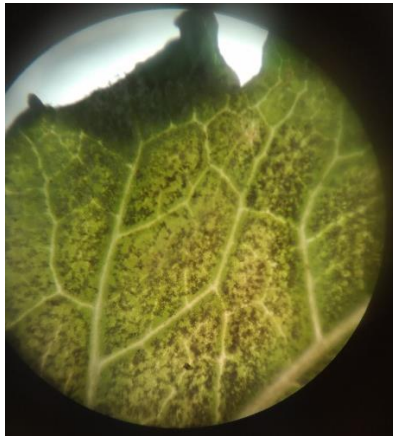


22. ábra: Levelek peronoszpóra fertőzöttségének átlaga a fertőzött növényeken a két táblán (%) (Harmati, 2021)

4.4. A MÁKPERONOSZPÓRÁT OKOZÓ KÓROKOZÓ AZONOSÍTÁSA

4. 4. 1. Morfológiai azonosítás

Először a két vizsgált területen megfigyeltük a mákperonoszpóra tüneteit szabad szemmel, majd sztereomikroszkóp segítségével azonosítottuk a növények levelének fonáki részén képződött lilás sporangiumtartó-gyepet (23. ábra).



23. ábra: Sztereomikroszkóp alatt megfigyelt sporangiumtartó -gyep (Harmati, 2021)

A sporangiumtartó – gyep vizsgálata (24. ábra) során steril lándzsatű segítségével emeltünk át tárgylemezre steril vízbe sporangiumtartót és sporangiumot, majd Nikon Eclipse 50i mikroszkóp alatt 20x és 40x-es nagyításon jellemeztük a tartókat és a sporangiumokat (25. ábra).

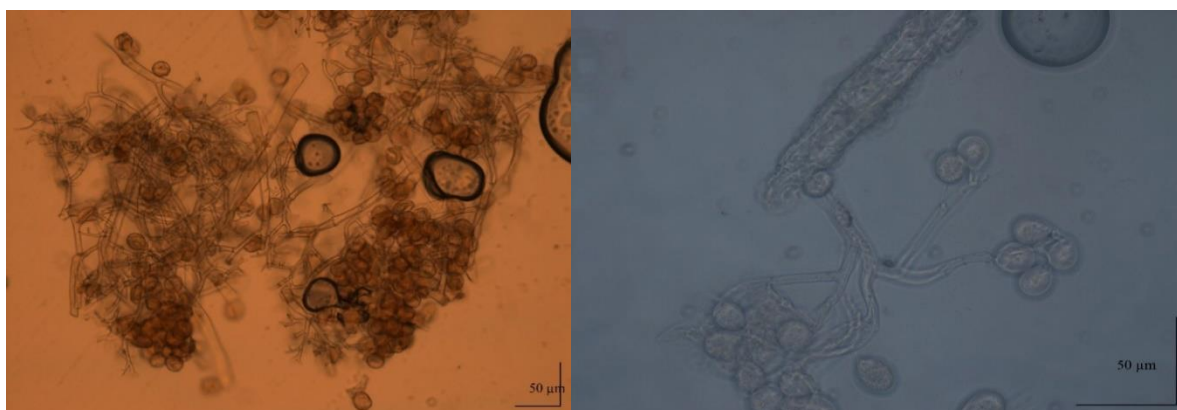


24. ábra: Sporangiumtartó – gyep mák levél fonákán (Harmati, 2021)

A sporangiumtartó nyél egyenes, 2 szterigmában végződik, egy sporangiumot képez. A sporangiumok gömb alakúak, átlagosan 18,33 μm hosszúak és átlagosan 14,77 μm átmérővel rendelkeznek (2. táblázat).

2. táblázat: A *Peronospora* sp. sporangiumainak méretei 50 db mérés adatai alapján

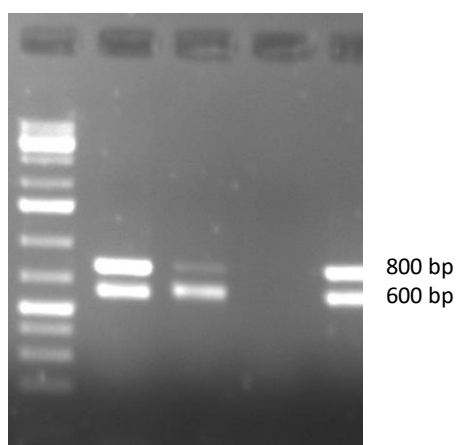
Hosszúság [μm]			Átmérő [μm]		
Minimum	Maximum	Átlag	Minimum	Maximum	Átlag
15,8	24,4	18,33	12,4	16,7	14,77



25. ábra: Mákperonoszpóra kórokozójának sporangiumtartói és sporangiumai 20x és 40x nagyításon (Tóth, 2021)

4. 4. 2. Molekuláris azonosítás

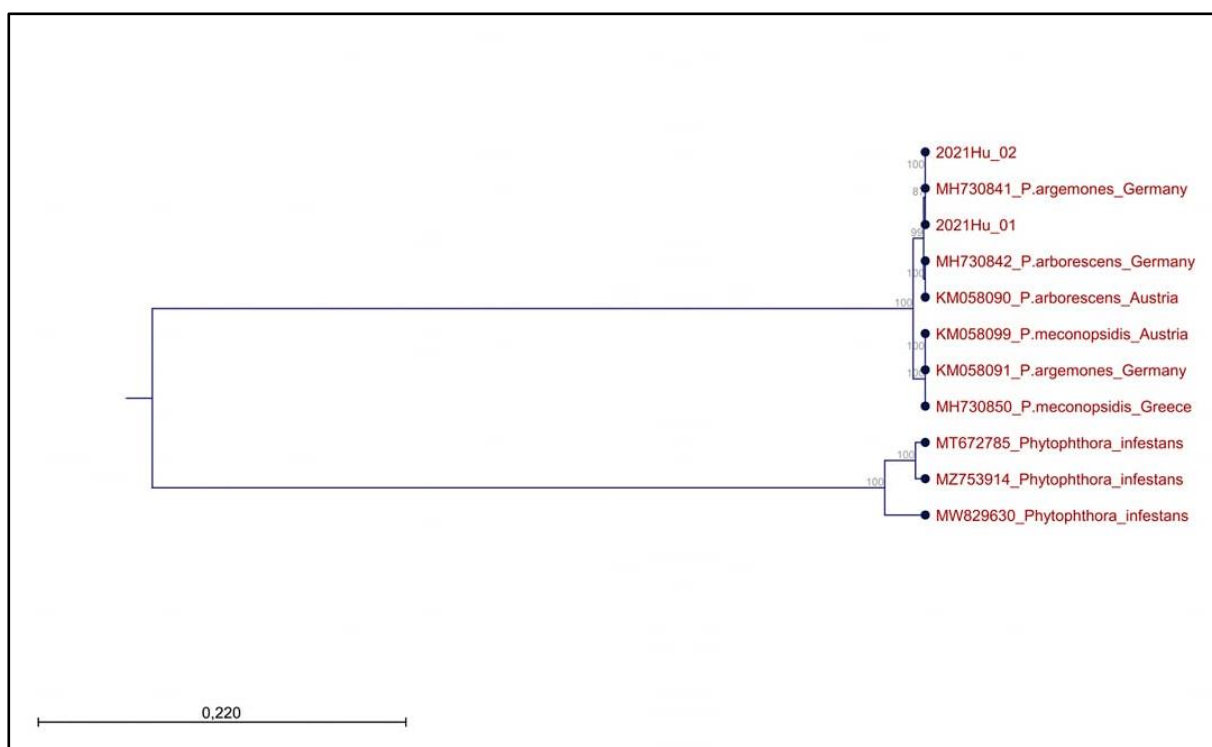
A polimeráz láncreakció eredményeként az ITS régióra tervezett NL1 és NL4 primerek egy 600 és egy 800 bp (bázispár) körüli PCR terméket (26. ábra) emeltek ki. Majd gélből izoláltuk a 800 bp hosszúságú szakaszt, amit tisztítottunk.



26. ábra: Az NL1 és NL4 primerek által kiemelt 600 és 800 pb hosszúságú PCR termékek

A tizenkét minipreparátumból kettőt választottunk ki és szaporítottuk fel a szekvencia meghatározásához (2021HU_01, 2021HU_02).

A szekvencia meghatározása után a klónozott szakasz nukleotid sorrendjét összevetve az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázisban találhatóakkal megállapítottuk, hogy a kiválasztott klónok közel 99,86 %-os homológiát mutatnak a *Peronospora argemones* (Acc.n. MH730841) kórokozóval. A molekuláris vizsgálat eredménye felvetette, hogy hazánkban Szarvas külterületén a mákperonoszpórát nem a *Peronospora arborescens* faj okozhatta, de további vizsgálatok szükségesek, hogy ezt kijelenthessük, mivel nagyon közeli rokonságot mutatott más (*Peronospora arborescens* és *Peronospora meconopsidis*) fajokkal is (27. ábra). A törzsfán *Phytophthora infestans* fajokat tüntettünk fel csoporton kívüli fajokként. A szekvenciák (2021HU_01, 2021HU_02) feltöltése és további molekuláris vizsgálatok folyamatban vannak.



27. ábra: A peronoszpóra izolátumok filogenetikai törzsfája a 28S régió szekvenciája alapján

Magyarázat: vízszintes vonalak, illetve azok hossza az izolátumok egymástól való genetikai távolságát mutatják a vizsgált szekvenciák nukleotid sorrendjének eltérései alapján. A függőleges vonalak az izolátumok egyezőségét jelzik az elágazásokig. Az elágazásoknál feltüntetett számok a bootstrap analízis eredményeit mutatják 1000 mintavétel esetén. Saját izolátumaink: 2021HU_01, 2021HU_02

4.5. A TÁBLÁK TERMÉSHOZAMA ÉS ELTÉRŐ KÖLTSÉGEI

A két különböző művelésű gazdaságnak ugyanaz a mezőgazdasági szolgáltatója, aki ugyanolyan módon, megegyező szolgáltatási árral végezte el a talajelőkészítést, a vetést, illetve a betakarítást, így az ezekből fakadó költségeket nem vettük számításba, tekintve, hogy nem mutatnak különbséget. Ami jelentős költségkülönbséget okozott, az leginkább a tenyészidőszak során végzett kezeléseknek köszönhető (3. táblázat). A konvencionális gazdaságban először Laudis (Bayer CropScience AG.) gyomirtó szerrel permeteztek, majd május elején egy fungicides kezelést eszközöltek a táblán Prosaro (Bayer CropScience AG.) növényvédő szerrel (protiokonazol, tebukonazol hatóanyag). Továbbá május során egy menetben lombtrágyát (Energia Humin - AGRICHEM XIMIX, s.r.o) és Autentic (Sumi Agro Hungary Kft.) rovarölő szert juttattak ki. Végül május 28-án még egy inszekticides (Mospilan- Sumi Agro Hungary Kft.) kezelést végeztek az állományban. A más kultúrában mindkét rovarölő szer szükséghelyzeti engedéllyel volt felhasználható 2021. április 1-től július 29-ig. A konvencionális terület tulajdonosának a négy növényvédő-, illetve egy növény kondicionáló szer beszerzési árán felül számolnia kellett a 4 alkalommal történt kijuttatás szolgáltatási díjával, illetve azok üzemanyag költségeivel. Ezzel szemben igen vonzó az ökológiai tábla költségvetése, ahol mindössze a gyom gyérítés relatív költségével kell kalkulálni. Relatív költségről beszélünk, mert bár a termelő nem ad ki pénzt, mégis figyelembe kell venni a termelő idejét, „munkabérét”, eszközeinek amortizációját. A két terület összehasonlítását egy táblázatban összegeztem (1. sz. melléklet).

Mindemellett tanulmányoztuk a mérleg másik oldalát is, azaz a bevételt. Az értékesítésből származó árbevétel a terméshezam szorozva a felvásárlási árral. Július végén a konvencionális területről 850 kg/ha; míg az ökológiai tábláról csupán 50 kg/ha mákszem tudtak betakarítani. Megszokott, hogy az ökológiai gazdálkodás rendszerében nem lehet akkora mennyiséget megtermelni, mint egy konvencionális gazdálkodásban, azonban rendszerint ezt a különbséget ellensúlyozza a különböző felvásárlási ár. Jelen vizsgálatomban azonban a felvásárlási árak közötti különbség (110 Ft/kg) nem kompenzálja a növényvédelem hiánya miatt bekövetkezett terméseszköket. Az átláthatóság és könnyebb összehasonlítás végett a két terület hektárra vetített anyagi vonzatát a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: A két terület összehasonlítása kezelések-költségek alapján (szerk.: Harmati, 2021)

	Ökológiai terület	Konvencionális terület
Kondicionálás	nincs	05. 11.: lombtrágya (Energia Humin) 7500 Ft/ha
Gyomszabályozás	március: toli kapa május: kasza (termelő maga végezte munka - relatív költség)	04. 24.: Laudis (18 000 ft/ha)
Gombaölő kezelés	nincs	05. 06.: Prosaro (15 000 Ft/ha)
Kártevő gyérítés	nincs	05.11.: Autentic (5000 Ft/ha) 05. 28.: Mospilan (7500 Ft/ha)
Szolgáltatási díj +üzemanyag	nincs	25 000 Ft/ha
Betakarítás ideje	július 8.	július 8.
Aratott mennyiség (t/ha)	50 kg/ha (0,05 t/ha)	850 kg/ha (0,85 t/ha)
Felvásárlási ár (Ft/t)	650 Ft/kg	540 Ft/kg
Bevétel (értékesítésből adódó)	32 500 Ft/ha	459 000 Ft/ha
Támogatások (ha/év)	200 000 Ft/ha	79 000 Ft/ha
Területalapú (SAPS)	50 671 Ft/ha	50 671 Ft/ha
Zöldítés	28 330 Ft/ha	28 330 Ft/ha
VP öko	349 € (~ 122 000 Ft)	nincs
Összes befolyó összeg (ha/év)	232 500 Ft/ha	538 000 Ft/ha
Eltérő költségek összesen	~ 16 000 Ft/ha (relatív költség, termelő munkadíja)	78 000 Ft/ha (anyagköltség + szolgáltatási díj)

Területalapú támogatásra (SAPS) mind az ökológia, mind a konvencionális gazdálkodók jogosultak. Amennyiben a konvencionális gazdálkodók vállalnak zöldítést, további összegre jogosultak, az ökológiai gazdálkodók azzal, hogy az ökológiai gazdálkodók rendszerében termelnek, automatikusan teljesítik a zöldítés elvárásait, így ők minden esetben megkapják ezt az összeget is. Ezeket a támogatásokat minden évben másképp határozzák meg, az idei év (2021) területalapú támogatására szánt keret összeg 252 350 845 291 Ft, amivel 4 980 165 ha terület támogatható, tehát 50 671 Ft/ha. A zöldítés támogatására 141 091 703 847 Ft van meghatározva, amivel legfeljebb 4 980 165 ha támogatható, azaz

hektáronként 28 330 Ft várható (Internet13). Ezenfelül az ökológiai termelők az Európai Unió „Ökológiai gazdálkodásra történő áttérés, ökológiai gazdálkodás fenntartása” (VP4-11.1.1.-11.2.1.-21) nevezetű támogatást is meg tudják igényelni, ez fix 349 euró, ami az ökológiai gazdálkodók kompenzálását hivatott segíteni (Internet14).

Összehasonlítva a két területen a költségeket és a bevételt, a konvencionális gazdaság ebben a tenyésztidőszakban gazdaságosabb mutatókat eredményezett, azonban a támogatási összegek emelkedése ezt mindenképpen befolyásolhatja a jövőben. Összefoglalva nehéz lenne teljes mértékben értékelni az adott év költségvetését, mivel a vizsgált területek mérete nem túl nagy, valamint egy év összehasonlítása miatt sem igazán reprezentatív, így elég nehéz pontos és tényleges összehasonlító költségelemzést adni, azonban segítségül és alapul szolgálhat a jövőben a konvencionális gazdaságról az ökológiai gazdálkodásra való átállás mérlegeléséhez.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Szarvas külterületén fekvő őszi mákkultúrában végzett kutatás során mind hasonlóságokat, mind különbségeket fedezhettünk fel a 2020/2021-es tenyészidőszakban a konvencionális és az ökológiai tábla között. Ahogyan azt Szentey (2014) is leírta, a mák igen rossz gyomelnyomó képességgel rendelkezik, így mindkét területen komoly gyomflórát tapasztaltunk. Többnyire ugyanazok a gyomfajok jelentek meg mindkét táblán és okoztak problémát, azonban a konvencionális gazdaságban egy jól időzített herbicides kezelés visszavetette átlagosan a gyomnövény borítottságot 29%-ra, míg ennek hiányában az ökológiai területen a mák csupán átlag 20%-os borítottságot képviselt a területen májusban. A kultúrnövény ilyen mértékben való visszaszorulása igen súlyos problémát jelent.

Nem tapasztaltuk a Horváth *et al.* (1995) által felsorolt számos betegség jelenlétét, egyedül a mákperonoszpóra volt meghatározó mindkét területen. Bár mindkét területen erős fertőzöttség volt megfigyelhető, a megfertőződött növények mértéke jelentősen eltért. Míg az ökológiai gazdálkodásban júliusban a mák egyedek 80%-a mutatott tünetet, addig a konvencionális területen fele ennyire volt súlyos a helyzet, a legfertőzöttebb kvadráton is alig érte el a 40%-ot a növényfertőzöttség. A növények levelének fertőzöttségében is volt minimális eltérés, az idő előrehaladtával a konvencionális területen a növények fertőzött leveleinek száma egyre csökkent, az ökológiai területen viszont egyre több fertőzött levél volt a növényeken, ami alapján feltételezhető, hogy jobban terjedt magán a növényállományon belül is a kórokozó. Kérdéses volt továbbá, hogy melyik kórokozó okozza a mákperonoszpóra tüneteit, hiszen Voglmayr *et al.* (2014) bizonyította tanulmányában, hogy több *Peronospora* faj is képes lehet a mák (*Papaver somniferum*) megbetegítésére.

Korábban a peronoszpóra félék rendszertani besorolása elsősorban morfológiai jellemzőkön alapult (Shaw, 1981). A molekuláris azonosítás azonban új lehetőségeket tárt fel a *Peronosporales* renden belül a rokonsági kapcsolatok feltárásában (Riethmüller *et al.*, 2002; Göket *et al.*, 2003). Már a tünetek megfigyelése és a kórokozó morfológiai vizsgálatai is alátámasztották a *Peronospora* faj azonosítását. Azonban a legújabb szakirodalmi leírások szerint több peronoszpóra faj is előfordulhat mákon, így felmerült a kérdés, hogy melyik faj okozhatta a tüneteket Szarvason.

A sporangiumok hossza (15,8) – 18,33 – (24,4) μm és átmérője (12,4) – 14,77 – (16,7) μm volt. Voglmayr *et al.* (2014) vizsgálatában a *Peronospora arborescens* paraméterei: (14) – 18,25 – (24) μm és (12,5) – 16,25 – (20) μm , a *Peronospora argemones* paraméterei: 16,5 – 21,25 – (26) μm és (14,5) – 18,25 – (23) μm voltak. Ezen értékek alapján a vizsgált

peronoszpóra faj a *Peronospora arborens*-szel mutat nagyobb hasonlóságot. Azonban a klasszikus vizsgálatok mellett fontosnak tartottuk elvégezni a kórokozó molekuláris azonosítását is. A polimeráz láncreakció során egy közel 800 pb hosszúságú PCR termék keletkezett. A nukleotid sorrendet összehasonlítottuk az NCBI adatbázisban található izolátumokkal, mely alapján a hazai izolátumaink 99,86%-os legközelebbi azonosságot mutattak a német *Peronospora argemones* fajjal. Ez alapján feltételezzük, hogy a mákperonoszpórát nem a *Peronospora arborens* faj okozhatta hazánkban Szarvas külterületén, hanem egy új faj, mely eddig nem került leírásra hazánkban. Viszont az ITS régió vizsgálatán túl további vizsgálatok szükségesek (citokróm c oxidáz I. és II. gén) (Voglmayr *et al.*, 2014), hogy kijelenthessük, melyik *Peronospora* faj okozta a tüneteket, mivel nagyon közeli rokonságot mutatott más (*Peronospora arborens* és *Peronospora meconopsidis*) fajokkal is.

A vizsgált területeken az ökológiai gazdálkodásban termesztett mák betakarított mennyisége messze elmaradt a konvencionális gazdálkodásban termelt mennyiséghez képest. A máknak nem volt elég gyomelnyomó képessége ahhoz, hogy gyomirtó szeres kezelés nélkül versenyezni tudjon a területen lévő gyomnövényekkel, valamint az erős peronoszpóra fertőzöttség is gondot okozott. A felvásárlási ár, a jelenleg ismert támogatási összegek különbözete nem volt elegendő ahhoz, hogy megfelelő árbevételt érjen el a termelő, így az adott évben, az ideai vizsgálatok alapján nem gazdaságos ökológiai gazdálkodásban mákot termesztetni. Meg kell említeni, hogy ez a kutatás két, kis területen került összehasonlításra, egyszeri tenyésztőt figyelembe véve, így nem kellően reprezentatív végső következtetés és pontos költségterv elkészítéséhez. Ezért további felmérések szükségesek több területen, több termelőnél, több tenyésztőn keresztül ezen felvetés és kérdés igazolásához. Kutatásunk a máktermesztés kapcsán időszerű és szerteágazó ismereteket dolgoz fel, azonban számos nehézségre is rávilágítja a termelőket, melyekre mihamarabbi megoldást kell találni.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A szántóföldi máktermesztés sok magyar termelőt foglalkoztat, mivel a mák hazánk területén szinte mindenhol jól érzi magát, valamint kevés mák termelő ország van, így a felvásárlási ára elég magasnak számít a többi szántóföldi kultúrához képest. Szintén aktuális kérdés a szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozók körében, hogy az Európai Zöld Megállapodás és támogatások idejében érdemes-e átállni az ökológiai gazdálkodásra.

Kutatásunk során igyekeztem feltárni a máktermesztés nehézségeit, bemutatni, milyen mértékben módosulhatnak ezen problémák, ha a termelő konvencionális gazdálkodás helyett ökológiai gazdálkodásban tervezi a máktermesztést. A kutatásomhoz 2020-21-es tenyészidőszakban két szomszédos, de eltérő művelésű (ökológiai és konvencionális) terület máktermesztését vettem alapul. A területeken 5-5 1x1 méteres kvadráton belül figyeltük a gyomnövények megjelenését, borítottságát és a terület gyomnövény diverzitását, illetve a betegségek megjelenését, azon belül a peronoszpóra fertőzöttségének mértékét. A területek peronoszpórával fertőzött növényeiről mintákat gyűjtöttem, majd a MATE, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Laboratóriumába szállítottam, ahol a kórokozó azonosítását végeztük morfológiai és molekuláris módszerekkel.

A vizsgálatok során megállapítható, hogy a máktermesztés leghangsúlyosabb problémái a gyomnövények, valamint a mákperonoszpóra. Herbicides és komolyabb mechanikai gyomirtás nélkül a mák nem versenyképes a veronika fajok (*Veronica* spp.), az árvacsalán fajok (*Lamium* spp.), a sebforrasztó zombor (*Descurainia sophila*), a pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris*), a pipacs (*Papaver rhoeas*) és legkevésbé a keleti szarkaláb (*Consolida orientalis*) ellen. Az ökológiai területen a teljes tenyészidőszak alatt a gyomnövények voltak túlnyomórészt jelen, a mák borítottsága egyszer sem haladta meg a 20%-ot. Ellenben a Laudis gyomirtó szer megfelelő hatékonysággal szorította vissza a gyomnövényeket (kivétel a pipacsot), így teret nyújtva a máknak az optimális fejlődéshez. Megoldandó nehézséget jelent a peronoszpóras betegség, ami az ökológiai terület mákállományának 80-90%-án megjelent júliusra. A konvencionális gazdaságban az egyszeri gombaölő szeres kezelés már elegendő volt ahhoz, hogy a peronoszpóra fertőzöttséget 30-40% alatt tartsa az egész tenyészidőszak alatt.

A morfológiai vizsgálat során igazoltuk a peronoszpóra jelenlétét. A molekuláris vizsgálat eredménye azonban felvetette, hogy hazánkban Szarvas külterületén a mákperonoszpórát nem a *Peronospora arborescens* faj okozhatta, bár nagyon közeli

rokonságot mutatott más (*Peronospora arborescens* és *Peronospora meconopsidis*) fajokkal is, így célszerű a mákperonoszpórát előidéző kórokozókat tovább vizsgálni hazánkban. Az eddigi eredmények alapján a vizsgált kórokozó 99,86 %-os azonosságot mutatott a *Peronospora argemones* (Acc.n. MH730841) fajjal.

A költségek a kezelések miatt jóval magasabbak a konvencionális gazdaságban, mindazonáltal a betakarított mennyiség is számottevően magasabb, ugyanakkor az ökológiai termelőket segítik a magasabb felvásárlási árak és a magasabb támogatási összegek is, valamint sokakat motivál a fenntarthatóság, az egészséges és környezettudatos táplálkozás, szemléletváltás és a jövő generációjának támogatása is. A 2020-21-es évben, Szarvas külterületén a felvásárlási ár és a jelenleg ismert támogatási összegek különbözete nem volt elegendő ahhoz, hogy megfelelő árbevételt érjen el a termelő, így ezek alapján nem gazdaságos ökológiai gazdálkodásban mákot termesztetni. A hiteles anyagi összehasonlításhoz és következtetés levonáshoz további reprezentatív mintákat lenne szükséges megvizsgálni.

Kutatásunk időszerű és hiánypótló a máktermesztés kapcsán hazánkban növényvédelmi szempontból, mert egyfelől kevés adat áll rendelkezésre, valamint számos kérdést is felvet, mind a költségek-bevételek, mind az ökológiai és hagyományos művelésmód között, mind a mákperonoszpórát okozó kórokozó, mind a gyomflóra kapcsán, melyeket a jövőben tovább kell vizsgálni és tisztázni kell.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Legnagyobb köszönetem és hálám a két konzulensemnek, Dr. Karacs-Végh Anitának és Dr. Tóth Annamáriának szól, akik szakmai tudásukkal, tanácsaikkal, illetve munkájukkal végig segítették a diplomamunkám. Ezenfelül szeretnék köszönetet mondani Dr. Markó Gábor Tanár Úrnak, akinek a segítsége nélkül a gyomfelvételezés része a dolgozatomnak nem születhetett volna meg. Továbbá köszönöm a két földtulajdonosnak, termelőnek, hogy rendelkezésemre bocsátották a területeiket, ami miatt karókat és sokszor engem kellett kerülgetniük az idei tenyészidőszakban, valamint, hogy mindig rendelkezésemre álltak, ha kérdéseim adódtak, nagyon hálás vagyok Nekik. Köszönöm a tanárainknak, hogy munkájukkal hozzájárultak ahhoz, hogy a diplomamunkámhoz meg legyen a kellő háttértudásom. Valamint köszönöm a családomnak, szerelmemnek, hogy az egész egyetem alatt segítettek, biztattak, támogattak minden szempontból és akkor is tudták, hogy meg tudom csinálni, amikor én nem hittem.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ángyán, J. és Menyhért, Z. (szerk.) 2004. Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás. Szaktudás Kiadóház. Budapest.
2. Antal, J., Balázs, J., Barnáné Bacsa, M., Csajbók, J., Fazekas, M., Győri, T., Gyuricza, Cs., Hoffmann, S., Iványiné dr. Gergely, I., Izsáki, Z., Janowszky, J., Janowszky, Zs., Kajdi, F., Kassai, K., Késmárki, I., Kruppa, J., Lesznyák Mátyásné, Makai, S., Máté, A., Mikó, P., Nagy, J., Nagy, L., Nyárai Horváth, F., Pepó, P., Petróczki, F., Pocsai, K., Reszkető, P., Sárvári, M., Schmidt, R., Szabó, L., Szabó, M., Szentpétery, Zs., Tóth, Z., Varga, S. 2005. Növénytermesztéstan II. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
3. Balbi, G. 1960. Poppy seed oilin manufacture of paints and varnishes. *Olearia*. 14: pp.97-104.
4. Berkeley, M.J. 1862. Fungi on rose leaves. *Gardeners' Chronicle and Agricultural Gazette*. pp.307-308.
5. Bernáth, J. 2001. A mák ópium célú termesztése. In: Sárkány, S., Bernáth, J., Tétényi, P. (szerk.) 2001. A mák. Kultúrflóra. Akadémiai Kiadó. Budapest. pp.202-205.
6. Bernáth, J. és Németh, É. 2010. A mák. Házi praktikák. Cser Kiadó. Budapest.
7. Földesi, D. 2000. *Papaver somniferum* – mák. In: Bernáth, J., Dános, B., Facsar, G., Földesi, D., Halászné Zelnik, K., Heltmanné Tulok, M., Kéry, Á., Kovácsiné Bencze, É., Lenchés, O., Németh, É., Neumayer, É., Petheő, F., Pluhár, Zs., Praszna, L., Rácz, G., Sváb Jánosné, Szabó, K., Székely, J., Tóth, E., Zámbo, I. 2000. Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp.451-462.
8. Földesi, D. 2001. A száraztok-előállítás technológiája. In: Sárkány, S., Bernáth, J., Tétényi, P. 2001. A mák. Kultúrflóra. 71. Akadémiai Kiadó. 22. füzet. V. kötet. pp. 205-214.
9. Gäumann, E.A. 1923. Beiträge zu einer Monographie der Gattung Peronospora Corda. Beitr Kryptogamenfl Schweiz. Catalogue of Life. pp.1-360.
10. Gorton, L. 1993. Coating and topping – applying the finishing touch. *Baking and Snack* August. pp.45-46.
11. Göker, M., Voglmayr, H., Riethmüller, A., Weiß, M., Oberwinkler, F. 2003. Taxonomic aspects of *Peronosporaceae* inferred from Bayesian molecular phylogenetics. In: *Canadian Journal of Botany*. 81: pp.672-683.
12. Hofman, P.J. és Menary, R.C. 1984. Losses, by leaching, of alkaloids from the capsule of the poppy (*Papaver somniferum* L.) during maturation. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35(2): pp.253-261.
13. Hornok, L. 1978. Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp.107-117.
14. Horváth, J., Bíró, K., Fischl, G., Kadlicskó, S., Kiss, E., Pintér, Cs. 1995. A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
15. Hunyadi, K., Béres, I., Kazinczi, G. (szerk.) 2011. Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
16. Jászberényi, Cs., Lukács, L., Inotai, K., Németh, É. 2012. Soluble sugar content in poppy (*Papaver somniferum* L.) and its relationship to winter hardiness. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 17 (4): pp.169-174.
17. Karle, S., Lohr, J.E., Unglaub, W. 1989. Detection of mycotoxins in feed of ornamental birds with tracheal organ cultures and cell cultures from ducklings, chicks and the brine shrimp (*Artemia salina* L.). *Tieraerztliche Umschau*. 44. pp.803-809.
18. Köhler, H.A., Pabst, G., Müller, W., Schmidt, C.F. 1991. Köhler's Medizinal Pflanzen. III. kötet. „libri rari” Th.Schäfer Kiadó. Hannover.

19. Laughlin, J.C. 1985. The effect of delayed harvest and leaching on the morphine concentration of poppy (*Papaver somniferum* L.) capsules. The Journal of Agricultural Science. 104: pp.559-564.
20. Mayor, E. 1949. Mélanges mycologiques III. Ber Schweiz. Bot Ges 59. pp.268–284.
21. Menner, Ö. 1984. Kabay János morfingyártási szabadalmi. Communicationes de Historia Artis Medicane. pp.107-108., 111-136.
22. Mészáros, D. 2016. A mezőgazdaság fenntarthatóságát értékelő módszer fejlesztése. Doktori értekezés. SZIE. Gödöllő.
23. Mihalik, E. és Sárkány, S. 2001. A mák külső alaktana. In: Sárkány, S., Bernáth, J., Tétényi, P. 2001. A mák. Kultúrflóra. 71. Akadémiai Kiadó. 22. füzet. V. kötet. pp.60-78.
24. Mikšík, V. és Lohr, V. 2020. The Czech Republic the largest producer of breadseed poppy, Ministerstvo zemědělství ČR (Ministry of Agriculture of the Czech Republic)
25. Mórász, S. 1979. A mák termesztése. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest. pp.5-64.
26. Németh, É. és Bernáth, J. 2009. Selection of poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars for culinary purposes. Acta Horticulturae. 826: pp.413-419.
27. Nemzeti Fajtajegyzék. 2021. Szántóföldi Növények. Nemzeti Élelmiszerlánc-Biztonsági Hivatal.
28. Novothny, M. 1898. Mák termelése. A Kert. 4. Budapest. pp.68-69.
29. Ördögh, G. 2019. A mák növényvédelme. Kerti Kalendárium. 31 (5).
30. Pappné Jászberényi, Cs. 2014. A mák (*Papaver somniferum* L.) fagyútérésében szerepet játszó tényezők. Kertészettudományi Doktori Iskola. Doktori Értekeztet, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
31. Pluhár, Zs., Bernáth, J., Gosztola, B., Kindlovits, S., Radácsi, P., Sárosi, Sz., Varga, L., Zámoriné Németh, É. 2012. Korszerű gyógynövénytermesztési ismeretek. Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Arománövények Tanszék. Budapest.
32. Rácz, G., Rács-Kotilla, E., Szabó, L.GY. 1992. Gyógynövényismeret –a fitoterápia alapjai-. Sanitas Természetgyógyászati Alapítvány. Budapest. pp.263-268.
33. Riethmüller, A., Voglmayr, H., Göker, M., Weiß, M., Oberwinkler, F. 2002. Phylogenetic relationships of the downey mildews (*Peronosporales*) and related groups based on nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. In: Mycologia. 94: pp.834-849.
34. Maier, W., Begerow, D., Weiß, M., Oberwinkler, F. 2003. Phylogeni of the rust fungi: an approach using nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. IN: Canadian Journal of Botany. 81: pp.12-23.
35. Maniatis, T., Sambrook, J., Fritsch, E.F. 1989. Molecular cloning: a Laboratory Manual (3rd volume). Cold Spring Harbor Laboratory. USA.
36. Sárkány, S., Bernáth, J., Tétényi, P. 2001. A mák. Kultúrflóra. 71., Akadémiai Kiadó. 22. füzet, V. kötet
37. Shaw, C.G. 1981. Taxonomy and evolution. In: Spencer, D.M. The Downy Mildews. London. Academic Press. pp.17-29.
38. Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. Nature. 163: pp.688.
39. Statham, M. 1984. Poppy seed meal (*Papaver somniferum*) as a protein source for growing pigs. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 24p: pp.170-173.
40. Szabó, L.GY., Domokos, J., Kiss, B. 2006. Az olajnövények. In: Kiss B. (szerk.) Olajnövények, növényolajgyártás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp.64-65.
41. Szentey, L. 2014. A mák komplex növényvédelme. Agrárium Magazin. 24 (7).

42. Tranzschel, V.A. 1902. Contributiones ad floram mycologicam Rossiae, I. Enumeratio fungorum in 'Tauria' a. 1901 lectorum. Trudy Botanicheskago Muzeya Imperatorskoy Akademii Nauk / Travaux du Musée Botanique de l'Academie Imperiale des Sciences de St-Petersbourg. vol. 1: pp.47–75 (in Russian)
43. Unk, J. 1965. A mák és termesztése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
44. Voglmayr, H., Montes-Borrego, M., Blanca, B. Landa. 2014. Disentangling *Peronospora* on *Papaver*: phylogenetics, taxonomy, nomenclature and host range of downy mildew of opium poppy (*Papaver somniferum*) and related species. Ploze One.

Internetes források:

- Internet1.: 2021. 10. 20., URL: <https://www.agroinform.hu/szantofold/mak-viragzas-somogy-hideg-idojaras-kepgaleria-49335-001>
- Internet2.: 2021. 03. 22., URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0300162.kor>
- Internet3.: 2021. 03. 10., URL: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/fobbnoveny/2020/index.html>
- Internet4.: 2021. 03. 11., URL: <https://www.agroinform.hu/novenyvedoszer?filter%5Bszernev%5D=&filter%5Brendeltetes%5D=&filter%5Bervenyesseg%5D=ervenyes&filter%5Bkultura%5D=M%C3%A1k&filter%5Bkarosito%5D=Lev%C3%A9ltetvek&filter%5Bhatoanyag%5D=&filter%5Bakg%5D=&filter%5Bmehveszelyesseg%5D=&filter%5Bforgalmazas%5D=&oldal=2>
- Internet5.: 2021. 09. 23., URL: <http://www.speciesfungorum.org/Names/names.asp?strGenus=Peronospora>
- Internet6.: 2021. 03. 22., URL: https://www.parlament.hu/documents/10181/1763272/Elemz%C3%A9s_2018_Biogazdalkod%C3%A1s.pdf/efbe988d-5f9f-af3b-1654-ec4e1f90531d
- Internet7.: 2021. 09. 25., URL: <https://www.biokontroll.hu/a-biogazdalkodas-altalanos-alapelvei-3/>
- Internet8.: 2021. 03. 22., URL: <https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic>
- Internet9.: 2021. 03. 22., URL: <https://www.biokontroll.hu/a-biogazdalkodas-altalanos-alapelvei-3/>
- Internet10.: 2021. 09. 20., URL: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/125-okologiai-gazdalkodas-kezikonyv-a-tamogatasi-kerelem-benyujtasahoz/file>
- Internet11.: 2021. 03. 22., URL: <https://ec.europa.eu/environment/pdf/chemicals/2020/10/Strategy.pdf>
- Internet12.: 2021. 09. 20., URL: <https://worldwide.promega.com/products/pcr/pcr-cloning/pgem-t-easy-vector-systems/?catNum=A1360>
- Internet13.: 2021. 10. 30., URL: <https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/10600e7e32b249ab88a3b6ad1eae0ffb84547524/megtekintes>
- Internet14.: 2021. 10. 30., URL: <https://www.palyazat.gov.hu/vp4-1111-1121-21-kolgiai-gazdlkodsra-trtn-ttrs-kolgiai-gazdlkods-fenntartsa-1#>

9. MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet Az ökológiai és a konvencionális gazdaság fontosabb paramétereinek összehasonlítása

Művelés	Ökológiai (1-es tábla)	Intenzív (2-es tábla)
Terület nagysága	5,5 ha	4,5 ha
Elővetemény	őszi búza	őszi búza
Vetőmag típus és mennyiség	Zénó Plus, 1,6 kg/ha	Zénó Plus, 1,6 kg/ha
Vetés ideje	szeptember 17.	szeptember 17.
Humusz – tartalom	3,63 % szárazanyag	3,42 % szárazanyag
Arany-féle kötöttség	47,0	55,0
Kondicionálás	nincs	05. 11.: lombtrágya (Energia Humin) 7500 Ft/ha
Gyomszabályozás	március: toli kapa május: kasza	04. 24.: Laudis (18 000 ft/ha)
Gombaölő kezelés	nincs	05. 06.: Prosaro (15 000 Ft/ha)
Kártevő gyérítés	nincs	05.11.: Autentic (5000 Ft/ha) 05. 28.: Mospilan (7500 Ft/ha)
Betakarítás ideje	július 8.	július 8.
Aratott mennyiség (t/ha)	50 kg/ha (0,05 t/ha)	850 kg/ha (0,85 t/ha)
Felvásárlási ár (Ft/t)	650 Ft/kg	540 Ft/kg
Eltérő költségek összesen	~ 16 000 Ft/ha (relatív költség, termelő munkadíja)	78 000 Ft/ha (anyagköltség + szolgáltatási díj)
Bevétel (értékesítésből)	32 500 Ft/ha	459 000 Ft/ha

2. sz. melléklet Az ökológiai és a konvencionális gazdaság talajvizsgálati jegyzőkönyvei



ALFÖLDVÍZ Zrt. Központi Laboratórium
A NAH által NAH-1-0951/2016 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.
5600 Békecsaba, Szabolcs utca 36.

Tel.: (66) 444-644; Fax: (66) 454-269; E-mail: labor@alfoldviz.hu; Web: www.alfoldviz.hu



Vizsgálati jegyzőkönyv

1 / 1

Jegyzőkönyv:		Megrendelő:	
Minta száma:		Megrendelő címe:	
Mintavétel ideje:	2020. 11. 09.	Mintavevő:	Megrendelő általi nem akkreditált mintavétel
Beérkezés ideje:	2020. 11. 12.	Minta anyaga:	Talaj, bővített
Vizsgálat kezdete:	2020. 11. 12.	Mintavétel típusa:	Átlagminta (horizontális)
Mintavételi hely:	Szarvas: XXXXXXXXXX		

Kémiai vizsgálat

1 pH (1:2,5 KCl)	6,91	MSZ-08-0206-2:1978 2.1. szakasz
2 Humusz tartalom	3,63 % sz. a.	MSZ-08-0210:1977
3 Arany-féle kötöttségi szám	47,0	MSZ-08-0205:1978 5. fejezet
4 Vízben oldható összes só	0,04 % sz. a.	MSZ 08-0206-2:1978 2.4. szakasz
5 Kalcium-karbonát	0,44 % sz. a.	MSZ-08-0206-2:1978 2.2. szakasz
6 Nitrit-nitrát (nitrogénben kifejezve) (KCl)	33,1 mg/kg sz. a.	EPA METHOD 353.1:1978
7 Foszfor-pentoxid (AL)	356 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
8 Kálium-oxid (AL)	611 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
9 Nátrium (AL)	11,3 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
10 Magnézium (KCl)	266 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
11 Szulfát (KCl)	20,3 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
12 Mangán (EDTA)	365 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
13 Cink (EDTA)	3,31 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
14 Réz (EDTA)	5,77 mg/kg sz. a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz

Terület (ha): 5,5

Helyrajzi szám: 0623/6

sz. a. = szárazanyag

KCl=Kálium-klorid oldható

AL=Ammónium-laktát oldható

EDTA=0,05 mol/l EDTA-Na- és

0,1 mol/l KCl oldható

Békecsaba, 2021. 03. 26.

Jaid Kucsa
laboratóriumvezető

Lopini En
csoportvezető

A laboratórium nyelvi engedélye nélkül a Vizsgálati jegyzőkönyv csak teljes megismerésben másolható.
Reklamációt a Vizsgálati jegyzőkönyv kézhezvételétől számított 5 napon belül fogadjunk el a vizsgálati eredményekről.
A vizsgálati eredmények csak a vizsgált minták vonatkozásában érvényesek.
Nem laboratóriumi mintavétel, a laboratórium csak a minta vizsgálataért vállal felelősséget.
A megrendelő által szolgáltatott adatok helyességét a laboratórium nem vállal felelősséget.
A vizsgálati eredmények hamisítását a vizsgálati megfigyelésekkelől bármilyen jogi következtetés nem vonható le.

ALFÖLDVÍZ Zrt.
KÖZPONTI LABORÁTORIUM
5600 Békecsaba, Szabolcs u. 36.



ALFÖLDVÍZ Zrt. Központi Laboratórium
A NAH által NAH-1-0951/2016 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.
5600 Békéscsaba, Szabolcs utca 36.
Tel.: (66) 444-644; Fax: (66) 454-269; E-mail: labor@alfoldviz.hu; Web: www.alfoldviz.hu



Vizsgálati jegyzőkönyv

1 / 1

Jegyzőkönyv: [REDACTED]
Minta száma: [REDACTED]
Mintavétel ideje: 2020. 11. 09.
Beérkezés ideje: 2020. 11. 12.
Vizsgálat kezdete: 2020. 11. 12.
Mintavételi hely: Szarvas; [REDACTED]
Megrendelő: [REDACTED]
Megrendelő címe: [REDACTED]
Mintavető: Megrendelő általi nem akkreditált mintavétel
Minta anyaga: Talaj, bővített
Mintavétel típusa: Átlagminta (horizontális)

Kémiai vizsgálat

1 pH (1:2,5 KCl)	5,93	MSZ-08-0206-2:1978 2.1. szakasz
2 Humusz tartalom	3,42 % sz.a.	MSZ-08-0210:1977
3 Arany-féle kötöttségi szám	55,0	MSZ-08-0205:1978 5. fejezet
4 Vízben oldható összes só	0,02 % sz.a.	MSZ-08-0206-2:1978 2.4. szakasz
5 Kalcium-karbonát	0,84 % sz.a.	MSZ-08-0206-2:1978 2.2. szakasz
6 Nitrit-nitrát (nitrogénben kifejezve) (KCl)	25,6 mg/kg sz.a.	EPA METHOD 353.1:1978
7 Foszfor-pentoxid (AL)	315 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
8 Kálium-oxid (AL)	493 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
9 Nátrium (AL)	4,66 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
10 Magnézium (KCl)	260 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
11 Szulfát (KCl)	14,9 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
12 Mangán (EDTA)	259 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
13 Cink (EDTA)	2,45 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz
14 Réz (EDTA)	4,39 mg/kg sz.a.	MSZ 20135:1999 5.1. szakasz

Terület (ha): 4,5

Helyrajzi szám: 0623/7

sz.a.=szárazanyag

KCl=Kálium-klorid oldható

AL=Ammonium-laktát oldható

EDTA=0,05 mol/l EDTA-Na- és

0,1 mol/l KCl oldható

Békéscsaba, 2021. 03. 26.


laboratóriumvezető


csoportvezető

A laboratórium időbeli engedélyje nélkül a vizsgálati jegyzőkönyv csak teljes lefedettségben másolható.
Reklamációt a Vizsgálati jegyzőkönyv kézhezvételétől számított 5 napon belül fogadjuk el a vizsgálati eredményekre.
A vizsgálati eredmények csak a vizsgálati minőség ellenőrzésénél kerülnek kiadásra.
Nem laboratóriumi mintából, a laboratórium csak a minta vizsgálatán vállal felelősséget.
A megrendelő által szolgáltatott adatok helyességéről a laboratórium nem vállal felelősséget.
A vizsgálati eredmények harmadik fél által végzett magánvizsgálatokhoz nem tekinthetők megfelelő bizonyítéknak.

ALFÖLDVÍZ Zrt.
KÖZPONTI LABORATÓRIUM
5600 Békéscsaba, Szabolcs u. 36.