

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
Gyógy- és Aromanövények Tanszék
Növénykórtani Tanszék



Tudományos diákköri dolgozat

Lombtrágya kezelések hatása a mák egészségi állapotára és produkciójára

Kovács Gergő

Kertészmérnök BSc. III. évfolyam

Konzulensek: Zámboriné dr. Németh Éva, egyetemi tanár, tanszékvezető
Dr. Nagy Géza, egyetemi docens
Külső konzulens: Dr. Erdélyi Éva, egyetemi docens

Budapest, 2013

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETÉS.....	4
2	IRODALOMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1	A mák rövid ismertetése	6
2.1.1	Morfológiai jellemzők	6
2.1.2	Ökológiai igények.....	6
2.1.3	Beltartalmi értékek	7
2.2	A mák termesztéstechnológiája	8
2.3	A mák gombák okozta betegségei	10
2.3.1	Mákperonoszpóra	10
2.3.2	Korompenész.....	12
2.4	A mák betegségek elleni védelme	13
2.4.1	Agrotechnikai eljárások.....	13
2.4.2	Kémiai eljárások.....	14
2.4.3	Egyéb növényvédőszer mentes eljárások	15
2.5	Lombtrágyázás szerepe a kertészeti gyakorlatban.....	15
3	ANYAG ÉS MÓDSZER	17
3.1	A vizsgálat helye és ideje	17
3.2	A vizsgálat anyaga.....	18
3.2.1	Növény	18
3.2.2	Az alkalmazott lombtrágyák.....	19
3.3	A vizsgálat módszere.....	20
3.3.1	Szabadföldi kisparcellás vizsgálat	20
3.3.2	Laboratóriumi vizsgálatok.....	22
3.4	Az értékelés során alkalmazott statisztikai módszerek.....	24
4	EREDMÉNYEK.....	26
4.1	A lombtrágyák kórokozók elleni hatása	26
4.1.1	A peronoszpóra elleni hatás.....	26
4.1.2	A korompenész elleni hatás	27
4.2	Lombtrágyák hatása a mák produkciójára.....	27
4.2.1	Növénymagasságra gyakorolt hatás	27
4.2.2	Tok méretre gyakorolt hatás	28
4.2.3	Tok-mag arányra gyakorolt hatás	29
4.2.4	Alkaloid-tartalomra gyakorolt hatás	31

5	KÖVETKEZTETÉSEK.....	32
6	ÖSSZEFOGLALÁS.....	33
7	MELLÉKLETEK	35
8	IRODALOMJEGYZÉK	38
9	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	41

1 BEVEZETÉS

A mák (*Papaver somniferum* L.) egyike az emberiség által legrégebben termesztett növényeknek. Elsődleges gécenctruma Kis-Ázsiában található. A környezeti igényekhez való nagyfokú alkalmazkodó képességének köszönhetően termesztése széles körben elterjedt az egész világon Japántól Spanyolországig illetve Ausztráliáig.

A mák elsődlegesen igen fontos gyógyszeripari alapanyag. A máktokból vagy az (Indiában) ópiumból kinyert alkaloidokat nagy mennyiségben fájdalomcsillapító, görcsoldó, köhögéscsillapító gyógyszerek készítéséhez használják. A mákot –elsősorban Közép-Európában – étkezési célra, a magjáért is termesztik, amely számos népi étel alapanyagául szolgál. A világon hatalmas mennyiségeket forgalmaznak és fogyasztanak, jelenleg is illegális, kábítószer célra, mindenekelőtt Afganisztánból.

Magyarországon évente mintegy 10 ezer hektáron, nagyüzemi módon folyik a mák termesztése, továbbá számos kiskertben, háztáji gazdaságban. Termesztése során a technológia kardinális eleme a növényvédelem. Az állati kártevők mellett számos gombafaj által okozott betegség - mint a peronoszpóra és korompenész – is megjelenhet az állományban, aminek következtében egyes években nagyobb fokú termésveszteségek is adódhatnak. A szántóföldi gyakorlatban e betegségek kórokozói ellen a megfelelő termés mennyiség biztosításának érdekében az alapvető agrotechnikai eljárások mellett a különböző, szintetikus hatóanyagú fungicides kezeléseket alkalmazzák.

Különböző szántóföldi és kertészeti kultúrákban már megfigyelhető a hagyományos fejtrágyázást és peszticides kezelést kiegészítő lombtrágyák alkalmazása. Több tanulmányban is szerepelnek már konkrét adatok (Silva és társai, 1998; Yiridim és társai, 2002) lombtrágyák gombás fertőzések elleni kedvező hatásáról, ugyanakkor a gyógynövény termesztésben, ezen belül a máktermesztésben e készítmények használata még nem terjedt el. Ezért kísérleteim során a Sumi Agro Hungary Kft. által forgalmazott Sergomil-L60, a Cheminova Magyarország Kft. által gyártott Plantafosz® Réz, valamint a Hunnia Bio Tech Kft. Biomit plussz® lombtrágyájának hatását vizsgáltam mák állományban. Arra voltam kíváncsi, mennyire hatásosak e – különböző makro-, mezo- és mikorelemeket tartalmazó - készítmények a mákperonoszpóra és korompenész kórokozói ellen, valamint hogyan befolyásolják a növény fejlődését, produkcióját, alkaloid tartalmát.

Célul tűztem ki tehát

- a mákperonoszpóra és a korompenész kártételének felmérését üzemi mák állományban kezelt és kezeletlen kontroll parcellákon,
- a lombtrágya kezelések fertőzésekre gyakorolt hatásának felmérését,
- továbbá a lombtrágya kezelések növényekre gyakorolt hatásának feltárását.

Vizsgálataimmal hozzá kívánok járulni a máktermesztés környezetbarát technológiájának fejlesztéséhez, a gyakorlat számára is hasznos információk és javaslatok összegyűjtésével. Jelen dolgozat a munka első évének eredményeit foglalja össze, amit a következő tenyészdőszakban folytatni kívánok.

2 IRODALOMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A mák rövid ismertetése

2.1.1 Morfológiai jellemzők

A mák (*Papaver somniferum* L.) a Papaverales rend Papaveraceae családjába tartozó egyéves, lágyszárú növény, amelynek főgyökere karószerű, gyengén fásodó. Szára felálló 50-150 cm magas. Tőlevélrózsájának levelei hosszúkásak, elliptikusak és többnyire ülők. A száron lévő levelek szórt állásban helyezkednek el, a rozettához hasonlóan ülők, és a hajtáscsúcs felé haladva egyre kisebbek, alakjuk hosszúkás tojásdad. A hajtástengely magányosan álló, alsó termőtáj állású virágban záródik. A szíromlevél színe fehér, alapi részén piros vagy lilás folttal rendelkező, de előfordulhat teljesen rózsaszín vagy lila színváltozat is. Termése üreges, többrekeszű tok, melynek színe és alakja fajtabélyeg, a benne fejlődő magvak kékes-szürkés színűek, esetenként fehérek is lehetnek. (Földesi, 2001, Simon, 2003, Bernáth-Németh, 2007)

2.1.2 Ökológiai igények

A mák egyik jellemzője a környezeti tényezőkkel szembeni igen jó adaptálódó képesség, ezért termesztése széles körben elterjedt a világ számos országában. A trópusi területektől a mérsékelt égövi mediterrán vagy kontinentális éghajlaton, illetve a Közép-ázsiai sztyeppterületeken sokfelé megtalálható (Németh, 1999). A világban termesztett fajták ökológiai igényei között nagy eltérések lehetnek, de ezek közül a dolgozatban vizsgált téma szempontjából a hazai és környező régióra vonatkozó adatok lényegesek. Ezen tényezők ismerete kulcsfontosságú a termesztés szempontjából.

A hőmérséklet a termesztés folyamán jelentősen befolyásolhatja valamennyi fenológiai fázis lezajlását. A hőmérsékleti igény tekintetében a máknak kétféle ökotípusát különböztethetjük meg, ezek a tavaszi és őszi mák. A magvak csírázásának hőmérsékleti küszöbértéke a legtöbb fajta esetében 5°C-ra tehető, és optimálisan 10°C szükséges hozzá. A csírázás időszakában a növény érzékeny a nappali és éjszakai hőmérsékletváltozásokra, viszont a tavaszi fajták esetében képes elviselni a -4 - -5°C-os, őszi fajták esetében akár a -7°C-ot is kelő állomány. Az őszi fajták esetében még meg kell említeni, hogy a fejlettebb, 3-4 lombleveles állapotban lévő növények képesek elviselni a -10 - -15°C-os hideget is, ezért képesek áttelelni. A csíranövények fejlődéséhez a 15/10°C-os ritmus az optimális. A jó terméshozáshoz tőlevélrózsás állapotban a 12-14°C, szárba indulástól virágzásig a 16-18°C, virágzástól a termésérésig a 21-13°C közötti hőmérsékleti

tartomány tekinthető a legmegfelelőbbnek. A magasabb hőmérséklet ugyan meggyorsítja a növény fejlődését és előrébb hozza virágzást, viszont a gyengébb vegetatív növekedés miatt ilyenkor – sokszor lényegesen- kisebb lesz a növények tokszama, tokmérete és ez által a termés hozama (Horváth, 2000, Bernáth, 2001, Földesi, 2001).

A mák eredményes termesztésének egyik alapfeltétele a folyamatos vízellátottság biztosítása. Vízellátottsági szempontból a tölevélrózsás állapot tekinthető a legkritikusabbnak, a növény ekkor igényli a legtöbb vizet. A termesztés során törekedni kell, hogy a vízellátottsági szint a talaj vízkapacitási értékének 60%-a körül legyen. Az ennél jelentősen alacsonyabb értékeknél a növény esetleg szárba sem megy, fejlődése gyenge marad és jelentősen csökken a hozam, viszont az alkaloid tartalmat ez kevésbé befolyásolja (Bernáth, 2001).

A növény szárazanyag és alkaloid képzésére, valamint a tápanyagok asszimilációjára nagy hatással van a megvilágítás hossza és intenzitása is. A virágzáskor a 20000 lux feletti megvilágítás optimális a növény számára. Bár léteznek a megvilágításra kevésbé érzékeny fajták is, a mák alapvetően hosszúnappalos növény (Horváth, 2000, Bernáth, 2001).

A kedvező produkció eléréséhez a semleges pH-val rendelkező csernozjom vagy erdő talajok kiválóak (Horváth, 2000).

Tápanyagszükséglet szempontjából a növény számára a N,P,K elemek 2:2:1 aránya tekinthető optimálisnak, és emellett érhető el a termesztésben a legjobb tok és alkaloid hozam. A mezo elemek közül továbbá fontosnak tartják a kalciumot, amely elősegíti a növény gyors növekedését, az alkaloidok képződését és felhalmozódását, valamint a nátriumot, ami szintén az alkaloid produkcióban játszik nagy szerepet. Az alkaloid produkciót még két, a növény számára fejlődési szempontból is fontos mikroelem, a bór és molibdén befolyásolja, melyek utánpótlására a gyakorlatban is hangsúlyt kell helyezni (Bernáth, 2001).

2.1.3 Beltartalmi értékek

A növény toktermése a gyógyászat, az élelmiszer- és a kozmetikai-ipar számára is kiemelkedően fontos beltartalmi mutatókkal rendelkezik.

A magnélküli toknak a gyógyszergyártásban van igen jelentős szerepe, mivel több, mint 40 féle alkaloidot tartalmaz, melyek fontos alapanyagok a különböző fájdalomcsillapítók, valamint köhögés csillapítók és simaizom lazító készítmények előállításában (Hosztafi, 1998). Ezek közül fájdalomcsillapító hatással a morfin és kodein rendelkezik. A narkotinnak köhögéscsillapító hatása ismert, míg a papaverint izomlazításra használják. A tebain, ami a mák alkaloidjai közül a legtoxikusabb, hatása a központi idegrendszer stimulálásában nyilvánul meg, viszont emellett igen erős görcsokozó hatása van (Fürst-Hosztafi, 2001). Az érett máktokban lévő összes alkaloidok

mennyisége 0,5-3,5%, de a fajták között mind az összes mennyiségében, mind annak összetételében lényeges eltérések vannak (Bernáth-Németh, 2007).

A magvakat az élelmiszeripar és a háztartások használják fel legnagyobb mennyiségben, de szerepük van a kozmetikai- és vegyiparban is. Táplálkozásbiológiai szempontból nézve 20-25%-os fehérje tartalmuk miatt igen jelentősek, ezért az emberi fogyasztáson kívül még állatok takarmányozására is használják a magvakat. A kozmetikai ipar számára a magvak zsírsolaj tartalma fontos, ami éretten 40-55%. A zsírsolaj főbb komponensei a linolsav, olajsav, palmitinsav és sztearinsav (Kiss, 2006). A mák magjáról még érdemes tudni, hogy a tokkal ellentétben nem, vagy csak – esetleges technológia hibák folytán - igen kis koncentrációban tartalmaz alkaloidokat (Bernáth-Németh, 2007).

2.2 A mák termesztéstechnológiája

A mákot az előbbieken már említett nagymértékű alkalmazkodó képessége miatt széles körben termesztik a világon. Legnagyobb termelője Ausztrália és Tasmánia. Trópusi körülmények között főként a magas alkaloid tartalmú fajtákat termesztik és az ebben az övben lévő országokban, mint Indiában, elsősorban a növény gyógyszeripari alkalmazása ismert. (Bernáth, 1999)

A mérsékelt égövi országokban mind magtermesztésre, mind az alkaloidok felhasználása céljából folyik a termesztés. A mérsékelt égövi időjárás évi alakulása révén a termesztésnek két technológiai változata alakult ki a fagytoleráns illetve a fagyérzékeny ökotípusokat, fajtákat felhasználva. A termesztéstechnológia két változata a tavaszi vetésű, valamint az őszi vetésű mák termesztése, az így vetett mákot, tavaszi, illetve őszi máknak nevezik. A legtöbb európai országban leginkább a tavaszi vetés terjedt el. Az északabbra lévő országok, mint Lengyelország és Németország éghajlati viszonyai kockázatosá teszik az őszi vetett mák áttelelését. Ezért az őszi vetést csak azokban az országokban alkalmazzák, ahol a tél enyhébb, így viszonylag kevés kockázat mellett termesztethető őszi mák. Ilyen ország például Bulgária, ahol eléggé elterjedt és bevált az őszi mák termesztése. Hazánkban mindkét technológiával találkozhatunk, az őszi mákot főként a nyugat dunántúli régióban, míg a tavaszi mákot az ország szinte egész területén termesztik (Németh, 1999, Bernáth-Németh, 2007).

A mák apró magvú növény, ezért fontos, hogy a talaj jól elmunkált, tarlómaradványoktól mentes állapotba kerüljön a vetés előtt. Őszi vetés esetén az elővetemény lekerülése után azonnal el kell végezni a tarlómunkát a talaj optimális nedvesség tartalmának megőrzése érdekében. Ezt követően pár héten belül trágyázni és mélyszántani kell a területet, amit célszerű azonnal elmunkálni, hogy minél kevésbé legyen rögzös a talaj a vetés idejére. Ezeket a munkákat a tavaszi fajták vetése előtti őszi elvégzési (Földesi, 2001).

A mák számára az üledett, apró morzsás szerkezetű, jól levegőzőt, gyommentes talaj a legjobb. Ezért a tavaszi mák vetése előtt, abban az esetben, ha a tél száraz volt vagy a tavaszi szelek kiszáritották a talajt, szükség van a talaj további tömörítésére. Csapadékos tél után akár közvetlen, a talaj bolygatása nélkül is elvégezhető a vetés, de a gyakorlatban még elvégeznek egy boronálást, ami javítja a talaj oxigén ellátottságát és ez kedvez a csírázásnak. A növény számára a kalászosok és az olyan növények a legjobbak előveteménynek, amelyek kedvező talajállapotot hagynak maguk után a magágy készítése és a gyomterhelés szempontjából. Kertészeti növények közül ilyen a paprika és paradicsom. Nem ajánlott azonban kukorica vagy olyan növények után vetni a mákot, amelyek nagy szármaradványokat hagynak maguk után, mivel ez akadályozza a későbbi magvetést és az állomány egyenetlen lesz (Horváth, 2000).

A tavaszi fajták vetésének a február vége, március eleje felel meg, de célszerű minél hamarabb elvégezni a vetést, mivel a máknak csak csekély gyomelnyomó képessége van. A túl későn vetett növények nem lesznek képesek felvenni a versenyt a kelő gyomokkal, így később a gyomok elnyomhatják a kultúrnövényt (Földesi, 2001).

Vetéskor a magvakat célszerű 1-1,5 cm mélyen elvetni. Ez a mélység a legjobb a csírázáshoz. Az ettől mélyebbre vetett magvak nem képesek áttörni a talajréteget, a sekélyen vetett magvak csírázása pedig vontatott lesz a kiszáradó talajfelszín miatt. A tavaszi vetés esetén 45 cm-es sorközt használnak, még az őszi vetésű fajták esetében a sűrű vetést alkalmazzák (Horváth, 2000, Pájtli és mtsai, 2011).

A vetésre használt tavaszi fajták között szerepel például az alacsony alkaloid tartalmú 'Kék-Duna', 'Ametiszt', és a magas alkaloid tartalmú 'Monaco', 'Korona' 'Tebona' fajta. Jelenleg fajtaelismerés alatt áll a 'Bence' nevű alkaloidos fajta (Anonymus, 2011).

Őszi vetés esetén az optimális vetési időpont szeptember második felére tehető. Az őszi vetésnél arra kell törekedni, hogy a fagyok beálltaig a növények elérjék a 4-6 tőleveles állapotot, különben nem lesznek képesek az áttelelésre (Németh, 1999). Az őszi vetés legnagyobb előnye, hogy a máktokormányos és máktokszűnyog rajzása nem fenyegeti a növényállományt, valamint a növények hamarabb virágoznak és ennek következtében előbb teremnek, valamint a termés mennyisége 20-30%-al nagyobb a tavaszi mákéhoz képest. Az őszi vetés hátránya azonban, hogy olyan helyen nem alkalmazható, ahol rendszeresen hótakaró nélküli, kemény telek vannak. Az őszi vetésre alkalmas fajták között szerepel például a hazánkban a legelsőként elismert 'Kozmosz' és újabban a 'Leila' étkezési vagy ipari fajta (Földesi és mtsai, 2001, Pájtli és mtsai, 2011). Jelenleg elismertetés alatt áll a 'Monte' nevű alkaloidos fajta (Anonymus, 2011).

2.3 A mák gombák okozta betegségei

Az állományokban megjelenő betegségek közül a legveszélyesebbek a mák pleospórási betegsége (*Pleospora papaveracea* /De Not./ Sacc.), a mákperonoszpóra (*Peronospora arborescens* /Berk/ de Bary, *Peronospora cristata* Tranzschel) és a *Pythium dissotocum* Dechsler által okozott palántadőlés. A betegségek, a palántadölést kivéve, a növények szinte minden fenológiai fázisában megjelenhetnek. A fiatalabb növényeket akár teljesen is elpusztíthatják (Sattar és mtsai, 1995, Montes-Borrego és mtsai, 2009, Pájtli és mtsai, 2011).

Földesi és mtsai (2001) szerint jelentős károkat okozhat még egyes években a fuzáriumos tőrothadás (*Fusarium oxysporum* Schltdl.), és a korompenész (*Dendryphion penicillatum* (Corda) Fr, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl). Megfigyelték, hogy ezek a betegségek leggyakrabban a fejlettebb növényeken jelennek meg.

Időnként az állományban felléphet a mák-levélüszög (*Entyloma fuscum* J. Schröt.) és a bársonyfoltosság (*Macrosporium bresadolae* Parisi) (Mórász, 1979, Földesi és mtsai, 2001). Mórász (1979) szerint a lisztharmat (*Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell.) tüneteinek megjelenése is előfordulhat. Ez utóbbi betegségek ritkán jelennek meg és kártételük jóval kisebb az előbbieken említettekhez képest.

2.3.1 Mákperonoszpóra

A mákon előforduló betegségek közül az egyik legveszélyesebb. Kialakulásáért a Peronosporales rend Peronosporaceae családjába tartozó *Peronospora arborescens* /Berk/ de Bary és a *Peronospora cristata* Tranzschel felelős (Francis, 1981, Montes-Borrego és mtsai, 2009).

Attól függően, hogy a betegség a növény mely fejlődési állapotában jelenik meg, elsődleges és másodlagos tüneteket különböztethetünk meg. A vetés után a csírázó magvakat, a talajban lévő növényi maradványokon áttelelt gombaképletek, az oospórák fertőzik és hatásukra alakulnak ki a betegségre jellemző elsődleges tünetek. Az ily módon fertőzött csíranövény szövetei megvastagodnak, levelei sodródnak, majd a későbbiekben az egész növény elsárgul. A levelek színi és fonáki oldalán egyaránt, kezdetben fehér, később lilásszürke sporangiumtartó gyp alakul ki. A beteg egyedek fejlődésükben visszamaradottak, nem képesek virágot hozni, és súlyosabb esetekben el is pusztulhatnak (1. ábra). Ugyanezek a tünetek figyelhetők meg, a fertőzött magból csírázó növények esetében is (Pájtli és mtsai, 2011).



1.ábra A peronoszpóra elsődleges, szisztémikus tünete (fotó: Nagy G.)

A kifejlett növényen jelentkező másodlagos tünetek enyhébbek, esetenként látensek maradnak. A másodlagos fertőzés legjellemzőbb megnyilvánulása, a növény leveleinek fonáki és színi oldalán megjelenő a főbb erek által határolt, szegletes foltok, amelyekben a levél fonákán halványszürkés sporangiumtartó gyp képződik (2. 3. ábra). A kórokozók okozta tünetek megjelenhetnek még a száron és a tokon is, ekkor a foltok ovális alakúak. A másodlagosan kialakult tünetekből a kórokozó újra szisztemizálódhat, melynek következtében gyakran szártorzulás lép fel. A növényben így szétterjedő gomba képes a fejlődő magvakat is megfertőzni, amelyek következtében a fertőzött magvakból már eleve beteg növények fognak fejlődni (Pájtli és mstai, 2011).



2.ábra A peronoszpóra másodlagos, lokális tünete a levél színén (fotó: Nagy G.)



3.ábra A peronoszpóra kórokozójának sporangiumtartói a levelek fonákán (fotó: Nagy G.)

A kórokozó az oospórával a növényi maradványokon és a talajban vagy micéliummal az őszi mák levelén képes áttelelni, ezért a növény monokultúrás termesztése nem javasolt. Kockázatot jelenthet még a vetőmag is, ami az előbbieken említett okok miatt szintén potenciális fertőzésforrás lehet (Pájtli és mtsai, 2011). A kórokozó gomba sporangiumok segítségével terjed tovább az állományban, leggyakrabban a szél és csapadék segítségével. A sporangiumokat a szél akár több száz kilométerre is képes elszállítani (Montes-Borrego és mtsai, 2008). A sűrű növényállomány tovább fokozza a kórokozó terjedését, aminek a 12-17°C fokos hőmérséklet kedvez a legjobban (Mórász, 1979), viszont a fertőzés már 4-8°C-on is bekövetkezhet (Horváth, 2000).

2.3.2 Korompenész

Megjelenését egy vagy több gombafaj együttesen okozza. A fertőzésért leggyakrabban a *Dendryphon penicillatum* (Corda) Fr. felelős. A kórokozó az esetek többségében a mákot károsító állati kártevők, mint a levéltetvek vagy a máktokormányos, károsításának helyén jelenik meg, koncentrikus foltok formájában, de előfordulhat az egészséges, állati kártevők által nem károsított tokokon is (Pájtli és mtsai, 2011).

A foltok mindkét esetben a tok bibekorong alatti részén alakulnak ki, erősebb fertőzés esetén összeolvadhatnak és akár az egész tokot is beboríthatják (4. ábra). A betegség a tokokon kívül, alkalmanként még a felsőbb leveleken is megfigyelhető. A fent említett gombafaj által létrehozott foltokon jelenik meg másodlagosan legtöbbször az *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. konídiumtartó bevonata (Nagy és mtsai, 1983). Ritkán még néhány szaprofita faj, mint az *Epicoecum* vagy a *Cladosporium* nemzetségbe tartozó gombák, is részt vesz a fertőzés kialakításában. A tokon

megjelenő korompenész károsítása elsősorban a tokok alkaloid tartalmának csökkenésében nyilvánul meg (Pájtli és mstai, 2011).

A kártevő állatokon kívül, a tünetek kialakulásért felelős gombák elterjedését befolyásolja a tokfejlődés második felében uralkodó időjárás. A szeles és csapadékos idő igen kedvezőtlen és szinte mindig erős fertőzést okozhat (Pájtli és mstai, 2011).



4. ábra A korompenész tünete máktokon (fotó: Nagy G.)

2.4 A mák betegségek elleni védelme

A kórokozók elleni védekezés szempontjából kiemelkedő szerepe van a termesztési hely megválasztásának. Mákvetés esetén mindenekelőtt kerülni kell a mély fekvésű területeket, mivel azok alacsonyabb hőmérsékletük és egy csapadékosabb időszak utáni fokozott nyirkosságuk révén támadási felületként szolgálnak a legtöbb káros gombafaj számára (Pirone, 1987).

Alapvetően fontos továbbá a szaporítóanyag megválasztása, valamint a vetőmag eredete is, mivel bizonyos betegségek, mint például a mákperonoszpóra, képesek maggal is terjedni. Ezért célszerű ellenőrzött állományból származó vetőmaggal végezni a szaporítást (Sántha és Ubrizsy 1965).

A terület és a szaporító anyag helyes megválasztása mellett minden esetben figyelmet kell fordítani a szakszerű termesztés minden tényezőjére: az egyes agrotechnikai eljárások helyes elvégzésére és az esetenkénti vegyszeres növényvédelemre is. (Pájtli és mtsai, 2011)

2.4.1 Agrotechnikai eljárások

Az agrotechnikai eljárások közül legfontosabb a vetésforgó alkalmazása. A mákot nem célszerű monokultúrában termesztetni, mivel a legtöbb káros gombafaj kitartó képlete, vagy fertőző

alakja képes áttelelni a talajban, vagy a talajba kerülő növény maradványokon. Érdemes ennek megelőzéseként az állomány lekerülését követően a tarló maradványokat mélyen alászántani. Egyes kórokozók esetében, mint például a mák levélüszög kórokozója, ajánlott a tarló maradványok elégetése is. Ezt követően legalább 3-4 évig, a pleospórás betegség esetén 5 évig, nem célravezető mákot vetni az adott területre (Földesi és mtsai, 2001, Pájtli és mtsai, 2011).

A vetésforgó mellett kiemelkedő szerepe van az állománysűrűség helyes megválasztásának is. Optimálisan beállított térállásban a kórokozók terjedése és kártételük nagysága mérsékeltebb, mint egy sűrű állomány esetében (Pájtli és mtsai, 2011).

A máktermesztési gyakorlatban, hazánkban a tőszám beállítására többféle módszer is ismert. Hagyományosan az úgynevezett egyelést szokták alkalmazni, amit a mák 4-6 lombleveles állapotában végeznek el. Ez az eljárás igen kézimunka igényes, és a termesztési költségeknek megközelítőleg az 1/3 részét is kiteheti (Bernáth-Németh 2007). A másik, erre célra használt módszer a sugárkezelt vetőmagkeverék alkalmazása. Ebben az esetben egy 80% kobaltsugarakkal kezelt és 20% normál, csávázott magvakból álló magkeverékkel végezzük a vetést. A sugárkezelt magvak, mivel károsodnak, kicsíráznak ugyan, de nem fejlesztenek lombleveleket, így elpusztulnak, ezzel teret adva a nem kezelt, ép magvakból fejlődő növényeknek. Ezt az eljárást alkalmazva, az egyelés kézimunka igénye a töredékére csökkenthető, szerencsés esetben el is maradhat az állományban (Németh 1998, Pájtli és mtsai, 2011).

2.4.2 Kémiai eljárások

A helyes agrotechnika alkalmazása mellett, a jelenlegi termesztési gyakorlatban igen nagy hangsúlyt helyeznek a kémiai növényvédelmre is. A növényvédelmi eljárások közül már a magcsávázásnak komoly szerepe van, ami nélkül a későbbi fejlődés kevésbé biztonságos. A csávázást elsősorban a talajlakó fitopatogén gombák, mint a *Dendryphion penicillatum* (Corda) Fr., *Fusarium* spp. és a *Peronospora arborescens* /Berk/ de Bary kártétele ellen alkalmazzák (Vörös és Husz 1965, Földesi és mtsai, 2001).

A magvak kezelésére legmegfelelőbbek a metalaxyl, mankoceb és rézszulfát, valamint TMTD hatóanyagú készítmények. A fejlődő állományon megjelenő kórokozók ellen a mankoceb hatóanyagú, illetve réztartalmú fungicidekkel végzett kezelések tekinthetők eredményesnek (Thakur és Mathur, 2001, Pájtli és mtsai, 2011).

Egyes betegségek, mint a korompenész vagy bársonyfoltosság, elsősorban a levéltetvek szívogatása révén létrejövő mézharmat miatt kerülnek be az állományba. Ezek megjelenését, elsődlegesen a kártevők elleni védekezéssel kell megakadályozni, ha viszont már megjelentek az állományban, akkor a fent említett hatóanyagokat tartalmazó készítményekkel csökkenthetjük a fertőzések okozta károkat (Mórász 1979).

2.4.3 Egyéb növényvédőszer mentes eljárások

A kémiai és agrotechnikai védekezéseken túl ma már egyre jelentősebb szerepe van a rezisztencianemesítésnek, mivel egy jó fajtával a kémiai védekezés során felhasznált növényvédő szerek mennyisége és az ebből adódó költségek jelentősen csökkenthetők. Az előbbi csökkenti a potenciálisan felhalmozódható káros szermaradványok koncentrációját, az utóbbi pedig a gazdálkodónak ad egyfajta könnyebbséget anyagi szempontból is.

Anila és Thakore (1991, in Thakur és Mathur, 2001) kutatásai szerint az indiai bükk (*Pongamia glabra*) és a neem-fa (*Azadirachta indica*) illóolajából előállított talajjavító készítmények eredményesnek bizonyultak a mákperonoszpóra elsődleges és másodlagos fertőzéseinek kezelésében. A közlemény szerint a készítmények továbbá képesek még fokozni a mákmag produkciót és alkaloid tartalmú tejnedv képzését is. A technológia gyakorlati alkalmazása azonban egyelőre nem ismert.

Sattar és mtsai (1995) Indiában, kondicionált körülmények között vizsgálták bizonyos fajták ellenálló képességét a *Pythium dissotocum* Dechsler által okozott palántadőlés, a mák peronoszpóra és a PoMV-1 vírussal szemben. A kutatások alátámasztották több fajta genetikai ellenállóságát és toleranciáját a különböző betegségekkel szemben. Ezek közül kiemelkedőek voltak az Ib-20, Ib-38 és CD-31 törzsek, amelyek a *Pythium dissotocum* Dechsler által okozott palántadőléssel szemben, a G-38, C-22 törzsek, amelyek a mákperonoszpórával szemben és az I-14 sz. populáció, ami a PoMV-1 vírussal szemben mutatott rezisztenciát.

Chakrabarti és Yadav (1991) az *Azotobactor* sp. fajjal végzett magkezelési kísérletei során megfigyelte, hogy a baktériummal kezelt magvak ellenállóbbak lettek a *Peronospora arborescens* /Berk/ de Bary fajjal szemben. A baktérium kezelés a kórokozó kivédése mellett a kezelt a növények nitrogén szükségletét is csökkentette. A technológia azonban a gyakorlatban a mai napig nem terjedt el.

2.5 Lombtrágyázás szerepe a kertészeti gyakorlatban

A növények egészséges fejlődéséhez a tápanyagok megfelelő mennyiségű, felvehető formájú jelenlétére valamint egymáshoz viszonyított kiegyenlített koncentrációjára van szükség. Abban az esetben, ha ez az egyensúly megbomlik, akár abszolút tápanyaghiány, akár pedig azáltal, hogy valamelyik tápanyag túlsúlyba kerül, abszolút vagy relatív tápanyaghiány alakul ki. Elsősorban az utóbbi tünetek megszüntetésére vagy megelőzésére kiválóan alkalmasak a célzott felhasználású lombtrágya készítmények. A lombtrágyákat részben a tápanyaghiány megszüntetése

végezt, részben pedig a fejtrágyázás kiegészítéseként is alkalmazzák, elsősorban mikorelemek, mint a más esetében a bór utánpótlásának céljára. (Reuveni és Reuveni, 1998, Horváth, 2000).

A kondicionáló szerek a tápanyagellátottsági problémák megszüntetése mellett a növények szisztémikus védekező képességét is képesek fokozni. Erre főként a különböző foszfátokat, karbonátokat, szilikátokat és kloridokat, valamint mikroelemeket tartalmazó készítmények lehetnek alkalmasak. (Reuveni és Reuveni, 1998, Deliopoulos és mtsai, 2009). Silva és mtsai (2010) megfigyelték, hogy a szója 6 lombleveles állapotában, valamint a teljes virágzáskor kijuttatott kálium-foszfát 750 és 1500g $P_2O_5+K_2O\ ha^{-1}$ mennyiségben alkalmazva több mint 50%-al volt képes csökkenteni a peronoszpóra fertőzöttséget a szója levelein. A karbonát tartalmú készítményeket nagyrészt a kabakosok, burgonyafélék és a szőlő kultúráiban alkalmazzák. Yildirim és mtsai (2002 in Deliopoulos és mtsai, 2009) kutatásai során a nátrium-karbonátot ($NaHCO_3$) jutattak ki 5-20g/l⁻¹ koncentrációban, 0,3ml/l⁻¹ alkil-fenolos felület aktív anyaggal keverve, a szőlő lisztharmat ellen. A vegyület 83-100%-os hatékonysággal csökkentette a lisztharmat spóráképzését. Kanto és mtsai (2007 in Deliopoulos és mtsai, 2009) hidropóniás földi eper kultúrán végzett kísérletei során megfigyelte, hogy abban az állományban, ami a tápoldattal szilíciumot is kapott 60%-al kisebb volt szamócalisztharmat fertőzés mértéke, a nem kezelt állományéhoz képest.

A makro- és mezoelemek mellett a növényi mikroelemeknek is képesek fokozni a növények betegségekkel szembeni ellenálló képességét. Bizonyos mikroelemek, mint a réz, nikkel és kobalt képesek voltak növelni a spárga természetes ellenállóságát a dohány mozaik vírussal szemben, azonban érdekes módon a mangán viszont kifejezetten fogékonnyá tette a növényt a vírusfertőzésre (Reuveni és Reuveni, 1998).

A Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Arománövények Tanszéke által végzett, a más terméshozására és alkaloid produkciójára irányuló kísérletei során kipróbálásra került lombtrágyák közül a Biona hozta a legjobb eredményeket. Ezek a készítmények valamennyi, a növény fejlődése szempontjából fontos makro-, mezo- és mikroelemet tartalmaznak. A kísérletek során a Biona levéltrágya 40%-al emelte a terméshozamot, valamint 8%-al a morfin tartalmat a 'Botond' fajtán. Hasonló eredményeket figyeltek meg a 'Tebona' fajtán végzett kezelések során is (Anonymus, 2011)

3 ANYAG ÉS MÓDSZER

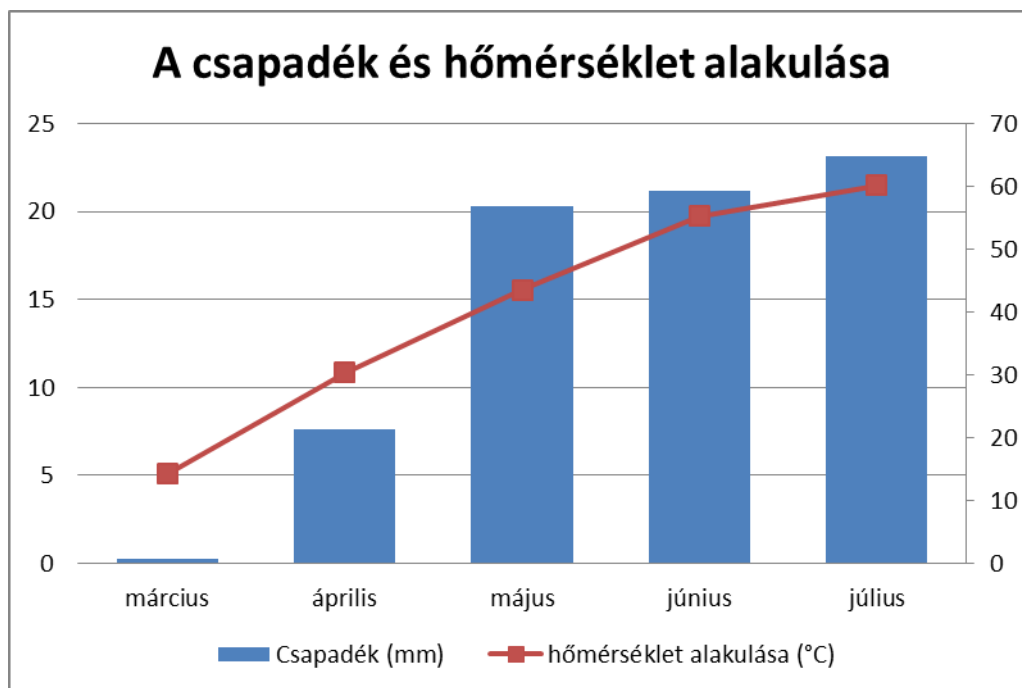
3.1 A vizsgálat helye és ideje

Három, a mák esetében még nem tanulmányozott lombtrágya hatását vizsgáltam a mákperonoszpóra és a korompenész kórokozóra, valamint a növény produkciós képességeire. A szabadföldi kísérleteket a Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságának Gyógynövény Telep által termesztett mák állományban, egy 3 ha-os területen vizsgáltam a 2012-es tenyészidőszakban (5. ábra).

A területre hulló csapadék mennyisége, március és április hónapokban kevés volt. A május, június és július hónapokban a csapadék mennyisége átlagos volt (6. ábra).



5. ábra A kezelt mák állomány (fotó: Nagy G.)



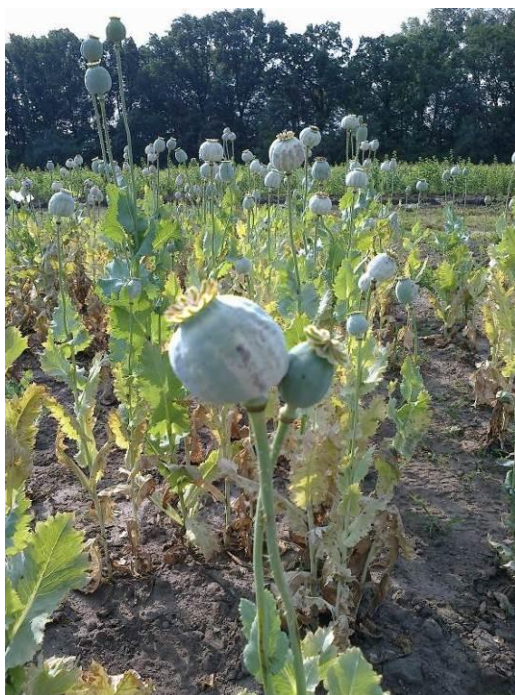
6. ábra A csapadék és hőmérséklet alakulása a tenyészidőszakban

3.2 A vizsgálat anyaga

3.2.1 Növény

A lombtrágyák hatékonyságát a 'Kék-Duna' mákfajtán értékeltem (7.ábra). A fajtát Lőrincz Gyuláné és Tétényi Péter nemesítésével a Gyógynövény Kutató Intézetben állították elő. 1973-ban kapott állami fajtaelismerést. Interspecifikus hibrid, szülőfajai a *Papaver somniferum* és *Papaver orientale* voltak, melyek keresztezésével a morfinán típusú alkaloidok koncentrációjának növelése volt a cél.

A növények főszára 100-120 cm, általában 4-5 elágazást találhatunk rajta. Magjai kék színűek (Sárkány és mtsai, 2001). Összes alkaloid tartalma 5-6‰ (Nemzeti fajtajegyzék, 1998).



7. ábra Kék-Duna

3.2.2 Az alkalmazott lombtrágyák

A kutatás során 3 féle lombtrágya hatását vizsgáltam a mákperonoszpóra és a korompenész tüneteinek előfordulására, valamint a növények produkciójára:

- **Sergomil-L60**

A szántóföldi és kertészeti kultúrákban fellépő rézhiány megszüntetésére, valamint megelőzésére ajánlott lombtrágya.

Hatóanyaga: 5,5 % (w/w) réz vízzeloldható formában. Biostimulátor jellegű, ezért fokozza a növényben a polifenolok és a fitoalexinek képződését, amelyek növelik a külső hatásokkal szembeni védekező mechanizmusok hatékonyságát. Kijuttatása nem ajánlott más lombtrágyákkal vagy növényvédő szerekkel együtt (Anonymus, 2012a).

- **Plantafosz Réz®**

Magas Cu, K és P tartalmú műtrágya, amely rézigényes szántóföldi és kertészeti kultúrák kezelésére javasolt.

Hatóanyaga: Nitrogén (N) 4,0 m/V%; Réz (Cu) kelátja 2,0 m/V%; Foszfor (P₂O₅) 19,5 m/V%; Kálium (K₂O) 19,5 m/V%; Kelátképző EDTA. Kijuttatható lombtrágyaként vagy öntözéssel egyaránt. Keverhető más réz illetve mankoceb és kén tartalmú gombaölő szerekkel, valamint a legtöbb rovarölő szerrel (Anonymus , 2012b).

- **Biomit plussz®**

Egy újgenerációs lombtrágya, amely a tápelemeken kívül 60 féle növényi kivonatot tartalmaz, melyek segítik a tápanyagok felvételét, stimulálják az immunrendszert és gátolják a fertőzések kialakulását, a növényen.

Hatóanyagai: mezoelemek: K, Ca mikroelemek: Cu, Zn, Mn, Fe, B (Anonymus, 2012c).

3.3 A vizsgálat módszere

A lombtrágyák kórokozókra illetve növényekre gyakorolt hatását szabadföldön és laboratóriumi körülmények között értékeltük.

3.3.1 Szabadföldi kisparcellás vizsgálat

3.3.1.1 A kísérlet elrendezése

A 3 hektáros növényállományban jelöltem ki lombtrágyánként 3-3 parcellát és három, kezeletlen kontrollként szolgáló 2 m² alapterületű parcellát, így összesen 12 parcellán és 24 m²-en végeztem a kezeléseket. A kijelölt parcellákon végzett fontosabb műveleteket az 1. táblázat mutatja be részletesen.

1. táblázat a parcellán végzett műveletek időbeli sorrendje

időpont	művelet
2012.03.14	vetés
2012.03.16	preemergens gyomirtás (Callisto 0.2l/ha)
2012.04.02	postemergens gyomirtás (Laudis 1.8 l/ha)
2012.05.24	lombtrágya kijuttatás
2012.06.04	kézi gyomirtás
2012.06.09	lombtrágya kijuttatás
2012.06.21	bonitálás a peronoszpóra kártételének felmérésére
2012.06.25	lombtrágya kijuttatás / bonitálás a levelek száradásának mértékére
2012.07.04	bonitálás a korompenész kártételének felmérésére
2012.07.12	Magasságmérés/betakarítás

3.3.1.2 Lombtrágyák kijuttatása

A különböző készítményeket vizes oldat formájában, kézi permetezővel juttattam ki három alkalommal a növényállományra, kampós bimbós állapotban, virágzás végén és zöldtokos állapotban (1. táblázat). Egy permetezés alkalmával a tökéletes borítottság érdekében kétszer kezeltem egy adott parcellát, ugyanazon lombtrágyával. A növényállományra kijuttatott oldatok

koncentrációját az 2. táblázat ismerteti. A kezelések közt a gyártók által előírt 15 napos várakozási időt betartottam.

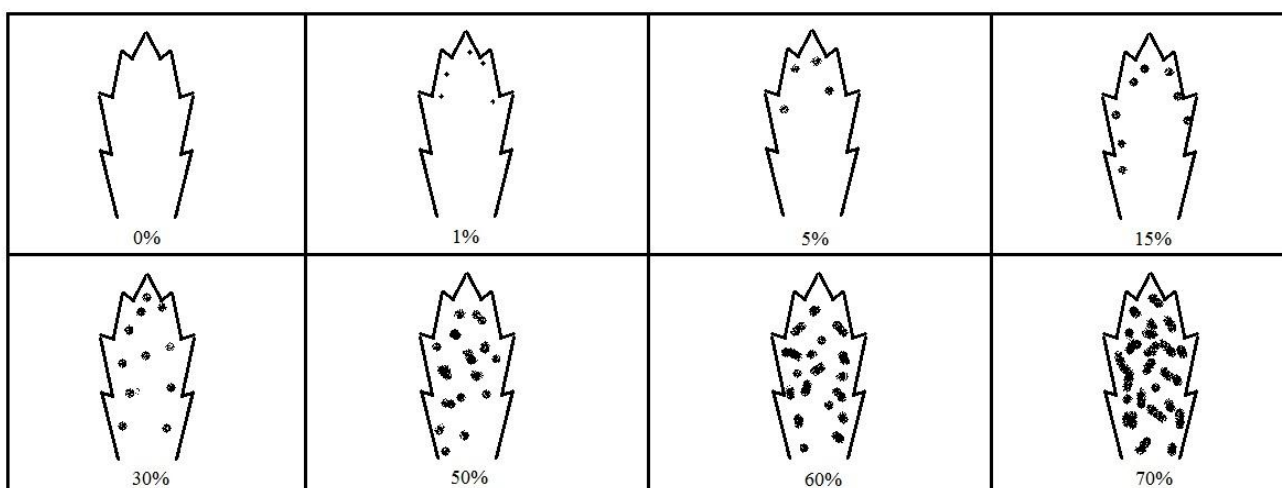
2. táblázat A lombtrágyák kijuttatási koncentrációja

Lombtrágya	koncentráció
Sergomil-L60	3 ml/l
Plantafosz Réz®	3 ml/l
Biomit plussz®	6 ml/l

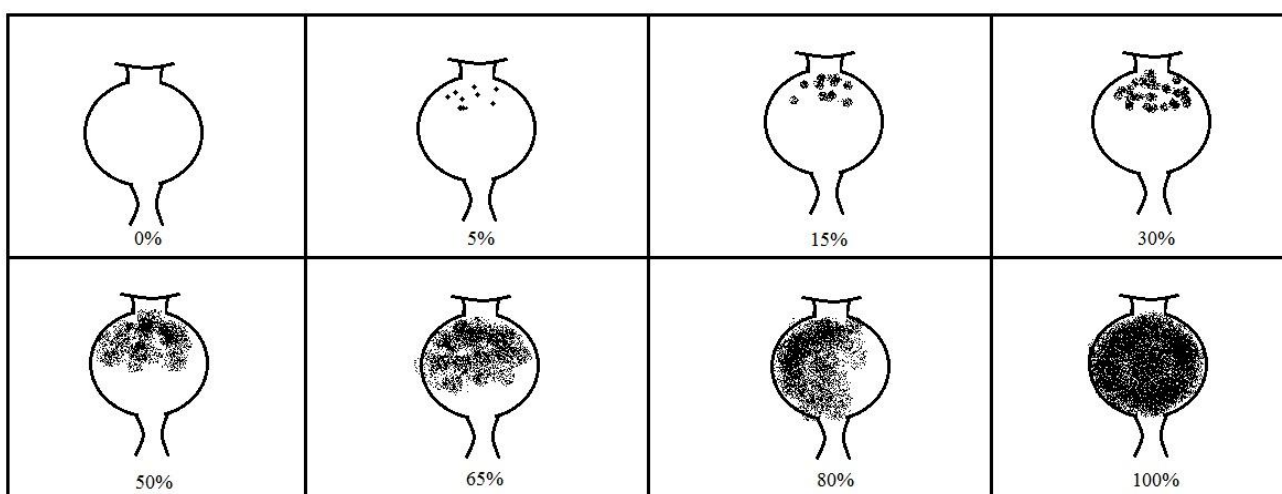
3.3.1.3 A kórokozók kártételének meghatározása

A peronoszpóra jelenlétének felmérésekor – virágzás végén – növények hajtásának középső 1/3 részén elhelyezkedő leveleket vizsgáltam, ez növényenként átlagosan 3-4 levelet jelentett. Parcellánként a szegélysorok kivételével az összes növényt értékeltem. A leveleken előforduló fertőzöttség szint meghatározására a vizsgálat során 8 érték kategóriát állítottam fel 0-70%-ig (8. ábra). A fertőzés mértékét a beteg levelek számának és a hozzájuk tartozó levél fertőzöttségi szint százalékos kategóriáinak, szorzatának összege mutatta meg. A fertőzés gyakoriságát az ismétlésenként értékelt összes levél és a beteg levelek aránya adta.

A korompenész kártételét a fő tokokon, a tokérés stádiumában értékeltem. A leveleken előforduló fertőzöttség szintjének meghatározására a vizsgálat során 8 érték kategóriát állítottam fel 0-100%-ig (9. ábra). A fentiekhez hasonlóan, az adott parcellában a szegélysorok kivételével az összes növény értékelésére sor került. A fertőzés gyakoriságát a parcellánként értékelt összes tok és a fertőzött tokok hányadosa adta. A fertőzés mértékét pedig a beteg tokok számának és a hozzájuk tartozó tok fertőzöttségi szint százalékos kategóriáinak, szorzatának összege adta.



8. ábra A peronoszpóra fertőzöttség kategóriái



9. ábra A korompenész fertőzöttség kategóriái

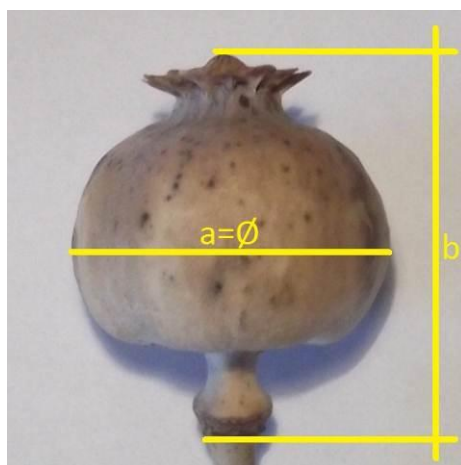
3.3.1.4 Növény magasság meghatározása

A növény fejlettségét jellemző egyik mérőszámként a parcellánként 20-20 növény magasságát mértem meg. A magasságot a gyökérnyak és bibekorong távolsága adta, cm-ben kifejezve.

3.3.2 Laboratóriumi vizsgálatok

3.3.2.1 Tok méret meghatározás

A betakarításkor parcellánként 20-20 érett tokot gyűjtöttem, amelyeknek tolómérő segítségével határoztam meg az átmérőjét és hosszát (10. ábra). Ezekből az adatokból számoltam ki később, a lencse- vagy orsószféroid számítási képlete (11., 12. ábra) alapján a toktérfogatot, mivel ezek a geometriai alakok közelítik meg legjobban a mátkok formáját.



10. ábra A tok méreteinek meghatározása

$$V = \frac{4\pi}{3} ab^2$$

11. ábra A lencseszferoid számítási képlete

$$V = \frac{4\pi}{3} a^2 b$$

12. ábra Az orsószferoid számítási képlete

3.3.2.2 Tok-mag arány meghatározás

A tok-mag arányt a parcellánként gyűjtött 20-20 tok tömege alapján állapítottam meg. Digitális mérleg segítségével lemértem a maggal teli tok tömegét, majd utána felnyitottam a tokot és eltávolítottam belőle a magvakat. Ezután a magnélküli tokot is lemértem. A kapott két eredmény különbsége megadta a mag tömeget. A két adatból kiszámoltam a gyakorlat számára fontos tok/mag arányt, melyet százalékban adtam meg.

3.3.2.3 Az alkaloid tartalom meghatározása

Az alkaloid tartalom (morfin, kodein, tebain, narkotin) meghatározásához a már magnélküli tokokból képeztem átlagmintákat, így parcellánként egy mintám lett. A minták elkészítésénél törekedtem arra, hogy egy adott minta jól reprezentálja az adott parcella tokjainak minőségét. Az ily

módon összegyűjtött tokokat kézi daráló segítségével ledaráltam, majd lerostáltam, hogy kiszűrjem az esetlegesen a mintába kerülő magvakat és egyéb szennyeződések.

A középfinom porrá darált tokokból 0,2 g-ot mértünk ki, majd az 1 ml 0,7 %-os NaCO_3 oldattal átítatott drogot állni hagytuk. A porított tokokat 20-25 ml kloroform-metanol (4:1) oldószerrel, Soxhlet berendezés segítségével, forrástól számított 30 percig extraháltuk. Ezután a lehűlt oldatot Rotadest készülékkel szárazra pároltuk, amit később 1 ml oldószer-elegyen újra feloldottunk. Az alkaloidok elválasztásához vízszintes elrendezésű DESAGA-féle futtatókamrát alkalmaztunk. A futtatáshoz Silicagel 60 F254 (Merck) lemezeket, illetve toluol (7) : etil-acetát (2) : dietil-amin (1) elegyet (5-6 ml) használtunk. A rétegre 2 μl oldatot csepegtettünk fel. A lemezek megszáradását követően az anyagok UV-fényben (254 nm-en) történő mennyiségi meghatározását a standardokhoz viszonyítva végeztük.

3.4 Az értékelés során alkalmazott statisztikai módszerek

Az eredmények statisztikai kiértékelésére az SPSS 20 programcsomagot használtam. Az SPSS 20 felhasználóbarát statisztikai szoftver, mely klasszikus és modern statisztikai módszereket egyaránt tartalmaz. Előnye, hogy a feltételek hiányában nem használható hagyományos módszerek helyett más módszerek alkalmazására is lehetőséget kínál (Jánosa, 2011).

Az összehasonlító vizsgálatok során a hagyományos, paraméteres módszerek (egytényezős varianciaanalízis) alkalmazásához kevés adat állt rendelkezésre a megbízható következtetéshez és a minták adatainak normalitása, valamint a szóráshomogenitás gyakran sérült, ezért a nekik megfelelő nemparaméteres módszerek használata is indokolt volt. Többváltozós varianciaanalízist használtunk, mivel több kvantitatív tulajdonság figyelembe vétele alapján - a, tok-mag arány és az alkaloid tartalom – szerettük volna kimutatni a vizsgált lombtrágyák hatása közötti különbségeket. Vizsgálatunk során a kezeletlen kontroll parcellák, és a felhasznált 3 lombtrágyával kezelt parcellák mutatóit hasonlítottuk össze. Az általános lineáris modell szimultán összehasonlítás módszerének (multiple comparison) különösen a nemparaméteres esetben van nagy jelentősége, ahol szórásanalízisre, azaz normalitást feltételező eljárásra nem kerülhet sor. A variancia-analízist kiegészítő középérték összehasonlító tesztek közül a Tukey-féle és a Duncan-féle szignifikáns differencia un. post hoc analízist végeztem, létrehozva a kezelések homogén csoportjait a különböző jellemzők alapján. A csoporton belüli varianciák egyezőségét a Levene-teszttel ellenőriztem, és szükség esetén a minta elemszámok és szórások azonosságát nem feltételező Games-Howell próbát alkalmaztam. Az ábrákon a betűk abc-sorrendje a nagyság szerinti sorrendet jelzi, a különböző betűk a szignifikánsan különbözőket. Az eloszlások összehasonlítására függetlenségvizsgálatot, ún. Khinégyszet (χ^2) -próbát is alkalmaztunk, Microsoft Excel szoftver segítségével.

Az összehasonlításokat az SPSS 20 Programcsomag, valamint a Microsoft Excel szoftver segítségével, 95%-os szignifikancia szinten végeztem.

4 EREDMÉNYEK

4.1 A lombtrágyák kórokozók elleni hatása

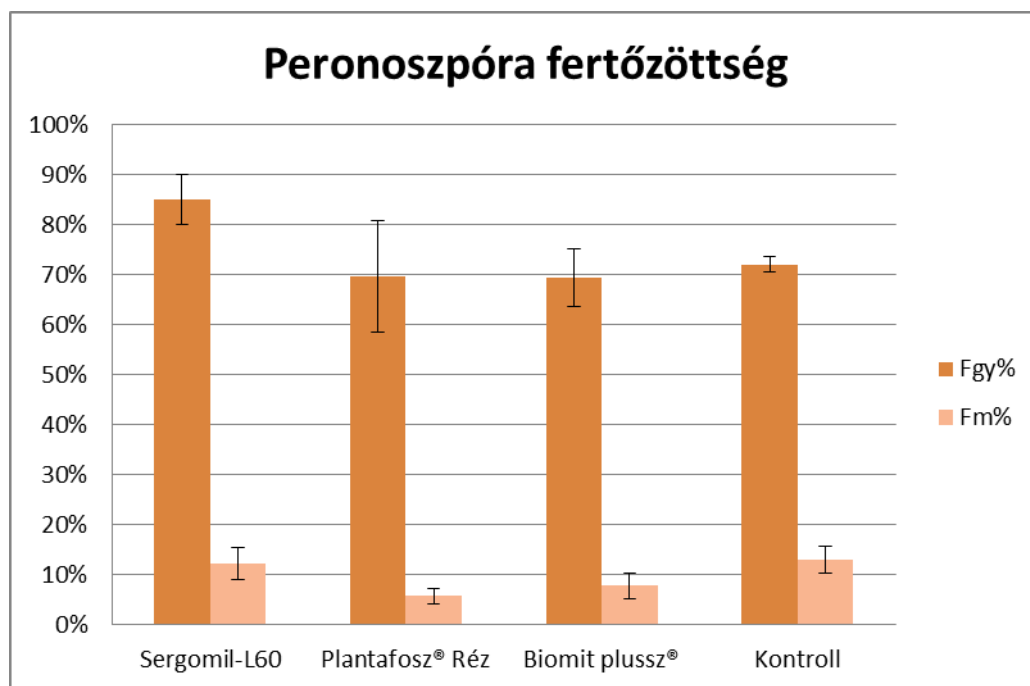
4.1.1 A peronoszpóra elleni hatás

Az értékelés időpontjára, a mák állományban a peronoszpóra alacsony-közepes kártételi szintet ért el, a kontroll parcellák növényeinek 70%-án megjelentek a kórokozó másodlagos tünetei.

A lombtrágyák 3 alkalommal történő kijuttatása utáni értékelés során, az egyes készítményekkel kezelt parcellák közt, valamint ezek és a kontroll állomány között, nem volt vizuális eltérés nem volt látható. Az állományban megjelenő kórokozó fertőzésének gyakorisága 74, míg mértéke 10%-volt átlagosan.

A kapott eredményeket ANOVA teszt segítségével hasonlítottam össze (1. 2. melléklet). A vizsgálat is kimutatta, hogy szignifikánsan egyik készítmény hatása sem tér el a többitől, valamint a kontrolltól sem ($P > 0,05$), annak ellenére sem, hogy a diagramon a Sergomil-L60 lombtrágyával kezelt parcellák átlaga a többinél jóval magasabb értékeket jelez (12. ábra).

Ebből következik, hogy az alkalmazott levéltrágyák nem gyakoroltak hatás a peronoszpóra fertőzöttségre.



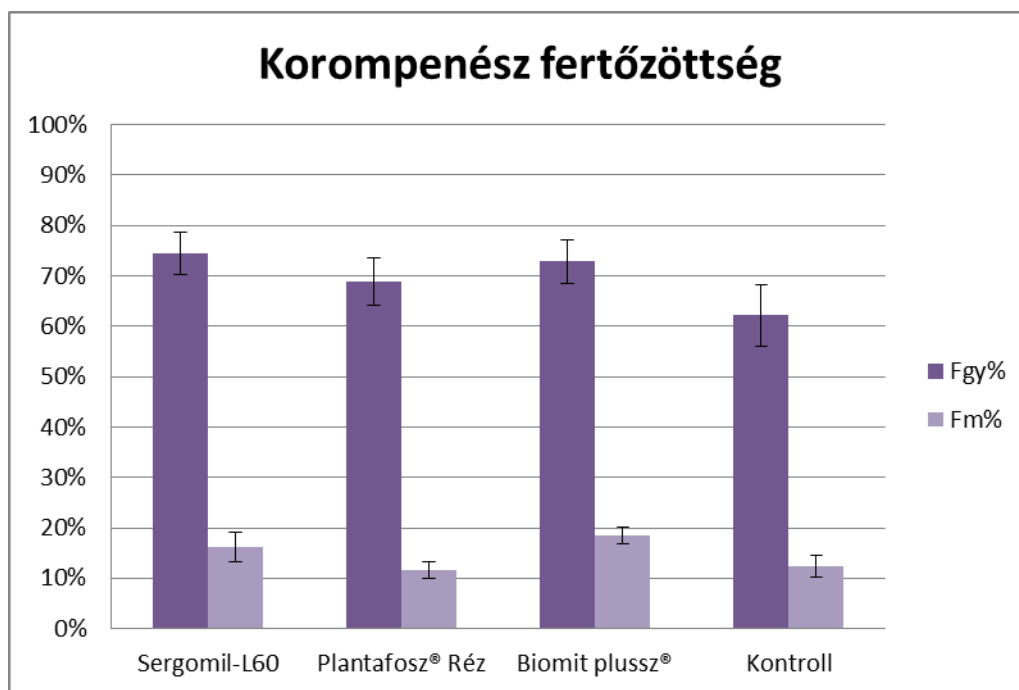
12. ábra A lombtrágyák hatása a peronoszpóra fertőzöttség mértékére (Fm%) és gyakoriságára (Fgy%)

4.1.2 A korompenész elleni hatás

Az értékelés idejére a növényállományban, a mákot károsító állatok kártétele révén közepes mértékű korompenész fertőzés alakult ki, a kontroll növények 60%-án megjelentek a betegségre jellemző tünetek.

A készítmények háromszori kijuttatás után végzett vizsgálat során, a kezelt növények és a kontroll parcellák közt vizuális eltérést nem tapasztaltam. Az egyes parcellákon megjelenő betegség gyakorisága 70%, mértéke 15%-volt átlagosan (13. ábra).

A kapott eredményeket ANOVA teszt segítségével vizsgáltam, amely nem mutatott ki szignifikáns eltérést a levéltrágyákkal kezelt állományok közt, valamint ezek kontrolltól való különbözőségét sem mutatta ($P > 0,05$) (2. 3. melléklet).



13. ábra A lombtrágyák hatása a korompenész fertőzöttség mértékére (Fm%) és gyakoriságára (Fgy%)

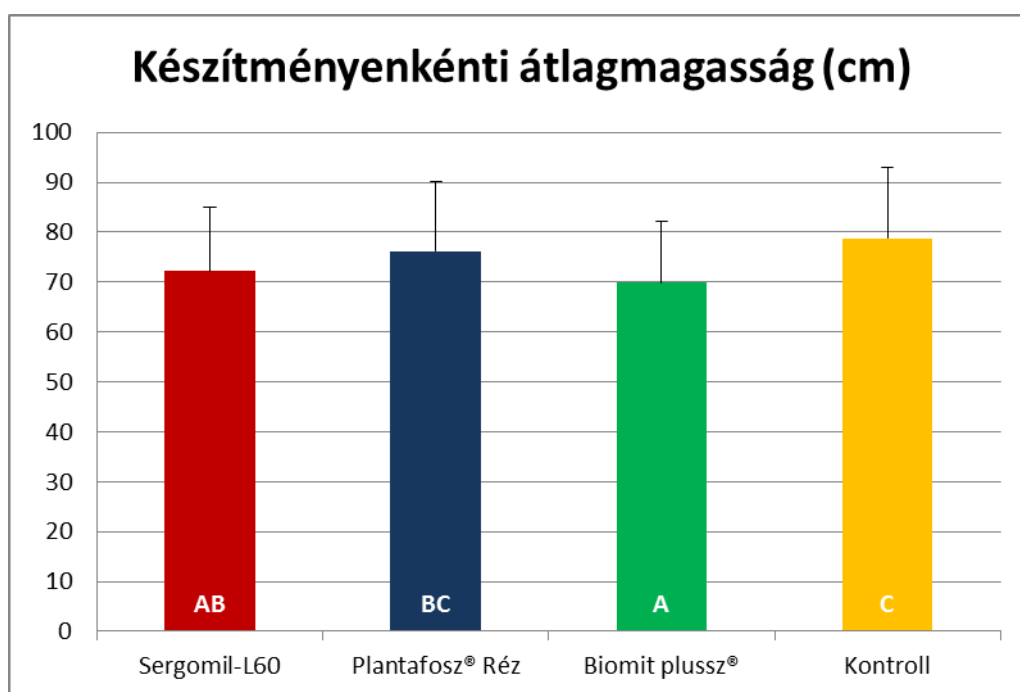
4.2 Lombtrágyák hatása a mák produkciójára

4.2.1 Növénymagasságra gyakorolt hatás

A növények magasságára vonatkozó méréseket a betakarítás előtt végeztem. A kontroll parcellák növényei átlagosan 80 cm magasak voltak. Az állományban, az egyes készítményekkel kezelt növények, valamint a kontroll növények közt méretbeli különbségeket tapasztaltam. Parcellánként 20-20 növény magasságát mértem meg úgy, hogy azok jól jellemezzék az egyes parcellákat.

A varianciaanalízist kiegészítő post-hoc vizsgálatok közül a Duncan-féle analízis 3 csoportba osztotta a megadott értékekből származtatott középértékek szerint, az egyes lombtrágyákat és kontrollt (3. táblázat). Ezt a 3 kategóriát A, B és C betűvel jelöltem. A diagramon az azonos lombtrágyával kezelt parcellák átlag magasságát ábrázoltam. A betűjelek abc sorrendben követik a nagyság szerinti sorrendet.

A statisztikai analízis (5. melléklet) alapján elmondható, hogy a nem kezelt parcellák növényeinek magassága szignifikánsan nagyobb, mint a Biomit plussz® és Sergomil-L60 készítményekkel kezelt parcellák növényeinek magassága ($P < 0,05$). A Plantafosz® Réz készítménnyel kezelt és a kontroll parcellák közt nincs szignifikáns eltérés ($P > 0,05$), ugyanígy a Sergomil-L60 és az előbb említett Plantafosz® Réz hatása közt sincs jelentősebb szignifikáns ($P > 0,05$) eltérés (14. ábra).



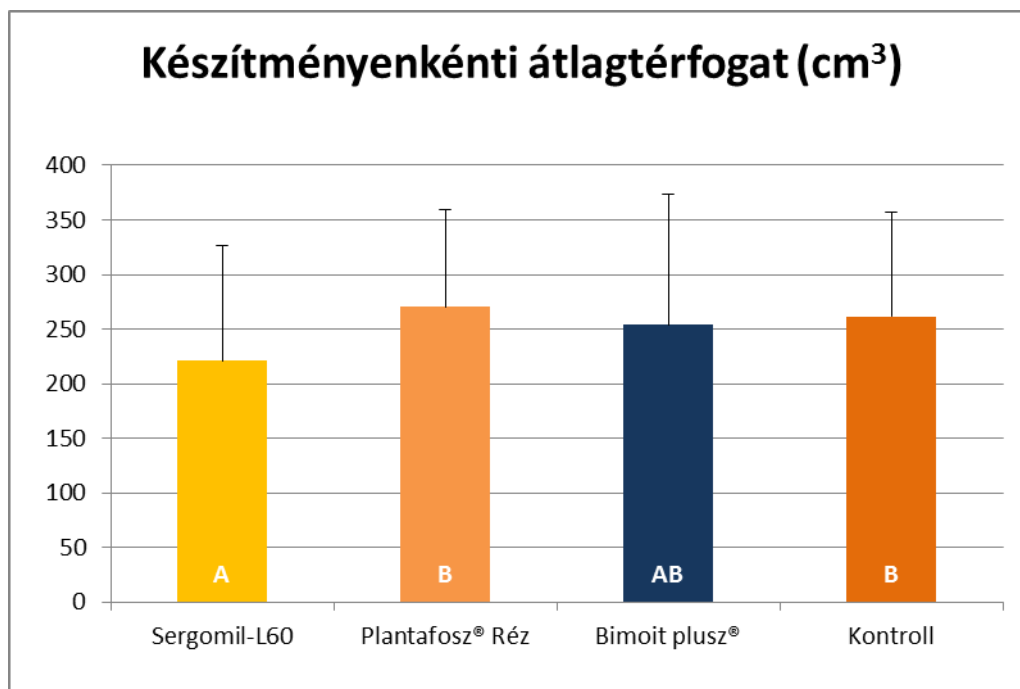
14. ábra A növények átlagmagassága a lombtrágyákkal végzett kezelés hatására

4.2.2 Tok méretre gyakorolt hatás

A parcellákról betakarított tokok közt méretbeli eltéréseket lehetett megfigyelni, az egyes készítmények kezelt és a kontroll állomány közt. Az azonos lombtrágyákkal kezelt parcellákról származó tokok térfogatait, illetve a kontroll parcella tokjainak számított térfogat értékeit az ANOVA teszt (6. melléklet) kiegészítéseként elvégzett Duncan analízis, 2 csoportra - amiket A-val és B-vel jelöltem – osztotta.

A csoportosítás alapján elmondható, hogy a Sergomil-L60 lombtrágyával kezelt növények toktérfogata átlagosan kisebb, mint a kontroll növényeké és a másik két készítménnyel kezeltké

($P < 0,05$) (15. ábra). A Plantafosz® Réz levéltrágyával kezelt növények teljesítménye szignifikánsan nem tér el kezeletlenekétől ($P > 0,05$).



15. ábra A tokok térfogatának alakulása a lombtrágyákkal való kezelések hatására

4.2.3 Tok-mag arányra gyakorolt hatás

A toktömegre vonatkozóan a Sergomil-L60-al kezelt parcellákról származó tokok paraméterei voltak alacsonyabbak a többi készítményhez, illetve a kontrollhoz képest, viszont ezt az eltérést a statisztikai vizsgálatok nem támasztották alá (3. táblázat, 16. ábra).

Magtömeg szempontjából a Plantafosz® Réz ért el magasabb eredményeket másik két készítményhez képest. A kontroll parcelláktól azonban szintén csak kis mértékben térnek el ezek az értékek.

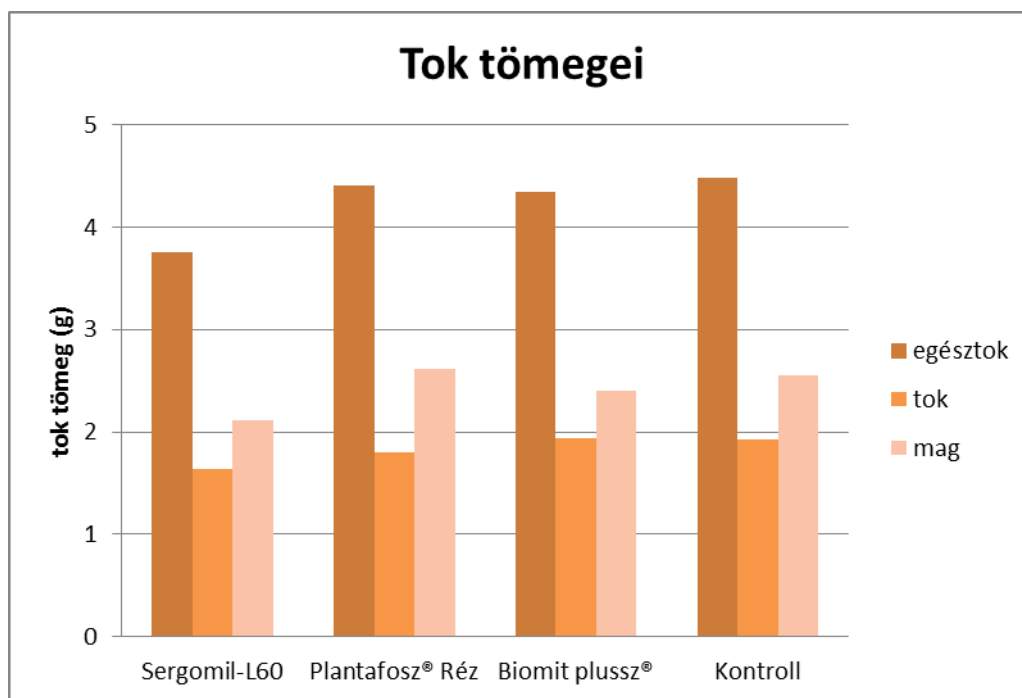
A tok/mag arányokra végzett ANOVA tesztet kiegészítő Duncan analízis két csoportra (A és B) osztotta az értékeket (7. melléklet). Az egyik csoportba a kontrolltól szignifikánsan nem különböző Plantafosz® Réz hatása sorolható, a másikba a kontrolltól szintén nem megkülönböztethető Sergomil-L60 és Biomit plusz® hatása sorolható. Az eltérés tehát a különböző készítményekkel kezelt növények tok-mag aránya között van.

A Sergomil-L60-al és a Biomit plusz®-al kezelt parcelláknál a száraz tok aránya a maghoz képest szignifikánsan nagyobb, mint a Plantafosz® Réz nevű készítménnyel kezelt parcellák növényeinél, a kontroll állománytól azonban mindhárom készítmény csak kis százalékban tér el (17. ábra).

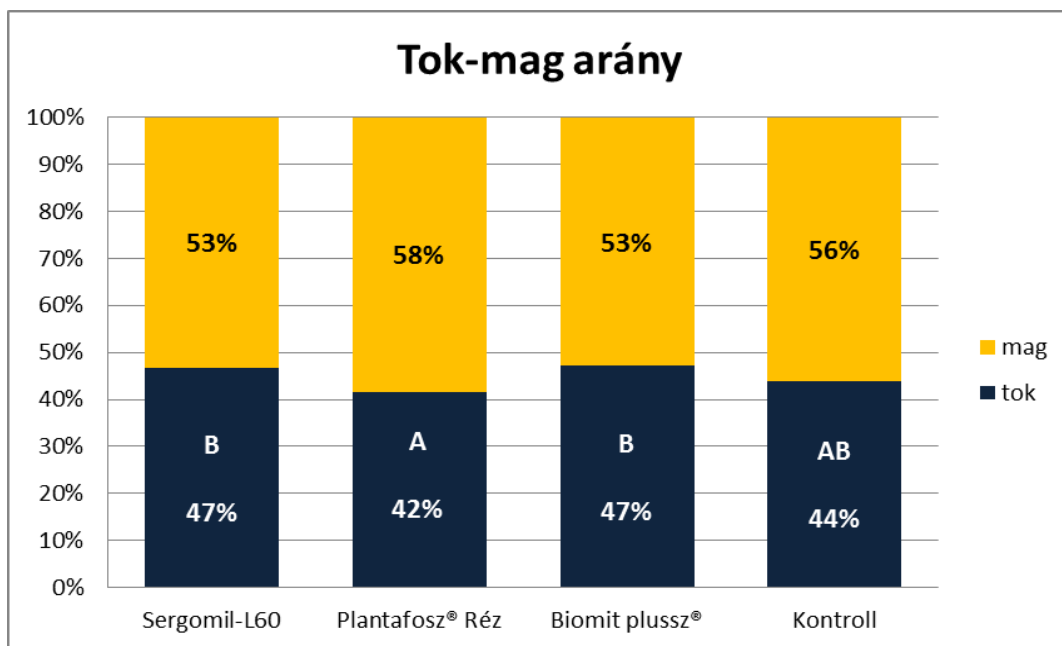
Összefoglalható, hogy a Plantafosz® Réz készítmény hatása eredményezi a legnagyobb mag tömeget, a legkisebb tok arányt. A Sergomil-L60 és Biomit plussz® készítményekkel kezelt növényeknél a magtömeg és a mag aránya a tokhoz képest is szignifikánsan kisebb a Plantafoszhoz képest.

3. táblázat A tok tömeg alakulása a lombtrágyák hatására

Lombtrágyák	tok	mag	együtt
Sergomil-L60	1,636 g	2,118 g	3,754 g
Plantafosz® Réz	1,799 g	2,613 g	4,412 g
Biomit plussz®	1,942 g	2,404 g	4,346 g
Kontroll	1,932 g	2,550 g	4,481 g



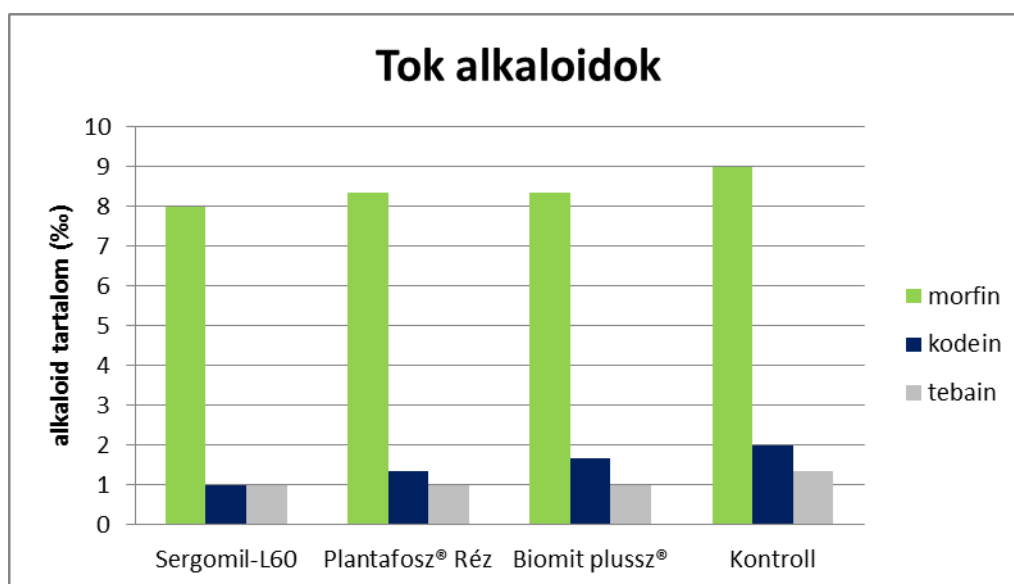
16. ábra A tok tömegeinek alakulása a lombtrágyákkal végzett kezelések hatására



17. ábra A tok-mag arányok alakulása a lombtrágya kezelések hatására

4.2.4 Alkaloid-tartalomra gyakorolt hatás

A tokokból előkészített mintákon végzett vékonyréteg kromatográfiás vizsgálat eredményeire a több tényezős varianciaanalízis alapján nem mutatható ki szignifikáns eltérés, egyik alkaloid esetében sem, a különböző lombtrágyák és a kontroll állomány értékei között, valamint a lombtrágyák között sem (18. ábra) (8. 9. 10. melléklet). Megállapítottuk, hogy a kezelések ugyan nem növelték, de nem is csökkentették a tokok alkaloid felhalmozódását.



18. ábra Az alkaloidok mennyiségének eloszlásai a lombtrágyákkal végzett kezelések hatására

5 KÖVETKEZTETÉSEK

A peronoszpórára jellemző másodlagos tünetek júniusra közepes mértékben megjelentek az állományban. A korompenész kialakulását elősegítő kártevő állatok – a levéltetvek és a máktokormányos – június elejétől voltak nagyobb számban megfigyelhetők a parcellákon. A kártevők mellett a május és június hónapban bekövetkező viharok és záporosók révén a korompenészre jellemző tünetek a tokokon szintén közepes mértéket értek el. A vizsgált növényeken megjelenő korompenész és a peronoszpóra tünetei megegyeztek a Nagy és társai (1987), illetve Pájtli és mtsai (2011) alapján leírt tünetekkel.

A kijelölt parcellák értékelése közben nem voltak vizuálisan észlelhető eltérések a kezelt és a nem kezelt kontroll növények egészségi állapota között. Mindkét kórokozó fertőzése közepes mértékben jelent meg a parcellák mindegyikén, amit később az ezekre vonatkozó statisztikai elemzések is alátámasztottak.

A kezeletlen kontroll és a lombtrágyákkal kezelt parcellák hasonló fertőzöttségi szintjének feltételezhető oka abban keresendő, hogy a növények vizsgált kórokozókkal szembeni ellenálló képességének kialakulásához hosszabb idő szükséges. Mivel a kezeléseket viszonylag későn, a kampós bot állapot kezdetén, kezdtük meg, a tenyészidőszak folyamán elvégzett 3 permetezés ellenére nem jelentkezett különbség a vizsgált kórokozók fertőzésében. A lombtrágyák hatását az időjárás alakulása is befolyásolhatta. A jövőben a kezeléseket már levélrozettás állapotban szükséges elkezdeni, így megnyújtva a kondicionálási szakaszt, Silva és mtsai (2011) kísérleteihez hasonlóan.

A kórokozók fertőzésére gyakorolt hatástól eltérően, a más növények fejlődésében és produkciójában néhány tulajdonság esetében bizonyítható eltérések mutatkoztak az egyes lombtrágyák között illetve a kontrollhoz képest. Az eltérések ugyanakkor nem voltak szignifikánsak a kontrollhoz képest egyik vizsgált tulajdonság tekintetében sem, sőt két készítménynél enyhe növekedés és fejlődés visszatartó hatás mutatkozott. A készítményekről beszerezhető információk alapján ez nem látszik indokoltnak, ami a kísérletek folytatását teszi szükségessé.

Az alkaloid produkció szempontjából a lombtrágyákkal kezelt parcellák a kontroll parcellákhoz képest nem mutatnak eltéréseket.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban az egyik legősibb kultúrnövénnyel, a mákkal foglalkoztam. A növény mind termése, mind alkaloid tartalma miatt gazdaságilag igen jelentős. A hazai termesztés több, mint 10 ezer hektáron folyik. A termés mennyiségét valamint annak minőségét az egyes években kialakuló peronoszpóra illetve korompenész fertőzések jelentős mértékben képesek csökkenteni.

Célul tűztem ki, hogy a napjainkban igen terjedő, lombtrágyaként kijuttatható ún. kondicionáló szerek hatását értékeljem a mákperonoszpóra és a korompenész kórokozói által okozott fertőzésekre. Ugyanakkor fel kívántam mérni a kezelések hatását a mák fontosabb, a produkciót befolyásoló, tulajdonságaira és beltartalmi értékeire is.

A kitűzött célok elérése érdekében a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságának Gyógynövény Telepe által termesztett 'Kék Duna' mákfajta üzemi állományában 2012 tavaszán kísérleti parcellákat jelöltünk ki, három ismétlésben. A kijelölt parcellákra a réz tartalmú Sergomil-L60, a N, Cu, P, K, + EDTA tartalmú Plantafosz® Réz, valamint a K, Ca, Cu, Zn, Mn, Fe, B + növényi kivonat tartalmú Biomit plussz® készítményeket permetezéssel juttattam ki három alkalommal, kampós bimbós fázis kezdetétől zöldtokos állapotig. A kezelték mellett kezeletlen kontroll parcellákat hagytunk.

Június második dekádjában az állati kártevők károsítása valamint a gyakori viharok révén megjelentek a korompenész tünetei, röviddel ezután a peronoszpóra másodlagos tünetei is kezdtek felszaporodni. A kezeletlen növényállományban közepes, illetve alacsony-közepes szintű fertőzést alakult ki. A levéltrágyákkal végzett kezelések, a rendelkezésre álló kondicionálási időt figyelembe véve, számottevően nem befolyásolták a kártétel szintjét egyik kórokozó esetében sem. A peronoszpóra fertőzöttség mértéke átlagosan 10%, a korompenésznél átlagosan 15% volt.

A mák növények növekedésére és produkciójára, egyes tulajdonságokat tekintetbe véve, ezzel szemben statisztikailag igazolható volt a készítmények hatása. A kondicionáló szerek közül a Plantafosz® Rézzel végzett kezelések a más készítményekhez képest kedvezően hatottak a növénymagasságra, a tokméretre és a magtömegre. Ugyanakkor a másik két készítmény kisebb, vagy nagyobb mértékben csökkentette a mák produkcióját a kontroll növényekhez képest, ugyanezen tulajdonságokat figyelembe véve.

Nem mutatkozott szignifikáns eltérés a kezelt illetve a kontroll növények alkaloid tartalmában. A kezelések hatására a hatóanyag tartalom nem módosult.

A kondicionáló készítményekkel ebben az évben mérsékelt és esetenként ellentmondásos eredményeket értem el. A lombtrágyák mák kórokozóira illetve produkciójára gyakorolt hatásának

feltárása érdekében vizsgálatokat tovább folytatni szükséges. Elért eredményeim alapul szolgálnak e vizsgálatok elvégzéséhez.

7 MELLÉKLETEK

1. melléklet A peronoszpóra fertőzöttség mértékére végzett ANOVA eredménye

Dependent Variable: F1m					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,011	3	,004	1,387	,315
Error	,021	8	,003		

2. melléklet korompenész fertőzöttség mértékére készített ANOVA eredménye

Dependent Variable: F1gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,051	3	,017	,910	,478
Error	,148	8	,018		

3. melléklet A peronoszpóra fertőzöttség gyakoriságára készített ANOVA eredménye

Dependent Variable: F2m					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,010	3	,003	1,706	,242
Error	,015	8	,002		

4. melléklet A korompenész fertőzöttség gyakoriságára végzett ANOVA eredménye

Dependent Variable: F2gy					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,027	3	,009	,929	,470
Error	,077	8	,010		

5. melléklet A növénymagasságokra végzett ANOVA post hoc Duncan analízis eredménye

	Levéltrágyák	N	Subset		
			1=A	2=B	3=C
Duncan ^{a,b}	Biomit plussz®	60	69,95		
	Sergomil-L60	60	72,25	72,25	
	Plantafosz® Réz	60		76,20	76,20
	Kontroll	60			78,80
	Sig.		0,345	0,105	0,286

6. melléklet A tok térfogatokra végzett ANOVA post hoc Duncan analízis eredménye

	Levéltrágyák	N	Subset	
			1=A	2=B
Duncan ^{a,b}	Sergomil-L60	60	221,19	
	Biomit plussz®	60	254,06	254,06
	Kontroll	60		261,79
	Plantafosz® Réz	60		270,25
	Sig.		0,08	0,42

7. melléklet A tok-mag arányokra végzett többtényezős ANOVA post hoc Duncan analízis eredménye

	Levéltrágyák	N	Subset	
			1=A	2=B
Duncan ^{a,b,c}	Plantafosz® Réz	60	0,4162	
	Kontroll	59	0,43882	0,43882
	Sergomil-L60	59		0,46723
	Biomit plussz®	60		0,4712
	Sig.		0,218	0,096

8. melléklet A morfin tartalom középértékeire több tényezős ANOVA post hoc Duncan analízise
eredménye

	Levéltrágyák	N	Subset
			1
Duncan ^{a,b,c}	Sergomil	3	8
	Kontroll	3	8,667
	Plantafosz	3	8,667
	Biomit	3	9
	Sig.		0,397

9. melléklet A kodein tartalom középértékeire több tényezős ANOVA post hoc Duncan analízise

	Levéltrágyák	N	Subset
			1
Duncan ^{a,b,c}	Plantafosz	3	0,833
	Sergomil	3	1
	Biomit	3	2
	Kontroll	3	2
	Sig.		0,1

10. melléklet A tebain tartalom középértékeire több tényezős ANOVA post hoc Duncan analízise

	Levéltrágyák	N	Subset
			1
Duncan ^{a,b,c}	Sergomil	3	1
	Biomit	3	1,333
	Kontroll	3	1,333
	Plantafosz	3	1,333
	Sig.		0,654

8 IRODALOMJEGYZÉK

Anonymus.: 2011. Gyógy- és Aromanövények Tanszék által végzett kísérletek leírása.

Anonymus.: 2012a. Sergomil-L60 – technológiai leírás – Sumi Agro Hungary Kft.
<http://www.sumiagro.hu/index.php?content=33>. 2012. október 31.

Anonymus.: 2012b. Plantafosz® Réz – technológiai leírás – Cheminova Magyarország Kft.
https://www.cheminova.hu/ChemiNova/web.nsf/Pub/plantafosz_rez.html. 2012. október 31.

Anonymus.: 2012c. Biomit plussz® - technológiai leírás – Hunnia Biot-Tech Kft.
<http://www.hbt.co.hu/biomit.html>. 2012. október 31.

Bernáth J. - Németh É.: 2007. Gyógy-és fűszernövények gyűjtése, termesztése és felhasználása.
180-185. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Bernáth, J. 1999. Cultivation of poppy under tropical conditions. 237-247. in: Bernáth J. 1999.
Poppy, The genus Papaver. Harwood academic publishers. U.S.A.

Bernáth J. 2001. A mák ökofizikája és környezeti igénye. 157-176. in: Sárkány S., Bernáth J.,
Tétényi P.: 2001. Magyarország kultúrflórája: A mák. Akadémiai Kiadó, Budapest

Chakrabarti, D.K., Yadav, A.L.: 1991. Effect of Azotobacter species on incidence of downy mildew
(Peronospora arborescens) and growth and yield of opium poppy (Papaver somniferum). Indian
J.Agric.Sci. 61: 287–288.

Deliopoulos, T., Kettlewell, P. S., Hare, M. C.: 2010. Fungal disease suppression by inorganic salts:
A review. Crop Protection. 29: 1059-1075.

Földesi D., 2001. A száraztok-előállítás technológiája. 205-215. in: Sárkány S., Bernáth J., Tétényi
P.: 2001 Magyarország kultúrflórája: A mák. Akadémiai Kiadó, Budapest

Földesi D., Nagy F., Zsoár K.: 2001. A mák károsítói. 177-186. in: Sárkány S., Bernáth J., Tétényi
P.: 2001. Magyarország kultúrflórája: A mák. Akadémiai Kiadó, Budapest

Francis, S.M.: 1981. CMI Descr. Pathog. Fungi Bact. 686

Fürst Zs. és Hosztafi S. 2001. A mák alkaloidok farmakológiája. 225-236. in: Sárkány S., Bernáth
J., Tétényi P.: 2001. Magyarország kultúrflórája: A mák. Akadémiai Kiadó, Budapest

Horváth T.: 2000. Máktermesztési technológia – ICN Magyarország Részvénytársaság kiadványa

- Hosztafi, S. 1998. Chemistry-biochemistry of poppy. 105-135. in: Bernáth J. 1998. Poppy, The genus *Papaver*. Harwood academic publishers. U.S.A.
- Jánosa A.: 2011. Adatelemzés SPSS használatával. Computerbooks, Budapest
- Kiss B. 2006. Olajnövények, növényolajgyártás. Mezőgazda Kiadó Budapest
- Montes-Borrego, M., Landa, B. B., Navas-Corte's, J. A., Muñoz-Ledesma, F. J., Jime'nez-Dí'az, R. M.: 2009. Role of oospores as primary inoculum for epidemics of downy mildew caused by *Peronospora arborescens* in opium poppy crops in Spain. *Plant Pathology*. 58: 1092–1103.
- Mórász S.: 1979. A mák termesztése. 73-35. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- Nagy, F., Léránth-Szilágyi, J., Pál, J., Hegedűs, M.: 1983. *P.Int.Conf.Integr.Plant Prot.* 3:140-143.
- Nemzeti fajtajegyzék adatai. 1998. in: Sárkány S., Bernáth J., Tétényi P.: 2001. Magyarország kultúrflórája: A mák. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Németh, É. 2001. Raw material production. 219-234. in: Bernáth J. 1998. Poppy, The genus *Papaver*. Harwood academic publishers. U.S.A.
- Pájlí É., Nagy G., Pájlí J.: 2011. A mák növényvédelme. *Növényvédelem* 47(4): 145-159.
- Pirone, P. P.: 1978. *Diseases and Pests of Ornamental Plants* 5th Ed. 391. John Wiley & Sons Inc, USA.
- Reuveni, R., Reuveni, M: 1991. Foliar-fertilizer therapy - a concept in integrated pest management. *Crop Protection*. 17(2): 111-118.
- Sántha L., Ubrizsy G.: 1965. *Plectomycetes* in Ubrizsy G. (szerk) *Növénytan* II. 26-96. Akadémiai Kiadó. Budapest
- Sárkány S., Köck O., Bernáth J.: 2001. Hazai mákfajták. 244-258. in: Sárkány S., Bernáth J., Tétényi P.: 2001. Magyarország kultúrflórája: A mák. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Sattar, A., Samad, A., Alam, M., Zaim, M., Dhawan, O.P., Singh, S. P., Bajpai, S., Lal, R. K.: 1995. Screening of opium poppy (*Papaver somniferum*) germplasm for disease resistance. *Current Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 17: 315-320.
- Silva, O.C., Santos, H.A.A., Dalla Pria, M., May-De Mio, L.L.: 2011. Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. *Crop Protection*. 30: 598-604.

Simon T. (szerk.): 2003. Baktérium-, Alga-, Gomba-, Zúzmó- és Mohahatározó 1-832. Nemzeti Tankönyv Kiadó, Budapest.

Thakur, R. P., Mathur, K.. 2002. Downy mildews of India. Crop Protection. 21: 333–345.

Vörös J., Husz B.: 1965. Deuteromycetes in Ubrizsy G. (szerk) Növénykórtan II. 579-809. Akadémiai Kiadó. Budapest

9 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, Zámboriné Dr. Németh Éva egyetemi tanárnak, Dr. Nagy Géza egyetemi docensnek és Dr. Erdélyi Éva egyetemi docensnek dolgozatom elkészítésében nyújtott segítségükért. Külön köszönetemet fejezem ki Zámboriné Dr. Németh Éva tanszékvezető asszonynak, hogy lehetőséget biztosított a laboratóriumi vizsgálat elvégzésére.

Továbbá megköszönöm a Gyógy és Aromanövények Tanszék Budapest-Soroksári Kísérleti telepének, hogy helyet biztosított a szabadföldi kísérletek elvégzéséhez.