

Doktori (*Ph.D.*) értekezés tézisei

**BIOTIKUS STRESSZ TÉNYEZŐ HATÁSA A KUKORICA ANTIOXIDÁNS
ENZIMEINEK AKTIVITÁSÁRA, FEHÉRJETARTALMÁRA ÉS FIZIOLÓGIAI
PARAMÉTEREIRE**

Szőke Lóránt

Témavezető: **Dr. Tóth Brigitta *Ph.D.***
egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen

2023

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

A mezőgazdaság napjaink egyik vezető ágazata hazai és világviszonylatban egyaránt. Az éghajlati tényezők közül a globális felmelegedés okozza a legnagyobb problémát a mezőgazdaságban, mivel közvetett és közvetlen módon befolyásolja a növénytermesztést. Közvetlenül olyan abiotikus stressz hatásokat okoz, mint a szárazság (Tuberosa et al., 2003), a sóstressz (Flowers és Yao, 1990) és a szélsőséges időjárási viszonyok (Naglaa et al., 2014), valamint az árvíz (Ashraf és Mehmood, 1990). Közvetetten csökkenti a kultúrnövény rezisztenciáját, valamint megfelelő környezetet teremt a károsítók elterjedéséhez (Gregory et al., 2004).

Kutatásom célja a globális felmelegedés növekedésével egyre jobban károsító kórokozó, a golyvásüszög (*Ustilago maydis* DC. Corda) fertőzés hatásának vizsgálata a takarmány és csemegekukorica hibridek növényfiziológiai, morfológiai és minőségi paramétereire. A kísérletet üvegházi és szántóföldi körülmények között állítottam be. Az üvegházi körülmények között vizsgáltam a fertőzés hatását a kukorica hibridek relatív klorofill-tartalmára, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére, a malondialdehid-tartalomra (MDA-tartalom), prolin koncentrációra, a növénymagasságra, a szárátmérőre, a száraz tömegre, valamint az aszkorbát-oxidáz, a gvajakol-peroxidáz és a szuperoxid-dizmutáz aktivitására. A szántóföldi kísérlet során a különböző koncentrációjú (2 500, 5 000 és 10 000 sporidiumszám/ml) fertőző anyagok hatásait tanulmányoztam a kukorica hibridek relatív klorofill-tartalmára, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére, a malondialdehid-tartalomra (MDA-tartalom), a prolin koncentrációra, a növénymagasságra, a szárátmérőre, a száraz tömegre, valamint az aszkorbát-peroxidáz, a gvajakol-peroxidáz és a szuperoxid-dizmutáz aktivitására, illetve a generatív szakaszban a csőhosszra, a csőátmérőre, a szemtömegére, a 100 szem friss és száraz tömegére, a minőségi paraméterekre (a szárazanyag, a nyersrost, a nyerszsír, a nyershamu, a nyersfehérje és a nitrogén), valamint a kukoricaszemek elemtartalmára (Al, Br, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Pb, S és Zn). Az üvegházi kísérlet célja az volt, hogy újabb, hatékony védekezési módszert találjak a golyvásüszög kórokozó ellen. Ezért a különböző növényi hormonok (a citokinin, a gibberellin, az auxin és az etilén) hatásait tanulmányoztam a golyvásüszög fertőzött növényeken. A szántóföldi kísérlettel az eltérő koncentrációjú fertőzések hatásait vizsgáltam. Ezekkel a vizsgálatokkal átfogóbb összképet kaphatunk a kórfolyamat során végbemenő növényfiziológiai változásokról, különös tekintettel a reaktív szabadgyökök (ROS) keletkezése után létrejövő növényi immunválaszokról, amit az enzimaktivitásokkal (aszkorbát-peroxidáz, guaiacol-peroxidáz és szuperoxid-dizmutáz) a malondialdehid tartalom és a prolin koncentrációval lehet mérni.

2. Anyag és módszer

A mesterséges fertőzéshez szükséges fertőző anyagot (inokulomot) Szőke és Tóth (2020) módszere szerint a Debreceni Egyetem, Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növényvédelmi Intézetében állítottam elő. A vegetatív szakaszban a növények 4-5 leveles (mindkét kísérletben), a generatív szakaszban a csőhözás kezdetén (szántóföldi kísérlet) történt a mesterséges fertőzés. Az üvegházi kísérletben 7 és 11 nappal a fertőzés után (NFU), a szántóföldi kísérletben, a vegetatív szakaszban 7 és 14 NFU, a generatív szakaszban 21 NFU után történt a mintavétel. A mérésekhez, statisztikai kiértékeléshez 5-5 növényt használtam fel. Az üvegházi kísérletet a Debreceni Egyetem Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet üvegházában, a szántóföldit a Debreceni Egyetem Növényvédelmi Intézet bemutatókertjében állítottam be.

A kísérletek során az Armagnac és P9025 takarmánykukorica, valamint a Dessert 73 és Noa csemegekukorica hibrideket használtam. Az üvegházi kísérletben a citokinin (2×10^{-4} M), a gibberellin (10^{-3} M), az auxin (2×10^{-3} M) és az etilén (1%) hormonok hatásait is vizsgáltam. A citokint kinetin, a gibberellint gibberellinsav (GA_3), az auxint α -naftalincetsav, az etilént etefon formájában juttattam a növényekbe, a golyvásüszög fertőzés koncentrációja 10 000 sporidiumszám/ml volt. A szántóföldi kísérletben a golyvásüszög fertőzés koncentrációi 2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszám/ml voltak.

Az üvegházi kísérletben az összehasonlítás kétféleképpen történt. Először a hormon-kezeletlen fertőzött növényeket hasonlítottam össze a kontrollal, vizsgálva ezzel a golyvásüszög fertőzés hatását a növényfiziológiai és morfológiai paraméterekre. Ezután a hormon-kezelt fertőzött növényeket hasonlítottam össze a hormon-kezeletlen fertőzött növényekkel vizsgálva a növényi hormonok hatását a golyvásüszög fertőzés intenzitására. A szántóföldi kísérletben a golyvásüszög fertőzés különböző koncentrációinak hatásait vizsgáltam a növényfiziológiai és a morfológiai paraméterekre.

Az eredmények statisztikai kiértékelését IBM SPSS Statistics 25 (Armonk, NY, USA) programmal végeztem.

2.1. A növényfiziológiai paraméterek meghatározása

2.1.1. A relatív klorofill-tartalom meghatározása

A relatív klorofill-tartalmat Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus (Minolta, Japan) készülékkel mértem a 4. és 5. teljesen kifejlett levélen. Növényenként öt ismétlésben mértem a SPAD-értéket, majd azok átlagát véve megkaptam, a relatív klorofill-tartalom értékét.

2.1.2. A fotoszintetikus pigmentek (klorofill-a, b és karotinoidok) tartalmának meghatározása

A növények fotoszintetikus pigmentjeinek tartalmát (klorofill-a, klorofill-b és karotinoidok) Moran és Porath (1980) és Wellburn (1994) módszerei segítségével határoztam meg az 5. levélből.

2.1.3. Az antioxidáns enzimek aktivitásának meghatározása

Az aszkorbát-peroxidáz (APX) és gvajakol-peroxidáz (POD) aktivitás meghatározásához a növényi mintákat Pukacka és Ratahczak (2005), a szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitás meghatározásához a növényi mintákat Giannopolities és Rice (1977) módszerei szerint készítettem elő. Az APX aktivitást Mishra és munkatársai. (1993), a POD aktivitást Zeislin és Ben-Zaken (1991), a SOD aktivitást pedig Beyer és Fridovich (1987) módszere szerint mértem az ötödik levélből.

2.1.4. A prolin koncentráció meghatározása

A prolin koncentrációt az ötödik levélből Carillo és Gibon (2011) módszerével határoztam meg.

2.1.5. A lipidperoxidáció mértékének meghatározása a képződő malondialdehid (MDA) - tartalom alapján

A képződő MDA-tartalmat Heath és Packer (1968) módszere szerint mértem az ötödik levélből.

2.1.6. Az elemtartalmak meghatározása ICP-OES készülékkel

Az alumínium (Al), a bór (Br), a kalcium (Ca), a króm (Cr), a réz (Cu), a vas (Fe), a kálium (K), a magnézium (Mg), a mangán (Mn), a nátrium (Na), a foszfor (P), az ólom (Pb), a kén (S) és a cink (Zn) elemtartalmakat a kukoricaszemekből határoztam meg. Az ICP mérést Tóth és munkatársai (2020) módszere alapján végeztem el.

2.1.7. A beltartalmi paramétereket meghatározása

A nyersfehérje, a nyersrost, a nyerszsír, a nyershamu, a nitrogén és a szárazanyag tartalmat Csapó és munkatársai (2020) módszere alapján határoztam meg a kukoricaszemekből.

2.2. A növénymorfológiai paraméterek mérése

2.2.1. *A szárátmérő vastagságának mérése*

A növények szárvastagságát a második és a harmadik nódusz közötti szárászen mértem tolómérővel.

2.2.2. *A növénymagasság mérése*

A növénymagasságot mérőszalaggal a talajfelszíntől a legfejlettebb levél eredéséig mértem.

2.2.3. *A száraz tömeg mérése*

A száraz tömeg mérésnél a mintavételt követően a teljes növényt elvágtam a talajfelszíntől papírzacskóba tettem, majd 65 °C-on 3 napig szárítószekrényben szárítottam. Ezt követően Ohaus AX223 (OHAUS Corporation, Parsippany, NJ, USA) analitikai mérlegen mértem a szárított minták súlyát.

2.2.4. *A generatív szakaszbeli morfológiai paraméterek mérése*

A kukoricacső hosszát mérőszalaggal mértem a csőkezdeménytől a csővégig. A kukoricacső átmérőt tolómérővel mértem. A kukorica szemtömeget 100 szem kiszámolását követően frissen és szárítás után lemértem. A szárítás 65 °C-on 3 napig szárítószekrényben történt. A kukoricacső tömeget a mintavételt követően analitikai mérlegen lemértem, a fertőzött növényeknél először lemértem az egész csövet, majd a golyvák eltávolítását követően lemértem a golyvák tömegét, majd az egész csőtömegből kivontam a golyvák tömegét.

3. Eredmények

3.1. Az üvegházi kísérlet eredményei

3.1.1. *A golyvásüszög fertőzés hatása a klorofill-tartalomra*

Az üvegházi kísérletben a golyvásüszög törzsek (1x7 és 7x12) fertőzése eltérően befolyásolta a relatív klorofill-tartalmat és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét levelenként, hibridenként és mintavételi időpontként. A negyedik levélben az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés az Armagnac hibridnél 7 NFU 23%-kal, Desszert 73 hibridnél 11 NFU 17%-kal, a Noa hibridnél mindkét mintavételi időpontban 36% és 60%-kal csökkentette a SPAD-értéket a negyedik levélben. Az ötödik levélben az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés szignifikánsan csökkentette a relatív klorofill-tartalmat mindegyik hibridnél mindkét mintavételi időpontban az összes hibridnél. Az Armagnac hibrid esetében 16% és 21%-kal, a P9025 hibrid esetében 20% és 34%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 15% és 27%-kal, a Noa hibrid esetében 38% és 38%-kal csökkent a relatív klorofill-tartalom 7 és 11 NFU. A fotoszintetikus pigmentek mennyiségeire hatással voltak az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés. Az Armagnac és a Desszert 73 hibrideknél 11 NFU (40%, 43% és 89%-kal az Armagnac hibrid, illetve 32%, 77% és 53%-kal a Desszert 73 hibrid esetén), a P9025 és Noa hibrideknél mindkét mintavételi időpontban csökkent a klorofill-a, a klorofill-b és a karotinoid tartalom az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés után a P9025 hibrid esetén a klorofill-a 38%, klorofill-b 31%, a karotinoidok 45%-kal, illetve 25% 18% és 23%-kal; A Noa hibrid esetén 78%, 44% és 84%-kal, illetve 90%, 181% és 185%-kal 7 és 11 NFU). A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés a negyedik levélben az Armagnac hibridnél 7 NFU 25%-kal, a Desszert 73 hibridnél 11 NFU 27%-kal, a Noa hibridnél mindkét mintavételi időpontban 49% és 34%-kal csökkentette, a P9025 hibridnél nem befolyásolta a relatív klorofill-tartalmat. A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés szignifikánsan csökkentette a relatív klorofill-tartalmat az ötödik levélben, az Armagnac hibrid esetén 31% és 28%-kal, a P9025 hibrid esetén 25% és 45%-kal, a Desszert 73 hibrid esetén 11% és 15%-kal, a Noa hibrid esetén 21% és 11%-kal 7 és 11 NFU. A 7x12 golyvásüszög törzs fertőzés a P9025, a Desszert 73 és a Noa hibridek fotoszintetikus pigmentjeinek (a klorofill-a, a klorofill-b és a karotinoidok) mennyiségét mindkét mintavételi időpontban csökkentette. Az Armagnac hibridnél a klorofill-a 38%-kal 7 NFU, a karotinoidok mennyisége 34% és 108%-kal 7 és 11 NFU, a P9025 hibridnél a klorofill-a 50% és 24%-kal, a klorofill-b 35% és 24%-kal, a karotinoidok mennyisége 76% és 85%-kal 7 és 11 NFU, a Desszert 73 hibridnél a klorofill-a 146% és 189%-kal, a klorofill-b 76% és 184%-kal, a karotinoidok mennyisége 79% és 119%-kal 7 és 11 NFU, a Noa hibridnél a klorofill-a 105% és

152%-kal, a klorofill-b 176% és 349%-kal, a karotinoidok mennyisége 176% és 119%-kal csökkent a kontrollhoz viszonyítva 7 és 11 NFU. A növényi hormonok hatásairól általánosságban elmondható, hogy a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések növelték, az etilén kezelés csökkentette a relatív klorofill-tartalmat és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét a két mintavételi időpontban hibridenként, levelenként eltérően befolyásolták a golyvásüszög fertőzést.

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés után Armagnac hibridnél a fertőzött növények negyedik levelében a citokinin kezelés 7 NFU 18%-kal, az auxin kezelés 11 NFU 22%-kal növelte a relatív klorofill-tartalmat. Az etilén kezelés mindkét mintavételi időpontban 30% és 55%-kal csökkentette a relatív klorofill-tartalmat a fertőzött növények negyedik levelében. Az ötödik levélben a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására az első mintavételi időpontban 22%, 28% és 21%-kal, a másodikban 18% 28% és 28%-kal magasabb SPAD-értéket mértem a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. Az etilén kezelés hatására 28%-kal csökkent a relatív klorofill-tartalom a fertőzött növények ötödik levelében 7 NFU. A P9025 hibridnél a negyedik levélben a citokinin és a gibberellin kezelések hatására szignifikánsan 22% és 19%-kal nőtt 7 és 11 NFU, az etilén kezelés hatására 15%-kal csökkent a relatív klorofill-tartalom 7 NFU. Az ötödik levélben a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására 24%, 25% és 30%-kal, illetve 30%, 21% és 40%-kal nőtt a SPAD-egység a fertőzött növényekben 7 és 11 nappal a fertőzés után. A Desszert 73 hibrid esetében a negyedik levelében a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására 41%, 25% és 27%-kal (7 NFU), illetve 44%, 42% és 50%-kal (11 NFU) magasabb SPAD-egységet mértem a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva 7 NFU. Az ötödik levélben a citokinin kezelés 44% és 58%-kal, az auxin kezel és 21% és 48%-kal mindkét mintavételi időpontban, a gibberellin kezelés 33%-kal 11 NFU növelte a fertőzött növények relatív klorofill-tartalmát. A Noa hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések növelték, az etilén kezelés csökkentette a relatív klorofill-tartalmat fertőzött növények negyedik levelében, az első mintavételi időpontban 39%, 37% és 29%-kal, a második mintavételi időpontban 89%, 71% és 88%-kal. Az ötödik levélben a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására 59%, 55% és 65%-kal, illetve 65%, 76% és 73%-kal nőtt a relatív klorofill-tartalom a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés után az Armagnac hibridnél a negyedik levélben a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések mindkét mintavételi időpontban növelték (15%, 27% és 27%-kal, illetve 13%, 13% és 25%-kal) az etilén kezelés 11 NFU 14%-kal csökkentette a SPAD-egységet. Az ötödik levélben a gibberellin és az auxin kezelések hatására mindkét

mintavételi időpontban (41% és 34%-kal, illetve 44% és 37%-kal) a citokinin kezelés hatására 7 NFU 35%-kal magasabb relatív klorofill-tartalmat mértem. A P9025 hibridnél a negyedik levélben az auxin kezelés 15% és 21%-kal növelte (7 és 11 NFU), az etilén kezelés 29%-kal csökkentette (7 NFU) a SPAD-egységet. Az ötödik levélben a citokinin és az auxin kezelések hatására mindkét mintavételi időpontban (19% és 31%-kal az első, 34% és 44%-kal a második), a gibberellin kezelés hatására 27%-kal nőtt a SPAD-egység a fertőzött növényekben 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél, a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására a negyedik levélben mindkét mintavételi időpontban nőtt, 31%, 27% és 21%-kal az első, illetve 24%, 28% és 15%-kal a második, az etilén kezelés hatására 105%, illetve 53%-kal csökkent a relatív klorofill-tartalom a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. Az ötödik levélben a citokinin, a gibberellin, illetve az auxin hormon kezelések hatására 44%, 32%, illetve 41%-kal magasabb relatív klorofill-tartalmat mértem 7 NFU. A második mintavételi időpontban a citokinin és a gibberellin kezelések 41% és 32%-kal növeltek a SPAD-egységet a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A Noa hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések a fertőzött növények 4. levélben szignifikánsan 41%, 52% és 74%-kal, illetve 67%, 16% és 64%-kal növelték a SPAD-egységet 7 és 11 NFU. Az etilén kezelés szignifikánsan 15% és 23%-kal csökkentette a relatív klorofill-tartalmat a fertőzött növények negyedik levelében 7 és 11 NFU. Az etilén kezelt golyvásüszög fertőzött növények 5. levelének szignifikánsan 22% és 30%-kal, illetve 50% és 74%-kal alacsonyabb volt a relatív klorofill-tartalma a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva mindkét mintavételi időpontban.

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés után az Armagnac hibridnél a citokinin kezelés a klorofill-a mennyiségét 7 NFU (20%-kal), a klorofill-b és a karotinoidok mennyiségét pedig 11 NFU növelte meg (25% és 78%-kal) a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A gibberellin kezelt fertőzött növényeknek statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt a klorofill-a (76%-kal) és a klorofill-b (168%-kal) tartalma, és a karotinoid tartalma (21%-kal) 7 NFU. Az auxin kezelés hatására a klorofill-a (21%-kal) és a karotinoidok mennyisége (29%-kal) 7 NFU, a klorofill-b mennyisége mindkét mintavételi időpontban csökkent (61%, illetve 86%-kal) a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. Az etilén kezelés a klorofill-b mennyiségét 7 és 11 NFU (21% és 28%-kal), a karotinoidok mennyiségét 7 NFU (36%-kal) szignifikánsan csökkentette a fertőzött növényekben. A P9025 hibridnél a klorofill-a mennyiségét a citokinin kezelés 11 NFU (87%-kal), a gibberellin és az auxin kezelések 44% és 31%-kal az első, illetve 25% és 37%-kal a második mintavételi időpontban szignifikánsan növelték a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez képest. A

klorofill-b tartalmat a citokinin kezelés 7 és 11 NFU 87% és 13%-kal, a gibberellin és az auxin kezelések 7 NFU 63% és 74%-kal szignifikánsan növelték a fertőzött növényekben. A karotinoidok mennyiségét a citokinin és a gibberellin kezelések mindkét mintavételi időpontban (19% és 36%-kal, az auxin kezelés 13%-kal szignifikánsan növelte a fertőzött növényekben 7 NFU. Az etilén kezelés hatására szignifikánsan 18% és 13%-kal alacsonyabb klorofill-b és karotinoid tartalmat mértem a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva 7 NFU. A Desszert 73 hibridnél a klorofill-a mennyiségét a citokinin kezelés 7 és 11 NFU 29% és 30%-kal, a gibberellin és az auxin kezelés 36% és 21%-kal 11 NFU szignifikánsan növelte a fertőzött növényekben. A citokinin kezelés hatására az első (48%-kal), a gibberellin és az auxin kezelések hatására mindkét mintavételi időpontban 97% és 62%-kal, illetve 69% és 64%-kal magasabb klorofill-b tartalmat mértem a fertőzött növényekben. A karotinoidok mennyiségét az auxin kezelés az első mintavételi időpontban 70%-kal csökkentette, a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések pedig 43%, 51%, illetve 29%-kal növelték a második mintavételi időpontban. Az etilén kezelés hatására szignifikánsan alacsonyabb 104%, 221% és 65%-kal klorofill-a és klorofill-b és karotinoid tartalmat mértem 7 NFU. A Noa hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan nőtt a golyvásüszög fertőzött növények klorofill-a (129%, 117% és 115%-kal, illetve 99%, 100%, 80%-kal), klorofill-b (61%, 31% és 74%-kal, illetve 188%, 142% és 192%-kal) és a karotinoid (137%, 76% és 127%-kal, illetve 170%, 133% és 146%-kal) tartalma mindkét mintavételi időpontban. Az etilén kezelés a klorofill-a, és a karotinoidok tartalmát 188% és 122%-kal 11 NFU, a klorofill-b tartalmát 75%-kal 7 NFU szignifikánsan leredukálta.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés az Armagnac hibridnél a klorofill-a mennyiségét a citokinin kezelés mindkét mintavételi időpontban (27% és 48%-kal), a gibberellin kezelés 7 NFU (42%-kal) növelte a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A klorofill-b mennyisége a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan 51% és 75%-kal kevesebb volt a fertőzött növényekben, a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva 7 NFU. A karotinoidok mennyisége nőtt, 139% és 49%-kal nőtt a citokinin (7 és 11 NFU), 78%-kal a gibberellin és 67%-kal az auxin (mindkét növényi hormonnál 7 NFU) kezelések hatására. Az etilén kezelés szignifikánsan csökkentette a klorofill-a és karotinoidok mennyiségét 60% és 144%-kal 11 NFU, és a klorofill-b mennyiségét 29% és 54%-kal 7 és 11 NFU a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A P9025 hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan magasabb klorofill-a (45%, 50% és 27%-kal, illetve 52%, 46% és 44%-kal) és klorofill-b (100%, 67% és 32%-kal, illetve 147%, 125% és 344%-kal) tartalmat mértem mindkét mintavételi időpontban. A karotinoidok

mennyiségét a citokinin és a gibberellin kezelések 7 és 11 NFU (55%-kal mindkét hormonnál az első, illetve 47% és 35%-kal a második), az auxin kezelés 11 NFU után 117%-kal növelte a fertőzött növényekben. Az etilén kezelés hatására a klorofill-a és a karotinoidok mennyisége 7 NFU (23% és 57%-kal), a klorofill-b mennyisége 11 NFU (79%-kal) szignifikánsan redukálódott. A Desszert 73 esetén a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések szignifikánsan növelték a klorofill-a mennyiségét 59%, 135% és 132%-kal az első, illetve 200%, 203% és 141%-kal a második mintavételi időpontban a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A klorofill-b mennyiségét az előbb említett növényi hormonok 29%, 33% és 103%-kal, illetve 187%, 232% és 140%-kal növelték 7 és 11 NFU. A karotinoidok tartalmát a citokinin, a gibberellin és az auxin növényi hormonok szignifikánsan 128%, 120% és 115%-kal 7 NFU, 186%, 211% és 140%-kal 11 NFU növelték a fertőzött növényekben. Az etilén kezelés a klorofill-a mennyiségét 35%-kal, a klorofill-b mennyiségét 42%-kal, a karotinoidok mennyiségét 323%-kal csökkentette a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva 7 NFU. A Noa hibrid esetében a szignifikánsan magasabb klorofill-a, klorofill-b és karotinoid tartalmat mértem a fertőzött növényekben a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva mindkét mintavételi időpontban. A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések szignifikánsan növelték a klorofill-a mennyiségét 99%, 122% és 182%-kal az első illetve 111%, 117% és 87%-kal a második mintavételi időpontban a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A klorofill-b mennyiségét az előbb említett növényi hormonok 321%, 229% és 265%-kal, illetve 442%, 270% és 162%-kal növelték 7 és 11 NFU. A karotinoidok tartalmát a citokinin, a gibberellin és az auxin növényi hormonok szignifikánsan 232%, 187% és 210%-kal 7 NFU, 248%, 182% és 96%-kal 11 NFU növelték a fertőzött növényekben. Az etilén kezelésnek nem volt szignifikáns hatása a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére egyik mintavételi időpontban sem.

3.1.2. A golyvásüszög fertőzés hatása az antioxidáns enzimek aktivitására

3.1.2.1. A golyvásüszög fertőzés hatása az aszkorbát-peroxidáz (APX) aktivitására

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés hatására mindkét mintavételi időpontban nőtt az APX aktivitás, az Armagnac esetében 91% és 181%-kal, a Desszert 73 esetében 139% és 157%-kal, a Noa esetében 127% és 125%-kal, azonban a P9025-nél az APX aktivitás szignifikánsan 97%-kal csak 7 NFU nőtt. A növényi hormonok hatásait kimutattam, mivel a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására csökkent az APX aktivitás az 1x7-es golyvásüszög törzskel fertőzött az Armagnac (106%, 73% és 76 %-kal), a Desszert 73 (121%, 52% és 43%-kal) és a Noa (60%, 139% és 107 %-kal) hibridekben 7 NFU. A második mintavételi időpontban

az Armagnac hibrid esetében 146%, 74% és 100%-kal, a P9025 hibrid esetében 118%, 76% és 74%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 157%, 135% és 50%-kal, a Noa hibrid esetében 66%, 123% és 146%-kal csökkent az APX aktivitás az előbb említett hormonok (a citokinin, a gibberellin, az auxin) hatására. Az etilén kezelés az Armagnac hibrid esetében (20%-kal) 7 NFU, a P9025 hibrid esetében (60% és 53%-kal), a Desszert 73 hibrid esetében (19% és 16%-kal), a Noa hibrid esetében (31% és 39%-kal) indukált nagyobb APX aktivitást az 1x7-es golyvásüszög törzzsel fertőzött növényekben 7 és 11 NFU.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzésének hatására a fertőzött növényekben nőtt az APX aktivitás, mindkét mintavételi időpontban, mind a négy hibridnél (az Armagnac esetében 148% és 181%-kal, a P9025 esetében 133% és 98%-kal, a Desszert 73 esetében 141%-kal és 141%-kal, a Noa esetében 102% és 119%-kal). A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelt golyvásüszög törzssel fertőzött növényekben szignifikánsan csökkent az APX aktivitás mind a négy hibridnél 7 és 11 NFU. Az első mintavételi időpontban a P9025 hibrid esetében 112%, 67% és 152%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 109%, 415% és 195%-kal, a Noa hibrid esetében 54%, 40% és 54%-kal csökkent az APX aktivitás az előbb említett hormonok hatására. Az Armagnac hibrid esetében a citokinin és a gibberellin kezelések redukálták az APX aktivitást a golyvásüszöggel fertőzött növényekben 27% és 24%-kal az első mintavételi időpontban. A második mintavételi időpontban az Armagnac hibrid esetében 38%, 105% és 89%-kal, a P9025 hibrid esetében 89%, 49% és 22%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 85%, 144% és 191%-kal, a Noa hibrid esetében 67%, 43% és 66%-kal csökkent az APX aktivitás a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására. Az etilén kezelés az Armagnac, Desszert 73 és Noa hibridek esetében, 72%, 19% és 34%-kal 7 NFU, 22%, 16% és 22%-kal 11 NFU, a P9025 hibridnél 41%-kal 11 NFU indukált nagyobb APX aktivitást a 7x12 golyvásüszög törzssel fertőzött növényekben.

3.1.2.2. A golyvásüszög fertőzés hatása a gvajakol-peroxidáz (POD) aktivitására

Az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés az Armagnac hibrid esetében 55% és 93%-kal, a P9025 hibrid esetében 71% és 137%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 247% és 208%-kal, a Noa hibrid esetében pedig 113% és 116%-kal növelte a POD aktivitást a kontrollhoz viszonyítva 7 és 11 NFU. A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések leredukálták a golyvásüszög törzs fertőzésének negatív hatását, mivel az Armagnac hibrid esetében 50%, 19%, 101%-kal, illetve 93%, 101%, 82%-kal, a P9025 hibrid esetében 47%, 26%, 66%-kal, illetve 47%, 52% és 43%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 123%, 72% és 118%-kal, illetve 92%, 96% és 164%-kal, a Noa hibrid esetében 75%, 135% és 85%-kal, illetve 68%, 106% és

40%-kal csökkent a POD aktivitás 7 és 11 NFU. Az etilén kezelés a golyvásüszög fertőzött hibridekben (az Armagnac, a P9025, a Desszert 73, a Noa) magasabb POD aktivitást indukált, az Armagnac hibrid esetében 24% és 14%-kal, a P9025 hibrid esetében 43% és 65%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 15% és 12%-kal, a Noa hibrid esetében 20% és 22%-kal az első és a második mintavételi időpontban.

A 7x12 golyvásüszög törzs fertőzés is magasabb POD aktivitást indukált a kontrollhoz viszonyítva mind a négy hibridben. Az Armagnac esetében 101% és 102%-kal, a P9025 esetében 123% és 290%-kal, a Desszert 73 esetében 242% és 218%-kal, a Noa esetében 110% és 101%-kal nőtt a POD aktivitás 7 és 11 NFU. A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések a 7x12 golyvásüszög törzssel fertőzött Armagnac hibridben 75%, 53% és 95%-kal, illetve 84%, 57% és 59%-kal, a P9025 hibridben 99%, 98% és 60%-kal, illetve 132%, 66%, 96%-kal, a Desszert 73 hibridben 61%, 86%, 102 %-kal, illetve 49%, 103%, 107 %-kal, a Noa hibridben 86%, 52% és 45%-kal illetve 81%, 30% és 38%-kal redukálódott a POD aktivitás 7 és 11 NFU. Az etilén az Armagnac hibrid esetében 14%-kal 11 NFU, a Desszert 73 hibrid esetében 13% és 17%-kal, a Noa hibrid esetében 18% és 27%-kal fokozta, míg a P9025 hibridnél nem befolyásolta szignifikánsan a POD aktivitást a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva.

3.1.2.3. A golyvásüszög fertőzés hatása a szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitására

A SOD aktivitás szignifikánsan növekedett az összes hibridben az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés hatására (az Armagnac hibrid esetén 36% és 42%-kal, a P9025 hibrid esetén 37% és 82%-kal, a Desszert 73 hibrid esetén 49% és 68%-kal, a Noa hibrid esetén pedig 68% és 29%-kal) a kontrollhoz viszonyítva a két mintavételi időpontban. A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések csökkentették golyvásüszög fertőzött növények SOD aktivitását az Armagnac (24%, 94% és 29%-kal 11 NFU), a P9025 (43%, 31% és 19 %-kal, illetve 74%, 41% és 34%-kal), a Desszert 73 (24%, 57% és 51%-kal, illetve 68%, 46% és 43%-kal), és a Noa (39%, 96% és 99%-kal, illetve 13%, 81% és 48%-kal) 7 és 11 NFU. Az etilén kezelés az 1x7-es golyvásüszög törzssel fertőzött Armagnac hibridnél 7 NFU 20%-kal, a P9025 hibridnél 7 és 11 NFU 22% és 17%-kal növelte, a Noa hibridnél 7 NFU 18%-kal csökkentette a SOD aktivitást.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés is magasabb SOD aktivitást indukált a kukorica hibridekben, az Armagnac esetén 12% és 44%-kal (7 és 11 NFU), a P9025 esetén 84%- és 136%-kal (7 és 11 NFU), a Desszert 73 esetén 25% és 86%-kal (7 és 11 NFU), a Noa esetén 38% és 39%-kal (7 és 11 NFU). A citokinin, a gibberellin és az auxin hormonok hatását itt is

kimutattam, ugyanis szignifikánsan csökkentették a SOD aktivitást, az Armagnac hibridnél 23%, 23% és 100%-kal, illetve 22%, 34% és 98%-kal, a P9025 hibridnél 136%, 155% és 145%-kal, illetve 194%, 242% és 266%-kal, a Desszert 73 hibridnél 55%, 26% és 43%-kal, illetve 61%, 60% és 93%-kal, a Noa hibridnél 54%, 73%, 31%-kal és, 69%, 58% és 45%-kal a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva, az első és második mintavételi időpontban. Az etilén kezelés az Armagnac hibrid esetén 10%-kal (11 NFU) növelte a SOD aktivitást, a többi hibridnél nem volt szignifikáns hatása.

3.1.3. A golyvásüszög fertőzés hatása a prolin koncentrációra

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés a P9025 hibridnél 14%-kal 11 NFU, a Noa hibridnél 49%-kal 7 NFU csökkentette a prolin koncentrációt a kontrollhoz viszonyítva, az Armagnac és Desszert 73 hibrideknél a prolin koncentrációt nem befolyásolta a golyvásüszög fertőzés. Az Armagnac hibridnél a citokinin kezelés 34%-kal növelte a prolin koncentrációt 7 NFU, majd a citokinin és az auxin kezelések 21% és 34%-kal csökkentették a golyvásüszög fertőzött növények prolin koncentrációját 11 NFU. A P9025 hibrideknél a gibberellin és az etilén kezelések 7 NFU 27% és 26%-kal, az etilén kezelés 7 NFU 20%-kal redukálta le a prolin koncentrációt. A Desszert 73 hibridnél az auxin kezelt fertőzött növényeknek 36% és 23%-kal alacsonyabb volt a prolin koncentrációjuk, mit a hormon-kezeletlen fertőzött növényeknek 7 és 11 NFU. A Noa hibridnél a citokinin és az etilén kezelések 40% és 39%-kal 7 NFU, a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések 19%, 20% és 20%-kal növelték a prolin koncentrációt a fertőzött növényekben 11 NFU.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés a P9025 és a Noa hibrideknél 16% és 17%-kal 7 NFU, a Desszert 73 hibridnél 9%-kal 11 NFU csökkentette, az Armagnac hibridnél nem volt hatással a prolin koncentrációra. Az Armagnac hibridnél a gibberellin kezelés szignifikánsan 8%-kal csökkentette a prolin koncentrációt a fertőzött növényekben 11 NFU. A P9025 hibridnél az auxin és etilén kezelt fertőzött növényekben 19% és 28%-kal magasabb prolin koncentrációt mértem 7 NFU. A gibberellin kezelés szignifikánsan 11%-kal csökkentette, az etilén kezelés szignifikánsan 12%-kal növelte a prolin koncentrációt 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél az auxin kezelés 36% és 23%-kal csökkentette a prolin koncentrációt a fertőzött növényekben 7 és 11 NFU.

3.1.4. A golyvásüszög fertőzés hatása a képződő MDA-tartalomra

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés hatására az Armagnac hibridben 238%-kal 11 NFU, a P9025 hibridben 138% és 132%-kal, a Desszert 73 hibridben 139% és 843%-kal, a Noa hibridben 65% és 158%-kal nőtt az MDA-tartalom a kontrollhoz viszonyítva 7 és 11 NFU. Az Armagnac hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések 138%, 120% és 154%-kal leredukálták az MDA-tartalmat 11 NFU. A P9025, a Desszert 73 és a Noa hibridekben a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására alacsonyabb MDA-tartalmat mértem a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez képest, a P9025 esetén 93%, 76% és 99%-kal, illetve 82%, 43% és 168%-kal, a Desszert 73 esetén 262%, 276% és 241%-kal, illetve 111%, 139%, 208%-kal, a Noa esetén 82%, 269% és 187%-kal, illetve 128%, 69% és 128%-kal. Az etilén kezelés az Armagnac hibridben 343 %-kal (7 NFU), a P9025 hibridben 37%-kal (11 NFU), a Desszert 73 hibridben 31% és 51%-kal (7 és 11 NFU), a Noa hibridben 128% és 96%-kal (7 és 11 NFU) nagyobb MDA-tartalmat indukált a fertőzött növényekben.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés hatására az Armagnac hibridben 114%-kal (7 NFU), a P9025 hibridben 182% és 215%-kal (7 és 11 NFU) a Desszert 73 hibridben 262% és 117%-kal (7 és 11 NFU), a Noa hibridben 254% és 151%-kal (7 és 11 NFU) mértem magasabb MDA-tartalmat a kontrollhoz viszonyítva. Az Armagnac hibrid esetén a citokinin kezelés 84%-kal (7 NFU), a gibberellin kezelés 46% és 38%-kal (7 és 11 NFU) csökkentette az MDA-tartalmat a fertőzött növényekben. A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések a P9025 hibrid esetén 93%, 76% és 99%-kal, illetve 82%, 43% és 168%-kal, a Desszert 73 hibrid esetén 262%, 276% és 241%-kal, illetve 111%, 139% és 208%-kal, a Noa hibrid esetén 82%, 269% és 187%-kal, illetve 128%, 69% és 128%-kal szignifikánsan redukálták az MDA-tartalmat a golyvásüszög fertőzött növényekben mindkét mintavételi időpontban. Az etilén kezelés hatására az Armagnac hibridben 25% és 173%-kal (7 és 11 NFU), a P9025 hibridben 60% és 26%-kal (7 és 11 NFU), a Desszert 73 hibridben 57%-kal (11 NFU), a Noa hibridben 134%-kal (11 NFU) magasabb MDA tartalmat mértem, mint a hormon-kezeletlen fertőzött növényekben.

3.1.5. A golyvásüszög fertőzés hatása a morfológiai paraméterekre

3.1.5.1. A golyvásüszög fertőzés hatása a szárátmérő vastagságára

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés hatására szignifikánsan 22%-kal vastagabb szárátmérőt mértem a Desszert 73 hibrid esetén a kontrollhoz viszonyítva 7 NFU, a többi hibridre nem volt szignifikáns hatása a golyvásüszög fertőzésnek. A gibberellin kezelés szignifikánsan 26%-kal növelte a szárátmérőt az Armagnac hibrid esetén és 12%-kal

csökkentette a Desszert 73 hibrid esetén 11 NFU. Az etilén kezelés hatására vastagabb szárátmérőt mértem az Armagnac hibrid esetében 18% és 18%-kal, a P9025 hibrid esetén 16% és 21%-kal, a Desszert 73 hibrid esetén 29% és 37%-kal, a Noa hibrid esetén 21% és 33%-kal 7 és 11 NFU.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzése szignifikánsan 17%-kal, illetve 43% és 25%-kal növelte a szárátmérő vastagságát az Armagnac (7 NFU) és a Desszert 73 (7 és 11 NFU) hibrideknél a kontrollhoz viszonyítva. Az Armagnac hibridnél a citokinin kezelés szignifikánsan 12%-kal csökkentette a fertőzött növények szárátmérőjét a második mintavételi időpontban. A P9025 hibridnél az etilén kezelés hatására 29% és 24%-kal vastagabb szárátmérőt mértem a fertőzött növényeken 7 és 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan 36%, 41%, 36%-kal, illetve 33%, 47%, 29%-kal csökkent a fertőzött növények szárátmérő vastagsága 7 és 11 NFU. A Noa hibridnél az etilén kezelés hatására 36%-kal nőtt a szárátmérő vastagsága 11 NFU.

3.1.5.2. A golyvásüszög fertőzés hatása a növénymagasságra

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés a Desszert 73 hibridnél szignifikánsan 19%-kal csökkentette a növénymagasságot a kontrollhoz viszonyítva 7 NFU. Az Armagnac hibridnél a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan 29%, 80% és 60%-kal nőtt a növénymagasság 7 NFU. A citokinin és az etilén kezelések szignifikánsan 29% és 41%-kal csökkentették a fertőzött növények magasságát 11 NFU. A P9025 hibridnél a gibberellin kezelés 56% és 24%-kal növelte, az etilén kezelés 36% és 35%-kal csökkentette a növénymagasságot 7 és 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél a gibberellin kezelés hatására 24%-kal magasabb növénymagasságot mértem a fertőzött növényeken 7 NFU. Az etilén kezelés mindkét mintavételi időpontban lecsökkentette a fertőzött növények magasságát (27%, illetve 77%-kal). A Noa hibridnél a citokinin kezelés az első (26%-kal), a gibberellin kezelés mindkét mintavételi időpontban szignifikánsan (54%, illetve 70%-kal) növelte a növénymagasságot. Az etilén kezelés hatására 59% és 64%-kal alacsonyabb növénymagasságot mértem 7 és 11 DAPI.

A 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés az Armagnac hibrid esetén 17%-kal (11 NFU), a P9025 hibrid esetén 20% és 15%-kal (7 és 11 NFU), a Noa hibrid esetén 20% és 17%-kal (7 és 11 NFU) szignifikánsan csökkentette a növénymagasságot, a kontrollhoz viszonyítva. Az Armagnac hibridnél a citokinin kezelés 33%-kal (7 NFU), a gibberellin és az auxin kezelések 80% és 70%-kal, illetve 36% és 22%-kal szignifikánsan növelték a növénymagasságot a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva 7 és 11 NFU. A P9025 hibridnél az auxin kezelt fertőzött növények szignifikánsan 16%-kal magasabbak voltak, mint a hormon-

kezeletlen fertőzött növények 7 NFU. A gibberellin kezelés hatására szignifikánsan 67% és 24%-kal nőtt a növénymagasság 7 és 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél a gibberellin kezelt fertőzött növények szignifikánsan 15%-kal magasabbak voltak, mint a hormon-kezeletlen fertőzött növények 11 NFU. A Noa hibridnél a gibberellin és az auxin kezelések hatására 65% és 25%-kal az első-, 96% és 14%-kal a második mintavételi időpontban nőtt a fertőzött növények magassága a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A citokinin kezelés hatására a második mintavételi időpontban 16%-kal nőtt a fertőzött növények magassága. Az etilén kezelés hatására a fertőzött növényeknél alacsonyabb növénymagasságot mértem mindegyik hibridnél mindkét mintavételi időpontban, az Armagnac hibrid esetében 36% és 27%-kal, a P9025 hibrid esetében 31% és 48%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 77% és 99%-kal, a Noa hibrid esetében 59% és 42%-kal.

3.1.5.3. A golyvásüszög fertőzés hatása a biomassza produkcióra

Az 1x7-es golyvásüszög törzs fertőzés szignifikánsan 21%, illetve 34%-kal csökkentette az Armagnac és a P9025 hibridek száraz tömegét a kontrollhoz viszonyítva 11 NFU. Az Armagnac hibridnél az auxin kezelés 50%-kal az első mintavételi, a gibberellin kezelés 85% és 22%-kal mindkét mintavételi időpontban növelte száraz tömeget. A citokinin kezelés hatására 45%-kal (11 NFU), az etilén kezelések hatására szignifikánsan 46%-kal (11 NFU) csökkent a fertőzött növények biomassza produkciója. A P9025 hibridnél a gibberellin kezelés hatására 33% és 64%-kal magasabb, az etilén kezelés hatására 85% és 41%-kal alacsonyabb száraz tömeget mértem a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez képest mindkét mintavételi időpontban. Az auxin kezelés statisztikailag igazolhatóan 31%-kal növelte a fertőzött növények biomassza produkcióját 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél a gibberellin és auxin kezelések hatására 48% és 69%-kal, illetve 26% és 25%-kal magasabb, az etilén kezelés hatására 62% és 93%-kal alacsonyabb száraztömeg mértem 7 és 11 NFU. A Noa hibridnél a gibberellin kezelés 35% és 28%-kal fokozta, az etilén kezelés 59% és 64%-kal redukálta a fertőzött növények biomassza produkcióját a két mintavételi időpontban.

A 7x12-es golyvásüszög törzs a P9025 hibridnél 34%-kal (11 NFU), a Desszert 73 hibridnél 41%-kal (7 NFU) szignifikánsan csökkentette a fertőzött növények száraz tömegét a kontrollhoz viszonyítva. Az Armagnac hibridnél a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan 47% és 61%-kal nőtt a fertőzött növények száraz tömege 7 NFU. Az etilén kezelés 85% és 79%-kal csökkentette a fertőzött növények biomassza produkcióját 7 és 11 NFU. A P9025 hibridnél a gibberellin és az auxin kezelések hatására szignifikánsan 53% és 36%-kal, illetve 75% és 23%-kal magasabb, az etilén kezelés hatására szignifikánsan 38% és

56%-kal alacsonyabb száraz tömeget mértem 7 és 11 NFU. A Desszert 73 hibridnél a gibberellin kezelés 62% és 59%-kal növelte, az etilén kezelés 60% és 156%-kal csökkentette a fertőzött növények biomassza produkcióját 7 és 11 NFU.

3.2. A szántóföldi kísérlet eredményei

3.2.1. *A golyvásüszög fertőzés hatása a klorofill-tartalomra*

A relatív klorofill-tartalomra a 7x12 golyvásüszög törzs fertőzésnek szignifikáns hatása volt az összes hibridnél. Az Armagnac hibrid relatív klorofill-tartalma szignifikánsan 30%, 48% és 49%-kal csökkent a 2 500-as, 5 000-es és 10 000-es sejtszámú fertőzések hatására 7 NFU. A különböző koncentrációk (2 500, 5 000 és 10 000 sporidiumszám/ml) 41%, 56% és 67%-kal redukáltak a SPAD-egységet a fertőzött növényekben a kontrollhoz viszonyítva 14 NFU. A 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú fertőzés, statisztikailag igazolhatóan, 31% és 25%-kal redukálta a SPAD-egységet a P9025 hibridben 7 és 14 NFU. A 2 500 és 5 000 sporidiumszámú kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása a relatív klorofill-tartalomra. A Desszert 73 hibridben a 2 500-as sejtszámmal fertőzött növényekben szignifikánsan 40%, az 5 000-es sejtszámmal fertőzött növényekben 52%, a 10 000-es sejtszámmal fertőzött növényekben 57%-kal szignifikánsan alacsonyabb relatív klorofill-tartalmat mértem a kontrollhoz viszonyítva 7 NFU. A második mintavételi időpontban szignifikánsan 58%, 70% és 64%-kal csökkent a SPAD-egység a 2 500, 5 000 és 10 000-es sporidium/ml koncentrációjú fertőzött növényekben. A Noa hibrid esetén erőteljes relatív klorofill-tartalom degradációt figyeltem meg a különböző koncentrációjú kezelések hatására. A 2 500, 5 000 és 10 000-es sporidium/ml koncentrációjú kezelések hatására 7 NFU szignifikánsan 37%, 53% és 42%-kal, 14 NFU 105%, 120% és 101%-kal kevesebb a SPAD-egységet mértem a kontrollhoz viszonyítva.

A különböző koncentrációjú kezelések statisztikailag igazolhatóan befolyásolta a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét szántóföldi körülmények között, mindegyik hibrid esetén. Az Armagnac hibrid esetén szignifikánsan csökkent a klorofill-a, klorofill-b és karotinoidok tartalma mindkét mintavételi időpontban mindegyik kezelés hatására. A 2 500-, 5 000- és 10 000 koncentrációjú (sporidiumszám/ml) kezelések miatt a klorofill-a 66%, 97% és 101%-kal a klorofill-b 55%, 76% és 71%-kal, a karotinoidok mennyisége 32%, 74% és 97%-kal csökkent a kontrollhoz viszonyítva 7 NFU. A második mintavételi időpontban redukálták a kezelések a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét, ez az arány a klorofill-a-nál 64%, 74% és 81%. a klorofill-b-nél 56%, 62% és 64%, a karotinoidoknál 83%, 89% és 99% volt a 2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszámú kezelések hatására. A P9025 hibrid esetén a klorofill-a 16%, 86% és 81%-kal, a klorofill-b 67%, 85% és 95%-kal, a karotinoidok mennyisége pedig 53%,

65% és 73%-kal szignifikánsan csökkent a 2 500-as, 5 000-es és 10 000-es sporidiumsorszámú kezelések hatására a kontrollhoz viszonyítva 7 NFU. A második mintavételi időpontban a klorofill-b 68%, 79% és 97%-kal, a karotinoidok 58%, 85% és 102%-kal csökkent a különböző koncentrációjú fertőzések hatására. A klorofill-a mennyiségét statisztikailag igazolhatóan az 5 000-es és 10 000-es sporidiumsorszámú kezelések 127% és 131%-kal redukálták a kontrollhoz hasonlóan 14 NFU. A Desszert 73 hibrid esetében 2 500-, 5 000- és 10 000-es koncentrációjú (sporidiumsorszám/ml) fertőzött növényekben szignifikánsan 87%, 127% és 147%-kal kevesebb klorofill-a-t, 46%, 89% és 116%-kal kevesebb klorofill-b-t, és 40%, 48% és 60%-kal kevesebb karotinoidot mértem a kontrollhoz viszonyítva 7 NFU. A második mintavételi időpontban a kezelések (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumsorszám/ml) a klorofill-a koncentrációját 255%, 286% és 315%-kal, a klorofill-b koncentrációját 76%, 107% és 127%-kal, a karotinoidok koncentrációját 53%, 217% és 203%-kal redukálták a kontrollhoz viszonyítva. A Noa hibrid esetén a golyvásüszög fertőzés koncentrációi (2 500-, 5 000- és 10 000- sporidiumsorszám/ml) redukálták a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét. Az első mintavételi időpontban, statisztikailag igazolhatóan, a klorofill-a 79%, 75% és 106%-kal, a klorofill-b 65%, 119% és 121%-kal, a karotinoidok 123%, 185% és 319%-kal csökkentek a kontrollhoz viszonyítva a 2 500-, 5 000- és 10 000- sporidiumsorszám/ml kezelések hatására. Tizennégy nappal a fertőzés után, ez az arány a klorofill-a-nál 129%, 162%, 169%, a klorofill-b-nél 170%, 214% és 244%, a karotinoidok-nál 221%, 380% és 447% volt.

3.2.2. A golyvásüszög fertőzés hatása az antioxidáns enzimek aktivitására

3.2.2.1. A golyvásüszög fertőzés hatása az aszkorbát-peroxidáz (APX) aktivitására

A 7x12-es golyvásüszög törzs koncentrációinak (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidium szám/ml) fertőzése statisztikailag igazolhatóan megemelte az összes hibrid APX aktivitását mindkét mintavételi időpontban. Az Armagnac hibrid esetében a 2 500-, 5 000- és 10 000-es koncentrációjú fertőző anyagok hatására szignifikánsan 54%, 128% és 144%-kal, illetve 81%, 117% és 178%-kal növelték a fertőzött növények APX aktivitását a kontrollhoz viszonyítva 7 és 14 NFU. A P9025 hibridnél szintén megemelkedett a különböző koncentrációjú fertőzött növények APX aktivitása 72%, 63% és 83%-kal az első, illetve 60%, 96% és 88%-kal a második mintavételi időpontban. A Desszert 73 hibridnél 99%, 129% és 145%-kal, illetve 126%, 159% és 190%-kal növekedett a 2 500-, 5 000- és 10 000-es sporidium számú golyvásüszög fertőzött növényekben 7 és 14 NFU. A Noa hibridben 2 500-, 5 000- és 10 000-es sporidium számú fertőző anyagok hatásaira statisztikailag igazolhatóan 66%, 96% és 119%-kal, illetve 114%, 184% és 186%-kal emelkedett az APX aktivitás a kontrollhoz viszonyítva.

3.2.2.2. *A golyvásüszög fertőzés hatása a gvajakol-peroxidáz (POD) aktivitására*

A 7x12-es golyvásüszög törzs koncentrációi (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidium szám/ml) fertőzésének hatását szintén kimutattam, mivel magasabb POD aktivitást mértem a fertőzött növényekben a kontrollhoz viszonyítva az összes hibridnél 7 és 14 NFU. Az Armagnac hibrid esetében a különböző koncentrációk 45%, 53% és 57%-kal, illetve 65%, 111% és 164%-kal, a P9025 hibrid esetén 43%, 74% és 65%-kal, illetve 81%, 94% és 91%-kal, a Desszert 73 hibrid esetén 149%, 197% és 259%-kal, illetve 163%, 230% és 274%-kal, a Noa hibrid esetén 78%, 82% és 112%-kal, illetve 84%, 179% és 248%-kal növelték a POD aktivitást a kontrollhoz viszonyítva 7 és 14 NFU.

3.2.2.3. *A golyvásüszög fertőzés hatása a szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitására*

A 7x12-es golyvásüszög törzs koncentrációi (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszám/ml) magasabb SOD aktivitást indukáltak a fertőzött növényekben a kontrollhoz képest mindegyik hibridnél, mindkét mintavételi időpontban. A golyvásüszög fertőzés koncentrációi az Armagnac hibridnél 33%, 30% és 49%-kal, illetve 55%, 55% és 53%-kal, a P9025 hibridnél 38%, 63% és 57%-kal, illetve 73%, 79% és 75%-kal, a Desszert 73 hibridnél 24%, 29% és 46%-kal, illetve 41%, 60% és 74%-kal, a Noa hibridnél 82%, 93% és 107%-kal, illetve 81%, 88% és 119%-kal indukált magasabb SOD aktivitást a kontrollhoz viszonyítva 7 és 14 NFU.

3.2.3. *A golyvásüszög fertőzés hatása a prolin koncentrációra*

A 7x12-es golyvásüszög törzs koncentrációi (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszám/ml) eltérően befolyásolták a prolin koncentrációt hibridenként. Az Armagnac hibridnél az első mintavételi időpontban az összes koncentráció 16%, 24% és 46%-kal a második mintavételi időpontban az 5 000 sporidiumszám/ml koncentráció 12%-kal emelte meg a prolin koncentrációt a fertőzött növényekben a kontrollhoz viszonyítva. A P9025 hibridnél a 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú fertőzés szignifikánsan 40%-kal csökkentette a prolin koncentrációt 7 NFU. A Desszert 73 hibridnél az 5 000-es sporidiumszám/ml kezelés hatására szignifikánsan 14%, illetve 13%-kal nőtt a prolin koncentráció a fertőzött növényekben 7 és 14 NFU. A Noa hibridnél az 5 000-es és 10 000-es sporidiumszám/ml kezelések 16% és 23%-kal, illetve 18% és 19%-kal csökkentették a prolin koncentrációt a kontrollhoz viszonyítva 7 és 14 NFU.

3.2.4. *A golyvásüszög fertőzés hatása a képződő MDA-tartalomra*

Az MDA-tartalom szignifikánsan nőtt a 7x12-es golyvásüszög törzs koncentrációinak (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszám/ml) fertőzésének hatására a kontrollhoz viszonyítva az összes hibridnél. A különböző golyvásüszög koncentrációk fertőzésének hatására az Armagnac hibrid esetében 53%, 88% és 67%-kal, illetve 113%, 164% és 183%-kal, a P9025 hibrid esetében 77%, 85% és 86%-kal, illetve 63%, 93% és 83%-kal, a Desszert 73 hibrid esetében 153%, 204% és 272%-kal, illetve 147%, 193% és 241%-kal, a Noa hibrid esetében 162%, 188% és 235%-kal, illetve 196%, 213% és 251%-kal magasabb MDA-tartalmat mértem a kontrollhoz viszonyítva, 7 és 14 NFU.

3.2.5. *A golyvásüszög fertőzés hatása a morfológiai paraméterekre*

3.2.5.1. *A golyvásüszög fertőzés hatása a szárátmérő vastagságára*

A 7x12-es golyvásüszög törzs koncentrációinak (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszám/ml) fertőzésére eltérően reagáltak a hibridek. Az Armagnac hibridnél a 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú fertőzés 15% és 16%-kal 7 és 14 NFU, az 5 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú fertőzés 13%-kal növelte meg a szárátmérő vastagságát a kontrollhoz viszonyítva a második mintavételi időpontban. A P9025 hibridnél a 10 000 koncentrációjú fertőzött növényeknek szignifikánsan 22%-kal volt vastagabb a száruk 7 NFU. A Desszert 73 hibridnél az összes golyvásüszög koncentrációjú fertőzött növényeknek magasabb volt a szárátmérője mindkét mintavételi időpontban, az elsőben 16%, 24% és 24%-kal, a másodikban 16%, 17% és 24%-kal. A Noa hibridnél a 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú golyvásüszög fertőzés 17% és 24%-kal mindkét, a 2 500- és 5 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú golyvásüszög fertőzés 17% és 21%-kal a második mintavételi időpontban növelte meg a fertőzött növények szárátmérőjét.

3.2.5.2. *A golyvásüszög fertőzés hatása a növénymagasságra*

A növénymagasságra szintén hatással volt a 7x12-es golyvásüszög törzs fertőzés. Az Armagnac és a P9025 hibrideknél a 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú fertőzés szignifikánsan csökkentette a növénymagasságot az Armagnac hibrid esetében 14% és 16%-kal, a P9025 hibrid esetében 24% és 25%-kal a kontrollhoz viszonyítva. 7 és 14 NFU. a Desszert 73 hibrid esetén a 2 500 és a 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációk szignifikánsan 31% és 24%-kal, illetve 36% és 42%-kal csökkentették a növénymagasságot az első és a második mintavételi időpontban. A Noa hibridnél 21%, 23% és 29%-kal, illetve 28%, 35% és 41%-kal

alacsonyabb növénymagasságot mértem a golyvásüszög koncentrációi (2 500-, 5 000- és 10 000 sporidiumszám/ml) fertőzése után 7 és 14 NFU

3.2.5.3. A golyvásüszög fertőzés hatása a csőparaméterekre a Desszert 73 és a Noa hibrideknél

A generatív szakaszban csak a 10 000 sporidiumszám/ml koncentrációjú golyvásüszög fertőzés okozott tüneteket a Desszert 73 és a Noa hibrideken 21 nappal a fertőzés után (21 NFU), a többi koncentrációt (2 500 és 5 000 sporidiumszám/ml) a csemegekukorica hibridek tolerálták, a takarmánykukorica hibridek (Armagnac és P9025) pedig ellenálltak a golyvásüszög fertőzésnek ebben a fenológiai fázisban. A golyvásüszög fertőzés statisztikailag igazolhatóan szignifikánsan 19% és 30%-kal csökkentette a csőhosszúságot a Desszert 73 és a Noa hibrideknél 21 NFU. A csőátmérőre nem volt szignifikáns hatása a golyvásüszög fertőzésnek.

A legnagyobb koncentrációjú golyvásüszög fertőzés szignifikánsan 41% és 18%-kal csökkentette a Desszert 73 és Noa hibridek össz-szemtömegét 21 NFU.

A golyvásüszög fertőzés szignifikánsan 21% és 17%-kal csökkentette a Desszert 73 és Noa hibridek 100 szem frisstömegét a kontrollal egybevetve 21 NFU. A fertőzés hatását a 100 szem száraztömegénél is kimutattam, mivel a Desszert 73 és Noa hibrideknél 51% és 59%-kal csökkent a fertőzött növények szemtömege 21 NFU.

3.2.6. A golyvásüszög fertőzés hatása a kukoricaszemek beltartalmi paramétereire

A golyvásüszög fertőzés a Desszert 73 és a Noa hibrideknél statisztikailag igazolhatóan a szárazanyagot 10% és 5%, a zsírt 9% és 11%, a fehérje tartalmat pedig 13% és 15%-kal csökkentette a kontrollhoz viszonyítva 21 NFU. A rost, nyershamu és nitrogén mennyiségét a golyvásüszög fertőzés szignifikánsan nem befolyásolta.

3.2.7. *A golyvásüszög fertőzés hatása az elemtartalomra*

A golyvásüszög fertőzés hatására a Desszert 73 és Noa hibridek magnézium (Mg^{2+}), és mangán (Mn^{2+}) tartalma szignifikánsan csökkent 15% és 25%-kal a Desszert 73, 8% és 15%-kal a Noa hibridben a kontrollhoz viszonyítva. Az alumínium (Al^{3+}), kalcium (Ca^{2+}) és kén (S^-) szignifikánsan 182%, 12% és 7%-kal emelkedett a Desszert 73 és 105%, 8% és 15%-kal a Noa hibridben a golyvásüszög fertőzés hatására. A réz (Cu), bór (B^+), foszfor (P^+) és cink (Zn^{2+}) mennyisége statisztikailag igazolhatóan 11%, 11%, 12% és 6%-kal lecsökkent a Desszert 73 hibridben a kontrollhoz viszonyítva. A kálium (K^+) tartalom szignifikánsan 5%-kal csökkent a Noa hibridben 21 NFU.

4. Az értekezés új tudományos eredményei

- 1. A kísérletben használt mind a négy hibrid (Armagnac, P9025, Noa és Desszert 73) a golyvásüszög fertőzés tüneteit mutatta a mesterséges fertőzést követően a vegetatív fázisban. Ebből az a következtetés vonható le, hogy ezek a kukorica hibridek szenzitívek a golyvásüszöggel szemben.**
- 2. A golyvásüszög fertőzés hatására magasabb MDA-tartalom keletkezett a fertőzött növényekben, a kontroll, golyvásüszöggel nem fertőzött növényekhez képest, üvegházi és szántóföldi körülmények között. Az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés után 50-200%, a 7x12 golyvásüszög törzs fertőzése után 100-300%-kal emelkedett az MDA-tartalom a fertőzött növényekben, a kontrollhoz viszonyítva. A növekedési ráta hibridenként és mintavételi időpontonként eltérő volt. Az MDA-tartalom stressz marker, amely felhalmozódik a növényekben abiotikus és biotikus stressz hatására. A golyvásüszög fertőzésre adott MDA-tartalom növekedést, a kutatók eddig még nem írták le.**
- 3. Szintén kimutattam az antioxidáns enzimaktivitás (aszcorbát-peroxidáz, gvajakol-peroxidáz, szuperoxid-dizmutáz) növekedését a golyvásüszög fertőzést követően. Az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzés hatására az APX aktivitás 90-100%, a POD aktivitás 50-140%, a SOD aktivitás 30-90%-kal, a 7x12 golyvásüszög törzs fertőzése után ez az arány, az APX aktivitásnál 90-180%, a POD aktivitásnál 100-300%, a SOD aktivitásnál 10-140% volt, a kontrollhoz viszonyítva. Az enzimaktivitás növekedés hibridenként és mintavételi időpontonként eltérő volt. Az antioxidáns enzimek részt vesznek a kultúrnövény védekezési mechanizmusában. A golyvásüszög kórokozóval szemben eddig még nem tanulmányozták az aktivitásukat.**
- 4. A generatív szakaszban végzett mesterséges csőfertőzés a csemegekukorica hibrideket támadta meg, a takarmánykukorica hibridek ellenálltak a fertőzésnek. A 7x12 golyvásüszög fertőzés hatására a csőhossz a Desszert 73 hibrid esetében 19%-kal, a Noa hibrid esetében 30%-kal, a szemtömeg 41%-kal a Desszert 73 hibrid és 18%-kal a Noa hibrid esetében, a 100 szem frisstömeg 21% és 17%-kal, a 100 szem száraztömeg 51% és 59%-kal csökkent a Desszert 73 és a Noa hibridek esetében. Ez alapján feltételezhető, hogy a takarmánykukorica hibridek a későbbi**

fenológiai fázisban ellen tudnak állni a fertőzésnek, illetve, hogy tünetmentes átvészelik (tolerálják) a fertőzést.

5. A citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések kedvező hatással voltak a golyvásüszög fertőzés intenzitásának mérséklésére. A növényfiziológiai paraméterek közül a klorofill-tartalom növekedett, az antioxidáns enzimaktivitások (aszcorbát-peroxidáz, gvajakol-peroxidáz, szuperoxid-dizmutáz) és az MDA-tartalom csökkentek a hormon-kezeletlen és golyvásüszöggel fertőzött növényekben mért értékekhez viszonyítva. Az 1x7 golyvásüszög törzsszel fertőzött növényekben az előbb említett növényi hormonok a relatív-klorofill tartalmat 10-100%, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét 15-200%-kal növelték, az APX aktivitást 43-150%, a POD aktivitást 19-164%, a SOD aktivitást 5-81%, az MDA-tartalmat 48-337%-kal csökkentették a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A 7x12 golyvásüszög törzsszel fertőzött növényekben a citokinin, a gibberellin és az auxin hormonok a relatív-klorofill tartalmat 13-74%, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét 27-321%-kal növelték, az APX aktivitást 24-415%, a POD aktivitást 45-132%, a SOD aktivitást 22-266%, az MDA-tartalmat 43-266%-kal csökkentették a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A növekedési és csökkenési ráta hibridenként, mintavételi időpontonként, golyvásüszög törzsként, illetve növényi hormononként eltérő volt. Az előbb említett hormonok stabilizálhatják a növények védekező mechanizmusát.

- 6. Az etilén kezelés ezzel szemben, fokozta a fertőzés hatását. A növényfiziológiai paraméterek közül a klorofill-tartalom csökkent, az antioxidáns enzimek aktivitása (aszcorbát-peroxidáz, gvajakol-peroxidáz, szuperoxid-dizmutáz) és az MDA-tartalom nőtt. Az 1x7 golyvásüszög törzs fertőzött növényekben az etilén hormon a relatív klorofill-tartalmat 15-39%-kal, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét 13-192%-kal csökkentette, az APX aktivitást 16-53%, a POD aktivitást 12-65%, a SOD aktivitást 17-22%, az MDA-tartalmat 31-343%-kal növelte a hormon-kezeletlen fertőzött növényekhez viszonyítva. A 7x12 golyvásüszög törzs fertőzött növényekben az etilén hormon a relatív klorofill-tartalmat 14-105%, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét 23-323%-kal csökkentette, az APX aktivitást 16-72%, a POD aktivitást 13-27%, az MDA tartalmat 25-173%-kal növelte. A növekedési és csökkenési ráta hibridenként, mintavételi időpontonként különbözött. Az etilén fontos szerepet játszik az öregedésben, ezáltal csökkenti a növények védekezési rendszerét.**

5. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

1. Mind a két golyvásüszög törzs (1x7 és 7x12) sikeresen megfertőzte mind a négy kukorica hibridet az üvegházi és a szántóföldi kísérletben egyaránt. A **vegetatív szakaszban a kultúrnövény nem lesz ellenálló a golyvásüszög fertőzés ellen**, ami miatt a megelőzés nagyon fontos eleme a védekezésnek.
2. A szántóföldi kísérletben, az alacsonyabb koncentrációjú (2 500 és 5 000 sporidiumszám/ml) fertőzéseket, a takarmánykukorica (Armagnac és P9025) és a Desszert 73 hibridek jól tolerálták. A morfológiai paraméterekben (a növénymagasság és a szárátmérő) nem okozott szignifikáns változást a golyvásüszög fertőzés. Kimutattam, hogy a generatív szakaszban a hibridek tolerálták az alacsonyabb koncentrációjú (2 500 és 5 000 sporidiumszám/ml) fertőzéseket mivel, nem alakult ki golyvás daganat a mesterséges fertőzés után. A megfelelő, közvetett védekezéssel, vagyis a mechanikai sérülések elkerülésével, inszekticides kezelésekkel és a termőterület megfelelő gondozásával, redukálhatjuk a patogének inokulum (fertőző anyag) koncentrációjának a mennyiségét. A megfelelő közvetett védekezéssel, csökkentjük a kórokozó számára optimális környezeti feltételeket, valamint a kultúrnövény fejlődéséhez optimális körülményeket teremtünk. A kísérlet bebizonyította, hogy **a golyvásüszög fertőzés alacsonyabb koncentrációit (2 500 és 5 000 sporidiumszám/ml) az ellenálló és kevésbé fogékony hibridek tolerálni tudják.**
3. A szántóföldi kísérletben a Noa hibrid esetén mindegyik sporidiumszámú golyvásüszög fertőzés magas arányú növénypusztulással. **A golyvásüszög fertőzéssel szemben a csemegekukorica hibridek, fajták között vannak nagyon fogékonyak. A kísérlet bizonyította, hogy az erősen fogékonyfajta (Noa) megfertőződésekor növénypusztulás következik be.**
4. **A biokémiai paraméterek vizsgálatakor az üvegházi kísérletben a citokinin, a gibberellin és az auxin kezelések hatására pozitív változások következtek be:** a klorofill-tartalom nőtt, az antioxidáns enzimek (APX, POD és SOD) aktivitása és az MDA-tartalom csökkent. A növényi hormonok alkalmazásával elősegíthető a biofungicidok használata, amiről jelenleg kevés publikáció áll rendelkezésre. A hormonhatású herbicidok a gyakorlatban elterjedtek, nagyon hatásosak a kétszikű

gyomok ellen. Azonban hormonhatású készítményeket, jelenleg nem használ a gyakorlat, a golyvásüszög fertőzés hatásainak mérséklésére. **A kísérlet bizonyította, hogy a növényi hormonokkal sikeresen lehet védekezni a golyvásüszög kórokozó fertőzés intenzitása ellen,** amely ellen jelenleg nincs hatékony fungicides készítmény.

6. Irodalomjegyzék (felhasznált irodalom)

- Ashraf M., – Mehmood S.: 1990. Effects of waterlogging on growth and some physiological parameters of four Brassica. *Plant and Soil*. 1990;121.: 203-209.
- Beyer W. F. – Fridovich I.: 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in conditions. *Annals of Biochemistry*. 161. 559–566.
- Carillo P. – Gibon Y. 2011. Extraction and Determination of Proline. *PrometheusWiki*
- Csapó J. – Albert C. – Kiss D.: 2020. Analitikai kémia élelmiszer-mérnököknek. Scientia Kiadó, Kolozsvár.
- Flowers T. J. – Yeo A. R.: 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants - Where next. *Australian Journal of Plant Physiology*. 22. 875-884.
- Giannopolities, C.H.; Ries, S.K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plant. *Plant Physiol.* 1977, 59, 309–314.
- Gregory P. J. – Johnson S. N. – Newton A. C. – John, S. I.: 2009. Ingram, Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *Journal of Experimental Botany*. 60. 10: 2827–2838.
- Heath R. L. – Packer L.: 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 125. 189–198.
- Mishra N. P. – Mishra R. K. – Singhal G. S.: 1993. Changes in the activities of antioxidant enzymes during exposure of intact wheat leaves to strong visible light at different temperatures in the presence of protein synthesis inhibitors. *Plant Physiology*. 102. 903–910.
- Moran R. – Porath D.: 1980. Chlorophyll Determination in intact tissues using N, N-dimethylformamide. *Plant Physiology*. 65. 478–479.
- Naglaa A. A. – Moses V. – Prakash C. S. Climate change effects on abiotic stress in plants. *GM Crop Food*. 2014. 5. 77-80.
- Pukacka S. – Ratajczak E. 2005. Production and scavenging of reactive oxygen species in *Fagus sylvatica* seeds during storage at varied temperature and humidity. *Journal of Plant Physiology*. 162. 873–885.
- Szőke L. – Tóth B.: 2020. Examination of the effects of corn smut infection on plant physiological parameters in a small scale field experiment. [In: Čupina B. – Budakov D. (eds.). 44th Conference For Students Of Agriculture And Veterinary Medicine With International Participation Proceedings book, 44th Conference For Students Of Agriculture And Veterinary Medicine With International Participation.] Novi Sad, Serbia. 37-43. ISBN: 9788675205197.

- Tóth B. – Bóka K. – Rothmann L. – Moloi M.: 2021. The Effect of Four Industrial By-Products on the Photosynthetic Pigments, Dry Weight and Ultrastructure of *Zea mays* L. *Biology Bulletin*. 48. 3: 296-305.
- Tuberosa R. – Grillo S. – Ellis R. P.: 2003. Unravelling the genetic basis of drought tolerance in crops. [In: Toppi L. S. – Pawlik-Skowronska B. (ed.) *Abiotic Plant Stresses*]. Springer, Dordrecht, 71-122.
- Wellburn R. A.: 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvent with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*. 144. 307–313.
- Zeislin N. – Ben-Zaken R.: 1991. Peroxidases, phenylalanine ammonia-lyase and lignification in peduncles of rose flowers. *Plant Physiology and Biochemistry*. 29. 147–151.

7. Az értekezés témájában született publikációk



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/117/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Szőke Lóránt
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10072250

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (2)

1. Rácz, D., **Szőke, L.**, Széles, A.: A nitrapyrin hatása a kukorica (*Zea mays* L.) biomassza gyarapodására és egészségügyi állapotára. Utánközlés másodközlés,
In: Kutatás-fejlesztés-innováció az agrárium szolgálatában II. kötet. Szerk.: Szabó Péter, Simon Brigitta, Soós Adrienn, Faludi Gergely, Fitos Gábor, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 155-166, 2021. ISBN: 9786155586736
2. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Kovács, B., Tóth, B.: Gibberellin és etilén kezelések hatása a golyvásüszöggel (*Ustilago maydis* /DC./ Corda) fertőzött kukorica (*Zea mays* L.) néhány fiziológiai és morfológiai paraméterére.
In: Kutatás-fejlesztés-innováció az agrárium szolgálatában II. kötet. Szerk.: Szabó Péter, Simon Brigitta, Soós Adrienn, Faludi Gergely, Fitos Gábor, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 112-118, 2021. ISBN: 9786155586736

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

3. **Szőke, L.**, Radványi, C., Szilágyi, A.: Az ázsiai gyapjúfű (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) kompetíciós hatása a kukorica morfológiai paramétereire és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére.
Magy. Gyomkut. Technol. 22 (2), 45-53, 2021. ISSN: 1586-894X.
4. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Biró, G., Rácz, D., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Kovács, B., Tóth, B.: Hormonkezelések hatása a golyvásüszög fertőzés tüneteinek mérséklésére.
Növénytermelés. 70 (2), 21-42, 2021. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (5)

5. **Szőke, L.**, Moloi, M. J., Kaczur, D., Radócz, L., Tóth, B.: Examination of Different Sporidium Numbers of *Ustilago maydis* Infection on Two Hungarian Sweet Corn Hybrids Characteristics at Vegetative and Generative Stages.
Life (Basel). 13 (2), 1-26, 2023. EISSN: 2075-1729.
DOI: <https://doi.org/10.3390/life13020433>
IF: 3.251 (2021)





6. Rácz, D., Gila, B., **Szőke, L.**, Széles, A.: N-Stabilizer and Foliar Fertilizer Treatments Enhance Tolerance to Specific Pathogens in Maize (*Zea mays* L.).
Agric. conspec. sci. 87 (1), 25-33, 2022. ISSN: 1331-7768.
7. **Szőke, L.**, Moloi, M. J., Kovács, G. E., Biró, G., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Kovács, B., Rácz, D., Danter, M., Tóth, B.: The Application of Phytohormones as Biostimulants in Corn Smut Infected Hungarian Sweet and Fodder Corn Hybrids.
Plants-Basel. 10 (9), 1-23, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants10091822>
IF: 4.658
8. Szilágyi, A., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Juhász, C., Kovács, B., Kovács, G. E., Bódi, E., Radványi, C., Moloi, M. J., **Szőke, L.**: The Impacts of Woolly Cupgrass on the Antioxidative System and Growth of a Maize Hybrid.
Plants-Basel. 10 (5), 1-13, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10050982>
IF: 4.658
9. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Kovács, B., Tóth, B.: Investigation of *Ustilago maydis* Infection on Some Physiological Parameters and Phenotypic Traits of Maize.
IJIAAR. 4 (4), 396-406, 2020. EISSN: 2602-4772.
DOI: <http://dx.doi.org/10.29329/ijiaar.2020.320.1>

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

10. **Szőke, L.**: Examination of the effects of corn smut infection on plant physiological parameters in a small scale field experiment.
In: 44th Conference For Students Of Agriculture And Veterinary Medicine With International Participation : Proceedings book, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, 37-43, 2020. ISBN: 9788675205197

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

11. Harangi, R., **Szőke, L.**, Kovács, B., Radócz, L., Tóth, B.: A golyvásüszög (*Ustilago maydis*) fertőzés hatásának vizsgálata a csemegekukorica klorofill-tartalmára.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 94-95, 2021.
12. Szilágyi, A., **Szőke, L.**, Demeter, O., Radócz, L.: A mandulapalka (*Cyperus esculentus* L.) mint inváziós gyomnövény allelopatikus hatásának vizsgálata laboratóriumi körülmények között.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 78-79, 2021.





13. Radványi, C., Szilágyi, A., **Szőke, L.**: Az ázsiai gyapjúfű (*Eriochloa villosa* /Thunb./ Kunth) allelopatikus hatása a kukorica főbb morfológiai paramétereire.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 88-89, 2021.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (8)

14. **Szőke, L.**, Kaczur, D., Tóth, B.: Investigation of the different sporidium numbers of the corn smut infection on the morphological and biochemical parameters of a fodder corn hybrid.
In: 57. Hrvatskom i 17. Meunarodnom simpoziju agronoma : book of abstracts / Krunoslav Zmaic, Fakultet agrobiotehnickih znanosti Osijek ; Sveucilista Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vodic, 215, 2022, (ISSN 2459-5543)
15. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Biró, G., Radócz, L., Kovács, B., Tóth, B.: Evaluation of a biotic stressor's impacts on Hungarian supersweet corn variety.
In: 18th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts. Ed.: Kiss Orsolya, University of Szeged Faculty of Agricultural, Szeged, 70, 2021. ISBN: 9789633067901
16. Rácz, D., Gila, B., **Szőke, L.**, Széles, A.: Examination of natural resistance to specific pathogens in N-stabilizer and foliar fertilizer treated corn (*Zea mays* L.).
In: Plant Protection Conference - 61. Scientific Session of the Institute of Plant Protection : NRI Book of abstract, Instytutu Ochrony Roslin Panstwowego Instytutu Badawczego, Poznan, 113-113, 2021.
17. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Radócz, L., Biró, G., Rácz, D., Kovács, B., Tóth, B.: Impact of corn smut [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] sporidium numbers on some physiological parameters of fodder corn in field experiment.
In: Plant Protection Conference - 61. Scientific Session of the Institute of Plant Protection : NRI book of abstracts, Instytutu Ochrony Roslin Panstwowego Instytutu Badawczego, Poznan, 116-116, 2021.
18. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Kovács, B., Tóth, B.: The physiological changes of sweet corn infected by corn smut [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] in a greenhouse experiment.
In: Plant Protection Conference - 61. Scientific Session of the Institute of Plant Protection : NRI Book of abstract, Instytutu Ochrony Roslin Panstwowego Instytutu Badawczego, Poznan, 117-118, 2021.
19. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Rácz, D., Biró, G., Radócz, L., Kovács, B., Tóth, B.: Examination of the impact of *Ustilago maydis* infection on some parameters of sweet corn = Az *Ustilago maydis* fertőzés hatásának vizsgálata a csemegekukorica néhány paraméterére.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben : 62. Georgikon Napok : Előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 1, 2020.





20. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Radócz, L., Kovács, B., Tóth, B.: Investigation of corn smut infection on morphological traits of two Hungarian sweet corn hybrids.
In: Food Quality and Texture in Sustainable Production and Healthy Consumption Book of Abstracts. Ed.: Liliana Tudoreanu, Gerhard Schleining, Katherine Flynn, Anita Habershuber, Stelica Cristea, Editura Universitara, Ex Terra Aurum, Universitatea de Stiinte Agronomice si Medicina Veterinara Bucuresti, Bucharest, 96-96, 2020. ISBN: 9786060720225
21. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Kovács, B., Tóth, B.: Investigation of Ustilago maydis on maize chlorophyll content, rate of lipid peroxidation and phenotypic traits.
In: II. International Agricultural, Biological and Life Science Conference E-AGBIOL 2020, Trakya University, Edirne, 101-102, 2020. ISBN: 9789753742788

További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

22. Makleit, P., Veres, S., **Szőke, L.**: Hazai rozs (Secale cereale L.) fajták ciklikus hidroxámsav-tartalma és kiválasztása.
Növénytermelés. 66 (2), 47-68, 2017. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (7)

23. Jagunić, M., Diaz-Lara, A., **Szőke, L.**, Al Rwahnih, M., Stevens, K., Zdunić, G., Vončina, D.: Incidence and Genetic Diversity of Grapevine Virus G in Croatian Vineyards.
Plants-Basel. 11 (18), 1-15, 2022. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11182341>
IF: 4.658 (2021)
24. Tóth, B., Moloi, M. J., Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Bojtor, C., **Szőke, L.**, Nagy, J.: The Evaluation of the Effects of Zn, and Amino Acid-Containing Foliar Fertilizers on the Physiological and Biochemical Responses of a Hungarian Fodder Corn Hybrid.
Agronomy-Basel. 12, 1-17, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12071523>
IF: 3.949 (2021)
25. Tóth, B., Moloi, M. J., **Szőke, L.**, Danter, M., Grusak, M. A.: Cultivar Differences in the Biochemical and Physiological Responses of Common Beans to Aluminum Stress.
Plants-Basel. 10 (10), 1-19, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10102097>
IF: 4.658





26. Rácz, D., **Szőke, L.**, Tóth, B., Kovács, B., Horváth, É., Zagy, P., Duzs, L., Széles, A.: Examination of the Productivity and Physiological Responses of Maize (*Zea mays* L.) to Nitrapyrin and Foliar Fertilizer Treatments. *Plants-Basel*. 10 (11), 1-19, 2021. ISSN: 2223-7747. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10112426> IF: 4.658
27. Tóth, B., Moloi, M. J., **Szőke, L.**, Labuschagne, M.: Low nitrogen and phosphorus effects on wheat Fe, Zn, phytic acid and phenotypic traits. *S. Afr. J. Sci.* 117 (3-4), 1-7, 2021. ISSN: 0038-2353. DOI: <http://dx.doi.org/10.17159/sajs.2021/8414> IF: 2.134
28. Kovács, G. E., **Szőke, L.**, Tóth, B., Kovács, B., Bojtor, C., Illés, Á., Radócz, L., Moloi, M. J., Radócz, L.: The Physiological and Biochemical Responses of European Chestnut (*Castanea sativa* L.) to Blight Fungus (*Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr). *Plants-Basel*. 10 (10), 1-15, 2021. ISSN: 2223-7747. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10102136> IF: 4.658
29. Makleit, P., **Szőke, L.**, Veres, S.: Powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) infection and amount of key defence chemicals - cyclic hydroxamic acids - of field cultivated wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Cent. Eur. Agric.* 21 (4), 741-750, 2020. ISSN: 1332-9049. DOI: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.4.2655>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

30. **Szőke, L.**, Csótó, A., Makleit, P.: Hagyományos és biológiai növényvédő szerek hatékonyságának vizsgálata, valamint a ciklikus hidroxámsavak mennyiségének meghatározása különböző őszi búza fajtákban. In: 24. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum. Program és Összefoglaló, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 52-53, 2019.
31. Makleit, P., **Szőke, L.**: Közöséges búza (*Triticum aestivum* L.) ciklikus hidroxámsav-tartalmának és liztharmat (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) fertőzöttségének vizsgálata szántóföldi körülmények között. In: XIII. Növényorvosi Nap, Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara, Budapest, 77-79, 2018.
32. Makleit, P., **Szőke, L.**, Tóth, B., Veres, S.: Hazai rozsajták (*Secale Cereale* L.) ciklikus hidroxámsav-kiválasztása mint fajta értékmérő tulajdonság. In: XXI. Növénynevelési Tudományos Napok, Összefoglalók. Szerk.: Veisz Ottó, MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága : Magyar Növénynevelítők Egyesülete, Martonvásár, 103, 2015.





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

33. Tóth, B., Grusak, M. A., Maryke, L., Guzmán, C., **Szőke, L.**, Kaczur, D., Harangi, R., Kovács, B., Radócz, L., Makhsatova, S., Danter, M., Nagy, J., Moloi, M. J.: Evaluation of the Impacts of Stressors on Crops in the Context of Climate Change.
In: Proceedings Zbornik INSORE 2023 / Kristina Kljak, Klaudija Carović-Stanko, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, 33, 2023. ISBN: 9789538276422
34. **Szőke, L.**, Tóth, B., Javornik, T., Lazarević, B.: Multispectral assessment of aluminium toxicity on corn.
In: 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture : Book of Abstracts. Ed.: Klaudija Carović, Stanko Ivan Širić, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, 41, 2023, (ISSN 2459-5551)
35. Tóth, B., Biljon, A. v., Ammar, K., Guzmán, C., **Szőke, L.**, Kovács, B., Labuschagne, M.: The impacts of reduced irrigation on Italian durum wheat cultivars' polymeric and monomeric protein distribution.
In: 18th Wellmann International Scientific Conference : Book of abstract. Ed.: Kiss Orsolya, University of Szeged Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 75, 2021. ISBN: 9789633067901
36. Tóth, B., Biljon, A. v., Ammar, K., Guzmán, C., **Szőke, L.**, Kovács, B., Labuschagne, M.: Assessment of the impact of drought stress on protein fractions of Mexican durum wheat cultivars.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben : 62. Georgikon Napok : Előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 119, 2020.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (12)

37. **Szőke, L.**, Tóth, B.: A golyvásüszög-fertőzés hatásának vizsgálata a csemegekukorica klorofilltartalmára.
Mezőhír. 27 (2), 36-38, 2023. ISSN: 1587-060X.
38. Tóth, B., Kaczur, D., **Szőke, L.**: A magas olajsavtartalmú napraforgó hibridek termesztésének specifikus agrotechnológiai sajátosságai.
Értékálló aranykorona. 22 (3), 4-6, 2022. ISSN: 1586-9652.
39. Tóth, B., **Szőke, L.**: Az őszi búza termésbiztonságát megalapozó agrotechnológiai tényezők a bokrosodás és szárbaindulás időszakában.
Értékálló aranykorona. 21 (1), 4-6, 2021. ISSN: 1586-9652.
40. Tóth, B., Kovács, G. E., **Szőke, L.**: Hibridspecifikus technológiai elemek a korszerű napraforgó termesztésben.
Értékálló aranykorona. 21 (2), 5-6, 2021. ISSN: 1586-9652.
41. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Tóth, B.: Őszi kalászosok kórtani problémái- a prevenció és az időzített védekezés jelentősége.
Értékálló aranykorona. 21 (2), 6-7, 2021. ISSN: 1586-9652.





42. Szilágyi, A., **Szőke, L.**, Radócz, L.: Újonnan megjelenő, inváziós gyomnövények a magyar mezőgazdaságban.
Értékálló Aranykorona. 21 (1), 18-19, 2021. ISSN: 1586-9652.
43. **Szőke, L.**, Kovács, G. E., Tóth, B.: Védekezés a repcét fertőző kórokozók ellen.
Értékálló aranykorona. 21 (3), 20-22, 2021. ISSN: 1586-9652.
44. Tóth, B., Kovács, G. E., **Szőke, L.**: A búza fuzárium toxin szennyezettség csökkentésének agrotechnikai, növényvédelmi és tártástechnológiai megoldásai.
Értékálló aranykorona. 20 (3), 15-17, 2020. ISSN: 1586-9652.
45. **Szőke, L.**, Tóth, B.: A kukorica golyvásüszög jellemzése gyakorlati, kórtani szempontból és az ellene való védekezés.
Értékálló aranykorona. 20 (7), 10-11, 2020. ISSN: 1586-9652.
46. Kovács, G. E., **Szőke, L.**, Tóth, B., Radócz, L.: A szelídgesztenye károsítói, illetve a kéregrákos megbetegedést okozó *Cryphonectria parasitica* jelentősége a hazai termesztésben.
Értékálló aranykorona. 20. (10), 11-12, 2020. ISSN: 1586-9652.
47. Tóth, B., Kovács, G. E., **Szőke, L.**: Az őszi búza talaj-előkészítésének és tápanyagellátásának főbb irányelvei.
Értékálló aranykorona. 20 (8), 9-10, 2020. ISSN: 1586-9652.
48. Tóth, B., Kovács, G. E., **Szőke, L.**: Nyári tarlókezelés, tarlókántás jelentősége - származadványokban rejlő értékek.
Értékálló aranykorona. 20 (5-6), 19-20, 2020. ISSN: 1586-9652.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 37,282

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 12,567

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2023.04.20.

