



**Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*
LeConte) imágó-bibekártételének elemzése
csemegekukoricában**

Doktori értekezés

Gyeraj András

Gödöllő

2022

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési- és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Helyes Lajos, PhD., MTA doktora
egyetemi tanár, intézetigazgató
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő

Témavezető(k): Dr. Kiss József, PhD. AM AAF
egyetemi tanár, tanszékvezető
Integrált Növényvédelmi Tanszék
Növényvédelmi Intézet
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS.....	1
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
	2.1. A csemegekukorica jelentősége.....	3
	2.2. A csemegekukorica termesztése, tekintettel a termést meghatározó elemekre.....	6
	2.3. A kukorica termékenyülésének folyamata, befolyásoló tényezők.....	9
	2.4. A csemegekukorica integrált védelme, különös tekintettel az amerikai kukoricabogárra.....	11
	2.4.1 Az amerikai kukoricabogár biológiája, imágó kártétele.....	11
	2.4.2 Integrált növényvédelmi szempontok.....	18
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	24
	3.1. A vizsgálatok körülményei.....	24
	3.1.1 Terület, talaj, parcellák.....	24
	3.1.2 Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kísért kísérletek elrendezése, hibrid, időjárás....	26
	3.1.3 Bibe visszavágás kísérletek elrendezése, hibridek, időjárás.....	35
	3.2 Adatok feldolgozása, statisztikai értékelése.....	41
4.	EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGVITATÁSA.....	43
	4.1. Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kísért kísérlet eredményei.....	43
	4.2. Bibe visszavágás kísérlet eredményei.....	48
	4.3. Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel és visszavágás kísérleti eredmények összevetése....	63
	4.4. Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kísért kísérlet eredményeinek megvitatása.....	65
	4.5. Bibe visszavágás kísérlet eredményeinek megvitatás.....	67
	4.6. Kárküszöb érték elemzés.....	68
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	69

6.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	73
7.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	74
8.	MELLÉKLET.....	77
	8.1. Irodalomjegyzék.....	77
	8.2. Ábrák jegyzéke.....	86
	8.3. Táblázatok jegyzéke.....	90
9.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	92

1. BEVEZETÉS

A csemegekukorica Magyarországon a legnagyobb területen termesztett szántóföldi (termékcsoport szerint zöldség) növényünk, ezzel a területtel Európa legnagyobb ilyen típusú termék termelője. Elsősorban konzervipari és hűtőházi feldolgozásra termelünk. Világ szinten Magyarország a második legnagyobb csemegekukorica konzerv exportőr.

Magyarország klímájának, jó minőségű területeinknek és az egyre fejlődő termesztés-technológiai megoldásoknak köszönhetően a csemegekukorica termesztésben kimagasló hozamok érhetőek el.

A csemegekukorica termesztése igen nagy háttértudást igénylő intenzív kultúránk, melynek sikeres termeléséhez elengedhetetlen a magas szinten történő előállítás. A termeltető cégek (hűtőházak, konzervgyárak) is szigorú termesztéstechnológiai előírásokat szabnak, ezzel is biztosítva a jó minőségű és elvárt mennyiségű termés színvonalát a megfelelő időben. Mivel a feldolgozóiparnak folyamatos termékellátásra van szüksége, nagyon jól koordinált folyamatokkal kell a termeltetést támogatni.

A nemesítő cégeknek kiemelkedően fontos a jó termesztetőség, a feldolgozóipari igényeknek történő megfelelés, a termésmennyiség, minőség, így a szemkihozatal, ezáltal a biztonságos termeléshez szükséges genetikai háttér. Napjainkban egyre inkább a szuperédes csemegekukorica hibridek termesztése kerül előtérbe, melyek a legmagasabb cukortartalommal rendelkeznek, illetve keményítő tartalmuk a legalacsonyabb.

A feldolgozóüzemek több jelentős minőségi kritériumot is támasztanak az előállított csemegekukorica minőségi követelményeivel kapcsolatban, úgymint az ép csövek, előírt zsengesség és szín, betegségektől és állati kártevőktől való mentesség, jó szem-csutka arány, illetve Magyarországon a genetikailag módosított (továbbiakban GM) vetőmag mentesség. Ezért is kiemelten fontos, hogy csemegekukorica termesztésünk során okszerű és szakszerű növényvédelmi megoldásokat alkalmazzunk, melynek alapjául az integrált növényvédelmi stratégia (továbbiakban IPM) 8 alapelve kell, hogy szolgáljon.

Napjainkban egyre nagyobb kihívást jelentenek a sikeres növényvédelmi kezelések megvalósítása, köszönhető ez a szélsőséges időjárásnak, a rezisztencia problémáknak, a növényvédőszer-hatóanyag kivonásoknak, korlátozásoknak. Ezen tényezők ellenére sok technológiai, technikai innovatív megoldás segíti csemegekukorica termelésünket, mint például az egyre fejlődő technikai, technológiai, digitális megoldások, előrejelző rendszerek, növényvédelmi előrejelző modellek, automata kártevő felismerő eszközök, csapdák, távérzékelési lehetőségek - úgymint

UAV (Unmanned Aerial Vehicle), azaz műholdas, drónos felvételezés, adatgenerálás, állapot és helyzet monitoring.

Növényvédelmi beavatkozások során a termelői döntéshozatal egyik kulcskérdése a gazdasági küszöbök mérlegelése, amelyek alapján a termelő meghozza növényvédelmi beavatkozási döntéseit, figyelembe véve előtte az észlelési, majd ezt követően pedig a beavatkozási küszöbértéket. Ezen információk birtokában a termelő képes lesz meghozni növényvédelmi kezeléssel kapcsolatos döntéseit az integrált növényvédelem (IPM) alapelveit figyelembe véve.

Három éves vizsgálatom célja a kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) imágó (továbbiakban *D.v.v.*, WCR, amerikai kukoricabogár) bibekártétel gazdasági küszöbértékének meghatározása volt közép-európai körülmények között csemegekukoricában. A bibekártétel gazdasági kárküszöb megállapítására - kukoricabogár imágó ráhelyezéssel, - mesterséges szimulálására bibe visszavágás kísérleteket végeztem, - különböző genetikai háttérű csemegekukorica hibridek bibekárosodási válaszreakcióját mérve, - eltérő évjárási időjárási hatások mellett.

Célkitűzések:

- Különböző *D.v.v.* egyedszámok bibekártételének mérése,
- az egyedszám x kártétel következményének (termésparaméterek) mérése, elemzése,
- adott hibrid esetében a beavatkozási kárküszöb meghatározása,
- fenti módszer és mesterséges bibekár (visszavágás) mint módszer összevetése,
- különböző genetikai háttérű hibridek kártételi válaszreakciójának elemzése,
- stresszor és évjáráthatás elemzése,
- beavatkozási küszöb meghatározása,
- a beavatkozás integrált növényvédelmi rendszerben történő elhelyezése,
- a fentiek alapján IPM javaslatok kidolgozása.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A csemegekukorica jelentősége

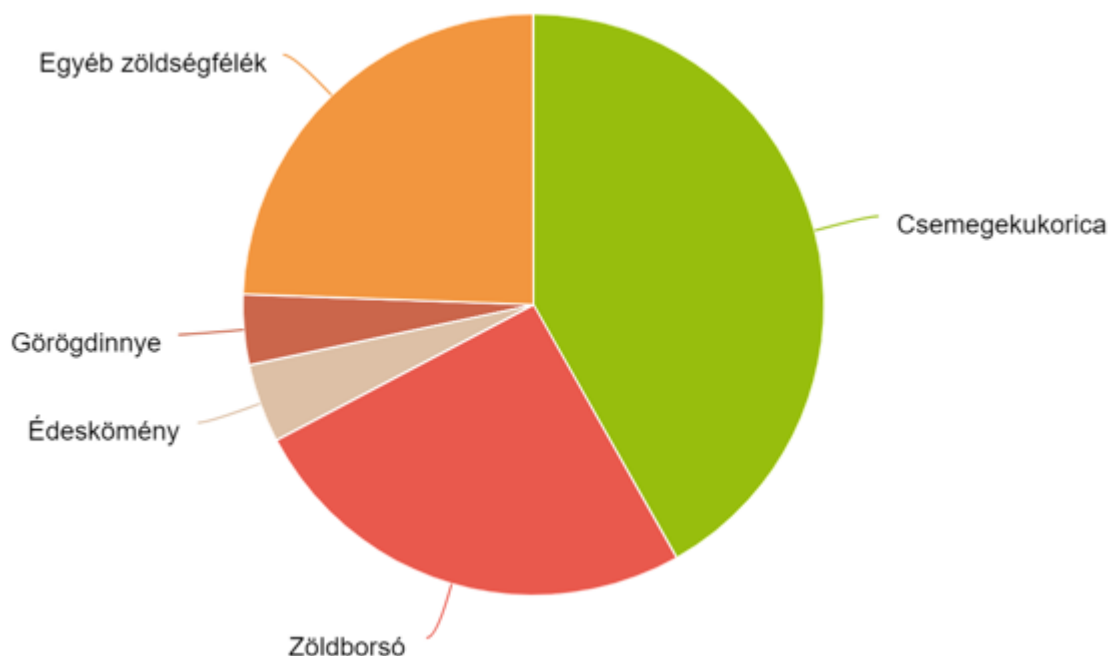
A csemegekukorica származása valószínűsíthetően Mexikó, illetve Közép-Amerika, majd körülbelül 200 év múlva innen terjedt tovább Dél-Amerika, ezt követően pedig Észak-Amerika felé. A csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) a pázsitfűfélék (Gramineae) családjába tartozik, termesztése fogyasztásra, illetve élelmiszeripari feldolgozásra történik, csöveit „technológiai” érettségben takarítják be. Történetét, fejlődését tekinti át összefoglaló művében Revilla, Anibas és Tracy (2021).

A termés leginkább konzerv- és hűtőipar alapanyagaként kerül feldolgozásra, friss piacra kis százaléka kerül az előállított kukoricának (Takácsné 2020). A magyar csemegekukorica világszerte keresett, a világ második legnagyobb kukoricakonzerv-exportőre ([http 1](#)), Európa legnagyobb termelője vagyunk (1. táblázat).

1. táblázat: Európában meghatározó csemegekukoricát termesztő országok és azok csemegekukorica termőterületei ([http 2](#))

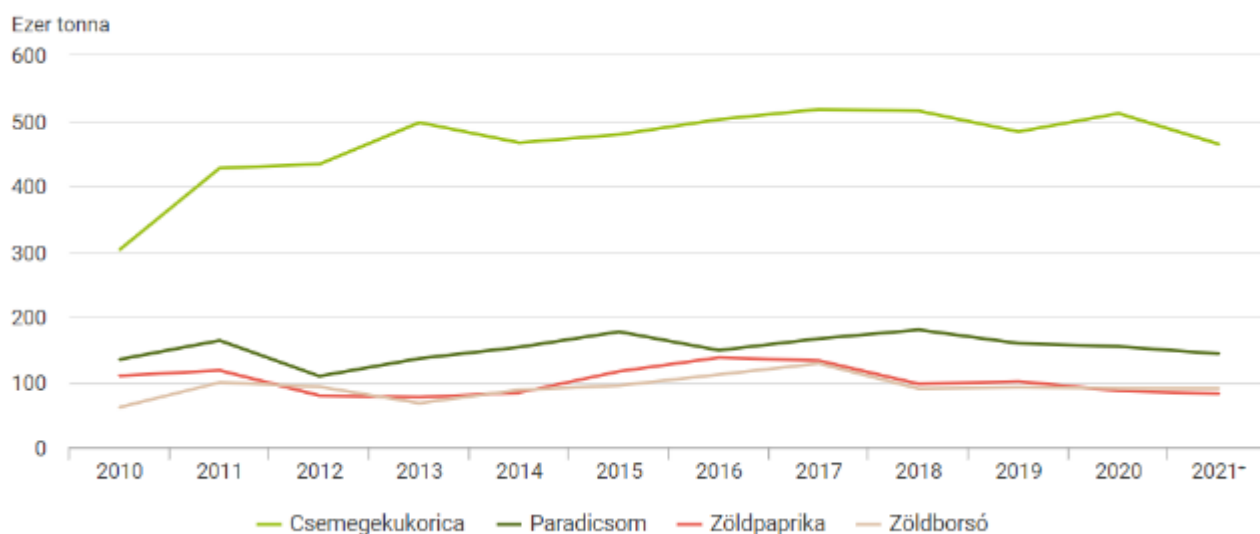
Országok	Csemegekukorica vetésterülete (ezer ha)
Magyarország	32-36
Franciaország	18-22
Oroszország	8-10
Lengyelország	8-9
Olaszország	4-5

A KSH adatai szerint ([http 3](#)) 2021-ben a szántóföldi (termék szempontból) zöldségfélék vetésterületi megoszlása nem változott Magyarországon a 2020-as évhez képest, csemegekukoricát 34,6 ezer hektáron, zöldborsót 21,1 ezer hektáron, édesköményt 3,6 ezer hektáron, görögdinnyét 3,2 ezer hektáron, egyéb zöldségféléket pedig 20 ezer hektáron termeltek (1. ábra). A legnagyobb területen Magyarországon csemegekukoricát Hajdú-Bihar megyében termeltek, amely az összes hazai vetésterület 42%-a volt, mintegy 14 ezer hektár.



1. ábra: Főbb zöldségfélék vetésterületének megoszlása Magyarországon 2021-ben (http 3)

Az utóbbi tíz évben 450-550 ezer tonna csemegekukoricát termeltek (2. ábra). A Magyarországon megtermelt csemegekukorica több, mint felét a konzervipar, harmadát a hűtőipar dolgozza fel, de évről évre emelkedik a friss fogyasztású csemegekukorica mennyisége is. Magyarország mérsékelt kontinentális éghajlata és jó minőségű talajai biztosítják a magas hozamokat és a jó minőségű csemegekukorica előállítását, természetesen ami a magas termesztéstechnológiai elemek alkalmazásával, illetve a kiváló feldolgozóipari műszaki háttérrel valósítható meg (http 1).



2. ábra: A csemegekukorica, a paradicsom, a zöldpaprika, és a zöldborsó termésmennyisége alakulása (évek, termésmennyiség ezer tonnában) (http 4)

A Magyarországon előállított csemegekukorica körülbelül 95 százaléka exportra kerül, így az egyik legjelentősebb növényi termék-exportcikkünk, mely feldolgozása több ezer munkavállalónak biztosít munkát és megélhetést. Oroszországba és a FÁK-államokba konzervként exportáljuk, Angliába és Németországba fagyasztott terméként szállítjuk. A Magyarországon előállított csemegekukorica termékek a világ szinte minden tájára eljutnak, így Magyarország az Egyesült Államokat követve fagyasztott kukoricából a világ második legnagyobb exportőre, konzervkukoricából pedig Magyarország és Franciaország a vezető európai exportőr. Sajnos a hazai csemegekukorica-fogyasztás alacsony 1-1,5 kg/fő/év feldolgozott csemegekukoricából, illetve ehhez jön még a frissárúként elfogyasztott mennyiség ([http 1](#)).

A csemegekukorica hibrideknél nagyon fontos a jó termeszthetőség, a feldolgozóipari igényeknek való megfelelés, a termésmennyiség és a szemkihozatal is. A biztonságos termeléshez szükséges növényi genetikai háttér, minőségi vetőmagellátás alapvető igény. A hazai feldolgozóipari kapacitások stabilak, korszerűek, illetve a termesztéstechnológiai háttér, színvonal sokat javult a termelői oldalról, azonban a folyamatos növényvédőszer hatóanyag kivonások, korlátozások egyre nagyobb kihívást jelentenek az előállítók számára ([http 5](#)).

A csemegekukorica ízét a benne lévő cukortartalom határozza meg, amely zsenge, teljes-érésű állapotában a legnagyobb, ezért hazánkban is főleg a szuperédes hibridek terjedtek el. Tápértékük jelentős, száz grammonként 3-4 g fehérjét, 20 g szénhidrátot, 8–12 mg C-vitamint, illetve vasat, foszfort, karotint és meszet is tartalmaz (Takácsné, 2020; [http 1](#)).

A magyar Nemzeti Fajtajegyzékben szereplő fajták kizárólag hibridek. Minden hibridre jellemző, hogy szemszínük sárga. Cukortartalmuk alapján három csoportba sorolhatók: normálédes, cukortartalom-növelt és szuperédes.

- A normálédes hibridek főleg cukrot raktároznak, amely lassan átalakul keményítővé. A cukortartalom-növelt hibridek szemének összetétele a normálédes hibridekhez hasonló, vízdoldható poliszacharidokban gazdagok. Színükre jellemző, hogy kevésbé intenzívek, halványabbak.
- A cukortartalom-növelt és a szuperédes típuson belül elkülöníthetünk homozigóta (minden szem emelt cukortartalmú) és heterozigóta hibrideket, ahol csak a szemek egynegyede édesebb, a többi szem normálédes. A cukortartalom-növelt csoportba tartozó hibridek általában heterozigóták - ahol a szemek egynegyede édesebb, ezért a normálédes típushoz állnak közelebb, mivel a csövön nem minden szem emelt cukortartalmú.

- A szuperédes hibridek szemeiben nem képződnek vízoldható poliszacharidok, így állományuk különbözik a másik két hibridtípustól, roppanósak a szemeik. Ez a típus rendelkezik a legmagasabb cukortartalommal, illetve keményítő tartalma a legalacsonyabb (http 6).

2.2. A csemegekukorica termesztése, tekintettel a termést meghatározó elemekre

A csemegekukorica termesztése összetett kérdéskör, melyet értekezésemben nem lehet, nem célom és nem kívánok a maga teljességében bemutatni, a gyakorlati főbb meghatározó termesztési elemeket, sarokpontokat azonban tárgyalom.

A csemegekukorica termesztése során jellemző, hogy viszonylag stabil hozamokkal számolhatunk az egyes években, melyet köszönhetünk a feldolgozók által előírt technológiai elemeknek, illetve a korai betakarításnak (Bélád és Szlovák, 2013).

Napjainkban (2020-as évek) a csemegekukorica termelők korszerű termesztést követnek, melyben fontos helyet foglal el az öntözés, tápanyagutánpótlás, növényvédelem. A termesztés sikerességét növelheti Magyarországon egy országos lefedettségű jégkármentesítő rendszer kiépítése, mivel egyes években nagy kockázatot jelentenek a komoly jégesővel járó viharok (http 7). A nemesítőházaknak fő célja a jó genetikai háttér, valamint a kiváló minőségű vetőmag előállítása ami elengedhetetlen a biztonságos termeléshez (http 5).

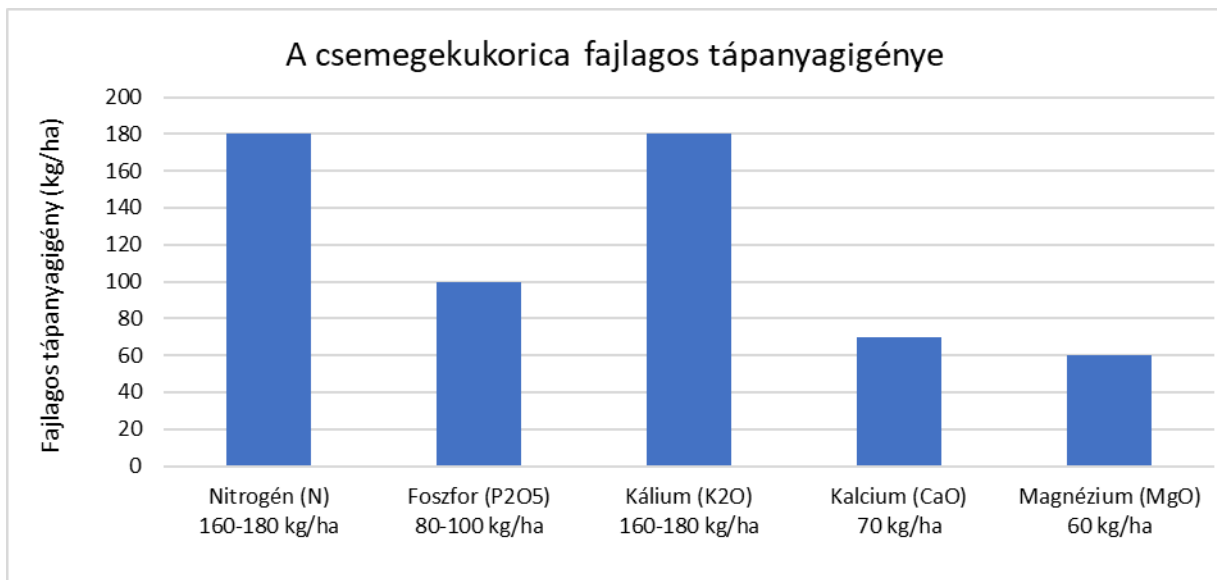
Termeltetés esetén a feldolgozóüzemek több jelentős kritériumot is támasztanak az előállított csemegekukorica minőségi követelményeivel kapcsolatosan, úgymint az ép csövek (zárt csővég), előírt zsengesség és szín, betegségektől és állati kártevőktől való mentesség, jó szemcsutka arány, illetve egyelőre a GM szaporítóanyag mentesség a jelen jogszabályok értelmében. Természetesen elengedhetetlen termelési kritérium a termőterület öntözöttsége, ellenőrzött növényvédelmi technológia, valamint szuperédes hibridek arányának növelése (Takácsné 2020).

A csemegekukorica a humuszban gazdag, mély rétegű, közép kötött talajon mutat optimális hozamot, önmaga után is termesztethető, de a termésbiztonság szempontjából érdemes vetésforgóban termesztetni. Általában helyrevetéssel történik a termesztése, azonban a koraiság eléréséhez palántanevelést is alkalmazhatnak (Barnóczki et al., 2010; Takácsné 2020). A pillangósok és a gabonafélék jó előveteményei a csemegekukoricának, a cukorrépa és egyéb „talajzsaroló” növények utáni vetés esetén tápanyag hiánytünetek léphetnek fel. Talajelőkészítésnél a jól előkészített, egyenletesen elmunkált, rög és gyommentes, aprómorzsás talaj az elvárt. Általában alapkritérium a termeltetők részéről a terület kiválasztásánál az

öntözhetőség. A vetések kezdete a normálédes hibridek esetén a talaj 10-12 °C, magasabb cukortartalmú hibridek esetén a talaj 12-14 °C hőmérsékleténél kezdődik (5-7 cm-es mélységben mérve), szakaszosan április végétől június végéig a konzervipari nyersanyag igények alapján, melyet általában hőösszegszámítással határoznak meg vagy mechanikusan 2 hetes eltolásokkal terveznek (Barnóczki et al., 2010).

Termelői, feldolgozó és fogyasztói oldalról elvárt, hogy olyan csemegekukorica hibrideket és technológiai megoldásokat alkalmazzanak a termesztés során, amelyek a legmagasabb szinten elégítik ki a fogyasztói és feldolgozási igényeket. A gyári kapacitások megfelelő lefedésére 90–100 napos feldolgozási időszak szükséges. A termelés eredményességére a korai időszakban a hibridek mennyiségi, minőségi teljesítménye, ősszel pedig az időjárási körülmények vannak a legnagyobb hatással (http 8). Az eltérő cukortartalmú csemegekukorica hibrideket egymástól, valamint a szemes (áru) kukoricától térben mintegy minimum 300 méteres, valamint időben 2 hetes (két típus virágzási ideje között) különbséggel az átporzás elkerülése érdekében izolálni kell (http 6). A fajtaválasztás konzervipari feldolgozás és friss fogyasztás esetén is egyre inkább a szuperédes hibridek irányába mozdult el, a magasabb cukortartalom mellé azonban fokozott hőigény is társul (Takácsné és Gyökös, 2011). A különböző nemesítésű csemegekukorica hibrideknél minőségi szempontból kedvezőek a nagy 18-20 darab szemsor, az apró gömbölyded szemek, a sötétsárga kedvező szemszín, a jó íz, illetve a vékony puha szemhéj (http 6).

A csemegekukorica víz és tápanyagigényes növény (3. ábra), melynek az időjárás, valamint a tápanyagutánpótlás nagyban befolyásolja az előállított termés mennyiségét. Természetesen az időjárás által okozta terméshingadozást és a termésbiztonságot tudjuk javítani a harmonikus tápanyagutánpótlással. Kiemelkedő a csemegekukorica káliumigénye, az aprított szár és tarlómaradványok visszaforgatásával jelentős pótlást biztosítunk a kálium és a szervesanyag tekintetében, melyre monokultúrás termesztés esetén kiemelten oda kell figyelni. Nitrogénigénye kisebb, mint a szemes kukoricáé, mikroelemek közül a cink a legmeghatározóbb, amelyből relatív cinkhiány főleg foszforral és mésszel jól ellátott területen jelentkezhet. A nitrogén kisebb részét, a foszfort és a káliumot ősszel juttatjuk ki és forgatjuk be a talajba (http 9).



3. ábra: A csemegekukorica fajlagos tápanyagigénye (http 9)

A csemegekukorica növényvédelmére fokozott figyelmet kell fordítanunk mivel egy értékes, érzékeny, magas termeszési színvonalat igénylő és jelentős hozzáadott értéket produkáló növény (http 10). A csemegekukorica sikeres növényvédelmében elengedhetetlen a gyomok, a kártevők (*Lepidoptera*, *Coleoptera*), így az amerikai kukoricabogár elleni eredményes védelem. Kiemelt jelentőségű a gyomnövényektől „mentes” állomány megtartása, mivel a kezdeti fejlődési során csemegekukorica nagyon érzékeny a gyomosodásra, ami jelentős termésveszteséggel járhat. Fontos a talajlakó és a talajszinten károsító szervezetek, illetve a baktériumos és gombás betegségek ellen irányuló hatékony és gyors védelem (http 11). Számos csemegekukorica hibrid rendelkezik a következő kórokozók ellen toleranciával illetve rezisztenciával: kukorica csíkos mozaik vírus (*MDMV*), golyvásüszög (*Ustilago maydis*), kukorica rozsdá (*Puccinia sorghi*), helmintospórium (*Helminthosporium turcicum*), baktériumos betegségek (*Erwinia*, *Xanthomonas*) (http 6).

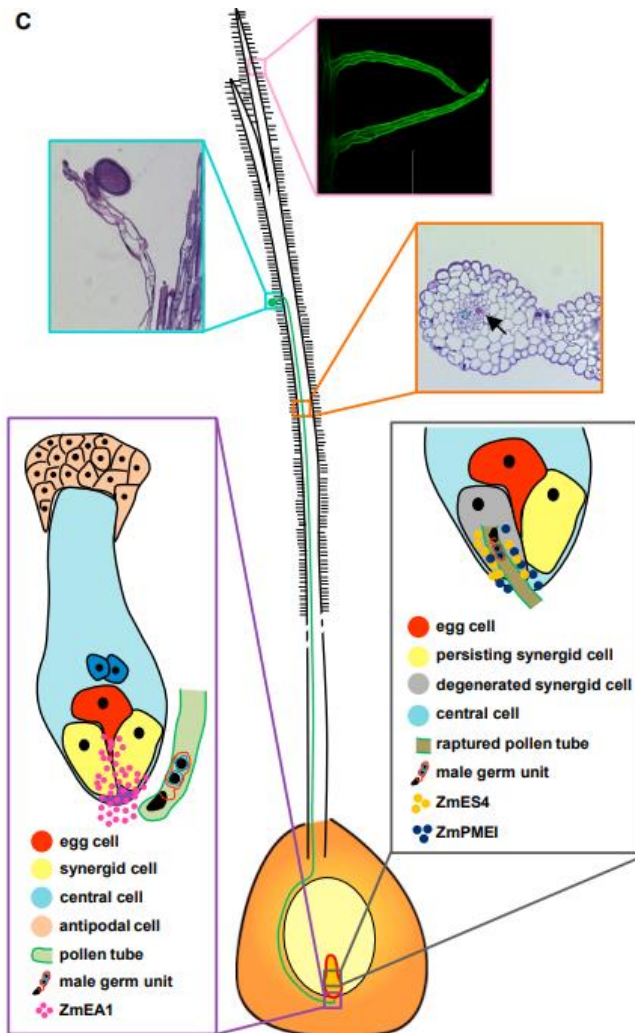
Az öntözés fejlesztések fő iránya az energia- és víztakarékos, automatizált műszaki megoldások, figyelembe véve a talaj vízbefogadó képességét, és a talajvédelemet is. Ezen öntöző megoldások csemegekukorica esetén a lineár, körforgó (pivot), sarok beöntözős körforgó (kórner) gépek, melyeknek a vízpótláson kívül feladata a kelesztés, megfelelő mikroklíma beállítása, megtermékenyítés elősegítése virágzáskor, öntözővízzel kijuttatott tápoldatozás, vagy akár a betakarításkori zsengeség megtartása. A lineárok nagy előnye, hogy megoldható vele akár a 7-8-szori, kisebb 15-25 mm víznormájú öntözések kivitelezése is (http 8).

A konzervipari feldolgozásra termelt csemegekukorica betakarítása általában július közepén-végén, esetleg augusztus elejétől szeptember végéig történik. A csemegekukorica zsenge csövét

csuhélevelekkel együtt takarítják be. A betakarítás kézi és gépi úton egyaránt történhet, de napjainkban a gépi módszerek váltak meghatározóbbá, mivel a konzervipari nyersanyagot géppel, friss fogyasztásra, piaci forgalmazásra főleg kézzel takarítják be. A csőtörőgépek nagy teljesítményükkel és kíméletes betakarításukkal, folyamatosan képesek kiszolgálni a feldolgozóüzemek - konzervüzemek, hűtőházak - igényeit jó minőségben. A csemegekukorica magas hőmérsékleten gyorsan elveszíti zsengességét, kellemes ízét, cukorvesztése nagy. Ezért javasolt a betakarítása a lehető legalacsonyabb hőmérsékleten (hajnalban) és tárolása (kézi betakarítás esetén) 0 °C körüli hőmérsékleten. (Barnóczki et al., 2010; http 12)

2.3. A kukorica termékenyülésének folyamata, befolyásoló tényezők

A bibeképződés, a beporzás és az ezt követő megtermékenyítés a kukoricánál fontos folyamat, amely meghatározza a szemek termését és minőségét. A pollentermelést, életképességet és pollenszórást tárgyalja több szerző (Division of Extension, University of Wisconsin-Madison, 2014 és a Fonseca és Westgate, 2004). Ismert, hogy ugyanazon növényen a hím (címer) és a nőivarú (bibe) növényi részek egyaránt megtalálhatóak. A pollentermelés általában néhány nappal a bibehányás előtt kezdődik, és körülbelül két hétig tart a kukorica fajtájától és az időjárási viszonyoktól függően. Egy címer 2-5 millió pollenszemet termel, ami 2000-5000 pollenszemet eredményez egy bibén (Division of Extension, University of Wisconsin-Madison, 2014). A bibesálhoz érkező pollenszemek a papillaszőrökhöz tapadnak, kicsíráznak, és pollencsöveket fejlesztenek, amelyek spermiumsejteket szállítanak a petesejtekbe (Zhou, Jurani és Dresselhaus, 2017) (4. ábra).



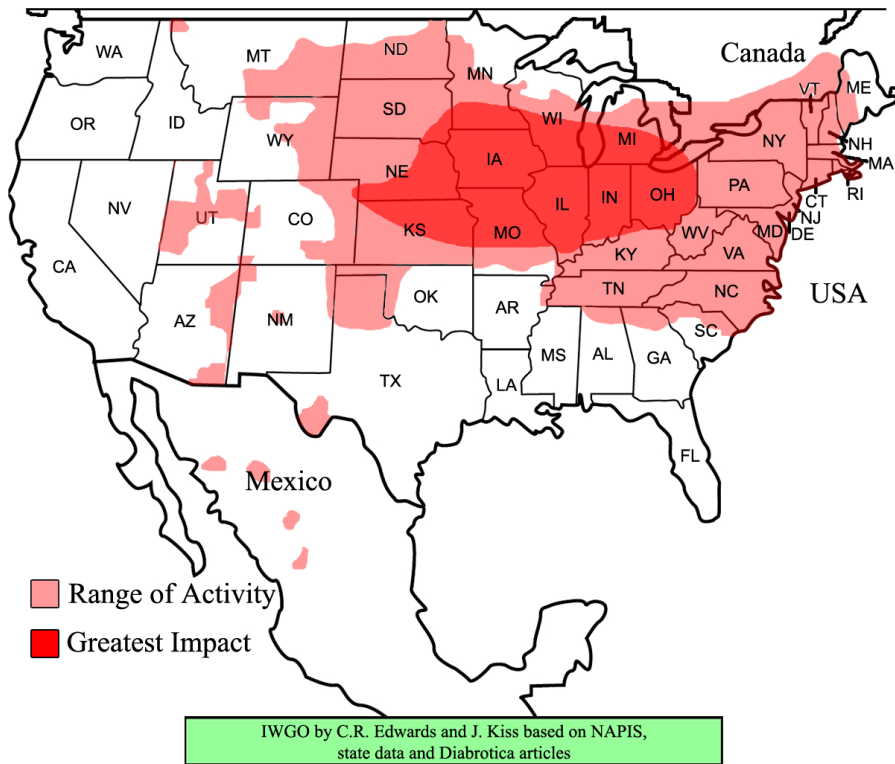
- 4. ábra:** Kukorica termékenyülési folyamata (Zhou, Jurani, és Dresselhaus, 2017)
- (A) A kukoricacső bibehányási fázisa. A képen látható csövön a csuhéleveleket eltávolították. Minden egyes bibeszál egy-egy petesejthez kapcsolódik.
- (B) Frissen beporzott bibeszálak – számos világossárga pollenszem tapadt a bibeszálak papilláihoz.
- (C) Sematikus ábra a pollen útvjáról a kukorica megtermékenyülésének folyamata közben.

Ez a folyamat nagyon gyors, a pollencső növekedése óránként 1 cm-t is elérhet (Barnabas és Fridvalszky, 1984; Bedinger, 1992; Zhou, Jurani, és Dresselhaus, 2017). A sikeres szemfejlődés a környezeti tényezőktől függ, úgymint a megfelelő levegő hőmérséklettől, illetve a relatív páratartalomtól (Schoper et al., 1986), valamint a bibék fizikai jelenlététől, a bibeszálak hosszától, amelyet a kártevők befolyásolhatnak, úgymint a kukoricabogár imágójának rágása (Culy, Edwards és Cornelius, 1992; Tuska et al., 2002; Tuska, Edwards és Kiss, 2003, Gyeraj et al., 2021), illetve a bibeszálak víztartalma (Schoper et al., 1986). Ezért a kukoricabogár imágó bibe fogyasztása, különösen, ha hőstressz és vízstressz alakul ki a növényben, termésvesztességhez és minőségromláshoz vezethet. A kukoricabogár imágó bibefogyasztása és az azt követő lehetséges termés kiesések becslése a sikeres termelés szempontjából fontos tényező.

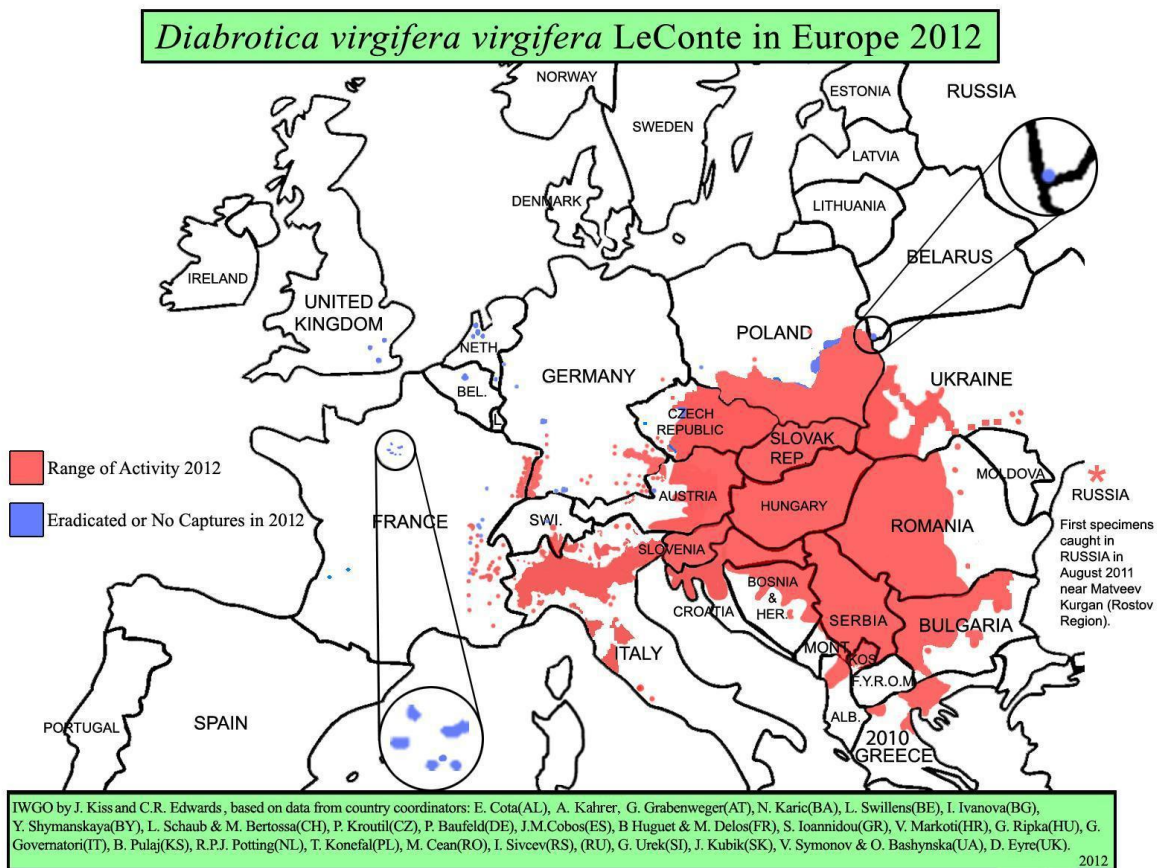
2.4. A csemegekukorica integrált védelme, különös tekintettel az amerikai kukoricabogárra

2.4.1 Az amerikai kukoricabogár biológiája, imágó kártétele

Az amerikai kukoricabogár [*D.v.v. LeConte* (WCR)] a kukorica gazdaságilag jelentős kártevője Észak-Amerikában (5. ábra) és Európa legtöbb kukoricatermesztő régiójában (6. ábra) (Edwards és Kiss, 2012; Gray et al., 2009). A fajt 1868-ban írta le LeCont, majd az első kártételét 1909-ben észlelték kukoricában Colorado államban. Terjedése folyamatos volt, az USA-ban valamennyi kukoricatermő régiójában jelen van. Európában először a belgrádi repülőtér mellett 1992-ben észlelték a lárvájának kártételét (Baca, 1994). Behurcolását a populáció-felszaporodási megfigyelések és modellek alapján 1979 és 1984 között valószínűsítik (Szalai et al., 2011), Magyarországon először 1995-ben detektálták a déli országrészben az imágók megjelenését (Prinzinger, 1996). A kukoricabogár európai helyzetéről, aktivitásokról ad összefoglalást Bažok et al. (2021) cikke.

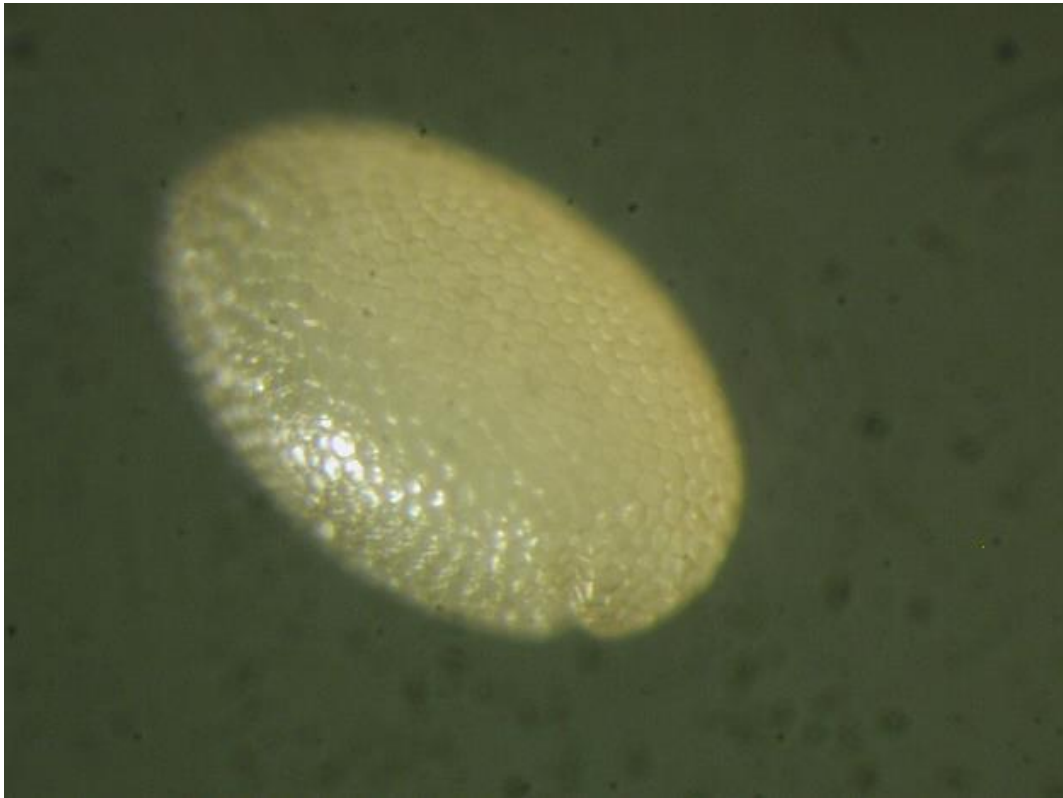


5. ábra: Az amerikai kukoricabogár elterjedése Észak Amerikában (IWGO C.R. Edwards és Kiss J.)



6. ábra: Az amerikai kukoricabogár elterjedése Európában 2012-ben (IWGO Kiss J. és C.R. Edwards)

Tojás alakban telel át a talajban (7. ábra), a lárvák tavasszal, általában május végén kelnek ki és kezdenek el táplálkozni a kukorica gyökérrendszerével (Krysan és Miller, 1986).



7. ábra: Az amerikai kukoricabogár tojása (Fotó: Kiss J.)

A hím kukoricabogár egyedek megjelenése június közepén-végén kezdődik függően a területi elhelyezkedésétől, ezt követően körülbelül 5-7 nappal később a nőtények kelése is elkezdődik, amely akár szeptemberig is eltarthat (Meinke et al., 2009; Toth et al., 2020), a rajzás végére a nőtény egyedek dominálnak (Barna et al., 1999). A kukoricabogár imágók kukoricatáblák közötti diszperziója igen nagy is lehet, általában az adott kukorica tábla talajából előjövő imágók 30%-a elrepül más kukorica táblákba, mintegy 1,5-2 kilométerig célzott repüléssel, afölött véletlenszerű terjedéssel (Lévay et al., 2015). Az imágók feje, lábszára, lábfeje és a csápok feketék, testszínük sárgászöld, az előtor sárga, a potrohuk színe azonban változhat - általában halvány vörös, testhosszuk 5-7 mm. A hímek fedőszárnya főleg fekete, a végük sárga színű (8. ábra), a potrohvégük lekerekített. A nőtények fedőszárnya szintén fekete, amelyet sárga sávozás szakít meg (9. ábra), de előfordul szinte teljesen fekete színű is, potrohvégük éles (Kiss, 2017).



8. ábra: Az amerikai kukoricabogár hímje (Fotó: FAO/Kiss J.)



9. ábra: Az amerikai kukoricabogár nősténye (Fotó: FAO/Kiss J.)

Az imágók elsősorban a kukorica virágporával, bibeszállal és/vagy kukoricaszemmel táplálkoznak (Chiang, 1973), ha ezek nem elérhetőek akkor kukoricalevelekkel vagy más növényfajok, így gyomok pollenjével táplálkoznak (Moeser és Vidal, 2005). Párzás után a nőtények a kukoricatábla talajába rakják petéiket, és/vagy más kukoricatáblákra migrálnak tojásrakásra, így a következő évi nemzedék állományszintje a szántóföldeken függ a kártevő generációs növekedési ütemétől (Szalai et al., 2011), valamint az imágók diszperziójától (Levay et al., 2015). Az USA-ban a vetésváltás-ellenálló kukoricabogár nőtényei elvesztették azt a tulajdonságukat, hogy csak kukoricatáblák talajába rakják le tojásaikat, így gyakran tojásaik egy részét máshol, például szójatáblákon rakják le, amelyek kukoricával vannak vetésváltásban (Sammons et al., 1997; Levine et al., 2002).

Az elsődleges károsítást a lárvák okozzák, károsítják a kukorica gyökérrendszerét. A rágás csökkenti a víz- és tápanyagfelvételt, ennek következtében a hozamot, továbbá a növénymegdőlés terméskiesést (10. ábra), betakarítási veszteséget okozhat (Chiang, 1973; Spike és Tollefson, 1989) (11. ábra). Irodalmi adatok arra utalnak, hogy a különböző kukoricahibridek eltérően reagálnak gyökérrendszerük kártevőinek károsítására (Abel et al., 2000, Ivezic et al., 2006).



10. ábra: Az amerikai kukoricabogár lárvakártételének tünete: dőlt növény ún. „hattyúnyak”
(Fotó: FAO/Kiss J.)



11. ábra: Az amerikai kukoricabogár táblaszintű lárvakártétele: dőlt növények
(Fotó: Kiss J. és Urbán Z.)

A kukoricabogár imágók a kukorica bibéjével is táplálkoznak, ami csökkenti a megtermékenyítést és a szem megkötését (Culy, Edwards és Cornelius, 1992). Tanulmányok szerint a különböző kukoricahibridek eltérően reagálnak a bibehossz csökkenésre, amikor a bibe növekedési sebességét vizsgálták. E vizsgálatok során a bibét naponta visszavágták 25 mm-rel a csuhélevél felett a bibe megjelenése után. A bibe megnyúlás az első napokban volt a legintenzívebb, és egyes hibrideknél 1,5-2-szer gyorsabb volt a növekedés, mint más hibrideknél (Bassetti és Westgate 1993).

A kukoricabogár imágó bibekártételének gazdasági küszöbértéke függ a kukorica hibrid típusától és a termesztési céltól. A vetőmagelőállításra szánt beltenyészett vonalak (szaporítóanyag) érzékenyebbek a bibekárosításra az alacsonyabb bibesűrűség és vigoruk miatt. A csövenkénti egy imágó már okozhat gazdasági veszteséget a beltenyészett vonalakban, magyar kukorica termesztési körülmények között, a szem mennyiségének és minőségének csökkenésével (Tuska et al., 2002), ez összhangban van az 1-3 kukoricabogár imágó küszöbértékkel Corn Belt USA vizsgálatok alapján (Culy, Edwards és Cornelius, 1992). A hiányos megtermékenyülés okozta csökkent magszám és tömeg mellett a bibekárosítás minőségromlással, azaz megváltozott szemmérettel és alakkal jár. A nagy és kerek magok kitöltik a csutka üres helyeit, ezek a magok problémákat okoznak az eltérő magfrakciók miatt (12. ábra).



12. ábra: Az amerikai kukoricabogár imágói biberágásának következménye vetőmag kukoricában mesterséges imágófertőzéssel: tüll hálóval izolálatlan (00), valamint izolált 0, 1, 2, 3 és 6 imágó/cső (Fotó: Kiss J. és Tuska T.)

A beltenyésztett vonalaknál sűrűbb bibéjű árukukorica-hibridek általában jobban tolerálják a kukoricabogár bibekárosítását, a környezeti feltételektől, úgymint a levegő páratartalmától és hőmérsékletétől függően a gazdasági küszöb a különböző magyarországi és közép-európai kereskedelmi kukoricavizsgálatokban 4-6 imágó csövenként (Tuska, Edwards és Kiss, 2003). A kukorica öntözése és így vízállapota valószínűleg növeli a toleranciát (a pollen életképességének növekedése és a bibeszálak megnyúlása miatt), mivel csövenként akár 20 imágó sűrűség sem csökkent jelentősen az öntözött kukorica hozamát Coloradóban (USA), (Capinera, Epsky és Thompson, 1986).

Csemegekukorica esetén sem az európai, sem az Egyesült Államok csemegekukorica termesztési területein eddig nem határozták meg, nem publikálták a *D.v.v* bibekárosítás hatását, illetve az azt követő gazdasági küszöbértéket.

2.4.2 Integrált növényvédelmi szempontok

A kukorica termés hozamára jelentős hatással lehet a kukoricabogár [*D.v.v. LeConte* (WCR)] Észak-Amerikában és Európában (Gray et al., 2009; Edwards és Kiss, 2012; Bažok et al., 2021). A csemegekukorica nagy értékű kultúra, ezért a bibe-hányási időszakában az európai gazdálkodók kockázattűrési szintjének alacsonynak kell lennie a kukoricabogár imágók esetében.

Fontos, hogy a növényvédelmi beavatkozásainkat környezettudatosan, okszerű és szakszerű döntéshozattal, döntéstámogatási rendszerek segítségével felhasználva hozzuk meg. Napjainkban egyre több lehetőségünk nyílt, illetve nyílik meg folyamatosan az előrejelzési rendszerek digitális irányban történő fejlesztésével, úgymint a különböző előrejelző növényi modellek, digitális rovarcsapdák, helyi időjárás állomások, talajszenzorok alkalmazásával. Területeink monitorozásában egyre nagyobb, és precízebb segítséget nyújt a távérzékelés a különböző műholdképek, valamint a dróntechnológia alkalmazása. A folyamatos korlátozások a különböző növényvédőszer-hatóanyagok alkalmazásában, a rezisztencia elkerülése, a környezettudatos IPM (integrated pest management) alkalmazása folyamatosan bővülő teret ad a precíziós gazdálkodásnak, az innovatív digitális megoldások lehetőségeinek.

A csemegekukorica bibe-hányásának ideje kritikus, az inszekticidek alkalmazásának korlátai miatt (beporzók jelenléte/látogatása). A kukoricabogáron kívüli egyéb kártevők jelenléte (pl. *Ostrinia nubilalis*, *Helicoverpa armigera*) (Szöcs et al., 2018) is növényvédelmi kérdéseket, kihívásokat vethet fel, így a védekezési beavatkozások kijuttatás időpontja, illetve a növényvédő szer és hatóanyag típusa. Ezért kutatásra van szükség a gazdasági küszöbök megállapításához, amelyek a gazdálkodók növényvédelmi beavatkozásainak alapját képezik, ami az IPM kulcsfontosságú előfeltétele (Barzman et al., 2015).

Az integrált növényvédelem általános elvei a 2009/128 EK irányelv és az annak megfelelő a 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet 8. melléklete szerint: illetve ezt tovább tárgyalják Barzman et al., (2015); Kiss, Zanker és Eke, (2017):

„1. A károsítók megjelenésének megelőzésére vagy azok mennyiségének gazdasági kárt okozó szint alá szorítására a biológiai, biotechnikai, agrotechnikai, mechanikai, fizikai és kémiai védekezési eljárások, illetve ezek technológiai rendszereinek felhasználása során elsősorban az alábbi eszközök alkalmazandók:

1.1. megfelelő, a kultúrnövény optimális fejlődését biztosító, a károsítók elleni kompetícióját elősegítő agrotechnikai elemek,

- 1.2. rezisztens vagy toleráns növényfajták alkalmazása azoknál a növényfajoknál, ahol ez technológiailag indokolt; fémzárolt vetőmagok és ellenőrzött szaporítóanyagok használata,
 - 1.3. talajvizsgálatra, vagy a növény tápanyag szükségletére alapozott tápanyag-utánpótlás, szükség szerint talajjavítás és a talaj optimális nedvességtartalmát biztosító eljárások alkalmazása,
 - 1.4. a károsítók elterjedésének megakadályozása a gépek, berendezések, öntözőcsatornák rendszeres tisztításával,
 - 1.5. a gyomnövények, kártevők és kórokozók természetes ellenségeinek és a hasznos, valamint a növénytermelés szempontjából veszélyt nem jelentő élő szervezetek fokozott védelme és erősítése megfelelő növényvédelmi intézkedésekkel vagy a termelőhelyeken belül és kívül ökológiai infrastruktúrákkal a természetes ökoszisztémák védelmének figyelembevételével.
2. A károsítókat megfelelő módszerekkel és rendelkezésre álló eszközökkel folyamatosan figyelni kell. A megfelelő eszközök közé tartoznak a helyszínen végzett megfigyelések, tudományosan megalapozott előrejelzési és korai diagnosztikai rendszerek, továbbá szakirányító javaslatainak felhasználása.
 3. A termelő, szükség szerint folyamatos táblaszintű és károsító előrejelzés (monitoring) eredményei alapján, illetve szakirányító igénybevételével eldönti, kell-e érdemi intézkedést alkalmazni, és ha igen, mikortól, továbbá milyen növényvédelmi kezelésre van szükség. A károsítók esetében a kezelési döntés meghozatalakor figyelembe kell venni a konkrét területekre, a terményekre, és a sajátos éghajlati és időjárási viszonyokra meghatározott, tudományosan megalapozott károsítási küszöbértékeket.
 4. A kémiai védekezési módokkal szemben előnyben kell részesíteni a megfelelő hatékonyságot nyújtó környezetbarát biológiai, fizikai és más nem kémiai módszereket, továbbá figyelembe kell venni a károsítók természetes ellenségeinek korlátozó szerepét.
 5. A felhasznált növényvédő szereknek a védekezéssel elérni kívánt célnak leginkább megfelelőnek kell lenniük és a lehető legkevesebb mellékhatással kell járniuk az emberi egészségre, a nem célszervezetekre és a környezetre.
 6. A növényvédő szert felhasználónak a növényvédő szerek használatát és az egyéb beavatkozási formákat a szükséges szinten kell tartania. Az engedélyezett dózishatárok figyelembevételével a felhasználónak törekednie kell a lehető legalacsonyabb, még hatékony dózis használatára, annak érdekében, hogy elkerülje a rezisztencia kialakítását. A felhasználónak a kezelések számát úgy kell megválasztani, hogy a károsítók gazdasági kártételi küszöb alá szorításához szükséges minimális kezelési számot alkalmazza. Károsítók foltszerű előfordulása esetén lehetőség szerint foltkezelést kell alkalmazni, figyelembe véve, hogy a növényzetben a kockázati szintnek elfogadhatónak kell lennie, és nem szabad növelni annak kockázatát, hogy a károsítók populációi rezisztenssé váljanak.

7. A növényvédelmi technológia kialakítása során figyelemmel kell lenni a rezisztencia kialakulásának megelőzésére.

8. Az adott évi növényvédelmi technológia, illetve a szükséges növényvédelmi intézkedések megtervezése során figyelembe kell venni az előző évi növényvédelmi intézkedések hatékonyságával kapcsolatos tapasztalatokat.”

Az amerikai kukoricabogár előrejelzésénél mindenképpen figyelembe kell vennünk az előző évnek a kártevő sűrűségét, valamint kártételét az adott évre jellemző időjárási körülmények mellett (Ripka, 2007).

Az integrált növényvédelmi szemlélet tükrében a védekezés első lépése a több évre, több táblára kiterjedő populációbecslés, kockázatbecslés és kockázatkezelés melyek segítségével képesek leszünk a hatékony döntéshozatalra (Kiss és Komáromi, 2007).

Az integrált védekezési lehetőségeket az alábbiakban foglalom össze részben saját munkám alapján (Gyeraj et al., 2019):

„Az amerikai kukoricabogár elleni integrált védekezési (azon belül a nem kémiai) eszközök közül az egyik lehetséges módszer a kártevő lárvája elleni hibrid tolerancia elérése. A tolerancia esetében a különbségek a hibridek között azok eltérő növényi habitusából adódhatnak, erősebb szár, nagyobb, masszívabb gyökértömeg, erőteljesebb gyökérregeneráció. Ismert, hogy egyes hibrid vonalak eltérő toleranciát mutatnak, de ezen eltérés nem jelenik meg a gyakorlati növényvédelmi, hibridválasztási prioritások között.

Az új nemesítési módszerek új alternatívákat kínálnak, az inszekticides védekezési módok bővültek az amerikai kukoricabogár ellen rezisztens (pl. Cry3A, Cry3Bb1, Cry34/35Ab1 és más fehérjét termelő) és kukoricamoly ellen rezisztens (pl. Cry1Ab, Cry9F, Cry1F, Cry1Ac fehérjét termelő) Bt kukorica hibridek termesztésbe vonásával (USA, Kanada, Brazília). Az idei 2022-es évtől elérhető egy új kukorica hibrid is melynek RNA interferencia (RNAi) technológiára épülő védekezési mechanizmusa van, amely egy kis szabályozó RNS prekursorát is hordozza, mely RNS interferenciát felhasználva képes további rezisztenciát biztosítani a kukorica számára (Willow és Veromann, 2022; Willow et al., 2022). Jelenleg az Európai Unióban a MON 810 genetikai eseményű Cry1Ab fehérjét termelő kukoricamoly-rezisztens kukorica hibrid köztermesztése engedélyezett.

Megelőző kémiai védekezési lehetőség a földibolhák, barkók, fritlégy és talajlakó kártevők ellen a vetőmag inszekticides csávázása (ha van engedélyezett és megfelelő hatástartammal rendelkező hatóanyag), ami pár leveles korig megvédi a növényt a nagyobb kártételtől. Tudjuk, hogy kukorica

önmaga utáni termesztésében az amerikai kukoricabogár lárvája ellen több esetben (adott táblán és szomszédos táblákon az előző évi imágó egyedszámtól függően, indokolt lehet inszekticides vetőmag- és/vagy talajkezelés. Az amerikai kukoricabogár és a talajlakó kártevők ellen biológiai védekezési alkalmazási, formulázási és hatékonysági vizsgálatok is folytak és folynak rovarpatogén fonálférgekkel és gombákkal, azonban szabadföldi alkalmazásban, a kártevők létszámának csökkentésében az integrált szemléletnek megfelelően (több táblán, több év viszonylatában) még további finomítások szükségesek. Ugyanakkor a kártevők populációját csökkentő hatásukat ki kell használnunk.

A kukoricabogár lárvák május közepétől-végétől kelnek (a tojás talajban való elhelyezkedésétől, a talajtípustól és elsősorban a halmozott hőösszegtől függően), így ennek megfelelően a csúcskárosítás végén (a lárvakártétel befejeződését követően, ami általában június végére esik) célszerű elvégezni a korábbi megelőző védekezés értékelését (mint az integrált védelem egyik fontos pillére). A gyökérásás és mosás után leggyakrabban az 1–6-ig terjedő IOWA skála segítségével határozzuk meg a lárvák által okozott gyökérvártétel mértékét (13. ábra).



13. ábra: Az amerikai kukoricabogár lárvájának kártétele csemegekukorica gyökérzetén

(Fotó: Kiss J.)

A kikelt kukoricamoly lárváinak aktivitására is ebben az időszakban számíthatunk; a lárvák eleinte a leveleken hámozgatnak, majd berágnak a szár belsejébe, megzavarják a növény tápanyagforgalmát és fejlődését, ezáltal a kukoricatövek fizikai hatásra (pl. szél, munkagépek) könnyebben eltörnek, a gépi betakarítás nehezkesebbé válik. Általában május végén kezdődik az áttelelő nemzedékű imágók rajzása (fő rajzás: június közepe – július eleje, második rajzás: augusztus közepe – szeptember eleje). Hazánkban számos engedélyezett hatóanyag, biológiai preparátum áll rendelkezésre a kukoricamoly ellen, azonban az elhúzódó lepkerajzás miatt fontos a tömeges lárvakelésre alapozott optimális védekezési időpont meghatározása. A kukoricamoly esetében a fénycsapdás előrejelzés jó és megbízható módszer. A feromoncsapdás előrejelzés kifejlesztése ezzel szemben bonyolultabb a faj ismert feromon-polimorfizmusa miatt. A biológiai védekezési eszközök közül kiemelem a „Trichoplus fürkészdarázs” peteparazitoidokat tartalmazó (*Trichogramma pintoii* és *T. evanescens*) biológiai készítmények, illetve az egyik leghatékonyabb biológiai védekezés a *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki rovarpatogén baktériumtörzs spóráit és toxinkristályait tartalmazó „Dipel DF” alkalmazása.

A beavatkozási döntésnél a készítmény kiválasztásánál mindenképp fontos szempont a nem kívánatos egészségügyi vagy környezeti negatív hatások (pl. széles hatásspektrumú rovarölő szerek használatának kerülése a ragadozók és parazitoidok védelme érdekében), illetve a rezisztencia kockázat kialakulásának (pl. eltérő hatásmechanizmusú hatóanyagok váltogatásával) csökkentése, és az élelmezésegészségügyi várakozási idő betartása.

A címerhányás időszakban kiemelt fontosságú a kukoricamoly, illetve a gyapottok-bagolylepke rajzásának és tojásrakásának alakulása. A gyapottok-bagolylepke az utóbbi 20–25 évben ismert, sokszor gondot okozó kártevővé vált hazánkban is. A csemegekukoricán a bibeszálakat és a zsenge szemeket fogyasztják és a károsításuk következtében szaprofita gombák (pl. *Fusarium* spp.) szaporodhatnak fel. Nehezíti a hernyók elleni hatékony védekezést, hogy az évek többségében az imágók rajzása júniustól augusztus végéig gyakorlatilag folyamatos. Ennek következtében folyamatos a tojásrakás és a lárvakelés is, amit bizonyít a hernyók sokszor vegyes korösszetétele is. A tömeges lárvakelés a rajzáscsúcsot (tojásrakást) követően 8–12 napra várható, ekkorra kell időzíteni a kémiai védekezést is. (Kritikus szempont a kukorica tojásrakás szempontjából preferált fenológiája, azaz bibehányás és a rajzás egybeesése, a beavatkozási döntés részleteit lásd később). A rovarölő szerek közül érdemes a környezetkímélő és/vagy szelektív hatóanyagok közül (pl. kitinszintézis-gátló, juvenil hormon, Bt hatóanyagú szer) választani. Biológiai védekezési eszköz lehet a *Trichogramma* petefürkészek betelepítése, azonban a gyapottok-bagolylepke imágók egyesével helyezik el a petéiket, így a kukoricamollyal ellentétben a módszer nem mindig hatékony.

Az amerikai kukoricabogár imágók károsítása is jelentős lehet (évjárattól függően); termés hozam csökkenést és minőségromlást okozhatnak a bibeszálak rágásával, ritkábban a levél és pollen fogyasztásával.

Az imágók rajzás csúcsa általában július elejére-közepére tehető. Jellemzően a hímek valamivel korábban jelennek meg a nőstényeknél. Az amerikai kukoricabogár populációjának felvételezése imágó állapotban végezhető el a legegyszerűbben. Az imágók egyedszámából a következő évi lárvakártétel nagyságára is következtethetünk. Abszolút felvételezési módszerek közé tartozik a növényenkénti egyedszám vizsgálat és ritkábban a sátorhálós izolátor csapda. A relatív felvételezési módszerek elvégzésére számos, kereskedelmi forgalomban lévő csapdatípus áll rendelkezésre. Az ide tartozó csapdák egy része vizuális ingerrel, másik része pedig kémiai anyagokkal (növényi illatanyagok, szexferomon) gyakorol hatást az imágókra. Az amerikai kukoricabogár populációjának szabályozásához tartozik, hogy beavatkozunk-e a bibét fogyasztó imágók ellen. Ismert, hogy vetőmag előállításban 1–2 imágó, míg árukukoricában 3–5 imágó okozhat gazdasági kárt az adott év szemtermésében a megtermékenyülés első egy hetében (REFS). Természetesen a bibehányáskor jelenlévő valamennyi kártevő (gyapottok-bagolylepke, kukoricamoly, földibolhák imágói stb.) egyedszámát, rajzását mérlegelnünk kell. A gyapottok-bagolylepke rajzásakor, a tojásrakásra az R1 (bibehányás) kukoricastádium a kedvező, azaz erre az időszakra koncentráljunk a beavatkozási döntés meghozatalában. Az imágók elleni állománykezelés (pl. indoxakarb, lambda-cihalotrin stb.) a bibekártétel mellett (főként későbbi fenológiában végzett inszekticides kezelés esetében) a következő évi lárva populációt is csökkenti. Ezen hatóanyagok kijuttatása egyben megfelelő védekezési mód lehet az egyedi növényvizsgálattal felvételezett levéltetvek, illetve a kukoricamoly és/vagy gyapottok-bagolylepke lárvák ellen is.” (Gyeraj et al., 2019)

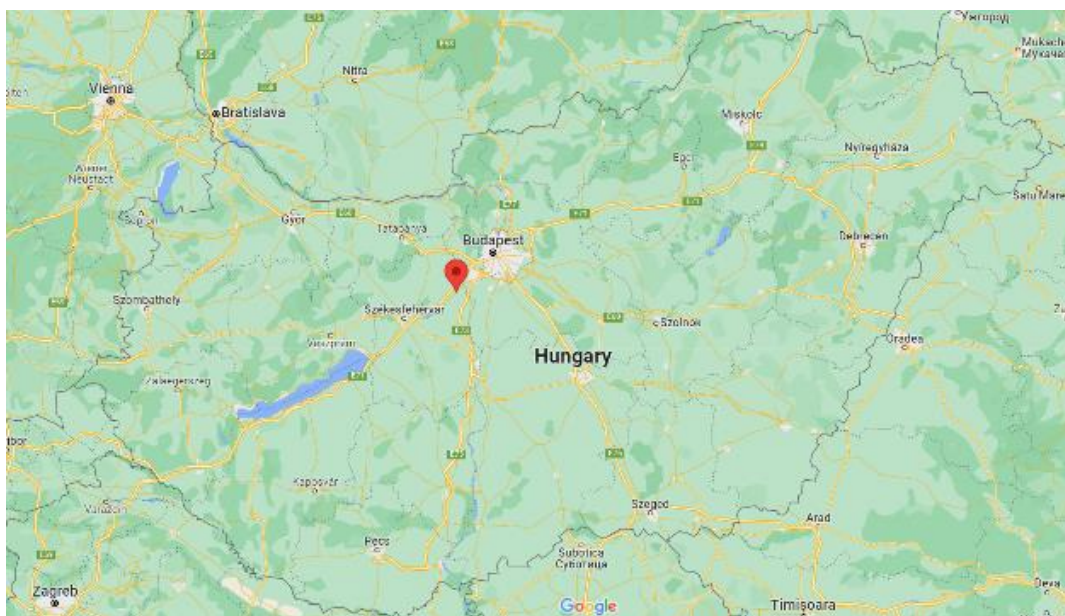
Biotechnikai megoldásként sikeres lehet a mesterségesen előállított feromon alkalmazása, kipermetezése, aminek segítségével orientáció zavarást érhetünk el az kukoricabogár imágók között. A kijuttatott feromon készítmény a kukoricabogár teljes repülési ideje alatt, 8-10 héten keresztül hatékony, megakadályozva ezzel a hím és nőstény kukorica bogár imágók találkozását (http 13).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálatok körülményei

3.1.1 Terület, talaj, parcellák

A vizsgálatokat 2016-os, 2017-es és 2018-as években végeztem a PlasmProtect Kft. öntözés nélküli területein, Martonvásár közelében tipikus szántóföldi növénytermesztési régióban a Közép-Dunántúlon, Magyarországon (14. ábra).



14. ábra: Kísérleti területünk Magyarország térképén (2016-2018)

Az agronómiai és növénytermesztési technológiák minden évben hasonlóak voltak és követték a régióban jellemző gyakorlatot. A talaj típusa jó minőségű mészlepedékes csernozjom volt, semleges 7,1-es PH-val, közepes 2,1%-os humusztartalommal, 29-es aranykorona értékkel és 38-as Arany-féle kötöttséggel.

A kísérleti területek az egyes években ugyanabban a blokkban helyezkedtek el néhány száz méterre egymástól a 15. ábrán látható blokkban:

- 2016- ban GPS koordináták: 47°19'47.9"N 18°51'11.0"E
- 2017-ben GPS koordináták: 47°19'49.2"N 18°51'22.8"E
- 2018-ban GPS koordináták: 47°19'58.0"N 18°51'25.8"E



15. ábra: Kísérleti területek elhelyezkedése koordináták alapján
Martonvásár külterületén (2016-2018)

2016-os évben olajnapraforgó, a 2017-es, 2018-as évben zab volt az elővetemény. A kísérleti területeken a talajműveléssel jó kultúrállapotú talajt készítettünk a vetésnek, az őszi mélyszántást követően tavasszal a szántás elmunkálása simítóval, a vetőágy készítés kombinátorral történt minden évben.

Őszi és tavaszi tápanyagutánpótlás is történt a területeken. Az alaptrágya őszi lett kijuttatva szántás előtt 300 kg-nyi 25-25-25 NPK hatóanyagtartalmú műtrágya, tavasszal pedig 300 kg-nyi 34%-os ammonium nitrát műtrágyát szórtunk a területre vetőágy készítés előtt.

A vetések a kísérleti parcellákban vetőpuskával történtek, 55.000 darab kivetett maggal hektáronként, 75 centiméteres kukorica sortávra.

A kísérletben alkalmazott növényvédelmi védekezések az alábbiak szerint történtek. Vetés előtt Force 1,5G rovarölőszeres talajfertőtlenítő kezelést alkalmaztunk 10 kg/hektár (teflutrin 15g/kg) dózisban kijuttatva, ezt követően rovarölő szeres kezelés nem történt. Gyomszabályozás során posztemergens kémiai növényvédelmi kezelést alkalmaztunk Lumax 4,5 kg/ha (37,5 g/l meztotrion, 375,0 g/l S-metolaklór, 125,0 g/l terbutilazin) növényvédőszerrel figyelembe véve a gyártói ajánlást a magról kelő egyszikű gyomok tömeges kelésekor 1–3 leveles fejlettségkor, illetve a magról kelő kétszikű gyomok 2–4 leveles fejlettségénél, ezt követően az állományban

kézi kapálást végeztünk 2016-ban május 31-én, 2017-ben június 22-én és 2018-ban június 8 és 13-án. Fungicides kezelés nem történt.

3.1.2 Kukoricabogár imágó ráhelyezései kísérletek elrendezése, hibrid, időjárás

A 2016-os, 2017-es, 2018-as években a Suregold csemegekukorica hibriddel kukorica bogár imágó bibekártételére irányuló vizsgálatokat állítottam be.

A kísérlet egy parcellából állt ami 6 méter (8 sor) széles és 9,2 méter hosszú volt 55,2 m² nagyságú területen helyezkedett el, soronként 38 magdarab került kivetésre. Az egyes sorok randomizáltan tartalmazták 2016-ban az öt, illetve 2017-ben és 2018-ban a hat kezelést és a kezeletlen kontroll növényeket, kezelésként 5 egymást követő növényt kiválasztva, 4 ismétlésben, így a 8 sorban kezelésként 20 növényt, bibét vizsgáltunk (megfelelve az EFSA Guidance követelményeinek). A széleken izolálásként 4 sor csemegekukoricát vetettünk 3 méter szélességben a kísérleti területünk vadaktól, szélről való megóvása érdekében.

Mivel vizsgálatunkban egyedi izolált növényekkel dolgoztunk, a parcella nagyság (ellentétben a „szokásos” elrendezéssel, az izolálatlan növények parcellaszintű kezelésével) nem releváns megközelítés. Követelményünk volt, az egyedi növények (agronómiai és fenotípusos vizsgálatával, annak megfelelően) azok termesztési (talaj, agronómiai eljárások) háttérének homogenitása. Kísérletünkhöz a kukoricabogár imágókat a környező, rovarölőszerezellel nem kezelt kukorica növényekről gyűjtöttem be 1-2 nappal a kihelyezés előtt szipókával (16. ábra).



16. ábra: Kukoricabogár imágók gyűjtése szipókával (Fotó: Gyeraj A.)

A kihelyezésig tárolásukat erre a célra speciálisan kialakított hálóval fedett ládában oldottuk meg, folyamatosan biztosítva a megfelelő életkörülményeiket friss kukorica címerrel, bibével, levéllel (17. ábra).



17. ábra: A begyűjtött kukoricabogár imágók tárolására használt hálóval fedett láda (Fotó: Gyeraj A.)

Kísérletünk során a vizsgált növények bibéjét 400 x 250 mm-es 1 mm-es lyukbőségű, speciálisan erre a célra varrt fedőhálót helyeztünk a csövekre a bibehányás kezdetétől (18. ábra).



18. ábra: Izolátorhálók a vizsgált Suregold csemegekukorica hibridek csövein eltérő kukoricabogár imágószámú kezelésekkel (Fotó: Gyeraj A.)

Ezen hálókba a kezelésektől függően 2016-ban 0, 1, 2, 4, 8, 2017-ben illetve 2018-ban 0, 1, 2, 4, 8, 12 kukoricabogár imágót helyeztünk. A vizsgált növényeket június végétől naponta monitoroztuk (19. ábra) a címerhányás szakaszától (VT Iowa System, Abendroth et al., 2011, ez az a szakasz, amikor a címer teljesen láthatóvá válik, a kukorica elérte teljes magasságát, és elkezdődik a pollenszórás)



19. ábra: Kukoricabogár imágó bibe károsításának vizsgálata a Suregold csemegekukorica hibridnél (Fotó: Gyeraj A.)

A vizsgált bibék fejlődését nyomon követtem, és amikor várható volt a bibeszálak megjelenése, előző nap hálóval lefedtük a csöveket (R1 szakasz, Iowa System, Abendroth et al., 2011, ami 3 nappal a címerhányás után következik be), annak biztosítása érdekében, hogy a kísérlet azelőtt kezdődjön meg, hogy az első bibeszálak megjelentek volna a csuhélevelek csúcsi borításából, azaz közvetlenül az R1 szakasz kezdete előtt minden vizsgált növénynél. Ebből kifolyólag a kukoricabogár imágó kezeléseket első napja némileg változott az egyes növények között.

A bibe hosszát napi rendszerességgel mértük, a bibe megjelenésétől a bibe beszáradásáig 9-11 napig (20. ábra, 21. ábra).



20. ábra: Suregold csemegekukorica bibehosszának mérése 1 darab kukoricabogár imágó kezelésnél (Fotó: Gyeraj A.)



21. ábra: Suregold csemegekukorica bibehosszának mérése 12 darab kukoricabogár imágó kezelésnél (Fotó: Gyeraj A.)

A természetes károsítás monitorozása tekintetében az egyes években 20 darab a kísérleti parcellában randomizált hálóval nem fedett növényt is vizsgáltunk, valamint a kukoricabogár imágó egyedszám háttérferőtözöttségének mintázására három darab Pherocon AM sárga ragacs lap csapdát helyeztünk el a kísérleti területen randomizálva (22. ábra) és hetente rögzítettük a fogott imágók számát, valamint a ragacs lapokat is heti rendszerességgel cseréltük.



22. ábra: Pherocon AM sárga ragacs lap csapda kihelyezése (Fotó: Gyeraj A.)

Az izolációs háló végeit rugalmas gumiszalaggal rögzítettük a könnyebb kezelhetőség érdekében – napi bibehossz mérésre, illetve az imágók napi számlálására. Az imágók számát naponta ellenőriztük, ha kellett pótoltuk, tehát minden nap biztosítva volt az adott kezelések pontossága. Az izolációs hálóknak a szerepe volt az adott kezeléson belüli kukoricabogár imágószám biztosítása, valamint az egyéb károsítók kizárása, a bibeszálak védelme.

A kísérleti növények csöveinek betakarítása kézzel történt (23. ábra) (2. táblázat) a termeltető cégek által meghatározott paraméterek alapján, majd a betakarítást követően megmértük a csuhélevelek eltávolítása után a csövek tömegét, a csövek hosszát, valamint a csővégektől 50 mm-re, illetve a csőközépen a kerületüket.



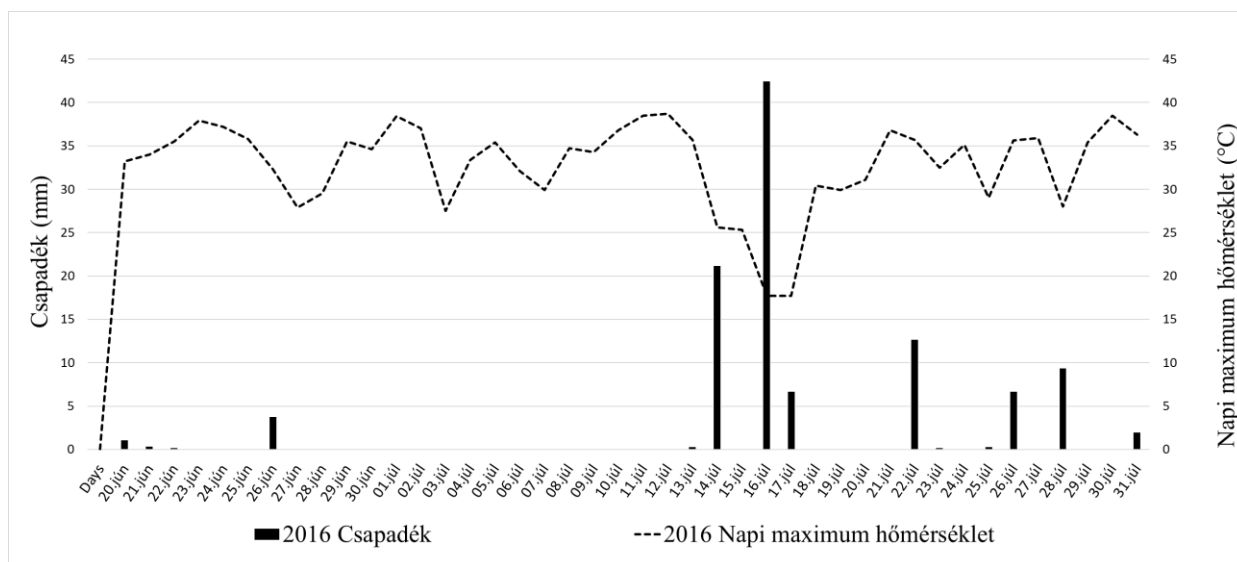
23. ábra: Suregold csemegekukorica kézi betakarítása 2018-ban (Fotó: Gyeraj A.)

A laboratóriumi mérések során megszámoltuk az egyes csövek szemsorainak számát, illetve a szemek számát is. A kapott adatokból meghatároztuk a termékenyülési indexet: a szemek számát elosztottuk az átlagos csőkeresztmetszet területével (a három kerületi érték átlaga), majd megszoroztuk a cső hosszával. Ez az index tehát az egységnyi csőfelület területre eső szemek számát tükrözi, feltételezve, hogy a vizsgált hibriden belül hasonló formájúak a csövek.

2. táblázat: Bibék vizsgálati és a kézi betakarítás ideje a Suregold csemegekukoricában (Martonvásár, 2016-2018)

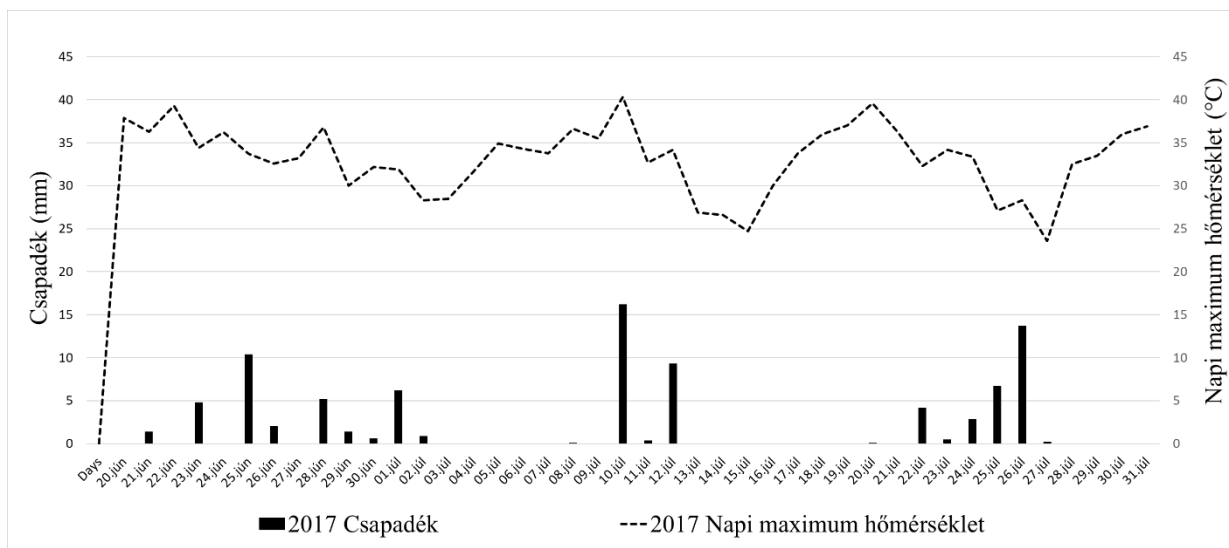
Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kísérlet	Suregold hibrid
Imágó ráhelyezéssel bibevizsgálat 2016.	július 16-26.
Kézi betakarítás 2016.	augusztus 17.
Imágó ráhelyezéssel bibevizsgálat 2017.	július 2-18
Kézi betakarítás 2017.	július 28-29.
Imágó ráhelyezéssel bibevizsgálat 2018.	július 2-19.
Kézi betakarítás 2018.	július 24 - augusztus 1.

Az időjárási viszonyok vizsgálati évenként eltérőek voltak, melyek jelentős hatással bírtak a hozamokra, a vizsgált bibe-hossz regenerálódására, ezáltal a kártétel mértékére. 2016-ban a bibe-hányási, megtermékenyülési időszak kedvező volt magas páratartalom, csapadékos időjárás mellett, nem volt kiemelkedő napi maximum hőmérséklet sem, amikor a pollenek életképessége jelentősen csökkenhetett „termékenyítési képességüket elveszthették” volna (24. ábra).



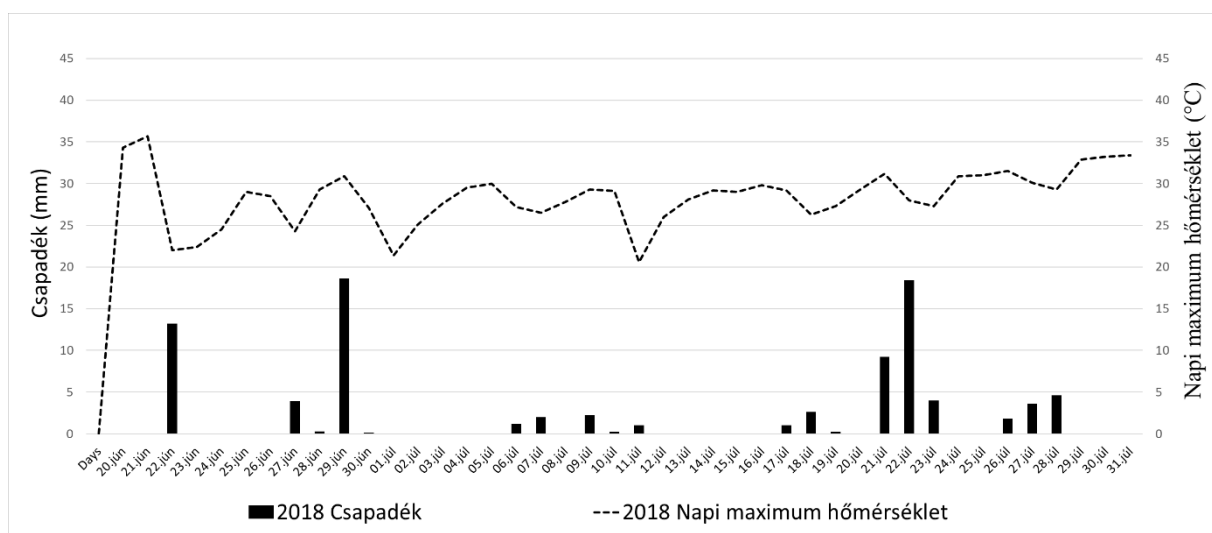
24. ábra: Napi csapadék és a napi maximum hőmérséklet a kísérleti területen 2016-ban (Martonvásár)

2017-ben ez az időszak szárazabb volt, sőt, a beporzás és a szemfeltöltés időszakában a magasabb hőmérséklet nem kedvezett a pollen életképességének, a szemkitalítódásnak (25. ábra).



25. ábra: Napi csapadék és a napi maximum hőmérséklet a kísérleti területen 2017-ben (Martonvásár)

2018-ban is száraz, de szerényebb napi maximum hőmérsékletű volt a vizsgált időszak, a szemtöltés időszakában a csapadékelátás megfelelő volt, mely jelentősen hozzájárult a megfelelő hozamok eléréséhez (26. ábra).



26. ábra: Napi csapadék és a napi maximum hőmérséklet a kísérleti területen 2018-ban (Martonvásár)

A kukoricabogár imágó kártételének három éves vizsgálata során a Suregold csemegekukorica hibridet vizsgáltuk. A hibridet az alábbiakban jellemzem.

Suregold - fajtafenntartó: Harris Moran USA - csemegekukorica hibrid jellemzői (<http> 6):

A Suregold szuperédes középérésű éréscsoportba tartozó hibrid. Fattyasodásra hajlamos. Csövei átlagosak, hengerek, csővégei hegyes-tompa besorolásúak, szemsorai egyenesen futnak, vékony csutkával rendelkeznek. Szemsorainak száma tizennyolc, szemek apróbbak, a csővégek jól fedettek,

színük sárga közepesnél sötétebb. Átlagos bruttó csőtömege (csuhévellel) 363 gramm, nettó csőtömege (csuhével nélkül) 276 gramm, csőhossza 20 cm, csőátmérője 48 mm. Átlagos növénymagassága 204 cm, átlagos csőmagassága 75 cm. A nemesítői eredmények alapján a Suregold hibrid kukoricarozsdára (*Puccinia sorghi*) rezisztens, továbbá kukorica csíkos mozaikvírusra (*MDMV*) és helmintospóriumos betegségre (*Helminthosporium turcicum*) toleráns.

3.1.3. Bibe visszavágás kísérlet elrendezése, hibridek, időjárás

A 2017-es, 2018-as évben a kukoricabogár imágó kísérletünket kibővítettük, úgynevezett bibe visszavágás szimulációs kísérlettel, melynek lényege az volt, hogy a kukoricabogár imágó biberágását/károsítását szimulálva visszavágtuk a bibét. A kezeléseket 7 csemegekukorica hibridnél vizsgáltuk Suregold, Kinze, MV Július, GSS 5649, GSS 8529, Moreland, GH 11754, mivel feltételeztük, hogy az eltérő genetikai háttérrel rendelkező csemegekukorica hibridek másként reagálnak a különböző mértékű bibekártételre, az eltérő időjárási körülmények között az egyes években. Egy-egy parcellában vizsgáltuk az egyes hibrideket (összesen 7 parcellában), melyek egyenként 3 méter szélességűek (4 sor) és 9,2 méter hosszú kísérleti parcellák voltak, összesen 27,6 m² terület nagyságon soronként 38 darab magdarab került kivetésre (27. ábra). Az egyes sorok randomizáltan tartalmazták a három kezelést és a kezeletlen kontroll növényeket, kezelésenként 5 egymást követő növényt kiválasztva, 4 ismétlésben, így a 4 sorban kezelésenként 20 növényt, bibét vizsgáltunk (megfelelve az EFSA Guidance követelményeinek). A kísérleti területet itt is 4 sor 3 méteres izolációs sávval vettük körül.



27. ábra: Bibe visszavágás kísérleti parcellák 2017-ben Simonpusztán a PlasmoProtect Kft. kísérleti területén (Fotó: Gyeraj A.)

A vizsgált növényeket június közepétől naponta monitoroztuk a címerhányás szakaszától (VT Iowa System, Abendroth et al., 2011, ez az a szakasz, amikor a címer teljesen láthatóvá válik, a kukorica elérte teljes magasságát, és elkezdődik a pollenszórás). A vizsgált bibék fejlődését nyomon követtük, és a bibeszálak megjelenésével megkezdődött a napi bibe visszavágási munka R1 szakaszban (R1 szakasz, Iowa System, Abendroth et al., 2011), ami 3 nappal a címerhányás után következik be (3. táblázat).

3. táblázat: Bibe visszavágás ideje a hét vizsgált csemegekukorica hibrid esetén 2017-ben, 2018-ban (Martonvásár)

Csemegekukorica hibridek	2017 Bibe visszavágás ideje	2018 Bibe visszavágás ideje
Suregold	július 4-18.	július 3-19.
Kinze	július 4-18.	július 1-15.
Mv Július	június 25 - július 12.	június 21 - július 6.
GSS 5649	július 6-21.	június 30 - július 15.
GSS 8529	július 6-21.	július 4-17.
Moreland	július 9-23.	július 5-18.
GH 11754	július 6-21.	július 2-18.

A bibe visszavágási kísérletben a csöveket nem izoláltuk, mivel a természetes kukoricabogár imágó fertőzést is monitorozni akartuk. A csuhélevél csúcsa feletti bibét, a csuhélevél csúcsától számított 0, 1, illetve 2 cm-re visszavágtuk (28. ábra), hogy szimuláljuk a különböző fertőzési/bibekárosítási szinteket.



28. ábra: Moreland (V6) csemegekukorica hibrid bibéjének 2 centiméterig történő bibe visszavágása a II. ismétlés 2. növényén 2018-ban (Fotó: Gyeraj A.)

A eltérő csemegekukorica hibridek esetén, minden kísérleti parcellában 20 kontroll növényt jelöltünk meg, melyeknek a bibehosszát napi rendszerességgel mértük.

A kísérleti parcellákon a természetes kukoricabogár imágó háttérfertőzöttségének megfigyelésére három Pherocon AM sárga ragadós csapdát (Trécé Inc, USA) helyeztünk el (29. ábra), melyek kukoricabogár imágó fogásainak számát hetente rögzítettük, mivel ez befolyásolhatta az izolációs háló nélküli csövek bibéjének hosszát. A csapdákat heti rendszerességgel cseréltük.



29. ábra: Pherocon AM sárga ragacs lap csapda (Fotó: Gyeraj A.)

Az összes vizsgált csemegekukorica csövet a megfelelő érettségi állapotnál (termeltető cégek által előírt paraméterek szerint) manuálisan betakarítottuk (4. táblázat), elkülönítettük, ládáknban tároltuk, majd a laboratóriumba szállítottuk és hasonlóan a kukoricabogár imágó kártételi vizsgálatunkhoz: megmértük a csuhélevelek eltávolítása után a csövek tömegét, a csövek hosszát valamint a csővégektől 50 mm-re, illetve a csőközépen a kerületüket. Emellett megszámoltuk az egyes csövek szemsorainak számát, illetve a szemek számát is. Kiszámítottuk a termékenyülési indexet: a szemek számát elosztottuk az átlagos csőkeresztmetszet kerületével (a három kerületi érték átlaga), majd megszoroztuk a cső hosszával. Ez az index tehát az egységnyi csőfelület területre eső szemek számát tükrözi, feltételezve, hogy hasonló formájúak a csövek. Továbbá feljegyeztük a *Helicoverpa* károsításokat.

4. táblázat: Kézi betakarítás ideje a vizsgált csöveknél (Martonvásár, 2017-2018)

Csemegekukorica hibridek	2017 Kézi betakarítás ideje	2018 Kézi betakarítás ideje
Suregold	július 30.	július 27 – augusztus 1.
Kinze	július 29-30.	július 24-27.
Mv Július	július 24.	július 18-22.
GSS 5649	július 31 – augusztus 1.	július 23-27.
GSS 8529	augusztus 2-3.	július 27-29.
Moreland	augusztus 1.	július 28 – augusztus 1.
GH 11754	július 31.	július 28 – augusztus 1.

Az időjárási viszonyok a kukoricabogár imágó kísérletben leírtaknak megfelelnek (lásd 40-41. oldal), azonban a bibe visszavágási kísérletben szereplő 7 csemegekukorica hibrid vizsgálati ideje a különböző bibe hányási időszakok miatt szélesebb periódust ölelt fel 2017-ben és 2018-ban is.

A bibe vágásos kísérletünket az alábbi hét hibridnél vizsgáltuk: Suregold, Kinze, MV Július, GSS 5649, GSS 8529, Moreland, GH 11754

Suregold csemegekukorica jellemzése: lásd 42. oldal, illetve a többi hibrid az alábbiak szerint.

Kinze - fajtafenntartó: Vilmorin/Alfa Lucullus - csemegekukorica hibrid jellemzői ([http 6](#); [http 14](#); [http 15](#); [http 16](#)):

A Kinze szuperédes középkesői éréscsoportba tartozó csemegekukorica hibrid. Erőteljes habitusú hibrid, melynek csöve 18 - 20 szemsoros, 22 - 24 cm hosszú, átlagos átmérőjű 54 mm, 400 - 450 gramm tömegű. Átlagos növénymagassága 210 cm, átlagos csőmagassága 80 cm. Vetése jól szakaszolható, kiemelkedő hozamokra képes. Stressztűrő képessége jó, illetve többszörös betegség ellenállóság jellemzi: kukorica csíkos mozaikvírus (*MDMV*) HR, kukorica baktériumos hervadás (*Pantoea stewartii subsp. stewartii*) IR, kukorica északi levélfoltosság és levélszáradás (*Exserohilum turcicum*) IR, kukorica rozsa (*Puccinia sorghi*) HR, golyvás üszög (*Ustilago maydis*) IR

MV Július - fajtafenntartó: MTA - csemege kukorica hibrid jellemzői ([http 6](#); [http 17](#)):

Az MV Július normálédes, igenkorai éréscsoportba tartozó csemegekukorica hibrid. Korán vethető mivel csírázaskori hidegtűrése és kezdeti fejlődése jó, kiegyenlített növényállomány jellemzi. A

szára vékony, fattyasodása függ a termesztési feltételektől. Csövei hengeresek, 20-22 cm hosszúak, szemsorainak száma 16, csőátmérője 42 mm, csőtömege 240 gramm, a szemek színe aranyárga-narancs. Átlagos növénymagassága 160 cm, átlagos csőmagassága 35 cm. Betegségellenállóság: NA

GSS 5649 - fajtafenntartó: Syngenta - csemegekukorica hibrid jellemzői ([http 18](http://18)):

A GSS 5649 középkorai éréscsoportba tartozó, szuperédes csemegekukorica. Csövei 18 - 20 szemsorosak, csőhosszuk 21 cm, csőátmérő 56 mm, szemei aranyárga színűek. Növénymagassága átlagos 230 cm, szárszilárdsága közepes. Jó betegségellenálló képesség jellemzi: kukorica baktériumos hervadás (*Pantoea stewartii subsp. stewartii*) IR, kukorica északi levélfoltosság és levélszáradás (*Exserohilum turcicum*) IR, kukorica déli levélfoltossága (*Bipolaris maydis*) IR, kukorica rozsdá (*Puccinia sorghi*) HR, kukorica csíkos mozaikvírus (MDMV) HR

GSS 8529 - fajtafenntartó: Syngenta - csemegekukorica hibrid jellemzői ([http 6](http://6); [http 18](http://18)):

A GSS 8529 középérésű, szuperédes csemegekukorica. Átlagos bruttó csőtömege (csuhélevéllel) 460 gramm, nettó csőtömege (csuhélevél nélkül) 364 gramm, csövei 18-20 szemsorosak, csőhossza 20 cm, csőátmérője 55 mm, szemei sárga színűek. Növénymagassága 260 cm, csőmagassága 119 cm. Betegségellenálló képessége: kukorica baktériumos hervadás (*Pantoea stewartii subsp. stewartii*) HR, kukorica déli levélfoltossága (*Bipolaris maydis*) IR, kukorica csíkos mozaikvírus (MDMV) IR

Moreland - fajtafenntartó: Syngenta - csemegekukorica hibrid jellemzői ([http 18](http://18)):

A Moreland kései éréscsoportú, szuperédes csemegekukorica. Csövei 18 - 20 szemsorosak, csőhosszuk 20 cm, csőátmérő 53 mm, szemei aranyárga színűek. Növénymagassága átlagos 220 cm. Betegségellenálló képessége: kukorica baktériumos hervadás (*Pantoea stewartii subsp. stewartii*) HR, kukorica északi levélfoltosság és levélszáradás (*Exserohilum turcicum*) HR, kukorica déli levélfoltossága (*Bipolaris maydis*) IR, kukorica rozsdá (*Puccinia sorghi*) HR.

GH 11754 (Element) - fajtafenntartó: Syngenta - csemegekukorica hibrid jellemzői ([http 18](http://18)):

A GH 11754 középkései éréscsoportba tartozó, normálédes csemegekukorica. Csövei 22 cm hosszúak, középvastagak 16 - 18 szemsorosak, csőátmérő 53 mm, szemei közepessárga színűek. Magas, abitusú növénymagassága 260 cm, erős robosztus szárú, nagyon stabil állóképességű csemegekukorica. Betegségellenálló képessége: kukorica déli levélfoltossága (*Bipolaris maydis*) IR, kukorica rozsdá (*Puccinia sorghi*) HR, kukorica csíkos mozaikvírus (MDMV) IR

3.2 Adatok feldolgozása, statisztikai értékelése

A kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kísérletünkben a ráhelyezéstől számított 1 - 9. napig terjedő bibehossz adatokat használtuk fel, mivel ezen periódusban minden vizsgált növényegyednél rendelkezésre álltak. Az adatokat a bibe megjelenésének 0. napjának megfelelően standardizáltuk is, amely egyben a kukoricabogár imágó kezelések kiindulási időpontja is. A bibeszál hosszát befolyásoló tényezőket általános additív modellek (GAM) segítségével elemeztük, ahol a bibeszál megjelenése utáni napok száma a simított nemlineáris magyarázó változó, míg a csövenkénti kukoricabogár imágók száma, az év és az izoláció pedig a lineáris magyarázó változók. Amikor a termékenységi indexet és a csövek fosztott tömegét vizsgáltuk, kevert lineáris modelleket (LMM) illesztettünk, úgy hogy a fix magyarázó változók a csövenkénti kukoricabogár imágók száma, az év és e kettő interakciója voltak, a parcella pedig a random változó.

Többszörös összehasonlítások esetén FDR korrekciót alkalmaztunk (false discovery rate, Benjamini és Hochberg, 1995), amikor egy kategóriális magyarázó változó szignifikáns hatásának bizonyult és a kategóriák páronkénti összehasonlítását végeztük, pl. az évek páronkénti összehasonlításánál. Ezenkívül Welch t-teszttel vizsgáltuk a izolálóláló termékenységi indexre és fosztott csőtömegre gyakorolt hatását, évente összehasonlítva izolálatlan kontroll csövek és az izolátorhálós fedett, de kukoricabogár imágóval nem fertőzött csövek adatait. Továbbá a modellillesztésekkor grafikus modelldiagnosztikát végeztünk: a reziduálisok normális eloszlását és homoszkedaszticitását, illetve a kiugró adatpontok Cook-távolságát vizsgáltuk (Faraway 2016).

A bibe visszavágásos kísérletünk esetén a természetesen jelenlévő gyapottok-bagolylepke fertőzés meglétét általánosított lineáris modellel (binomiális GLM) hasonlítottuk össze az évek és a hibridek között. Majd a csövek termékenyülési indexére és a fosztott tömegére is lineáris modelleket illesztettünk úgy, hogy a hibrid, az év és e kettő interakciója volt a magyarázó változó. Ezután mindegyik hibrid adott évi kontrolljához képest számított fosztott csőtömeg csökkenést és termékenyülési index csökkenést elemeztük, lineáris modellekkel határoztuk meg, melyik hibrid esetén volt nagyobb vagy kisebb ez a csökkenés mint a többi hibridnél. A páronkénti összehasonlításokat és a modelldiagnosztikát a kukoricabogár ráhelyezéssel kísérletnél leírt módon végeztük.

A mindkét kísérletben szereplő Suregold hibrid adatai alapján meghatároztuk, hogy a 0-1-2 cm-re visszavágott bibeszálak mekkora csövenkénti kukoricabogár imágószám kártételének felelnek meg. Ehhez feltételeztük, hogy a kukoricabogár ráhelyezéssel kísérletben a növekvő imágószám lineárisan csökkenti mind a termékenyülési indexet, mind a csövek tömegét, a két évre külön lineáris regressziós modelleket illesztettünk. Az így kapott együtthatókat felhasználva

megbecsültük a többi hat hibrid esetében, hogy az ép bibéjű kontrollhoz képest tapasztalt tömegcsökkenés és termékenységi index csökkenés mekkora becsült kukoricabogár sűrűséghez (csövenkénti imágószámhoz) tartozhat. Mindkét tulajdonság felhasználásával a két vizsgált évben hibridenként 12 imágószámot extrapoláltunk. Ez a 12 érték már megfelelőnek bizonyult, hogy regressziós modellel becsüljük, melyik hibrid reagál érzékenyebben vagy kevésbé érzékenyen a kukoricabogár imágószámának növekedésére. Az imágókhoz tartozó együttthatók nagysága alapján (az illesztett egyenesek meredeksége alapján) sorba is rendeztük a hibrideket.

Az adatvizualizációt és a statisztikai kiértékelést az R program segítségével végeztük (R Core Team, 2019), és az alap package-eken felül a következők voltak segítségünkre: az ábrák készítésekor a ggplot2 (Wickham, 2016) az additív modellek illesztésekor az mgcv (Wood, 2017), a kevert modellek illesztésében és tesztelésében az lme4 (Bates et al., 2015) és lmerTest (Kuznetsova, Brockhoff és Christensen, 2017), többszörös összehasonlításokban és p-érték korrekciókban a multcomp (Hothorn, Bretz és Westfall, 2008).

4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGVITATÁSA

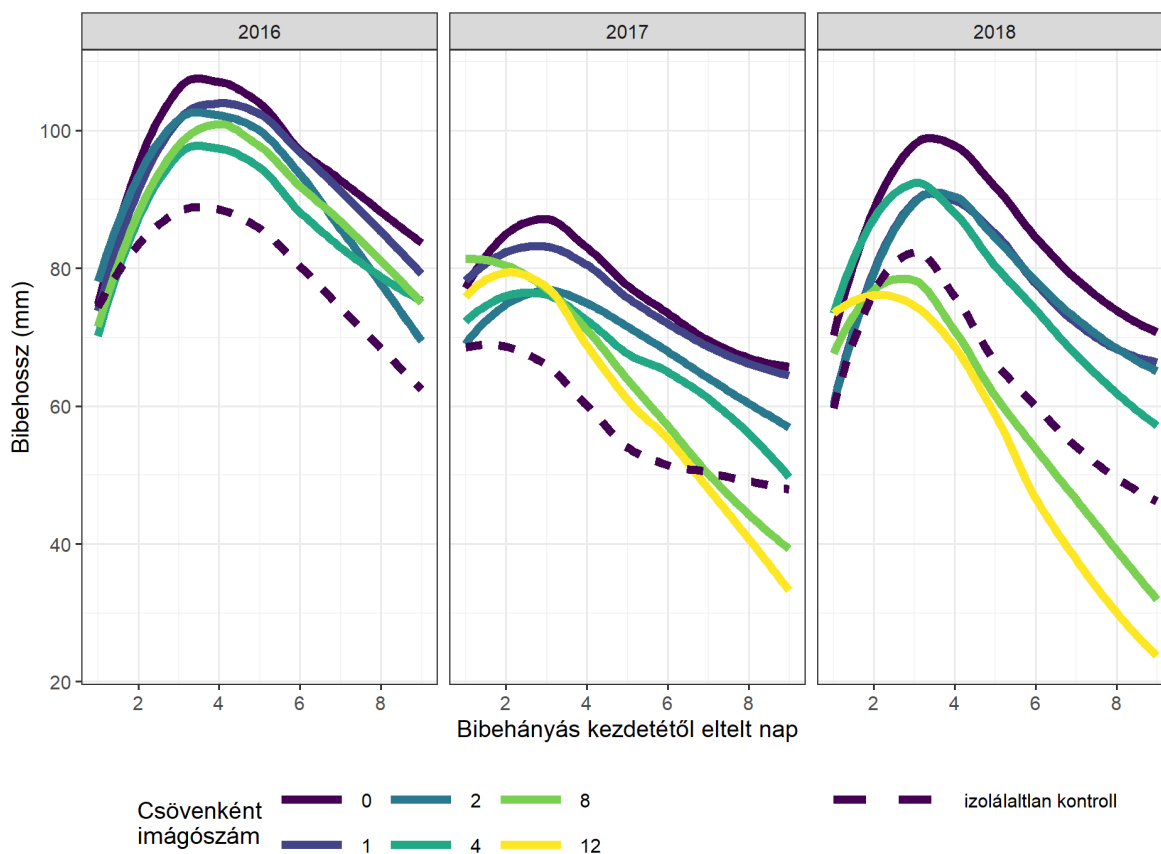
4.1. Kukoricabogár imágó ráhelyezési kísérlet eredményei

A kísérlet három évében az egyedszám háttérfertőzöttség mintázása során a természetes kukoricabogár imágó fertőzés (egyedszám) alacsony volt a kísérleti parcellákban a bibehányás időszakában. A bibehányás első hetében a kukoricabogár imágó ráhelyezési parcellában 2016-ban, 2017-ben és 2018-ban Pherocon AM csapdánként átlagosan $14,0 \pm 4,4$; $11,3 \pm 9,5$ és $7,0 \pm 2,0$ imágót fogtak hetente. Két héttel a bibehányás megkezdése után 2016-ban, 2017-ben és 2018-ban csapdánként átlagosan $22,3 \pm 6,1$; $15,0 \pm 1,7$ és $3,7 \pm 1,5$ imágó volt hetente.

A Suregold csemegekukorica hibridre mind a három vizsgálati évben a dús, sűrű bibe volt a jellemző. A bibék megjelenését követő harmadik napon érték el maximális hosszukat, ami 2016-ban, 2017-ben és 2018-ban: $95,0 \text{ mm} \pm 29,3 \text{ mm}$ (átlag \pm SD), $78,2 \text{ mm} \pm 13,7 \text{ mm}$ és $88,0 \text{ mm} \pm 18,4 \text{ mm}$ volt a kezeletlen izolátorhálós nem fedett kontrollban.

A legnagyobb maximális bibehosszt az izolátorhálós fedett, kukoricabogár imágó nélküli csöveken detektáltuk, mindegyik vizsgálati évben. Az izolátorhálós fedett csöveken ez a csúcshossz még $20,3 \pm 3,6 \text{ mm}$ -rel hosszabb volt. A bibehossz változás dinamikája hasonló típusú volt, egy rövidebb növekvő szakaszból és egy hosszabb csökkenőből állt (30. ábra). Ez az időbeli mintázat additív modellel (GAM) kimutatható volt a 9 napos vizsgálati idő alatt ($F = 254,3$; $df = 2,90$; $p < 0,001$). A bibeszálak hossza évenként is változott: 2016-ban szignifikánsan hosszabbak voltak, mint 2017-ben (átlagos különbség: $19,2 \text{ mm}$; $t = 21,36$; $df = 3053$; $p < 0,001$) és 2018-ban (átlagos különbség: $16,2 \text{ mm}$; $t = 18,11$; $df = 3053$; $p < 0,001$), 2017-ben pedig szignifikánsan rövidebbek voltak mint 2018-ban (átlagos különbség: $2,9 \text{ mm}$; $t = 3,45$; $df = 3053$; $p = 0,002$).

Az izolátorhálós fedett bibéken a ráhelyezett kukoricabogár imágó általi kártétel volt megfigyelhető. Az imágóknak volt szignifikáns bibehossz csökkentő hatása, egy imágó általi átlagos csökkenés $1,7 \text{ mm}$ -re tehető ($t = -18,42$; $df = 3053$; $p < 0,001$; a modell korrigált R^2 értéke: $0,37$). (30. ábra)

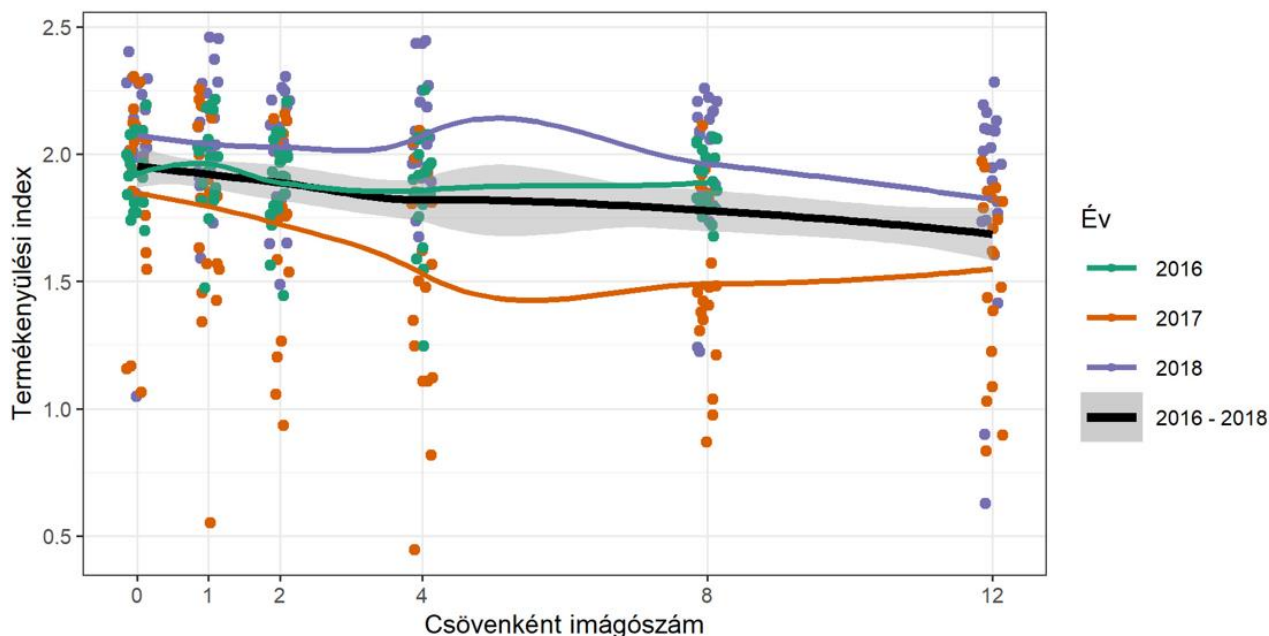


30. ábra: Izolált Suregold csemegekukorica csövek bibehossza 0-12 kukoricabogár imágó kezelés (folytonos vonal színe jelöli) és az izolálatlan kontroll esetén (szaggatott vonal jelöli), simított trendvonalakkal ábrázolva (Martonvásár, 2016-2018)

Az izolátorháló használata egyik vizsgálati évben sem volt hatással a termékenyülési indexre, amikor összehasonlítottuk a 20-20 izolálatlan kontroll csövet és az izolátorhálós csövet, de kukoricabogár imágóval nem fertőzött csövet. (2016: $t = -0,22$; $df = 38,0$; $p = 0,827$; 2017: $t = -1,25$; $df = 24,9$; $p = 0,224$; és 2018: $t = -0,66$; $df = 33,1$; $p = 0,513$). Azonban ez az index szignifikánsan különbözött az egyes vizsgálati években és szignifikáns csökkenés volt megfigyelhető a kukoricabogár imágók számának növelésével (5. táblázat, 31. ábra). Az évjárat és a kukorica bogár imágó interakciója nem volt hatással a kukorica cső termékenyülésére ($F = 1,31$; számláló $df = 2$, nevező $df = 325,26$; $p = 0,272$). 2017-ben alacsonyabb indexértékeket kaptunk, mint 2016-ban ($t = 3,20$; $df = 9,64$; $p = 0,004$) és 2018-ban ($t = 5,15$; $df = 9,64$; $p < 0,001$), míg 2016-ban és 2018-ban nem különböztek a termékenyülési indexek ($t = 1,844$; $df = 9,64$; $p = 0,156$). Szignifikáns de enyhe csökkenés volt megfigyelhető a csövek termékenyülésénél, kukoricabogár imágónként 1,04% (CI95%: 0,62% – 1,45%; $t = 4,91$; $df = 327,26$; $p < 0,001$; 31. ábra). Ugyanakkor az illesztett modell korrigált R^2 értéke 0,29 volt, és a csövenkénti kukoricabogár imágók száma mindössze a termékenységi index variabilitásának 6%-áért volt felelős.

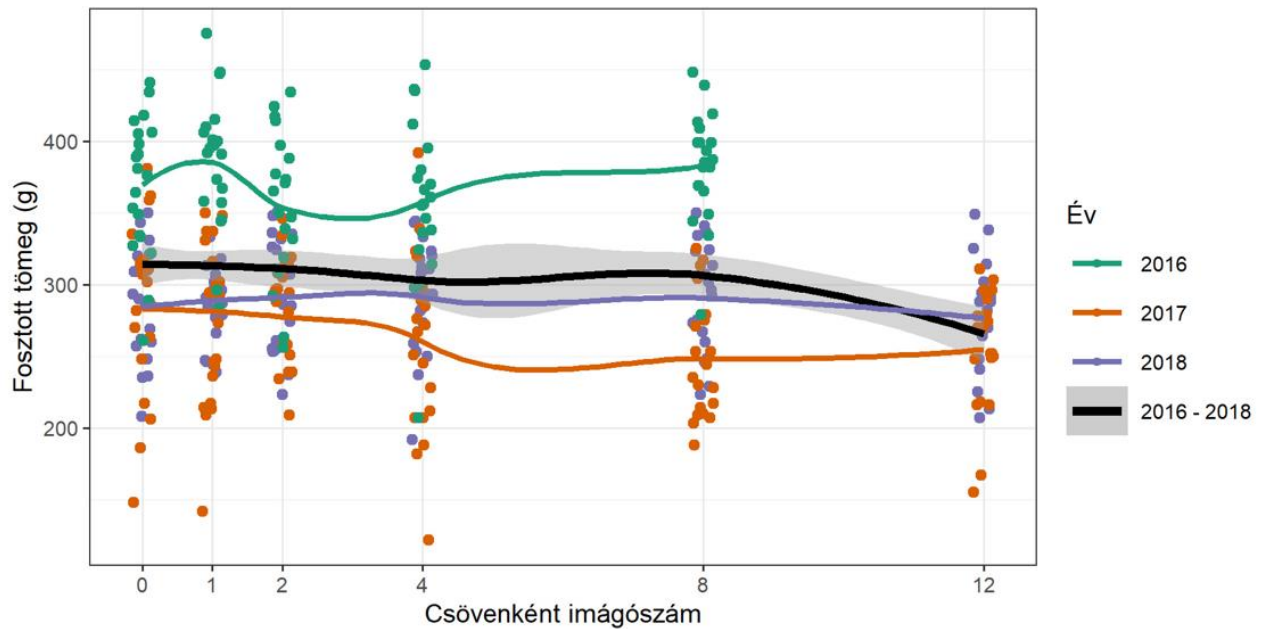
5. táblázat: Izolált Suregold csemegekukorica csövek átlagos termékenyülési indexe és tömege 0-12 kukoricabogár imágó kezelés, illetve a kezeletlen, izolálatlan kontroll esetén (Martonvásár, 2016-2018)

Év	Csövenkénti		Fosztott tömeg (g, átlag ± szórás)
	kukoricabogár imágó	Termékenységi index (átlag ± szórás)	
2016	0	1,92 ± 0,14	369 ± 48
	1	1,96 ± 0,18	385 ± 47
	2	1,89 ± 0,18	354 ± 52
	4	1,86 ± 0,22	358 ± 56
	8	1,89 ± 0,12	383 ± 38
	izolálatlan kontroll	1,93 ± 0,13	365 ± 46
2017	0	1,85 ± 0,37	286 ± 61
	1	1,77 ± 0,41	272 ± 57
	2	1,74 ± 0,37	284 ± 37
	4	1,53 ± 0,45	260 ± 63
	8	1,50 ± 0,34	249 ± 42
	12	1,55 ± 0,36	254 ± 42
	izolálatlan kontroll	1,96 ± 0,15	305 ± 37
2018	0	2,05 ± 0,28	286 ± 39
	1	2,09 ± 0,23	285 ± 26
	2	1,99 ± 0,23	294 ± 39
	4	2,07 ± 0,22	291 ± 39
	8	1,96 ± 0,30	291 ± 38
	12	1,82 ± 0,42	277 ± 39
	izolálatlan kontroll	2,10 ± 0,19	308 ± 29



31. ábra: Izolált Suregold csemegekukorica csövek termékenyülési indexe 0-12 kukoricabogár imágó kezelés esetén, simított trendvonalakkal jelölve az egyes vizsgálati évekre (zöld, narancssárga és lila vonalak), valamint az összes évre együtt (fekete vonal, szürke konfidencia sávval)
(Martonvásár, 2016-2018)

Az izolátorhálóval fedett növényeken az izolátorháló egyik évben sem volt hatással a cső tömegére, amikor összehasonlítottuk a 20-20 izolálatlan kontroll csövet és az izolátorhálóval fedett, de kukoricabogár imágóval nem fertőzött csövet (2016: $t = 0,28$, $df = 37,94$, $p = 0,781$; 2017: $t = -1,18$, $df = 31,29$, $p = 0,249$; és 2018: $t = -1,98$, $df = 35,32$, $p = 0,055$). Amikor kevert lineáris modellt illesztettünk az izolált csövek tömegére az év, kukoricabogár imágók száma és interakciójuk magyarázó változókkal, akkor az imágószám ($F = 1,48$, számláló $df = 1$, nevező $df = 325,01$, $p = 0,225$) és az említett interakció ($F = 2,73$, számláló $df = 2$, nevező $df = 325,01$, $p = 0,067$) nem volt szignifikáns hatású, nem volt hatással a cső tömegére. Ugyanakkor a csövek átlagos tömege az évek között szignifikánsan változott ($F = 17,98$; számláló $df = 2$; nevező $df = 12,49$; $p < 0,001$; 5. táblázat, 32. ábra). A legnagyobb tömegű csöveket 2016-ban mértük (összehasonlítva 2017-es adatokkal: $t = -5,51$; $df = 12,72$; $p < 0,001$; és a 2018-as adatokkal: $t = -4,87$; $df = 12,72$; $p < 0,001$), viszont a kukoricacsövek hasonló tömegűek voltak 2017 és 2018-ban ($t = 0,65$; $df = 12,72$; $p = 0,792$). Ugyanakkor az illesztett modell R^2 értéke 0,55 volt, és a csövenkénti kukoricabogár imágók száma (33. ábra) a tömegben tapasztalt variabilitás mindössze 4%-áért volt felelős.



32. ábra: Izolált Suregold csemegekukorica csövek fosztott tömege 0-12 kukoricabogár imágó kezelés esetén, simított trendvonalakkal jelölve az egyes vizsgálati évekre (zöld, narancssárga és lila vonalak), valamint az összes évre együtt (fekete vonal, szürke konfidencia sávval)
(Martonvásár, 2016-2018)



33. ábra: 12 kukoricabogár imágóval kezelt Suregold csemegekukorica csöve 2018-ban
(Fotó: Gyeraj A.)

4.2. Bibeviszavágás kísérlet eredményei

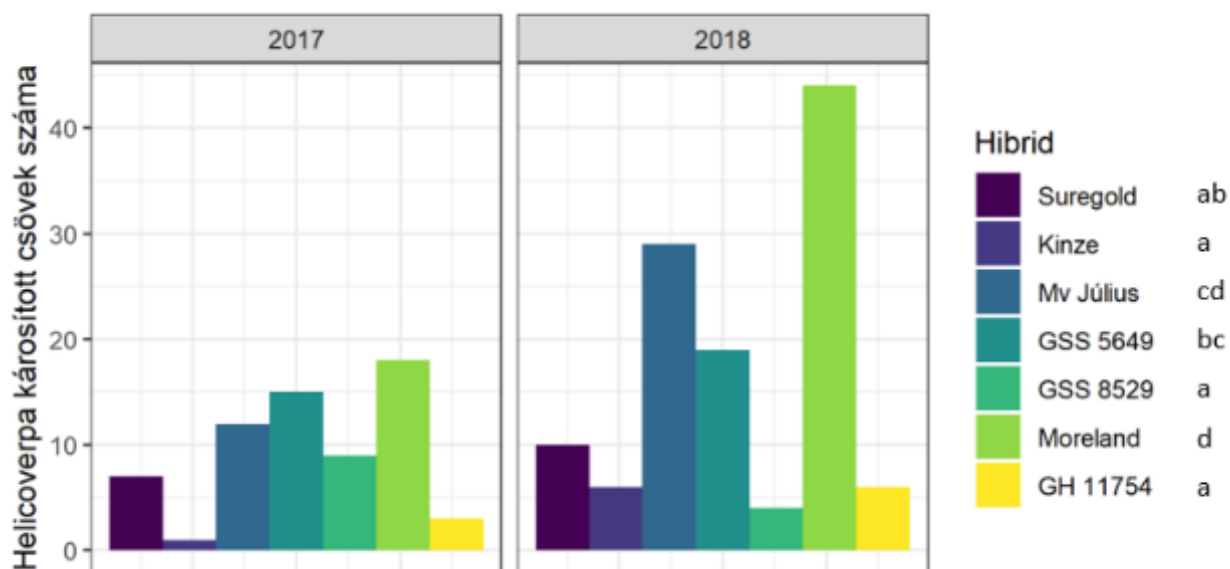
A bibeviszavágás vizsgálat két évében 2017, 2018-ban a természetes kukoricabogár imágó fertőzés az egyedszám háttérfertőzés mintázása alapján alacsony volt a kísérleti parcellákban a bibeviszavágás időszakában. (6. táblázat).

6. táblázat: Kukoricabogár imágó háttérfertőzöttség: Pherocon AM sárga ragacs lap csapda fogások alapján, három csapda fogása (Martonvásár, 2017-2018)

2017 Pherocon AM sárga ragacs lap ellenőrzésének ideje, cseréje	július 1.	július 8.	július 15.	július 22.
<i>Kukoricabogár imágó (átlag darab)/ Pherocon AM csapda</i>	4,7 ± 2,1	11,3 ± 9,5	15,0 ± 1,7	22,7 ± 9,1
2018 Pherocon AM sárga ragacs lap ellenőrzésének ideje, cseréje	június 28.	július 5.	július 12.	július 19.
<i>Kukoricabogár imágó (átlag darab)/ Pherocon AM csapda</i>	3,3 ± 2,1	5,7 ± 1,5	7,0 ± 2,0	3,7 ± 1,5

A gyakorlati szempontból alacsony természetes fertőzésnek számító 3-23 imágó/csapda/hét Pherocon AM sárga ragacs lap csapda fogások, 0,25-0,5 kukoricabogár imágó/kukorica növény fertőzésnek felelnek meg (Bažok et al., 2011), így valószínűleg nem torzítja kísérletünk eredményeit.

A természetes kukoricabogár fertőzöttség mellett a vizsgált csöveken mintegy 183 esetben (a vizsgált csövek 16%-án) gyapottok-bagolylepke kártétele volt megfigyelhető. A gyapottok-bagolylepke jelenléte szignifikánsan különbözött a két vizsgált évben (2018-ban volt gyakoribb; $p < 0,001$), és a hibridek között ($p < 0,001$; 34. ábra).

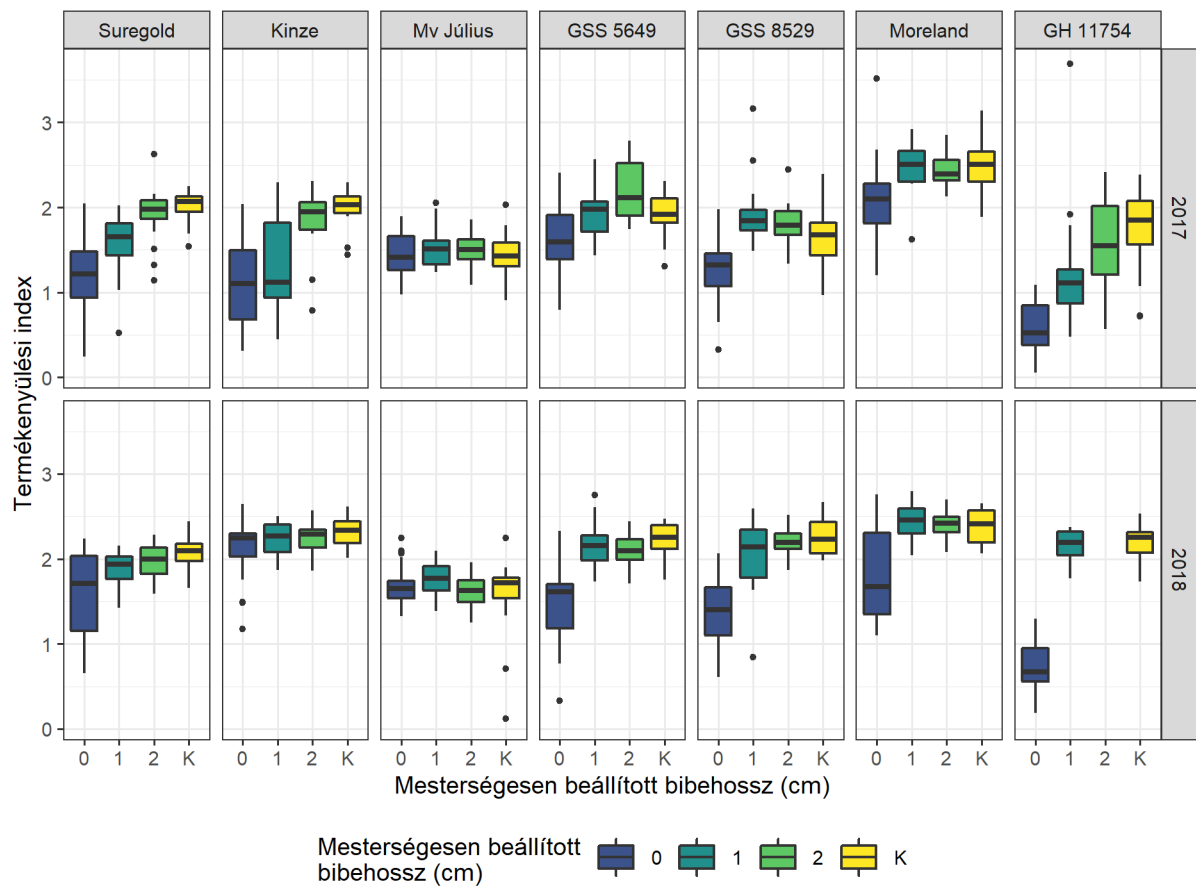


34. ábra: A gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) lárvák által károsított csövek száma (n = 80) a hét vizsgált hibridben (a jelmagyarázatban szereplő betűk a hibridek páronkénti összehasonlítását jelölik: az azonos betűt tartalmazó kódú hibridek nem különböztek egymástól) (Martonvásár, 2017-2018)

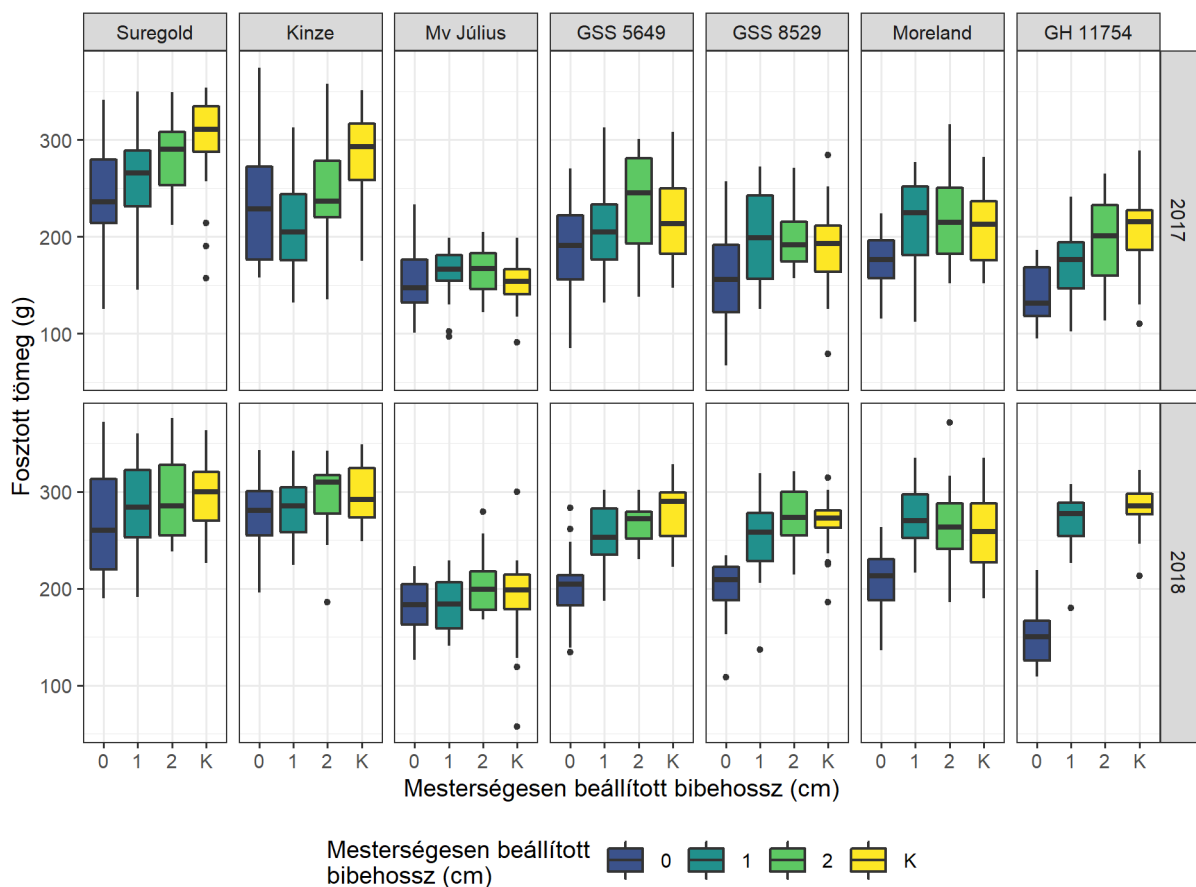
A két évben összesen 1096 cső fosztott tömegét mértük meg, a legalacsonyabb érték 56 g tömegű cső volt (MV Július, 2018, vágatlan kontroll), míg a legmagasabb ennek több mint hatszorosa 376g volt (Suregold, 2018, 2cm-re vágott). Hasonlóan változatos volt a számított termékenyülési index, ami a 0,06 – 3,69 tartományba esett (7. táblázat és 35, 36 ábrák).

7. táblázat: A vizsgált csövek fosztott tömege és termékenyülési indexe (átlag \pm szórás) 0, 1, 2 cm-re visszavágott bibéjű, illetve, a vágatlan kontroll csövek (K) esetén a vizsgált hibridekben (n = 20) (Martonvásár, 2017-2018)

Hibrid	Bibe visszavágás	2017		2018	
		Termékenyülési index	Fosztott tömeg (g)	Termékenyülési index	Fosztott tömeg (g)
Suregold	0	1,23 \pm 0,51	241 \pm 60	1,63 \pm 0,47	271 \pm 59
Suregold	1	1,58 \pm 0,36	260 \pm 46	1,88 \pm 0,2	283 \pm 48
Suregold	2	1,92 \pm 0,32	284 \pm 40	1,98 \pm 0,2	289 \pm 41
Suregold	K	1,99 \pm 0,19	296 \pm 54	2,07 \pm 0,2	295 \pm 40
Kinze	0	1,14 \pm 0,52	229 \pm 62	2,11 \pm 0,37	277 \pm 35
Kinze	1	1,32 \pm 0,53	212 \pm 54	2,24 \pm 0,2	285 \pm 33
Kinze	2	1,87 \pm 0,35	248 \pm 59	2,25 \pm 0,18	295 \pm 38
Kinze	K	2,01 \pm 0,22	287 \pm 45	2,3 \pm 0,17	299 \pm 29
Mv Július	0	1,46 \pm 0,27	154 \pm 32	1,68 \pm 0,25	183 \pm 27
Mv Július	1	1,52 \pm 0,23	163 \pm 28	1,75 \pm 0,2	185 \pm 28
Mv Július	2	1,49 \pm 0,21	165 \pm 24	1,62 \pm 0,2	204 \pm 31
Mv Július	K	1,43 \pm 0,29	154 \pm 28	1,59 \pm 0,45	190 \pm 49
GSS 5649	0	1,61 \pm 0,44	190 \pm 50	1,46 \pm 0,46	204 \pm 36
GSS 5649	1	1,93 \pm 0,29	206 \pm 46	2,17 \pm 0,26	253 \pm 32
GSS 5649	2	2,21 \pm 0,33	237 \pm 46	2,1 \pm 0,2	268 \pm 20
GSS 5649	K	1,91 \pm 0,26	216 \pm 44	2,23 \pm 0,19	278 \pm 29
GSS 8529	0	1,29 \pm 0,42	161 \pm 49	1,4 \pm 0,37	200 \pm 32
GSS 8529	1	1,92 \pm 0,37	199 \pm 48	2,06 \pm 0,42	253 \pm 42
GSS 8529	2	1,8 \pm 0,26	198 \pm 32	2,21 \pm 0,17	274 \pm 34
GSS 8529	K	1,68 \pm 0,36	190 \pm 44	2,25 \pm 0,21	267 \pm 29
Moreland	0	2,1 \pm 0,53	175 \pm 32	1,82 \pm 0,57	206 \pm 34
Moreland	1	2,48 \pm 0,28	214 \pm 44	2,44 \pm 0,21	273 \pm 35
Moreland	2	2,45 \pm 0,2	222 \pm 46	2,41 \pm 0,15	264 \pm 44
Moreland	K	2,48 \pm 0,29	210 \pm 39	2,39 \pm 0,21	259 \pm 39
GH 11754	0	0,57 \pm 0,29	138 \pm 29	0,72 \pm 0,27	152 \pm 30
GH 11754	1	1,24 \pm 0,68	173 \pm 40	2,15 \pm 0,2	268 \pm 32
GH 11754	2	1,57 \pm 0,57	196 \pm 46	NA	NA
GH 11754	K	1,75 \pm 0,49	204 \pm 44	2,2 \pm 0,21	283 \pm 26



35. ábra: A kukoricacsövek termékenyülési indexe a folyamatos bibe visszavágás (0-1-2 cm) függvényében a hét hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)



36. ábra: A kukoricacsövek fosztott tömege a naponkénti bibeviszavágás (0-1-2 cm) függvényében a hét hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

A bibék visszavágásának ($p < 0,001$), a hibridnek ($p < 0,001$), az évjáratnak ($p < 0,001$) és e három változó páronkénti interakciójának is szignifikáns hatása volt a fosztott csőtömege (a visszavágás és az év interakciója esetén $p = 0,006$, a másik két esetben: $p < 0,001$; 36. ábra). A regressziós modell R^2 értéke: 0,55. 2018-ban átlagosan 50 grammal nehezebbek voltak a fosztott csövek ($CI_{95\%}$: 43 – 58g), mint 2017-ben. A visszavágatlan kontrollhoz képest kisebb tömegű csöveket mértem mind a 0 cm-re ($p < 0,001$), mind az 1 cm-re visszavágott bibéjű ($p < 0,001$) csövek esetén. Ugyanakkor a 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek fosztott tömege nem különbözött a kontroll csövek átlagától ($p = 0,688$). A 0-cm-re visszavágott bibéjű csövekhez képest az 1 cm-re és 2 cm-re visszavágottak esetén nagyobb volt a fosztott csőtömeg ($p < 0,001$, mindkét esetben), míg az 1cm-re és 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek nem különböztek ($p = 0,187$) (8. és 9. táblázat). A bibék 1 és 2 cm-re történő visszavágása nem eredményezett jelentős csőtömeg csökkenést a két vizsgálati év egyikében sem. A 0 cm-re történő visszavágás a kedvezőtlen (száraz) időjárási viszonyok között eredményezett szignifikáns csőtömeg csökkenést.

8. táblázat: Fosztott tömeg – bibe visszavágás kezelése összehasonlítása a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%} (g)
1 - 0	< 0,001	31,3 - 55,6
2 - 0	< 0,001	40,2 - 70
K - 0	< 0,001	49,3 - 73,6
2 - 1	0,187	-3,3 - 26,6
K - 1	< 0,001	5,9 - 30,2
K - 2	0,688	-8,5 - 21,3

9. táblázat: Fosztott tömeg - bibe visszavágás kezelése összehasonlítása gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) károsítás mentes csövek esetén, a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%} (g)
1 - 0	< 0,001	31,9 - 57,7
2 - 0	< 0,001	42 - 73,3
K - 0	< 0,001	51,1 - 76,6
2 - 1	0,158	-3 - 28,7
K - 1	< 0,001	6 - 32,1
K - 2	0,736	-9,5 - 22

A vizsgált hét hibrid esetén különböző fosztott tömegű csöveket mértem ($p < 0,001$), a páronkénti összehasonlításokban csak a Kinze – Suregold ($p = 0,184$), GSS 8529 - GSS 5649 ($p = 0,050$), Moreland - GSS 5649 ($p = 0,986$), Moreland - GSS 8529 ($p = 0,310$) és GH 11754 - GSS 8529 ($p = 0,587$) párok nem különböztek egymástól, a többi esetben $p < 0,001$, kivéve: GH 11754 – Moreland ($p = 0,004$). (10. és 11. táblázat)

10. táblázat: Fosztott tömeg – vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI_{95%} (g)
Kinze - Suregold	0,184	-24,8 - 2,4
Mv Július - Suregold	< 0,001	-116,4 - -89,1
GSS 5649 - Suregold	< 0,001	-59,7 - -32,5
GSS 8529 - Suregold	< 0,001	-73,3 - -46,2
Moreland - Suregold	< 0,001	-63,3 - -36,2
GH 11754 - Suregold	< 0,001	-83,3 - -53,6
Mv Július - Kinze	< 0,001	-105,2 - -77,9
GSS 5649 - Kinze	< 0,001	-48,5 - -21,3
GSS 8529 - Kinze	< 0,001	-62,1 - -35
Moreland - Kinze	< 0,001	-52,1 - -25
GH 11754 - Kinze	< 0,001	-72,1 - -42,5
GSS 5649 - Mv Július	< 0,001	43 - 70,3
GSS 8529 - Mv Július	< 0,001	29,4 - 56,7
Moreland - Mv Július	< 0,001	39,4 - 66,7
GH 11754 - Mv Július	< 0,001	19,4 - 49,2
GSS 8529 - GSS 5649	0,05	-27,2 - 0
Moreland - GSS 5649	0,986	-17,2 - 10
GH 11754 - GSS 5649	< 0,001	-37,2 - -7,5
Moreland - GSS 8529	0,310	-3,6 - 23,6
GH 11754 - GSS 8529	0,587	-23,6 - 6,1
GH 11754 - Moreland	0,004	-33,6 - -3,9

11. táblázat: Fosztott tömeg – vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása gyapottok bagolylepke (*H. armigera*) károsítás mentes csövek esetén, a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%} (g)
Kinze – Suregold	0,828	-20,8 - 7,8
Mv Július – Suregold	< 0,001	-114,1 - -82,7
GSS 5649 – Suregold	< 0,001	-56,2 - -25,8
GSS 8529 – Suregold	< 0,001	-67,4 - -38,6
Moreland – Suregold	< 0,001	-65,5 - -32,3
GH 11754 – Suregold	< 0,001	-77,9 - -46,4
Mv Július – Kinze	< 0,001	-107,3 - -76,4
GSS 5649 – Kinze	< 0,001	-49,4 - -19,6
GSS 8529 – Kinze	< 0,001	-60,6 - -32,3
Moreland – Kinze	< 0,001	-58,7 - -26,1
GH 11754 – Kinze	< 0,001	-71,1 - -40,1
GSS 5649 - Mv Július	< 0,001	41,1 - 73,6
GSS 8529 - Mv Július	< 0,001	29,8 - 61
Moreland - Mv Július	< 0,001	31,9 - 67
GH 11754 - Mv Július	< 0,001	19,5 - 53,1
GSS 8529 - GSS 5649	0,217	-27 - 3
Moreland - GSS 5649	0,817	-25 - 9,2
GH 11754 - GSS 5649	0,003	-37,4 - -4,8
Moreland - GSS 8529	0,990	-12,4 - 20,5
GH 11754 - GSS 8529	0,597	-24,7 - 6,5
GH 11754 – Moreland	0,284	-30,8 - 4,4

Termékenyülési index alakulása:

A bibék visszavágásának, a hibridnek, az évjáratnak és e három változó páronkénti interakciójának is szignifikáns hatása volt a termékenyülési indexre ($p < 0,001$, mindegyik esetben; 39. ábra). Az illesztett modell R^2 értéke 0,582 volt. Ez az index 2018-ban nagyobb volt (CI_{95%}: 0,32 – 0,45). A visszavágtatlan kontrollhoz képest kisebb volt a termékenyülési index mind a 0 cm-re ($p < 0,001$), mind az 1 cm-re visszavágtott bibéjű ($p < 0,001$) csövek esetén. Ugyanakkor a 2 cm-re visszavágtott bibéjű csövek termékenységi indexe nem különbözött a kontroll csövektől ($p = 0,300$). A 0-cm-re visszavágtott bibéjű csövekhez képest az 1 cm-re és 2 cm-re visszavágtottak esetén nagyobb volt

a termékenyülési index ($p < 0,001$, mindkét esetben), míg az 1 cm-re és 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek nem különböztek ($p = 0,367$). (12. és 13. táblázat)

12. táblázat: Termékenyülési index – bibe visszavágás kezelése összehasonlítása a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%}
1 – 0	< 0,001	0,5 - 0,8
2 – 0	< 0,001	0,6 - 0,9
K – 0	< 0,001	0,7 - 0,9
2 – 1	0,367	0 - 0,2
K – 1	< 0,001	0,1 - 0,3
K – 2	0,300	0 - 0,2

13. táblázat: Termékenyülési index – bibe visszavágás kezelése összehasonlítása gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) károsítás mentes csövek esetén, a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%}
1 - 0	< 0,001	0,5 - 0,8
2 - 0	< 0,001	0,6 - 0,9
K - 0	< 0,001	0,7 - 0,9
2 - 1	0,301	0 - 0,2
K - 1	< 0,001	0,1 - 0,3
K - 2	0,488	-0,1 - 0,2

A hibridek páronkénti összehasonlításakor megállapítottam, hogy nem különbözött egymástól a GSS 8529 – Suregold ($p = 0,948$), GSS 5649 – Kinze ($p = 0,884$), GSS 8529 – Kinze ($p = 0,423$) és GH 11754 - Mv Július ($p = 0,936$). A többi esetben különböztek a hibridek ($p < 0,001$, kivéve: Kinze - Suregold ($p = 0,042$) és SS 8529 - GSS 5649 ($p = 0,023$)). (14. és 15. táblázat)

14. táblázat: Termékenyülési index - vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%}
Kinze – Suregold	0,042	0 - 0,2
Mv Július – Suregold	< 0,001	-0,3 - -0,1
GSS 5649 – Suregold	< 0,001	0,1 - 0,3
GSS 8529 – Suregold	0,948	-0,1 - 0,2
Moreland – Suregold	< 0,001	0,4 - 0,6
GH 11754 – Suregold	< 0,001	-0,4 - -0,1
Mv Július – Kinze	< 0,001	-0,5 - -0,2
GSS 5649 – Kinze	0,884	-0,1 - 0,2
GSS 8529 – Kinze	0,423	-0,2 - 0
Moreland – Kinze	< 0,001	0,3 - 0,5
GH 11754 – Kinze	< 0,001	-0,5 - -0,3
GSS 5649 - Mv Július	< 0,001	0,3 - 0,5
GSS 8529 - Mv Július	< 0,001	0,1 - 0,4
Moreland - Mv Július	< 0,001	0,6 - 0,9
GH 11754 - Mv Július	0,936	-0,2 - 0,1
GSS 8529 - GSS 5649	0,023	-0,2 - 0
Moreland - GSS 5649	< 0,001	0,3 - 0,5
GH 11754 - GSS 5649	< 0,001	-0,6 - -0,3
Moreland - GSS 8529	< 0,001	0,4 - 0,6
GH 11754 - GSS 8529	< 0,001	-0,4 - -0,2
GH 11754 – Moreland	< 0,001	-0,9 - -0,7

15. táblázat: Termékenyülési index - vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása gyapottok bagolylepke károsítás mentes csövek esetén, a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	p-értékek	CI _{95%}
Kinze – Suregold	0,014	0 - 0,3
Mv Július – Suregold	0,003	-0,3 - 0
GSS 5649 – Suregold	< 0,001	0,1 - 0,3
GSS 8529 – Suregold	0,302	0 - 0,2
Moreland – Suregold	< 0,001	0,4 - 0,7
GH 11754 – Suregold	< 0,001	-0,4 - -0,1
Mv Július – Kinze	< 0,001	-0,4 - -0,2
GSS 5649 – Kinze	0,887	-0,1 - 0,2
GSS 8529 – Kinze	0,906	-0,2 - 0,1
Moreland – Kinze	< 0,001	0,3 - 0,6
GH 11754 – Kinze	< 0,001	-0,5 - -0,2
GSS 5649 - Mv Július	< 0,001	0,2 - 0,5
GSS 8529 - Mv Július	< 0,001	0,1 - 0,4
Moreland - Mv Július	< 0,001	0,6 - 0,9
GH 11754 - Mv Július	0,926	-0,2 - 0,1
GSS 8529 - GSS 5649	0,242	-0,2 - 0
Moreland - GSS 5649	< 0,001	0,2 - 0,5
GH 11754 - GSS 5649	< 0,001	-0,6 - -0,3
Moreland - GSS 8529	< 0,001	0,3 - 0,6
GH 11754 - GSS 8529	< 0,001	-0,5 - -0,2
GH 11754 – Moreland	< 0,001	-0,9 - -0,6

Suregold:

2017-ben (száraz évjárat, kevesebb csapadék) nem volt jelentős terméskülönbség a vágatlan (kezeletlen kontroll) és az 1 és 2 cm-re visszavágott növények között. A 0 cm-re visszavágott bibéjű növények azonban hasonló termés-csökkenést eredményeztek, mint a 8-12 kukoricabogár imágó/cső fertőzöttségi szintnél. 2018-ban a kedvezőbb időjárási viszonyok miatt nem volt jelentős különbség a kezelések között (vágás vagy WCR imágó sűrűség).

Kinze:

2017-ben a 0 és 1 cm-re bibe visszavágások jelentős termés-csökkenést eredményeztek, míg 2018-ban (kedvezőbb időjárási viszonyok) nem volt terméskülönbség a kezelések között.

MV Július:

Nem volt szignifikáns különbség az MV Július csemegekukorica cső hozamaiban az eltérő kezeléseknél egyik kísérleti évben sem.

Moreland: A 0 centiméterig történő bibe visszavágás jelentős hozamcsökkenést eredményezett mindkét évben (37. ábra).

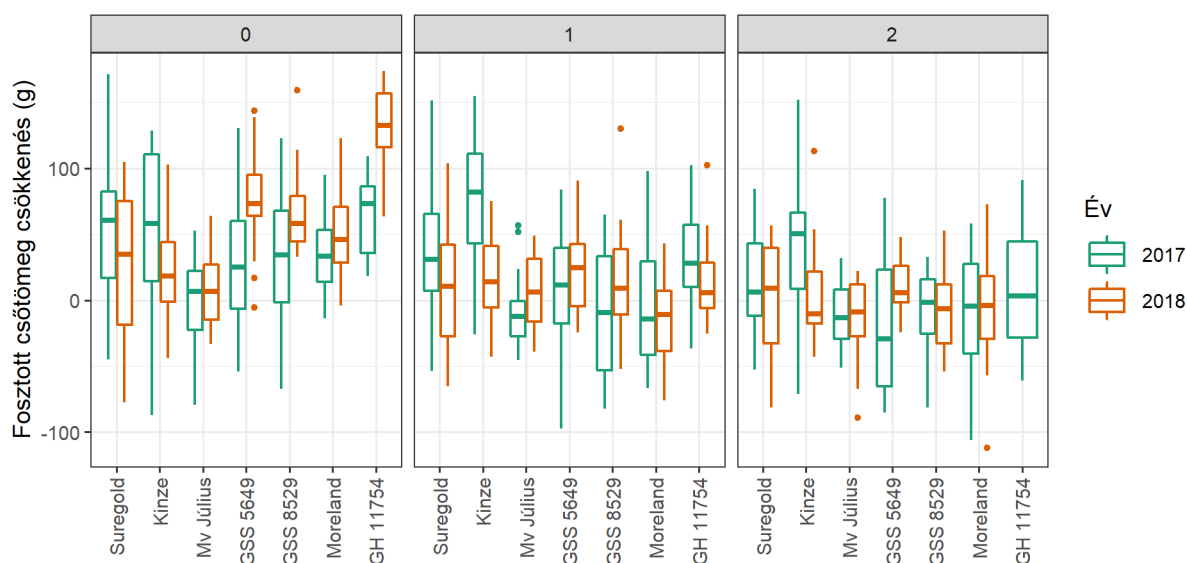
Ugyanez a válaszreakció volt megfigyelhető a GSS5649, GSS8629 és GH11754 csemegekukorica hibrideknél is. Utóbbi esetében a korai szárazság hatására a gyenge kelés nem tette lehetővé az adatgyűjtést 2018-as évben a 2 centiméterig történő kezeléskor.

Fontos megjegyezni, hogy a tenyésztési időszak alatt az időjárási viszonyok jelentős hatással voltak a terméshozamokra, mely különösen fontos a bibehányás időszakában minden hibrid esetén.

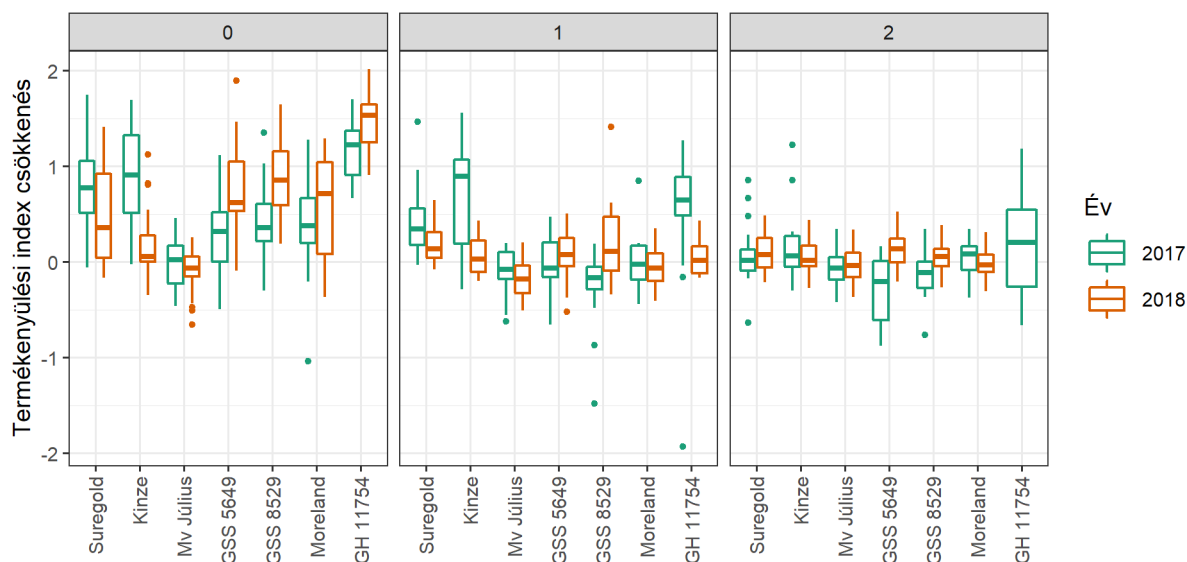


37. ábra: Moreland csemegekukorica hibrid csövei feldolgozáskor, különböző kezelések hatására (Fotó: Gyeraj A.)

A kontrollhoz viszonyított csőtömegcsökkenésre és termékenyülési indexre is illesztettünk lineáris modelleket, hogy összehasonlítsuk az egyes hibridek különböző válaszait a visszavágásra (38. és 39. ábrák).



38. ábra: A vizsgált csemegekukorica hibridek csőtömeg csökkenés válasza a 0 cm-re (bal panel), az 1 cm-re (középső panel) és a 2 cm-re visszavágott (jobb panel) bibéjű csövek esetén a kezeletlen kontroll csövekhez képest (Martonvásár, 2017-2018)



39. ábra: A vizsgált csemegekukorica hibridek termékenyülési index csökkenés válasza a 0 cm-re (bal panel), az 1 cm-re (középső panel) és a 2 cm-re visszavágott (jobb panel) bibéjű csövek esetén a kezeletlen kontroll csövekhez képest (Martonvásár, 2017-2018)

A fosztott csőtömeg vizsgálata esetén a 0 cm-re visszavágott bibeszálak kisebb csökkenést okozott az Mv Július hibridben, mint a többiben, illetve a GH 11745 hibridben nagyobb csökkenést okozott, mint a többiben. Az 1cm-re visszavágott bibéjű csöveknél a Moreland csőtömege kevésbé csökkent, mint a Suregold, Kinze és a GH 11745 csőtömege. A 2cm-re visszavágott csöveknél a Kinze különbözött az Mv Július, GSS 5649, GSS 8529 és Moreland hibridektől (16. táblázat).

16. táblázat: A vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a 0, 1, 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek fosztott tömegének (g) csökkenésében (a vágatlan kontrollhoz képest) (Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	0 cm-re visszavágott		1 cm-re visszavágott		2 cm-re visszavágott	
	p-érték	C _{95%} (g)	p-érték	CI _{95%} (g)	p-érték	CI _{95%} (g)
GH 11754 - GSS 5649	< 0,001	20,1 - 76,4	0,997	-21,5 - 32,4	0,876	-19,9 - 48,4
GH 11754 - GSS 8529	< 0,001	22,8 - 79,1	0,288	-6,8 - 47,1	0,817	-18,4 - 49,7
GH 11754 - Kinze	< 0,001	30,3 - 86,6	0,196	-48,8 - 5	0,894	-47,8 - 20,3
GH 11754 - Moreland	< 0,001	26,5 - 82,7	0,011	4,5 - 58,4	0,793	-17,8 - 50,3
GH 11754 - Mv Július	< 0,001	67,1 - 123,3	0,104	-2,6 - 52	0,575	-13,9 - 54,4
GH 11754 - Suregold	< 0,001	30,6 - 86,8	1	-27,7 - 26,1	1	-35 - 33,1
GSS 5649 - Kinze	0,934	-17,9 - 38,3	0,044	-54,3 - -0,4	0,039	-55,2 - -0,8
GSS 5649 - Mv Július	< 0,001	18,9 - 75,1	0,356	-8 - 46,6	0,995	-21,4 - 33,4
GSS 5649 - Suregold	0,926	-17,7 - 38,6	0,993	-33,2 - 20,7	0,644	-42,4 - 12
GSS 8529 - GSS 5649	1	-30,8 - 25,4	0,67	-41,6 - 12,3	1	-28,6 - 25,8
GSS 8529 - Kinze	0,986	-20,6 - 35,6	< 0,001	-69 - -15,1	0,024	-56,5 - -2,4
GSS 8529 - Mv Július	< 0,001	16,2 - 72,4	0,999	-22,7 - 31,9	0,999	-22,7 - 31,8
GSS 8529 - Suregold	0,983	-20,4 - 35,9	0,244	-47,9 - 6	0,533	-43,7 - 10,5
Kinze - Suregold	1	-27,9 - 28,4	0,235	-5,8 - 48	0,796	-14,2 - 39,9
Moreland - GSS 5649	0,994	-34,4 - 21,8	0,066	-52,9 - 0,9	1	-29,2 - 25,3
Moreland - GSS 8529	1	-31,7 - 24,5	0,874	-38,3 - 15,6	1	-27,6 - 26,5
Moreland - Kinze	1	-24,2 - 32	< 0,001	-80,3 - -26,4	0,02	-57 - -2,9
Moreland - Mv Július	< 0,001	12,5 - 68,8	0,991	-34 - 20,6	0,999	-23,2 - 31,3
Moreland - Suregold	0,999	-24 - 32,2	0,008	-59,2 - -5,3	0,494	-44,2 - 9,9
Mv Július - Kinze	0,002	-64,9 - -8,7	< 0,001	-73,9 - -19,3	0,005	-61,2 - -6,7
Mv Július - Suregold	0,003	-64,6 - -8,4	0,084	-52,8 - 1,8	0,244	-48,4 - 6,1

A termékenyülési index vizsgálatakor a 0 cm-re visszavágott bibeszálak esetén a fosztott csőtömegcsökkenéshez hasonlóan kisebb csökkenést okozott az Mv Július hibridben, mint a többiben, illetve a GH 11745 hibridben nagyobb csökkenést okozott, mint a többiben. Az 1cm-re

visszavágott bibéjű csöveknél a Suregold, Kinze és a GH 11745 hibridek termékenységi indexe jobban csökkent, mint a másik négy hibridé. A 2cm-re visszavágott csöveknél a GH 11745 különbözött az Mv Július, GSS 5649 és GSS 8529 hibridektől (17. táblázat).

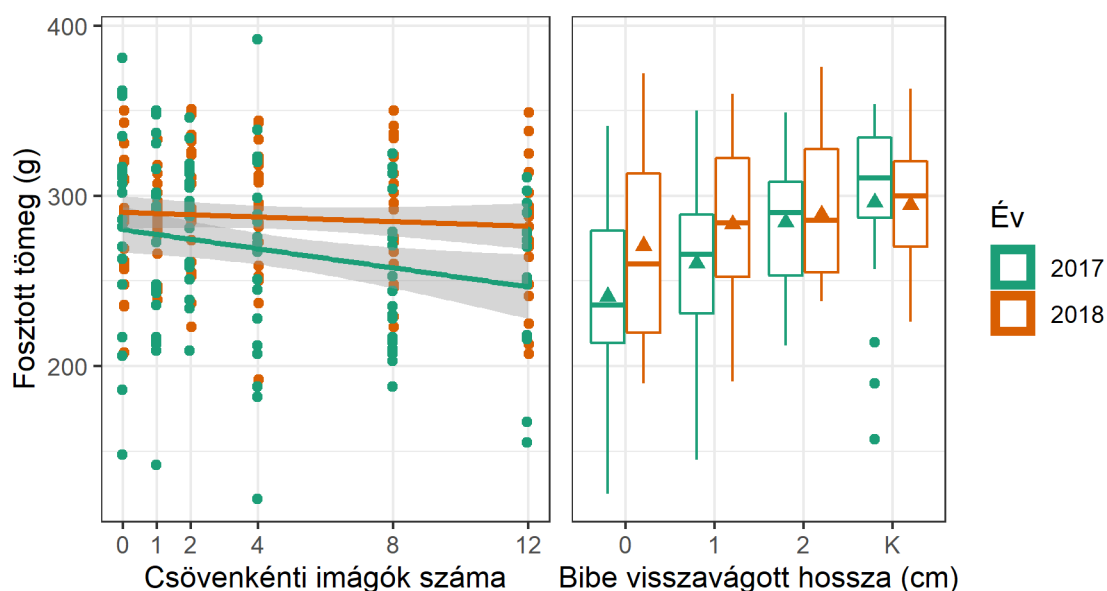
17. táblázat: A vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a 0, 1, 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek termékenyülési index csökkenésében (a vágatlan kontrollhoz képest)
(Martonvásár, 2017-2018)

összehasonlítás	0 cm-re visszavágott		1 cm-re visszavágott		2 cm-re visszavágott	
	p-érték	C _{95%}	p-érték	CI _{95%}	p-érték	CI _{95%}
GH 11754 - GSS 5649	< 0,001	0,5 - 1,1	0,016	0 - 0,5	0,004	0,1 - 0,6
GH 11754 - GSS 8529	< 0,001	0,4 - 1	0,002	0,1 - 0,5	0,03	0 - 0,5
GH 11754 - Kinze	< 0,001	0,5 - 1,1	0,902	-0,3 - 0,1	0,716	-0,1 - 0,4
GH 11754 - Moreland	< 0,001	0,6 - 1,1	0,002	0,1 - 0,5	0,11	0 - 0,5
GH 11754 - Mv Július	< 0,001	1,1 - 1,7	< 0,001	0,2 - 0,6	0,025	0 - 0,5
GH 11754 - Suregold	< 0,001	0,4 - 1	1	-0,2 - 0,2	0,621	-0,1 - 0,4
GSS 5649 - Kinze	1	-0,3 - 0,3	< 0,001	-0,6 - -0,1	0,08	-0,4 - 0
GSS 5649 - Mv Július	< 0,001	0,3 - 0,9	0,504	-0,1 - 0,4	0,993	-0,2 - 0,1
GSS 5649 - Suregold	0,993	-0,3 - 0,2	0,007	-0,5 - 0	0,127	-0,4 - 0
GSS 8529 - GSS 5649	0,974	-0,2 - 0,4	0,997	-0,3 - 0,2	0,986	-0,1 - 0,2
GSS 8529 - Kinze	0,965	-0,2 - 0,4	< 0,001	-0,6 - -0,2	0,402	-0,3 - 0,1
GSS 8529 - Mv Július	< 0,001	0,4 - 1	0,864	-0,1 - 0,3	1	-0,2 - 0,2
GSS 8529 - Suregold	1	-0,3 - 0,3	< 0,001	-0,6 - -0,1	0,523	-0,3 - 0,1
Kinze - Suregold	0,989	-0,4 - 0,2	0,963	-0,2 - 0,3	1	-0,2 - 0,2
Moreland - GSS 5649	0,994	-0,3 - 0,2	0,996	-0,3 - 0,2	0,809	-0,1 - 0,3
Moreland - GSS 8529	0,71	-0,4 - 0,1	1	-0,2 - 0,2	0,997	-0,2 - 0,2
Moreland - Kinze	0,996	-0,3 - 0,2	< 0,001	-0,6 - -0,2	0,79	-0,3 - 0,1
Moreland - Mv Július	< 0,001	0,3 - 0,8	0,876	-0,1 - 0,3	0,993	-0,1 - 0,2
Moreland - Suregold	0,818	-0,4 - 0,2	< 0,001	-0,6 - -0,1	0,879	-0,3 - 0,1
Mv Július - Kinze	< 0,001	-0,9 - -0,3	< 0,001	-0,7 - -0,3	0,357	-0,3 - 0,1
Mv Július - Suregold	< 0,001	-0,9 - -0,4	< 0,001	-0,7 - -0,2	0,473	-0,3 - 0,1

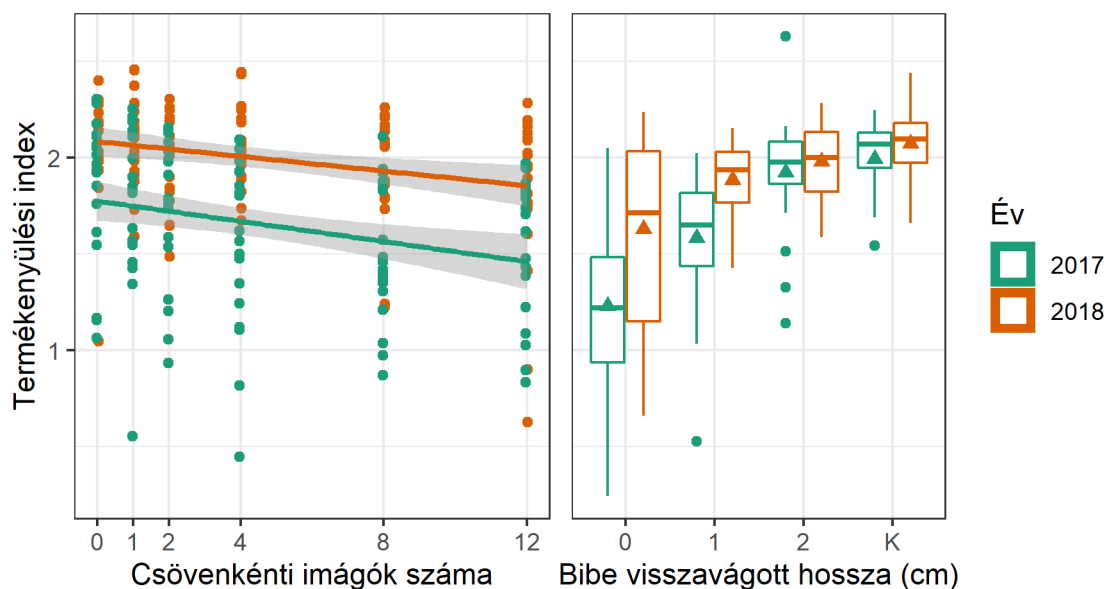
4.3. Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel és bibe visszavágás kísérleti eredmények összevetése

A Suregold csemegekukorica hibrid termésválasza a különböző kezelésszámú kukoricabogár imágó fertőzés esetén azt az eredményt mutatta, hogy a hibrid csövenként 8-12 imágó bibe károsítását is tolerálta.

A Suregold hibridben végeztünk kukoricabogár imágó ráhelyezéssel és bibe visszavágásos kísérletet (lásd 4.1 és 4.2 fejezetek). A két vizsgálat eredményeinek összevetése lehetőséget adott arra, hogy megbecsüljük, hogy a 0, 1, és 2 cm-re visszavágott bibe mekkora kukoricabogár imágósűrűségnek (db / cső) feleltethető meg (40. és 41. ábrák). Az egyszerűség kedvéért a csövenkénti imágók száma és a fosztott csőtömeg, illetve a termékenyülési index közötti kapcsolatot lineárisnak tételeztük fel, és így extrapoláltuk az egyes visszavágási szintekhez tartozó átlagos fosztott csőtömeghez és termékenyülési indexhez tartozó imágószámot (18. táblázat). A fosztott csőtömeg alapján a 0 cm-re visszavágott bibe átlagosan 27,6 csövenkénti imágó károsításának, az 1 cm-re visszavágott bibe 14,8 imágóéknak, és a 2 cm-re visszavágott bibe pedig 6,4 imágóéknak felel meg. A termékenyülési index alapján ezek az értékek hasonlóan alakultak: 0 cm-re visszavágott esetén 26,2, 1 cm-re visszavágott esetén 12,8 és 2 cm-re visszavágott esetén 3,8 csövenkénti imágó.



40. ábra: Suregold csemegekukorica hibrid csőtömegének korrelációja kukoricabogár imágó kártétellel (bal oldali diagramm) és mesterséges bibe visszavágással (jobb oldali diagramm); a 0, 1 és 2 cm-re vágott, valamint a vágatlan (kezeletlen kontroll, K) bibéjű csövek adatai (Martonvásár, 2017-2018)

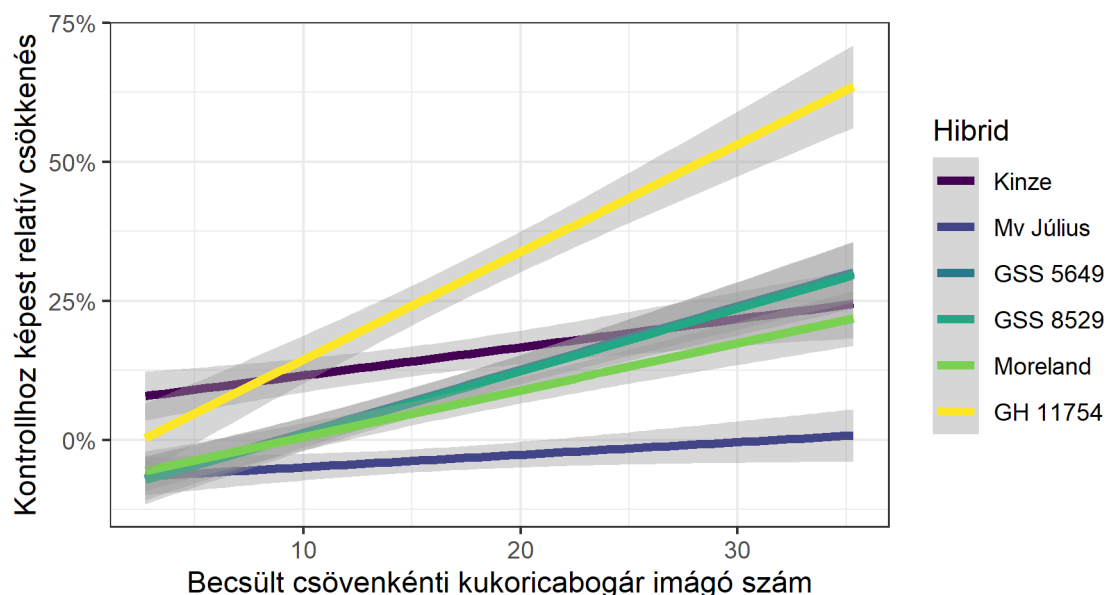


41. ábra: Suregold csemegekukorica termékenyülési indexének korrelációja kukoricabogár imágó kártétellel (bal oldali diagramm) és mesterséges bibe visszavágással (jobb oldali diagramm); a 0, 1 és 2 cm-re vágott, valamint a vágatlan (kezeletlen kontroll, K) bibéjű csövek adatai (Martonvásár, 2017-2018)

18. táblázat: Suregold csemegekukorica hibridben mért fosztott csőtömeg és termékenységi index alapján extrapolált kukoricabogár imágósűrűség (Martonvásár, 2017-2018)

		Fosztott csőtömeg	Termékenyülési index
Év	Bibe visszavágás (cm)	alapján becsült csövenkénti imágószám	
2017	0	19,8	29,1
	1	12,8	15,7
	2	4,2	2,7
2018	0	35,3	23,3
	1	16,7	9,9
	2	8,5	5,0

Mind a tizenkét becsült kukoricabogár imágó sűrűséget felhasználva megvizsgálhatjuk a hibridek általános érzékenységét a kukoricabogár imágók kártételére. A pontokra illesztett egyenesek annál meredekebbek, minél érzékenyebb egy hibrid (42. ábra). Azaz a legkevésbé érzékeny hibridnek az Mv Júliust becsültük, majd a Kinze hibridet. A Moreland a GSS 5649 és GSS 8529, nagyon hasonló lefutást mutat, míg a GH 11754 hibridet becsültük a kukoricabogár imágókártételére a legérzékenyebbnek.



42. ábra: A vágatlan kontrollhoz képest tapasztalt csökkenés a fosztott csőtömegben és a termékenyülési indexben a különböző becsült kukoricabogár sűrűségeknél. Az imágósűrűségeket a Suregold hibridben végzett vizsgálatok alapján becsültük (lásd 18. táblázat) (Martonvásár, 2017-2018)

4.4. Kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kísérelt eredményeinek megvitatása

A kukoricabogár imágó ráhelyezéssel kíséreltünkben három évig vizsgáltuk a kukoricabogár imágók által okozott lehetséges biberágás károsodást a Suregold csemegekukorica hibriden. Ezeknél a kísérleteknél kulcsfontosságú volt, hogy a csöveket a bibehányás előtt izolátorhálójával fedjük le, majd a hálójával fedett csőre az egyes kezeléseknél meghatározott kukoricabogár imágó egyedszámot helyezzünk (Culy, Edwards és Cornelius, 1992; Tuska et al., 2002), mivel a kukoricabogár imágó károsítás előtti beporzás torzíthatja a kísérleti hatásokat. Ebben a vizsgálatban a kukoricabogár imágókat a kukorica vegetatív szakaszából generatív szakaszába történő fenológiában, azaz a bibehányás előtt helyeztük el. Így sikeresen ki tudtuk zárni a korai beporzás esetleges hatását.

A maximális bibehossz évenként változott az eltérő időjárási hatásoknak köszönhetően. Fuad-Hassan, Tardieu és Turc (2008) jól öntözött és enyhe-közepes talajvízhiánynak kitett növények bibenövekedését vizsgálták. Megállapították, hogy az enyhe-közepes talajvízhiány csökkentette a bibenövekedés nagyságát és megnövelte a bibenövekedés időtartamát, ami nem kompenzálta teljesen a bibenövekedést.

A kukoricacsőre helyezett izolátorhálók a bibe hosszát is befolyásolták, ami összhangban van Tuska et al., (2002) eredményeivel, akik megállapították, hogy a bibék izolálása akadályt

jelenthető a beporzásban, és a bibe hosszának növekedéséhez vezetett. Az izolátorhálóval történő kukoricacső lefedése azonban nem befolyásolta a számított termékenységi indexet vagy a csutkatömeget. Ezek alapján kijelenthető, hogy a fátyolhálós izolálás alkalmas a kukoricabogár imágó bibe fogyasztás károsodásának vizsgálatára, még akkor is, ha a mikroklimatikus viszonyokat és a bibenövekedést befolyásolják.

Vizsgálatunkban a számított termékenységi index enyhén csökkent a magasabb kukoricabogár imágó fertőzöttségi szinteknél. Ez az általános csökkenés összhangban van Tuska et al., (2002) eredményeivel. Vetőmagkukoricánál, illetve a nem öntözött árukukoricánál a meghatározott kukoricabogár imágó károsítási küszöbértékek sokkal alacsonyabbak, mint a csemegekukoricában megállapított kukoricabogár imágók kárküszöb szintjei, amelyek enyhe termékenyülés csökkenést okoztak a csemegekukoricában (Tuska et al., 2002, Kiss J. szóbeli közlés). A vizsgált biberágás még 12 kukoricabogár imágó/kukoricacső esetén sem vezetett szignifikáns csőtömegcsökkenéshez, míg bizonyos körülmények között jóval alacsonyabb kukoricabogár imágó egyedszám (vetőmagkukorica előállításban csövenként 1-3 kukoricabogár imágó, míg szemes kukoricában 4-6 kukoricabogár imágó csövenként; Tuska et al., 2002; Tuska, Edwards és Kiss, 2003) befolyásolhatja a termés mennyiséget és a minőséget. Leggyakrabban a gazdasági károkat okozó kártevő-sűrűség (m²-re vagy ha-ra jutó) alacsonyabb a magasabban jövedelmező, intenzív termesztésű növényeknél .

Eredményeink azonban az ellenkezőjét mutatják a csemegekukoricánál, mint a szemes kukorica esetén, a csemegekukorica biberegenerálódása és a megnövekedett megtermékenyülési valószínűség miatt. A vizsgált évek közül a 2017-es száraz körülmények negatívan befolyásolták a biberegenerációt a kukoricabogár imágó károsítás után, illetve negatívan hatott a termékenyülésre és a termés hozamra is. Ez összhangban van Schoper et al., (1986) eredményeivel. Habár a száraz körülmények kevésbé befolyásolták a termékenyülést a vetőmag és a szemes kukorica esetén, a genetikai különbségek azonban eltérő reakciókhoz vezethetnek a kukoricahibridek között (Abel et al., 2000; Ivezic et al., 2006). Mivel a kísérletben csak egy csemegekukorica hibridet vizsgáltunk a genetikai különbségek hatását még vizsgálni kell a növények különböző kukoricabogár imágó populációira adott válaszreakcióira.

4.5. Bibeviszavágás kísérlet eredményeinek megvitatása

A kétéves vizsgálatot nem öntözött csemegekukorica táblán végeztük hét különböző csemegekukorica hibriden. Alacsony kukoricabogár imágó populáció volt a vizsgált területen a bibehányás időszakában mindkét évben. A bibék megjelenése után a bibe visszavágását végeztük a csuhélevél csúcsi része felett 0, 1, 2 cm-rel, hogy szimuláljuk a különböző kukoricabogár imágó fertőzési szinteket, illetve az általuk okozott bibeviszavágást. A kezeletlen kontroll növények bibehosszát naponta mértük a bibék beszáradásáig.

Mivel csemegekukorica betakarításkori minőségi követelményei jóval magasabbak a szemes kukoricához képest, ezért a minőséget közvetlenül vagy közvetve befolyásoló különféle kártevőkre cselekvési küszöbértékek megállapítása szükséges.

A vetőmagkukoricában, illetve a nem öntözött szemes kukoricára meghatározott kukoricabogár imágó kártételi küszöbértékek jóval alacsonyabbak voltak (Tuska et al., 2002; Tuska, Edwards és Kiss, 2003), mint a csemegekukorica vizsgálatunkban tapasztalt, kukoricabogár imágó kezelések által okozott enyhe termékenyülési visszaesés. Továbbá, a megfigyelt bibekárosítás még 12 kukoricabogár imágó/cső esetén sem vezetett szignifikáns csőtömeg csökkenéshez a csemegekukorica kísérletünkben, azonban bizonyos körülmények között jóval alacsonyabb kukoricabogár imágó kezelés (vetőmagkukoricában csövenként 1-3 imágó, szemes kukoricában csövenként 4-6 imágó; Tuska et al., 2002, 2003) befolyásolhatja a szemtermést és a minőséget. Leggyakrabban a kártevők elleni védekezési küszöbértékek és a gazdálkodók kockázattűrési szintje alacsonyabbak az értékesebb, intenzív kultúráknál. Kísérleti eredményeink csemegekukorica esetén azonban az ellenkezőjét mutatják a szemes kukoricánál tapasztalt kártételi küszöbértékkel szemben, valószínűsíthetően a csemegekukorica biberegenerálódása és a jobb termékenyülés miatt.

A vizsgált évek közül a 2017-es száraz időjárási körülmények negatívan befolyásolták a biberegenerációt a kukoricaimágó károsítás után, és negatívan hatott a termékenyülésre, illetve a terméshozamra. Ezen megfigyeléseink összhangban vannak Schoper et al., (1986) kutatási eredményeivel. Csemegekukorica esetén azonban a száraz, nem optimális időjárási körülmények kevésbé befolyásolták a termékenyülést, mint egyes korábbi kísérleti eredmények mutatták vetőmagkukoricánál, illetve szemes kukoricánál. Mivel a csemegekukoricát többnyire öntözéssel termesztik, a száraz időjárási körülményeket öntözéssel kompenzálják. Eredményeinket valószínűsítik, hogy az öntözés időzítése hozzájárulhat a bibekárosítás következményeinek csökkentéséhez, és ezáltal csökkentheti a termékenyülés során az inszekticidek kijuttatását. Ezen túlmenően, ha biológiai védekezési megoldásokat használunk a bibehányás időszakban, a

kukoricabogár imágó biberágásával szembeni hibrid toleranciához kapcsolódó kukoricabogár kártételi küszöb ismerete segít a gazdálkodóknak a kémiai rovarölő-szerek alkalmazásának csökkentésében.

A genetikai különbségek (hibridek) azonban eltérő reakciókhoz vezethetnek, így a kukoricahibridek eltérően tolerálhatják a kukoricabogár kártételét. (Abel et al., 2000; Ivezic et al., 2006). Ezért előfordulhat, hogy a különböző hibridek termésveszteség-reakciójára vonatkozó információkat a kukoricabogárra adott regionális és/vagy helyi feltételek mellett fajtavizsgálatokkal vagy demonstrációs kísérletekkel együtt kell elvégezni.

4.6. Kárküszöb érték elemzés

A Suregold csemegekukorica hibridnél még magas (8 imágó/cső) kukoricabogár imágósűrűség sem okozott olyan bibeszál csökkenést ami szignifikáns termékenység- és csőtömeg csökkenést eredményezne. Ezért ennél a csemegekukorica hibridnél nincs szükség beavatkozásra, így rovarölőszeres kezelésre 8 kukoricabogár imágó/cső alatti sűrűség esetén, kivéve ha más kártevők jelenléte veszélyezteti a termést, illetve szeretnénk a kukoricabogár nőstény tojásrakását csökkenteni, a jövő évi kukorica területünkön, ugyanakkor ennek a kezelésnek az ideje eltérhet a bibehányás időpontjától. Ezen túlmenően eredményeink jelzik az integrált növényvédelem keretében a kukoricabogár imágóira vonatkozó gazdasági kárküszöbök kialakítását kukoricában. A mesterséges kukoricabogár bibefogyasztás (bibe visszavágás) eltérő reakciókat eredményezett a vizsgált csemegekukorica hibridek között. Meglepő módon az 1 cm-es bibe visszavágás mérsékelt termés csökkenést eredményezett. Jelentős termés csökkenést csak 0 cm-es bibe visszavágásnál mértünk. Az egyes csemegekukorica hibridek kukoricabogár imágó kártételére adott válasza némileg eltérő lehet, ezért ezt a helyi adottságoknak megfelelően kell figyelembe venni (több abiotikus és biotikus stresszor, pl. egyéb kártevők)

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Három éves kukoricabogár imágó bibekártétel, illetve két éves bibe visszavágás kísérleteink eredményei alapján még mélyebb tudományos igazolást generáltunk, az egyik legjelentősebb, legnagyobb területen termesztett zöldségnövényünknek a csemegekukoricának a magyarországi sikeres integrált növényvédelméhez. Kiemelten fontosnak tartom az integrált növényvédelem általános alapelveinek (2009/128 EK irányelv) a használatát és betartását a sikeres növénytermesztés elérése érdekében, az Európai Unióban elfogadott irányelvek szerint, úgymint a kémiai növényvédő szertől való függőség csökkentésével, illetve a humán és környezeti kockázatok mérséklésére való törekvésekkel.

Következtetésként megállapítottam, hogy kukoricabogár imágó ellen csemegekukoricában 8 imágó/cső károsítás alatt nem szükséges védekezni, mivel ez az érték alatta van a kárküszöbnek, kivéve ha más kártevők jelenléte veszélyezteti a termést, illetve szeretnénk a kukoricabogár nőstény tojásrakását csökkenteni a jövő évi kukorica területünkön. Kísérletünkben a termékenységi index enyhe csökkenést mutatott a magasabb kukoricabogár imágó fertőzöttségi szinteknél, azonban a vizsgált biberágás még 12 kukoricabogár imágó/kukoricacső esetén sem vezetett szignifikáns csőtömeg csökkenéshez. A száraz évi hatások negatívan befolyásolták a kukoricabogár imágó károsítás utáni biberegenerációt, illetve negatívan hatnak a megtermékenyülésre és a termés hozamra is.

A mesterséges kukoricabogár bibefogyasztás (bibe visszavágás) különböző reakciókat mutatott a vizsgált csemegekukorica hibridek alapján. Az 1 cm-es bibe visszavágás mérsékelt termés csökkenést eredményezett. Jelentős termés csökkenést csak 0 cm-es bibe visszavágásnál mértünk. Így a kukoricabogár imágó kártételi küszöbről elmondható, hogy csak nagymértékű fertőzöttség esetén indokolt a rovarölő-szeres védekezés csemegekukoricában. Ez elősegíti a rovarölő-szerek alkalmazásának csökkentését, segít csökkenteni a környezetterhelést, ezzel növeli a fogyasztók élelmiszerbiztonságát. Továbbá elmondható, hogy az egyes csemegekukorica hibridek másként reagáltak a bibekárosításra, mind regenerálódás, mind a termés minőségi és mennyiségi tekintetében.

Kukoricabogár imágószám csökkenés következő évi lárvakárcsökkentése érdekében:

Sikeres csemegekukorica termesztésünk alapja lehet, ha a megfelelő döntést hozzuk meg a növényvédelmi kezelések esetén a csemegekukorica imágó károsítás tekintetében. Vizsgálati eredményeink alapján kijelenthető, hogy csemegekukoricában 8 imágó/cső fertőzési szint alatt

nem szükséges védekezni. Természetesen védekezési stratégiánk meghozatalakor hatással lehetnek egyéb befolyásoló tényezők is. Ha ugyanazon a táblán tervezünk kukoricát vagy csemegekukoricát termesztani (monokultúra) a következő évben, akkor célszerű megfontolnunk, hogy akár a 8 db kukoricabogár imágó/cső fertőzöttségi szint alatti védekezést is, mivel ez hatással lehet a jövő évi kukoricabogár lárva fertőzöttség mértékére, ezáltal valószínűsíthetően a következő évi lárvakártételt is csökkenteni fogja. Ebben az esetben fontos a hím, női imágó egyedek arányának megállapítása, mivel változó, hogy a mekkora adott egyedszámon belül a hím és nőstény egyedek megoszlása. Az adott évben, adott helyszínen, adott növényfenológiában (bibe hánnyás kezdetén) kell monitorozni, hogy milyen mértékű a tojásrakásra érett nőstény így a megduzzadt nyújtott potrohú egyed. Ha a tervezett védekezési időpontban a tojásrakásra érett nőstény egyedek vannak már többségben, az jelentős kihatással lehet a jövő évi populációnagyságra, mivel így a védekezésünkkel csökkentjük a tojásrakást.

A 2-3 éves önmaga utáni kukoricatermesztés sokszor indokolt lehet egy-egy gazdaság vetésforgójában, mivel a jó termőképességű területeken számos esetben felmerülhet, hogy az öntözhetőségi szempontokat helyezük előtérbe termesztésünk hatékonysága érdekében, mint például telepített Lineár öntözőberendezés használata. Ilyenkor termesztésünk sikeressége érdekében még nagyobb figyelmet kell fordítanunk a növényvédelmi kezelések stratégiájának kialakítására, hatékonyságára, időzítésére.

Kukoricabogár imágó egyedszám csökkentés tágabb „area wide” IPM megközelítés:

Természetesen döntéshozatalunkkor nagyban meghatározó és figyelembe kell venni, hogy mit szeretnénk termelni a következő évben. Ha vetésforgónkban kukorica nem kukoricát követ, attól függetlenül a kukoricabogár imágók számának gyérítése hatással lehet a tágabb értelemben vett „area wide” (térségi szintű) IPM megközelítésre. Az imágók egy része nem marad az adott táblán az adott évben, hanem átmigrál más kukorica területekre ahol lerakja tojásait, mely hatására a következő évi fertőzések már sok esetben még nagyobb területen figyelhetőek meg. Ez azt jelenti, hogy az adott évi imágó populáció adott táblán szélesebb körre is kihatással lehet, mely szélesebb „area wide” kontextusban igényli a IPM védekezés döntésének meghozatalát.

Fontos megjegyezni azonban, hogy önmagában az imágószám csökkentése nem jelenti automatikusan a következő év lárvakártételének csökkenését, csak akkor, ha az imágók jelentős része tojásrakó nőstény imágó. Tehát a hím imágók számának csökkenése nem lesz hatással a következő évi populációra.

Kukoricabogár imágószám csökkentési stratégia:

Fontos a növényvédelmi kezeléseknél meghatározni, hogy milyen védekezési stratégiát választok a kukoricabogár imágók ellen. Több lehetőség is van a IPM alapelveket figyelembe véve.

Kémiai növényvédő szeres védekezés esetén, kézenfekvő növényvédelmi megoldás lehet a különböző piretroidok használata, amely a csemegekukoricában egyelőre a legelterjedtebb védekezési módszer. Ha csökkenteni szeretném a kukoricabogár imágószámot, gyapottok bagolylepke, kukoricamolymoly, vagy egyéb más herbivore populációt csemegekukoricában, akkor a piretroid típusú növényvédőszer jó megoldást adhatnak, természetesen az élelmezés-egészségügyi, munkaegészségügyi várakozási idő betartásával.

Természetesen, ha a célszervezet nem csak a kukoricabogár imágó, hanem például a gyapottok bagolylepke lárvája, az ellenük történő kémiai védekezés is hatékony lesz a kukoricabogár imágók populációjának gyéritésére is - így a bibekárt is csökkenti - térben és időben egyszerre.

Gyapottok bagolylepke, és/vagy a kukoricamolymoly ellen alkalmazott biológiai védekezés pl. Bt preparátum nem lesz hatással a kukoricabogár imágókra.

Trichogramma petefürkész parazitoiddal történő védekezés esetén, szintén gyapottok bagolylepke, illetve kukoricamolymoly esetén figyelni kell arra, hogy kukoricabogár imágó ellen történő kémiai növényvédő-szeres védekezés csökkentheti a parazitoidok hatékonyságát.

Információ alapuló döntés:

Kiemelt fontosságú a farm/gazdaság teljes monitorozása, tábla szintű, lehetőségek szerint táblán belüli adatok generálásával a kártevő fertőzések beazonosítása, táblán belüli eloszlásának, mértékének pontos meghatározása, kezelés idejének, típusának megválasztása. Fontos tudni, hogy be kell-e már avatkozni a kártevők ellen a területen, gazdaságilag már indokolt vagy a gazdasági küszöbszintet még nem érte el a fertőzés. Ha szükséges a beavatkozás akkor érdemes döntés támogatási rendszereket is igénybe venni, hogy kell-e a tábla teljes területén a védekezés vagy akár elegendő célzottan egyes táblarészeket kezelni, megvizsgálni ezt a begyűjtött információk alapján, hogy heterogén-e a fertőzés vagy sem. A táblán belüli célzott, akár részleges, vagy változó dózisos kezelések a jövőben várhatóan nagy létjogosultságúak lesznek, természetesen ehhez elengedhetetlen a megfelelő információ, adatok összegyűjtése. A digitalizáció, illetve a precíziós lehetőségek fejlődésével egyre közelebb kerülünk ehhez, úgymint a különböző műhold és drónképek, automata csapdák, előrejelző rendszerek, növényi modellek, innovatív technikai megoldások segítségével, mely megoldások nagyban segíthetik az IPM alapelvek használatát, a növényvédő szer felhasználás csökkentését.

Integrált növényvédelmi beavatkozási döntéshozatal

A csemegekukorica termesztése intenzív technológiát kíván a feldolgozók által előírt termesztési elemekkel, ezért termesztése nagy odafigyelést igényel a minőségi és mennyiségi előállítás érdekében. Mivel intenzív értékes kultúráról beszélünk a területről lekerült termés nagyobb árbevételt is biztosít, mint például a szemes kukorica. Növényvédelmi tervezésnél, beavatkozásoknál figyelembe kell vennünk az észlelési küszöbértéket, ezt követően a beavatkozási küszöbértéket – mint költségoldalát a beavatkozásnak – és végül a gazdasági küszöbértéket. Ezek alapján hozom meg a döntést a kezelés szükségességéről, módjáról, a termés minőségi és mennyiségi veszteségei elkerülése érdekében. Változó, kiszámíthatatlan gazdasági körülmények (költségek, piaci ár) mellett ezen küszöbértékek mint szempontok érvényesek, de csak konkrét árak ismeretében tudjuk őket alkalmazni. Jelenlegi gazdasági viszonyok mellett ez azonban csak nagy hibahatárral becsülhető.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Három éves kukoricabogár imágó ráhelyezéssel, illetve két éves bibe visszavágás kísérletünkből kapott eredmények alapján az alábbi megállapításokat teszem a vizsgált hét csemegekukorica hibridre magyarországi körülmények tekintetében:

- Megállapítottam, hogy 8 imágó/cső fertőzöttségi szint alatt a csemegekukoricában nem indokolt a védekezés kukoricabogár imágó ellen, melyet bibe vizsgálat, bibehossz mérés, fosztott csőtömeg mérés, termékenyülési index számítással igazoltam.
- Alacsony (8 imágó/cső) kukoricabogár imágó bibe károsítását a csemegekukorica hibridek mennyiségi és minőségi veszteség nélkül is képesek kompenzálni.
- Az eltérő időjárási viszonyok (extrém szárazság, öntözés hiánya vagy csapadékos időjárás) az egyes években hatással vannak a kukoricabogár imágó kártétel mértékére csemegekukoricában.
- A vizsgált csemegekukorica hibridek eltérően reagáltak a bibe visszavágással szimulált kukoricabogár imágó bibe károsítására. Az egyes hibridek esetén más volt a regenerációs válaszuk, valamint a termés mennyiségére és minőségére is eltérően hatott a bibe különböző mértékű károsításai.
- Kísérletem hozzájárult a környezet terhelését csökkentő integrált növényvédelem fejlesztéséhez.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A csemegekukorica Magyarország legnagyobb területen termesztett zöldségnövénye, mely kisebb ingadozásokkal de tartja stabil termőterületét, mellyel Európa vezető csemegekukorica előállítójának számítunk. Főleg konzerv és hűtőházi feldolgozásra termelünk, így a termelők szigorú termesztési előírásokat követve tudják biztosítani a jó minőség és a folyamatos mennyiségi igényeit a feldolgozóknak. Hazánk klímájának és jó minőségű területeinknek köszönhetően kimagasló hozamok elérésére vagyunk képesek az egyre fejlődő technológiai megoldásokat kihasználva.

A csemegekukoricánál mint intenzív termesztést igénylő kultúránál nagy odafigyelést igényel a megfelelő időben, sikeresen elvégzett növényvédelem. Napjainkban ez azonban egyre nagyobb kihívást jelent, köszönhető ez a szélsőséges időjárásnak, a rezisztencia problémák kialakulásának egyes növényvédőszer-hatóanyagokra, növényvédőszer-hatóanyag kivonásoknak, korlátozásoknak az Európai Unió részéről. Ezen tényezők ellenére nagyon sok technológiai, technikai innovatív megoldás, fejlesztés segíti csemegekukorica termelésünket.

Növényvédelmi kezeléseink során a termelői döntéshozatal egyik kulcskérdése a gazdasági küszöbök megállapítása, amelyek alapján a termelő meghozza növényvédelmi döntéseit, az IPM alapelveit figyelembe véve.

Három éves (2016-2018) kukoricabogár imágó ráhelyezéssel, illetve két éves (2017-2018) bibeviszavágás (kukoricabogár biberágását szimuláló) vizsgálatom során szerettem volna megállapítani a csemegekukorica kukoricabogár imágó kárküszöb értékét, hogy ezzel is segítsen a gazdák döntéshozatalát és még sikeresebb legyen a csemegekukorica előállításunk Magyarországon. A kísérleti növények csöveinek mintázása (kézi betakarítása) a vizsgált csemegekukorica hibrideknél eltérő időben, a szemek érését követően 2016-ban augusztus 17-én, 2017-ben július 24-től augusztus 3-ig, 2018-ban július 18-tól augusztus 1-ig történt.

Megállapítottam, hogy 8 imágó/cső fertőzöttségi szint alatt a csemegekukoricában nem indokolt a védekezés kukoricabogár imágó ellen, melyet bibevizsgálattal, bibehossz méréssel, fosztott csőtömeg méréssel, termékenyülési index számítással igazoltam. Természetesen a termelői döntést befolyásolhatják egyéb befolyásoló tényezők is, például ha más kártevők jelenléte is veszélyezteti a termést, jövő évi kukoricabogár populáció csökkentése a területünkön stb. Fontos kiemelni, hogy a kukoricabogár imágó károsítási küszöbértékének megállapításával kísérletünk hozzájárult a környezet terhelését csökkentő növényvédelmi kezelések kialakításához a csemegekukoricában.

SUMMARY

Sweet corn is the largest vegetable crop grown in Hungary, which maintains a stable growing area with minor fluctuations, making us the leading sweet corn producer in Europe. We mainly produce for canning and cold processing, so the producers have strict quality standards and a constant demand for quantity of the processors. In order to achieve excellent outstanding yields for the climate of our high-quality areas in Hungary, we are able to take advantage of the ever-evolving technological solutions. Thankfully to the climate of our high-quality areas in Hungary we are able to to achieve excellent outstanding yields by taking advantage of the ever-evolving technological solutions.

In the case of sweet corn being a crop that requires intensive cultivation, timely and successful plant protection requires great care. Nowadays, however, this is an increasing challenge, due to the extreme weather, the development of resistance to certain pesticide active ingredients, the withdrawal of pesticide active ingredients and restrictions from the part of the European Union. Despite of these facts several technological, technically innovative solutions, developments are available which help our sweet corn production.

One of the key question in producer decision-making during our plant protection treatments is to establish the economic thresholds as the basis of which the producer makes his plant protection decisions, taking into account the principles of IPM.

During my three-year *Diabrotica* silk feeding study (2016-2018) and two-years (2017-2018) artificial silk cutting study (*Diabrotica* silk feeding simulation), I wanted to determine economic threshold of the sweet corn *Diabrotica virgifera virgifera* (WCR) adult to help farmers make decisions and make our sweet corn production more successful in Hungary. Sampling (manual harvesting) of the cobs of the experimental plants happened at different times in the examined sweet corn hybrids, after the ripening of the grains on 17 August 2016, from 24 July to 3 August 2017, from 18 July to 1 August 2018 until.

I found that WCR densities of up to 8 adults/ear are not likely to lead to economic damage in sweet maize, protection against maize beetle is not justified, which was confirmed by silk cutting, silk length measurement, cob weight measurement and fertility index calculation. Of course, the decision of the producer can be influenced by other influencing factors, for example, if the presence of other pests also endangers the crop, the reduction of the WCR population in our area next year, etc. It is important to highlight that our experiment contributed to the development of

plant protection treatments that reduce the burden on the environment by establishing an economic damage threshold for the WCR adult in sweet corn.

8. MELLÉKLET

8.1. Irodalomjegyzék

ABEL, C. A., BERHOW, M. A., WILSON, R. L., BINDER, B. F., HIBBARD, B. E. (2000): Evaluation of conventional resistance to European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) and western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in experimental maize lines developed from a backcross breeding program. *J. Econ. Entomol.*, 93(6): 1814-21 p.

ABENDROTH, L. J., ELMORE, R.W., BOYER, M. J., MARLAY, S. K. (2011): Corn growth and development. Iowa State Univ. Extension Publication, PMR-1009.

BACA, F. (1994): New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae). *Zastita Bilja*, 45, 125-131.

BARNA, GY., EDWARDS, C.R, KISS, J., GERBER, C., BLEDSOE, W. (1999): Study of Behavioral Change of Western Corn Rootworm Beetle by Crop and Sex in Maize and So bean Fields in Northwestern Indiana, USA. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 34 (4): 393–402 p.

BARNABAS, B., FRIDVALSZKY, L. (1984): Adhesion and germination of differently treated maize pollen grains on the stigma. *Acta Bot. Hung.* 30, 329–332 p.

BARNÓCZKI, A., CSONTOS, GY., DEME, P., FEHÉR, B., GLITS, M., GÓLYA, E., GYÚRÓS, J., HÁJOS, M., HODOSSI, S., HRASKÓ, I., INCZÉDY, P., KAPITÁNY, J., KOVÁCS, A., NAGY, GY., NAGY, J., NÉMETHY, Z., OMBÓDI, A., PÉNZES, B., SLEZÁK, K., TERBE, I., TÓTHNÉ, T. ZS., ZATYKÓ, F. (2010): Zöldségtermesztés szabadföldön. 289-295 p. <https://docplayer.hu/5090196-Zoldsegetermesztes-szabadfoldon.html>

BARZMAN, M., BARBERI, P., BIRCH, A.N.E., BOONEKAMP, P., DACHBRODT-SAAAYDEH, S., GRAF, B., HOMMEL, B., JENSEN, J.E., KISS, J., KUDSK, P., LAMICHHANE, J.R., MESS´EAN, A., MOONEN, A.C., RATNADASS, A., RICCI, P., SARAH, J.L., SATTIN, M. (2015): Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1199–1215 p. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>.

BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. (2015): Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J. Stat. Software* 67 (1), 1–48 p. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.

BAŽOK, R., SIVCEV, I., KOS, T., IGRC-BARCIC, J., KISS, J. & JANKOVIC, S. (2011): Pherocon AM Trapping and the “Whole Plant Count” Method - A Comparison of Two Sampling Techniques to Estimate the WCR Adult Densities in Central Europe. *Cereal Research Communications* 39(2): 298–305 p.

BAŽOK, R., LEMIĆ, D., CHIARINNI, F. & FURLAN, L. (2021): Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Europe: Current Status and Sustainable Pest Management. *Insects* 12: 195 p.

BEDINGER, P. (1992): The remarkable biology of pollen. *Plant Cell* 4 (8), 879–887 p. <https://doi.org/10.1105/tpc.4.8.879> p.

BENJAMINI, Y., HOCHBERG, Y. (1995): Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *J. Roy. Stat. Soc. B* 57 (1), 289–300 p. JSTOR. www.jstor.org/stable/2346101. (Accessed March 2020).

BÉLÁD, K., SZLOVÁK S. (2013): A zöldborsó és a csemegekukorica költség- és jövedelemhelyzete. *Agrofórum* 2013. július. 76-79 p.

BASSETTI, P., WESTGATE, M. E. (1993): Emergence, Elongation, and Senescence of Maize Silks. *Crop Science* 33: 271-275 p.

CAPINERA, J.L., EPSKY, N.D., THOMPSON, D.C. (1986): Effects of adult western corn rootworm (Coleoptera: chrysomelidae) ear feeding on irrigated field corn in Colorado. *J. Econ. Entomol.* 79 (6), 1609–1612 p. <https://doi.org/10.1093/jee/79.6.1609>.

CHIANG, H.C. (1973): Bionomics of the northern and western corn rootworms. *Annu. Rev. Entomol.* 18, 47–72 p. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.18.010173.000403>.

CULY, M.D., EDWARDS, C.R., CORNELIUS, J.R. (1992): Effect of silk feeding by western corn rootworm (Coleoptera, Chrysomelidae) on yield and quality of inbred corn in seed corn production fields. *J. Econ. Entomol.* 85 (6), 2440–2446 p. <https://doi.org/10.1093/jee/85.6.2440>.

DIVISION OF EXTENSION UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON (2014): Methods for determining corn pollination success. URL.

<http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/L018.aspx> (Accessed May 2020).

EDWARDS, C.R., KISS, J. (2012): Western corn rootworm distribution maps. URL. <http://extension.entm.purdue.edu/wcr/>. (Accessed May 2020)

- FARAWAY, J.J. (2016): Extending the Linear Model with R: Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models, volume 331. Chapman and Hall/CRC.
- FONSECA, A. E., WESTGATE, M. E. (2004): Relationship between desiccation and viability of maize pollen. Iowa State Univ. Field Crops Research, 4463: 1-12 p.
- FUAD-HASSAN, A., TARDIEU, F., TURC, O. (2008): Drought-induced changes in anthesis-silking interval are related to silk expansion: a spatio-temporal growth analysis in maize plants subjected to soil water deficit. Plant Cell Environ. 31, 1349–1360 p. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2008.01839.x>.
- GRAY, M.E., SAPPINGTON, T.W., MILLER, N.J., MOESER, J., BOHN, M.O. (2009): Adaptation and invasiveness of western corn rootworm: intensifying research on a worsening pest. Annu. Rev. Entomol. 54, 303–321 p. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090434>.
- GUIDANCE ON THE AGRONOMIC AND PHENOTYPIC CHARACTERISATION OF GENETICALLY MODIFIED PLANTS (2015): European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. EFSA Journal 2015;13(6):4128.
- GYERAJ, A., SZALAI, M., PÁLINKÁS, Z., EDWARDS, C. R. & KISS, J. (2021): Effects of adult western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, Coleoptera: Chrysomelidae) silk feeding on yield parameters of sweet maize. Crop protection Vol. 140, 105447. Available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121942030380X?via%3Dihub> (accessed February 2021)
- GYERAJ, A., PÁLINKÁS, Z., KÖRÖSI, K., ZALAI, M., PERCZEL, M., KISS, J. (2019): A csemegekukorica integrált védelme. Növényvédelem 80 [N.S. 55]: 2. 49-75 p.
- HOTHORN, T., BRETZ, F., WESTFALL, P. (2008): Simultaneous inference in general parametric models. Biom. J. 50 (3), 346–363 p. <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>.
- IVEZIC, M., TOLLEFSON, J. J., RASPUDIC, E., BRKIC, I., BRMEZ, M. & HIBBARD, B. E. (2006): Evaluation of corn hybrids for tolerance to corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) larval feeding. Cereal Research Communications, 34: 1101-1107 p.
- KISS, J. (2017): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Agrofórum 72. Extra p. 90-94 p.

- KISS, J., KOMÁROMI J. (2007): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) biológiája. A kukoricabogár terjedése és a védekezés módszerei, Magyar Tudományos Akadémia, Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár (2007.) 6-7.p.
- KISS, J., ZANKER, A., EKE, I. (2017): Az integrált növényvédelem nyolc alapelve. *Növényvédelem* 2017, 78 (53): 10. 429-453 p.
- KRYSAN, J.L., MILLER, T.A. (1986): *Methods for the Study of Pest Diabrotica*. Springer, New York, 260 p.
- KUZNETSOVA, A., BROCKHOFF, P.B., CHRISTENSEN, R.H.B. (2017): lmerTest package: tests in linear mixed effects models. *J. Stat. Software* 82 (13), 1–26 p. <https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>.
- LEVAY, N., TERPO, I., KISS, J., TOEPFER, S. (2015): Quantifying inter-field movements of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) – a Central European field study. *Cereal Res. Commun.* 43, 155–165 p. <https://doi.org/10.1556/CRC.2014.0020>.
- LEVINE, E., SPENCER, J.L., ISARD, S.A., ONSTAD, D.W., GRAY, M.E. (2002): Adaptation of the western corn rootworm to crop rotation: evolution of a new strain in response to a management practice. *Am. Entomol.* 48, 94–107 p. <https://doi.org/10.1093/ae/48.2.94>.
- MEINKE, L.J., SAPPINGTON, T.W., ONSTAD, D.W., GUILLEMAUD, T., MILLER, N.J., KOMAROMI, J., LEVAY, N., FURLAN, L., KISS, J., TOTH, F. (2009): Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) population dynamics. *Agric. For. Entomol.* 11, 29–46 p. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2008.00419.x>.
- MOESER, J., VIDAL, S. (2005): Nutritional resources used by the invasive maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* in its new South-east-European distribution range. *Entomol. Exp. Appl.* 114, 55–63 p. <https://doi.org/10.1111/j.0013-8703.2005.00228.x>.
- PRINZINGER, G. (1996): Monitoring of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Hungary 1995. *IWGO Newsletter*, 16, 7-11.
- R CORE TEAM (2019): *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <https://www.R-project.org/>.
- REVILLA, P.; ANIBAS, C.M.; TRACY, W.F. (2021): Sweet Corn Research around the World 2015–2020. *Agronomy* 2021, 11, 534. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030534>

RIPKA, G. (2007): A kukoricabogár magyarországi elterjedése és kártétele. A kukoricabogár terjedése és a védekezés módszerei, Magyar Tudományos Akadémia, Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár 3-5.p.

SAMMONS, A.E., EDWARDS, C.R., BLEDSOE, L.W., BOEVE, P.J., STUART, J.J. (1997): Behavioral and feeding assays reveal a western corn rootworm (Coleoptera: chrysomelidae) variant that is attracted to soybean. *Environ. Entomol.* 26 (6), 1336–1342 p. <https://doi.org/10.1093/ee/26.6.1336>.

SCHOPER, J.B., LAMBERT, R.J., VASILAS, B.L., WESTGATE, M.E. (1986): Plant factors controlling seed set in maize. The influence of silk, pollen and ear-leaf water status and tassel heat treatment at pollination. *Plant Physiol.* 83, 121–125 p. <https://doi.org/10.1104/pp.83.1.12>.

SPIKE, B.P., TOLLEFSON, J.J. (1989): Relationship of root ratings, root size, and root regrowth to yield of corn injured by western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 82, 1760–1763 p. <https://doi.org/10.1093/jee/82.6.1760>.

SZALAI, M., KOMAROMI, J.P., BAŽOK, R., BARCIC, J.I., KISS, J., TOEPFER, S. (2011): Generational growth rate estimates of *Diabrotica virgifera virgifera* populations (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Pest. Sci.* 84, 133–142 p. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0336-z>.

SZÓCS, G., DÖMÖTÖRR, I., KISS, J., TÓTH, M. (2018): Környezetkímélő növényvédelmi stratégiák és módszerek a holnap kihívására: felkészültünk-e a kukorica-termesztést veszélyeztető bagolylepkék inváziójára? *Növényvédelem* 79 (54), 30–34 p.

TAKÁCSNÉ, H. M. (2020): Szántóföldi zöldségtermesztés. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 160-170 p.

TAKÁCSNÉ, H. M., GYÖKÖS, E. (2011): Csemegekukorica-fajták vizsgálata korai termesztésben vándorfólia alatt. *Kertgazdaság* 2011. 43 15-23 p.

TOTH, SZ, SZALAI, M., KISS, J., TOEPFER, S. (2020): Missing temporal effects of soil insecticides and entomopathogenic nematodes in reducing the maize pest *Diabrotica virgifera virgifera*. *J. Pest. Sci.* 93, 767–781 p. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01185-7>.

TUSKA, T., KISS, J., EDWARDS, C.R., SZABÓ, Z., ONDRUSZ, I., MISKUCZA, P., GARAI, A. (2002): Determination of economic threshold for silk feeding by western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) adults in seed corn. (in Hungarian) *Növényvédelem* 38 (10), 505–511 p.

TUSKA, T., EDWARDS, C.R., KISS, J. (2003): Establishing economic thresholds for silk feeding by western corn rootworm adults in commercial corn. IWGO Newsletter XXIV, 1-2. 9 p.

WICKHAM, H. (2016): ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York.

WILLOW, J., COOK, S.M., VEROMANN, E., SMAGGHE G. (2022): Uniting RNAi Technology and Conservation Biocontrol to Promote Global Food Security and Agrobiodiversity. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Volume 10, article 871651. doi: 10.3389/fbioe.2022.871651

WILLOW, J., VEROMANN, E. (2022): Integrating RNAi Technology in Smallholder Farming: Accelerating Sustainable Development Goals. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, volume 6, article 868922. doi: 10.3389/fsufs.2022.868922

WOOD, S.N. (2017): *Generalized Additive Models: an Introduction with R*, second ed. Chapman and Hall/CRC.

ZHOU, L., JURANI, M., DRESSELHAUS, T. (2017): Germline development and fertilization mechanisms in maize. *Mol. Plant* 10, 389–401 p. [https://www.cell.com/molecular-plant/pdf/S1674-2052\(17\)30013-8.pdf](https://www.cell.com/molecular-plant/pdf/S1674-2052(17)30013-8.pdf)

Internetes hivatkozások

http1:

<https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/elelmiszer-feldolgozas/102425-vilagszerte-keresett-a-magyar-csemegekukorica>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica nak. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 2:

<https://fruitveb.hu/csemegekukorica-termeles-helyzetelemzese/>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica termőterülete. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 3:

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/vet/20210601/index.html>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica vetésterülete ksh. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 4:

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/fobbnoveny/2021/index.html>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica terméseredménye ksh. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 5:

<https://magyarmezogazdasag.hu/2020/08/13/kozkedvelt-vilagpiacon-magyar-csemegekukorica>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: magyar csemegekukorica mezőgazdaság. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 6:

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/79608/kukorica06.pdf/39a935ce-2532-47f0-b338-66159456d1d0>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica nebih. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 7:

<https://magyarmezogazdasag.hu/2018/05/04/csemegekukorica-tartjuk-az-elokelo-poziciot-vilagelitben>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica magyar mezogazdasag. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 8:

<https://agronaplo.hu/szakfolyoirat/2014/05/szantofold/jo-uton-haladunk-kozponti-szerepben-a-csemegekukorica-es-a-zoldborso>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica agronaplo. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 9:

<http://www.genezispartner.hu/novenykulturak/zoldseg-novenyek/csemegekukorica/>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica tápanyagigénye. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 10:

<https://magyarmezogazdasag.hu/2017/08/15/egyre-no-hazai-csemegekukorica-iranti-kereslet>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica magyar kereslet. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 11:

<https://www.syngenta.hu/file/24666/download>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: syngenta csemegekukorica isv katalogus 2019-2020.
Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 12:

<https://magyarmezogazdasag.hu/2018/09/03/csemegekukorica-kimeletes-betakaritas>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: csemegekukorica kimeletes betakaritas. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 13:

<https://agroforum.hu/agrarhirek/novenyvedelem/uj-lehetoseg-a-kukoricabogar-imagok-parzasanak-megzavarasara/>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: kukoricabogár imágó feromon. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 14:

<https://www.alfaluc.hu/csemegekukorica-fajtak/>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: kinze csemegekukorica. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 15:

<https://www.mezogazdasagibolt.hu/termek/AL2560/kinze-f-1-5-000-szem-csemegekukorica-vetmag>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: kinze csemegekukorica. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 16:

<http://www.alfaluc.hu/pdf/egyeb/csemegekukorica.pdf>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: alfa lucillus csemegekukorica pdf. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 17:

https://www.kukoricavetomag.hu/vetomag_kukorica/vetomag_kukorica_katalogus/www.kukoricavetomag.hu_marton_genetics_kukorica_vetomag_katalogus_2014.pdf

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: mv julius marton. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

http 18:

<https://www.syngenta.hu/sites/g/files/zhg316/f/2021/06/10/zoldborso-bab-csemegekukorica-feldolgozoipari-fajtavasztek-2021-2022.pdf>

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: syngenta csemegekukorica 2021-2022. Lekérdezés időpontja: 2022.03.28.

8.2. Ábrák jegyzéke

1. **ábra:** Főbb zöldségfélék vetésterületének megoszlása Magyarországon 2021-ben
2. **ábra:** A csemegekukorica, a paradicsom, a zöldpaprika, és a zöldborsó termésmennyisége alakulása (évek, termésmennyiség ezer tonnában)
3. **ábra:** A csemegekukorica fajlagos tápanyagigénye
4. **ábra:** Kukorica termékenyülési folyamata (Zhou, Jurani, és Dresselhaus, 2017)
5. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár elterjedése Észak Amerikában (IWGO C.R. Edwards és Kiss J.)
6. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár elterjedése Európában 2012-ben (IWGO Kiss J. és C.R. Edwards)
7. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár tojása (Fotó: Kiss J.)
8. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár hímje (Fotó: FAO/Kiss J.)
9. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár nősténye (Fotó: FAO/Kiss J.)
10. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár lárvakártételének tünete: dőlt növény ún. „hattyúnyak (Fotó: FAO/Kiss J.)”
11. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár táblaszintű lárvakártétele: dőlt növények (Fotó: Kiss J. és Urbán Z.)
12. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár imágói biberágásának következménye vetőmag kukoricában mesterséges imágófertőzéssel: tüll hálóval izolálatlan (00), valamint izolált 0, 1, 2, 3 és 6 imágó/cső (Fotó: Kiss J. és Tuska T.)
13. **ábra:** Az amerikai kukoricabogár lárvájának kártétele csemegekukorica gyökérzetén (Fotó: Kiss J.)
14. **ábra:** Kísérleti területünk Magyarország térképén (2016-2018)
15. **ábra:** Kísérleti területek elhelyezkedése koordináták alapján Martonvásár külterületén (2016-2018)
16. **ábra:** Kukoricabogár imágók gyűjtése szipókával (Fotó: Gyeraj A.)
17. **ábra:** A begyűjtött kukoricabogár imágók tárolására használt hálóval fedett láda (Fotó: Gyeraj A.)

- 18. ábra:** Izolátorhálók a vizsgált Suregold csemegekukorica hibridek csövein eltérő kukoricabogár imágószámú kezelésekkel (Fotó: Gyeraj A.)
- 19. ábra:** Kukoricabogár imágó bibekárosításának vizsgálata a Suregold csemegekukorica hibridnél (Fotó: Gyeraj A.)
- 20. ábra:** Suregold csemegekukorica bibehosszának mérése 1 darab kukoricabogár imágó kezeléskor (Fotó: Gyeraj A.)
- 21. ábra:** Suregold csemegekukorica bibehosszának mérése 12 darab kukoricabogár imágó kezeléskor (Fotó: Gyeraj A.)
- 22. ábra:** Pherocon AM sárga ragacs lap csapda kihelyezése (Fotó: Gyeraj A.)
- 23. ábra:** Suregold csemegekukorica kézi betakarítása 2018-ban (Fotó: Gyeraj A.)
- 24. ábra:** Napi csapadék és a napi maximum hőmérséklet a kísérleti területen 2016-ban (Martonvásár)
- 25. ábra:** Napi csapadék és a napi maximum hőmérséklet a kísérleti területen 2017-ben (Martonvásár)
- 26. ábra:** Napi csapadék és a napi maximum hőmérséklet a kísérleti területen 2018-ban (Martonvásár)
- 27. ábra:** Bibevisszavágás kísérleti parcellák 2017-ben Simonpusztán a PlasmoProtect Kft. kísérleti területén (Fotó: Gyeraj A.)
- 28. ábra:** Moreland (V6) csemegekukorica hibrid bibéjének 2 centiméterig történő bibevisszavágása a II. ismétlés 2. növényén 2018-ban (Fotó: Gyeraj A.)
- 29. ábra:** Pherocon AM sárga ragacs lap csapda (Fotó: Gyeraj A.)
- 30. ábra:** Izolált Suregold csemegekukorica csövek bibehossza 0-12 kukoricabogár imágó kezelés (folytonos vonal színe jelöli) és az izolálatlan kontroll esetén (szaggatott vonal jelöli), simított trendvonalakkal ábrázolva (Martonvásár, 2016-2018)
- 31. ábra:** Izolált Suregold csemegekukorica csövek termékenyülési indexe 0-12 kukoricabogár imágó kezelés esetén, simított trendvonalakkal jelölve az egyes vizsgálati évekre (zöld, narancssárga és lila vonalak), valamint az összes évre együtt (fekete vonal, szürke konfidencia sávval) (Martonvásár, 2016-2018)

32. ábra: Izolált Suregold csemegekukorica csövek fosztott tömege 0-12 kukoricabogár imágó kezelés esetén, simított trendvonalakkal jelölve az egyes vizsgálati évekre (zöld, narancssárga és lila vonalak), valamint az összes évre együtt (fekete vonal, szürke konfidencia sávval) (Martonvásár, 2016-2018)

33. ábra: 12 kukoricabogár imágóval kezelt Suregold csemegekukorica csöve 2018-ban (Fotó: Gyeraj A.)

34. ábra: A gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) lárvák által károsított csövek száma ($n = 80$) a hét vizsgált hibridben (a jelmagyarázatban szereplő betűk a hibridek páronkénti összehasonlítását jelölik: az azonos betűt tartalmazó kódú hibridek nem különböztek egymástól) (Martonvásár, 2017-2018)

35. ábra: A kukoricacsövek termékenyülési indexe a folyamatos bibe visszavágás (0-1-2 cm) függvényében a hét hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

36. ábra: A kukoricacsövek fosztott tömege a naponkénti bibe visszavágás (0-1-2 cm) függvényében a hét hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

37. ábra: Moreland csemegekukorica hibrid csövei feldolgozáskor, különböző kezelések hatására. (Fotó: Gyeraj A.)

38. ábra: A vizsgált csemegekukorica hibridek csőtömeg csökkenés válasza a 0 cm-re (bal panel), az 1 cm-re (középső panel) és a 2 cm-re visszavágott (jobb panel) bibéjű csövek esetén a kezeletlen kontroll csövekhez képest (Martonvásár, 2017-2018)

39. ábra: A vizsgált csemegekukorica hibridek termékenyülési index csökkenés válasza a 0 cm-re (bal panel), az 1 cm-re (középső panel) és a 2 cm-re visszavágott (jobb panel) bibéjű csövek esetén a kezeletlen kontroll csövekhez képest (Martonvásár, 2017-2018)

40. ábra: Suregold csemegekukorica hibrid csőtömegének korrelációja kukoricabogár imágó kártétellel (bal oldali diagramm) és mesterséges bibe visszavágással (jobb oldali diagramm); a 0, 1 és 2 cm-re vágott, valamint a vágatlan (kezeletlen kontroll, K) bibéjű csövek adatai (Martonvásár, 2017-2018)

41. ábra: Suregold csemegekukorica termékenyülési indexének korrelációja kukoricabogár imágó kártétellel (bal oldali diagramm) és mesterséges bibe visszavágással (jobb oldali diagramm); a 0, 1 és 2 cm-re vágott, valamint a vágatlan (kezeletlen kontroll, K) bibéjű csövek adatai (Martonvásár, 2017-2018)

42. ábra: A vágatlan kontrollhoz képest tapasztalt csökkenés a fosztott csőtömegben és a termékenyülési indexben a különböző becsült kukoricabogár sűrűségeknél. Az imágósűrűségeket a Suregold hibridben végzett vizsgálatok alapján becsültük (lásd 18. táblázat) (Martonvásár, 2017-2018)

8.3. Táblázatok jegyzéke

- 1. táblázat:** Európában meghatározó csemegekukoricát termesztő országok és azok csemegekukorica termőterületei
- 2. táblázat:** Bibék vizsgálati és a kézi betakarítás ideje a Suregold csemegekukoricában (Martonvásár, 2016-2018)
- 3. táblázat:** Bibe visszavágás ideje a hét vizsgált csemegekukorica hibrid esetén 2017-ben, 2018-ban (Martonvásár)
- 4. táblázat:** Kézi betakarítás ideje a vizsgált csöveknél (Martonvásár, 2017-2018)
- 5. táblázat:** Izolált Suregold csemegekukorica csövek átlagos termékenyülési indexe és tömege 0-12 kukoricabogár imágó kezelés, illetve a kezeletlen, izolálatlan kontroll esetén (Martonvásár, 2016-2018)
- 6. táblázat:** Kukoricabogár imágó háttérfertőzöttség: Pherocon AM sárga ragacs lap csapda fogások alapján, három csapda fogása (Martonvásár, 2017-2018)
- 7. táblázat:** A vizsgált csövek fosztott tömege és termékenyülési indexe (átlag \pm szórás) 0, 1, 2 cm-re visszavágott bibéjű, illetve, a vágatlan kontroll csövek (K) esetén a vizsgált hibridekben (n = 20) (Martonvásár, 2017-2018)
- 8. táblázat:** Fosztott tömeg – bibe visszavágás kezelések összehasonlítása a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)
- 9. táblázat:** Fosztott tömeg - bibe visszavágás kezelések összehasonlítása gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) károsítás mentes csövek esetén, a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)
- 10. táblázat:** Fosztott tömeg – vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)
- 11. táblázat:** Fosztott tömeg – vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása gyapottok bagolylepke (*H. armigera*) károsítás mentes csövek esetén, a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)
- 12. táblázat:** Termékenyülési index – bibe visszavágás kezelések összehasonlítása a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

13. táblázat: Termékenyülési index – bibe visszavágás kezelése összehasonlítása gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) károsítás mentes csövek esetén, a hét vizsgált csemegekukorica hibridben, K: kezeletlen kontroll (Martonvásár, 2017-2018)

14. táblázat: Termékenyülési index - vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)

15. táblázat: Termékenyülési index - vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása gyapottok bagolylepke károsítás mentes csövek esetén, a bibe visszavágásos kísérletben (Martonvásár, 2017-2018)

16. táblázat: A vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a 0, 1, 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek fosztott tömegének (g) csökkenésében (a vágatlan kontrollhoz képest) (Martonvásár, 2017-2018)

17. táblázat: A vizsgált csemegekukorica hibridek összehasonlítása a 0, 1, 2 cm-re visszavágott bibéjű csövek termékenyülési index csökkenésében (a vágatlan kontrollhoz képest) (Martonvásár, 2017-2018)

18. táblázat: Suregold csemegekukorica hibridben mért fosztott csőtömeg és termékenységi index alapján extrapolált kukoricabogár imágósűrűség (Martonvásár, 2017-2018)

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm témavezetőmnek, dr. Kiss József Professzornak a folyamatos szakmai segítségét, bátorítását, illetve a kéziratban tett hasznos észrevételeit, javításait.

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni a statisztikai elemzésekben nyújtott rengeteg segítségért dr. Szalai Márknak, a szakmai segítségért dr. Pálinkás Zoltánnak, valamint Prof. Charles Richard Edwardsnak.

Köszönettel tartozom a kísérleti terület biztosításáért, kivitelezésért a Plasmoprotect Kft.-nek kiemelten néhai Perczel Mihálynak és Bihari Orsolyának az évek során elvégzett agrotechnikai munkáért.

Szeretném köszönetemet kifejezni Boncz Jenő, Pablo Alejandro Alvarez Erazo, Bujdosó Gábor és Kukta Márk MSc hallgatóknak a kísérletben tett munkáért, segítségért.

Köszönöm a támogatást a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Integrált Növényvédelmi Tanszéke valamennyi volt és jelenlegi dolgozójának.

Végül, de nem utolsó sorban hálásan köszönöm családomnak, kislányomnak Lottikának és feleségemnek Zsófinak kitartását, valamint szüleim, barátaim támogatását, kiemelten Juhász Krisztián gyerekkori barátom kitartó türelmét, segítségét és biztatását, mellyel segítették a doktori munkám megvalósulását.