

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KAPOSVÁRI EGYETEM

AGRÁR- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

Növénytudományi Intézet

Növénytermesztési és Növényvédelmi Tanszék

A doktori iskola vezetője:

PROF. DR. KOVÁCS MELINDA DSc

egyetemi tanár

Témavezető:

DR. HABIL KESZTHELYI SÁNDOR PhD

egyetemi docens

Társ-témavezető:

PROF. DR. HANCZ CSABA CSc

egyetemi tanár

**HÜVELYESEKBEN (FABACEAE) ELŐFORDULÓ ÍZELTLÁBÚAK
KÁRTÉTELÉNEK HATÁSAI A TÁPLÁLÓANYAG-TARTALOM
VÁLTOZÁSÁRA**

Készítette:

BOSNYÁKNÉ EGRI HELGA

KAPOSVÁR

2019

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

Az állattenyésztés mai kor elvárásainak megfelelő módon történő gazdaságossá tételében a minőségi takarmánynak, takarmányozásnak kulcsfontosságú szerepe van. Magyarországon az 1970–80-as években az állattenyésztés európai viszonylatban is magas színvonalú volt, azonban 1990-től az állatállomány létszáma nagymértékben csökkenni kezdett. Ennek következményeként, míg a fehérjetakarmány-igény korábban elérte az 1,3–1,4 millió tonnát évente, napjainkban már csak 700–800 ezer tonna. A nemzeti fehérjeprogram keretében a hazai fehérjetakarmány-felhasználás háttérét kiváló minőségű, Magyarországon megtermelt, GMO-mentes növényekkel (szója, borsó) kívánják biztosítani. A hüvelyes növények termesztésének az előnye nem csupán a magas fehérjetartalmukban (pl. borsóé 22–28%, a szójáé 38–41%) keresendő. Kiváló elővetemények, a gyökereken élő *Rhizobium* spp. baktériumokkal együttélve (mintegy évi 60 kg/ha N-t megkötve) a talajt nitrogénben gazdagítják. Bár ökológiai érzékenyséjük nagy, a talaj, víz- és szervesanyag készletét mérsékelten használják fel. Hazánk termesztési sajátosságait figyelembe véve fajlagos termésmennyiségük az egyéb szántóföldi kultúrákhoz képest csekély (borsó: 2,48 t/ha; szója: 3,03 t/ha, bab: 1,83 t/ha). Ezzel párhuzamosan éves termésingadozásuk jelentős (borsó: -9,49%, szója: +49,26%, bab: -1,61%) az elmúlt gazdasági évek tekintetében. Mindezek ismeretében, termesztésük széles körű szakmai ismereteket követel.

Magyarországon a fehérjenövények vetésterülete, előállított összes termésmennyisége (borsó: 18.976 ha, 47.083 t; szója: 61.029 ha, 184.725 t; bab: 874 ha, 1600 t) nem fedezi a hazai felhasználás igényeit. A jövőben előreláthatólag növekedő termesztési volumenükből adódóan egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a termelésük korszerűsítésére, innovatív gyakorlati elemek termesztéstechnológiába ültetésére. E kívánalmak mentén a meghirdetett nemzeti fehérjeprogram előirányzatainak köszönhetően, a hüvelyes növények, elsősorban a szója

vetésterületének növekedése prognosztizálható. Ennek köszönhetően az import fehérjételek (elsősorban GMO) csökkenése remélhető.

Mindezzel párhuzamosan meg kell említeni, hogy a hüvelyesek, kiváltképp a szója kiterjedt ízeltlábú kártevő közösséggel bír. Az általuk okozott kár elérheti a 10-15 % terméskiesést is. Ezért a rovarok okozta kárképek objektív feltérképezése, az ellenük történő hatékony védekezések megvalósítása természetesen egyértelműen hozzájárul a kultúrák gazdaságos előállításához. Összeségében a kártevők és az ellenük irányuló fenntartható növényvédelmi technológiák fejlesztése pedig segíti a nemzeti fehérjeprogram elveinek tényleges megvalósulását.

A hüvelyeseken tápláló ízeltlábúak változást idéznek elő tápnövényük mennyiségi és minőségi tulajdonságaiban. A disszertáció átfogó célja volt egyes ízeltlábú fajok által károsított hüvelyes takarmánynövények minőségi paramétereiben történő, változások tanulmányozása. A konkrét célkitűzéseim a következők voltak.

1. Laboratóriumi körülmények között célunk volt megvizsgálni a fésűslábú viráglégy (*D. platura*) által károsított szója növények hüvelyében bekövetkező beltartalmi értékváltozásokat.
2. Kíváncsiak voltunk, hogy a vándorpoloska (*N. viridula*) táplálkozása következtében történik-e változás egyes beltartalmi összetevők, konkrétan a szacharidok tekintetében.
3. Célunk volt megvizsgálni a közönséges takácsatka (*T. urticae*) szójában okozott beltartalmi változásainak, így a nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, valamint a nyershamutartalom változásának mértékét.
4. CT-diagnosztikai módszerrel célunk volt meghatározni a babzsizsik (*A. obtectus*) által károsított babban jelentkező sűrűség- és térfogatváltozás mértékét összevetésben az ép babbal.
5. Végül a babzsizsik által károsított tételek halakkal történő etetési vizsgálatával kívántunk rávilágítani a károsítás hatására bekövetkező esetleges

takarmányhasznosulási eltérésekre. Kísérletünk célja a babzsizsik által károsított bab alkalmazási lehetőségének vizsgálata volt pelletált pontytápban.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A fésűslábú viráglégy [*D. platura* (L.)] szóján okozott értékváltozásának elemzése

A fésűslábú viráglégy által károsított és ép szója mintákat a Drávacoop Zrt. barsi szántóterületéről (GPS koordináták: N 45°57'23.03; E 17°23'35.26) gyűjtöttük be, 2014. július 16-án. A szója előveteménye ezen a területen cukorrépa volt. A szója fatája Isidor volt. A minta begyűjtését megelőzően nem történt a területen rovarölő szeres kezelés. A faj azonosítása a szárban talált nyüvek izolátorban való kinevelését követően történt szabad szemmel, illetve sztereomikroszkóp segítségével. A láb nélküli lárvák piszkos fehérek, sárga színűek, hengeresek és kúpos formájúak. A teljesen kifejlett lárvák 0,50-0,63 cm hosszúak és hegyes fejűek, két fekete szájjörgővel. A hasüreg homorú, két barna-fekete betét a hátsó végén. A lárvaiddő közel 21 napig tart.

A kifejlett imágók barnás-szürke legyek, amelyek a házi legyekhez hasonlítanak, három hátsó csikkal. Ezek kb 0,48-0,64 cm hosszú. A szárnyakat nyugalomban áthúzzák a has fölött.

A szabad szemmel jól láthatóan károsított növények (nyüvek jelenlétében kényszerérett) hüvelyeiből kézzel szedtük ki mind az ép, mind a károsított magvakat. Az így begyűjtött minták a Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar Élettani és Biokémiai Laboratóriumába kerültek. A károsított, illetve kártételtől mentes 10-10 mintán vizsgáltuk a nedvesség- (MSZ 6496:2001) és a nyersfehérje-tartalmat (MSZ EN ISO 5983-2:2009). A szójababokat daráltuk, egy minta súlya 20 gramm. A teljes aminosav-tartalom (MSZ EN ISO 13903:2005), a nyersrost (MTK-1990. II.8.2.), valamint a minták nyerszsír tartalma is meghatározásra került (FAME-001:2001) (Magyar Szabvány 1977, 1978, 1981). A nyershamutartalom az MSZ 5984:1992 (visszavont szabvány) szerint lett meghatározva.

A teljes aminosav-tartalom esetében egy ép, illetve egy károsított mintát vizsgáltunk, három ismétlésben.

A Pécsi Tudományegyetem laboratóriumában a károsított, illetve az ép tételek bevonásával cukormobilizációs vizsgálatokat is végeztünk. A vizsgálat időtartama 7 nap volt. A 2 gramm növényi minta vízdékony szénhidrát tartalmának kivonásához elegendő három egymást követő vizes extrahálás (visszafolyós rendszeren), a végső egységes 20 ml-es térfogatra beállítva az elegy hígítás nélkül használható a kémiai meghatározásokhoz. Boehringer Glu/fru/suc UV test adaptálásával, gyári leírásnál sokkal magasabb mintaszámot lehet meghatározni.

Glükóz meghatározás: 100 µl minta + 330 µl Boehringer puffer + 5 µl hexokináz enzim, abszorbancia mérés 340 nm-en.

Fruktóz meghatározás: az előző elegy + 5 µl foszfofrukto izomeráz enzim, abszorbancia 340 nm-en.

Szacharóz meghatározás: 100 µl minta + 20 µl invertáz enzim + 5 µl hexokináz enzim, abszorbancia 340 nm-en.

Az abszorbancia adatokból a moláris extinkciós koefficiensek értékeinek ismeretében kiszámolhatóak a koncentrációk. A mintagyűjtés és extrahálás adaptálásával, a minták mérendő szénhidrát tartalma a valóságnak megfelelő. A kémiai protokoll módosításával pedig rengeteg vegyszer és pénz takarítható meg.

A cukortartalom meghatározása során a csírázó magvakat egyenként, felaprítva extraháltuk visszafolyáson 3×10 cm³ desztillált vízben. Az egyesített frakciókat szűrtük, vákuum lepárlóban beszáritottuk (40 °C), majd desztillált vízben feloldottuk. A glükóz, fruktóz és szacharóz meghatározását Boehringer Mannheim GmbH (1996) teszttel végeztük. A weendei analízis eredményeit, egyben a károsítás beltartalmi értékváltozásra gyakorolt hatását R programcsomag felhasználásával egytényezős varianciaanalízis segítségével értékeltük ($P \leq 0,05$). A cukormobilizáció eredményeinek statisztikai értékeléséhez Microsoft Excel program segítségével kétmintás t-próbát használtunk ($P \leq 0,05$).

A vándorpoloska [*Nezara viridula* (L.)] szóján okozott értékváltozásainak elemzése

A károsított és ép szója mintákat a Kaposvári Egyetem Takarmánytermesztési Kutató Intézet bicsérdi szántóterületéről (GPS koordináták: N 46°04'08.68", E 18°05'56.09") gyűjtöttük be, 2014 októberében. A minta begyűjtését megelőzően nem történt a területen rovarölő szeres kezelés. A szója Emese volt, hazai nemesítésű fajta. A minták alapját képező hüvelyeket kézzel szedtük le a növényekről. A károsított magokon – szemben az egészségesekkel – a poloskák szívásnyomait lehetett megfigyelni, illetve az imágók, lárvák megtalálhatóak voltak a betakarítás előtti szója hüvelyeken, amely segítette a károsított hüvelyek felfedezését. A magokat a hüvelyekből eltávolítottuk, majd az ép és károsított minták tisztítást követően a laboratóriumba kerültek. A károsított, valamint az ép tételekből is 3-3 db mintát sikerült begyűjtenünk. Ez a mintaszám 3 ismételésre volt elegendő. A mintákat ledarálták, egy minta súlya 2 gramm volt.

Az elemszám kevés voltát igazolja, hogy az egyes esetekben megfigyelhető kártételek mértékének erős szórásából következően nem volt előre kiszámolható egy erős káresemény bekövetkezése. Így a vizsgálat tervezett ütemezéséből adódóan relatív alacsony kártétel mértékű területről történt a mintagyűjtés.

A Pécsi Tudományegyetem laboratóriumában a károsított, illetve az ép tételek bevonásával cukormobilizációs vizsgálatokat végeztünk. A vizsgálat időtartama 7 nap volt. A 2 gramm növényi minta vízdékony szénhidráttartalmának kivonásához elegendő három egymást követő vizes extrahálás (visszafolyós rendszeren), a végső egységes 20 ml-es térfogatra beállítva az elegy hígítás nélkül használható a kémiai meghatározásokhoz.

A cukortartalom meghatározása ua, mint a fésűslábú viráglégy esetében.

A cukormobilizáció eredményeinek statisztikai értékeléséhez páros t-próbát használtunk R programcsomag felhasználásával ($P \leq 0,05$).

A közönséges takácsatka [*Tetranychus urticae* (Koch)] szóján okozott értékváltozásának elemzése

A károsított és ép szójaminták a Kaposvári Egyetem Takarmánytermesztési Kutató Intézet bicsérdi szántóterületéről (GPS koordináták: N 46°04'08.68", E 18°05'56.09") származtak, melyeket 2015 szeptemberében gyűjtöttünk be. A minták alapját képező hüvelyeket kézzel szedtük le az atka által jól láthatóan károsított, valamint az ép növényekről kezelésenként 7-7 ismétlésben. A szójafajta Emese volt. A magokat a hüvelyekből eltávolítottuk, majd az ép és károsított mintákat, tisztítást, rostálást követően, laboratóriumba szállítottuk. A minta begyűjtését megelőzően a területen rovar- és atkaölő szeres kezelés nem történt. A szójababokat daráltuk, egy minta súlya 20 gramm volt. Az elkülönített mintákon, a Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar Élettani és Biokémiai Laboratóriumában weendei analízist végeztünk. Meghatározásra került a minták nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, valamint nyersshamutartalma (MSZ EN ISO 5983-2:2009; MSZ 6830-19:1979; 152/2009/EK III/I; MSZ 5984:1992 (visszavont szabvány).

A mintákat a továbbiakban a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Molekuláris Biológiai és Genetikai Tanszék laboratóriumában fehérjeösszetétel vizsgálatoknak vetettük alá. A fehérjeizolálás és SDS poliakrilamid gélelektroforézis (PAGE) a következőképp történt: a minták fehérje izolálását a Wang et al. (2006) által kidolgozott protokoll alapján végeztük. Porítás után a mintákat folyékony nitrogénben eldörzsöltük, majd 2 ml-es Eppendorf csövekbe mérve 10% TCA/aceton-t adtunk hozzájuk, és 30 másodpercig erőteljesen rázattuk, 3 perc után 16.000 g, hűtött (4°C) centrifugálást követően a felülúszót leöntöttük. A csapadékot 80% metanol (Szkarabeusz) és 0,1 M ammónium-acetát (Spektrum-3D) elegyével mostuk. Újabb

centrifugálást követően (16.000 g, 4 °C) a pelletet acetonnal (Pancreac) mostuk, majd 50 °C-on 10 percig szárítottuk. Ezt követően kiindulási sejttömegtől függően 0,4-0,8 ml, 1:1 arányú fenol (pH 8,0; Sigma)/SDS-pufferrel extraháltuk a fehérjét. A fenolos fázis proteintartalmát 0,1 M ammónium-acetát-tartalmú metanollal csaptuk ki egy éjszakán át. Másnap 5 perc centrifugálást (16.000 g, 4 °C) követően a fehérje fehér pellet formájában maradt vissza, melyet metanollal és 80%-os acetonnal mostunk. A mintákat -80°C-on felhasználásig tároltuk, majd minta pufferben oldottuk fel. A fehérje koncentrációt Nanodrop 2000 UV-Vis spektrofotométer segítségével UV 280 nm-en mértük.

Az SDS-poliakrilamid gélek összeállítása Laemmli (1970) módszere alapján történt. Az elválasztáshoz 5%-os tömörítő és 12%-os szeparáló gélt használtunk.

A gélektroforézist a Biorad Miniprotean Tetra Cell készülék használatával végeztük. A minták felvitelét megelőzően 10 perces 150 V-os előfuttatást alkalmaztunk, míg a mintákat 120 V-on futtattuk. A gélek festését 1,5 óra hosszan, Coomassie Brilliant Blue festék oldattal (0,1 v/v% Coomassie Brilliant Blue R-250; 40 v/v% metanol; 10 v/v% jégcet) végeztük. A differenciáló oldatot (10 v/v% ecetsav; 10 v/v% metanol) többször cseréltük. A gélképek dokumentációjához a FluorChemQ – Protein Simple készüléket használtuk.

A weendei analízis eredményeinek statisztikai értékeléséhez egytényezős varianciánálízist végeztünk ($P < 0,05$) az R programcsomag felhasználásával. A kapott eredményeket Tukey-teszt segítségével értékeltük.

A babon okozott kártétel CT-diagnosztikai és tápanyaghasznosulási vizsgálatai

A babzsizsik által károsított és ép babszizsik a Kaposvári Egyetem Irgeszemcsei Takarmánytermesztési Kutatóintézet terménytárolójából kerültek begyűjtésre (GPS: N46°41'18.79", E 18°10'50.76") 2016 telén. Az érintett babszizsik semmilyen jellegű inszekticid beavatkozásban nem részesült. A károsított minták elkülönítése a

babzsizsik által jól látható módon perforált meghéjú, lyukas magok kiválogatása alapján történt. Az így begyűjtött minták a Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar, Élettani és Biokémiai Laboratóriumába kerültek, melyeket mosást és tisztítást követően weendei analízisnek vetettük alá. A károsított, illetve kártételtől mentes 4-4 minta (mintánként 20 g) vizsgáltba vonásával meghatároztuk a nyersfehérje-, és a zsírsavösszetételt (MSZ 1979), valamint a nyershamu-tartalmat (MSZ 1992) és a teljes rostfrakciót (EC 2009).

A magonkénti átlagos lárvaszám ($\bar{x} \pm SE$) és a babzsizsik lárvák baktételen kialakított tömegvesztésének meghatározására 30 db véletlenszerűen kiválasztott babot vizsgáltunk. E kalkuláció alapjául Jermy tanulmánya szolgált, mely szerint a kifejlődött babzsizsik imágók rendszerint külön kirepülő nyílást rágva hagyják el a károsított magot, illetve lárvakori posztembrionális fejlődésük során átlagos testtömegük (5,3-5,7 mg) 4,78-szorosának megfelelő tömegű növényi szövetet élnek fel.

A vizsgálatunkban a térfogatvesztést néztük, a mag külső palástja alapján a befoglaló térfogatot határoztuk meg. Majd ezen a térfogaton belül elkülönítettük a bab és a levegő térfogatokat. A számolást ebből végeztük el. Először megállapítottuk, hogy csökkent a károsított babok átlagos radiodenzitása az egészségesekhez képest. Itt láttuk, hogy a babok belül a két sziklevel között levegősek. Mivel a babok azonos populációból származtak, a babok bab anyagánaktérfogatait hasonlítottuk össze egymással és néztük a térfogat különbségeket.

A babszemek komputer tomográfiás (CT) vizsgálatát a Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Karának, Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében egy Siemens Somatom Definition Flash (Siemens GmbH., Erlangen, Németország) típusú szkennelvel végeztük el. A vizsgálatba véletlenszerűen kiválasztott 54 egészséges és 54 károsított babot vontunk be. A két csoportot 3×3×6-os elrendezésben helyeztük a vizsgáló asztalra, és a következő beállításokkal végeztük el a felvételezést: csőfeszültség: 100 kV, dózis: 300 mAs, menetemelkedés: 0,6, szeletvastagság: 0,6

mm, látómező: 55 mm. A spirál üzemmódban gyűjtött nyers adatokból 0,1 mm-enként készítettük el a teljes vizsgálati hosszban a keresztmetszeti képeinket, hasi ablakot és közepesen lágy kernelt használva (B30s). A képek DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formátumban kerültek archiválásra.

Az átfedő keresztmetszeti képekből a McConnell Brain Imaging Centre (MINC) által fejlesztett eszközökkel, „mnc” kiterjesztésű metafájlokat készítettünk, melyek 0,1 mm-es izotrópikus felbontással rendelkeztek. A metafájlokból a babszemek egyedi képeinek kinyeréséhez az OpenIP (Kovács *et al.*, 2010) szoftvert használtuk. Küszöböléssel (-300HU) számítottuk ki a babszemek térfogatát és átlagos radiodenzitását. Háromdimenziós modellt készítettünk a fenti értékelésből származó küszöbértékekkel, mellyel a károsítás során keletkezett lyukak és lárvajaratok alakját, méretét vizualizálni tudtuk. A háromdimenziós rekonstrukciós munkát a 3D Slicer 47.0 program segítségével valósítottuk meg.

A beltartalmi elemzésből származó eredményeket ($n \leq 50$), illetve a mag szövetesűrűségének (HU) illetve a magon belül rágott üreg térfogatának (mm^3) mért adatsorait ($n > 50$) Shapiro–Wilk és Kolmogorov–Smirnov tesztnek vetettük alá. A kapott térfogat és sűrűség adatokat egytényezős varianciaanalízis segítségével (One way ANOVA) SPSS for Windows 11.5. programcsomag felhasználásával elemeztük, és Tukey teszt (HSD) ($P < 0,05$) segítségével értékeltük.

A babzsizsik (*Acanthoscelides obtectus* Say) által károsított tételek ponttval történő etetési kísérletei

Az ép és zsizsik által károsított babot tartalmazó kísérleti takarmányok a Kaposvári Egyetem Hallaboratóriumában lettek összeállítva és legyártva. Első lépésként az alapanyagul felhasználni kívánt babok kémiai összetételének és aminosav-összetételének vizsgálata történt a Kaposvári Egyetem Élelmiszer-, Állati Termék és Takarmány Laboratóriumában az alábbi módszerek szerint: nyersfehérje- (MSZ EN

ISO 5983-2:2009), nyerszsír- (MSZ 6830-19:1979), nyersrost- (152/2009/EK III/I), nyershamu- (MSZ 5984:1992) és aminosav-összetétel (MSZ EN ISO 13903:2005).

A kísérleti tápok fehérje- és zsírtartalma úgy lett kialakítva, hogy a kontrollként használt kereskedelmi haltáppal is azonos legyen.

A babok darálás és nedvesítés után hőkezelésen estek át mikrohullámú sütőben (750 W, 25 perc) az antinutritív hatás megszüntetése céljából (Sharma és Seghal, 1992). Ezután történt a többi összetevő hozzákeverése, majd erre alkalmas berendezéssel 2 mm-es pelletált táp kialakítása. A pellet szárítása szárítószekrényben történt 35°C-on, légszáraz állapotig.

A takarmányozási kísérlet a Kaposvári Egyetem Aquakultúra és Halgazdálkodási Intézeti Tanszékének Hallaboratóriumában került beállításra. A kísérleti állományt egynyaras pontyok ($67,9 \pm 11,2$ g) alkották. A kontrol és a két kísérleti tápot fogyasztó csoportba tartozó halakat egyedileg levegőztetett, 300 literes, recirkulációs rendszerben üzemelő kádakban helyeztük el háromszoros ismétlésben ($N=3 \times 3 \times 20=180$).

A takarmányozás ad libitum történt napi két alkalommal. A halak súlyát a kísérlet folyamán hetente, hosszát pedig a kísérlet befejeztével mértük. Az adatokból kondíciófaktort számoltunk az alábbiak szerint $CF = W / L - 3 \times 100$, ahol W – élőszúly (g); L – standard hossz (cm).

A kísérlet tápok látszólagos emészthetőségének tervezett meghatározása nem sikerült, mivel ezekből a halak olyan keveset fogyasztottak, ami lehetetlenné tette az analízishez szükséges mennyiségű ürülék összegyűjtését.

Statisztikai elemzés

Kezdetben a primer mérési adatállományból a kétszeres szórástávolságon kívüli értékek kerültek kizárásra, majd a fennmaradó adatokon normalitásvizsgálatot végeztünk (Shapiro–Wilk teszt). A különböző takarmányok növekedésre gyakorolt hatásának kimutatására egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk, majd a kezeléscsoportok összehasonlítását Tukey's teszttel végeztük. Az ép és károsított

babtelemek aminosav-összetételének összefüggésvizsgálata Spearman-féle korrelációanalízissel történt.

A statisztikai értékelést IBM SPSS Statistics Version 25 (1989, 2017) statisztikai programmal végeztük.

3. EREDMÉNYEK

Fésűslábú virágléggel kapcsolatos vizsgálatok

A légy által károsított szójababok jól érzékelhetően kényszerítettek voltak, mely jelenséget a statisztikai vizsgálatok is alátámasztották ($P=0,003$). A nyersfehérje-tartalomban megmutatkozó eltérés viszont nem volt statisztikailag igazolható ($P=0,455$). A károsított tételekben átlagosan 0,6%-kal kevesebb nyersfehérje-értéket mértünk. A nyerszsírtartalom a károsított tételekben szignifikáns eltérést mutatott az ép tételekhez képest ($P=0,006$). A továbbiakban a nyersrost- ($P=0,001$) és nyershamu- ($P=0,029$) értékek szignifikáns eltérését is kimutatta a statisztikai elemzés. A cukorvizsgálat során kimutatást nyert, hogy a károsított növények szacharóztartalma már a negyedik nap után nagyobb értéket mutat, mint az egészséges szójabab mintáké. A fruktóz- és a glükóztartalom a hatodik vizsgálati napot követően eltérést mutatott a károsított mintákban.

A fruktóztartalom a vizsgálat 6. napján az ép és a károsított tételekben hasonló tendenciát mutatott. A fruktóz a vizsgálat első napjaiban a károsított magokban alacsonyabb, a 6. nap után magasabb értéket képviselt. Statisztikailag igazolható eltérést sem a fruktóz ($P=0,165$), sem a glükóz ($P=0,282$) esetében nem sikerült kimutatnunk. A szacharóztartalom ($P=0,359$) a harmadik nap után csökkent az ép, illetve a légy által károsított szójában is. Nincs szignifikáns eltérés az ép, valamint a fésűslábú viráglégy által károsított minták cukormobilizációjában.

Az adatok eltérést (3-6 %) mutatnak az aminosavak többségénél. A károsított tételekben nagyobb arányban szerepeltek pl. a glicin, az alanin, a valin, az izoleucin, a leucin aminosavak. Ezzel szemben a cisztein ugyanannyi, míg az arginin és a metionin aminosavak az ép tételekben szerepeltek nagyobb arányban. A cisztein és a metionin a két kéntartalmú aminosav, melyeknek fontos szerepük van a fehérjék felépítésében. Meglepő, hogy két aminosav csökkent csak a károsított mintában az ép tételhez viszonyítva (metionin, arginin). A metionin esetében tapasztaltuk negatív

irányban a legnagyobb változást (-2,13%) az ép tételhez képest. A cisztein esetén nem tapasztaltunk eltérést az ép, illetve a károsított tétel között. Pozitív irányban a legnagyobb eltérést a triozin aminosav esetében mértünk (7,76%) a károsított mintában az éphez képest. Átlagosan az aminosavak tekintetében az eltérés 3,68%-os arányban volt tapasztalható. Ez befolyásolhatja a növény élettani folyamatait, például a fehérjeszintézist.

A fésűslábú viráglégy (*D. platura*) károsítás következménye, hogy a szója kevesebb hektáronkénti hozamot fog adni, illetve a bizonyított beltartalmi értékromlások pedig előreláthatólag a takarmányszója értékvesztését fogják generálni.

A globális klímaváltozásnak köszönhetően az adventív károsítók egyre agresszívebb nyomása érzékelhető a világ számos agrárterületén, mely alól Magyarország szójatermesztése sem képez kivételt.

A megemelkedett CO₂-koncentráció és a globális hőmérséklet-növekedés alapvetően változtatta meg a legkülönbözőbb élőlények élettani folyamatait, ökológiai jellemzőit. A megváltozott körülményekhez igazodva természetesen változnak a növények is, amely a továbbiakban kihat ízeltlábú kártevőik kártételi sajátosságaira.

A globális klímaváltozásnak köszönhetően az adventív károsítók egyre agresszívebb nyomása érzékelhető a világ számos agrárterületén, mely alól Magyarország szójatermesztése sem képez kivételt.

Vándorpoloskával kapcsolatos vizsgálatok

A cukorösszetétel vizsgálatok során kimutatást nyert, hogy a vándorpoloska által károsított növények szacharóztartalma már az első vizsgálat alkalmával kevesebb, mint az egészséges szójabab mintáké. Az eltérés szignifikánsnak bizonyult ($P=0,043$). A monoszacharidok közé tartozó fruktóz esetében markáns különbség nem volt tapasztalható a poloskák által károsított, illetve az egészséges tételek között.

Szignifikáns eltérést a glükóz, illetve a szacharóz esetében tapasztaltunk ($P= 3,179e-08$, $P= 0,043$).

A glükóz az ötödik vizsgálati napig lényegében stagnált, majd növekedett az ép, illetve a poloska által károsított szójában egyaránt. A szignifikáns eltérés a glükóz esetében ($P=3,179e-08$). A fruktóz esetében tapasztaltunk csak kisebb eltérést az ép szójatételekhez viszonyítva, ahol statisztikai különbség nem volt igazolható ($P= 0,467$).

Eredményeink alapján a glükóz- és a szacharóztartalom szignifikánsan eltért az egészséges tételek hasonló paramétereitől. A poloska az általa elfogyasztani kívánt terménybe injektált nyála megkezdte az előemésztést, és az így folyékonyá váló anyagot szívja fel később az állat. A nyálában különböző emésztőenzimek találhatóak. A terményben végbemenő változások a poloska által a termésbe injektált emésztőenzimeinek hatásával magyarázható.

A cukorösszetétel vizsgálat eredményei rámutattak a vándorpoloska (*N. viridula*) okozta beltartalmi értékvesztés tényére. E kárfolyamatnak számos kevezőtlen növényélettani következménye lehet, hiszen a szénhidrát-anyagcsere központi élettani jelentőségű, mivel a fehérjék, lipidek, nukleotidok szintézise és lebontása is számos metaboliton keresztül kapcsolódik hozzá. Így a cukorösszetétel zavara szorosan kihat szinte valamennyi molekuláris és ezen keresztül számos élettani folyamatra, mely végső soron a növény méretében, összetételében, energiaellátottságában, ellenálló képességében bekövetkező változásokban nyilvánulhat meg a későbbiekben. A szénhidráttartalom megváltozása kiváltja a vetőmag csírázóképeségének csökkenését, betegségellenállóságának, valamint fagyűrő-képességének romlását. Másrészt, a szénhidrát-anyagcsere egyes paramétere gyors és érzékeny indikátorai a biotikus és abiotikus hatásoknak.

A hőkezelésnek azonban abban a szűk sávban kell megtörténnie, ahol az inhibitorok bomlásának mértéke már kielégítő, de a fehérje denaturálódása még nem rontja annak

biológiai értékét. A túlzott hőkezelés hatására csökken az összes aminosav-tartalom, különösen a lizin, az arginin és a cisztein mennyisége és emészthetősége.

A közönséges takácsatkával kapcsolatos vizsgálatok

A szójaminták beltartalmi analízisének eredményei a nyersfehérje tekintetében mutattak eltérést a takácsatkával károsított, valamint az ép szójabab minták között. A nyersfehérje-tartalom a károsítás hatására kis mértékben változott meg ($P=0,049$). Az atka által károsított minták nyersfehérje tartalma magasabb értéket mutatott a vizsgálat alkalmával, mint az ép tételek. A nyerszsír- ($P=0,643$) és nyersrosttartalom ($P=0,069$) a károsítás hatására történő megváltozását viszont a statisztikai vizsgálatok nem erősítették meg. Az atka károsításának hatására a nyersshamutartalomban bekövetkezett változások szintén nem mutattak szignifikáns eltérést ($P=0,859$).

A szója beltartalmában nem következett be számottevő változás az atka károsítás hatására. Hildebrand és mtsai (1986b) is leírták a növekvő atkák fertőzöttségi szintje az összes oldható cukor és keményítő enyhe növekedését, valamint a szója leveleinek összes nitrogén- és foszforszintjének csekély csökkenését okozza. Az atkafertőzésnek nincs hatása a magok összetételére. A növekvő atka-károsodás jelentősen csökkentette a levélklorofill-tartalmat (55,26%) és a levélkarotinoid tartalmának még drasztikusabb veszteségét (79,3%) okozta.

A gélelektroforézisről készített fotón látható a fehérjék károsítás hatására bekövetkező mennyiségi átrendeződése. A károsított tételekben új, az ép tételekben nem megfigyelhető fehérjék jelenlétét regisztráltuk.

A módszerrel a károsított mintában a 48 kDa tömegű fehérjék megjelenését bizonyítottuk, mindamellert pedig a közönséges takácsatka károsító tevékenységének hatására markánsabban megjelentek a 30 kDa alatti molekulatömegű fehérjék is a mintában. A 69 kDa fehérjék a károsított mintában kisebb arányban találhatók meg, mint az ép tételekben.

A szójaminták fehérjeösszetétel és -tartalom változását igazoló vizsgálati eredményeinket korábbi, más fajokkal végzett kutatások eredményei is alátámasztják. Az atkák szívogatásuk hatására a növény fotoszintetizáló felülete kárt szenved. A riboszómális fehérjék sérülése nagymértékben érintett élettani következménye a fehérje struktúra megváltozásnak.

A gélelektroforézis vizsgálat pedig jól tükrözte a fehérjék károsítás hatására bekövetkező mennyiségi átrendeződését. Természetesen a beltartalmi értékek változása egyéb rendellenességekre is visszavezethető. Így a kénhiány által kiváltott fehérjevesztés elérheti a 40%-ot, amely a glicinin bioszintézis gátlására vezethető vissza.

A szója fehérje- és nukleinsav-összetétele jelentősen sérülhet oxidatív stressz hatására. Bizonyított továbbá a vízhiány általi stressz okozta fehérjetartalom- és olajösszetétel-változás is. A takarmánynak termelt szója fehérjestruktúra-változása egyértelműen kedvezőtlen következményekkel jár a gazdasági állatok emésztése tekintetében.

A babzsizsik kártételének elemzése CT-vel végzett képalkotó technika segítségével

A babzsizsik által babon kiváltott beltartalmi átrendeződés tényét a weendei analízis egyértelműen igazolta. Érdekes, hogy a vizsgált paraméterek esetében a károsított tételek magasabb értékeket mutatnak, mint az ép minták vonatkozó beltartalmi értékei. Ez különösen a károsított tételek nyersfehérje adatainál szembetűnő. A Shapiro–Wilk teszt igazolta a vizsgálatba vont adatok normális eloszlását. A varianciaanalízis eltérő statisztikai összefüggésekre mutatott rá, mely szerint a károsított tételek nyersfehérje- ($P=0,042$), nyerszsír- ($P=0,038$) és nyersrost- ($P=0,002$) tartalma szignifikánsan eltér az ép tételek hasonló értékeitől, viszont a nyershamu vonatkozásában ez az összefüggés nem volt kimutatható ($P=0,519$).

A magonként kalkulált átlagos lárvaszám 8.93 ± 1.83 volt. Az ebből számolt lárvatáplálkozás miatt bekövetkező átlagos szervesanyag-pusztulás mintegy 234.76 ± 8.54 mg/mag értéket ért el, mely a mag egészének tetemes, konkrétan 49.42% tömegvesztését jelenti.

Láthatóak a babzsizsik által károsított, illetve az ép tételek CT-diagnosztikai eljárásból származó sűrűség (denzitás) értékei. Az adatokból kiderül, hogy a károsított tételek alacsonyabb radiodenzitású (HU) értékekkel bírnak, mint az ép tételek. Az átlagos eltérés e tételek denzitás értékei között 75,834 HU (41,98%). Tehát a lárva az érintett bab magok sűrűbb alkotórészeit rágták ki.

A térfogat eredményekből kiderül, hogy a károsítás hatására az érintett minták jelentős térfogatvesztést is elszenvedtek. Az ép magok átlagos térfogata 1129.857 ± 33.7185 mm³ volt. Átlagosan 296.162 mm³-rel kevesebb egy károsított mag térfogata az éphez képest. A térfogatvesztés átlagos értéke 26,21%.

A Kolmogorov–Smirnov teszt igazolta a vizsgálatba vont adatok normális eloszlását ($P > 0.05$). A varianciaanalízis megerősítette a károsított terménytetelek szignifikáns sűrűség- és térfogatcsökkenését ($P = 0,000$).

A 3D dimenziós rekonstrukcióval előállított károsított babszemekről készített vizualizált ábrán jól látható, hogy a babzsizsik a mag szikanyagát, cotyledon részét rágtá meg, aknázta, a perikarpium szinte érintetlen maradt. A vizsgálatba vont minták többségében a tartalék tápanyagot tartalmazó sziklevél – mely a mag centrális zónájában helyezkedik el – teljesen megsemmisült. Így a fejlődő embriónak szükséges tartalék tápanyagok teljesen hiányoznak a károsított magok esetében.

A zsizsikkal károsított terményben a babminták denzitáscsökkenése és térfogatvesztése egyértelműen kimutatható volt. A weendei analízis igazolta, hogy a minőségi paraméterek, mint például a zsír-, rost-, fehérjetartalom is megváltozott. Megtévesztő lehet a károsított minták fehérjetartalmának mennyiségi növekedése, mely a zsizsiktetemek jelenlétére vezethető vissza.

Vizsgálatunk igazolta, hogy a rovarok okozta károk gyakran külsőleg nehezen észlelhetőek, és ebben segítségünkre lehetnek a különböző állattani és humánegészségügyi diagnosztikában használt képalkotási módszerek.

A bab sűrűbb alkotórészeinek megsemmisülése a kísérletünk igazolása szerint a magas fehérjetartalmú, sűrűbb szikanyagot tartalmazó (sziklevél) magalkotók elfogyasztásával van összefüggésben.

A babzsizsik (*A. obtectus*) által károsított babtételek minőségi és mennyiégi értékelésére kiválóan alkalmas az általunk alkalmazott CT segítségével végzett képrekonstrukciós eljárás. A képalkotó diagnosztikai módszerek alkalmazása jelentősen hozzájárul a rejtett életmódot folytató kártevők élettani, kártételi ismeretanyagának bővítéséhez. A CT használata a növényvédelmi kárépek értékelése során a hatékony kémiai védekezések kivitelezését, így az integrált növényvédelem (IPM) gyakorlati megvalósulását segítik elő.

Babzsizsik által károsított babtételek ponttyal történő etetési kísérlete

Az egészséges és károsított babtételek fehérjetartalmában a laboratóriumi vizsgálatok különbséget igazoltak a károsított bab javára. Ez a jelenség szójabab esetében is tapasztalható Alydidae és Pentatomidae kártevők hatására, a fehérjetartalom akár 13%-al is növekedhet.

Meglepő módon azonban az aminosav-összetétel tekintetében a Spearman-féle korrelációs koefficiens értéke ($r = 0,939$, $p < 0,001$) csaknem teljes megfelelést mutatott az általunk használt tételek esetében.

A kereskedelmi tápot fogyasztó kontrol csoport dinamikus növekedést produkált, ezzel szemben az ép babot tartalmazó táp hatására nem volt tapasztalható lényegi gyarapodás. A károsított babot tartalmazó keveréktakarmány olyan rosszul hasznosult, hogy a halak vesztek a súlyukból a kísérlet végére.

A kísérlet végeztével statisztikailag is igazolható különbséget tapasztaltunk az eltérő csoportok egyedeinek átlagsúlyában, hosszában és kondíciófaktorában is. Legjobb eredményt minden tekintetben a kontrol csoport érte el, a legrosszabbat pedig a zsiszik által károsított babot tartalmazó táp.

Az az eredmény, hogy a halliszt ilyen jelentős mennyiségű helyettesítése babbal rontja a ponty teljesítményét, nem meglepő. A legtöbb halfaj negatívan reagál a növényi eredetű fehérjék magas arányára a takarmányban. Pisztráng esetében a halliszt lóbabbal történő helyettesítése során a 15%-os arány eredményezte a legjobb növekedést (a kontrollhoz képest is), a magasabb százaléku lóbabtartalom már fokozatosan rontotta a teljesítményt. Lóbab fehérje koncentrátum magasabb arányban bekeverve rontotta az atlanti lazac (*Salmo salar*) növekedését. Szója helyettesítése kardbabbal (*Canavalia ensiformis*) 11%-os részarány felett szignifikánsan csökkenti az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) teljesítményét.

Valószínűsíthető, hogy az esszenciális aminosavak (lizin, metionin, cisztin) alacsony szintjének limitáló hatása lehet a jelenség oka, mivel a babban mért értékek elmaradnak a ponty számára előírt értékektől (Magyar Takarmánykódex, 2004), egyben a szójában mérhető mennyiségektől is. Lehetséges magyarázat, hogy a kísérleti tápok összeállítása során az azonos fehérjetartalom kialakítása végett a károsított bab magasabb arányban került bekeverésre az éppel szemben. Az ép babot tartalmazó táp ennek következtében több hallisztet tartalmazott, ami nagyobb hányadban képes biztosítani az esszenciális aminosavakat.

Alapvetően a babfélék (bab, lóbab, kardbab, mungóbab), mint növényi eredetű fehérjék 20-30% közötti mennyiségben alkalmazhatók haltápokban ragadozó halak (farkassügger, lazac, szivárványos pisztráng) számára, negatív hatás nélkül. A nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*) növényevőként a 20% feletti lóbabtartalmú tápot is kiválóan képes hasznosítani. Borsó és csillagfürt már jóval nagyobb részarányban (akár 40%) használható pisztrángtáp összetevőjeként, megfelelő növekedést biztosítva. A tóban lejátszódó hidrobiológiai folyamatok minél jobb megismerésével

és agrotechnikai beavatkozásokkal a természetes hozamok fokozása továbbra is záloga a sikeres tavi haltermelésnek. Ugyanakkor a termelési célok figyelembevételével a megfelelő takarmányok megválasztása – ami lehet gabona, növényi eredetű fehérjében gazdag melléktermék vagy extrudált keveréktakarmány – döntően befolyásolja a jövedelmezőképességet. A csökkent értékű melléktermékek felhasználása esetén pedig javasoljuk előzetes etetési vizsgálatok elvégzését.

A károsított babot önmagában nem célszerű etetni, keveréktakarmányokba történő lehetséges bevonási mértékének megállapítására további vizsgálatok szükségesek.

4 KÖVETKEZTETÉSEK

A disszertáció átfogó célja volt egyes ízeltlábú fajok által károsított hüvelyes takarmánynövények minőségi paramétereiben történő, változások tanulmányozása. A vállalt célkitűzések tükrében, a rendelkezésre álló szakirodalmi adatok alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

A fésűslábú viráglégy szóján okozott kártételének következtében kényszerítés állt be. A károsítás hatására változás következett be a nyerszsír, nyersrost, valamint a nyershamu tartalomban is. A fehérje összetétel vizsgálat adatai 3,68 % eltérést mutattak az aminosavak esetében. A kártétel hatására csökkeni fog a szója terméshozama, valamint a mag minőségében is változás tapasztalható.

A vándorpoloska kártétele szóján a glükóz, valamint a szacharóz tartalom megváltozásával is bizonyítható volt. Az ízeltlábú kártevő okozta stressz hatására a növény magjában található cukrok (glükóz, szacharóz) változtak meg. A szénhidráttartalom megváltozása összefügg a vetőmag csírázóképeségének alakulásával, a növény betegségekkel szembeni toleranciájával, valamint a fagyűrő-képességével.

A vizsgálati eredmények alapján feltételezhető, hogy a jelen klímaszélsőségek és agrotechnikai hatások jövőbeni egybeesése a fésűslábú viráglégy, valamint a vándorpoloska kártétele nyomán a megtermelt szójatételek minőségi megváltozása várható. Így kísérleti eredményeinkből arra következtetünk, hogy a kártevők elleni növényvédelmi beavatkozások a szójatermesztésben is indokolt technológiai elemmé válhatnak.

A közönséges takácsatka kártétele a szója magjában a Weendei analízis eredményei alapján számottevő változást nem okoznak. Viszont a fehérjeösszetételben különböző tömegű fehérjék megjelennek, mások meg eltűnnek. Az atka a levél károsításával főként a növény fotoszintetizáló felületét károsítja, valamint ezáltal csökkenti annak nagyságát. A takácsatka kártétele által a takarmány szójatételek esetében a

fehérjetartalomban okozott változás, átrendeződés emésztési rendellenességeket okozhat a gazdasági állatok ilyen jellegű takarmányozását követően.

A babzsizsik károsítását egyértelműen igazoltuk CT diagnosztikai módszerrel. Mind sűrűség, mind térfogat veszteség következett be a növény magjában. A képalkotó módszerek alkalmazása a növényvédelemben elősegítheti a hatékony kémiai védekezések tervezését és végrehajtását.

A babzsizsik által károsított, valamint az egészséges babot tartalmazó tápot etettük egynyaras pontyokkal. A halas etetési kísérlet eredményei arra engednek következtetni, hogy a bab magas arányú halliszt-helyettesítőként való alkalmazása jelentősen rontja a ponty teljesítményét. A bab jól alkalmazható fehérjeforrás a haltakarmányozásban, azonban csak meghatározott mennyiségben váltható ki vele a halliszt. Ugyanakkor a melléktermékek felhasználásával készült extrudált tápok nemcsak fenntarthatósági szempontból kedvezőbbek a magas halliszttartalmú tápoknál, hanem általában ár–érték arányban is. Szükségesnek tartjuk tehát a kísérleti munka folytatását, mely során meg kívánjuk határozni azt a babmennyiséget, mely a haltakarmányban felhasználva nem rontja a növekedést és a takarmányértékesítést. Fontos lenne még emellett a látszólagos emészthetőség meghatározása és a babtartalmú táp ponty húsminőségére gyakorolt hatásának vizsgálata is.

A jelenkor legnagyobb növényvédelmi kihívása e megváltozott agrobiológiai körülmények időben történő észlelése és az erre adott hatékony, fenntartható védekezések kivitelezése. E technológiai elemek pozitív hozadéka többek között a teljes értékű, egészséges takarmány biztosítása.

5 ÚJ KUTATÁSI EREDMÉNYEK

1. Laboratóriumi, analitikai módszerekkel elsőként igazoltuk a fésűslábú viráglégy [*Delia platura* (Meigen)] károsításának hatására a szójanövényekben bekövetkező kényszerérés jelenségét, valamint az ép magokhoz képest a nyerszsír, nyershamu, illetve nyersrost értékek megváltozását.
2. Igazoltuk a vándorpoloska [*Nezara viridula* (L.)] kártételének hatására a szójában bekövetkező cukorösszetétel-változásokat. A laboratóriumi vizsgálat rámutatott, hogy az egészséges tételekhez képest a poloska által károsított magok glükóz-, illetve szacharóztartalma jelentősen megváltozott, míg a fruktóztartalom nem változott szignifikáns mértékben az ép tételekhez viszonyítva.
3. Elsőként mutattuk ki a közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae* Koch) által károsított szójatételek fehérjestruktúrájának átrendeződését. Gélelektroforézis (SDS PAGE) segítségével bizonyítottuk a nagy molekulatömegű fehérjék (69 kDa és a feletti) károsított tételekből való csökkenését, míg alacsonyabb molekulatömegű fehérjék (30 kDa és az alatti) megjelenését.
4. Babszemek komputertomográfias (CT) diagnosztikai vizsgálatával igazoltuk a babzsizsik (*Acanthoscelides obtectus* Say) által károsított babokon okozott szignifikáns denzitás- és térfogatvesztés tényét (akár 26% térfogat és 40% sűrűségvesztés is bekövetkezhet).

5. Az egynyaras pontyokkal (*Cyprinus carpio* L.) végzett, kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a károsított babot tartalmazó kísérleti táppal szignifikánsan csökkent a halak növekedési üteme, szemben az ép babot tartalmazó, illetve a kontrol pontytáppal etetett halak fejlődése. Ez elsősorban a csökkent takarmányfelvételre vezethető vissza. A bab – legyen ép vagy károsított – pontytáp összetevőként csak az általunk alkalmazottnál jóval kisebb arányban javasolható. Egynyaras pontyok esetében a haltápot nem szabad olyan keverékre cserélni, mely 70% felett tartalmaz babot még akkor sem, ha azt a haltáppal azonos nyersfehérje és zsírtartalommal alakítjuk ki. A babzsizsik károsítása és jelenléte következtében nőhet ugyan a bab fehérje tartalma, azonban a károsított babbal összeállított takarmánnyal etetett pontyok élősúlya elmarad az ép babot tartalmazó keveréket fogyasztó társaihoz képest.

6 JAVASLATOK (ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI FELHASZNÁLÁS)

Vizsgálataink alapján összességében feltételezhető, hogy a jelen klímaszélsőségek és a kedvezőtlen agrotechnikai hatások jövőbeni egybeesése esetén a rovarok kártétele jelentős problémákat vethet fel a hüvelyes takarmánynövények elvárt mennyiségi és minőségi paramétereinek vonatkozásában. Kísérleti eredményeinkből kiindulva arra következtetünk, hogy a kártevők elleni növényvédelmi beavatkozások a szójatermesztésben is indokoltak, és egyre gyakrabban alkalmazott technológiai elemmé válhatnak a jövőben.

A megemelkedett CO₂-koncentráció és a globális hőmérséklet-növekedés alapvetően változtatta meg a legkülönbözőbb élőlények élettani folyamatait, ökológiai jellemzőit. A megváltozott körülményekhez igazodva természetesen változnak a növények is, amely a továbbiakban kihat ízeltlábú kártevőik kártételi sajátosságaira. A jelenkor legnagyobb növényvédelmi kihívása e megváltozott agrobiológiai körülmények időben történő észlelése és az erre adott hatékony, fenntartható védekezések kivitelezése. E technológiai elemek pozitív hozadéka többek között a teljes értékű, egészséges takarmány biztosítása.

Továbbá szükségesnek tartjuk a kísérleti munka folytatását, mely során meg kívánjuk határozni azt a balmennyiséget, mely a haltakarmányban alkalmazva nem rontja a növekedést és a takarmányértékesítést. Fontos lenne még emellett a látszólagos emészthetőség meghatározása és a baktartalmú táp ponty húsmínőségére gyakorolt hatásának vizsgálata is.

A tóban lejátszódó hidrobiológiai folyamatok minél jobb megismerésével és agrotechnikai beavatkozásokkal a természetes hozamok fokozása továbbra is záloga a sikeres tavi haltermelésnek. Ugyanakkor a termelési célok figyelembevételével a megfelelő takarmányok megválasztása – ami lehet gabona, növényi eredetű

fehérjében gazdag melléktermék vagy extrudált keveréktakarmány – döntően befolyásolja a jövedelmező képességet. A csökkent értékű melléktermékek alkalmazása esetén pedig javasoljuk előzetes etetési vizsgálatok elvégzését.

7 AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK; ISMERETTERJESZTŐ PUBLIKÁCIÓK; ELŐADÁSOK (KONFERENCIA, SZIMPÓZIUM, TANÁCSKOZÁS, ÜLÉSEK)

TN., Bosnyákné E. H., Balikó S., Dobszai-Tóth V., Kun Á. (2014): A szója növényvédelme. *Agro Napló*, 5: 54–56.

TN., Bosnyákné E. H. (2014): Fehérjekincsünk, a szója főbb rovarkártevői. *Mezőhír*, 7: 90–92.

TN., Bosnyákné E. H. (2015): A szója termesztésének sarkalatos pontjai, különös tekintettel a kártevők elleni védekezésre. *Agrofórum Extra*, 59: 132–135.

TN., Bosnyákné E. H., Keszthelyi S. (2016): A szójakártevők beltartalmi értékváltozást okozó káreseményeinek jelentősége. *Agrofórum Extra* 64:122-123.

TN., Bosnyákné E. H., Keszthelyi S. (2016): A vándorpoloska (*Nezara Viridula*, L.). *Agrofórum*, 4: 42–45.

R., Bosnyákné E. H., Keszthelyi S., Kerepesi I. (2016): Szója termésében okozott cukor-mobilizációs változások a vándorpoloska (*Nezara Viridula* L.) károsításának hatására. *Növényvédelem*, 77: 165–169.

IF., H. E. Bosnyákné, S. Keszthelyi, I. Kerepesi (2016): New insight into the *Delia Platura* Meigen caused alteration in nutrient content of soybean (*Glycine Max* L. Merill). *Acta Biologica Hungarica*, 67: 261–268.

R., Bosnyákné E. H., Varga D., Horváth Z., Kucska B. (2016): Növényi eredetű melléktermékek alkalmazási lehetőségei a tavi pontytakarmányozásban. *Halászat*, 1109: 21–22.

R., Bosnyákné E. H. (2017): Magyarországi szántóföldi kultúrák idegenhonos kártevői. *Növényvédelem*, 78: 15–21.

TN., Bosnyákné E. H. (2017): A közönséges takácsatka károsításának hatása a szója beltartalmi összetevőire. *Agrofórum Extra*, 69:102–103.

IF., H. E. Bosnyákné, S. Keszthelyi, I. Kerepesi (2017): Adverse effect of two-spotted spider mite (*Tetranychus Urticae* K.) on soybean protein composition. *Acta Alimentaria*, 46: 355–360.

TN., Bosnyákné E. H., Keszthelyi S. (2017): A szójában beltartalmi értékváltozást okozó kártevők bemutatása. Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara XII. Növényorvos Nap 2017, 1: 102–103.

IF H. E Bosnyákné, S. Keszthelyi, D. Horváth, Á. Csóka, Gy. Kovács, T. Donkó (2018): Nutrient content restructuring and CT-measured density, volume attritions on damaged beans caused by *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Plant Protection Research*, 58: 91–95.

TN H. E. Bosnyákné, S. Keszthelyi, D. Varga, B. Kucska (2018): Bab felhasználása a pontytakarmányozásban (előzetes eredmények). *Acta Agraria Kaposváriensis*, 22:1–8.

TN H. E. Bosnyákné, S. Keszthelyi (2019): Klímaváltozás hatása az idegenhonos kártevők megjelenésére Magyarország szántóterületein. *Agrofórum*, 30: 50–54.