



INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2024. november 20.

**A VERESNYAKÚ ÁRPABOGÁR (*OULEMA MELANOPUS* L.)
ŐSZI BÚZÁBAN OKOZOTT KÁRTÉTELÉNEK KÉPALKOTÓ
TECHNIKÁKON ALAPULÓ OBJEKTÍV FELMÉRÉSE**

Objective assessment of the damage caused by the barley beetle (*Oulema melanopus* L.) in winter wheat based on imaging techniques.

Készítette: **Szekér Kitti**
GXU6F8
Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak
nappali tagozat
Kaposvári Campus

Témavezetők: Dr. Keszthelyi Sándor egyetemi tanár, MATE,
Kaposvári Campus, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Agronómia Tanszék

Lukács Helga tanszéki munkatárs, PhD hallgató,
MATE, Kaposvári Campus, Növénytermesztési-tudományok
Intézet, Agronómia Tanszék

Lehetséges OTDK szekció: „Agrártudományi Szekció”

**Kaposvár
2024.**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. Célkitűzés.....	2
3. Szakirodalmi áttekintés.....	3
3.1. Az őszi búza hazai és nemzetközi termesztési volumene.....	3
3.2. Az őszi búza termesztésének jelentősége.....	5
3.3. Az őszi búza sütőipari és malomipari értékmérői.....	6
3.3.1. Az őszi búza malomipari értékmérő tulajdonságai.....	6
3.3.2. Az őszi búza sütőipari értékmérő tulajdonságai.....	7
3.4. A veresnyakú árpabogár (<i>Oulema melanopus</i> L. 1758) biológiája, kártétele.....	8
3.4.1. A vetésfehérítők elleni védekezés.....	11
4. Anyag és módszer.....	13
4.1. A kísérleti terület és kísérleti beállítások bemutatása.....	13
4.2. A levélfelület pusztulásának meghatározása objektív képelemzéssel.....	15
4.3. A fotoszintetikus aktivitás megítélése SPAD index segítségével.....	16
4.4. A gabona szemtermés minőségi elemzése NIR spektroszkópiával.....	18
5. Eredmények.....	20
5.1. A kártétel fotoszintetizáló felületre és fotoszintetikus aktivitásra gyakorolt hatása.....	20
5.2. A malom- és sütőipari értékek rovarölőszeres állománykezelések függvényében mért paraméterei.....	23
6. Következtetések.....	26
7. Összefoglalás.....	28
8. Irodalomjegyzék.....	30

1. Bevezetés

Dolgozatom témakörének választásakor annak aktualitását, fontosságát, jelentőségét tartottam elsődleges döntési szempontnak. A nemzetközi adatok elemzése eredményeképp, valamint az élelmezésben, takarmányozásban betöltött szerepe miatt az őszi búza termesztésére esett a választásom. Az őszi búza termesztése hazánkban, valamint világviszonylatban is stratégiai jelentőséggel bír. Napjainkban a gyorsan változó (népességnövekedés), állandó konfliktusokkal tarkított (háborúk) körülmények miatt felértékelődött e növény termelése.

A Föld egyik legnagyobb területén előforduló gabonáját a sivatagok és a sarkvidékek kivételével minden földrészen termesztik. A népelelmezésben elfoglalt szerepével kiemelkedik a többiek közül. Magyarország őszi búza termesztés szempontjából mondhatni „kiváltságos”, hisz termőterületünk döntő hányadán domborzati, talajtani, éghajlati szempontból ideális az előállítására. Hazánkban tulajdonképpen minden termelő vetéstervében az elsők között szerepel. A termesztési technológiák kidolgozásánál, valamint a gépesítés fejlesztésénél irányadó e növény.

Az utóbbi években a klímaváltozás hazánkban is egyre nagyobb mértékben válik érzékelhetővé, ami új kihívások elé állít bennünket. A hőmérséklet szélsőséges ingadozásai, a csapadék egyenlőtlen eloszlása (térben és időben), az évszakok átmenet nélküli váltakozása állandóan új, az adott viszonyokhoz „alkalmazkodó” technológia kidolgozására sarkalja a növénytermesztés, növényvédelem szakembereit. Ezeket a gondokat tetőzi, hogy a búzárt károsító kártevők életmódja, biológiája, károsítása folyamatosan változik, amihez tulajdonképpen napi szinten igazodnunk kell.

A levélbogarak (Chrysomelidae) családjába tartozó vetésfehérítő bogaraknak négy faja ismert hazánkban; a veresnyakú árpabogár, veresnyakú zabbogár, kéknyakú árpabogár, kéknyakú búzabogár. A veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus* L. 1758) károsítása a múltban és a jelenben is az őszi búza termesztés sikerességének egyik sarokpontja.

Az őszi búza termesztését meghatározó egyik legfontosabb szempont a feldolgozóipar által előírt minőségi kritériumok teljesülése. Elsősorban az élelmiszeripar, így a malomipar támaszt szabványban rögzített igényeket az őszi búza minőségének paramétereit illetően. E minőségi paraméterek elérését a technológia mellett az időjárás, valamint a megjelenő kártevők által okozott veszteségek együttesen befolyásolják.

2. Célkitűzés

Kutatási témaválasztásom az *O. melanopus* által őszi búzában okozott mennyiségi és minőségi veszteség vizsgálatára irányul. A vizsgálat fontosságát a termelő „szemüvegén” keresztül szeretném bemutatni. A mennyiségi szempontok mellett a minőségi paraméterekben beállt változásokat hangsúlyosan, kiemelten próbálom felvázolni. A kártétel hatására feltételezhetően beálló minőségi veszteség fontosságára szeretném dolgozatom keretében ráirányítani a figyelmet.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy meghatározzuk a levélfelület károsodás mértékét képelemzés (GIMP) felhasználásával, valamint a fotoszintetikus aktivitás változását SPAD index segítségével. Emellett azt is szeretttük volna kideríteni, hogy milyen következményei vannak ennek a vegetatív károsodásnak a hozam minőségére NIR gabonaelemzés segítségével.

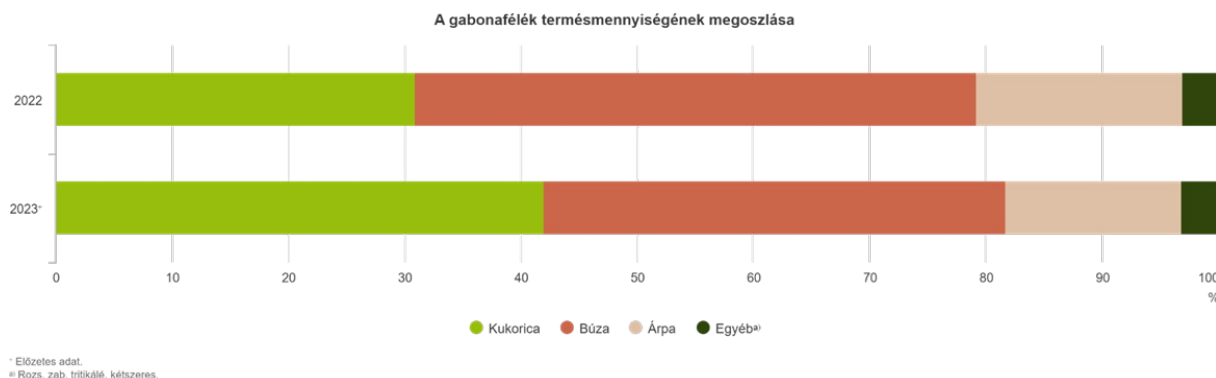
3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Az őszi búza hazai és nemzetközi termesztési volumene

Gabonanövényeink között az őszi búza jelentősége vitathatatlan, tekintettel a humánélelmezésben, valamint a takarmányozásban betöltött kiemelkedő szerepére.

A 2023-as év az őszi búza termesztése szempontjából jónak mondható, mivel az időjárási viszonyok kedvezően alakultak. Ezen termesztési évben a csapadékviszonyok mind időben és mennyiségben optimálisan alakultak, valamint a hőmérséklet alakulása is (rövid idejű hőmérsékletingadozások, túl magas hőmérséklet) az őszi búza igényeinek megfelelően alakult. Nem voltak jelentős, hosszan tartó forró időszakok, mint a 2022-es évben.

Az 1. ábra jól szemlélteti a gabonafélék termésmennyiségének megoszlását. Láthatjuk, hogy az őszi búza termésmennyisége kiemelkedik a kukoricával együtt termesztett gabonanövényeink közül. 2023-ban az őszi búza részesedése a teljes gabonatermésből a 2022. évi 48%-ról 40%-ra csökkent míg a kukoricáé 31%-ról 42%-ra nőtt.



1. ábra: A gabonafélék termésmennyiségének a megoszlása (KSH, 2023)

Az 1. táblázatban a szántóföldi növények betakarított területe látható. 2023-ban a búza betakarított területe meghaladta az 1 millió hektárt, valamint termésátlaga növekvő tendenciát mutatott (5,9 millió tonna) a 2022-es évhez képest (KSH, 2023).

1. táblázat: Fontosabb szántóföldi növények betakarított területe (KSH, 2023)



19.1.1.12. Fontosabb szántóföldi növények betakarított területe [ezer hektár]

Év	Búza	Kukorica	Árpa összesen	Rozs	Zab	Szójabab	Napraforgó
2002	1 110	1 206	370	49	64	25	
2003	1 114	1 145	341	46	68	30	
2004	1 174	1 190	331	45	70	27	
2005	1 131	1 198	317	42	62	34	
2006	1 075	1 215	293	39	59	36	
2007	1 111	1 079	321	40	60	33	
2008	1 130	1 192	330	44	61	29	
2009	1 146	1 177	321	40	52	32	
2010	1 011	1 079	281	37	51	38	
2011	978	1 230	261	33	54	41	
2012	1 070	1 191	275	35	53	41	
2013	1 090	1 243	262	35	51	42	
2014	1 113	1 191	288	34	51	43	
2015	1 029	1 146	296	38	45	72	
2016	1 044	1 012	313	27	36	61	
2017	966	989	268	26	37	76	
2018	1 026	939	244	26	23	62	
2019	1 016	1 028	247	26	22	58	
2020	937	981	261	26	26	59	
2021	893	1 055	269	26	25	62	
2022	979	817	331	20	17	66	
2023	1 054	768	412	29	22	..	

Vármegyéenként vizsgálva a búza termésmennyiségét és termésátlagát, akkor jól látható, hogy a legtöbb búza Jász-Nagykun-Szolnok, és Békés vármegyében termelt, míg a hektáronkénti termésátlag Vas, Borsod-Abaúj-Zemplén és Nógrád vármegyében volt a legmagasabb (2. ábra).



2. ábra: Vármegyéenként betakarított termésmennyiség (KSH, 2023)

A nemzetközi adatok 2022-es évig mutatják a búza termésmennyiségének alakulását (2. táblázat). Jól látható, hogy a 2022-es év nagyon aszályos volt és ezáltal a termésmennyiség is csökkent. Viszont néhány ország esetében, mint például Németország, ott növekedett a

termésmennyiség. Az európai uniós mennyiségek tekintetében számottevően nagy termésmennyiség visszaesés nem történt.

2. táblázat: A búza termésmennyisége (KSH, 2023)

19.1.3.3. A búza termésmennyisége [ezer tonna]						
Ország, országcsoporthoz	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ausztria	1 437	1 367	1 597	1 653	1 548	1 713
Belgium	1 703	1 662	1 902	1 741	1 629	1 852
Bulgária	6 133	5 955	6 320	4 848	7 343	6 448
Ciprus	17	15	29	35	26	33
Csehország	4 718	4 418	4 812	4 902	4 961	5 189
Dánia	4 834	2 624	4 642	4 070	4 047	4 165
Észtország	713	450	847	841	736	854
Finnország	802	502	914	687	687	864
Franciaország	38 678	35 424	40 605	30 181	36 559	34 632
Görögország	1 357	1 073	979	1 095	1 159	1 203
Hollandia	1 054	962	1 131	932	947	1 163
Horvátország	688	753	803	868	987	971
Irország	682	485	595	365	628	701
Lengyelország	11 666	9 638	10 807	12 515	11 894	13 195
Lettország	2 139	1 432	2 371	2 660	2 408	2 539
Litvánia	3 917	2 839	3 844	4 819	4 249	4 483
Luxemburg	78	80	82	72	76	86
Magyarország	5 246	5 258	5 378	5 121	5 290	4 355
Málta	12	..	..	..	..	..
Németország	24 482	20 264	23 063	22 172	21 459	22 587
Olaszország	6 966	7 105	6 739	6 716	7 295	6 610
Portugália	60	70	77	84	69	62
Románia	10 035	10 144	10 297	6 392	10 434	8 684
Spanyolország	4 876	8 323	6 041	8 144	8 565	6 509
Svédország	3 299	1 620	3 477	3 214	3 028	3 229
Szlovákia	1 771	1 928	1 939	2 133	2 002	2 048
Szlovénia	141	122	140	158	154	151
EU27_2020	137 502	124 511	139 432	126 418	138 181	134 326
Egyesült Királyság	14 837	13 555	16 225	9 658	13 988	15 540
Észak-Macedónia	200	241	240	246	244	225
Norvégia	401	138	450	323	265	384
Oroszország	86 003	72 136	74 453	85 896	76 061	104 234
Svájc	531	511	497	529	459	487
Szerbia	2 276	2 942	2 535	2 874	3 442	3 110
Törökország	21 500	20 000	19 000	20 500	17 650	19 750

3.2. Az őszi búza termesztésének jelentősége

A gabonanövényeink közül az őszi búza az egyik legnagyobb jelentőséggel bíró termesztett növény világviszonylatban és hazánkban is egyaránt. A búza termesztése tulajdonképpen egyidős az ember történelmével (Csajbók és mtsai, 2005). A búzát primer kultúrnövénynek is szokás nevezni, ami azt jelenti, hogy legelőször ezt a növényt vették termesztésbe (Pepó és Sárvári, 2011).

A gabonanövényeket, köztük a búzát is elsősorban élelmiszerként történő felhasználása miatt termesztették, termesztik. A búzából készült liszt alapélelmiszernek számított és számít ma is a világ minden táján, hisz az abból előállított élelmiszerekből fedezzük az energiaigényünk jelentős hányadát. Sokoldalú felhasználhatósága (pékárak, tészták, cukrásztermékek) kiemeli a többi növény közül (Radics, 1994).

Magyarországon élelmezési, valamint takarmányozási célra termesztjük a búzát. A belföldi igények kielégítésén felül a fennmaradó készleteket exportáljuk. Az élelmiszeripari kritériumoknak nem megfelelő (minősége jó, de a sütőipari kritériumoknak nem felel meg) búza takarmányozási célra kerül felhasználásra (Csajbók és mtsai, 2005).

A búzából remek abraktakarmány készíthető, mivel táplálóanyag összetétele alapot ad kiváló alaptakarmány készítésére. Az energiatartalma nagy, amit leginkább keményítő formában tárol a növény. Nyerszsírtartalma alacsonynak mondható, 2% körüli, ezen kívül még tartalmaz a búzaszem E-vitamint és B-csoportbeli vitaminokat (Bokori és mtsai, 2003).

A búza melléktermékei is nagy értékkel bírnak, a malomipari melléktermékek közül a búzakorpának van nagy jelentősége, ami szintén nagyon jól hasznosítható takarmányozási céllal. A korpa úgy keletkezik, hogy a maghéjat leválasztják a búzaszemről, ennek a mellékterméknek pedig nagyobb a nyersrosttartalma, valamint foszforban és lizinben is gazdagabb, mint a szem (Bokori és mtsai, 2003). Növénytermesztési melléktermék a búzaszalma, ami jó alomanyagként szolgál, esetleg takarmányozásra is szolgálhat

A búza ipari felhasználásának is egyre nagyobb jelentősége van, ami a magvak fehérje és szénhidráttartalmának a kinyerésén és további feldolgozásán alapszik (Radics 1994).

3.3. Az őszi búza sütőipari és malomipari értékmérői

Az őszi búza minőségét alapvetően két tényező határozza meg. Az egyik a genetika a másik pedig a termesztés technológiája, hiszen hiába van egy jó genetikai adottságokkal rendelkező búza fajtánk, ha a termesztés módszere nem megfelelő. A genetika határozza meg, hogy egy fajta milyen minőség elérése képes és a termesztés módszere fogja ezt érvényre juttatni, rosszabb esetben lerontani.

3.3.1. Az őszi búza malomipari értékmérő tulajdonságai

Hektolitertömeg: A gabona minőségét térfogattömeg által határozzuk meg hektoliterenkénti kilogrammban. Minél nagyobb a búza hektoliter súlya annál nagyobb a szárazanyagtartalom és a liszt mennyisége, tehát annál jobb a búza minősége (Győri és Győriné, 2011). Értékéből következtetni lehet a búzából nyerhető liszt mennyiségére, értelemszerűen tehát a nagyobb hektolitertömeg jobb minőséget is jelent. Alakulását a szemek sűrűsége, nedvességtartalma, teltsége, nagysága, formája, héjának simasága és kiegyenlítetttsége (hézag-térfogat) határozza meg (Tóth, 2013).

Ezerszemtömeg: Ezt az értékmérő tulajdonságot leginkább a vetőmag mennyiségének kiszámításánál használjuk. Szó szerint kiszámolunk 1000 db szemet és egy műszer segítségével megmérjük, az értéket grammban adjuk meg (Győri és Győriné, 2011). Az ezerszemtömeg egyenes arányban áll a fehérjetartalommal (Tóth, 2013).

Acélossági %: A szemben a keményítőszemcséket a sikérképző fehérjék szorosan közre zárnak ezért a szem metszésfelülete üveges. Ennek a vizsgálatnak az a célja, hogy megállapítsuk, hogy a búzaszemek törésfelületének hány %-a lesz üveges vagy áttetsző (Radics, 2008). A tulajdonság vizsgálata során 100 db búzaszem kettévágásával megállapításra kerül az acélos és a lisztes szemek aránya. Az acélos szemek nagyobb fehérje-, sikértartalommal rendelkeznek, tehát a tulajdonság összefügg a búza siker- és fehérjetartalmával (Tóth, 2013).

3.3.2. Az őszi búza sütőipari értékmérő tulajdonságai

Nyersfehérje tartalom: A fehérje nitrogéntartalmú aminosavakból épül fel. A fehérje tartalmat a Khjeldal-módszerrel (nedves roncsolásos eljárással kerül meghatározásra a minta nitrogéntartalma, amit 5,7-tel megszorozva megkapjuk a búza nyersfehérje-tartalmát) határozzuk meg, majd a kapott értéket százalékos formában fejezzük ki. Az őszi búza fehérjetartalma 11,5%-14,5% közé tehető (Csajbók és mtsai, 2005; Tóth, 2013).

Sikértartalom: A siker két fehérje, a gliadin (75%) és a glutenin (25%) keveréke, vízben nem oldódó, rugalmas kolloid anyag, ami a tésztát nyújthatóvá és rugalmassá teszi (Radics, 2008). Meghatározása a búzalisztből a keményítő és a vízzoldható fehérjék kimosása után visszamaradó rugalmas sikérgolyó mérésével történik, ennek mennyisége 30-40% között van (Csajbók és mtsai, 2005). A 34 %-nál nagyobb sikértartalmú lisztből javító minőségű liszt nyerhető. A siker területkenységének vizsgálata során 5 g nedves sikérből kézzel golyót formálnak, majd üveglap alá helyezik. Az üveglap alatt elhelyezett milliméter-papír segítségével egy óra elteltével határozzák meg a sikérgolyó átmérőjét (Tóth, 2013).

Hagberg-féle esésszám: Az alfa-amiláz (keményítőbontó enzim) szintjét, aktivitását mérjük. Ha magas a liszt enzimaktivitása akkor abból nem lehet jó minőségű kenyeret sütni, a tészta laposabb és nem lesz megfelelő a bélszerkezete. Az esésszám meghatározásához a lisztből híg szuszpenziót készül, amely speciális mérőcsőben, forró vízfürdőben dagasztásra kerül, aminek hatására a keményítő csirizesedik. A keményítő elbomlása során a mérőcsőben a keverőrúd az alfa-amiláz aktivitásának sebességével arányosan süllyed. Az esésszám értékét másodpercben (mp) adjuk meg. A kedvező esésszám értéke 250-350 mp körüli, 220 mp alatt

a liszt sütésre nem alkalmas, ha viszont az érték túl magas (380-400 mp), akkor a liszt enzimszegény és a kelesztés során a kenyérbél túlságosan tömör lesz.

Szedimentációs index: (Zeleny-index) A vizsgálat elve az, hogy a sikeérfehérjék tejsavas közegben duzzasztásra kerülnek, szuszpenzió jön létre, amely ülepedni kezd. Az üledék magasságát mérjük meg, ennek az értékét milliliterben (ml) adjuk meg. A megfelelő minőségű a liszt sikeérfehérjéi jobban megduzzadnak és magasabb oszlopot alkotnak. Az értékelés során három kategóriát használnak; „megfelelt”, „nem felelt meg” és a „kérdéses” kategória. Az alsó határérték 30 ml ez alatt „nem felelt meg” minősítést kap a liszt (Agrárágazat, 2011).

Farinográfus érték: a farinográf egy lisztminősítő műszer, ezzel vizsgáljuk meg a tészta vízfelvevő képességét, erősségét, dagasztással szembeni ellenállását és az ellágyulását. A működése pedig úgy néz ki, hogy a lisztet vízzel elkezdjük dagasztani, a műszer kb. 15 percig méri és rögzíti a tészta alakulását, stabilitását, valamint az ellágyulását. Ennek alapján három kategóriát különböztetünk meg, úgy mint „javító minőség” (A kategória), „malmi minőség” (B kategória) és a „takarmány minőség” (C kategória).

Alveográfus érték: az alveográf a tésztaminősítésére alkalmas készülék, ami a tészta stabilitását és nyújthatóságát jellemzi. Elsősorban Franciaországban terjedt el ez a vizsgálat. A működési elve az, hogy egy lapos, pogácsa alakú tésztát alakítunk ki, ez a próbatest, amelyet a műszer gömbbé fúj, egészen addig amíg kiszakad. Eközben a műszer a tészta ellenállását méri egészen a buborék kiszakadásáig és ezt diagrammal ábrázolja. A tészta nyújthatóságának értékmérője. Mutatói: P (mm): túlnyomás; L (ml): duzzadási index; W (10⁻⁴ J) deformációs munka; P/L: görbe konfigurációja, vagy viszonyzáma (Tóth, 2013).

Extenzográfus érték: ezzel a vizsgálattal szintén a tészta minőségét vizsgáljuk, leginkább a németalföldi szakmai körökben terjedt el ez a vizsgálat. Kialakítunk a pihentetett tésztából egy próbatestet és ezt a műszer folyamatosan húzza egészen a tészta elszakadásáig és közben méri a tészta ellenállóképességét, amit egy diagrammal fog ábrázolni (Csajbók és mtsai, 2005).

3.4. A veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus* L. 1758) biológiája, kártétele

A vetésfehérítő (*Oulema* spp.) az egyik legelterjedtebb fajcsoport, ami az őszi búzát károsítja, minden évben védekezni kell ellene. A fajcsoportot négy faj alkotja, a veresnyakú árpabogár, veresnyakú zabbogár, kék árpabogár és a kéknyakú búzabogár. Legjelentősebb ezek közül a veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus*, L. 1758.) (Coleoptera, Chrysomelidae) (Keszthelyi, 2016).

A veresnyakú árpabogár a termesztett gabonafélék egyik legfontosabb kártevője (Willocquet et al., 2008), gabonafélékkel és pázsitfűfélékkel táplálkozik (Wilson és Shade, 1966). Elsődleges táplálékforrása a búza, az árpa, a tritikálé, a zab és a rozs, alternatív tápnövénye pedig a kukorica (Wellso és Hoxie, 1988). A gabonafélékben általánosan előforduló kártevő, de a kukoricában is okozhat kárt (Willocquet és mtsai, 2008). Sok évvel ezelőtt legkedveltebb kultúrnövényei az árpa és a zab voltak, az utóbbi évtizedekben az árpában és a búzában találta meg fő táplálékforrását (Kher és mtsai, 2016).

Az *O. melanopus* évente egy nemzedékben fejlődik, imágó formában telél át (Lampert és Haynes, 1985). A rovarok 10°C-on hagyják el telélőhelyüket, a gabonanövényeket a napi maximumhőmérséklet 15°C fölé történő emelkedésekor keresik fel. Az átlaghőmérséklet 25°C-ra való emelkedésekor a kártevő repülni kezd (Wellso és Hoxie, 1988). Az ezt követő hét elteltével a nőtények narancssárga petéiket csoportosan, sorokban rakják le a levélfelületre a levélerek mellé (3. ábra).



3. ábra: Vetésfehérítő bogár petéi (Fotó: M. Nagy Krisztina)

A lárvák kelése a tojásrakást követő 1 hét után kezdődik, amikor a tömeges lárvakeléssel kezdetét veszi a súlyos károsítás is. A 2-3 mm hosszú, csigaszerű lárváik (árpacsiga) mindig a levél színén találhatók. A négy lárvastádium alatt táplálékfelvételük egyre nő, a 3. és 4. stádiumban összes táplálékuk mintegy 90%-a kerül elfogyasztásra. A bábozódás a veresnyakú árpabogár esetében a talajban történik. A bábozódást követő két hét elteltével megjelennek az imágók és a gabona zöld részein táplálkoznak. Egy generáció fejlődésének átlagos időtartama 1,5 hónap, amelyből az embrionális fejlődés 7-15 nap, a lárvák fejlődése 15-20 nap, a bábozódás pedig 14-20 nap (Olfert és mtsai, 2004).

Mind a lárvák (4. ábra), mind a kifejlett egyedek kártétele jelentős, rágó szájszervükkel hámozzák a levélhám epidermiszt, ami a fotoszintetikus felület kifehéredését okozza.



4. ábra: Vetésfehérítő bogár lárváinak kártétele (Fotó: M. Nagy Krisztina)

Szélsőséges esetekben a szikleveles és bokrosodó növényállományok teljes kifehéredését, akár pusztulását is okozhatják (Barari, 2019). Hirtelen elszaporodása különösen akkor jelentős, ha az egybeesik a zászlóslevél képződésének idejével, jelentős kárt okozva annak károsításával (Lukács és mtsai, 2022) (5. ábra). A levélkárosodás következménye minden

esetben (de különösen a zászlóslevél károsításakor) a tápanyagok szemekbe való beépülésének zavara is, ami a betakarításkor a minőség romlásában mutatkozik meg (Barari, 2019; Steinger és mtsai, 2020; Samu és mtsai, 2024). A tavaszi vetésű gabonafélék fejlődő állományaiban is jelentős kártételt vihet végbe.



5. ábra: Fehéredő zászlóslevelek (Fotó: M. Nagy Krisztina)

Az elsődleges kártétel a levelek rágása és hámozgatása, és a termésveszteség mellett nem feledkezhetünk meg a vetésfehérítő bogarak vírusterjesztő képességéről sem. Az árpa sárga törpülés vírus, a rozsok mozaik vírus egyaránt fertőzhet a vetésfehérítő bogarak segítségével. Ezért az ellenük való védekezést nem csak gazdasági kártétellel veszélyeztető jelenlétük, de vírusterjesztő szerepük is indokolja.

3.4.1. A vetésfehérítők elleni védekezés

A vetésfehérítő bogarak gabonatáblába történő betelepítése és szaporodása (párzás, tojásrakás) akár folyamatos is lehet, így a lárvakelés (és kártétel) több héten át elhúzódhat. Ennek okán a területek vizsgálatát a betelepítési időszakban minél gyakrabban meg kell tenni a hirtelen fellépő, nagy területet érintő levélveszteség elkerülésének érdekében. Az imágók jelenléte 5-8 egyed/négyzetméter esetén már veszélyesnek tekintendő.

Abban az esetben, ha a betelepedési időszakban tartósan meleg az időjárás, az egyenletes eloszlású tojásrakás miatt állománykezeléssel célszerű védeni. A fő kártétel megelőzésének érdekében legcélszerűbb a kezelést a lárvák kelése idején elvégezni.

Magyarországi gyakorlatban gyakran végezzük a vetésfehérítő bogarak elleni védekezést a gombaölő szeres kezeléssel egy menetben, amely a kritikus időszakban a kórokozók elleni védelmet is biztosítja. A vetésfehérítő bogarak ellen piretroid azaz gyors (taglózó) hatásmechanizmussal rendelkező hatóanyagokat használunk az imágók és a lárvák ellen egyaránt. A piretroidok hatása nagyban függ a hőmérséklettől és az UV sugárzás mértékétől. A mikrokapszulázott készítmények (pl. *gamma-cihalotrin*) az UV sugarakkal szemben ellenállóbbak, lebomlásuk lassabb, így tartamhatásuk is hosszabb.

A piretroidok választásakor érdemes szem előtt tartani a pontos időzítést az imágók és a lárvák ellen, vagy használjuk a kombinált hatóanyagot, amivel a kockázatot csökkenteni tudjuk! A *deltametrin* és *tiakloprid*, hatóanyag hosszabb hatástartammal vethető be egy esetlegesen elhúzódó imágó betelepedés és lárvakelés esetében is.

Az elmúlt években tapasztalt felmelegedés, a vetésfehérítő bogarak elleni védekezési nehézségek rávilágítanak arra, hogy az imágók elleni kezelés jó időzítésével gyéríthetjük a betelepedőket, ily módon csökkentve az utódnemzedék egyedeinek számát is, illetve a lárvák első fejlettségi stádiumaiban elvégzett kezeléssel elejét vehetjük a termésveszteséggel járó károkat is (Markóné, 2000).

4. Anyag és módszer

4.1. A kísérleti terület és kísérleti beállítások bemutatása

Szabadszíri vizsgálatainkat a Somogy megyei Bárdudvarnok határában fekvő (GPS: 46.328 N 17.6877E) 10 hektáros őszi búza vegetációjában végeztük 2024-ben. A területre a Syngenta korai éréscsoportba tartozó Falado® fajtája került, melyet forgatás nélküli alpművelést követően 2023. október 10-én vetettek el. Az őszi búza vegetációjában az egészséges fejlődés biztosítása érdekében ősszel az egész táblában levéltetvségek ellen gomba, míg levéltetű betelepülés ellen rovarölő szeres állománykezeléseket hajtottak végre. A tavaszi vegetációs periódusban egyöntetűen kora tavasszal (GS37) és a virágzás időszakában (GS58) N-tartalmú fejtrágyát kapott az állomány.



6. ábra: Vetésfehérítő bogarak párosodás közben (fotó: Lövényi Zsolt)

Tavasz kezdetén a vetésfehérítők (*Oulema* spp.) (6. ábra) kártételének objektív meghatározása érdekében e szántóföldi területen, egymás mellett közvetlenül 2 db, egyenként 2 hektáros nagyüzemi kísérleti parcellát alakítottunk ki. A két parcellában a tavaszi vegetációs időszakban három alkalommal peszticides állománypermetezéseket valósítottunk meg, azzal az eltéréssel, hogy az egyik parcellán csupán kizárólag gombaölő szer hatóanyagot (továbbiakban kezeletlen), míg a másik parcellában gomba- és rovarölőszer hatóanyagot is kijuttattunk (továbbiakban kezelt) (3. táblázat) (7. ábra). Az alkalmazott rovarölő hatóanyagok

egyaránt a kontakt hatáskifejtésű, harmadik generációs piretroid inszekticidek csoportjába tartoztak.

3. táblázat: A kísérleti őszi búzatábla tavaszi vegetációjában beiktatott kémiai állománypermetezések adatai

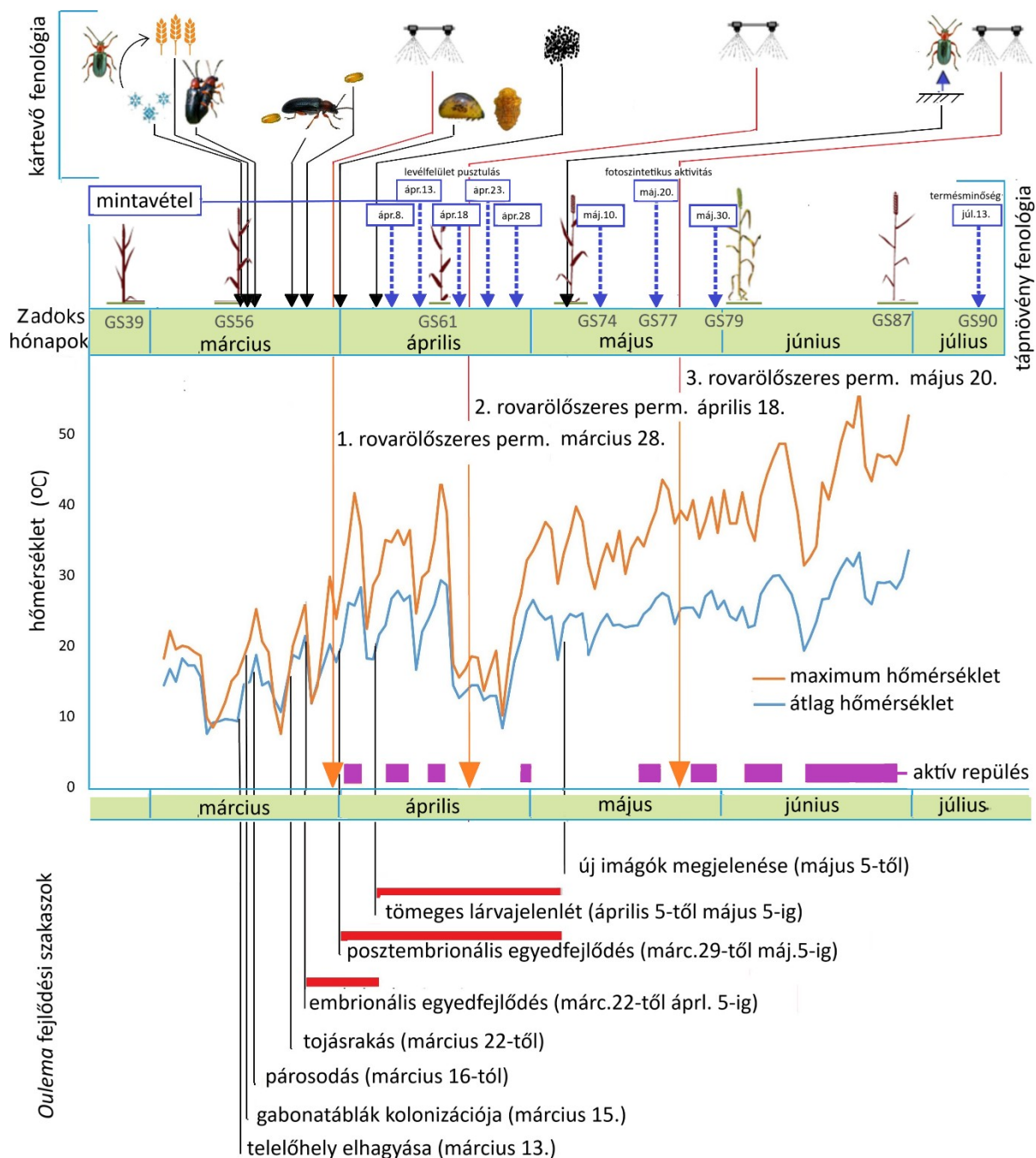
	dátum	inszekticid hatóanyagok*	dózis	fungicid hatóanyagok.	dózis
1.	24.03.28.	eszfenvalerát 50 g/l	0,2 l/ha	mefentriflukonazol 100 g/l+ piraklostrobin 100g/l	0,75 l/ha
2.	24.04.18.	tau-fluvalinát 240g/l	0,2 l/ha	piraklostrobin 333g/l + fluxaproxad 167 g/l	0,85 l/ha
3.	24.05.20	tau-fluvalinát 240g/l	0,2 l/ha	proquinazid 50 g/l + protiokonazol 200 g/l	1 l/ha

Magyarázat: * = a kezeletlen parcella esetében nem kerültek kijuttatásra

A kémiai kezeléseket úgy időzítettük, hogy az első permetezés közvetlenül a vetésfehérítők lárvakelésének kezdetére essen (2024. március 28.). A kísérleti területen megfigyelt vetésfehérítő megjelenés fenológiát, valamint a kémiai beavatkozások és mintavételi időpontokat az 8. ábra foglalja össze. A további két, 3-4 hetes időközönkénti beiktatott, szabadföldi megfigyelésekre alapozott permetezés (2024. április 18. és május 20.) célja a vetésfehérítők és a későbbi vegetációban betelepülő kártevő fajok felszaporodásának, kártételének mérséklése volt. A kísérleti területen az egész vegetációban minden egyéb agrotechnikai és tápanyagutánpótlási műveletet egységesen a minőségi őszi búza előállítása érdekében intenzív termesztéstechnológia mellett hajtottak végre.



7. ábra: Inszekticides permetezés a kísérleti őszi búza állományában (fotó: Szekér Kitti)

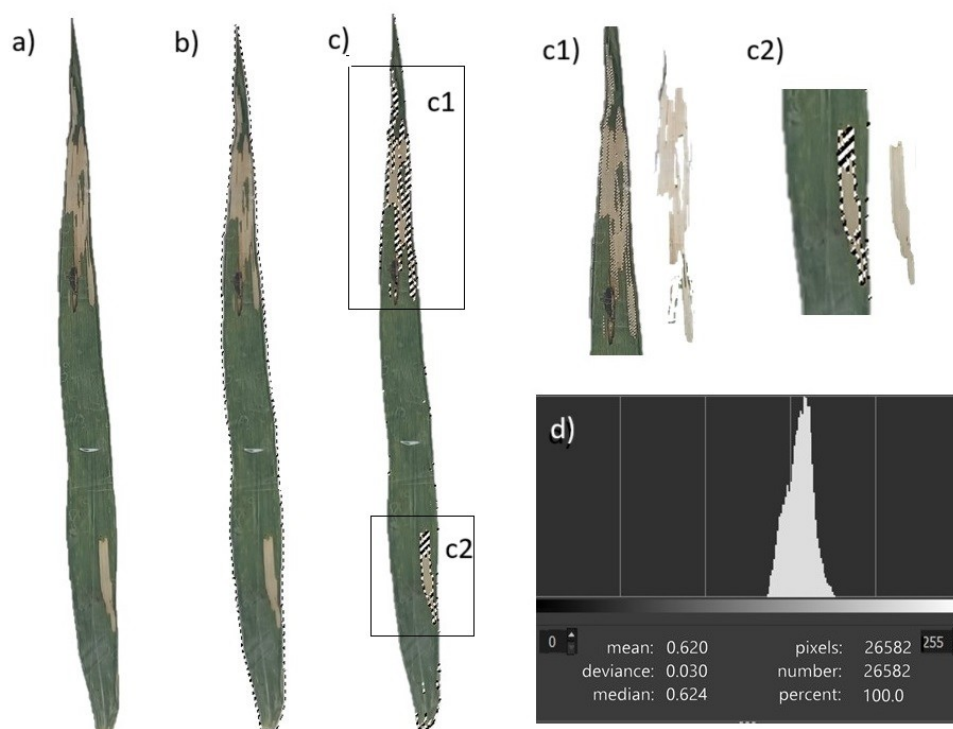


8. ábra: A kísérleti területen megfigyelt vetésfehérítő egyedfejlődés és fenológia, az alkalmazott peszticides állománykezelések, valamint a vizsgálati mintavételek időpontjai

4.2. A levélfelület pusztulásának meghatározása objektív képelemzéssel

A vetésfehérítő rágáskárok fotoszintetikus felületre gyakorolt hatásának megismerése érdekében a kísérleti parcellákból a vetésfehérítő egyedek megjelenését és felszaporodását követő időszakban több alkalommal mintát vettünk. A kezelt és kezeletlen parcella állományyaiból április 8-án és még ezt követően négy alkalommal (április 13., 18., 23. és 28.)

közvetlenül a fejlődő kalász alatti felső levélemeletről, random módon 10-10 db levelet leszakítottunk. A levélmintákat beszkeneltük, majd a GIMP 2.10.32 képelemző szoftver segítségével meghatároztuk a pixel alapú levélfelületpusztulás százalékokát (9. ábra). Az asszimilációs felület pusztulásának idő függvényében történő előrehaladását regresszió analízissel elemeztük.



9. ábra: A búza levélfelület károsodásának megítélése GIMP képelemző program segítségével. a) szkennelt levélfelület, b) az egész levélfelület pixel számának meghatározása, c1) c2) vetésfehérítők által károsított levélfoltok pixel számának meghatározása, d) a károsított levélfelület képelemzési paraméterei

4.3. A fotoszintetikus aktivitás megítélése SPAD index segítségével

A vetésfehérítők okozta kártétel fotoszintetikus aktivitásra gyakorolt hatását SPAD-index segítségével elemeztük. A mérésekhez SPAD (Soil Plant Analysis Development –SPAD-502; Konica Minolta Sensing Inc, Japán) műszert használtunk (10. ábra). Az eszköz a növények klorofilltartalmának gyors roncsolásmentes mérésére szolgál. A műszer LED fényforrást használ, amely két különböző hullámhosszon (650 nm és 940 nm) világítja meg a növény levelét, amelyben a klorofill molekulák specifikus hullámhosszon nyelik el a fényt. A 650

nm-es hullámhosszon a klorofill erősebben elnyeli a fényt, míg a 940 nm-es hullámhosszon a fényelnyelés alacsonyabb szintű. A műszer érzékelője méri a két hullámhosszon a fényintenzitást, majd a kapott értékekből számítja ki a klorofill indexet (SPAD-érték). A SPAD-érték a klorofill tartalomra vonatkozó becslést ad, amely a növény egészségi állapotának, tápanyagellátottságának és fotoszintetikus aktivitásának indikátora.

E roncsolásmentes vizsgálat során a kísérleti parcellákban a kártétel megjelenését követően májusban, 10 napos időközönként 3 alkalommal (május 10., 20. és 30.) végeztünk méréseket. A felvételezések során 10-10 kiválasztott növény 10 egymás feletti, különböző levélemeletén (bejelölt mérőrudat használva a talajszinttől számítva közel 7 cm-es távolságonként) levelenként 10-10 egyedi ponton végeztünk méréseket. Egy búzalevél kb. 10-15 cm hosszú, így a méréseket az egyes levelek teljes hosszában kb. 1-1,5 centiméterenként hajtottuk végre. E módon kaptunk objektív képet a levél fotoszintetikus aktivitásáról.

Minden egyes mérési alkalom során, a kezelt és kezeletlen parcellákról származó növények levélemeletenként regisztrált SPAD index értékeit, valamint az egymást követő alkalmak hasonló mérési eredményeit egytényezős varianciaanalízissel, az R szabadfelhasználású statisztikai program felhasználásával statisztikailag összehasonlítottuk ($p < 0.05$) (R Core Team, 2021).



10. ábra: A fotoszintetikus aktivitás mérésére szolgáló SPAD készülék (fotó: Székér Kitti)

4.4. A gabona szemtermés minőségi elemzése NIR spektroszkópiával

A légszáraz, betakarítás előtt álló, (2024. július 13.) őszi búzatáblából parcellánként 6-6 db, egyenként 2 kg-os szemmintát vettünk. A tábla szélső sorait elhagyva, belülről 20 m²-ként random törtünk le kalászokat, melyekből a szemeket kimorzsoltuk. Az így képzett mintákat FOSS 2012 InfratecTM NIR gabonaelemző készülékkel (Foss Allé, Hilleroed, Denmark) megvizsgáltuk (11. ábra). A készülék a közeli infravörös spektroszkópia (NIR) elvén működik, amely lehetővé teszi a gabonaminták összetételének gyors és pontos elemzését. A készülék egy infravörös fényforrást használ, amely a közeli infravörös spektrum (800–2500 nm) tartományában sugároz. A gabonát a műszer mintatartójába helyezik, ahol az infravörös fény áthalad a mintán. A minta egyes molekulái a rájuk jellemző elnyelési mintázatban, különböző hullámhosszokon nyelik el az infravörös fényt. A fény, miután áthaladt a mintán, egy detektorra jut, amely rögzíti a fény spektrumát, érzékeli az elnyelt és a visszaverődő fény mennyiségét. A rögzített spektrumot számítógép kalibrált algoritmusokkal elemzi, és meghatározza az összetevők koncentrációját

A vizsgált paraméterek a malomipari értékmérők közül a hektolitertömeg (kg/hl), a nedvességtartalom [% (m/m)], a keveréktartalom [% (m/m)] és a törött szemek aránya [% (m/m)] voltak, míg a sütőipari értékmérők közül az összes fehérjetartalom (%), a nedves siker [% (m/m)], a Hagberg-féle esésszám (s) és a Zeleny-féle szedimentációs érték (ml) voltak.

A minták eredményeit kezelésenként átlagoltuk és a rovarölő szerrel kezelt és kezeletlen parcellákról származó minőségi paramétereket egytényezős varianciaanalízis segítségével, az R szabadfelhasználású statisztikai program felhasználásával statisztikailag összehasonlítottuk ($p < 0.05$) (R Core Team, 2021).

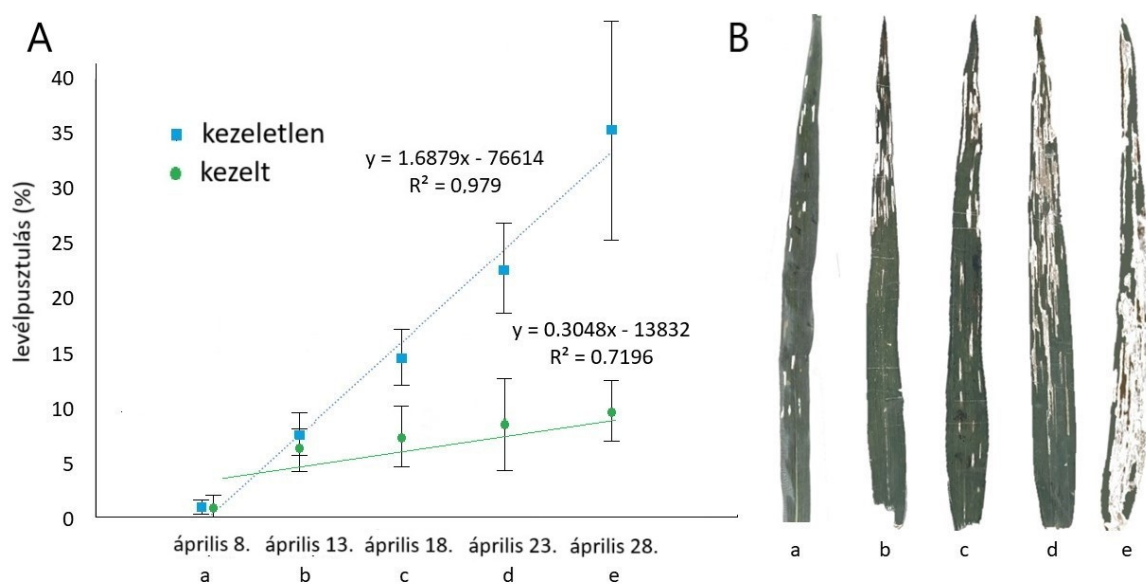


11. ábra: FOSS 2012 Infratec™ NIR gabonaelemző (forrás: <https://www.dksh.com/kh-en/products/ins/foss-infratec>)

5. Eredmények

5.1. A kártétel fotószintetizáló felületre és fotoszintetikus aktivitásra gyakorolt hatása

Az idő függvényében regisztrált levélfelület pusztulás trendje látható a 12. ábrán. A 12A. ábra mutatja, hogy a lárvakeléstől (13. ábra) számított tavaszi vegetációs periódus mintegy 20 napja alatt közel 30 százalékos levélfelület pusztulás következett be a kezeletlen parcella növényállományában. E kárfolyamat előrehaladtával a májusi időszakra a növényállomány asszimilációs felületének nagy arányú, súlyos sérülése feltételezhető.



12. ábra: A levélfelület pusztulás százalékos alakulása az idő és az inszekticides kezelések függvényében (A), az egyes mintavételi időpontokban megfigyelt levélfelület pusztulásokat reprezentáló levélminták (B)

Ezzel szemben a kezelt területeken a levélkárok a permetezést megelőzően regisztrált mintegy 10 százalékos levélfelületcsökkenést csupán mérsékelten haladták meg a későbbi időszakban. A természetes úton zajló kárfolyamat egy szoros lineáris korrelációval jellemezhető, melyet a kezeletlen parcelláról származó adatokra illesztett trendvonal kiválóan érzékeltet. A káresemény lineáris jellegű folyamatának szorosságát a determinációs együttható magas értéke is jól érzékelteti. A kezelt parcella növényein mért levélfelületpusztulás is hasonlóan lineáris trenddel írható le, azzal a különbséggel, hogy az április 18-án elvégzett rovarölő szeres permetezés megtörte a kárfolyamat erősen felfelé mutató meredekségét. Így a kezelt területen a levélkárok jóval mérsékeltebb előrehaladtát lehetett ezt követően megfigyelni. A

12B. ábrán szereplő reprezentatív mintákra történő egyszerű rátekintést követően is jól érzékelhető a vetésfehérítők okozta károk előrehaladásának üteme.



13. ábra: A vetésfehérítők lárvái, az árpacsigák (Fotó: Szekér Kitti)

A 4. táblázat tartalmazza az őszi búza állomány májusi vegetációjának három különböző időpontjában mért SPAD indexek értékeit. Elmondható, hogy mindhárom felvételezési időszakban a kezelt állomány fotoszintetikus aktivitása jóval meghaladta a kezeletlen állományban mért hasonló értékeket. Minden vizsgálati időpont minden egyes azonos levélemelein mért SPAD index értékei szignifikánsan eltértek a kezelt és a kezeletlen minták összehasonlításában. Jól látható, hogy az idő előrehaladtával a kezeletlen parcellák fotoszintetikus aktivitása csökkent. A kezeletlen parcellák összesített SPAD indexeinek eltérése viszont csupán az első két felvételezés alkalmával mutatott szignifikáns eltérést. A második és a harmadik felvételezés hasonló értékeinek összevetése már nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget ($p > 0.05$).

Összességében a vetésfehérítők okozta rágáskárok a kísérleti őszi búza növényegyedeinek mintegy 50 százalékos fotoszintetikus aktivitás visszaesését váltották ki. Az egyes levélemeletek közötti eltérés ugyan nem volt statisztikailag igazolható, viszont a szövetroncsolódás levélemeletenkénti vizsgálatánál jól látható a fotoszintetikus aktivitásban megmutatkozó depresszió.

4. táblázat: A kísérleti búzaállomány eltérő fenológiai állapotban és különböző kezelésként regisztrált SPAD index értékei, valamint azok statisztikai vizsgálatának eredményei (n=10),
($p < 0,05$)

Zadoks: GS74

növ.magasság (cm)	kalász	kezeletlen		kezelt		one-way ANOVA			SPAD index
		átlag ± SE		átlag ± SE		df	F	p	
10.	63-70	53.20 ± 3.88		59.36 ± 0.98			4.44	= 0.044	54-60
9.	56-63	36.96 ± 6.36		55.88 ± 0.55			9.66	= 0.004	48-54
8.	49-56	28.06 ± 4.65		58.82 ± 1.48			42.48	<0.001	42-48
7.	42-49	36.17 ± 5.96		53.49 ± 1.23			8.67	= 0.006	36-42
6.	35-42	30.20 ± 4.20		58.85 ± 0.98		1	47.11	<0.001	30-36
5.	28-35	29.97 ± 5.99		58.21 ± 1.18			22.91	<0.001	24-30
4.	21-28	18.96 ± 4.87		59.31 ± 1.15			69.69	<0.001	18-24
3.	14-21	35.94 ± 5.08		57.92 ± 0.97			19.30	<0.001	12-18
2.	7-14	23.35 ± 6.21		54.45 ± 1.22			25.84	<0.001	6-12
1.	0-7	24.19 ± 4.95		59.15 ± 0.75			52.17	<0.001	0-6
átlag		31.70		57.74					

Zadoks: GS77

(cm)	kalász	df=1; F=4.82; p=0.041		df=1; F=0.35; p=0.559		one-way ANOVA		
		▲		▲		df	F	p
10.	63-70	20.69 ± 5.81		57.76 ± 1.16			33.42	<0.001
9.	56-63	25.34 ± 4.83		58.01 ± 1.39			67.34	<0.001
8.	49-56	12.16 ± 3.67		56.10 ± 1.56			193.77	<0.001
7.	42-49	5.56 ± 2.87		57.37 ± 1.27			434.58	<0.001
6.	35-42	22.71 ± 5.47		56.18 ± 1.30		1	56.77	<0.001
5.	28-35	30.73 ± 4.80		56.94 ± 1.90			41.24	<0.001
4.	21-28	24.66 ± 5.12		57.98 ± 1.51			62.36	<0.001
3.	14-21	22.99 ± 4.21		56.90 ± 1.47			92.41	<0.001
2.	7-14	33.73 ± 4.86		55.59 ± 1.51			29.47	<0.001
1.	0-7	29.25 ± 3.98		58.21 ± 0.98			74.94	<0.001
átlag		22.78		57.10				

Zadoks: GS79

(cm)	kalász	df=1; F=0.36; p=0.551		df=1; F=0.68; p=0.418		one-way ANOVA		
		▲		▲		df	F	p
10.	63-70	12.32 ± 4.31		57.65 ± 1.75			102.27	<0.001
9.	56-63	18.27 ± 4.29		59.55 ± 1.04			103.42	<0.001
8.	49-56	27.81 ± 5.33		56.82 ± 1.30			30.13	<0.001
7.	42-49	8.84 ± 3.20		55.22 ± 1.73			175.24	<0.001
6.	35-42	14.81 ± 2.59		57.48 ± 1.12		1	245.82	<0.001
5.	28-35	28.68 ± 3.83		55.07 ± 1.44			44.88	<0.001
4.	21-28	19.37 ± 4.10		56.73 ± 1.43			79.63	<0.001
3.	14-21	33.66 ± 5.07		56.22 ± 1.27			20.05	<0.001
2.	7-14	14.22 ± 4.09		55.26 ± 1.41			96.85	<0.001
1.	0-7	35.22 ± 4.49		52.42 ± 1.55			14.10	<0.001
átlag		21.32		56.44				

5.2. A malom- és sütőipari értékek rovarölőszeres állománykezelések függvényében mért paraméterei

Az inszekticides kezelésben részesített, valamint a kezeletlen parcellákról származó terményminták malom és sütőipari értékeinek alakulása látható az 5. táblázatban. Elmondható, hogy minden elemzett érték tekintetében a károsított parcellákról származó terményminták regisztrált értékei alulmaradtak az állománykezelt minták hasonló adataihoz képest. Ezt minden esetben statisztikailag szignifikáns különbséget mutatva az egytényezős varianciánálízis eredményei is megerősítették ($p < 0,05$).

5. táblázat: Az állománykezelt és kezeletlen táblákról származó búza terményminták NIR alapú malom- és sütőipari érték elemzésének, valamint statisztikai összehasonlító vizsgálatainak eredményei (n=6) ($p < 0,05$)

	kezelt (átlag±SE)	különbség (%)	kezeletlen (átlag±SE)	one-way ANOVA		
				df	F	<i>p</i>
malomipari értékek						
hektoliter tömeg	75.80±0.13	> 5.21	71.85±0.09	1	8735.07	<0.001
nedvesség tartalom	12.77±0.18	> 11.35	11.32±0.16		933.07	
keverék tartalom	0.10±0.00	< 66.66	0.30±0.00		45.50	
tört szemek	0±0.00	< 100	0.75±0.03		22.60	
sütőipari értékek						
fehérje tartalom	12.72±0.08	> 28.88	9.05±0.06	1	169.30	<0.001
nedves siker	26.67±0.16	> 35.05	17.32±0.13		132.67	
Hagberg-féle esésszám	220.00±0.00	> 10.22	197.50±2.50		2207.75	
szedimentációs index	48.45±0.21	> 33.79	32.07±0.11		156.10	

Az eltérések a malomipari értékmérők esetében leginkább a termény fizikai jellemzőit leíró paraméterek esetében mutatkozott meg, mint a törött szemek és a keveréktartalom. Emellett a termény fehérjetartalmára indirekt utaló hektoliter tömeg értéke is közel 6 százalékos visszaesést mutatott a kezeletlen, károsítást elszenvedett minták esetében. A betakarításkori szemnedvesség tartalomban is jelentősnek mondható eltérés mutatkozott a kezelt és kezeletlen minták összehasonlítása esetén. Bár mindkét mintacsoport nedvességtartalma az elvárt légszáraz szemnedvesség tartalom alatt volt, a kezeletlen parcellákról származó minták esetében átlagos 11-12 százalékkal alacsonyabb víztartalom értékeket regisztráltunk.

A sütőipari értékek alakulása is a malomipari értékmérőkhöz hasonló eltéréseket mutatott. A rovarkár hatására megmutatkozó egyértelmű fehérjebeépülési zavart tükrözik a fehérjetartalommal összefüggésben álló mutatók (fehérje tartalom, nedves siker, szedimentációs index). A három mutató értékei közel azonos értéktartomány mellett csökkentek – mintegy 28-35 százalékos értékhatár között mozogva – a károsítás hatására. A legnagyobb mértékben mégis a nedvessikér minőségi mutatója sérült, mely egyértelműen kihat a termény további felhasználási, feldolgozási lehetőségeire. A keményítő bontó enzimek aktivitására utaló Hagberg-féle esésszám értékei is alacsonyabbnak bizonyultak a kezeletlen parcellákról származó minták esetében. A 10 százalék körüli eltérés az elemzett sütőipari értékek közül a legkisebb százalékos veszteséget mutatta.

A 6. táblázat mutatja a MSZ előírt értékei szerinti búza minőségi besorolást, valamint a kísérleti parcellák értékeinek ezen előírt szabványoktól való eltérését. A vizsgálatunk adatai szerint a technológiába illesztett vetésfehérítők ellen irányuló védelemben részesített parcellák malomipari jellemzői a malmi III kategória alatt teljesítettek. Az is jól látható, hogy a sütőipari értékek a védekezés tényére visszavezethetően bizonyos paraméterek (nyers fehérje és szedimentációs index) malmi I-es kategóriáját, míg más értékek vonatkozásában (nedvessikér tartalom, Hagberg-féle esésszám) malmi III kategória szintjét érték el. A vizsgálat viszont kristály tisztán rámutatott, hogy a vetésfehérítők kártételét megfékezendő kémiai állományvédekezések hiányában a betakarított búzatételek minősége szinte minden mért sütőipari érték (kivéve a szedimentációs indexet) tekintetében nem éri el a malmi III. kategória, vagy a B2-es elvárt sütőipari értékű tételek minőségi szintjét.

6. táblázat: Az állománykezelt és kezeletlen táblákról származó búza terményminták magyar szabvány (MSZ-08 6383:1998) szerinti minőségi besorolásának értékszámai

			magyar búza szabvány kategóriái				
minőségi jellemzők		dimenzió	javító	malmi I.	malmi II.	malmi III.	
hektolitertömeg minimum	MSZ	kg/hl	78	76	76	72	
	kísérleti eredményeink		75,8* ◀ 71,8 [#]				
nedvességtartalom maximum	MSZ	% (m/m)	14,5	14,5	14,5	14,5	
	kísérleti eredményeink		12,77* ◀ 11,32 [#]				
keveréktartalom maximum	MSZ	% (m/m)	2,0	2,0	2,0	2,0	
	kísérleti eredményeink		0,1* ▶ 0,3 [#]				
törött szem maximum	MSZ	% (m/m)	2,0	2,0	2,0	6,0	
	kísérleti eredményeink		0* ▶ 0,75 [#]				
sütőipari érték* min.	MSZ	min.csop.	A	B1	B2	-	
nyersfehérje-tart. minimum	MSZ	%	12,5	12,5	12,0	11,5	
	kísérleti eredményeink		112,72* ◀ 9,05 [#]				
nedves sikek minimum	MSZ	% (m/m)	34	30	28	26	
	kísérleti eredményeink		26,67* ◀ 17,32 [#]				
Hagberg esésszám minimum	MSZ	s	300	250	230	220	
	kísérleti eredményeink		220* ◀ 197,5 [#]				
szedimentációs érték min.	MSZ	ml		35	35	30	20
	kísérleti eredményeink		48,45* ◀ 32,07 [#]				

Magyarázat: *kezelt parcelláról származó minták eredményei [#]kezeletlen parcelláról származó minták eredményei ◀ az állománykezelés minőség javító hatása; MSZ: Magyar búza szabvány kategóriái kategóriánként előírt értékei

6. Következtetések

Vizsgálatunk megerősítette, hogy a vetésfehérítők okozta tavaszi levélkárok jelentős hatást gyakorolnak a megtámadott őszi búza növények fotoszintetikus aktivitására. Az inszekticiddel nem kezelt területeken a kártevő mintegy 20 nap alatt képes a fotoszintetizáló levélfelület közel 40 százalékának elpusztítására. A rovar egyedszámnövekedésével párhuzamosan a kialakított károk határozottan emelkedő, lineáris jelleget mutattak. A kártevő őszi búzában betöltött jelentős minőség és mennyiségi paramétereket meghatározó jelentőségét emelik ki Mazurkiewicz és munkatársai (2021) által végzett tanulmány is. Empirikus kísérletekre alapozott megállapításaik szerint a kalászosok legveszélyesebb kártevői a vetésfehérítő bogarak (*Oulema* spp.) közülük is a veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus* L.), melynek erős lárvakártétele esetén a növények levélfelülete 50, esetenként 80 százalékkal is csökkenhet, mindezzel akár 10-25 százalékos termésveszteséget is generálva.

A levélkártétel hatására bekövetkező fotoszintetikus aktivitás csökkenése egyértelműen regisztrálható volt a kísérleti területen. A levelek fotoszintetikus, asszimilációs tevékenységét reprezentáló SPAD index értékeiben bekövetkezett, esetenként 50 százalékot is meghaladó visszaesés mindenképp a szemekbe beépítendő értékes asszimiláták mennyiségi, minőségi hiányát váltják ki. Vizsgálati eredményeink megerősítik Lukács és munkatársai (2022) vetésfehérítő fajokkal végzett korábbi kísérletes eredményeit. Samu és munkatársai (2024) tanulmánya szerint egy vegetáció végén esetlegesen bekövetkező teljes levél defoliáció a búza ezerszem tömegének mintegy 22-29 százalékos visszaesését okozhatja. Bár a levélemeletek pusztulása tekintetében nem sikerült összefüggést kimutatnunk, bizonyított tény, hogy a közvetlenül a kalász alatt található zászlós levél sérülése gyakorolja a legnagyobb hatást a búza termésmennyiségi és -minőségi jellemzőire (Császár és mtsai 2021).

A vizsgálatunk igazolta, hogy a vetésfehérítők okozta károk a betakarított őszi búza tételek malom és sütőipari értékeire erőteljes, negatív hatást gyakorolnak. Egy esetlegesen elmulasztott védekezés az őszi búza terményminőségének erőteljes visszaesését generálja (Poberežny és mtsai. 2023). Mind a termény fizikai mutatóit reprezentáló malom ipari értékek, mind pedig a táplálóanyag tartalom minőségi beépülését mutató sütőipari értékek esetében is jelentős visszaesést regisztráltunk a kártétel hatására.

A vegetáció derekán bekövetkező erőteljes levélfelület károsítás hatására az asszimiláták szintézise zavart szenved, mely szemekbe beépülő fehérje tartalom csökkenésében is tetten érhető (Buntin és mtsai. 2004). Az vetésfehérítők vegetatív növényi szerveken kialakított

kártételének közvetett terményminőségre gyakorolt negatív következményeiről már több tudományos igényű munka beszámolt (Grčak és mtsai 2024). A Császár és munkatársai (2022) tanulmánya megerősítette, hogy kár mértéke nagymértékben függ a zászlós levelek sérülésének fokától. Minél nagyobb mértékű a zászlós levelek sérülése annál nagyobb mértékű lesz a táplálóanyag beépülési zavar, hiány a fejlődő szemekben.

A NIR gabonaelemző készülék segítségével történő minőségi értékek meghatározását célzó elemzés egyértelműen rámutatott, hogy a vetésfehérítők ellen irányuló vegetációba illesztett védekezés elhagyásának egyértelmű következménye a búzatételek minőségi kategóriájának jelentős visszaesése. A kártételek hatására egy jobb minőségi potenciállal bíró búza fajta sem képes malmi minőséget elérni, így csupán takarmánycént lehet a későbbiekben hasznosítani. E következmény egyértelműen bizonyítja, hogy egy vetésfehérítővel szemben, akár automatizmusként is működő technológiába illesztett védekezés elhagyása, jelentős gazdasági értékvesztés kiváltója lehet.

Összességében szabadföldi nagyparcellás kísérletünk rámutatott, hogy a minőségi őszi búza előállítás intenzív termesztéstechnológiai elemek alkalmazását követeli meg, melynek meghatározó eleme a vetésfehérítők ellen irányuló tavaszi inszekticides állománypermetezések időzített megvalósítása. Mindezen kémiai beavatkozásokat viszont a jelen és jövő elvárásainak megfelelően úgy kell kivitelezni, hogy az kielégítse az integrált növényvédelem (IPM) kritériumrendszerét.

7. Összefoglalás

Kutatásom témakörének megválasztásakor annak aktualitását, fontosságát, jelentőségét tartottam elsődleges döntési szempontnak. A nemzetközi, illetve a hazai adatok elemzése alapján, valamint az élelmezésben, takarmányozásban betöltött szerepe miatt az őszi búza termesztésére esett a választásom.

Az őszi búza termesztésének sikerességét meghatározó egyik legfontosabb szempont a feldolgozóipar által előírt minőségi kritériumok elérése. E minőségi paramétereket mind a malomipar, mind a takarmányipar szabványban rögzíti. A betakarított termés minőségét a technológia mellett az időjárás, valamint a fellépő kártevők által okozott veszteség együttesen befolyásolják.

A levélbogarak (Chrysomelidae) családjába tartozó vetésfehérítő bogaraknak négy faja ismert hazánkban. Ezek a veresnyakú árpabogár, veresnyakú zabbogár, kéknyakú árpabogár, kéknyakú búzabogár. A veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus* L.) károsítása a múltban és a jelenben is az őszi búza termesztés sikerességének egyik sarokpontja.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy meghatározzuk a levélfelület károsodás mértékét képelemzés (GIMP) felhasználásával, valamint a fotoszintetikus aktivitás változását SPAD index segítségével. Emellett azt is szeretnénk volna kideríteni, hogy milyen következményei vannak ennek a vegetatív károsodásnak a betakarított termés minőségére NIR gabonaelemzés segítségével.

Vizsgálatunk megerősítette, hogy a vetésfehérítők okozta levélkárok a vegetáció során jelentős hatást gyakorolnak a megtámadott őszi búza növények fotoszintetikus aktivitására. Az inszekticiddel nem kezelt területeken a kártevő mintegy 20 nap alatt képes a fotoszintetizáló levélfelület közel 40%-át elpusztítani. A rovar egyedszámnövekedésével egyenes arányban a keletkezett károk határozottan emelkedő, lineáris jelleget mutattak. A megtámadott levélszint esetében a károsodás mértékét a fotoszintetikus aktivitást jelző SPAD-index értékek több mint 40-50%-os csökkenése mutatja. A szakirodalomban fellelhető, kísérletekre alapozott megállapításokat, amelyek szerint a kalászosok egyik legveszélyesebb kártevői a vetésfehérítő bogarak (*Oulema* spp.), közülük is a veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus* L.), saját vizsgálataim is megerősítették.

A kísérlet igazolta, hogy a vetésfehérítők okozta károk a betakarított őszi búza tételek malom és sütőipari értékeire erőteljes, negatív hatást gyakorolnak, ami a fehérjetartalom esetében közel 30%-os, a Hagberg-féle esésszám esetében pedig 10%-os csökkenést eredményez.

Összességében szabadföldi nagyparcellás kísérletünk rámutatott, hogy a minőségi őszi búza előállítás intenzív termesztéstechnológiai elemek alkalmazását követeli meg, melynek meghatározó eleme a vetésfehérítők ellen irányuló tavaszi inszekticides állománypermetezések időzített megvalósítása. Az elmaradt inszekticides kezelés az őszi búza terményminőségének jelentős visszaesését vonja maga után. Mindezen kémiai beavatkozásokat viszont a jelen és jövő elvárásainak megfelelően úgy kell kivitelezni, hogy az kielégítse az integrált növényvédelem (IPM) kritériumrendszerét.

8. Irodalomjegyzék

- Barari, H. (2019) Investigating the damage caused by *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in wheat fields. *Plant Prot. (Sci. J. Agri.)* **2019**, *41*, 43-55. <https://doi.org/10.22055/ppr.2019.14152>
- Bokori J., Gundel J., Herold I., Kakuk T., Kovács G., Mézes M., Schmidt J., Szigeti G., Vincze L. (2003): Magvak és termések. pp. 185-191. In *A takarmányozás alapjai*. [K. n.] [H. n.]
- Buntin, G.D.; Flanders, K.L.; Slaughter, R.W.; Delamar, Z. D. Damage loss assessment and control of the cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in winter wheat. *J. Econ. Entomol.* **2004**, *97*, 374-382. <https://doi.org/10.1093/jee/97.2.374>
- Csajbók J., Izsáki Z., Jolánkai M., Kajdi F., Kismányoky T., Kiss J., Kruppa J., Nagy J., Sárvári M., Simits K., Simonné Kiss I., Szabó M., Szöllősi G., Szőcs Z. (2005): Búza. pp. 151-169. In *Növénytermesztéstan I.* Jolánkai M. (szerk.). Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Császár, O.; Tóth, F.; Lajos, K. Estimation of the expected maximal defoliation and yield loss caused by cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) larvae in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Prot.* **2021**, *145*, 105644. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105644>
- Császár, O.; Tóthné Bogdányi, F.; Tóth, F.; Lajos, K. Evaluation of two artificial defoliation methods to simulate damage by the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus*) larvae in winter wheat. *Acta Aliment.* **2022**, *57*, 115-126. <https://doi.org/10.1556/038.2022.00129>
- Győri Z., Győriné Mile I. (2011): *A búza és kukorica minősége és feldolgozása*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Keszthelyi S. (2016): *Szántóföldi növények kártevői*. Agroinform, Budapest

- Kher, S. V.; Dosdall, L. M.; Cárcamo, H. A. Biology, host preferences and fitness of *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a recent invasive pest in Western Canada. *Arthropod-Plant Inte.* **2016**, *10*, 365-376. <https://doi.org/10.1007/s11829-016-9446-8>
- Lampert, E. P.; Haynes, D. L. Population dynamics of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), at low population densities. *Environ. Entomol.* **1985**, *14*, 74-79. <https://doi.org/10.1093/ee/14.1.74>
- Lukács, H.; Jócsák, I.; Somfalvi-Tóth, K.; Keszthelyi, S. Physiological responses manifested by some conventional stress parameters and biophoton emission in winter wheat as a consequence of cereal leaf beetle infestation. *Front. Plant Sci.*, **2022**, *13*, 839855. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.839855>
- Mazurkiewicz, A.; Jakubowska, M.; Tumialis, D.; Bocianowski, J.; Roik, K. Foliar application of entomopathogenic nematodes against cereal leaf beetle *Oulema melanopus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) on wheat. *Agron.* **2021**, *11*, 1662. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081662>
- Olfert, O.; Weiss, R. M.; Woods, S.; Philip, H.; Dosdall, L. Potential distribution and relative abundance of an invasive cereal crop pest, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), in Canada1. *Can. Entomol.* **2004**, *136*, 277-287. <https://doi.org/10.4039/n03-073>
- Pepó P., Sárvári M., (2011): *Gabonanövények termesztése*. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. Debreceni Egyetem, Debrecen
- Pobereźny, J.; Wszelaczyńska, E.; Lamparski, R.; Lemanowicz, J.; Bartkowiak, A.; Szczepanek, M.; Gościnną, K. The impact of spring wheat species and sowing density on soil biochemical properties, secondary plant metabolites' content and *Oulema* ssp's presence. *Peer J*, **2023**, *11*, e14916. <https://doi.org/10.7717/peerj.14916>
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria **2021**, <https://www.R-project.org/>
- Radics L. (2008): *Növénytermesztő mester könyve*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest

- Samu, F.; Szita, É.; Simon, J.; Cséplő, M.; Botos, E.; Pertics, B.; Růžicková, J.; Gerstenbrand, R.; Rakszegi, M.; Elek, Z.; Vida, Gy.; Tholt, G. Cereal leaf beetle (*Oulema* spp.) damage reduces yield and is more severe when natural enemy action is prevented. *Crop Prot.* **2024**, 106893. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106893>
- Steinger, T., Klotzli, F., Ramseier, H. (2020). Experimental assessment of the economic injury level of the cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in winter wheat. *J. Econ. Entomol.* 113, 1823–1830. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa080>
- Tóth, Z. (2013). Minőség. In: Kismányoki, Tamás (szerk.) Versenyképes búzatermesztés. Budapest, Magyarország : Mezőgazda Kiadó (2013) 288 p. pp. 233-241. , 9
- Wellso, S.G.; Hoxie, R.P. Biology of *Oulema*. In: *Biology of Chrysomelidae*. Jolivet, P., Petitpierre, E., Hsiao, T.H., Eds.; Series Entomologica, Springer, Dordrecht, 1988; Volume 42, pp. 497-511 https://doi.org/10.1007/978-94-009-3105-3_29
- Willocquet, L.; Aubertot, J.N.; Lebard, S.; Robert, C.; Lannou, C.; Savary, S. Simulating multiple pest damage in varying winter wheat production situations. *Field Crops Res.* **2008**, 107, 12-28. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.12.013>
- Wilson, M.C.; Shade, R.E. Survival and development of larvae of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopa* (Coleoptera: Chrysomelidae), on various species of Gramineae. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **1966**, 59, 170-173. <https://doi.org/10.1093/aesa/59.1.170>
- Markóné Nagy K. (2000). Vetésfehérítők. In: Keszthelyi S. (ed.): *Védekezés hazánk jelentős szántóföldi kártevői ellen*. Agrofórum Kiadó Kft., Szekszárd, pp. 65-69.
- Radics L.; Borsos J.; Pusztai P.; Szemán L.; Tomposné L. V., (1994): *Szántóföldi növénytermesztés*. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kertészeti Kar, Budapest
- Grčak D., Knežević D., Grčak M., Gošić-Dondo S., Dodig D., Raftery V. K., Gudžić S., Aksić M., Nikolić K. Damages in wheat varieties caused by cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) under treatment by insecticides *Ann. University of Banja Luka. Am.* **2024**, 131-137. DOI:[10.7251/ZARS2401131G](https://doi.org/10.7251/ZARS2401131G)

Webes források:

<https://agraragazat.hu/hir/gabonavizsgalati-modszerek-es-eszkozok/>

<https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-2023/index.html>

https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0097.html

https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html