

DIPLOMADOLGOZAT

Kópis Patrik Csaba

2024



Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Növénytermesztési-tudományok Intézet

Agrármérnöki osztatlan képzés

**A REPCESZÁR-ORMÁNYOS (*CEUTORHYNCHUS PALLIDACTYLUS*
MARSHAM, 1802) CT KÉPALKOTÁSSAL TÖRTÉNŐ ELEMZÉSE**

Témavezető: **Prof. Dr. Keszthelyi Sándor**, egyetemi tanár
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Agronómia Tanszék

Társ-témavezető: **Gerbovits Bálint**, PhD hallgató
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Agronómia Tanszék

Készítette: **Kópis Patrik Csaba**

Kaposvár
2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Célkitűzések.....	4
3. Szakirodalmi áttekintés	5
3.1. Az őszi káposztarepce termesztésének sajátossága és volumene.....	5
3.2. Az őszi káposztarepce felhasználása	6
3.3. Az őszi káposztarepce növényvédelme	9
3.4. Az őszi káposztarepce kártevői ellen való védekezés	12
3.5. Száraknázó fajok bemutatása.....	14
3.5.1. A <i>Ceutorhynchus</i> nem jellemzői.....	14
3.5.2. Repceszár-ormányos.....	14
3.6. Képkalkotó technikák alkalmazása a növénytudományokban	16
4. Saját vizsgálatok.....	19
4.1. Anyag és módszer	19
4.1.1. CT képkalkotás lebonyolításának metodikája	19
4.2. Statisztikai elemzések	21
5. Eredmények és értékelésük.....	23
6. Következtetések és javaslatok.....	26
8. Irodalomjegyzék.....	31
9. Táblázatok és ábrák jegyzéke	36
10. Köszönetnyilvánítás	37

1. Bevezetés

Az őszi káposztarepce Magyarország egyik meghatározó olajipari növényévé vált az elmúlt évtizedekben. Térhódításával a növényvédelmi munkák száma is megnövekedett. Mára a kezdetben extenzív csupán néhány kezelést igénylő növényből egy intenzív technológiát kívánó növény lett. A növényvédelmi és növényápolási munkák száma egy szezon alatt elérhetik a tízet, de akár egyes években a kártevői nyomás miatt meg is haladhatják azt. Az új fajták megjelenése egyre nagyobb felhasználhatóságot eredményezett. Megjelentek az új beltenyésztes vonalak, mint például a MSL (Mänlicher Sterilität Lembke) és az OGU-INRA CMS (Cyto- plasmatic Male Sterility). E szaporítóanyagok már felhasználhatók a festék és a kozmetikai ipar számára mindemelett már humán táplálkozási-, és takarmányozási célokra felhasználhatók. Emellett nagyon jelentős az energetikai célú felhasználása. A repcemagból kiperéselt olaj a biodízel egyik fő alapanyagául szolgál az Európai országokban, mivel az Európai Unió egyre inkább támogatja a megújuló energiaforrásokat, vetésterülete emiatt valószínűleg tovább fog növekedni. A préselés után visszamaradt repcepogácsa értékes takarmánya a monogasztrikus állatok számára, felhasználása azonban állatfajonként eltérő és limitált. A repce kártevő közössége igen népes, egészen ősztől a virágzásig számtalan faj károsítja. A legnépesebb közösséget az ősszel támadó kártevők teszik ki. Az enyhülő telek sok kártevő faj túlélését teszik lehetővé, ezáltal a kártétel fokozódik. Károsításukat sokszor már csak a megjelenő kárképek alapján realizálhatjuk. Ezen esetekben a pontos előrejelzéssel egybekötött védekezés az egyetlen módja a károsítás elkerülésének. A repcét károsító, rejtett életmódú kártevők károsítása súlyos növényegészségügyi aggályok előidézői lehetnek.

A rejtett életmódot folytató kártevők megismerésében nyújtanak nagy segítséget a roncsolásmentes képalkotó technológiák, ilyen például a CT (computer tomográfia). E képalkotó technológia alkalmazásával úgy tudunk felvételeket készíteni, hogy a növényi részeket egyáltalán nem kell felnyitni, roncsolni. Pontosan felmérhető vele a kártevő által okozott kártétel, kártevők száma, eloszlása a növényen belül. Ezzel új perspektívából vizsgálhatjuk a repce szárazkászó fajait. Így pontosabb képet kaphatunk az adott kártevő károsításról és annak mértékéről, illetve az egy szárban található kártevők számáról és csoportosulásáról. A feltárt adatokat segítséget nyújthatnak egy pontosabb védekezési stratégia kialakításához.

2. Célkitűzések

A vizsgálatuk célja az őszi káposztarepce súlyos növényegészségügyi problémáját okozó, rejtett életmódú repceszár-ormányos kártételének feltérképezése, roncsolás mentes CT képalkotó technológia segítségével.

A CT képalkotó technológia segítségével egyedi és újszerű megközelítésből járulhatunk hozzá e fajjal szemben történő sikeres védekezési eljárás megvalósításához.

Továbbiakban célunk volt rávilágítani e jelentős repcekártevő, mint a repceszár-ormányos gyakorlatban tapasztalható súlyos gazdasági értékvesztése hátterében meghúzódó tevékenysége rejtett emberi szem elől elzárt folyamatainak sajátosságaira, törvényszerűségeire.

Mindezzel a repcetermesztésben jelentkező gazdasági káresemények miértjeire és mindezidáig megválaszolatlan anomáliáira kívántunk részben választ keresni és találni.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Az őszi káposztarepce termesztésének sajátossága és volumene

Az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*.) az elmúlt években Magyarországon az egyik legmeghatározóbb olajnövényévé vált, köszönhetően annak, hogy megnőtt a növényi olajok iránti kereslet (Hingyi, 2005; Pepó, 2010; Tikász és Varga, 2013).

A repce jól beilleszthető a hazai vetésszerkezetbe, mivel kitűnő agronómiai tulajdonságokkal rendelkezik (Eőri, 2005). Termesztése könnyen megoldható, mert a gabona termesztés gépei is alkalmasak a célra (Crammer, 1990). A szántóföldön termesztett kultúrák közül a repce az, melynek pozitív hatása van a talaj szerkezetére és termékenységre (Scheller, 1987). Gyorsan lebomló szára és levele van, mely nagy nitrogén tartalommal rendelkezik, amit a vetésforgóban az utóvetemény is jól tud használni. Az őszi káposztarepce termesztéstechnológiája jelentősen megváltozott az elmúlt 15 évben. A cukorrépa folyamatos kiesésével a legintenzívebb kultúrák egyikévé nőtte ki magát Magyarországon. Mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy a növény vegetációjában elvégzett növényvédelmi kezelések száma elérheti, de akár meg is haladhatja a tízet. A repce eredményes termesztése megköveteli a fokozott gyomirtást, és a kórokozók elleni őszi és tavaszi védelmet, valamint az akár 3-4 alkalommal is beiktatott rovarölő permetezéseket. Mindemelett a megismételt morforegulátoros kezeléseket. Tavasszal a fejtrágya adagokat megosztva célszerű kijuttatni. A repce termesztéséhez hozzá tartozik a vegetáció végére időzített becőragasztás, illetve állományszárítási beavatkozások a pergési veszteség elkerülése végett. A felvázolt technológiai elemek száma és szükségessége egyértelműen alátámasztja a növény termesztésének intenzív jellegét (Keszthelyi és Gerbovits, 2024). Mindezek ellenére napjainkat tekintve a repce az egyik legkeresettebb, legjobban eladható, profitábilis növénynek mondható (Kiss, 2013b).

A talajművelés fejlődésével és az új irányzatok megjelenésével, mára felértékelődött a nedvességmegőrző módszerek szerepe, amelynek fontos eszköze a mély-, és közép mély mulcskultivátor. Ezen irányzatok illetve a tudatos termelő célja a talajban lévő víz megőrzése, a talaj vízbefogadó képességének javítása, továbbá a talaj szerkezetességének és szervesanyag-tartalmának egyidejű növelése (Kiss, 2013a). Az eredményes repce termesztés sarkalatos pontja a megfelelő magágy előkészítése, mivel apró magvú növény, ez biztosítja az egyenletes kelést és zavartalan fejlődést. A repce kellően aprómorzsás a vetés mélységében megfelelően tömörített magágyat igényel mely egyenletesen nyirkos a vetés mélységében (Birkás, 2007).

Alapszabálynak tekinthető, hogy a magány minősége fontosabb, mint a vetésidő, mely a mostani termesztési módszerekben sokszor eléggé kitolt (Blum, 2002).

A repce termesztés intenzitásának növekedése miatt megnőtt a felhasznált tápanyagok mennyisége. A tápanyagok közül a foszfort és a kálium adagot a vetés előtt célszerű a talajba juttatni. A szükséges nitrogén adagot elosztva folyamatosan juttatjuk ki a vegetáció során. Megállapítható, hogy 1 tonna repce mag előállításához a talajból 55 kg/t N-t, 35 kg/t P₂O₅-t és 43 kg/t K₂O-t vesz fel (Antal, 2000).

Az új korszerű vetőgépek megoldást jelentenek a repce apró magjának a vetésére. Ezek a direkt vetőgépek egy menetben is el tudják végezni a magány előkészítést és a vétés utáni talaj visszatömörítést is. Légrádi (2012) vizsgálatai szerint a vetés különös gondosságot igényel, mivel az itt elkövetett hibákat már nem lehet korrigálni. A vetést tekintve nem csak a gépi háttér változott meg. A korábbi magas 8-10 kg/ha-os vetőmag normákat felváltotta a mindösszesen 3-4 kg/ha-os vetőmagmennyiség, ennek oka, hogy míg régebben hagyományos fajtákkal dolgoztunk, addig mára elsősorban hibrid repcét vetünk. A heterózishatásból adódóan a hibridek vitalitása erősebb és nagyobb a terméspotenciáljuk (Papp, 2011). A régebben alkalmazott gabona sortávot felváltotta a dupla gabona sortáv, de akár a 45 vagy esetleg a 75 cm-es sortáv sem ritka ma már, mivel a növény a különböző sortávolságokban történő termesztést jól tolerálja és egyaránt képes gazdasági haszonnal bíró termésmennyiség realizálására valamennyi vetésforma esetén. A repcetermesztésben a tenyészterület nagysága a fontos és nem az alakja a lényeg (Honti és Papp, 2007; Szabó, 2009).

Termesztésének volumene a 2000-es évektől rohamos, más kultúrákhoz nem hasonlítható növekedést mutatott egészen 2019-ig, ezt elsősorban sokoldalú felhasználásának köszönheti. Az utóbbi pár évben viszont főképpen klimatológiai és piaci tényezőkre visszavezethetően több mint százezer hektáros visszaesés volt tapasztalható a hazai termesztésében (Keszthelyi és Gerbovits, 2024). A központi statisztikai hivatal legfrissebb adatai szerint 2023-ban tovább csökkent a repce betakarított területe, a 2022. évitől 7,6%-kal elmaradva, 189 ezer hektárra szűkült (KSH, 2024).

3.2. Az őszi káposztarepce felhasználása

Az extrahált repcedara jelentősége megnőtt az utóbbi időben. Egyrészt ez köszönhető új nemesített fajtáknak, mint például a dupla és a tripla nullás fajták, mivel ezek már jóval kevesebb antinutritív anyagot tartalmaznak, másrészt annak, hogy a bioüzemanyag előállítás folyamatos felfutásban van. A biodízel fő alapanyaga Magyarországon általában a repce, más

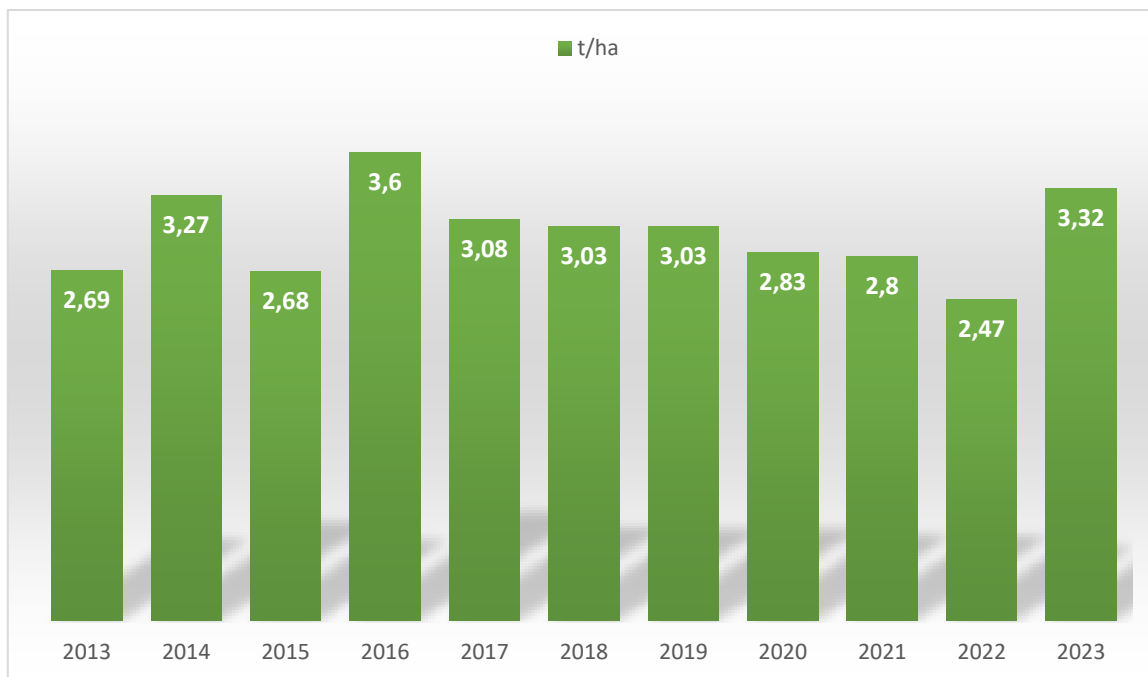
országokban a szóját és a napraforgót is felhasználják ilyen célra. A biodízel gyártása során első lépésben a repcemagot lepréselik, majd az így megkapott olajpogácsát extrahálják, a folyamat végén pedig extrahált repcedarát kapunk. Az így kapott nyersolajat észterezik így felhasználhatóvá válik a dízelüzemű motorokban (Babinszky és Halas, 2019). A repce magja nagyjából 44-50% olajat tartalmaz, melynek 85-95% át tudjuk kinyerni, a többi a préselés után a pogácsában marad vissza, javítva annak etethetőségét. Az így megkapott olaj nehezen éghető és a hagyományos motorokban lerakódást okoz, ezért észterezik. Hazai viszonyok között átlagos körülmények esetén repce esetében 1,8 ha szükséges 1000 liter biodízel előállításához, mely a vetésváltás és az ingadozó termésátlagok miatt (1.ábra) 6-7 ha-t jelent (Bai, 2006). A feldolgozás során az olajkinyerés miatt a repcemag fehérjetartalma koncentráldódik. Kiváló fehérjeforrás lehet, habár az extrahált szójadara fehérjetartalmától elmarad. Aminosav tartalma kedvezőnek mondható. Lizin és kéntartalmú aminosavak aránya jobb, mint a szója esetében. Nyersrosttartalomban szója és a napraforgó között helyezkedik el. A 12–13%-os rosttartalom miatt brojler vagy malac nevelése során a felhasználható mennyisége korlátozott 5–10% (Babinszky és Halas, 2019). Abban az esetben, amikor fizikai eljárást préselést vagy sajtolást alkalmazunk a melléktermék az ún. repcepogácsa. A préselés történhet alacsonyabb és magasabb hőfokon, akár 100°C felett. A technológiai lépések jelentős hatással vannak a végtermék tulajdonságaira és tápláléértékére. A préselés előtt alkalmazott vízhozzáadás például segíti a hőleadást, így a fehérjéket roncsoló Maillard-reakció kockázata és mértéke kisebb lesz, a képződő vízgőz a poláris glükozinolátok egy részét eltávolítja a rendszerből, ezáltal csökkenti a káros anyagok mennyiségét a pogácsában. Harmadrészen a rostot gyakorlatilag megfőzi a forró vízgőz, amivel javítja a rost emészthetőségét (Oroszi és Tóth, 2017).

A szójadara repcetermékekkel történő nagyobb részarányú helyettesíthetőségét a kisebb fehérje-, és lizintartalom mellett, főleg a nyersrosttartalma korlátozza. A nagyobb nyersrosttartalom a monogasztrikus állatok esetében jelentősen rontja a táplálóanyagok látszólagos emészthetőségét, így hiába nagyobb a repcetermékek nyerszsírtartalma, a monogasztrikus állatok számára a repcepogácsa és a repcedara energiatartalma alacsonyabb az extrahált szójánál (Tóth, 2014).

További problémát jelentenek a repce antinutritív hatású összetevői, amelyek rontják a takarmány ízletességét, a táplálóanyagok emészthetőségét, továbbá negatív hatással vannak a létfontosságú szervek állapotára is. Napjainkban a különböző nemesítési eljárások során kifejlesztett duplanullás repce erukasav-tartalma alacsony, általában kevesebb, mint 1-2%. A tripla-, illetve tetranullás repcefajtákban lévő erukasav- és glükozinolát-koncentráció pedig

számottevően kisebb, így azok negatív takarmányozás-élettani hatása szinte elhanyagolható. A jó minőségű repcefajták magjában a glükozinolát-tartalom 20–30 $\mu\text{mol/g}$. A fentebb említett tényezők közül kifolyólag a gyakorlat számára nem javasolt az extrahált szójadarát teljes mértékben extrahált repcedarával és/vagy repcepogácsával helyettesíteni. Ennek ellenére a repcealapú termékek értékes takarmány-alapanyagok, amennyiben az alkalmazási dózisuknál figyelembe vesszük az etethetőségüket (Tóth, 2014). A repcepogácsa vagy dara 5–12%-os részarányú alkalmazásának a nevelő és a befejező tápokban nincs negatív hatása a brojlercsirkék fontosabb termelési mutatóira, mint például átlagsúly, súlygyarapodás, takarmányhasznosítás. A repcével kapcsolatos hazai és nemzetközi irodalmak eredményei ugyanakkor meglehetősen ellentmondásosak, ennek fő oka vélhetően az etetett repceforrások eltérő glükozinolát tartalma (Tóth, 2014). A nevelő és a befejező szakaszban az etetett takarmánykeverékek glükozinolát-tartalma nem haladhatja meg 25 $\mu\text{mol/g}$ -ot, ellenkező esetben a termelési mutatók romlásával számolhatunk. A glükozinolát-tartalom ellenőrzésére kell a nagyobb hangsúlyt helyezni. A brojlercsirkék takarmányadagjában az extrahált repcedara/repcepogácsa a nevelő szakaszban max. 10%, a befejező szakaszban max. 15%-os részarányban ajánlható (Tóth, 2014).

A tojótyúkok esetében az alkalmazott repcetermékek természetes termelési mutatókra gyakorolt hatásán túl azonban értékelni kell a tojás minőségének alakulását is. A szín mellett a tojás illatát is befolyásolhatja a repcedara etetése. A repcében kb. 1% mennyiségben található szinapin lebontása során keletkező trimetilamin tehető felelőssé a halszagért, ami megjelenik tojásban. A trimetilamin biokémiai átalakítása azonban nem tökéletes néhány tojóhibridben. Éppen ezért csak egyes tojóhibridek takarmányozásában lehetnek perspektivikus takarmánykomponensek. A tojótyúkoknál az extrahált repcedara felhasználása max. 8%-ban, míg a repcepogácsa 4%-nál kisebb részarányban javasolható. A tojótáp glükozinolát-tartalma nem haladhatja meg a 1,5 $\mu\text{mol/g}$ értéket (Tóth, 2014). A hízósertések takarmányozásában az alacsony glükozinolát-tartalmú extrahált repcedara etethetőségének felső határa 15%, felette súlygyarapodás, takarmányfelvétel, takarmányértékesítés, illetve a vágási paraméterek romlásával kell számolni. A hizlalás végső szakaszában ajánlatos korlátozni a repcepogácsa etetését az elzsírosodásra való hajlam növekedése, illetve a lágyabb szalonna miatt, amit a repceolaj nagyobb nyerszsír, ezen belül is a többszörösen telítetlen zsírsavtartalma okoz (Tóth, 2014).



1. ábra. Az őszi káposztarepce termésátlagának változása az elmúlt 11 évben. (Forrás: KSH 2023 adatai alapján, saját szerkesztés)

3.3. Az őszi káposztarepce növényvédelme

Repcetermesztés biztonságossága érdekében fontos a megfelelő talajelőkészítés és a vízmegőrzés. A fehérpenészes rothadás (*Sclerotinia sclerotiorum* de Bary) mely a repce egyik legjelentősebb korokozója. A szkleróciumok a talajban akár 4-5 évig is életképesek tudnak maradni, emiatt fontos a vetésforgó betartása. Hasznos mikrogombákat tartalmazó biopeszticid készítményekkel ez az időkorlát lerövidíthető. A magágykészítés idején már a védekezést megkezdhetjük. Az utolsó magágykészítési művelettel egy menetben a talaj felszínére kijuttatott *Coniothyrium minitans* spórákat tartalmazó készítményt dolgozzuk be a talajba. A készítmény használatával csökkenthető a talaj szklerócium tartalma (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014). A további gombás megbetegedések ellen melyek szintén csírázáskor támadnak, mint például az *Alternaria*, *Phytium*, *Rhizoctonia* és *Phoma* fajok vetőmag csávázással védekezhetünk. A repce vetése előtt a talajban élő és több éven keresztül fejlődő talajlakó kártevők ellen védekezhetünk hatékonyan talajfertőtlenítő készítményekkel. E kezelések főként a drótférgek, áldrótférgek és a pajorok ellen irányulnak, melyek erőteljes rágó szájszervvel rendelkeznek és felszaporodásuk, tömeges jelenlétük esetén jelentős csíranövény pusztulással hívják fel magukra a figyelmet. Rovarölőszeres csávázással lehetséges a fiatal növényeket károsító nagyrepcebolha (*Psylliodes chrysocephala* L., 1758), repce gubacsormányos (*Ceutorhynchus pleurostigma* Marsham, 1802) és repcedarázs (*Athalia rosae* L., 1758) lárvák, illetve a keresztesek földibolhái (*Phyllotreta* spp.), kis káposztalégy (*Delia*

radicum L., 1758) kártételének megakadályozása a növény juvenilis időszakában. Vetés után kelés előtt végezzük a preemergens gyomirtó szeres kezeléseket. Amennyiben a rovarölő szeres csávázás hatástalan volt vagy elmaradt a szikleveles növényeket a repcebolha és különböző földibolhafajok károsíthatják (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014). A levélbogarak kártétele ellen állománypermetezést célszerű végezni abban az esetben, ha a kártétel a növények 10%-án 2 rágásnyom található. A kora őszi posztemergens gyomirtás időszaka a repce szik-négyleveles állapotában végzendő (Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A repceállomány 4-8 leveles állapotában rendszeresen figyelni kell a repcedarázs és a mustárdarázs (*Athalia glabricollis* Thomson, 1870) álhernyóinak megjelenését, számukra kedvező az enyhe őszi klíma. Az álhernyók esetében védekezni kell, ha a számuk eléri a 2-10 lárva/m² egyedszámot és még mielőtt elérnék az L3 lárvastádiumot, mert az ennél idősebb lárvák rövid idő alatt jelentős károkat tudnak okozni a nagy táplálékigényük miatt (Lőrinczné és Sáringer, 2006). A kifejlett álhernyók már rendkívül rövid idő alatt tarrágást képesek okozni.

Rozettás fenológiai stádiumban preventíven védekezhetünk a *Leptosphaeria maculans* (Sowerby P. Karst 1873) okozta levéltünetek kialakulása ellen. Az őszi regulátoros kezelések hozzárendelhetők valamely rovarölő szeres kezeléssel, ezzel is csökkentve a költségeket. Fontos az állomány folyamatos vizsgálata a betegségek felmérése miatt. Védekezhetünk preventív módon a repce leptoszfériás betegsége ellen is. Amennyiben indokolt, úgy a tavaszi posztemergens kezeléseket általában a repce 4-6 leveles állapotában célszerű végezni, mikor a gyomok szik-kétleveles fejlettségben vannak (Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A kitavaszkodás évjáratonként eltérő lehet. A hőmérséklet fokozott emelkedésével megjelennek az első kártevők is a repcetáplákon és a repcénél elkezdődik a szárba indulás. A repceszárormányos (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham, 1802) és a nagy repceormányos (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837) megjelenésére elsők között kell számítani. A repceszárormányos áttelelő imágói már 7-8°C hőmérséklet fölött elhagyják a telelőhelyet és 15 °C fölött tömegesen repülnek (Lőrinczné és Sáringer, 2006). Megjelenésüket sárgatálás módszerrel lehet nyomon követni. Abban az esetben, ha a hálózással megállapított egyedsűrűségük a 10-20 imágó/10 hálósapás szintet eléri, akkor a kártétel csökkentése érdekében rovarölő szeres állománypermetezést kell végezni. Az imágó a repce felső levélnyelébe rakja tojásait, majd a kelést követően a lárvák a szárba vándorolnak. Kártételük során elfogyasztják a bélszövetet, csökkentve ezzel a szár szilárdságát. Az így károsított növény megdől, ezáltal a termés mennyisége csökken és a minősége is romlik (Lőrinczné és Sáringer, 2006). Sok esetben a később károsító repcefénybogár (*Brassicogethes aeneus* Fabricius, 1775) és a repcebecő-

ormányos (*Ceutorhynchus assimilis* Paykull & G.de, 1792) együtt csapdázható a repceszár-ormányossal. A kora tavaszi károsítók ellen védekezésre széles választékban számos inszekticid hatóanyag áll rendelkezésre. A védekezést lehetőség szerint bór tartalmú mikroelem trágyák kijuttatásával együtt célszerű végezni. Így a költségtakarékos technológia alkalmazásával kielégítő hatású védelem is elérhető. Ebben az időben juttathatók ki második alkalommal a regulátor hatású fungicidek. E permetezések célja a kora tavaszi betegségek visszaszorítása, a termésbiztonság megalapozása és a téli stressz okozta károsodások gyorsabb kiheverésének elősegítése. Bizonyos gyomirtó szerek tavasszal kijuttathatók a virágbimbók megjelenéséig (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A generatív részek (rügyképzés, zöldbimbós állapot) képzésétől megjelenő kártevők elleni védekezések a repce védelmének fontos állomásai. E kártevők elleni védekezés sikeressége alapvetően meghatározza az adott év repcetermesztés eredményességét és egyben az ágazat versenyképességét is. Amennyiben a légköri hőmérséklet 15°C fölé emelkedik a repce zöldbimbós állapotától elsősorban a fénybogarak betelepedésével kell számolni. Az ekkor támadó *Brassicogethes* fajcsoportból a domináns repcefénybogarat (*B. aeneus*) érdemes kiemelni (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014). Lárvája és imágója is egyaránt kártevő, pollentáplálkozásuk következtében megrágják a fejlődő bimbókat, illetve a növény ivarleveleit. A védekezés abban az esetben szükséges, amikor növényenként 3-5 db imágót találunk. Ezen időszakban hosszú hatástartamú készítmény már nem alkalmazható. A permetezéseket méhkímélő technológia szem előtt tartásával kell megvalósítani. A megjelenő virág szirmokkal egyidejűleg megjelennek a fruktofág kártevők is, amelyek elsősorban a megtermékenyített becőkön okoznak kárt (Keszthelyi és Kazinczi, 2014). E fajok a repcebecő-ormányos (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham, 1802), a repcebecő-gubacsszúnyog (*Dasineura brassicae* Winnertz, 1853) és a bundásbogár (*Tropinota hirta* Poda, 1761). Az ellenük való a korai kezeléseknek óriási jelentősége van a jó termésmennyiség elérésében, de ez egyben csökkenti a botritiszes betegség fellépésének kockázatát is. Amennyiben a repce virágzása elhúzódik, úgy szükség lehet több kezelésre is. Jó hatással bír, ha a repcét teljes virágzásban gombaölő szeres védelemben részesítjük. Ebben az időszakban tulajdonképpen ez a harmadik regulátor hatású fungicides kezelés. Eredményként a becők egységesen erősek lesznek, nem nyílnak fel akkor sem, ha nem végzünk állományszárítást, bár a becő felnyílás fajta-, hibrid függő tulajdonság (Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

Fontos, hogy a repce minél kisebb veszteséggel kerüljön betakarításra, melyre a deszikkáló szerek hatékony megoldást nyújtanak. A készítmények hatásmechanizmusuk szerint két

csoportba sorolhatók: regulátor típusú érés gyorsítók és a gyomirtó szer típusú deszikkánsok (Lőrinczné és Sáringer, 2006). Az érés gyorsítók alkalmazása mellett lehetőség van szempergést csökkentő ragasztóanyagok kipermetezésére is, ezek a pergési veszteségek csökkentésére alkalmazhatók. A készítmények a beőtermésekre ragadva akadályozzák azok felnyílását és a magok kipergését. A két szert egyszerre is ki lehet juttatni (Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

3.4. Az őszi káposztarepce kártevői ellen való védekezés

Repcedarázs ellen úgy védekezhetünk agrotechnikai eljárással, hogy az előző évi környező repcevetésektől betartjuk a megfelelő izolációs távolságot. Az optimális agrotechnikai feltételek, mint például a jó táperőben lévő talaj, a megfelelő időben végett talajelőkészítés, vetés és gyomirtás elősegítik a kevésbé károsított növényállomány regenerálódását. A késői vetés alkalmazásával sem lehet hatékony védelmet megvalósítani a későn megjelenő imágókkal szemben. Eredményes lehet azonban a betakarítás utáni tarlótárcsázás, amely a nyár végi hernyó populációt megsemmisíti. Kémiai védekezés esetében az állománykezelés célja a tojásból kikelt lárvák elpusztítása. A forgalomban kapható engedélyezett kontakt és szisztémikus készítmények eredményes felhasználása a pontos előre jelzéstől függ. Úgy időzítjük a permetezést, hogy a lárvák zöme kikeljen, de még ne érje el a 4., 5. lárvastádiumot, mert pár nap alatt tarrágást tudnak okozni a kifejlett lárvák (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A nagy repcebolha elleni védekezés kétféleképpen történhet, agrotechnikai és inszekticides megoldások alkalmazásával. A keresztes virágú gyomok irtásával csökkenthetjük a táblán található potenciális tápnövényeinek a számát. Az imágók ellen történhet a rajzási időszakra időzített állománypermetezéssel (Keszthelyi és Kazinczi, 2014; Lőrinczné és Sáringer, 2006). A repcegyökér-gubacsormányos kártételét a megfelelően trágyázott talajban fejlődő, egyenletesen kelő állomány képes kiheverni. Sárgatálak kihelyezésével történhet az előrejelzés és így a védekezést ehhez lehet időzíteni. Talajfertőtlenítő granulátumok alkalmazásával is jó eredményeket érhetünk el (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A kis káposztalégy ellen a leghatékonyabban a vetésváltás alkalmazásával illetve a károsított növényi maradványok megsemmisítésével tudunk védekezni. Szükséges esetben rovarölő szeres állomány kezelés is szükségessé válhat (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A repceszár-ormányos és a nagy repceormányos tavaszi előrejelzését és a repcetáblába való betelepedésük időpontját meghatározhatjuk sárgatálás megfigyelésekkel. Az állományban az

egyedszámukat hálózással tudjuk meghatározni. A védekezés hatékonysága a pontos előrejelzés függvénye (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014). Védekezni az imágók ellen lehet kémiai beavatkozással, melynek időpontja időjárástól függően március elejére tehető (Jablowski, 1903).

A repce fénybogarak ellen fontos, hogy a termesztés során az agrotechnikai műveletek úgy legyenek ütemezve, hogy a növényállomány fejletten teljen és tavasszal megfelelően regenerálódjon. Ezek mellett fontos, hogy a növényállomány egyenletes kelésű legyen. Az imágók betelepedésének meghatározása színcsapdák alkalmazásával történhet. A sárgatálakat kora tavasszal kell kitenni a rovarok korai rajzásához igazítva (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

Növényenként 3-5 imágó megléte, vagy a 10 hálócsapások során 80 db feletti imágószám, illetve a 10%-os bimbókártétel esetén növényvédő szeres kezelésre van szükség. Hideg időjárás esetén kevesebb imágószámnál és enyhébb bimbókártételnél is szükséges védekezni. A permetezést a fénybogár imágók tömeges betelepülésekor, lehetőleg a tojásrakást megelőzően kell elvégezni. A virágzásba belenyúló védekezés már későinek tekinthető, amely csupán a becőkártevők ellen tud védelmet nyújtani (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

A repcebecő-ormányos elleni kémiai védekezés szükségességéről a kora tavaszi rajzásmenet alakulásáról a sárgatál használatával tájékozódhatunk. A rövid előrejelzés az aktuális védekezési időpont meghatározásában nyújt segítséget. Védekezni az imágók ellen tudunk csak, melynek optimális időpontja a virágzás kezdete illetve a teljes virágzás időszaka (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014). Azonban a virágzó kultúrában végzett inszekticides védekezés csak a méhkímélő technológia alkalmazásával hajtható végre (Ruszin, 1975). A repcebecő-ormányos elleni védekezés egyben repcebecő-gubacsszúnyog ellen is védelmet nyújt. A repcebecő-gubacsszúnyog elleni agrotechnikai védekezés esetében fontos követelmény az egymást követő évek repcetábláinak tér,- és időbeli izolációja.

A fentebb említett repcebecő-ormányos elleni kezeléssel egyben védekezünk a repcebecő-gubacsszúnyog ellen is, így külön kémiai védekezésre általában nincs szükség (Lőrinczné és Sáringer, 2006; Keszthelyi és Kazinczi, 2014).

3.5. Száraknázó fajok bemutatása

3.5.1. A *Ceutorhynchus* nem jellemzői

A *Ceutorhynchus* nembe apró méretű ormányos bogarak tartoznak. Testméretük 5 mm körüli melyet ritkán halad meg. Az eddigi ismereteink alapján a nemnek több mint 500 faja ismert. Elterjedésüket tekintve a nem legtöbb tagja palearktikus elterjedésű. Számos faj Amerikában található meg, míg a keleti régiókban fellelhető fajok száma csekély. Hazánkban körülbelül 110 faj elfordulását tartják nyilván. Számítani lehet további 6 faj kárpát-medencei jelenlétével (Endrődi, 1968).

3.5.2. Repceszár-ormányos

A repceszár-ormányos (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham) egész Európában elterjedt faj, de ezen kívül megtalálható még Észak Afrikában, az Egyesült Államokban és Kanadában is (Jourdeuil, 1963; Endrődi, 1968). Magyarországon mindenhol megtalálható (Sáringer, 1962; 1967; 1978; Farkas, 1966).

A repceszár-ormányos a többi *Ceutorhynchus* genuszba tartozó fajtól fehér színű, négyzet alakú pajzsocskája segítségével jól el különíthető (2. ábra). Mérete 2,5-3 mm hosszúságú, ovális alakú. A tojásaik 0,5-0,6 mm-es fehér vagy sárgás színű, amely vízfelvétel következtében megduzzad. Lárvája barnás fejtokú, tejfehér testű kukac, amelynek három fejlődési stádiuma van. A báb talajban, bábkamrában élő szabad báb (Sajó, 1895). Egy nemzedékes faj, imágó alakban, obligát diapauzában telel át. Az imágói lomb és elegyes erdők avarjában 1-4 cm mélyen telelnek (Speyer 1921; Sáringer 1962a; Broschewitz, 1985). Ha a telelőhely elérte a viszonylag alacsony hőmérsékletet 7-9 °C-ot az imágók mozogni kezdenek, viszont repülni csak valamennyivel magasabb 10-15 °C-on fognak. Kezdetben csak kisebb távolságokat tesznek meg és az útjuk során fellelhető keresztesvirágú növényeken táplálkoznak. Amint a hőmérséklet meghaladja a 15 °C-ot megindul a tömeges betelepülésük a környező tápnövények tábláiba. A tápnövény megtalálásában a sárga szín és speciális illatanyagok egyaránt segítik a bogarakat megtalálni a tápnövényeket (Láska és mtsai., 1986). Hazai körülmények között, az időjárástól függően általában kétcsúcsú a rajzásgörbe (Ruszin, 1975; Sáringer, 1978). Tojásaikat legtöbbször a levélgyeletekbe esetleg a levelek vastagabb ereibe és szárába rakják. A nőtény tojásrakáskor kis üreget készít majd megfordulva 2-12 darab tojást rak egy csomóba.



2. ábra. Repceszár-ormányos imágója (Forrás: Agrobaze, 2024)

Ormányuk segítségével a tojásokat kialakított üreg mélyebb részébe nyomják, hogy megfelelő mennyiségű nedvességhez jussanak (Günthart, 1949). A nőstények hajlamosak lehetnek a kannibalizmusra, akár a tojások 1-2%-át is elfogyaszthatják. (Kozłowski, 1991). A repceszár-ormányos tojásainak vizet kell felvenniük ahhoz, hogy bennük megindulhasson az embrionális fejlődés. Ennek a folyamatnak az eredményeképpen eredeti méretük 2,25-szorosára duzzadnak meg (Günthart, 1949). A nedvesség és a hőmérséklet függvényében az inkubációs időszak tág keretek között 4-29 nap is változhat. A lárvák fejlődése 19-31 napot vesz igénybe, ami három lárvastádiumot követően fejeződik be. A kikelő lárvák a növény bél szövetét elfogyasztva fokozatosan a szár irányába haladnak és a levélnyelben járatot rágnak (3. ábra). Ahogy a rágás során eléri a szárat, a járatok a talaj felé irányulnak (Dmoch, 1959). A lárvák fejlődésüket befejezve a talajra esnek, majd 1-5 cm mélységbe ássák magukat. talajszemcsékből bábbölcsőt készítenek, előbábbá, bábbá, majd végül imágóvá vedlenek. A bábbá vedlésig nagyjából 3-5 nap telik el (Vogel, 1921). A bábállapot 12-26 napot vesz igénybe. Az előjövő új imágók a repce még zöld szár részeit és az érőfélben lévő becőket megrágnak, hogy zsírtestüket feltöltsék, majd nyár közepétől telőre vonulnak (Alford és mtsai., 1991). Előfordulását világszerte számos szerző kutatta, megállapították gyakori előfordulását és kártételét repcében (Sajó, 1895; Speyer, 1921; Madle, 1935; Baka, 1986). Hazánkban repcekártevőként 1952 óta ismert. Addig csak, mint a káposzta kártevőjét tartották nyilván.



3. ábra. Repceszár-ormányos lárvája és annak kártétele az őszi káposztarepce szárában
(Forrás: Shutterstock, 2024)

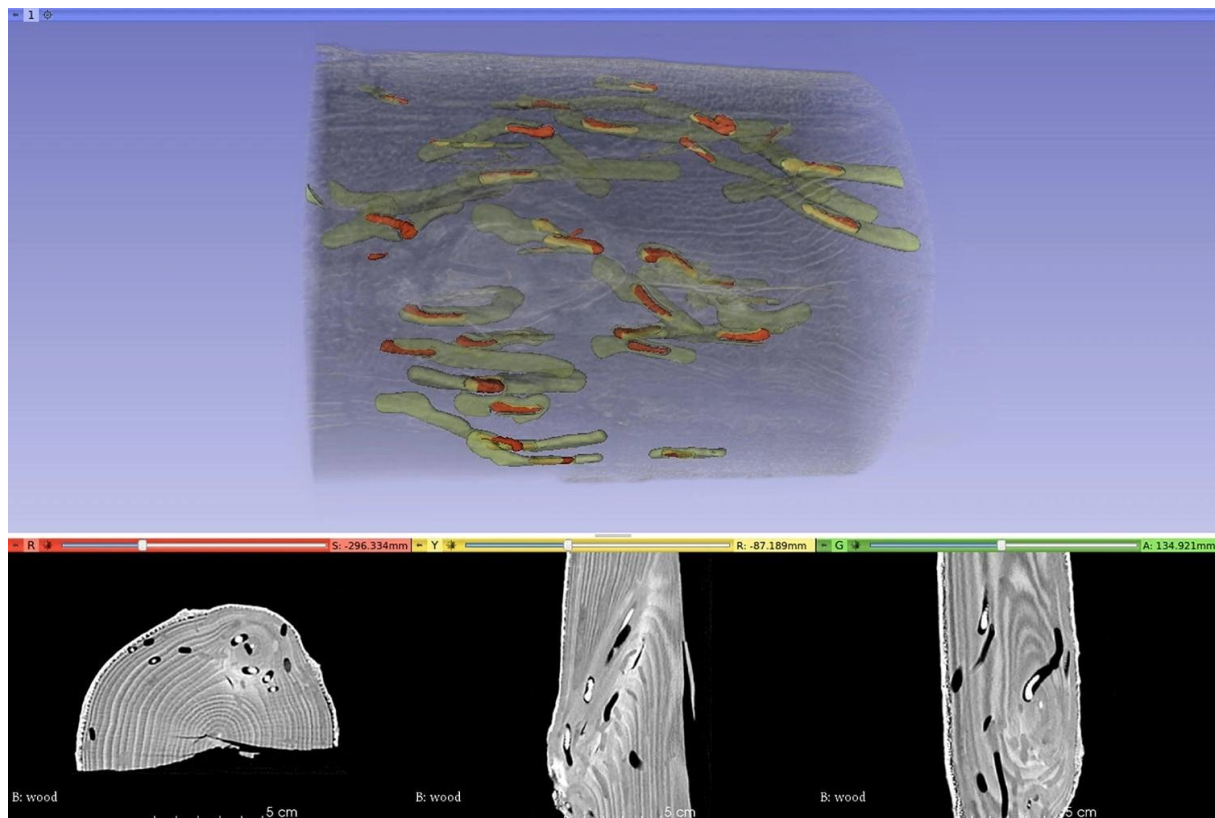
3.6. Képkalkotó technikák alkalmazása a növénytudományokban

A computer tomográfia (CT) röntgensugárzást használ a képkalkotáshoz, de ez a technika képes előállítani a vizsgált objektum térfogati elemeinek röntgenabszorpciós értékeit. Az adatgyűjtési eljárás során a röntgencső folyamatosan forog az objektum körül (X–Y síkban), miközben a vizsgálóasztal merőlegesen mozog erre a síkra (Z irányban). Ez az úgynevezett spirális adatgyűjtési mód a többszeletes CT rendszerben, ahol egy képrekonstrukciós algoritmus kiszámítja a 2D pixelértékeket, amelyek harmadik dimenzióját a szeletvastagság adja meg. Ezeknek a térfogati elemeknek (voxelek) radiodenzitási értékekkel rendelkeznek a Hounsfield-skálán (HU-Hounsfield Unit). Például a 1000 HU a levegőnek, míg a 0 HU a víznek felel meg. A CT folyamat eredménye egy HU-értékekből álló 3D mátrix, amely tartalmazza a vizsgált objektum voxeleit. A berendezések térbeli felbontása különböző. Manapság az orvosi CT vizsgálat szubmilliméteres térbeli felbontást produkál (pl. 250 μm), míg a mikro-CT szkennerek <10 μm -es felbontást ér el (Keszthelyi és mtsai., 2020; 2022a; 2022b).

Bár a mikro-CT-k jobb felbontást érnek el, a látómezőjük határozottan kisebb. A mikro-CT 5 μm -es részleteket képes megjeleníteni, körülbelül 12 cm széles látómezőt fed le, és 80 cm-es függőleges mozgástartományt biztosít, míg az orvosi szkennerek egy 50 cm átmérőjű (henger) és 150 cm hosszú objektumról képesek képeket készíteni. A CT az egyik leghasznosabb

roncsolásmentes technika, amely kvalitatív és kvantitatív eredményeket nyújt ionizált sugárzás használatával. Képes megjeleníteni a vizsgált objektumok textúráját és térfogati frakcióit. A sűrűségi paraméterek statisztikai elemzésre is használhatók a 3D térfogatban (Keszthelyi és mtsai., 2020; 2022a; 2022b). Ennek a technikának azonban vannak korlátai. Először is, amikor a legkisebb elérhető voxelméret nagy a vizsgált objektum méretéhez képest. Másodszor, a CT szkennelési folyamat során más káros hatások is előfordulhatnak, például a fémes anyagok által okozott artefaktumok jelenléte. A tomográfiai rekonstrukcióhoz mozdulatlan objektum szükséges, amely nem mozog a CT vizsgálat során. Harmadszor, különböző vizsgálati protokollok használatát kerülni kell, mert ez képalkotási anomáliákhoz vezethet az egyes operátorok miatt. A képalkotási protokollnak jól meghatározottnak kell lennie; ellenkező esetben a kvantitatív elemzés nem megvalósítható. Ezt követően a keresztmetszeti képekből előállított térfogatot 3D elemző szoftverrel kell elemezni. A manuális, félautomata vagy automatikus szegmentálás kulcsfontosságú a kvantitatív vagy megfelelő minőségű eredmények eléréséhez a 3D képalkotás során (Keszthelyi és mtsai., 2020; 2022a; 2022b).

Bár kevés adat áll rendelkezésre a rejtett életmódú kártevők észlelésével kapcsolatban, a módszert elsősorban a kártevők morfológiájának és a rovarfejlődés nyomon követésére használják. Ezenkívül a nagy felbontású röntgen komputertomográfia képei új betekintést és részleteket nyújtanak számos rovar metamorfózisáról, és lehetővé teszik a légső és a bél térfogatának mérését (4. ábra). Az új technológiák, különösen a számítógépes háromdimenziós rekonstrukciók és a mikro-CT (μ -CT) használata nagymértékben javították és megkönnyítették a rovaranatómia részletes vizsgálatát. A μ -CT használata nagymértékben növeli a részletes anatómiai adatok megszerzésének hatékonyságát, és lehetővé teszi a széles taxonmintavételt a filogenetikai vizsgálatokban, amelyek részben vagy teljesen morfológiai jellemzőkre épülnek (Keszthelyi és mtsai., 2020; 2022a; 2022b).



4. ábra. Rejtett életmódú kártevők vizualizálása roncsolásmentes, computer tomográfia segítségével (Forrás: Keszthelyi és mtsai., 2022a)

A fázis-kontrasztos μ -CT képek hátránya a különböző szövetek gyenge megkülönböztethetősége. A rejtett fejlődés vizualizálása lényegesen jobb a CT segítségével, továbbá a 3D képalkotás és annak többirányú forgatása nagy hasznunkra válhat. Sajnos a CT mobil használata nem valósítható meg. Ezenkívül az azonos radiodenzitású anyagok megkülönböztetése nehézkes, és szubjektív vélemények megfogalmazását feltételezi (Keszthelyi és mtsai., 2020; 2022a; 2022b).

4. Saját vizsgálatok

4.1. Anyag és módszer

A repceszár-ormányos által károsított őszi káposztarepce táblából a 2022-23-as tavaszi vegetációs ciklusban gyűjtöttünk mintákat a fajok által okozott jellegzetes tünetek alapján (Büchi 1986, Juran mtsai., 2011). A *C. pallidactylus* károsítása miatt deformált és repedezett növényeket 2023. április 28-án gyűjtöttük Pamuk külterületén (Somogy megye) (GPS koordináták: 46° 33' 26.6" N, 17° 38' 57.5" E) a lárvakártétel által megnyilvánuló kárképek kifejeződésekor. Az AHDB (2024) szerint a repceszár-ormányos által károsított növények a GS4 4.5 (a virágrügyek 50%-a nyílt) fejlődési stádiumban voltak. A mintákat intenzív termesztéstechnológiával művelt őszi káposztarepce tábláról gyűjtöttük be. A vizsgált faj által károsított növényeket az 5. ábra reprezentálja.



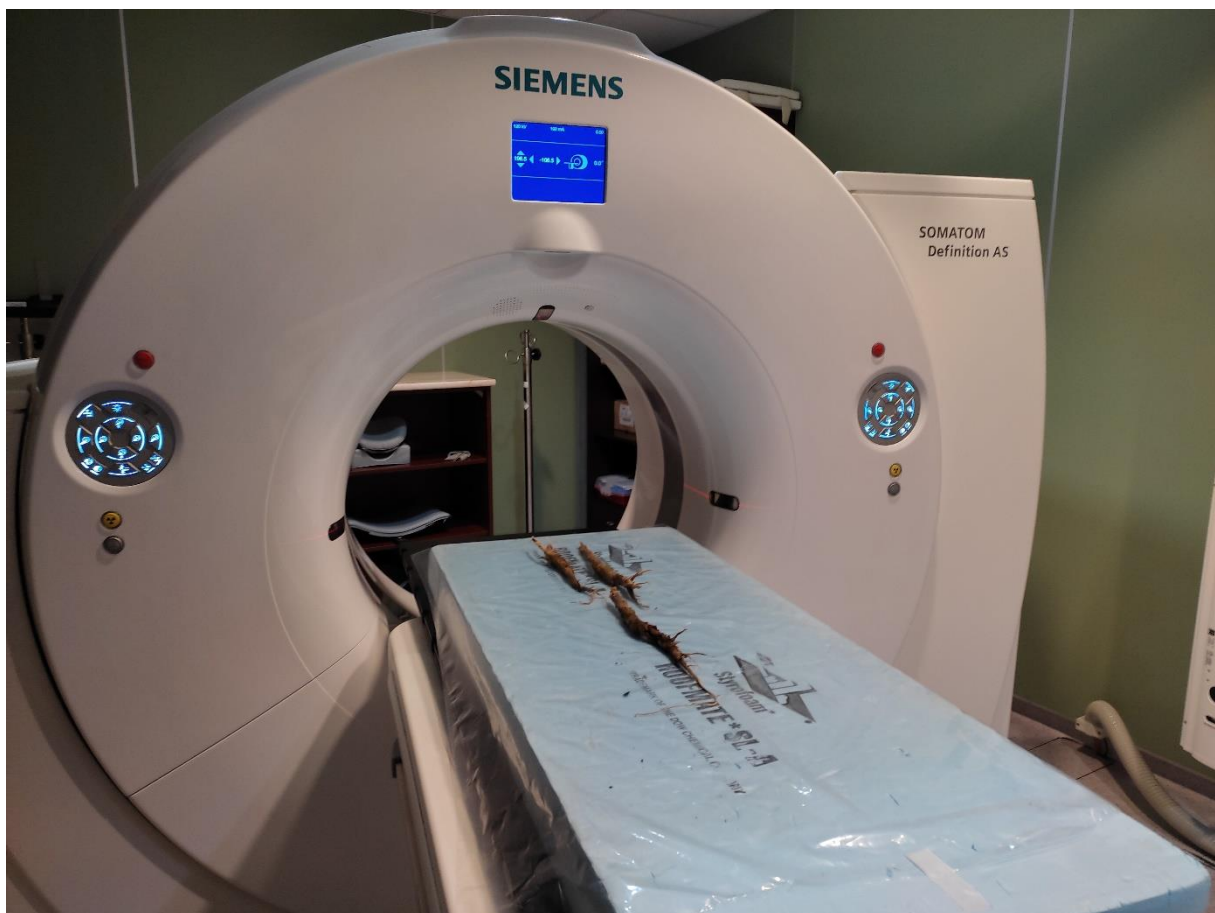
5. ábra. A repceszár-ormányos által károsított növények (saját felvétel)

4.1.1. CT képalkotás lebonyolításának metodikája

A laboratóriumi elemzéseink során a vizsgált kártevő fajból 10 növény került elemzésre. A begyűjtött növényekről eltávolítottuk a felesleges növényi szerveket, a leveleket, a maradványokat, majd a felvételek megkezdéséig mélyhűtőben -15°C-on tároltuk a kísérletes növényállományt. Mivel szántóföldről gyűjtöttük vizsgálatunk alapjául szolgáló növényi mintákat, így pontosan, az ízeltlábú által kialakított kárkép alapján kellett meghatároznunk a

taxonómiai identitást. E célból a meghatározást Endrődi (1968) taxonómiai munkája alapján végeztük. Az ízeltlábú által károsított növényeket inkubátorba helyeztük, majd a lárvák imágóvá válását követően azok pontos taxonómiai jegyei alapján helyeztük meg a faji identitást.

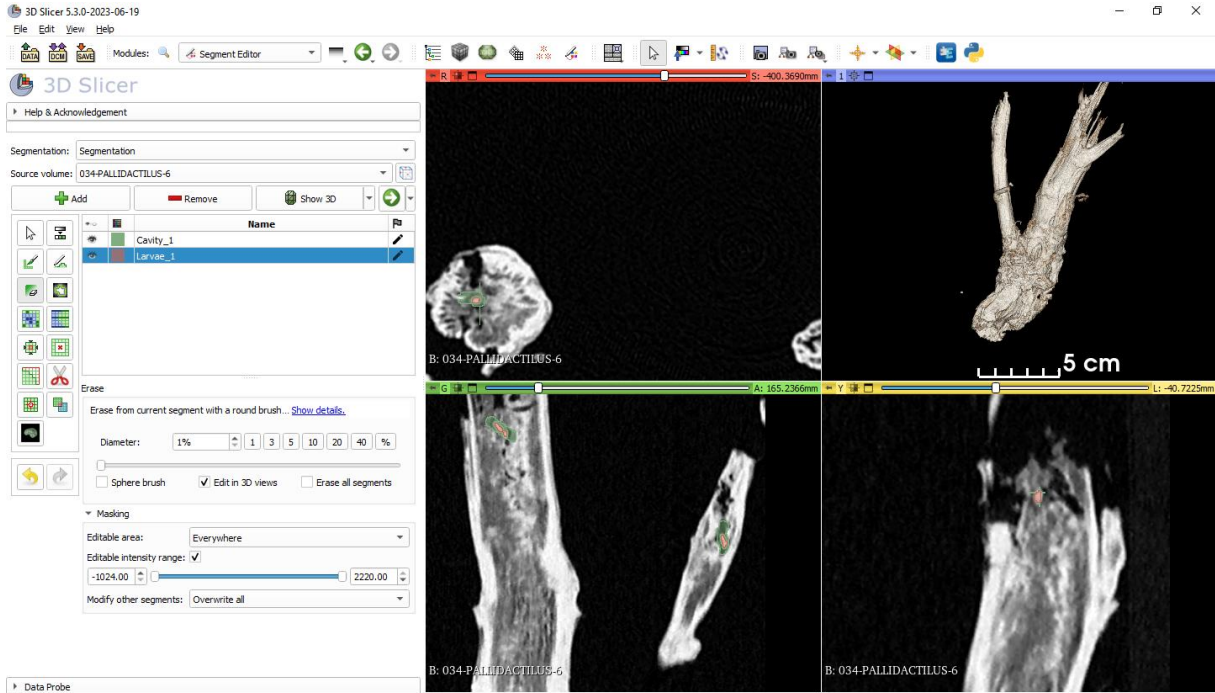
A növényi mintákat két órán keresztül hagytuk felengedni a vizsgálat előtt. A szárazakat ezután Siemens SOMATOM Definition AS+ CT szkennelvel vizsgáltuk (6. ábra), a következő felvételi paraméterekkel: 100 kV csőfeszültség, 250 mAs röntgensugárzási dózis, 0,4-es osztású spirális adatgyűjtési mód, 0,6 mm-es szeletvastagság, I50f konvolúciós mag, és a vizsgált fajhoz tartozó látómező, mely a repceszár-ormányos esetében az elemzett minták alapján az átlagos lárvaméret 102 mm volt.



6. ábra. Siemens SOMATOM Definition AS+ CT képalkotó berendezés, benne a károsított repce szárazak (saját felvétel)

A CT-felvételeket a Slicer 5.3.0 szoftver segítségével értékeltük ki, ahol a szoftver Segment Editor modulja segítségével szegmentáltuk a Paint, Draw és Erase eszközökkel a kapott felvételeket. A Segment Statistic modul információt gyűjtött a szegmensekről, a

távolságmérések pedig a Markups modul segítségével történő mérési pontok elhelyezésével történtek (7. ábra).



7. ábra. A Slicer 5.3.0 CT kép elemző szoftver alkalmazási felülete és a repceszár-ormányos károsításának meghatározása (saját illusztráció)

A CT képek alapos értékelésével a vizsgált faj paramétereit szakszerűen határoztuk meg. Ezek a paraméterek a következők: a) lárvák száma a szárban; b) lárvák közötti távolság a szárban (mm); c) lárvák hosszanti mérete (mm); d) károsított szár átmérője (mm); e) keletkezett üreg térfogata (mm³); f) lárvák száma üregenként.

4.2. Statisztikai elemzések

Statisztikai elemzés során egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk a változók közötti matematikai kapcsolatok leírására és vizualizálására. E kimenetek alapján a statisztikailag igazolt korrelációkat a sűrűségfüggvény és a Pearson-korrelációs módszerek segítségével elemeztük tovább. A folytonos valószínűségi változók X sűrűségfüggvénye a következő: A folytonos valószínűségi változók X sűrűségfüggvénye a következő,

ahol:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx,$$

$$f(x) = F'(x)$$

a következő feltételekkel:

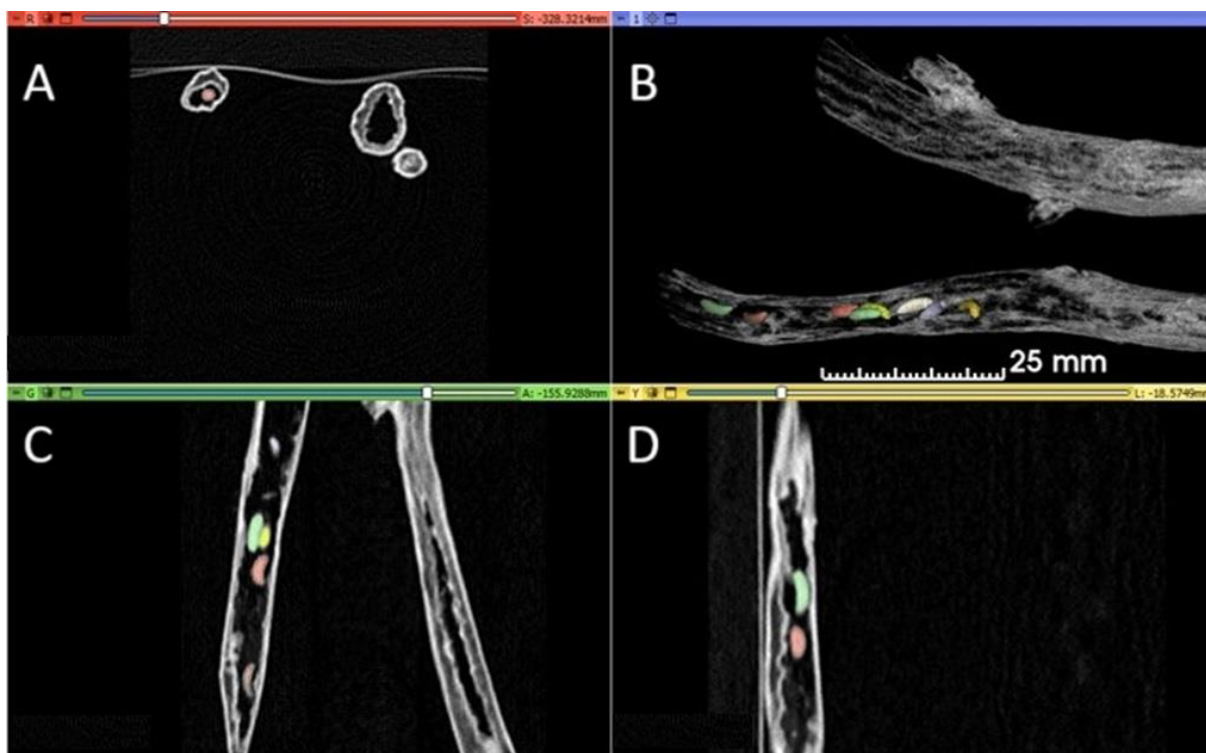
$$f(x) \geq 0, \text{ és}$$
$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1.$$

A görbe alatti teljes terület egyenlő eggyel, ami a valószínűséget jelenti. Fontos megjegyezni, hogy az $F(x)$ sűrűségfüggvényt nem valószínűségként, hanem a valószínűség sűrűségének ábrázolásaként kell értelmezni. A kernel sűrűségbecslés a változó valószínűségi sűrűségfüggvényének megjelenítésére szolgál. Ez a hisztogram simított változata, és ugyanazon a koncepción alapul. A sűrűségfüggvényeken alapuló valószínűségi eloszlások felépítése nem a sűrűségfüggvény által felvett értéktől, hanem az integráltól függ, így az y-tengely értékei nem nyújtanak további információt az elemzésünkhöz. A sűrűségfüggvényeket, az ANOVA-t és a Pearson-korrelációs mátrixot, valamint ezek ábrázolásait az R statisztikai szoftverrel számoltuk ki és mutatjuk be (R Core Team, 2023).

5. Eredmények és értékelésük

A *C. pallidactylus* esetében az egy növényre jutó lárvák száma (8. ábra), átlagosan $6,143 \pm 0,612$ lárva volt a károsított repcék szárában. A faj által károsított növényekben a lárvák az egész szárban megtalálhatóak voltak.

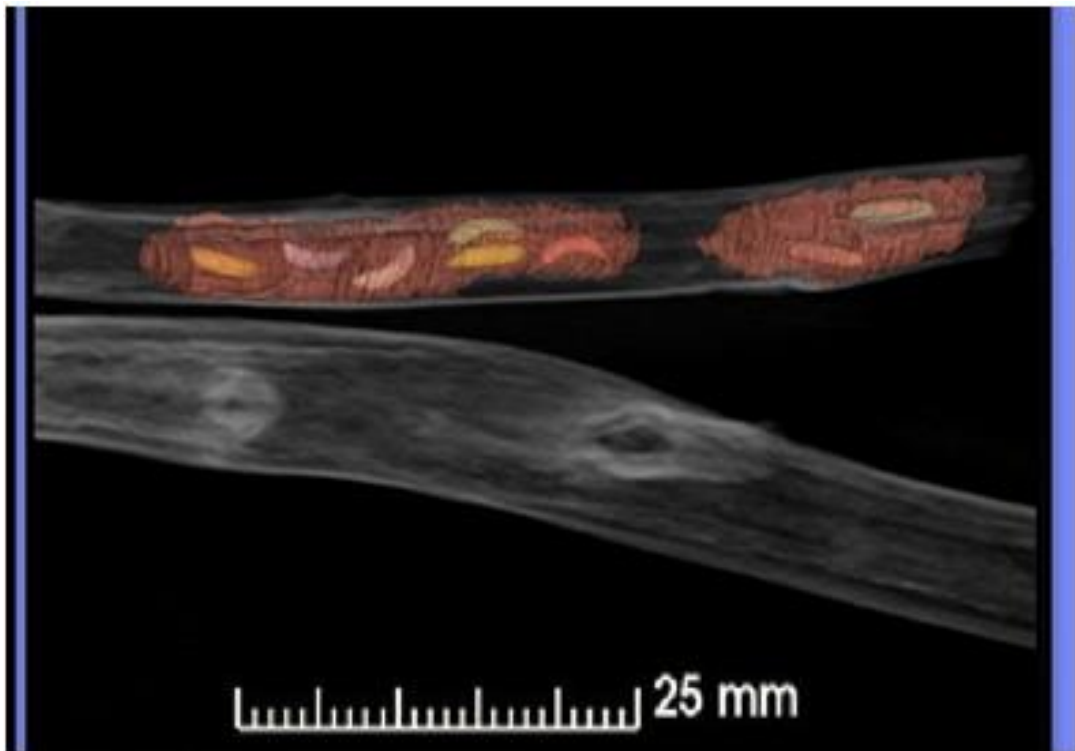
A repceszár-ormányos esetében több lárva is megtalálható volt egy adott üregben. Eredményeink azt mutatják, hogy e faj lárvái közötti átlagos távolság $14,165 \pm 3,692$ mm volt. A lárva mérete természetesen a fejlődési stádiumtól függően változott. Felvételezéseink megerősítették a lárvák méretében tapasztalható jelentős különbségeket a mintavétel időpontjában, ami egybeesik a domináló károsodási mintázatok megjelenésével. A computer tomográfias vizsgálatok alapvető különbségeket tártak fel e rejtett életmódú, repcét súlyosan károsító faj lárváinak hosszanti méretében. A vizsgált növényekben a *C. pallidactylus* lárváinak mérete átlagosan $6,903 \pm 1,332$ mm volt. Vizsgálatunk alapját képző, károsított növények átlagos szár átmérője $11,43 \pm 0,707$ mm volt. A 8. ábrán a vizsgált növényeken belül károsító repceszár-ormányos lárvák láthatók.



8. ábra. A repceszár-ormányos lárváinak felvételezése a károsított növények szárában. A: tengely irányú metszet; B: 3D ábrázolás; C: függőleges keresztmetszet; D: hasított metszet (saját illusztráció)

Életciklusuk és táplálkozásuk során a rejtett életmódú rovarok a szár belsejében üregeket hoznak létre a szár belső állományának megrágásával. Emiatt a növény szárának belső

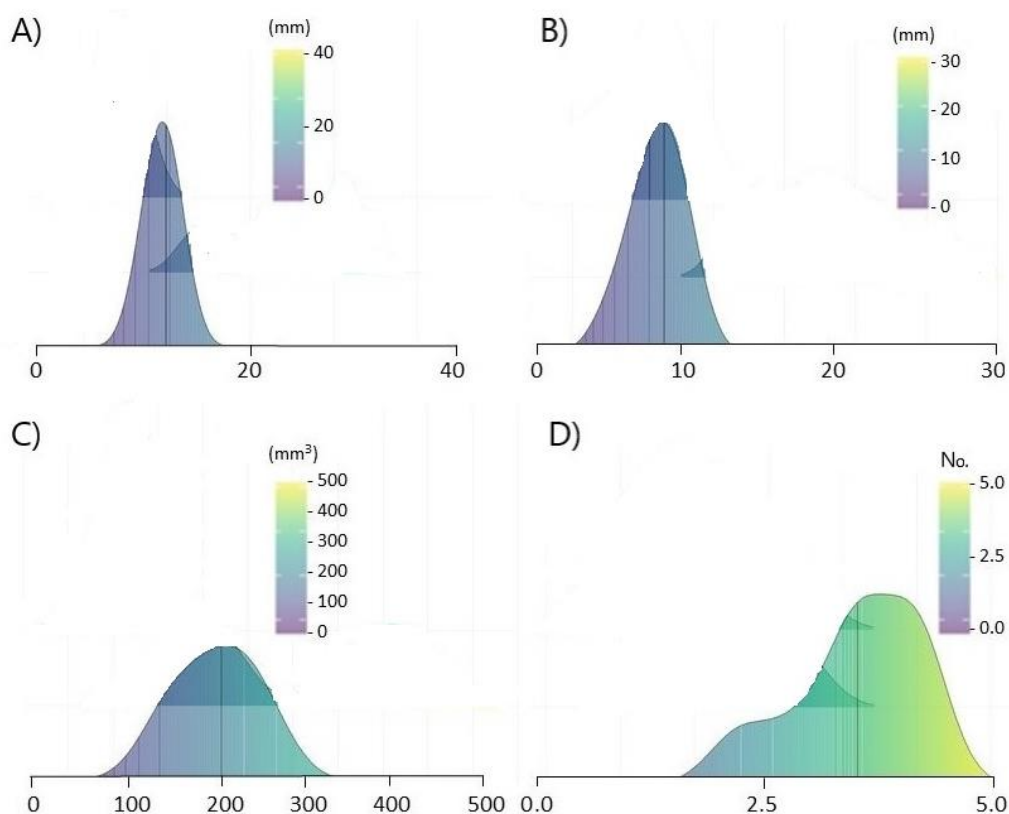
állománya sérül, tápanyag-, és vízháztartásában zavar lép fel. Ezeknek az üregeknek a mérete és térfogata a kártevő fajtól függ. A repceszár-ormányos kártétele által a repce szárában kialakított üregek átlagos mérete $115,26 \pm 21,42 \text{ mm}^3$ volt. E faj esetében átlagosan $4,23 \pm 0,532$ lárva volt üregenként (9. ábra).



9. ábra. A repceszár-ormányos által kialakított üregek a növény szárában, bennük a vizsgált faj lárvái (saját illusztráció)

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szignifikáns különbségeket mutattak a faj lárváinak hossza ($df=1$; $F=130,871$; $p<0,001$), a létrehozott üregek térfogata ($df=1$; $F=11,905$; $p<0,001$) és az általuk károsított szárak átmérője ($df=1$; $F=14,307$; $p<0,001$) között.

A 10. ábrán a CT-vel mért egyes paraméterek statisztikai elemzéséből származó sűrűségfüggvények láthatók.



10. ábra. A CT felvételek által meghatározott paramétereinek statisztikai analízisének sűrűségfüggvényei. A: a lárvák hosszanti mérete; B: a károsított szárok átmérője; C: a kialakult üregek térfogata; D: a lárvák száma száranként (saját illusztráció)

C. pallidactylus mért adatai a szűk tartományban csoportosulnak. A lárvák hossza 9,37-10,07 mm, az üreg térfogata 54,21-173,34 mm³, a szár átmérő pedig 8-13 mm között mozgott. A faj lárváinak számát ábráztuk egy-egy száron belül (10D. ábra). E mért értékek alakulása a többi elemzett paramétertől eltérő mintázatot mutat, és nem mutat észrevehető eltérést. Az 1. táblázat a mért paraméterek Pearson-korrelációs értékeit mutatja. A keletkezett üregek térfogata szorosan korrelál a lárva hosszértékével és a sérült szárok átmérőjével. Hasonlóképpen a szár átmérők is korrelálnak a károsító lárva hosszértékével.

1. táblázat. A vizsgált paraméterek Pearson-féle korrelációinak eredményei

	a kialakított üreg térfogata (mm ³)	a károsított szárok átmérője (mm)	a lárvák hosszanti mérete (mm)
a lárvák hosszanti mérete (mm)	0.67*	0.78*	1
a sérült szárok átmérője (mm)	0.56*	1	
a kialakított üreg térfogata (mm ³)	1		

* pozitív, erős korreláció a vizsgált paraméterek között

6. Következtetések és javaslatok

A repceszár-ormányos esetében megerősítést nyert, hogy a száron belül kialakult üreg térfogata szoros kapcsolatban áll a növény szárának átmérőjével és a lárvák méreteivel. A vizsgált faj nagyobb valószínűséggel okoz kárt a vegetációs stádiumuk tekintetében az érettebb növényekben és a fejlettebb fejlődési stádiumban lévő kora és középnári repce vetésekben (Krause és mtsai., 2006). A repceszár-ormányos és a nagy repceormányos szimpatrikus fajokként hasonló károsodási mintázatokat mutatnak a növényrészekben (Dechert és Ulber, 2004; Schaefer és mtsai., 2017), amely a szár alsó részétől a magasabb részig terjedhet.

Dechert és Ulber (2004) laboratóriumi vizsgálatokat végzett a *C. napi* és a *C. pallidactylus* közötti kölcsönhatások vizsgálatára, két olyan fajéra, amelyek ugyanazon élőhelyen és gazdanövényforráson osztoznak. A vizsgálat megállapította, hogy mindkét faj petező nőtényei általában a nagyobb szár átmérőjű növényeket részesítik előnyben. A kifejlett lárvák fejtokjának mérete mindkét faj esetében nem korrelált szignifikánsan a gazdanövény szárának átmérőjével. Ezek az eredmények ellentmondanak az általunk mért lárvák hosszanti mérete és a repce szár átmérője közötti pozitív korrelációnak.

Tanulmányunkban azonban az alapelv az volt, hogy minden kártevőt a fő károsodási tünetek megjelenésének időpontjában gyűjtsük be. A *C. pallidactylus* a növényenkénti lárvák magasabb számával és kiterjedt üregrendszerével jellemezhető.

Tanulmányaink az invazív módszerekhez képest a szövetkárosodás mellett jelentkező latens károsodási jelenségeket azonosították. A képalkotó elemzési módszerek alkalmazása a növényi tudományokban elmarad az állattudományi kutatásokhoz képest, amelyek hasonló célokat szolgálnak (Keszthelyi és mtsai., 2020). E metodológiák szélesebb körű elterjedését a növényi tudományi kutatásban számos korlátozó tényező hátráltatja, mint például az infrastruktúra hiánya, a magas működési költségek vagy a specializált szakértelem szükségessége (Taylor és mtsai., 1984). Azonban a roncsolásmentes képalkotó technikák széles körű alkalmazása értékes információkat nyújthat az integrált növényvédelmi rendszerek (IPM) sikeres megvalósításához.

A vizsgálat hozadéka, hogy segít meghatározni a repce súlyos növényegészségügyi aggályait okozó kártevő faj károsításának mértékét az adott vegetációs időszakon belül. Hozzájárul ahhoz, hogy meghatározzuk a kifejlődött lárvaszámot és lárvaméretet, valamint az élettevékenységük során kialakított, a növény szárában elhelyezkedő üregek térfogatát, mennyiségét is. Egyúttal az is bebizonyítható, hogy amint a lárvák kifejlődtek a rece szárában,

úgy ellenük védekezni bonyolult és nehézkes. Emiatt a repceszár-ormányossal szemben védekezni előrejelzésre (sárgatál/ragacslap) alapozottan tudunk. Az imágók rajzási időszakában egy optimálisan időzített védekezéssel jelentős mértékben tudjuk mérsékelni a szárazknázó fajok betelepülését, kártételét és a károsításuk által okozott termésveszteséget.

7. Összefoglalás

Az őszi káposztarepce Magyarország egyik meghatározó olajipari növényévé vált az elmúlt évtizedekben. Térhódításával a növényvédelmi munkák száma is megnövekedett. Mára a kezdetben extenzív csupán néhány kezelést igénylő növényből egy intenzív technológiát kívánó növény lett. A növényvédelmi és növényápolási munkák száma egy szezon alatt elérhetik a tízet, de akár egyes években a kártevői nyomás miatt meg is haladhatják azt. A repce kártevő közössége igen népes, egészen ősztől a virágzásig számtalan faj károsítja. A legnépesebb közösséget az ősszel támadó kártevők teszik ki. Az enyhülő telek sok kártevő faj túlélését teszik lehetővé, ezáltal a kártétel fokozódik. Károsításukat sokszor már csak a megjelenő kárképek alapján realizálhatjuk. Ezen esetekben a pontos előrejelzéssel egybekötött védekezés az egyetlen módja a károsítás elkerülésének. A repcét károsító, rejtett életmódú kártevők károsítása súlyos növényegészségügyi aggályok előidézői lehetnek. A rejtett életmódot folytató kártevők megismerésében nyújtanak nagy segítséget a roncsolásmentes képalkotó technológiák, ilyen például a CT (computer tomográfia). E képalkotó technológia alkalmazásával úgy tudunk felvételeket készíteni, hogy a növényi részeket egyáltalán nem kell felnyitni, roncsolni. Pontosan felmérhető vele a kártevő által okozott kártétel, kártevők száma, eloszlása a növényen belül. Ezzel új perspektívából vizsgálhatjuk a repce száraknázó fajait.

A vizsgálatuk célja az őszi káposztarepce súlyos növényegészségügyi problémáját okozó, rejtett életmódú repceszár-ormányos kártételének feltérképezése, roncsolás mentes CT képalkotó technológia segítségével. A CT képalkotó technológia segítségével egyedi és újszerű megközelítésből járulhatunk hozzá e fajjal szemben történő sikeres védekezési eljárás megvalósításához.

A repceszár-ormányos által károsított őszi káposztarepce táblából a 2022-23-as tavaszi vegetációs ciklusban gyűjtöttünk mintákat a fajok által okozott jellegzetes tünetek alapján. A *C. pallidactylus* károsítása miatt deformált és repedezett növényeket 2023. április 28-án gyűjtöttük Pamuk külterületén (Somogy megye) (GPS koordináták: 46° 33' 26.6" N, 17° 38' 57.5" E) a lárvakártétel által megnyilvánuló kárképek kifejeződésekor. A mintákat intenzív termesztéstechnológiával művelt őszi káposztarepce tábláról gyűjtöttük be. A laboratóriumi elemzéseink során a vizsgált kártevő fajból 10 növény került elemzésre. A begyűjtött növényekről eltávolítottuk a felesleges növényi szerveket, a leveleket, a maradványokat, majd a felvételek megkezdéséig mélyhűtőben -15°C-on tároltuk a kísérletes növényállományt. A növényi mintákat két órán keresztül hagytuk felengedni a vizsgálat előtt. A szárakat ezután Siemens SOMATOM Definition AS+ CT szkennelvel vizsgáltuk (6. ábra), a következő felvételi

paraméterekkel: 100 kV csőfeszültség, 250 mAs röntgensugárzási dózis, 0,4-es osztású spirális adatgyűjtési mód, 0,6 mm-es szeletvastagság, 150f konvolúciós mag. A CT-felvételeket a Slicer 5.3.0 szoftver segítségével értékeltük ki, ahol a szoftver Segment Editor modulja segítségével szegmentáltuk a Paint, Draw és Erase eszközökkel a kapott felvételeket. A Segment Statistic modul információt gyűjtött a szegmensekről, a távolságmérések pedig a Markups modul segítségével történő mérési pontok elhelyezésével történtek. Statisztikai elemzés során egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk a változók közötti matematikai kapcsolatok leírására és vizualizálására. E kimenetek alapján a statisztikailag igazolt korrelációkat a sűrűségfüggvény és a Pearson-korrelációs módszerek segítségével elemeztük tovább.

A vizsgált faj esetében az egy növényre jutó lárvák száma átlagosan $6,143 \pm 0,612$ lárva volt a károsított repcék szárában. A faj által károsított növényekben a lárvák az egész szárban megtalálhatóak voltak. A repceszár-ormányos esetében több lárva is megtalálható volt egy adott üregben. Eredményeink azt mutatják, hogy e faj lárvái közötti átlagos távolság $14,165 \pm 3,692$ mm volt. A lárva mérete természetesen a fejlődési stádiumtól függően változott. Felvételezéseink megerősítették a lárvák méretében tapasztalható jelentős különbségeket a mintavétel időpontjában, ami egybeesik a domináló károsodási mintázatok megjelenésével. A computer tomográfias vizsgálatok alapvető különbségeket tártak fel e rejtett életmódú, repcét súlyosan károsító faj lárváinak hosszanti méretében. A vizsgált növényekben a *C. pallidactylus* lárváinak mérete átlagosan $6,903 \pm 1,332$ mm volt. Vizsgálatunk alapját képző, károsított növények átlagos szár átmérője $11,43 \pm 0,707$ mm volt. A 8. ábrán a vizsgált növényeken belül károsító repceszár-ormányos lárvák láthatók. Életciklusuk és táplálkozásuk során a rejtett életmódú rovarok a szár belsejében üregeket hoznak létre a szár belső állományának megrágásával. Emiatt a növény szárának belső állománya sérül, tápanyag-, és vízháztartásában zavar lép fel. Ezeknek az üregeknek a mérete és térfogata a kártevő fajtól függ. A repceszár-ormányos kártétele által a repce szárában kialakított üregek átlagos mérete $115,26 \pm 21,42$ mm³ volt. E faj esetében átlagosan $4,23 \pm 0,532$ lárva volt üregenként.

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szignifikáns különbségeket mutattak a faj lárváinak hossza ($df=1$; $F=130,871$; $p<0,001$), a létrehozott üregek térfogata ($df=1$; $F=11,905$; $p<0,001$) és az általuk károsított szárok átmérője ($df=1$; $F=14,307$; $p<0,001$) között.

C. pallidactylus mért adatai a szűk tartományban csoportosulnak. A lárvák hossza 9,37-10,07 mm, az üreg térfogata 54,21-173,34 mm³, a szár átmérő pedig 8-13 mm között mozgott. A faj lárváinak számát ábrázoltuk egy-egy száron belül (10D. ábra). E mért értékek alakulása a többi elemzett paramétertől eltérő mintázatot mutat, és nem mutat észrevehető eltérést.

Az 1. táblázat a mért paraméterek Pearson-korrelációs értékeit mutatja. A keletkezett üregek térfogata szorosan korrelál a lárva hosszértékével és a sérült szárak átmérőjével. Hasonlóképpen a szár átmérők is korrelálnak a károsító lárva hosszértékével.

Tanulmányaink az invazív módszerekhez képest a szövetkárosodás mellett jelentkező latens károsodási jelenségeket azonosították. A képalkotó elemzési módszerek alkalmazása a növényi tudományokban elmarad az állattudományi kutatásokhoz képest, amelyek hasonló célokat szolgálnak (Keszthelyi és mtsai., 2020). E metodológiák szélesebb körű elterjedését a növényi tudományi kutatásban számos korlátozó tényező hátráltatja, mint például az infrastruktúra hiánya, a magas működési költségek vagy a specializált szakértelem szükségessége (Taylor és mtsai., 1984). Azonban a roncsolásmentes képalkotó technikák széles körű alkalmazása értékes információkat nyújthat az integrált növényvédelmi rendszerek (IPM) sikeres megvalósításához. A vizsgálat hozadéka, hogy segít meghatározni a repce súlyos növényegészségügyi aggályait okozó kártevő faj károsításának mértékét az adott vegetációs időszakon belül. Hozzájárul ahhoz, hogy meghatározzuk a kifejlődött lárvaszámot és lárvaméretet, valamint az élettevékenységük során kialakított, a növény szárában elhelyezkedő üregek térfogatát, mennyiségét is. Egyúttal az is bebizonyítható, hogy amint a lárvák kifejlődtek a repce szárában, úgy ellenük védekezni bonyolult és nehézkes. Emiatt a repceszár-ormányossal szemben védekezni előrejelzésre (sárgatál/ragacs lap) alapozottan tudunk. Az imágók rajzási időszakában egy optimálisan időzített védekezéssel jelentős mértékben tudjuk mérsékelni a szárazkártevő fajok betelepülését, kártételét és a károsításuk által okozott termésveszteséget.

8. Irodalomjegyzék

- Agrobase (2024): <https://agrobaseapp.com/austria/pest/gefleckter-kohltriebrussler-1>.
(Letöltve: 2024.10.02.).
- Alford, D.V., Cooper, D.A., Williams, I.H. (1991): Insect pests of oilseed rape. HGCA Oilseed Research Review OS 1, HCGA London, 130.
- Antal, J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 196-200.
- Babinszky L., Halas V. (2019): Innovatív takarmányozás. Budapest. Akadémiai Kiadó.
- Bai, A. (2006): A bio-üzemanyagok és a vidékfejlesztés. Debrecen 112-118.
- Baka, K. (1986): A repceszár-ormányos lárvája őszi káposztarepcében. *Magyar mezőgazdaság* 41(10), 8-9.
- Birkás, M. (2007): Több figyelmet érdemel a repce talajművelése. *Agrofórum Extra* 18, 9-14.
- Blum, Z. (2002): A modern repcenemesítés céljai és eshetőségei. *Gyakorlati Agrofórum* 13(7), 12-13.
- Broschewitz, B. (1985): Untersuchungen zur Biologie und Schadwirkung des Gefleckten Kohltriebrüßlers (*Ceutorhynchus quadridens* Panzer) am Winterraps (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger). Dissertation, Rostock, 149.
- Büchi, R. (1986) Studies on bionomy and chemical control of *Ceutorhynchus picitarsis* Gyllenhal (Col., Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 59, 51—56.
- Crammer, N. (1990): Raps – Züchtung, Anbau und Vermarktung von Körnerraps. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dechert, G., Ulber, B. (2004): Interactions between the stem-mining weevils *Ceutorhynchus napi* Gyllenhal and *Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsham) (Coleoptera: Curculionidae) in oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology*, 6, 193–198.
- Dmoch, J. (1959): Badania nad chowaczem czterozębnym *Ceutorhynchus quadridens* Panzer (Morfologia, biologia, ekologia oraz znaczenie dla rzepaku). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin Warszawa*, 1, 37-71.

- Endrődi, S. (1968): Ormányosbogarak IV. - Curculionidae IV. In.: *Magyarország Állatvilága - Fauna Hungariae*, X. 7. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Eőri, T. (2005): A repce jövője, avagy a környezetvédő repce. *Agrofórum*, 16(8), 39-40.
- Farkas, K. (1966): A repceszár barkó (*Ceutorrhynchus quadridens* Panzer, 1795 Coleoptera, Curculionidae) mint a káposztafélék jelentős kártevője és az ellene való védekezés. A „Lippai János” Tudományos Ülésszak Előadásai, 1965, Budapest.
- Günthart, E. (1949): Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceutorrhynchus quadridens* PANZ. und *C. napi* Gyllenhal mit Beobachtungen an weiteren Kohl- und Rapsschädlingen. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin de la Societe Entomologique Suisse*, 22, 441-591.
- Hingyi, H. (2005): A repcetermesztés nemzetközi és hazai kilátásai. *Agrofórum*, 17(7), 8-9.
- Honti, L., Papp, Z. (2007): Hogyan lehet elérni a 4 t/ha-os termésátlagot. *Agrofórum Extra* 18, 20-24.
- Jablowski, J. (1903): A tavaszi repce és a gomborka rovarai ellen való védekezés. *Köztelek*, 13, 681-683.
- Jourdheuil, P. (1963): Tribu des *Ceutorrhynchini*. In.: Balachowsky, A.S.: *Entomologie appliquée à l'agriculture II. Masson et Cie, Paris*, 1000-1070.
- Juran, I., Gothlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2011): Rape stem weevil (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal 1837) and cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham 1802) (Coleoptera: Curculionidae)–important oilseed rape pests. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 76, 93–100.
- Keszthelyi S., Gibicsár Sz., Jócsák I., Fajtai D., Donkó T. (2022a): Analysis of the Destructive Effect of the *Halyomorpha halys* Saliva on Tomato by Computer Tomographical Imaging and Antioxidant Capacity Measurement. *Biology*, 11(7), 1070.
- Keszthelyi S., Sipos T., Csóka Á., Donkó T. (2022b): X-ray based computed tomography, a non-invasive approach in order to assess the damage caused by *Lamprodila festiva* of hidden lifestyle. *Plant Protection Science*, 58(1), 65–69.

- Keszthelyi S., Pónya Zs., Csóka Á., Bázár Gy., Morschhauser T., Donkó T. (2020): Non-destructive imaging and spectroscopic techniques to investigate the hidden-lifestyle arthropod pests: a review. *Journal of Plant Diseases and Protection* 127, 283–295
- Keszthelyi, S., Gerbovits, B. (2024): A repce szervesanyag-összetételének jelentősége, szerepe kártevőkapcsolatainak kialakításában. *Agrofórum – A növénytermesztők és növényvédők havilapja*, 103: 1, 50-52, 3p.
- Keszthelyi, S., Kazinczi, G. (2014): Az őszi káposztarepce védelme. *Növényvédelem*. 50(9). Budapest.
- Kiss, E. (2013a): A 2011-12. repcetermesztési év értékelése, avagy mit üzen nekünk az elmúlt év? *Agrofórum* 24(2), 56-61.
- Kiss, E. (2013b): A repcetermesztés korszerű modellje. *Agrofórum* 24(8), 12- 17.
- Központi Statisztikai Hivatal (2023): A főbb növénykultúrák terméseredményei. <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-2023/index.html>. (Letöltve: 2024.10.10.).
- Központi Statisztikai Hivatal (2024): Fontosabb szántóföldi növények termésátlaga. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html. (Letöltve: 2024.10.10.)
- Krause, U., Koopmann, B., Ulber, B. (2006): Impact of rape stem weevil, *Ceutorhynchus napi*, on the early stem infections of oilseed rape by *Phoma lingam*. *IOBC WPRS BULLETIN*, 29(7), 323.
- Láska, P., Zelenková, J., Bičík, V. (1986): Color attraction in species of the genera - *Delia* (Diptera, Anthomyiidae), *Ceutorhynchus*, *Meligethes* and *Phyllotreta* (Coleoptera, Curculionidae, Nitidulidae, Chrysomelidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 83(6), 418-424.
- Légrádi, M. (2012): Az intenzív repcetermesztés gyakorlata. *Agrofórum* 23(8), 22-24.
- Lőrincziné, I. G., Sáringer, Gy. (2006): Az őszi káposztarepce védelme. *Növényvédelem* 42(9) Budapest.
- Madle, H. (1935): Beobachtungen an *Ceutorrhynchus pleurostigma* Marsham und *C. quadridens* Panzer im Gemüsebauggebiet Zittan im sommer 1934 (Kohlgallenrüßler und Kohltriebrüßler). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheit*, 45, 478-498.

- Orosz Sz., Tóth T. (2017): A melegen préselt repce. *Agrárágazat* 18(6).
- Papp, Z. (2011): A repce őszi agrotechnikai és növényvédelmi munkáinak ajánlása 2011-ben. *Mezőhír Repcetermesztési melléklet július*: 47-51.
- Pepó, P. (2010): A korszerű repcetermesztés elemei (1.). *Agrofórum*, 20(7), 10-13.
- R Core Team (2023) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ruszin, T. (1975): Repceszár-ormányos (*Ceutorhynchus quadridens* Panzer) rajzásmenetvizsgálata az időjárási tényezőkkel való összefüggésben. *Növényvédelem*, 11, 413-415.
- Sajó, K. (1895): További adatok a káposztarontó ormányosokról. *Kertészeti Lapok*, 10, 102-105.
- Sáringer, GY. (1962): A tavaszi repcekártevők elleni védekezés módszerei. *A növényvédelem időszerű kérdései*, 3, 49-57.
- Sáringer, GY. (1967): A repce és a mustár fontosabb állati kártevői Magyarországon. *Annual Institute Protection Plants Hungary.*, 10, 135-162.
- Sáringer, GY. (1978): Problems with *Ceutorrhynchus quadridens* Panzer (Coleoptera: Curculionidae) in Hungary. *Proc. 5th Int. Rapeseed Conferencie, Malmö, Sweden*, 1, 315-317.
- Schaefer-Koesterke, Heike, L. (2017): The potential of resynthesized lines to provide resistance traits against rape stem weevil in oilseed rape. *Journal of Pest Science*, 2017, 90, 87-101.
- Scheller, H. (1987): Raps und Rüben. In Bachthaler, G. und Hüffmeier, H. Die Landwirtschaft Band 1 Pflanzliche Erzeugung. *BLV Verlagsgesellschaft mbH, 9. München*, 400-410.
- Shutterstock (2024): <https://www.shutterstock.com/hu/image-photo/larvae-ceutorhynchus-pallidactylus-formerly-quadridens-cabbage-1039967671>. (Letöltve: 2024.10.02.).
- Speyer, W. (1921): Beitrag zur Biologie des Gefleckten Kohltriebrüßlers (*Ceutorrhynchus quadridens* Panzer) *Entomologica Blätter*, 118-124.
- Taylor, F.W., Wagner, F.G., McMillin, C.W., Morgan, I.L., Hopkins, F.F. (1984): Locating knots by industrial tomography. A feasibility study. *Forestry Product Journal* 34 (5), 42-46.

- Tikász, I. E., Varga, E. (2013): Az olajos magvak és származékaik világpiacának kilátásai. *Agroforum Extra* 49, 5-8.
- Tóth T. (2014): A repcetermékek takarmányozási célú felhasználása a sertések és baromfifajok takarmányozásában. *Agronapló*.
- Vogel, J.H (1921): The cabbage seed stalk weevil (*Ceutorrhynchus quadridens* Panzer), an important pest of cabbage seed plants on Long Island. *Canadian Entomologist*, 53, 169-171.

9. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra. Az őszi káposztarepce termésátlagának változása az elmúlt 11 évben. (Forrás: KSH 2023 adatai alapján, saját szerkesztés).
2. ábra. Repceszár-ormányos imágója (Forrás: Agrobases, 2024).
3. ábra. Repceszár-ormányos lárvája és annak kártétele az őszi káposztarepce szárában (Forrás: Shutterstock, 2024).
4. ábra. Rejtett életmódú kártevők vizualizálása roncsolásmentes, computer tomográfia segítségével (Forrás: Keszthelyi és mtsai., 2022a).
5. ábra. A repceszár-ormányos által károsított növények (saját felvétel)
6. ábra. Siemens SOMATOM Definition AS+ CT képalkotó berendezés, benne a károsított repce száruk (saját felvétel).
7. ábra. A Slicer 5.3.0 CT kép elemző szoftver alkalmazási felülete és a repceszár-ormányos károsításának meghatározása (saját illusztráció).
7. ábra. A Slicer 5.3.0 CT kép elemző szoftver alkalmazási felülete és a repceszár-ormányos károsításának meghatározása (saját illusztráció)
8. ábra. A repceszár-ormányos lárváinak felvételezése a károsított növények szárában. A: tengely irányú metszet; B: 3D ábrázolás; C: függőleges keresztmetszet; D: hasított metszet (saját illusztráció).
9. ábra. A repceszár-ormányos által kialakított üregek a növény szárában, bennük a vizsgált faj lárvái (saját illusztráció).
10. ábra. A CT felvételek által meghatározott paramétereinek statisztikai analízisének sűrűségfüggvényei. A: a lárvák hosszanti mérete; B: a károsított száruk átmérője; C: a kialakult üregek térfogata; D: a lárvák száma száranként (saját illusztráció).
1. táblázat. A vizsgált paraméterek Pearson-féle korrelációinak eredményei.

10. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Prof. Dr. Keszthelyi Sándor témavezetőmnek és társ-témavezetőmnek Gerbovits Bálintnak (PhD hallgató) a folyamatos segítségnyújtásért, az ő terelgetésük és szakértelmük nélkül nem sikerült volna ezt a dolgozatot, és kutatást ilyen módon kivitelezni.

Hálás köszönettel tartozom a Medicopus Kft. munkatársainak Dr. Donkó Tamásnak és Csóka Ádámnak (PhD hallgató), ugyanis az ő közös együttműködésük segítségével sikerült a CT képalkotást megvalósítani. Szakértelmükkel hozzájárultak ahhoz, hogy dolgozatomat tudományos alapokra építhessem, valamint ötleteikkel sikeressé tették a CT képalkotás megvalósulását.

Szeretnék köszönetet mondani továbbá Dr. Somfalvi-Tóth Katalinnak a statisztikai elemzések megvalósulásáért.

Köszönöm szépen barátaimnak Pitz Andrásnak (PhD hallgató), illetve még egyszer Gerbovits Bálintnak (PhD hallgató) a folyamatos támogatást és segítségnyújtást, segítségemre voltak a kísérlet lebonyolítása közben és a dolgozatom megírása közben is.

Hálás köszönettel tartozom családomnak, édesapámnak Kópis Csabának, édesanyámnak Egres Krisztinának. Hálásan köszönöm végtelen kitartásukat és a rendíthetetlen, szerető támogatásukat.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kópis Patrik Csaba
A Hallgató Neptun kódja: ESO5Z6
A dolgozat címe: A repceszár-ormányos (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham, 1802) CT képalkotással történő elemzése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kaposvár, 2024. november 02.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Kópis Patrik Csaba (hallgató Neptun azonosítója: ESO5Z6) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Kaposvár, 2024. november 02.



Prof. Dr. Keszthelyi Sándor
egyetemi tanár
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Agronómia Tanszék

NYILATKOZAT

Kópis Patrik Csaba (hallgató Neptun azonosítója: ESO5Z6) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Kaposvár, 2024. november 02.



Gerbovits Bálint
PhD hallgató
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Agronómia Tanszék