

DIPLOMADOLGOZAT

Tóth Petra Panna

2024.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Növényvédelmi Intézet

Növényorvos mesterképzési szak

**Szermaradékmentes növényvédelmi technológia
alkalmazhatóságának vizsgálata csonthéjasokban**

Belső konzulens: Marczika Andrásné dr. Sörös Csilla

Egyetemi docens

Élelmiszerkémia és Analitikai Tanszék

Dr. Szabó Árpád

Egyetemi docens

Rovartani Tanszék

Dr. Dorner Zita

Egyetemi docens

Integrált Növényvédelmi Tanszék

Készítette: Tóth Petra Panna

YENOJI

Szent István Campus

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés.....	5
2. Irodalmi áttekintés.....	7
2.1 Környező országok „szermaradék-mentes” gyakorlatai.....	8
2.2 A peszticid-mentes termékek minőségi mutatói és a hozamok alakulása.....	13
2.3 A növényvédelmi gyakorlatot érintő megfontolások.....	15
2.3.1 Hatóanyagok bomlása.....	15
2.4 Kajszitermesztés jelene; károsítói és növényvédelmi gyakorlata Magyarországon.....	17
2.5 Szilvatermesztés jelene; károsítói és növényvédelmi gyakorlata Magyarországon.....	22
3. Anyag és módszer.....	26
3.1 Kísérlet helyszínei.....	26
3.1.1 Pomáz, Breier Farm Kft. gyümölcsöse.....	26
3.1.2 Gyúró, kajszibarack ültetvény.....	28
3.2 Kísérleti programok.....	30
3.3 Mintaelőkészítés és szermaradék-analízis.....	32
3.4 A kimutatási határ (LOD) és a mérési határ (LOQ) között adódó koncentrációk kezelése.....	34
4. Eredmények.....	36
4.1 Hosszútávú bomláskinetika.....	36
4.1.1 Gyúró, Farbela fajta.....	36
4.1.2 Gyúró, Bergeval fajta.....	38
4.1.3 Pomáz, szilva.....	39
4.1.4 Pomáz, kajszi.....	40
4.2 Piretroidok összehasonlító vizsgálata.....	40
4.2.1 Piretroidok vizsgálata Farbela fajtán.....	40
4.2.2 MIX kezelés eredménye Farbela fajtán.....	42
4.2.3 MIX kezelés eredménye Bergeval fajtán.....	43
5. Következtetések, javaslatok.....	44
6. Összefoglalás.....	46
7. Irodalomjegyzék.....	47

JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Form: Formuláció

Növ.védő szer: Növényvédő szer

É.V.I: Élelmezésegészségügyi várakozási idő

Méhv: Méhveszélyesség

K.k: Különösen kockázatos

M.k: Mérsékelten kockázatos

N.k: Nem jelölésköteles

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Magyarországon a növénytermesztő a 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet 8. mellékletben részletezett módon, az integrált növényvédelem általános elveinek megfelelően végzi tevékenységét. Ez azt is jelenti, hogy amennyiben növényvédő szert használ fel, akkor különös tekintettel van a károsítók rezisztenciájának elkerülésére, a károsítók természetes ellenségeinek megóvására. A felhasznált növényvédő szereknek a lehető legkevesebb mellékhatással kell járniuk az emberi egészségre, a nem célszervezetekre és a környezetre (FVM, 2024). Ez tehát már ma is a minimum elvárási szint.

Amennyiben azonban a gazdálkodó a szintetikus kémiai növényvédő szerek felhasználásában rejlő, főként az emberi egészségre vonatkozó esetleges, a tudomány mai állása szerint talán még nem ismert kockázatokat ezen szerek teljes tiltásával akarja elérni, akkor úgynevezett biológiai termesztési programba léphet. Ekkor viszont növényvédelmi oldalról megnövekedhetnek a termelési kockázatai, ami végül hozamcsökkenést eredményez (Seufert et al., 2012).

Munkám középpontjában a fentiekhez képest új megközelítés áll: a szermaradék-mentes termesztéstechnológia. Ezzel a technológiával biztosítani kívánjuk, hogy egyfelől a károsítók gazdasági kártételi küszöb alá szorításához felhasznált növényvédő szerek hatóanyagai a betakarításkor az analitikai kimutathatóság határa (0,01 mg/kg) alá esnek, másrészt az adott növény termesztését meghatározó károsítók elleni védelem ökonómiailag és biológiailag is hatékony marad.

Magyarországon elsőként kezdeményezzük a konvencionális gazdálkodás termékeinél megbízhatóbb, csökkentett kockázatú élelmiszer-előállítási technológiát, amely a bio élelmiszereknél várhatóan elérhetőbb árkategóriát képviselhet a jövőben. Az új technológia új lehetőséget teremthet a gazdálkodónak és a vásárlónak is, de a kereskedők is élhetnek az új brand adta lendülettel.

A fenti gondolat kidolgozását olyan –frissfogyasztásra is szánt– gyümölcskultúrákban kezdtük meg, amelyeknél egyes, a tenyészidőszak elején és végén fellépő károsítók igen jelentős kárt okoznak. A kajszi és a szilva termesztését hagyományos, illetve az általunk javasolt alternatív növényvédelmi programmal is előállítottuk, miközben a felhasznált peszticidek hatóanyagait folyamatosan monitoroztuk.

Dolgozatom során célunk volt bizonyítani, hogy a külföldi példákhoz (Németország, Franciaország, Svájc) hasonlóan Magyarországon is össze lehet állítani olyan növényvédelmi programot, amely piacos minőségű terményt szolgáltat, miközben a betakarított termés szermaradék-mentesnek tekinthető. Ennek a munkának a tervezéséhez a hatóanyagok bomlási kinetikáját (RL_{50} érték) és a permetezés időzítését is figyelembe vettük. Szermaradék szempontjából ígéretes, ökológiai gazdálkodásban is engedélyezett kezeléseket (*Bacillus thuringiensis*, természetes piretrinek) iktattunk be. Munkámmal analitikai módszert fejlesztettünk a felhasznált hatóanyagok mérésére, a módszert validáltuk kajszi és szilva mátrixokra, így a minták szermaradék koncentrációjának meghatározását rutinszerűvé tettük. Hosszú távú célunk, hogy harmonizáljuk a fogalommeghatározásokat nemzeti és nemzetközi szinten, akár csak a biotermékek esetében, továbbá javaslatokat tegyünk Magyarországon szermaradék-mentes technológia kidolgozására több kultúrában is.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A növényvédelem kulcsfontosságú az élelmezésbiztonság és az életképes mezőgazdasági ágazat biztosítása szempontjából (pl. Savary et al., 2019; Möhring et al., 2020). Ez a tevékenység azonban jelenleg erősen támaszkodik a növényvédőszer-használatra, amely a környezetszennyezéssel, a biológiai sokféleség csökkenésével és a közegészségügyre gyakorolt negatív hatásokkal függ össze (Tang et al., 2021; Tsiafouli et al., 2015; Inserm, 2022; Kim et al., 2017). A növényvédőszer-kockázat csökkentése ezért a mezőgazdasági politikák egyik legfontosabb prioritása, különösen Európában. Az Európai Unió célja például, hogy 2030-ig 50%-kal csökkentse a kémiai növényvédő szerek alkalmazását és ezáltal kockázatát; valamint a veszélyesebb növényvédőszer-használatát (Schearta és Candel, 2020; Schneider et al., 2023). Az Európai Unión kívüli országok is ambiciózus peszticid-politikai célokkal rendelkeznek. Svájc például 2027-ig szintén 50%-kal kívánja csökkenteni a peszticidek használatát (Finger, 2021). Mindezek mellett pedig a fogyasztók is egyre inkább követelik a peszticidek egészségügyi és környezeti kockázatainak csökkentését, ami ágazati szintű kezdeményezéseket indít el (pl. Grebitus és Van Loo, 2022; Möhring és Finger, 2022). Az ambiciózus növényvédőszer-politikai célok eléréséhez többféle út vezet. A mezőgazdasági termelés szintjén olyan megközelítéseket javasoltak, mint az integrált növényvédelem, az agroökológiai növényvédelem és a biogazdálkodás (pl. Möhring et al., 2020; Ewert et al., 2023). Jelenleg egy további, újszerű termelési rendszerszemlélet megjelenését figyelhetjük meg az európai mezőgazdaságban: a növényvédőszer-mentes, de nem ökológiai termék előállítását. Ez a hagyományos és az ökológiai termelés közötti gyakorlatot képviseli, amelyre jelenleg még nincs egységes szabályozás, nem alakultak ki a definíciók, műveleti előírások. Fontos azonban elkülönítenünk a „növényvédőszer-mentes termelést” és a „növényvédőszer-mentes terméket”. Az előbbi, bár osztozik a biotermeléssel abban a tekintetben, hogy mellőzi a kémiai szintetikus növényvédő szerek használatát, mégis találunk kivételeket, amikor – fontos károsítók ellen – megengedhető ezek használata. A biotermeléستől abban is különbözik, hogy megengedett szintetikus műtrágyák használata, (Jacquet et al., 2022; Möhring és Finger, 2022; Finger és Möhring, 2023), ezáltal a hozamok csökkenése kevésbé jellemző. A növényvédőszer-mentes termelésnek tehát egyértelmű üzenete van a gazdálkodók, a fogyasztók és a politikai döntéshozók számára, miszerint "nincs növényvédőszer-használat", de az elfogadási kritériumok megengedőbbek, mint a biotermelés esetén (Finger és Möhring, 2023). A növényvédőszer-mentes termelési rendszerekkel eddig elsősorban tudományos

munkák foglalkoztak, ám mára néhány országban már gyakorlattá vált (pl. Jacquet et al., 2022; Pergner és Lippert, 2023; Nazarko et al., 2003, Nazarko et al., 2004; Saile et al., 2023; Zimmermann et al., 2021).

Kevésbé elterjedt a „növényvédőszer-mentes termék” fogalom és az ezzel kapcsolatos termelési technológiák ismertetése. Ez utóbbira majd a lengyelországi gyakorlatban látunk példát (Környező országok „szermaradék-mentes” gyakorlatai fejezet), mely során a szermaradék-mentes termék úgy állítható elő, hogy bár használnak szintetikus kémiai növényvédő szereket, de oly módon megválogatva, hogy azok szermaradék koncentrációja a termékben már ne legyen kimutatható.

Jól látható, hogy a tématerület legfontosabb feladata a definíciók, fogalmak és a termelési gyakorlatok tisztázása és szabályozása. Ennek hiányában a „szermaradék-mentes” paradigmát jelenleg az ipar és a politikai döntéshozók határozzák meg a különböző országokban. A következő fejezetekben a környező országok megoldásait igyekszem bemutatni.

2.1 KÖRNYEZŐ ORSZÁGOK „SZERMARADÉK-MENTES” GYAKORLATAI

A közelmúltban európai és azon kívüli országokban peszticid-mentes, de nem ökológiai termelési rendszereket vezettek be. Az is megfigyelhető, hogy a vásárlók felárat fizetnek az ilyen termékekért, például a gabonafélék értékláncában Németországban és Svájcban is (Koch et al., 2023; Möhring és Finger, 2022). Ezen a vonalon a „növényvédőszer-mentes” címkék is megjelentek különböző kifejezésekkel, mint „zero residue”, „no residue”, „pesticide free” (1. ábra).



1. ábra – Szermaradék-mentes védjegyek Franciaországban és Olaszországban. A „sans” jelentése „nélkül”. A francia termék a termelési módot, míg az olasz a terméket jelöli

peszticid-mentesnek (Arcadia, 2023; Raynaud et al., 2009.) Az így megjelenő új és innovatív termesztéstechnológiákat állami és magánprogramok is finanszírozzák, ezáltal várható, hogy az elkövetkező években egyre több ilyen termékkel fogunk találkozni.

Az alábbiakban egy modern esettanulmányt szeretnék bemutatni, melyet Robert Finger végzett csapatával 2023-ban a növényvédőszer-mentes, de nem ökológiai termeléssel kapcsolatban Európában. Svájci, francia és német gyakorlatok szerepelnek a tanulmányban, melyeket kormányzati vagy magánprogramok támogattak. A tanulmányban Finger hat kulcskérdést fogalmazott meg, melyekre válaszokat is keresett a különböző gyakorlatok során. Fontos hangsúlyozni, hogy a tanulmány fókuszában alapvetően „növényvédőszer-mentes” termelés áll és nem a „szermaradék-mentes” termék, de néhol keverednek ezek a definíciók és ezáltal a célok is. Az alábbiakban a kérdések közül a három legfontosabb felvetéssel szeretnék részletesebben foglalkozni.

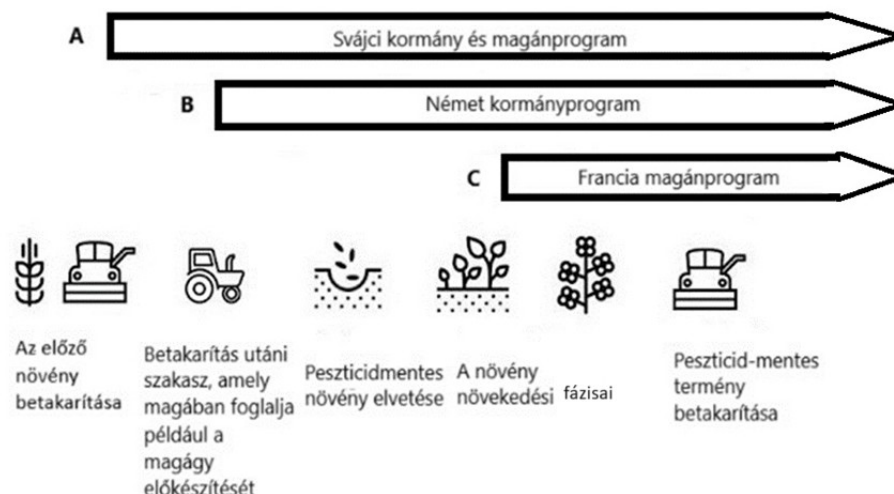
1. Hogyan definiálják a peszticid-mentes termelést a három ország gyakorlatában?

A növényvédőszer-mentesség minden esetben elsősorban a kémiai szintetikus növényvédő szerek használatának mellőzését jelenti. A biogazdálkodásban engedélyezett termékek alkalmazása általában nem korlátozott ezekben a termelési programokban.

2. A növénytermesztési ciklus mely részei szabályozottak?

A 2. ábra egy stilizált növénytermesztési ciklust mutat be, amely az alábbi részekből áll:

- Az előző növény betakarítása
- A betakarítás utáni szakasz, amely magában foglalja például a magágy előkészítését
- A peszticid-mentes növény elvetése
- A növény növekedési fázisa
- A peszticid-mentes termés betakarítása



2. ábra. A növényvédő szerek mellőzésének szabályozása a növénytermesztési ciklusban a különböző kormányzati és magánprogramok esetében

A növényvédőszer-mentes termelésre vonatkozóan három különböző szabályozást találhatunk az egyes gyakorlatokban, melyeket az ábrán a felső nyilak jeleznek. (2. ábra). Az 'A' esetben a növényvédőszer-mentesség az előző növény betakarítását követő teljes időszakot magába foglalja a végtermék betakarítását követő pillanatig. Ez azt jelenti, hogy a vetés előtti időszak is, beleértve a magágy előkészítését, peszticid-mentes. Ezt a gyakorlatot alkalmazzák a svájci IP Suisse magánprogramjában és a svájci kormány agrár-környezetvédelmi programjában is. A 'B' esetben a növényvédőszer-használat csak az előző termés betakarítása után tilos. Ez a német kormányzati agrár-környezetvédelmi program gyakorlata. Egy példán bemutatva a szántóföldi növények esetében a növényvédőszer-használat január 1-től a betakarításig vagy legalább augusztus 31-ig nem engedélyezett. Az ezt követő gyomirtás például szintetikus növényvédő szerekkel is megoldható. A 'C' esetben a növényvédőszer-használat csak a kultúrnövény bizonyos növekedési fázisát követően tilos. Ezt a megközelítést a franciaországi "l'alliance nature et saveurs" („a természet és az ízek kombinációja”) magánprogramban alkalmazzák 2018 óta. Itt a növényvédőszer-használat csak a virágzás után szűnik meg azzal a céllal, hogy a betakarított termékben ne legyen szermaradék kimutatható mennyiségben (konszenzusos határértékként 0.01mg/kg szerepel). Ez a megközelítés tehát inkább a peszticid-mentes termékre vonatkozik (a termékekben nincsenek szermaradványok), és nem a peszticid-mentes termelésre önmagában (Koch et al., 2023; Möhring és Finger, 2022)

3. Milyen további kivételek lehetnek a növényvédőszer-használat tekintetében?

A termelési gyakorlatra vonatkozólag a fent bemutatott időbeli szempontokon túl többféle kivétel is létezik. Ide tartozik például a vetőmagvak bevonása. Svájcban a kormányzati agrár-környezetvédelmi program engedélyezi a vetőmagvak bevonását szintetikus kémiai készítményekkel. Ezzel szemben Németországban nem engedélyezett ez az eljárás, a vetőmagok védelmét általában hőkezeléssel vagy biológiai termékekkel helyettesítik. A francia programban a vetőmagvak bevonása nem szabályozott.

A svájci kormányzati agrár-környezetvédelmi programban további kivételek vannak a növényvédőszer-használatra vonatkozóan, melyek az alábbiak. 1.) Egyetlen gyomnövény egyedi, foltos gyomirtószeres kezelése engedélyezett, 2.) a gyomirtószerek sávós (azaz a növénytörzsi körüli szűk ablakban történő) alkalmazása a szántóföld kevesebb mint 50%-án szabad, 3.) cukorrépa esetében gyomirtószert használata a növények négy leveles állapotának eléréséig engedélyezett, 4.) herbicidek használata a burgonya leveleinek leszártására szintén elfogadott, valamint 5.) burgonyában megengedhető a levélfoltosság elleni fungicid kezelés. A német programban engedélyezett, hogy alacsony kockázatú hatóanyagok felhasználhatók a szermaradék-mentes termelésben, melyek (BMEL, 2023) közül sok, de nem mindegyik engedélyezett a biogazdálkodásban.

Érdekes módon ezeket a kivételeket a francia magánprogram nem engedélyezi, ez esetben viszont fontos lehetőség, hogy a növényvédőszer-használat a virágzásig engedélyezett.

Összefoglalásként elmondható, hogy a svájci programban szabályozzák legszigorúbban a peszticid-mentes termelést, ugyanakkor a gazdáknak számos kivételes növényvédelmi lehetőséget biztosítanak. A szemlélet régóta megnyilvánul a svájci gyakorlatban, hiszen 1992/93-tól kezdődően az „*Extensio*” program tagjai (amely még egy korábbi hasonló kezdeményezés volt) nem használhattak inszekticideket, gombaölő szereket vagy növekedésszabályozókat a búzatermesztésben. (Bocker et al., 2019). Az új „peszticid-mentes búza” termelése során - a kivételektől eltekintve – nem használhattak szintetikus növényvédő szereket, a műtrágyák azonban engedélyezettek, ezért lényegesen könnyebben megvalósítható, mint az ökológiai gazdálkodás. A résztvevők erőfeszítéseit területalapú díjazással honorálták a növényvédőszer-mentes termelésért. A német gyakorlat legfontosabb célkitűzése a hozam megtartása, ezért támogatják a műtrágyák, a terméshozam növelő anyagok, valamint növényvédelmi célra az alacsony kockázatú peszticidek használatát. A legkönnyebben megvalósítható – és véleményünk szerint a legjobb - megoldás a franciák által

kidolgozott program. Franciaországban 946 szántóföldi gazdaság bevonásával megállapították, hogy a szintetikus növényvédő szerek korlátozása a gazdaságok 77%-nál nem csökkenti a hozamot vagy a jövedelmet, de megjegyezték, hogy az eredmények növényenként eltérőek, és azt is, hogy műtrágya használat mellett értendőek. Például burgonyánál és cukorrépánál a jövedelmezőség nagymértékben függött a kémiai növényvédő szerektől, míg a gabonahozamokat kevésbé befolyásolta.

A következőkben még néhány olyan példát szeretnék bemutatni, amely hasonlít a francia megoldásra, ezáltal véleményünk szerint Magyarországon is bevezethető lehet. A teljesség igénye nélkül jelen dolgozatban egy lengyel Európai Unió pályázatot mutatok be ebben a témában, de érdemes tudni, hogy már Szerbiában és Olaszországban is kidolgozás alatt van a „szermaradék-mentes” tanúsítvány.

Lengyelországban is fellelhető a hatóanyagmaradék-mentes termesztéstechnológiai rendszer kidolgozása egy jelenleg is futó EIP-AGRI EU pályázat keretében, amely a „Certified Pesticide Residue Free program – New Trend „azaz „Tanúsított Szermaradék-mentes program – Az új trend” címet viseli. Artur Tymięski (BestBerry Kft., Lengyelország) a pályázat egyik vezetője elmondta: „Projektünk célja az volt, hogy egy védjegy segítségével láthatóvá tegyük a peszticid-mentes termékeket a lengyel piacon. Ezért létrehozunk egy címkét, egy szabványrendszert, amely a hagyományos gazdálkodókat arra ösztönözheti, hogy csökkentsék a megtermelt élelmiszerek peszticid-maradék tartalmát.” Cégük elsősorban biogyümölcsöt és -zöldséget termel, és észrevették, hogy a szermaradék-mentes termékek iránt Európa-szerte, sőt világszerte is nő a kereslet. Emellett úgy gondolják, hogy ez a címke jelentős könnyítés lehet a gazdáknak, és olyan kultúráknál is megvalósítható, ahol az ökológiai termesztésre nincs lehetőség. Ez a megoldás újabb lépést jelenthet a mezőgazdasági növényvédőszer-használat csökkentése felé.

Lengyelországban 10 helyszínen végeztek szántóföldi kísérleteket, amelyek a termények széles skálájára vonatkoztak, beleértve az almát, málnát, epret, feketeribizlit, brokkolit, karfiolt, céklát, sárgarépát, zöldbabot, sütőtököt, burgonyát, póréhagymát és néhány szántóföldi kultúrát is. Szakértő csapat értékelte a folyamatban lévő kísérletek eredményeit és útmutatást adtak a növényvédő szeres kezelések csökkentésére. Például javaslatot tettek a talajjavítási módszerekre, biostimulátorok használatára, a műtrágyázás optimalizálására, a peszticidek alkalmazásának korlátozására. A laboratóriumi vizsgálatok pedig megerősítették, hogy a projektbe bevont végtermékek többsége peszticid-maradéktól mentes volt. A terepi kísérletek adatait összegyűjtötték és olyan szoftver kidolgozásához használták fel, amelyen

keresztül a termelők megadhatták gazdálkodásuk adatait, és az algoritmus kiszámította a betakarítás után a termékben maradó növényvédő-szer becsült szintjét. A szermaradék-mentes címkével ellátott termék magasabb áron értékelhető, ezért vonzó alternatíva lehet a termelőknek. A lengyel pályázat együttműködik a lengyel mezőgazdasági minisztériummal a tanúsítás hivatalossá tétele érdekében. A címke bevezetése 2023-24. években várható, és először 3 forgalomba hozott terméken (fagyasztott gyümölcs és zöldség) jelenik meg. E termékek sikerét és hatását elemezni fogják. Tervek szerint a címkét más országokra is ki szeretnék terjeszteni.

2.2 A PESZTICID-MENTES TERMÉKEK MINŐSÉGI MUTATÓI ÉS A HOZAMOK ALAKULÁSA

Nehéz megítélni, hogy a növényvédő szerek elhagyásával végzett termelés milyen hozamokat eredményez a konvencionális növénytermesztési módszerekkel összevetve. A nehézség a fogalmi meghatározások heterogenitásából fakad, miáltal elhagyható csupán néhány peszticid, vagy a szintetikus hatóanyagok, esetleg mindennemű kémiai növényvédelem, és emellett a műtrágyák használatát is ugyanígy többféleképpen értelmezhetjük. Az ökológiai termesztési rendszerek általában 10% és 60% közötti hozamkülönbséget mutatnak a hagyományos rendszerekhez képest, a terménytől, a helytől és a kezdeti termésszinttől vagy a termelés intenzitásától függően (Seufert et al., 2012; Wilbois). Míg az ökológiai gazdálkodási rendszereket alaposan tanulmányozták, kevés tudás áll rendelkezésre, amikor a korlátozások csak bizonyos szinteken értendők. Talán a legszélesebb körben elvégzett felmérés a Möhring és munkatársai által vezetett Delphi-tanulmány volt Svájcban 2021-ben, melyben 18 szakértőt kérdeztek meg az ország minden részéről a lehetséges természetes termésveszteségekről, ha a növényvédő szereket teljesen vagy részben elhagyták a szántóföldi gazdálkodásban. Háromféle megoldást is vizsgáltak: a) növényvédő szer nélkül, b) rovarölő, gombaölő és szárrövidítő szerek nélkül és c) gyomirtó szerek nélkül. A felmérés nem elsősorban kísérleti adatokon, hanem becsült modellen alapult. A becslések szerint a c) esetben a legalacsonyabb a hozamveszteség (6-20%), míg a b) esetben közepes (10-43%), az a) esetben magas veszteségre (16-47%) kell számítani. A kutatók hangsúlyozták a rezisztens fajták szerepét, ahol a veszteség szignifikánsan kisebb lehet, valamint a növényvédő szerek használatának fontosságát a mai élelmezés biztosításához. Ezért gondoljuk, hogy fontos szerepe van az olyan köztes megoldásoknak, mint a lengyel példában

bemutatott szermaradék-mentes termékek előállítása, amely esetben nem várható hozamcsökkenés, míg az élelmiszerbiztonság javul, kielégítve ezzel a fogyasztói elvárásokat.

A mennyiségi paraméterek mellett a minőségi jellemzőket is érdemes megvizsgálni a termesztési rendszerek viszonylatában. Egy 2016-os törökországi tanulmányban növényvédőszer-mentes és hagyományos termesztési rendszerek hatását vizsgálták a termesztett paprika betakarítás utáni minőségében. A paprikát üvegházban ($\approx 0,2$ ha) termesztették az Akdeniz Egyetem Campusán, Törökországban. Azonos talajadottságokat, szabályozott légkörparamétereket alkalmaztak. Betakarítás után, a tárolás alatt vizsgálták a paprika minőségét, jellemző kémiai összetevők koncentrációját, mint a C-vitamin, a karotinoidok, az oldható szárazanyag-tartalom, valamint érzékszervi-vizuális vizsgálatokat is végeztek (küllem, romlás). Magyarországon többek között Dr. Ujj Apolka és Györéné dr. Kis Gyöngyi (ÖMKI és a MATE közös programjában) foglalkoznak jelenleg azzal, hogy miként hatnak a növényi élelmiszerek beltartalmára az egymástól jelentősen különböző gazdálkodási, trágyázási és növényvédelmi gyakorlatok (Gyorene és Ujj, 2024). Mindkét csoport a munkája során azt a következtetést vonta le, hogy a beltartalmi értékeket figyelembe véve kedvezőbbek a hagyományos gazdálkodási módon előállított élelmiszerek a bio élelmiszerekhez képest, azonban a polifenol-tartalom lényegesen jobb értéket mutatott növényvédőszer-mentes termesztésben. Ezek a megállapítások is alátámasztják az általunk célul tűzött „szermaradék-mentes termék” koncepció létjogosultságát a magyar növénytermesztési gyakorlatban.

Elgondolásunk fogyasztói megítélése is előnyös, mint azt Jian Wang és munkatársai egy kínai felmérésben (2022) megállapította. Véleménye szerint a fogyasztói preferencia fontos piaci információ, és kulcsfontosságú a kínai kormány számára a szabályozási politika kialakításához. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy a fogyasztók hajlandóak felárat fizetni a szermaradék-mentes vagy bio zöldségekért. Jian Wang tanulmánya tovább finomította a szermaradék-szinteket, és elemezte a fogyasztók fizetési hajlandóságát a különböző szinteknél. Az eredmények szerint a fogyasztók pozitívan preferálják, és nagyobb hajlandóságot mutatnak az alacsony szermaradék-tartalmú zöldségek megvásárlására. Ez azt jelzi, hogy a fogyasztók hajlandóak bizonyos többletköltségeket fizetni a biztonságos, kevesebb szermaradványt tartalmazó zöldségekért, még akkor is, ha az nem „bio”, ugyanis magasabb élelmiszer-biztonsági szintre van igényük. Piaci ösztönzést is jelenthet a termelők számára, hogy javítsák termelési módszereiket, illetve, hogy jobb és biztonságosabb élelmiszereket kínáljanak, ezáltal befolyásolva az érintett piacok fejlődését. Adataik segítséget nyújthatnak a szabványrendszer felülvizsgálatának költség-haszon elemzéséhez. Az

elemzésből kiderül, hogy a demográfiai tényezők, mint a nem, az életkor és a jövedelem jelentős hatással vannak arra, hogy a kínai fogyasztók előnyben részesítsék az alacsony szermaradék-tartalmú zöldségeket, ami azt sugallja, hogy demográfiai jellemzők alapján piaci szegmenseket alakíthatunk ki, hogy elősegítsük a zöldségpiac ilyenén fejlődését.

2.3 A NÖVÉNYVÉDELMI GYAKORLATOT ÉRTINTŐ MEGFONTOLÁSOK

A lengyel koncepciót követve fontos kihangsúlyozni, hogy előállítható úgy szermaradék-mentes termék, hogy a termelő használ kémiai növényvédő szereket, de azokat úgy válogatja meg és oly időben alkalmazza, hogy a termékben kimutatható szermaradék szintet ne eredményezzen. A definíció az analitikai módszer kimutatási határára (0,01 mg/kg) teszi az elfogadási szintet. Ebből következőleg a sikeres technológia érdekében foglalkoznunk kell a hatóanyagok bomlási kinetikájával.

2.3.1 HATÓANYAGOK BOMLÁSA

A disszipációs ráta az a sebesség, amellyel a hatóanyag eltűnik a növény mért részéből a különböző folyamatok együttes hatásai miatt, ideértve az illékonyságot, a hidrolízist, a fotolízist, a kémiai és mikrobiális lebomlást. Ezt a tulajdonságot általában a peszticid felezési idejeként (RL_{50} (nap) = residual level 50% (day)) fejezik ki, amely az a napban meghatározott idő, amely ahhoz szükséges, hogy a szermaradvány szintje a kezdeti koncentráció felére csökkenjen a meghatározott növényi mátrixokban(on). Az adatok széles skálát ölelnek fel és nem csak a hatóanyag fizikai-kémiai tulajdonságától függenek, hanem a növényi mátrix típusától, textúrájától (például viaszok jelenléte), a növény általános architektúrájától (például a levél alakjától) és a hatóanyag szisztémicitásának mértékétől is. Sőt, miáltal a növényvédő szerek összetétele jelentősen eltérhet, és különféle adalékanyagokat tartalmazhatnak, ezek is befolyásolhatják a szermaradék viselkedését, nagyrészt ismeretlen módon, de mind az iparban, mind a különböző kutatóintézetekben élénken foglalkoznak ezzel a kérdéssel is (Fantke and Juraske, 2013). Ezen kívül az éghajlati tényezők (például a levegő hőmérséklete, páratartalma, napfény intenzitása) és a környezeti feltételek, amelyek között a növényt termesztették vagy tárolták, szintén befolyásolják a disszipáció mértékét. A fentiekből jól látható, hogy a disszipációs rátának fontos szerepe van a biztonságos növényvédelem megvalósításában. Például felhasználhatók annak meghatározására, hogy a dolgozók mikor

léphetnek biztonságosan újra a kezelt területre a peszticid kijuttatását követően, vagy mikor kerülhetnek kapcsolatba a permetezett sportgyeppel, golfpályával (Lewis and Tzilivakis, 2017). Ezeket az adatokat a betakarított termékek szermaradék-koncentrációinak előrejelzésére, valamint a permetezés és a betakarítás vagy a potenciális feldolgozás/fogyasztás közötti időintervallum meghatározására is használhatják számításos módszerrel. A disszipáció ismerete akkor is értékes, ha figyelembe vesszük a nem célzott és hasznos szervezetekre (pl. beporzókra) vonatkozó potenciális kockázatot, amelyek éppen táplálékot kereshetnek, vagy más módon érintkezhetnek egy peszticiddel kezelt növényvel. Arról is tájékoztatnak, hogy a növényvédő szer várhatóan mennyi ideig nyújt kielégítő hatást. Ennek következtében a hatóanyag-maradékok felezési ideje különböző növényi mátrixokban gyakran fontos bemeneti paraméter a különféle kockázatértékelési modellekben is. Lewis et al. 2017-ben úttörő munkát végzett abban, hogy ezek az adatok, melyeket különböző kutatócsoportok egymástól függetlenül meghatároztak, egységes módon bekerüljenek a PPDB (Pesticide Properties Database) adatbázisba, melyet így a szabályozó szervezetek (mint az Európai Bizottság és az US EPA) az engedélyezési folyamatok során fel tudnak használni (Lewis, 2017). Az alábbi táblázatban az általam használt növényvédőszer-hatóanyagok RL50 értékeit mutatom be (1. táblázat).

1. táblázat: felhasznált növényvédőszer-hatóanyag RL₅₀ értékei

Hatóanyagok	RL₅₀ (nap)	tartomány (nap)
acetamiprid	6,3	1,2-22,8
boszkalid	6,3	1,3-18,5
cinerin	nincs adat	nincs adat
cipermetrin	6,3	1,2-22,8
ciprodinil	8,0	2,3-16,7
deltametrin	3,1	0,5-7,7
fluopiram	6,0	1,9-9,0
jasmolin	nincs adat	nincs adat
lambda-cihalotrin	5,3	0,5-15,3
mefentriflukonazol	nincs adat	nincs adat
penkonazol	6,2	1,5-14
piraklostrobin	8	1,6-21,9
piretrin	nincs adat	nincs adat
pirimikarb	5,5	1,6-14,6
tebukonazol	9,9	1,0-59,4
trifloxistrobin	4,8	1,4-12,0

2.4 KAJSZITERMESZTÉS JELENE; KÁROSÍTÓI ÉS NÖVÉNYVÉDELMI GYAKORLATA MAGYARORSZÁGON

A kajsz (*Prunus armeniaca*), a Rosaceae családba tartozó kedvelt csonthéjas gyümölcsünk gazdasági jelentősége mellett táplálkozási szempontból is fontos faj, mivel magas cukortartalmat, rostokat, ásványi anyagokat, bioaktív fitokemikáliákat és vitaminokat, köztük A, B, C vitamint, tiamint, riboflavint, niacint és pantoténsavat tartalmaz (Leccese et al., 2007). A kajszibarackot kisebb részben friss gyümölcsként, vagy aszalva fogyasztjuk, de leginkább lekvárként tartósítjuk (Wani et al., 2018); ezentúl Magyarországon a kajszipálinkafőzésnek is nagy hagyományai vannak. A kajszibarackot főleg a mediterrán országokban termelik, ez a globális termelés 40%-át adja (FAOSTAT, 2020). A legnagyobb termelő országok: Törökország (803.000 tonna), Irán (305.000 tonna), Olaszország (230.000 tonna) Franciaország (128.000 tonna) (Jannatizadeh et al., 2008; Esfandiarpour-Boroujeni et al., 2019; FAOSTAT, 2020).

A kajszitermesztők fő célja a hozam és a minőség növelése, azaz a keménység, a cukortartalom és a vizuális megjelenés (héjszín) (García-Gómez et al., 2020; Zhebentyayeva et al., 2012). Beszámoltak arról is, hogy az ásványi táplálék, különösen a nitrogén kulcsszerepet játszik a növények növekedésében, a hozamban és a gyümölcs minőségében, beleértve a szilárdságot és a fenolos vegyületeket (Radi et al., 1997, 2003; Falls és Siegel, 2005; Macheix et al., 2018). A nitrogén az enzimek, vitaminok és klorofillmolekulák nélkülözhetetlen összetevője, amely részt vesz a nuklein- és aminosavak, valamint a fehérjeszintézisben (Carranca et al., 2018).

A kajsz, más néven sárgabarack termesztéstechnológiájában bár a növényvédelem is kulcsszerepben van, de a megfelelő tápanyagellátáson túl nagy figyelmet igényel a tél végi- és a zöldmetszés időzítése is. A fitotechnikai műveletek megfelelő időzítésével, illetve a metszés higiéniai szabályainak betartásával közvetve védekezhetünk két kiemelt kórokozóval szemben, a gutaütést okozókkal (pl.: *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) és a csonthéjasok európai sárgulása fitoplazmával (ESFY) szemben. Az ültetvények gyors amortizációjáért leginkább az ESYF kórokozó felel.

Magyarországon a fenti betegségek után a legnagyobb kárt feltehetőleg a tavaszi fagyok okozzák, különösen az alföldi ültetvényekben gyakori a termés részleges, vagy teljes

pusztulása, akár 5 év átlagában 3-szor. A fagyvédelemre itt nem térek ki, bár ismert egyes kémiai beavatkozás enyhe képessége a virágok, vagy fiatal terméskezdemények fagyérzékenységének csökkentésében.

A kajszi növényvédelmét a fenológia előrehaladtával mutatom be a következő sorokban.

Kardinális probléma a virágfertőző monília (*Monilinia laxa*) pusztítása (3. ábra), ami ellen minden évben védekezni szükséges, csapadékos időben a virágzás alatt akár többször is. Mivel szirmon keresztül fertőz, így már fehérbimbós állapotban is fennállhat fertőzésveszély, egészen sziromhullásig. Érdekes apró cseppképzéssel, bő lémenyiséggel, felszívódó hatóanyagok preferálásával kezelni, különben akár az összes virág elpusztulhat, illetve a vesszők, képződő hajtások is sérülhetnek; szélsőséges esetben a fa pusztulásával is számolni lehet. A fertőzött hajtásmaradványokat, gyümölcsmúmiákat mindenképpen el kell távolítani (Internet1). A felhasználható készítmények közül hűvösebb időben a ciprodinil javasolható, melegebb időben a triazol-származékok is megfelelőek. Ezeken túl több, igen jó hatékonyságú készítmény áll rendelkezésünkre, azonban a biotermesztésben csak a virágokra enyhén fitotoxikus réz hatóanyagú készítményeket alkalmazhatjuk, több-kevesebb sikerrel (4. ábra).



3. ábra: Moníliás virágfertőzés (Internet 2)

A virágfertőző monília leküzdése után a fejlődő hajtásokon megjelenhetnek az araszó- és sodrómolyok lárvái, amiket rovarölő készítménnyel még fiatal lárvastádiumban el kell pusztítani, hiszen a terméskezdeményeket is hámozgatják a levelek rágása mellett. A sodrómolyok lárvái hamar védett levélsodratokat alakítanak ki, ahol szövetek védelmében a kontakt rovarölőkkel csak nehezen, vagy alig érhetők el, tehát ezzel a kezeléssel nem érdemes

késlekedni. Olyan készítményt kell választani, ami a levéltetveket is pusztítja, hiszen ebben a korai fenológiai állapotban már a néhány éve hazánkban is elterjedt japánkajszzi-levéltetű (*Myzus mumecola*) is erősen károsítja a kajszzi kibomló hajtásait, teljesen leállítva a hajtásnövekedést, elpusztítva a hajtásvéget. A levéltetű elleni kezelés tehát nem maradhat el, de összevonható a fenti kártevőcsoport elleni védelemmel, így egy virágzás utáni kezeléssel 'több legyet ütünk' egy csapásra. A kajsziban rendelkezésre álló, alapengedéllyel rendelkező készítményeink (4. ábra) közül egyesek az Agrár Környezetvédelmi Programban (AKG) lévő kajszültetvényeken nem használhatók, legfőképpen biotermesztésben tiltott. A rezisztencia elkerülésének alapelve szerinti hatóanyag-rotálás tehát alig lehetséges, amennyiben a hatásmód-váltást tekintjük a rotáció alapjának.

Form.	Növ.védő szer	Hatóanyag	É.V.I.	Méhv.	Károsító
WP	Astra Rézoxiklorid	Réz-oxiklorid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, apiognomónia
WG	Azumo WG	Kén	1	n.k.	lisztharmat
SC	Badge SC	hidroxid, Réz-oxiklorid	4	m.k.	monília betegség, tafrinás levélfodrosodás, sztigminás betegség, baktériumos és gombás ágelhalás
SC	Bordóilé + Kén Neo SC	Bordói keverék, Kén	21	m.k.	baktériumos-, gombás betegségek
SC	Bordóilé Neo SC	Bordói keverék	21	m.k.	baktériumos-, gombás betegségek (kivéve lisztharmat)
SC	Buvicid K 370 SC	Kaptán	21	n.k.	tafrinás levélfodrosodás, sztigminás betegség, monília betegség
WG	Champion WG	Réz-hidroxid	0	m.k.	tafrinás betegség sztigminás betegség, baktériumos és gombás eredetű ágelhalás
WG	Chorus 50 WG	Ciprodinil	14	n.k.	monília virág- és hajtáspusztulás, monília termésothadás
WP	Cuprablau Z 35 WP	Réz-oxiklorid	0	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, tafrina
WP	Cuprosan 50 WP	Réz-oxiklorid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina
FW	Cuproxtat FW	rombázisú réz-szulfid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, apiognomóniás levélfoltosság levélfodrosodás
SC	Cuprozin Progress	Réz-hidroxid	0	m.k.	tafrinás betegség sztigminás betegség, egyéb levélfoltosságok
SC	Flosul	Kén	3	n.k.	lisztharmat
EW	Folicur Solo	Tebukonazol	14	n.k.	monília, gnomónia
SC	Fontelis 20 SC	pentopirad	3	n.k.	monília virágés hajtáspusztulás, monília termésothadás, lisztharmat
WP	Funguran Progress	Réz-hidroxid	0	m.k.	tafrinás betegség sztigminás betegség (levéllyukacsosodás) blumeriellás betegség egyéb levélfoltosságok
SL	Fytosave	COS-OGA	0	n.k.	lisztharmat
WP	Joker 77 WP	Réz-hidroxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina
SC	Kenja	Izofetamid	0	n.k.	monília virág- és hajtásehalás
WG	Kocide 2000	Réz-hidroxid	21	n.k.	Baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, gnomónia és tafrinás levélfoltosság
WG	Kumulus S	Kén	0	n.k.	lisztharmat, levélikasztó gombák
SC	Luna Experience	opiram, Tebukonazol	7	n.k.	monília betegség, sztigminás betegség, tafrinás levélfodrosodás
SC	Luna Privilege	fluopiram	3	n.k.	monília virág- és hajtásszáradás, monília termésothadás, sztigminás betegség, tárolási betegségek
SC	Merpan 48 SC	Kaptán	21	n.k.	sztigminás betegség, monília betegség, antraknózis
WG	Microthiol Special	Kén	0	n.k.	levélikasztó gomba, lisztharmat
SC	Montaflow	Réz-oxiklorid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina
EC	Mystic 250 EC	Tebukonazol	14	n.k.	monília virág- és hajtásehalás, tafrinás betegség, blumeriellás levélfoltosság
WG	Neoram 37,5 WG	Réz-oxiklorid	3	m.k.	baktériumos és gombás ágelhalás, levéllyukacsosodás, apiognomóniás levélfoltosság, tafrinás levélfodrosodás, monília betegség
WG	Nordox 75 WG	Réz-oxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalások, levéllyukacsosodás, tafrinás levélfodrosodás, apiognomóniás levélfoltosság, monília
SE	Olajos Rézkén	ok / (CAS 64742-46)	0	n.k.	baktériumos és gombás eredetű betegségek, levéltetvek, atkák, pajzstetvek
EW	Orius 20 EW	Tebukonazol	14	n.k.	monília virág és hajtásszáradás, apiognomóniás levélfoltosság, tafrinás levélfodrosodás
WDG	Orthocid 80 WDG	Kaptán	21	n.k.	tafrinás betegség, sztigminás betegség, monília betegség
SC	Revyona	Mefentriflukonazol	3	n.k.	monília virág- és hajtáspusztulás, monília termésothadás
SC	Sercadis	fluxapiraxad	3	n.k.	monília virágés hajtáspusztulás, monília termésothadás
WG	Signum WG	szkalid, Piraklostrobin	7	n.k.	monília virág és hajtáspusztulás, blumeriellás betegség
WG	Sulbari	Kén	0	n.k.	lisztharmat
WG	Sulfolac 80 WG	Kén	0	n.k.	lisztharmat, levélikasztó
WG	Switch 62,5 WG	iprodinil, Fludioxonil	7	n.k.	monília
WP	Taegro	mylioliquefaciens FZ	1	n.k.	monília virág és hajtáspusztulás, monília termésothadás, botritisztes betegség
SC	Teldor 500 SC	Fenhexamid	3	n.k.	monília termésothadás, monília virág- és hajtáspusztulás
WG	Thiovit Jet	Kén	0	n.k.	lisztharmat gyenge sztigmina
EC	Topas 100 EC	Penkonazol	14	n.k.	monília, lisztharmat, apiognomóniás levélfoltosság
SE	Vegesol eReS	ővényi olaj, Réz-hidroxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalások, levéllyukacsosodás, tafrina, apiognomónia
SE	Vegesol R	ővényi olaj, Réz-hidroxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalások, levéllyukacsosodás, tafrina, apiognomónia
WP	Vitra Rézhidroxid	Réz-hidroxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllyukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina

4. ábra: A kajsziban rendelkezésre álló, alapengedéllyel rendelkező készítmények

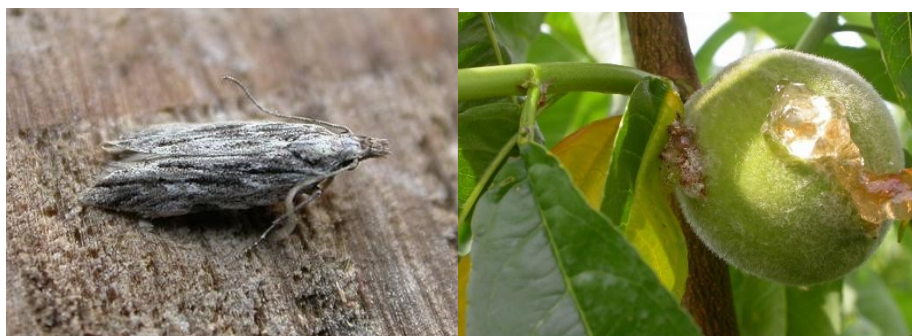
A csonthéj kialakulása után a termés intenzíven növekedik ismét, és amennyiben ekkor csapadékos az időjárás, vagy csupán hajnali páralecsapódás következik be, akkor a csonthéjasok sztigminás betegségének (5. ábra) kórokozója (*Stigmia carpophila*) ellen kell

megvédeni a lombon túl főleg a termést (Internet3). Ehhez jó választás lehet kontakt hatóanyag is (4. ábra), amelyekkel 1-2 kezeléssel a kritikus időszakot lefedhetjük.



5. ábra: Csonthéjasok sztygminás betegsége (Internet 4.)

A sárgabarack meghatározó kártevői közé tartozik a gyümölcsöt fogyasztó (6. ábra) barackmoly (*Anarsia lineatella*), és a keleti gyümölcsmoly (*Grapholita molesta*). A gyümölcsmolyok elleni védekezés alapja a szexferomon csapdákkal történő rajzás-megfigyelés, és a hőösszszámításra alapozott, időzített védekezés. Szerencsére a kajsziiban felhasználható lehetőségek elég tágasak. Mind a biológiai termesztésben, mint az integrált termesztésben megfelelő hatékonyságú módszerek/termékek állnak rendelkezésre. Nagyobb ültetvényméretnél a légtérletítés elsődleges a szermaradékmentes termesztés szempontjából. Ezen túl a hagyományos, permetezéssel eljárás esetében a *Bacillus thuringiensis* hatóanyagú készítményekkel is szermaradék mentesen védhető a gyümölcs a lárvák kártételétől. A szintetikus kémiai inszekticidek is megfelelő hatékonyságúak, de az AKG-program, illetve megporzó rovarok esetleges jelenléte a sorköztakaró növényzeten jelentősen korlátozhatja a felhasználható készítményeket (8. ábra). A gyümölcsmolyok elleni védekezések száma függ a fajta betakarítási idejétől, de leggyakrabban 1-2 kezelés elegendő.



6. ábra: Barackmoly – Keleti gyümölcsmoly kárkép (Internet5-6)

A környezetkímélő növényvédelmi gyakorlatot, azaz a széles hatásspektrumú rovarölőszerek elhagyását más, korábban kis jelentőségű károsítók is észlelik (Pénzes és Szalay 2003). Utóbbi években egyre jelentősebb kártételével hívja magára a figyelmet a közönséges fülbemászó (*Forficula auricularia*) (7. ábra), ami a betakarítás előtti napokban, a már érett gyümölcsöket fogyasztja.



7. ábra: Közönséges fülbemászó (Internet 7)

A cukros gyümölcs a sebzés körül azonnal rothadásnak indul. A betakarításhoz közeli időpont a rovarölőszerek felhasználása szempontjából, pontosabban az élelmezés-egészségügyi várakozási idő betartása miatt, különösen a szermaradék-mentes termesztési módszer választásával feladja a leckét a termeszőnek és a kutatónak. Környezetbarát, kizáráson és párhuzamos csapdázáson, esetleg biológiai termesztésben felhasználható, rendkívül gyorsan

degradálódó, természetes piretrineket tartalmazó készítmény felhasználásával orvosolható lesz a probléma.

Form.	Növ.védő szer	Hatóanyag	É.V.I.	Méhv.	Károsító
EW	Decis	Deltametrin	0	m.k.	molykártevők, levéltetvek
EW	Decis Mega	Deltametrin	0	m.k.	molykártevők, levéltetvek
WG	DiPel DF	Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki	2	n.k.	lombrágó hernyók, gyümölcsmolyok, amerikai fehér medvelepke
EC	Judo	Lambda-cihalotrin, Pirimikarb	7	k.k.	gyümölcs-, sodró- és aknázómolyok, levéltetvek,
CS	Karate Zeon 5 CS	Lambda-cihalotrin	3	m.k.	gyümölcsmolyok, levéltetvek, levélbolha, cseresznyelég, aranyos eszelény, foltosszárnyú
WG	Lamdex Extra	Lambda-cihalotrin	3	m.k.	cseresznyelég, gyümölcsmolyok, levéltetvek
SL	Leptostar 200 SL	Acetamiprid	14	n.k.	almailonca, ligeti sodrómoly, rózsailonca, levéltetvek
SC	Madex Twin	Cydia pomonella Granulovirus (CpGV)	1	n.k.	keleti gyümölcsmoly
SG	Mospilan 20 SG	Acetamiprid	14	n.k.	sodrómoly, szilva-levélbolha
EC	NeemAzal-T/S	azadiraktin	7	n.k.	szívó- és rágó kártevők, levélaknázó molyok
EC	Sumi Alfa 5 EC	Eszfenvalerát		m.k.	lombrágó hernyók, gyümölcsmolyok, levéltetvek
WG	Turex WG	Bacillus thuringiensis subsp. Aizawai ABTS-1857 és GC-91 törzs	0	n.k.	kis téliaraszoló, kártevő lepkafajok

8. ábra: Kajszipan engedélyezett rovarölő szerek

2.5 SZILVATERMESZTÉS JELENE; KÁROSÍTÓI ÉS NÖVÉNYVÉDELMI GYAKORLATA MAGYARORSZÁGON

A szilva (*Prunus domestica*) a magyarországi gyümölcstermesztés harmadik legnagyobb termőterületű faja az alma és a meggy után (KSH-2019). Délnyugat-Ázsiából származó, gyümölcsfajunknak csak kis hányadát fogyasztjuk frissen, zömében feldolgozva, lekvárként, befőttként vagy pálinka formájában fogy. A gyümölcs színe fajtánként eltérő lehet, és a ringlót is ide soroljuk. Előfordulhat lila, kék, zöld, piros vagy sárga színárnyalat is. A szilvaültvényekben általában támrendszer nélküli, orsó (ennek különböző változatai) koronaformát nevelnek, és kézi betakarítást végeznek (Gyümölcstermesztési alapismeretek). A szilva növényvédelmét szintén a fenológia előrehaladtával mutatom be a következő sorokban.

A szilva egyik kiemelt betegségeként tartják számon a Sharka-vírust (*Plum pox virus* - ez kajszipan is megjelenhet), amely vektorok (levéltetvek) segítségével terjed, de szemzéssel, oltással is (9. ábra).



9. ábra: Sharka vírus tünet levélen (Internet 8)

A leveleken és gyümölcsökön, de még a csonthéjon is kisebb-nagyobb, halvány, klorotikus foltokat figyelhetünk meg, később pedig tömeges gyümölcshullásra lehet számítani. A Stanley szilva fajta jól tolerálja a vírus jelenlétét.

Form.	Növ.védő szer	Hatóanyag	É.V.I.	méhv.	Károsító
WP	Funguran Progress	Réz-hidroxid	0	m.k.	tafrinás betegség sztigminás betegség (levéllukacsosodás) blumeriellás betegség egyéb levélfoltosságok
WP	Joker 77	Réz-hidroxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina
WG	Kumulus S	Kén	0	n.k.	lisztharmat, levéllikasztó gombák
SC	Luna Experience	iram, Tebuko	7	n.k.	monília betegség, blumeriellás-, sztigminás betegség, tafrinás levélfodrosodás
SC	Merpan 48	Kaptán	21	n.k.	tafrinás levélfodrosodás, sztigminás, monília betegség
WDG	Merpan 80	Kaptán	21	n.k.	tafrinás levélfodrosodás, sztigminás, monília betegség
WG	Microthiol Special	Kén	0	n.k.	lisztharmat, levéllikasztó gombák
SC	Montaflow	Réz-oxiklorid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina,
EC	Mystic 250	Tebukonazol	14	n.k.	monília virág- és hajtáselhalás, tafrinás betegség, blumeriellás levélfoltosság
WG	Neoram 37,5	Réz-oxiklorid	21	m.k.	bak.és gombás ágelhalás, levéllukacsosodás, apiognomóniás levélfoltosság, tafrinás levélfodrosodás, monília
EC	Nevikén Extra	mészken (kalcium- poliszulfid), Paraffinolaj ok / (CAS 64742-46-7)	0	n.k.	lisztharmat, pajzstetű, levéltetű tojások, körte-levélbolha, kártevő atkák gyérítésére
WG	Nordox 75	Réz-oxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina,
SE	Olajos Rézkén	(CAS 64742	0	n.k.	baktériumos és gombás eredetű betegségek, levéltetvek, atkák, pajzstetvek (gyérítés)
WDG	Orthocid 80	Kaptán	21	n.k.	tafrinás betegség, sztigminás betegség, monília betegség
SC	Revyona	efentriflukona	3	n.k.	monília virág- és hajtáspusztulás
SC	Sercadis	fluxapiroxad	3	n.k.	monília virágés hajtáspusztulás, monília termésrothadás
WG	Signum	alid, Piraklos	7	n.k.	monília hajtásés virágpusztulás, blumeriellás betegség
WG	Sulfolac 80	Kén	0	n.k.	lisztharmat, levéllikasztó
WG	Switch 62,5	odinil, Fludio	7	n.k.	monília
SC	Teldor 500	Fenhexamid	3	n.k.	monília termésrothadás, monília virág- és hajtáspusztulás
WG	Thiovit Jet	Kén	0	n.k.	lisztharmat gyenge sztigmina fertőzés
EC	Topas 100	Penkonazol	7	n.k.	monília, lisztharmat, apiognomóniás, levélfoltosság
SE	Vegesol eReS	ényi olaj, Réz	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalások, levéllukacsosodás, tafrina, apiognomónia
SE	Vegesol R	yi olaj, Réz-hi	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalások, levéllukacsosodás, tafrina, apiognomónia
WP	Vitra Rézhidroxid	Réz-hidroxid	21	n.k.	baktériumos és gombás eredetű ágelhalás, levéllukacsosodás, monília, apiognomónia, tafrina

10. ábra: Szilvában engedélyezett növényvédő szerek

Szilván a kajszinál már említett kórokozó, a *Monilinia laxa* virágfertőzése ellen védekezni kell, de fontos megjegyezni, hogy a szilva kevésbé fogékony e betegségre, mint a kajszi vagy a meggy. A kezelés szükségessége nagyban függ a fajta fogékonyságától, és az időjárástól. Egyes esetekben teljesen elhagyható a moniliás virágpusztulás elleni kezelés. Amennyiben hajlamosító tényezők állnak fenn, úgy a rendelkezésre álló gombaölő szerek közül választhatunk (10. ábra) és egy, ritkán két kezelés válhat szükségessé. A virágzással egyidőben a poloskaszagú szilvadarazsak (*Hoplocampa minuta*) is megjelennek, és tojásukat a csészelevelek cimpáiba sülyeszítik. A kikelő lárvák a gyümölcsbe rágnak, ahol a magkezdeményt is elfogyasztják, helyén fekete falú üreg látható. Az apró gyümölcsök tömegesen hullanak. Gradáció esetén jelentős termésveszteséget okozhat, ezért egy jól időzített védekezés indokolt. Ehhez választhatunk érintő hatású készítményt virágzás alatt az imágók ellen, de ekkor a megporzókra különös tekintettel kell eljárunk, vagy választhatunk rögtön szíromhullást követően felszívódó készítményt a kelő lárvák ellen. Mindkettőre rendelkezésünkre áll engedélyezett rovarölő (11. ábra).

Form.	Növ.védő szer	Hatóanyag	É.v.i.	Méhv	Károsító
WG	Affirm Opti	enametkin benzoát	7	k.k.	szilvamoly
EW	Decis	Deltametrin	7	m.k.	molykertevő,levéltű
EW	Decis Mega	Deltametrin	7	m.k.	molykertevő,levéltű
WG	DiPel DF	Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki	2	n.k.	lombrágó hernyók, gyümölcsmolyok, amerikai fehér medvelepke
SE	Exirel	ciántraniliprol	7	k.k.	szilvamoly, almailonca, kis téliaraszoló, nagy téliaraszoló,
EC	Judo	Lambda-cihalotrin, Pirimikarb	7	k.k.	gyümölcs-, sodró- és aknázómolyok, levéltetvek, cseresznyelégység
SC	Kanemite 15 SC	acekinocil	21	n.k.	közönséges takácsatka
CS	Karate Zeon 5 CS	Lambda-cihalotrin	3	m.k.	gyümölcsmolyok, levéltetvek, cseresznyelégység, levélbolha, aranyos eszelény
WG	Lamdex Extra	Lambda-cihalotrin	3	m.k.	cseresznyelégység, gyümölcsmolyok, levéltetvek
SL	Leptostar 200 SL	Acetamiprid	14	k.k.	levéltetvek, poloskaszagú szilvadarazsak, szilvamoly, közönséges teknőspajzstetű, almailonca, ligeti sodrómoly, rózsailonca
SC	Madex Twin	Bacillus pomonella Granulovirus (CpVd)	1	n.k.	keleti gyümölcsmoly
SG	Mospilan 20 SG	Acetamiprid	14	n.k.	levéltetű, szilvadarázs
SC	Movento	spirotetramat		k.v.	levéltetű, pajzstetű
EC	NeemAzal-T/S	azadiraktin	7	n.k.	szívó-és rágó kártevők, levélaknázó molyok
EC	Nevikén Extra	metoproliszulfid, Paraffinolajok / (C)	0	n.k.	levéltetű, pajzstetű
SC	Ortus 5 SC	Fenpiroximát	14	n.k.	takácsatka, levélatka
EC	Ovitex	Paraffinolajok / (CAS 8042-47-5)	0	k.k.	piros gyümölcscsa takácsatka
EC	Sumi Alfa 5 EC	Eszfenvalerát	14	m.k.	lombrágó hernyók, gyümölcsmolyok, levéltetvek

11. ábra: Szilvában engedélyezett rovar- és atkaölő szerek

Évjáratonként eltérő mértékben jelentkezhetnek szilván levélbetegségek, így a szilvarozsda (*Tranzschelia discolor*), vagy a sztigminás levéllyukacsosodás (*Stigmia carpophila*), esetleg a polisztigmás vörösfoltosság (*Polystigma rubrum*) melyek ellen védekezni szükséges az egészséges lombzat megtartása érdekében a hajlamosító időjárási körülmények fennállásakor (10. ábra).

A szilvamoly (*Grapholita funebrana*) mint terméskárttevő (12. ábra), igen jelentős veszteséget képes okozni, az ellene történő védekezés minden ültetvényben nélkülözhetetlen, és többszöri kezelést jelent. Már április végén rajzik és május közepére rendre összegyűlik a lárvakeléshez igényelt hőösszeg. A lárvák berágják magukat a termésbe, a berágás helyén pedig szinte minden esetben mézgafolyás figyelhető meg. A kései szilvafajtákon többszöri védekezés szükséges, de a lehetőségek igen tágasak (11. ábra).



12. ábra: Szilvamoly lárva (Internet 9)

A szilvát a takácsatkák (*Tetranychus urticae* és *Panonychus ulmi*) előszeretettel szívogatják. A lomb idejekorán funkcióját veszti, ha elmarad a védekezés. Atkaölő szerek engedélyezettek (11. ábra), de a siker kulcsa a felhasználás jó időzítése. A megkésett kezelések eredménytelenek, és akár korai lombvesztés is bekövetkezhet. Nem csak a takácsatka-félék, hanem a levélatkák (*Aculus fockeui*) is olykor okozhatnak kárt, ezek ellen a kén is eredményes lehet. Az atkák kártétele a rossz rügydifferenciálódásban, így a következő évi termés mennyiségében is megmutatkozhat.

A szilván gyakori kártevők a pajzstetvek, elsősorban a kaliforniai pajzstetű (*Comstockaspis pernicios*), ritkábban a szilvapajzstetű (*Sphaerolecanium prunastri*). Ezek a fajok néhány év alatt legyengítik a fát, csökken a hajtásnövekedés mértéke, majd kezelés nélkül kipusztulnak a fák. A védekezés tehát nem szükséges évente, és a felismerés után akár foltkezeléssel is beavatkozhatunk az ültetvény fertőzött részén. A pajzstetvek elleni télvégi lemosó kezelés jó lehetőség, ezen túl a vegetációs időszakban a hímrajzás, vagy a lárvarajzás megfigyelésével időzítve juttathatunk ki rovarölő szert (Gyümölcstermesztési alapismeretek).

Védekezni ellenük őszi és tavaszi lemosó permetezéssel lehetséges, ugyanis a telelő alak, a hernyó, a fa kéregrepedéseiben telel (11. ábra).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatunk a 2024-es tenyészidőszakban folyt, és két részből tevődött össze: az egyik rész a növényvédelmi kísérletek szabadföldi beállítása és a mintavétel volt. A másik rész pedig a szermaradék laboratóriumi meghatározása. Ez utóbbi munka az Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék laboratóriumában zajlott (13. ábra).



13. ábra A minták extraktumai sorba rendezve a laboratórium asztalán

3.1 KÍSÉRLET HELYSZÍNEI

3.1.1 POMÁZ, BREIER FARM KFT. GYÜMÖLCSÖSE

A Breier Farm Pest vármegyében helyezkedik el, Pomáz település határában. A kajsziparack ültetvény fajtája a Gönci Magyar, míg a szilvaültetvényben két fajtán vizsgáltuk a hatóanyagok degradációját. Ezek a korábbi érésű Čačanská leptotica és a későbbi érésű Stanley. Mindkét ültetvény körülbelül 3 hektáron terül el, melyeknek telepítési ideje 2012-ben volt (14-15. ábra). Ezen a farmon a növényvédelmi kezeléseket egységesen 800 l/ha permetlé-mennyiséggel, axiál-ventillátoros, vontatott permetezőgéppel végezték el, Albuz ATR80-as fűvókákkal.



14. ábra: Szilvaültetvény Pomázon

15. ábra: Kajsziültetvény Pomázon

Az évjárat hatása, illetve az ültetvény általános jó állapota a szilva növényvédelmében nem eredményezett sok kihívást a 2024-es évben. Az aszályos nyár a rozsdajárványnak nem kedvezett, sem a sztigminás betegség kialakulásának. A takácsatkák elszaporodása sem érte el a védekezési küszöböt, így atkaölő szer felhasználása sem történt meg. A kaliforniai pajzstetű ellen télvégi lemosó olajjal védekeztek, ami szermaradék szempontjából kedvező volt számomra. A szilvamoly rajzása ugyanakkor többszöri védekezést tett szükségessé (2. táblázat).

2. táblázat. Breier Farm szilvaültetvényének (Čačanska leptotica és Stanley fajta) permetezési naplója, tekintettel a konvencionális (KONV) és alternatív (ALT) ültetvényrész kialakítására, illetve a permetezések és a betakarítás között eltelt napok számára (D). *B.t.*: *Bacillus thuringiensis*, Čač. lep.: Čačanska leptotica. (Pomáz, 2024)

Dátum	Növényvédő szer		Hatóanyag		Dózis l,kg/ha		D (nap)	
	KONV	ALT	KONV	ALT	KON V	AL T	Čač. lep.	Stanle y
2024.02.29	Vegarep		napraforgó olaj		30,00		137	165
2024.03.28	Folicur Solo		tebukonazol		1,00		109	137
2024.04.08	Mospilan		acetamiprid		0,25		98	126
2024.05.04	Flint Max		tebukonazol, trifloxistrobin		0,40		72	100
2024.06.02	Judo	Dipel D F	λ-cihalotrin, pirimikarb	<i>B. t.</i>	1,20	1,50	43	71
2024.06.19	Lamdex Extra	Dipel D	λ-cihalotrin	<i>B. t.</i>	0,40	1,50	26	54

.		F						
2024.07.19	Lamdex Extra	Dipel D F	λ -cihalotrin	<i>B. t.</i>	0,40	1,5	-	24
.								

A pomázi kajsziiültetvényben is sikerült kialakítani konvencionális, és alternatív ültetvényrészt, illetve meglehetősen szűk növényvédelmi kezeléssort kialakítani (3. táblázat).

3. táblázat. Breier Farm kajsziiültetvényének (Gönci Magyar fajta) permetezési naplója, tekintettel a konvencionális (KONV) és alternatív (ALT) ültetvényrész kialakítására, illetve a permetezések és a betakarítás között eltelt napok számára (D). *B.t.: Bacillus thuringiensis* (Pomáz, 2024)

Dátum	Növényvédő szer		Hatóanyag		Dózis l,kg/ha		D (nap)
	KONV	ALT	KONV	ALT	KONV	ALT	
2024.02.28	Funguran Progress		rézhidroxid		2,00		117
2024.03.05	Chorus 50 WG		ciprodinil		0,40		111
2024.03.13	Revyona		mefentriflukonazol		1,30		103
2024.04.11	Judo		λ -cihalotrin, pirimikarb		1,20		74
2024.06.02	Dipel DF		<i>B. t.</i>		1,5		22
2024.06.20	Lamdex Extra	Dipel D F	λ -cihalotrin	<i>B. t.</i>	0,50	1,50	4

A pomázi ültetvényekben minden begyűjtött minta (szilva és kajsz) esetében az adott ültetvényrész 12 fájáról 24 darab gyümölcsöt szedtünk, és fagyasztoóban (-18 C°) tároltuk a további feldolgozásig.

3.1.2 GYÚRÓ, KAJSZIBARACK ÜLTETVÉNY

A gyúrói ültetvény 3 hektáron terül el, melyet 2019 tavaszán Myrobalan 29 C alanyra telepítettek, 5 x 4 méteres sor-és tőtávolságra. A gyúrói kísérletben két fajtaalval dolgoztunk: a korán szüretelhető Bergevallal, és a legkésőbb érő Farbela fajtaalval. A kajsz) érésekor az egyre gyakrabban jelentkező, komoly növényvédelmi problémát jelentő fűlbemászó (*Forficula auricularia*) elleni piretroid hatóanyagú rovarölő szerek összehasonlító vizsgálata is a Farbela fajtan történt. A gyúrói ültetvényben volt lehetőségünk egy félreeső sarokban álló kajsz) fáról kezeletlen kontroll mintát szedni, amely semmilyen növényvédelmi kezelésben nem részesült. Ezt a mintát használtuk a mátrix-illesztett kalibrációs sorozat készítéséhez a szermaradék-analitikai mérések során.

Mintavételenként egy fáról 10 darab gyümölcsöt szedtünk le gumikesztyűben. Minden eltérő kezelésnél új kesztyűt vettünk fel. A leszedett barackot a már előre feliratozott mintavevő zacskókba tette, majd (12. ábra) fagyasztószekrénybe (-18 C°) helyeztük a vizsgálat időpontjáig.

A gyúrói kajsziabarack (17. ábra) ültetvényben a pomázival összehasonlítva más növényvédő szereket használtak a vegyes fajtaösszetétel és az ennek okán elhúzódó virágzás miatt, illetve a kaliforniai pajzstetű elleni védelem okán. Az eltérések jó lehetőséget nyújtottak többféle hatóanyag degradációjának vizsgálatára (4. táblázat). E permetezésekre épült rá a 4.2 fejezet 1. és 2. részében ismertetett PIR és MIX vizsgálat sorozat kezelése (6. táblázat), melyben az alternatív (piretrineekkel végzett) a konvencionális (piretroidokkal végzett) kezelések összehasonlíthatók.



és

16. ábra: Frissen szedett gyúrói gyümölcsminták

4. táblázat. Gyúrói kajsziültetvény permetezési naplója, illetve a permetezések és a betakarítás között eltelt napok számára (D) két, eltérő érési idejű fajta esetében (Gyúró, 2024)

Dátum	Növényvédő szer	Hatóanyag	Dózis l/kg/ha	D (nap)	
				Bergeva I	Farbela
2024.02.27	Champ	réz-hidroxid	2,0	120	151
2024.03.03	Mospilan	acetamiprid	0,3	115	146
	Chorus	ciprodinil	0,4		
2024.03.14	Topas	penkonazol	0,5	104	135
2024.04.03	Folicur Solo	tebukonazol	0,8	84	115
	Movento*	spiroetramát	1,0		
2024.04.24	Signum	piraklostrobin, boszkalid	0,8	63	94
	Mospilan	acetamiprid	0,3		
2024.06.02	Karate Zeon	λ-cihalotrin	0,2	24	55
	Luna Privilege	fluopiram	0,3		

(*2024 áprilisban lejárt a Movento növényvédő szer engedélye, ezért a spiratetramát hatóanyag a szermaradék-mérésbe nem került bele).



17. ábra: Gyúrói kajsziбарack ültetvény, műholdfelvétel

3.2 KÍSÉRLETI PROGRAMOK

Kísérletsorozatunkban három-féle programot hajtottunk végre, amelyekkel a szilva és a kajszi növényvédelmének szermaradék vonatkozásait tártuk fel.

1) jele: **PIR** – a rövid élelmezés-egészségügyi várakozási idővel rendelkező, piretroid csoportba sorolt rovarölő szerek –melyek felhasználása alig nélkülözhető a csonthéjasok termesztése során– összehasonlító vizsgálatát végeztük (5. táblázat) el Farbela kajszifajtán, háti permetezővel. A kezelések 3 párhuzamos fával történtek, egy ismétlés egy kajszifát jelentett. Mintavétel hat időpontban folyt (6. táblázat). Fánként 1,0 liter permetlevet juttattunk ki, ami 500 l/ha permetlé-mennyiségnek felel meg. A kezelések között 2 fát minden esetben kihagytunk az elsodródásból adódó keresztzennyezés elkerülése céljából. Fontos megjegyezni, hogy a Pyregard rovarölő szer hatféle piretrin-specieszt tartalmaz megadott arányok szerint (5. táblázat). Ezekre a specieszekre szelektív analitikai vizsgálat irányult.

5. táblázat. Piretroid (PIR) összehasonlító vizsgálatban felhasznált rovarölő szerek, a kezelés idejével és dóziséval (2024, Gyúró, Farbela fajta)

Dátum	Növényvédő szer	Hatóanyag	Kezelés típusa	Dózis l,kg/ha
2024.06.14.	Decis Mega	deltametrin (50g/l)	KONV	0,15
2024.06.14.	Karate Zeon	λ -cihalotrin (50g/l)	KONV	0,3
2024.06.14.	Cyperki	cipermetrin (250g/l)	KONV	0,15
2024.06.14.	Pyregard	piretrinek (40g/l): piretrin1 (58,3%), piretrin2 (29%), cinerin1 (4,1%), cinerin2 (2,4%), jasmolin1 (3,9%), jasmolin2 (2,3%)	ALT	0,75

2) jele: **MIX** – analitikai célból a PIR vizsgálatban szereplő összes piretroid termékből tankkeverékként permetlevet készítettünk, és így juttattuk ki 3 ismétlésben, Bergeval és Farbela fajtán a gyúrói kajsziabarack ültetvényben 2024. június 14-én, szintén háti permetezővel (18. ábra). A MIX kezelést egyfelől annak érdekében végeztük el, hogy az eredményeket összehasonlítsuk, vajon független-e egymástól a piretroid hatóanyagok viselkedése. Azaz, vizsgálhatók-e úgy, hogy egyszerre juttatjuk ki őket egy tankkeverékben, ezáltal a negyed-annyi mintaelőkészítéssel végezve a mérést. Amennyiben igen, akkor a tankkeverékben végzett kezeléssel nagyon leegyszerűsíthető a kísérleti tervezés a jövőt tekintve. A MIX kezelést másfelől azért végeztük (két fajtán), hogy kiderüljön, befolyásolja-e a bomlást a gyümölcs aktuális érési állapota (6. táblázat).

3) jele: **Hossz** – ez a vizsgálat mindkét ültetvényben, minden fajtán megtörtént, és az üzemi kezelések általi összes kijuttatott hatóanyag degradációját mértük, feltárva ezzel a szermaradék-mentes technológiában felhasználható potens hatóanyagok degradációjának időfüggését. Nagy mintaszámmal tehát a hatóanyagok hosszú távú bomláskinetikáját tanulmányoztuk (6. táblázat). Az üzemek nyújtotta lehetőségek mentén kialakítottunk kétféle növényvédelmi programot. Úgynevezett konvencionális (KONV) növényvédelmi ültetvényrészben a kezelések nem törekedtek a szermaradék-mentességre, ám az alternatív (ALT) növényvédelmű ültetvényrészekben kifejezetten a betakarításhoz közel eső kezelésekkel már a szermaradék-mentességre törekedtünk. Ezért a felhasznált növényvédő szerek közé tettük a Dipel DF, illetve a Pyregard készítményeket, melyek ökológiai gazdálkodásban is engedélyezettek. Emellett a Dipel-re nincs szermaradék határérték, a Pyregard készítmény hatóanyagai pedig természetes eredetük miatt gyorsan bomlanak. A kezelések ismétlés nélkül, gépi erővel meghajtott, üzemi, axiál-ventillátoros permetező berendezéssel történtek.

6. táblázat. Vizsgálataink összefoglaló táblázata a kísérleti helyszínekkel, a mintavételi időpontokkal, a betakarítási időkkal, illetve ezek között eltelt napok számával (D)

Helyszín	Növény-faj	Fajta	Mintavétel ideje	Betakarítás ideje	D (nap)	minta-szám	PIR	MIX	Hossz	KON	ALT
Gyúró	Kajszi	Farbela	2024.06.14	2024.07.24	40	15	+	+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Farbela	2024.06.16	2024.07.24	38	15	+	+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Farbela	2024.06.19	2024.07.24	35	15	+	+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Farbela	2024.06.26	2024.07.24	28	15	+	+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Farbela	2024.07.10	2024.07.24	14	15	+	+	+	+	+

Gyúró	Kajszi	Farbela	2024.07.24	2024.07.24	0	15	+	+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Bergeval	2024.06.14	2024.06.26	12	3		+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Bergeval	2024.06.19	2024.06.26	7	3		+	+	+	+
Gyúró	Kajszi	Bergeval	2024.06.26	2024.06.26	0	3		+	+	+	+
Pomáz	Kajszi	Gönci M.	2024.06.24	2024.06.24	0	2			+	+	+
Pomáz	Szilva	Stanley	2024.08.12	2024.08.12	0	2			+	+	+
Pomáz	Kajszi	Gönci M.	2024.06.13	2024.06.24	11	1			+	+	(+)
Pomáz	Szilva	Stanley	2024.06.13	2024.08.12	60	2			+	+	+
Pomáz	Szilva	Č. leptica	2024.07.15	2024.07.15	0	1			+		+

(+) = tönkrement minta



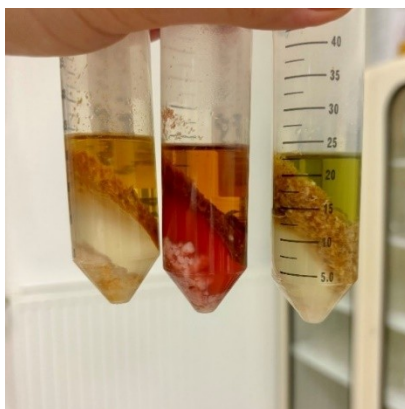
18. ábra: Háti permetezés Gyúró

3.3 MINTAELŐKÉSZÍTÉS ÉS SZERMARADÉK-ANALÍZIS

A mintaelőkészítést nyár végén végeztük el az MSZ EN 15662 szabvány módszer alapján, melynek részletei korábbi diplomadolgozatban megtalálhatók (Majercsik, 2018). A QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, robust and safe) módszer részleteit a dolgozat terjedelmi korlátai miatt nem tesszük közzé, csupán röviden soroljuk fel a műveleteket. Összesen a két ültetvényből 131 zacskó mintát gyűjtöttünk, melyeket kimagoztunk, majd kézi botmixer segítségével homogén állagúra daráltuk. A minták között sok gyümölcs (mind a szilva, mind a barack) még éretlen, zöld színű volt, ami nehezítette a pucolás és a darálás folyamatát. Minden mintához új gumikesztyűt húztunk és a darálót minden egyes új mintánál alaposan elmostuk, majd kiöblítettük desztillált vízzel és alkohollal. A darálás a szüleim segítségével 4 napig tartott, majd a mintaelőkészítés még további 5 napig folytatódott a MATE Budai Campusának Élelmiszerkémia és Analitikai Tanszékének laboratóriumában augusztusban. Témavezetőm, Marczika Andrásné dr. Sörös Csilla segítségével végeztem el a szabványos QuEChERS mintaelőkészítést.



19. ábra: 4.0g MgSO_4 , 2,5g puffer sókeverék és 150mg primer-szekunder-amin műanyag csónakokba



20. ábra: Kisózás után az acetonitriles (felső) és a vizes (alsó) fázis elvált

A minták kisózása probléma nélkül lezajlott, az acetonitriles fázist gyűjtöttük össze (21. ábra), melyeket $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltunk az analitikai mérések időpontjáig.

Szeptemberben az elkészített mintákat kivettük a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os fagyasztóból és sorban elhelyeztük azokat az asztalon. A mintákat olyan sorrendben állítottuk fel, hogy a kontroll minták kerültek előre, és ezt követően hátulról haladtunk előre, azaz a legkésőbb szedett minták legelőre kerültek, a leghamarabb szedett minták pedig leghátulra, mellyel biztosítottuk, hogy mérés során a kisebb koncentráció felől haladunk a nagyobb felé. Az extraktumokat az alábbi módon hígítottuk: $200\text{ }\mu\text{l}$ extraktum + $300\text{ }\mu\text{l}$ acetonitril + $500\text{ }\mu\text{l}$ víz. A mátrix-illesztett kalibrációs sort a kontroll kajszi mintára állítottunk fel. A hígított mintákat mérés előtt fecskendőszűrőn szűrtük.



21. ábra: Hígításhoz előkészített extraktumok a laboratórium asztalán

A szermaradék analízist részben validált módszer alapján végeztük a SANTE (2021) iránymutatása alapján UHPLC-MS/MS készülékkel. A mérési körülményeket a dolgozat terjedelmi korlátai miatt nincs módunk leírni, azok a korábbi diplomadolgozatban szerepelnek (Majercsik, 2018). Ehhez képest annyi eltérést eszközöltünk, hogy rövidebb oszlopot és rövidebb kromatográfiás időt használtunk a kijuttatott célkomponensek mérésére (Majercsik, 2018). A piretroidok mérésének validálását egy társhallgató végzi, mely munka 2025. tavaszán fejeződik be.

3.4 A KIMUTATÁSI HATÁR (LOD) ÉS A MÉRÉSI HATÁR (LOQ) KÖZÖTT ADÓDÓ KONCENTRÁCIÓK KEZELÉSE

Ebben a munkában szermaradék adatokat átlagoltunk és szórást is számoltunk, ezért kiemelten fontos, hogy a nem kimutatható ($<LOD$ (limit of detection, kimutatási határ) és a kimutatható, de nem számszerűsíthető ($LOD < \text{mért adat} < LOQ$ (limit of quantification, mérési határ) adatokat miként kezeljük. A szakmai állásfoglalás ebben a tekintetben nagyon eltérő. Munkánk során a WHO (World Health Organization) -által 2009-ben kiadott állásfoglalását vettük alapul, miszerint a nem kimutatható mennyiségek esetében 0 mg/kg koncentrációt, a LOD és a LOQ között adódó értékekre a $LOQ/2$ számadatokat helyettesítettük be az átlagszámításhoz (World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009). A kapott eredmény amennyiben a LOD érték alatt adódik, „ $<LOD$ ” szöveg került az eredményekhez, míg, ha a LOD és LOQ közé adódott, akkor a „nyomnyi” kifejezést használtuk. Az alábbi táblázatban az analitikai módszerünk LOD és LOQ értékeit mutatjuk be. Fontos kiemelni, hogy elvárt kimutatási határként a

0,01mg/kg (=10ng/g) értéket tekintjük ebben a munkában, miáltal a „szermaradék-mentes” definíciót ezen érték alapján állítottuk fel.

7. táblázat Az analitikai módszer kimutatási (LOD) és mérési (LOQ) határai a nyers gyümölcsre számítva

	LOD (ng/g)	LOQ (ng/g)
acetamiprid	0,005	0,017
boscalid	1,000	3,300
cinerin1*	1,500	4,950
cinerin2*	0,300	0,990
cipermetrin*	37,879	125,000
ciprodinil	1,000	3,300
deltametrin*	7,500	24,750
fluopiram	1,500	4,950
jasmolin1*	2,500	8,250
jasmolin2*	1,500	4,950
λ-cihalotrin*	7,500	24,750
mefentriflukonazol		
*	1,000	3,300
penkonazol	0,500	1,650
piraklostrobin	0,250	0,825
piretrin1*	2,500	8,250
piretrin2*	2,000	6,600
pirimikarb	0,100	0,330
tebukonazol	1,500	4,950
trifloxistrobin	0,500	1,650

*Ezen hatóanyagokra a módszer validálása jelenleg még folyamatban van.

A 7. táblázatból látható, hogy a cipermetrin esetében ez a feltétel nem teljesült, ezért az analitikai módszer tekintetében fejlesztésre van szükség. Összességében is elmondható, hogy a piretroidok és piretrinek esetében a LOD és a LOQ értékek általában magasabbak a nem-piretroid hatóanyagokhoz képest, melynek oka, a nehéz ionizálás az elektrospné ionforrásban. Ezeket a komponenseket leginkább gázkromatográfiás technikával mérik, de egyre több folyadékkromatográfiás meghatározást lehet már olvasni a szakirodalomban. Méréseinkhez multikomponenses módszert használtunk, ami azt jelenti, hogy minden komponenst minden mintában mértünk. Megoldást jelenthet a fenti problémára az ún. „piretroid-módszer” alkalmazása, mellyel a piretroidokat elkülönítve, optimális paraméterekkel határozzuk meg.

4. EREDMÉNYEK

Dolgozatom során arra törekedtünk, hogy olyan növényvédő szereket alkalmazzunk a termesztés során, melyek használatával a gyümölcsben nem marad kimutatható szermaradék. Célunk az volt, hogy a szermaradék koncentrációk az érett, betakarított gyümölcsben az analitikai módszer kimutatási határa (0,01 mg/kg) alá essenek.

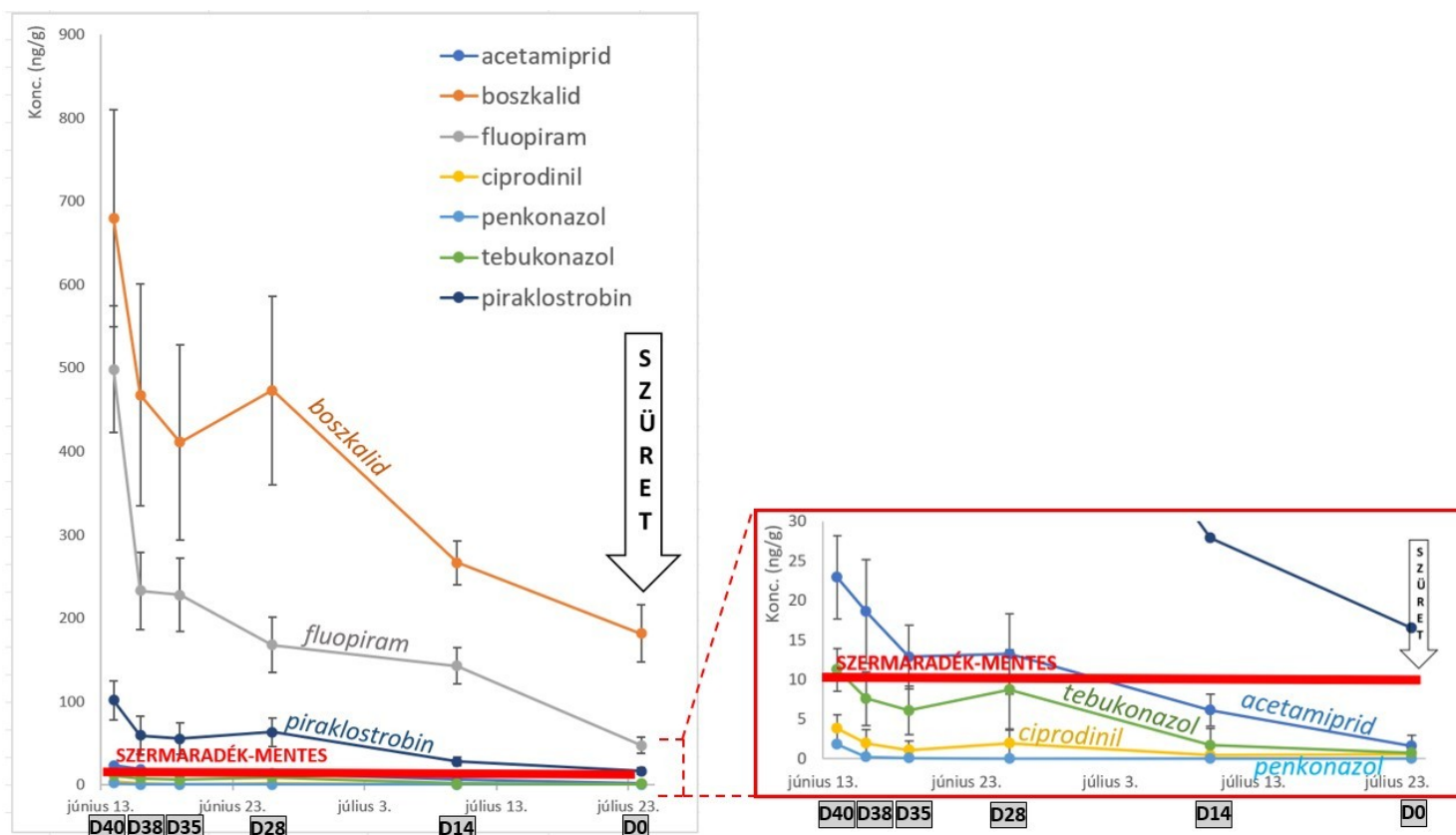
4.1 HOSSZÚTÁVÚ BOMLÁSKINETIKA

4.1.1 GYÚRÓ, FARBELA FAJTA

A permetezési napló adatai alapján a rézhidroxid és spirotetramát hatóanyagokat nem vizsgálva, az acetamiprid, ciprodinil, penkonazol, tebukonazol, piraklostrobin, boszkalid, fluopiram hatóanyagok degradációját monitoroztuk ezekben a mintákban.

Ezek közül az acetamiprid a betakarítás idejére, azaz a kijuttatás után 94 nappal a szermaradék-mentes szint (0,01 mg/kg=10 ng/g) alá csökkent ($1,6 \pm 1,4$ ppb), és már 14 nappal korábban is a kívánt szint alatt volt (22. ábra). A betakarítás előtt 115 nappal kijuttatott tebukonazol már a szüret előtti 40. napon majdnem a kívánt szint alatt volt ($11,25 \pm 2,7$ ng/g), az ezt követő mérésekben a barack szermaradék-mentesnek tekinthető a hatóanyag szempontjából. A Farbela betakarítása előtt 146 nappal permetezett ciprodinil a szüret előtti 40. napon ($3,9 \pm 1,7$ ppb) sem, és azután sem volt a kívánt szint felett, a penkonazol ugyanígy ($1,8 \pm 0,9$ ng/g) viselkedett.

A betakarítás előtt 94 nappal permetezett piraklostrobin szüretre majdnem elérte a szermaradék-mentes szintet ($16,5 \pm 3,8$ ng/g), azonban fontos megjegyezni, hogy a Farbela későn érő fajta, ezért nem várható, hogy rövidebb érési idejű fajták esetén ez a hatóanyag megfelelő volna a célra. E tekintetben további vizsgálatok szükségesek. Az ezzel egy időben permetezett boszkalid azonban jóval meghaladta a kívánt szintet még szüretkor is ($181,2 \pm 34,2$ ng/g). A fluopiram degradációjára csak 55 nap állt rendelkezésre, de ez nem volt elegendő, hogy szermaradék-mentes legyen a termés, hiszen betakarításkor $47,2 \pm 9,7$ ng/g volt mérhető. Főleg a korai mintavételek idején még zöld, éretlen barackokat szedtünk, amelyeknek víztartalma sokkal kisebb volt, mint a később szedett, érett barackoknak, ezért a szermaradék degradációjának üteme látszólag nem lineáris (22. ábra).

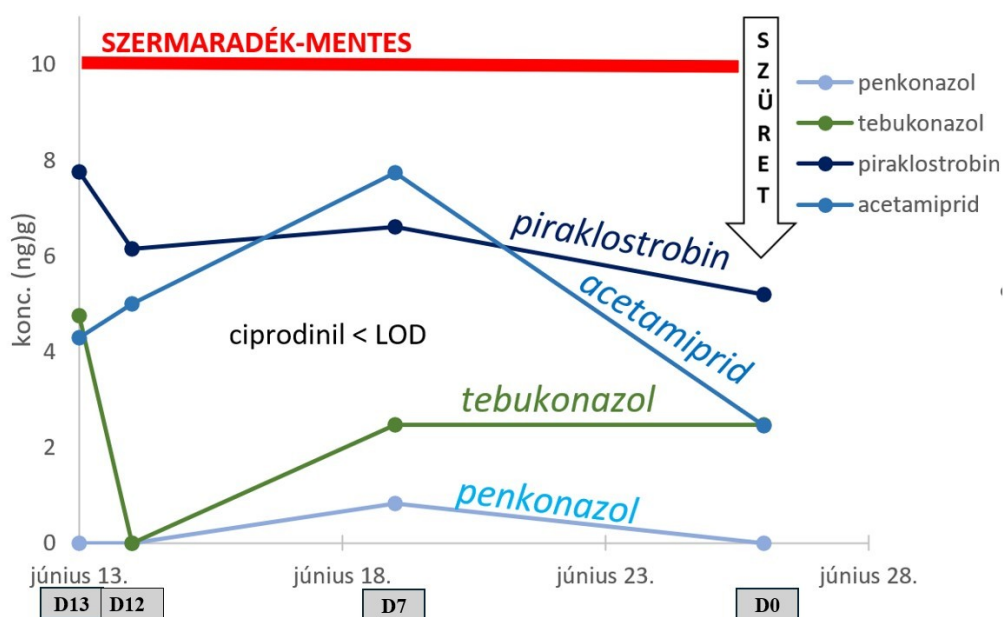


22. ábra: A boszkalid, a fluopiram, a piraklostrobin, az acetamiprid, a tebukonazol, a ciprodinil és a penkonazol hatóanyagok bomlási kinetikája kajszi mintákban (Farbela, Gyúró, 2024).

Szürke négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszszámolt "nap" ban kifejezett idejét.

4.1.2 GYÚRÓ, BERGEVAL FAJTA

A Bergeval fajta permetezési naplója megegyezik a fentebb tárgyalt Farbela fajtaéval, azonban a betakarítás jóval hamarabb, 31 nappal korábban történt. Ennek ellenére, és az előzőkhez hasonlóan a ciprodinil, az acetamiprid, a penkonazol és a tebukonazol a szermaradék-mentes szint alatt volt betakarításkor, és előtte 12 nappal is (23 ábra).

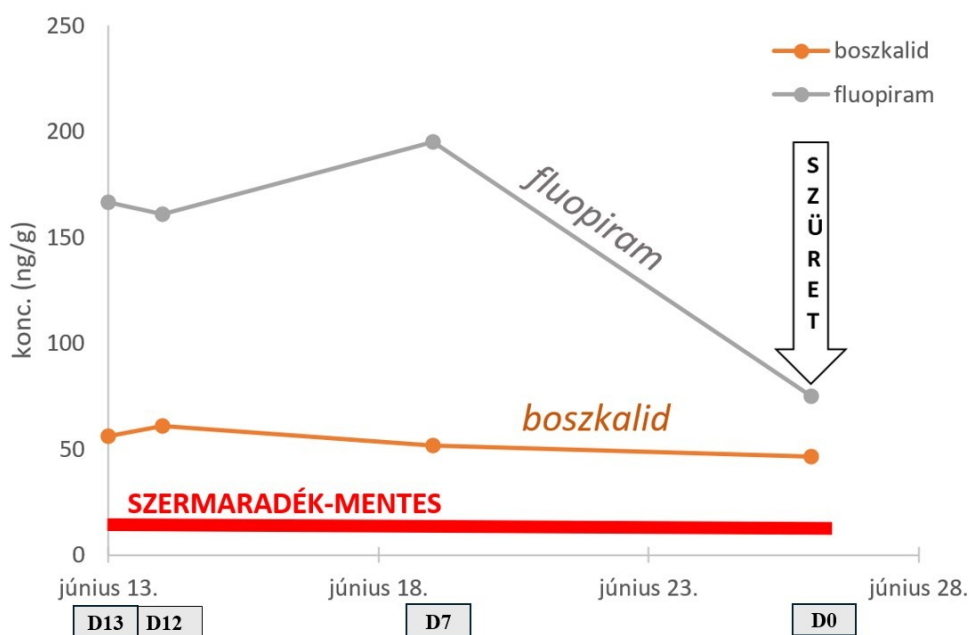


23. ábra: Piraklostrobin, acetamiprid, tebukonazol, penkonazol hatóanyagok bomlási kinetikája kajszi mintákban (Bergevál, Gyúró 2024.) Szürke négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszaszámolt "nap" ban kifejezett idejét

Érdekesség, hogy az azonos időben kijuttatott piraklostrobin a Bergeval fajtán betakarításra, sőt már előtte 12 nappal is 10 ng/g koncentráció alatt volt. A Bergevál rövid tenyészidejű fajta, amely azt jelenti, hogy a kezeléseket későbbi fenológiai stádiumban kapta, de fontos megjegyezni, hogy a gyümölcs érésével a degradáció gyorsulhat, valamint, a gyümölcs érésével a víztartalom gyorsan növekszik, amely a szermaradék koncentrációt csökkenti (nagyobb tömegű lesz a gyümölcs).

Ez lehetett az oka annak, hogy az előző vizsgálatokkal ellentétben – ahol még éretlen, zöld barackokat vizsgáltunk –, a Bergevál érettebb gyümölcseiben a piraklostrobin koncentrációja már a határérték alá csökkent.

A Farbela fajtán mértékhez hasonlóan a Bergeval fajtán is a szermaradék-mentes szint feletti hatóanyag-koncentrációt mértünk a boszkalid és fluopiram hatóanyagoknál (24. ábra).



24. ábra: Fluopiram és boszkalid hatóanyagok bomlási kinetikája kajszi mintákban (Bergevál, Gyúró 2024.) Szürke négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszszámolt "nap"-ban kifejezett idejét.

4.1.3 POMÁZ, SZILVA

A permetezési napló adatai alapján acetamiprid, lambda-cihalotrin, pirimikarb, tebukonazol és trifloxistrobin hatóanyagok jelenlétét vizsgáltuk. Ezek közül a szüret előtt 43 nappal permetezett pirimikarbot (43,12 ng/g) és trifloxistrobint (14,43 ng/g) kivéve mindegyik hatóanyag a szermaradék-mentes szint alatt volt mérhető a betakarítás napján a Čačanska leptotica fajtán, még a mintavétel előtt 26 nappal kipermetezett lambda-cihalotrin is.

A Stanley fajtán az előzővel teljesen megegyező eredményeket mértünk, azaz csak a pirimikarb volt szermaradék-mentes szint felett (20,58 ng/g), pedig ekkorra már 71 nap telt el a kipermetezése óta. Minden egyéb hatóanyag 10 ng/g alatt volt, leggyakrabban a kimutathatósági szint alatt

4.1.4 POMÁZ, KAJSZI

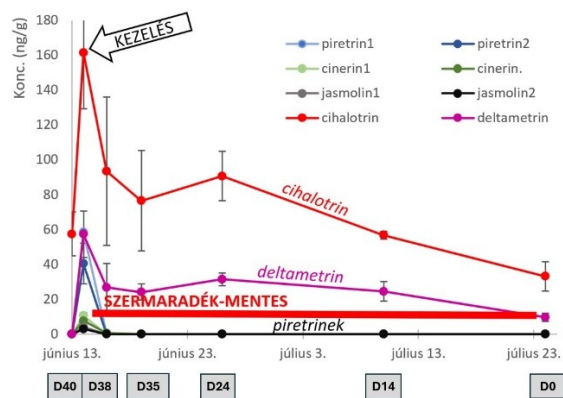
A Gönci Magyar fajtájú kajszültetvényben ciprodinil, mefentriflukonazol, lambda-cihalotrin és pirimikarb hatóanyagok vizsgálatára irányult a kísérletünk. A betakarítás idejére az összes hatóanyag 10 ng/g koncentráció alá esett, még a betakarítás előtt 74 nappal permetezett pirimikarb is ($3,82 \pm 0,05$). A betakarítás előtt több mint 100 nappal permetezett ciprodinil és mefentriflukonazol a kimutathatósági szint alatt voltak. Az alternatív növényvédelmű ültetvényrészben tehát megvalósult a szermaradék-mentes gyümölcs előállítása. A konvencionális ültetvényrészben ugyanakkor a betakarítás előtt 4 nappal kijuttatott lambda-cihalotrin 36,79 ng/g értéket adott.

4.2 PIRETROIDOK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

4.2.1 PIRETROIDOK VIZSGÁLATA FARBELA FAJTÁN

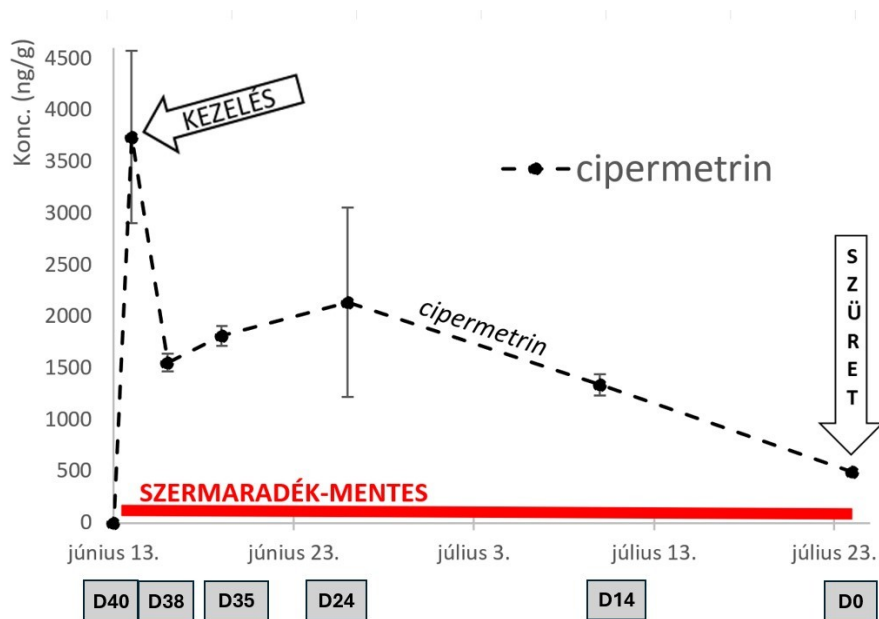
A fenti eredmény is hangsúlyozza a termésérés előtt használandó piretroidok és piretrinek bomlását összehasonlító vizsgálat fontosságát. A kártevő rovarok elleni védekezés hangsúlyos szereplőinek, a piretroidoknak bomlási dinamikáját (beleértve az instabilnak leírt piretrinek is) vizsgáltam a gyúrói kajszültetvényben.

Ebben a fejezetben a PIR vizsgálat (lásd. 5. táblázat) eredményeit mutatjuk be, ahol elkülönítve, egyedi permetezéssel kerültek kijuttatásra a piretroid és piretrinek hatóanyagú készítmények. Megállapítottuk, hogy a természetes piretrinek (piretrin1, piretrin2, cinerin1, cinerin2, jasmolin1, jasmolin2) nagyon gyorsan degradálódtak a Farbela fajta esetében, már két nap elteltével a kimutathatóság alatt voltak (25. ábra). A lambda-cihalotrin a betakarítás előtti 14. napon, illetve betakarításkor sem érte el a kívánt szermaradék mentes szintet. A deltametrin gyorsan degradálódott, azonban csak a betakarítás idejére érte el éppen a szermaradék-mentes szintet ($33,22 \pm 4,7$ ng/g).



25. ábra: Piretroidos kezelések Farbela fajtán (Gyúró, 2024) Szürke négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszaszámolt "nap" ban kifejezett idejét.

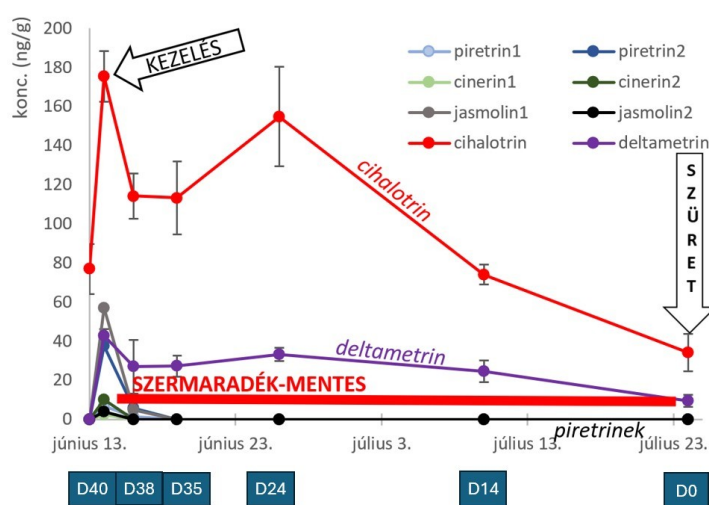
A cipermetrin mennyiséget (26. ábra) bár csökkenő tendencia jellemezte a mintavételi sorozatban, de a betakarításra is bőven a kitűzött célunk feletti koncentrációban mértük ($493.0 \pm 24,7$ ng/g).



26. ábra: Cipermetrin hatóanyag bomlási degradációja Szürke négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszaszámolt "nap" ban kifejezett idejét.

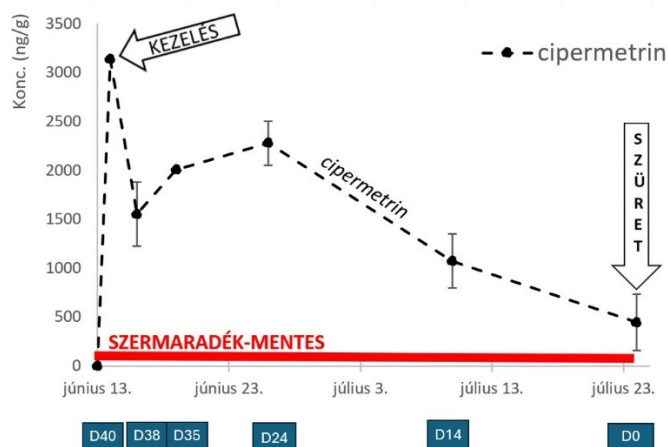
4.2.2 MIX KEZELÉS EREDMÉNYE FARBELA FAJTÁN

A tankkeverékben alkalmazott együttes piretroid permetezéssel a kísérleti módszerünk egyszerűsíthetőségét teszteltük, és mind a négy fenti piretroid/piretrin hatóanyagot tartalmazó elegy permetezését követően ugyanazt a trendet kaptuk, mint amikor külön kezeltük és mértük a fenti vegyületeket, mindkét fajta esetében. Így egy kezeléssel, egy mintaelőkészítéssel sok-sok hatóanyag együttesen vizsgálható. Ezt a megállapítást a jövőbeli kísérleti elrendezéseket tekintve nagyon fontosnak tartjuk. Az alábbi ábrán a Farbela fajtán történt MIX kezelés mérési eredményeit látjuk.



27. ábra: MIX kezelés Farbela fajtán (Gyúró, 2024). Kék négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszszámolt "nap" ban kifejezett idejét.

Az ábra megerősíti a külön kijuttatott piretroidokkal kezelt minták eredményét (28. ábra). A lambda-cihalotrin és a cipermetrin egyértelműen magasabb szermaradék eredményt, a piretrineket az elvárt küszöb alatti értéket, míg a deltametrin a szüretre éppen megközelítette ($9,48 \pm 3,12$ ng/g) az elvárt 10 ng/g koncentrációt.

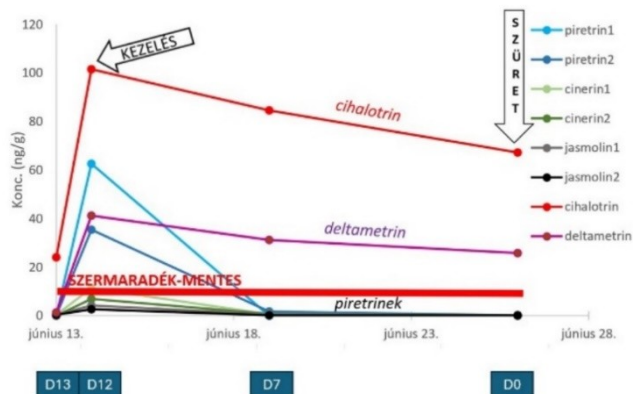


28. ábra: Cipermetrin bomlási kinetikája Farbela fajtán (Gyúró,2024). Kék négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszaszámolt "nap" ban kifejezett idejét.

4.2.3 MIX KEZELÉS EREDMÉNYE BERGEVAL FAJTÁN

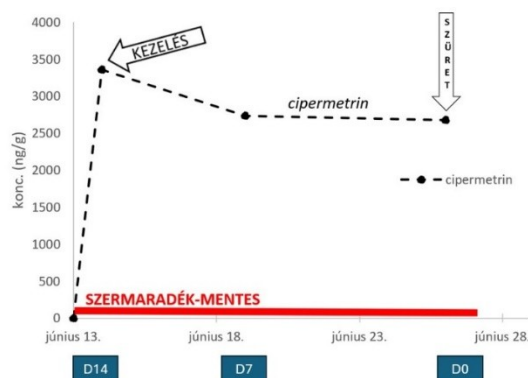
Az első kísérletben a piretroidos/piretrines kezelések korai érési stádiumban történtek, annak érdekében, hogy hosszabb ideig vizsgálhassuk a hatóanyagok bomlását. A második, rövidebb kísérletben a Bergevál fajtára június 14-én alkalmaztuk a hatóanyagkeveréket (29. ábra), azzal a céllal, hogy kiderüljön, befolyásolja-e a bomlást az érési állapot. A szüret június 26-án történt, majdnem egy hónappal hamarabb, mint ahogyan a Farbela szüret megtörtént.

Eredményeink összhangban vannak a Farbela esetén mért eredményekkel, mindhárom piretroid (lambda-cihalotrin: 84,5; deltametrin: 31,2; cipermetrin: 2733 ng/g) jelentősen meghaladta a szermaradék-mentes határértéket, egyedül a piretrinek értéke adódott ez alatt



(3,91 ng/g).

29. ábra: Bergevál kísérlet: ennél a kísérletnél sajnos a június 16-ig mérés eredményei nem sikerültek, ezért azokra nincs adatunk. Kék négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszaszámolt "nap" ban kifejezett idejét.



30. ábra- Bergevál kísérlet: Cipermetrin hatóanyag bomlási kinetikája. Kék négyzetekben D-vel jelöltem a mintavétel időpontjának szürettől visszaszámolt "nap" ban kifejezett idejét.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Ha az összes hatóanyagot megvizsgáljuk, akkor kiválaszthatóak azok, melyek biztosan beilleszthetők a szermaradék-mentes kajszi és/vagy szilvatermesztésbe, valamint azok, amelyek biztosan nem. A 31. ábrán ezeket a kategóriákat színekkel jelöltem. Néhány hatóanyag esetében további vizsgálatokra van szükség. Az acetamiprid és a triazolok (tebukonazol, penkonazol, mefentriflukonazol) esetében mindegyik kísérletben kimutatható szermaradék nélkül adódott a szüretelt gyümölcs. Ugyanez volt elmondható a ciprodinil hatóanyagra. A strobilurinok, mint ebben a kísérletben a piraklostrobin és a trifloxistrobin esetleg alkalmas lehet, abban az esetben, ha korán kerül kijuttatásra. Ugyanis a trifloxistrobin csak a végső szüret időpontjára bomlott le szermaradék-mentes szintre szilvában, ami a kipermetezéstől számított 100. napot jelentette. A piraklostrobin kajsziiban éppen nem érte el a kívánt szintet Farbela fajtán, Bergevál esetében azonban megfelelt az elvárásoknak.

A piretroidos kísérletnél elmondható, hogy a piretrinek (piretrin1, piretrin2, cinerin1, cinerin2, jasmolin1, jasmolin2) minden esetben nagyon gyorsan (pár nap alatt) lebomlottak. A

deltametrin hatóanyag esetében csak az utolsó mintavételkor volt ideális tartományban, ezért a jövőre nézve korai kijuttatás javaslandó a biztos lebomlás érdekében.

A lambda-cihalotrin korai kijuttatási időpontban megfelelő bomláskinetikát eredményezett a pomázi ültetvényben, azonban a gyúrói ültetvényben a késői kezelési szükséglet miatt nem bomlott le a kívánt koncentráció alatti szintre.

A dolgozat elején közölt RL50 értékek viszonylatában is érdemes megvizsgálnunk a kapott eredményeket (1. táblázat). Elmondható, hogy a disszipációs ráta nem elég informatív az ilyen vizsgálatok elvégzéséhez, ugyanis a kijuttatási időnek és az alkalmazott dózishoz sokkal nagyobb szerepe van abban, hogy szüretre milyen koncentrációt mérünk egy-egy hatóanyag esetén. Láthatjuk, hogy a vegyületek RL50 értéke nem különbözik jelentősen, ezért ezek az adatok csak kevésbé használhatók az alkalmazott szerek kiválasztásában. A deltametrin RL50 értéke kisebb (3,1 nap, 1. táblázat), mint a lambda-cihalotrin (5,3 nap, 1. táblázat) vegyületé, azonban a kijuttatott dózis az előző esetben 0,2 l/ha (4. táblázat), míg az utóbbinál 0,15 l/ha (5. táblázat) volt. Ez az oka annak, hogy a deltametrin esetleg alkalmassá válhat késői fázisban való rovarok elleni védekezésre.

Dolgozatom során minden esetben friss gyümölcsre vonatkozóan vizsgáltuk a szermaradék-mentességet, azonban Magyarországon a gyümölcsöt döntő többségben nem frissen fogyasztjuk. Feldolgozás során a hatóanyagok koncentrációja változhat, akár csökkenhet, akár növekedhet. Például pálinkafőzés, vagy lekvárkészítés közben a bomlási folyamatok felgyorsulhatnak, vagy éppen lelassulhatnak, így a végtermékekről nem tudhatjuk biztosan, hogy szermaradék-mentesek-e. A jövőben érdemesnek tartjuk az ilyen irányú vizsgálatokat is elvégezni a pontosabb és széleskörűen elfogadottabb eredmények elérése érdekében.

helyszín	kísérlet neve	faj/fajta	hatóanyag	helyszín	kísérlet neve	faj/fajta	hatóanyag
Gyúró	HOSSZ	kajszi, Farbela	acetamiprid	Gyúró	PIR	kajszi, Farbela	piretrinek
			tebukonazol				deltametrin
			ciprodinil				lambda-chalotrin
			penkonazol				cipemetrin
			piraklostrobin				piretrinek
			boszkalid				deltametrin
		kajszi, Bergeval	fluopiram		MIX	kajszi, Farbela	lambda-chalotrin
			acetamiprid				cipemetrin
			tebukonazol			kajszi, Bergeval	piretrinek
			ciprodinil				deltametrin
			penkonazol				lambda-chalotrin
			piraklostrobin				cipemetrin
Pomáz		Szilva, Cacanska	boszkalid				piretrinek
			fluopiram				deltametrin
			acetamiprid				lambda-chalotrin
			lambda-chalotrin				cipemetrin
			tebukonazol				piretrinek
			trifloxistrobin				deltametrin
		Szilva, Stanley	pirimikarb				lambda-chalotrin
			acetamiprid				cipemetrin
			lambda-chalotrin				piretrinek
			tebukonazol				deltametrin
			trifloxistrobin				lambda-chalotrin
			pirimikarb				cipemetrin
		kajszi, Gönci Magyar	acetamiprid				piretrinek
			ciprodinil				deltametrin
			mefentrikonazol				lambda-chalotrin
			lambda-chalotrin				cipemetrin
			pirimikarb				piretrinek

31. ábra: Zöld=alkalmas, piros=nem alkalmas, sárga=alkalmas lehet bizonyos körülmények között.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom során szermaradék-mentes termesztéstechnológia kidolgozásával foglalkoztunk egy gyúrói és egy pomázi ültetvényben, ahol szilva és kajsziabarack kultúrákkal dolgoztunk. Pomázon a területeket ketté osztottuk, itt egy konvencionális és egy alternatív ültetvényrészt alakítottunk ki, ugyanígy Gyúróon egy piretroidos/piretrines kísérletet állítottunk be. Törekedtünk arra, hogy olyan növényvédő szereket alkalmazzunk, melyek használatával a gyümölcsben nem marad kimutatható szermaradék. Célunk az volt, hogy az eredmények az analitikai módszer kimutatási határa (0,01 mg/kg) alá essenek.

A nyár folyamán több alkalommal, előre megtervezett időpontban a gyümölcsfákról 131 mintát gyűjtöttük (Gyúróon egy fáról elszórtan 10 db gyümölcsöt szedtem le, ami egy mintának számított, míg Pomázon egy minta 24 db gyümölcsöt jelentett, amit 12 db fáról szedtem le) majd a mérés időpontjáig fagyasztószekrénybe helyeztem őket. Szeptemberben a Budai Campus Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék alagsori laborjában elvégeztük a szermaradék mérést.

Az eredmények alapján számos kedvező, alacsony szermaradék-értéket kaptunk, azonban teljes szermaradék-mentességet csak a pomázi kajszi ültetvény alternatív részében sikerült elérni. Összességében a kísérletek azt mutatták, hogy az alternatív növényvédelmi módszerek hatékonyak lehetnek a jövőben a szermaradék-mentes gyümölcs előállítására.

Dolgozatom során nagyon érdekesnek és izgalmasnak találtam ezt az innovatív technológiát, ezért a jövőben szeretnék jelentkezni PhD képzésre. A Doktori Iskola során célom, hogy még mélyebben megismerjem a szermaradék-mentes technológiát és kidolgozzam annak alkalmazását számos növényfajra.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Arcadia (2023) Case study: “A collective initiative initiated by vegetable farmers to reduce dependency on pesticide use: the Brittany case in France”. Report to the European Commission AGRI/2020/OP/0003 https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-02/case-study-ipm-france_en.pdf
2. BMEL (2023) Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union 2023 in Deutschland, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. pp 1-98. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/gap-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (last accessed August 07, 2023).
3. Böcker, T., Möhring, N., & Finger, R. (2019). Herbicide-free agriculture? A bio-economic modelling application to Swiss wheat production. *Agricultural Systems*, 173, 378-392.
4. Carranca, C., Brunetto, G., & Tagliavini, M. (2018). Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns. *Plants*, 7(1), p: 4.
5. EFSA (2022) The 2020 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J.*
6. Esfandiarpour, I., Karimi, E., Shirani, H., & Esmaeilizadeh, M. (2019). Yield prediction of apricot using a hybrid particle swarm optimization-imperialist competitive algorithm-support vector regression (PSO-ICA-SVR) method. *Scientia Horticulturae*, 257, 108756. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108756>
7. Ewert F, Baatz R, Finger R (2023): Agroecology for a sustainable agriculture and food system – from local solutions to large-scale adoption. *Ann. Rev. Resour. Econ.*, 15:351-381
8. Falls, J, Siegel, S, “Fertilizers.” In: *Encyclopedia of Analytical Science* (Second Edition), pp. 1–8 (2005)
9. Fantke, P.; Juraske, R. Variability of pesticide dissipation half-lives in plants. *Environ. Sci. Technol.* 2013, 47, 3548–3562. Available online: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es303525x> (accessed on 3 August 2017).
10. FAOSTAT 2020: Production Quantities of Apricots by Country in 2019; Crops/World Regions/Production Quantity from pick lists. Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (2020)
11. Finger and Möhring, 2023: The Emergence of Pesticide-Free Crop Production Systems in Europe
12. Finger, 2021, R. Finger: No pesticide-free Switzerland. *Nature Plants*, 7 (10) (2021), pp. 1324-1325
13. FVM (2024) 8. melléklet: Az integrált növényvédelem általános elvei. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000043.fvm>

14. García-Gómez et al., 2020: Analysis of metabolites and gene expression changes relative to apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality during development and ripening. *Front. Plant Sci.*, 11 (2020), p. 1269, 10.3389/fpls.2020.01269
15. Grebitus and Van Loo, 2022: Relationship between cognitive and affective processes, and willingness to pay for pesticide-free and GMO-free labeling. *Agric. Econ.*, 53 (3) (2022), pp. 407-421
16. Györéné dr. Kis Gyöngyi, Ujj Apolka (2024): Kertészet és Szőlészet: Mérhető-e a különbség az ökológiai élelmiszerek javára? (73. évf) 33. sz. p: 16-18.
17. Inserm, 2022: Effects of pesticides on health: New data Sciences. Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), EDP, Montrouge (2022)
18. *J. Food Sci. Technol.*, 55 (11) (2018), pp. 4505-4514, 10.1007/s13197-018-3381-x
19. Jacquet et al., 2022: F. Jacquet, M.H. Jeuffroy, J. Jouan, E. Le Cadre, I. Litrico, T. Malausa, et al.: Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research. *Agron. Sustain. Dev.*, 42 (1) (2022), p. 8
20. Jannatizadeh et al., 2008: Some postharvest physical properties of Iranian apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *Int. Agrophys.*, 22 (2008), pp. 125-131
21. Wang, J., Zhou, L., Ni, Z., Wu, W., Liu, G., Fu, W., Zhang, X., & Tian, J. (2022). Consumer preference and willingness to pay for low-residue vegetables: Evidence from discrete choice experiments in China. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, Article 1019372. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1019372>
22. Kim et al., 2017: K.H. Kim, E. Kabir, S.A. Jahan: Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci. Total Environ.*, 575 (2017), pp. 525-535
23. Koch et al., 2023. M.A. Koch, J. Tosun, L. Kellermann, C. Marek, M. Kiefer, M. Thiv: Reducing pesticides without organic certification? Potentials and limits of an intermediate form of agricultural production. *Cogent Food Agriculture*, 9 (1) (2023), p. 2202892
24. Leccese A, Bartolini S, Viti R (2007) Total antioxidant capacity and phenolics content in apricot fruits. *Int. J. Fruit Sci.*, 7(2): 3-16
25. Lewis, K.A.; Tzilivakis, J.; Warner, D.; Green, A. An international database for pesticide risk assessments and management. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 2016, 22, 1050–1064. Available online: <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242> (accessed on 3 August 2017). [CrossRef]
26. Macheix, Fleuriet and Billot, 2018. *Fruit Phenolics*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida (2018)
27. Mack et al., 2023: G. Mack, R. Finger, J. Ammann, N. El Benni: Modelling policies towards pesticide-free agricultural production systems. *Agric. Syst.*, 207 (2023), Article 103642 modelling application to Swiss wheat production. *Agric. Syst.* 173, 378–392.

28. Majercsik, Nándor (2018) LC-MS/MS módszer fejlesztése három peszticid hatóanyag (ciprodinil, fludioxonil, fluopiram) meghatározására almában. Diploma Tézis, Szent István Egyetem
29. Mora et al., 2023: O. Mora, J.A. Berne, J.L. Drouet, C. Le Mouël, C. Meunier: Prospective: Agriculture européenne sans pesticides chimiques en 2050. INRAE, France (2023)
30. Möhring and Finger, 2022: N. Möhring, R. Finger: Pesticide-free but not organic: adoption of a large-scale wheat production standard in Switzerland. Food Policy, 106 (2022), Article 102188
31. Möhring et al., 2020: N. Möhring, K. Ingold, P. Kudsk, F. Martin-Laurent, U. Niggli, M. Siegrist, et al.: Pathways for advancing pesticide policies. Nat. Food, 1 (9) (2020), pp. 535-540
32. Möhring, A., Drobnik, T., Mack, G., Ammann, J., El Benni, N., 2021: Naturalertragseinbussen durch Verzicht auf Pflanzenschutzmittel im Ackerbau: Resultate einer Delphi-Studie, Agroscope, DOI: 10.34776/AS125G
33. Nazarko et al., 2003: O.M. Nazarko, R.C. Van Acker, M.H. Entz, A. Schoofs, G. Martens: Pesticide-free production of field crops: results of an on-farm pilot project. Agron. J., 95 (5) (2003), pp. 1262-1273
34. Nazarko et al., 2004: O.M. Nazarko, R.C. Van Acker, M.H. Entz, A. Schoofs, G. Martens: Pesticide-free production: characteristics of farms and farmers participating in a pesticide use reduction pilot project in Manitoba, Canada. Renew. Agricult. Food Systems, 19 (1) (2004), pp. 4-14
35. Oerke, E.-C., 2006. Crop losses to pests. J. Agric. Sci. 144 (1), 31–43.
36. Papp J. (szerk.) (2003). Gyümölcstermesztési alapismeretek: Mezőgazda Kiadó
37. Péntes Béla, Szalay László (szerk.) (2003). Kajsziarack. Mezőgazda Kiadó
38. Pergner and Lippert, 2023: I. Pergner, C. Lippert: On the effects that motivate pesticide use in perspective of designing a cropping system without pesticides but with mineral fertilizer—a review. Agron. Sustain. Dev., 43 (2) (2023), pp. 1-22
39. Radi et al., 1997. Phenolic composition, browning susceptibility and carotenoid content on several apricot cultivars at maturity. HortScience, 32 (1997), pp. 1087-1091,
40. Radi et al., 2003. Influence of mineral fertilization (NPK) on the quality of apricot fruit (cv. Canino); The effect of the mode of nitrogen supply. Agron., EDP Sci., 23 (8) (2003), pp. 737-745, 10.1051/agro:2003052.hal-00886230
41. Raynaud et al., 2009: E. Raynaud, L. Sauvée, E. Valceschini: Aligning branding strategies and governance of vertical transactions in Agri-food chains. Ind. Corp. Chang., 18 (5) (2009), pp. 835-868
42. Röder, N., Dehler, M., Laggner, B., Offermann, F., Reiter, K., de Witte, T., Wüstemann, F., 2021: Ausgestaltung der Ökoregelungen in Deutschland – Stellungnahmen

für das BMEL . Band 2 – Schätzung der Inanspruchnahme der Regelungen auf Basis des Kabinettsentwurfes des GAPDZG. DE, DOI:10.3220/WP1633603747000.

43. Runge et al., 2022: T. Runge, U. Latacz-Lohmann, L. Schaller, K. Todorova, C. Daugbjerg, M. Termansen, et al.: Implementation of eco-schemes in fifteen European Union member states. *EuroChoices*, 21 (2) (2022), pp. 19-27
44. S.M. Wani, F.A. Masoodi, M. Ahmad, S. Mir: Processing and storage of apricots: effect on physicochemical and antioxidant properties
45. Saile et al., 2023: M. Saile, M. Spaeth, J. Schwarz, E. Bahrs, I. Claß-Mahler, R. Gerhards: Weed control in a pesticide-free farming system with mineral fertilisers. *Weed Res.* (2023), 10.1111/wre.12581
46. Savary et al., 2019: S. Savary, L. Willocquet, S.J. Pethybridge, P. Esker, N. McRoberts, A. Nelson: The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat. Ecol. Evol.*, 3 (3) (2019), pp. 430-439
47. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., McRoberts, N., Nelson, A., 2019: The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3 (3), 430–439, DOI: 10.1038/s41559-018-0793-y
48. Schebesta and Candel, 2020: H. Schebesta, J.J. Candel: Game-changing potential of the EU's farm to fork strategy. *Nature Food*, 1 (10) (2020), pp. 586-588
49. Schneider et al., 2023: K. Schneider, J. Barreiro-Hurle, E. Rodriguez-Cerezo: Pesticide reduction amidst food and feed security concerns in Europe. *Nature Food*, 4 (9) (2023), pp. 746-750
50. Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J.A., 2012: Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485 (7397), 229–232, DOI: 10.1038/nature11069.
51. Tang et al., 2021: F.H. Tang, M. Lenzen, A. McBratney, F. Maggi: Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nat. Geosci.*, 14 (4) (2021), pp. 206-210
52. Tsiafouli et al., 2015: M.A. Tsiafouli, E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. De Ruiter, W.H. Van Der Putten, K. Birkhofer, et al.. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Glob. Chang. Biol.*, 21 (2) (2015), pp. 973-985
53. Tymiński A (2022): Pesticide residue free fruit & veg. Improved technology, organisation and marketing for the production of fruit and vegetables without pesticide residues. *Eip-agri newsletter*, pp:1-2
54. World Health Organization, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (Environmental Health Criteria 240). WHO Press.
55. Zhebentyayeva et al., 2012. Apricots. In: Badenes, M.L., Byrne, P.H. (eds.). *Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding*, Vol. 8. p://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-12. Springer pp. 875-890.

56. Zimmermann et al., 2021: B. Zimmermann, I. Claß-Mahler, M. von Cossel, I. Lewandowski, J. Weik, A. Spiller, et al.: Mineral-ecological cropping systems—a new approach to improve ecosystem services by farming without chemical synthetic plant protection. *Agronomy*, 11 (9) (2021), p. 1710

Internetes források:

1. Internet 1: <https://mezohir.hu/2021/03/26/kajszi-novenyvedelme-mezogazdasag/> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
2. Internet 2: <https://kerteszcentrum.eu/hirek/ezek-a-viragfertozo-monilia-tunetei-igy-lehet-ellene-vedekezni> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
3. Internet 3: <https://agro.bayer.co.hu/termek/karositok/korokozok/?id=108> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
4. Internet 4: <https://agrobeseapp.com/hungary/disease/levellyukacsosodas> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
5. Internet 5: <https://brainmanpictures.piwigo.com/picture/?/3685> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
6. Internet 6: <https://agro.bayer.co.hu/termek/karositok/kartevok/?id=155> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
7. Internet 7: https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6z%C3%B6ns%C3%A9ges_f%C3%BClbem%C3%A1sz%C3%B3 (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
8. Internet 8: <https://anovenydoki.hu/szilvahimlo/> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)
9. Internet 9: <https://www.ergazda.hu/5514-2/> (Hozzáférés időpontja: 2024.10.01)

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani a konzulenseimnek, Marczika Andrásné dr. Sörös Csilla tanárnő és Dr. Szabó Árpád tanár úr részére, akik nem csak a szakmai tudásukat osztották meg velem, hanem példát mutattak az elhivatottságról és a jövőbe mutató szemléletről. Köszönöm, hogy mindenben hozzájuk fordulhattam segítségért és iránymutatásért.

Külön köszönettel tartozom a családomnak, akik mindvégig mellettem álltak és támogattak, lehetővé téve, hogy az egyetemi tanulmányaimra koncentrálhassak.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Tóth Petra Panna
A Hallgató Neptun kódja: YENOJI
A dolgozat címe: Szermaradékmentes növényvédelmi technológia alkalmazhatóságának vizsgálata csonthéjasokban
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszerkémia és Analitika 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 valótlan 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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Gödöllő 2024. október 31.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Tóth Petra Panna (YENOJI) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / **nem javaslom**¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2024. október 31.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.