CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Efektivní ochrana proti škůdcům brukvovité zeleniny v systému integrované produkce zeleniny při omezení rizik výskytu reziduí pesticidů v produktech

Tereza Horská a kol.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 2023

Efektivní ochrana proti škůdcům brukvovité zeleniny v systému integrované produkce zeleniny při omezení rizik výskytu reziduí pesticidů v produktech

Certifikovaná metodika, 2023

Autoři:
Ing. Tereza Horská, Ph.D.
prof. RNDr. Ing. František Kocourek, CSc.
Ing. Jitka Stará, Ph.D.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc.
prof. Ing. Vladimír Kocourek, CSc.
Ing. Dana Schusterová, Ph.D.
Ing. Leoš Uttl
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Autoři fotografií: A. Vaniščáková, T. Horská, K. Holý

Dedikace:
Výsledek řešení projektu MZe QK21020238 Inovace integrované produkce zeleniny při změně spektra prostředků ochrany, zdokonaleném monitoringu škodlivých organismů a omezení rizik pesticidů v produktech.

Oponentní posudky vypracovali:
Prof. RNDr. Zdeněk Laštůvka, CSc.
Ing. Václav Pálka, PhD.

Publikaci bylo Odborem rostlinných komodit Ministerstva zemědělství uděleno Osvědčení MZE-69005/2023 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

Vydal:
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2023

ISBN: 978-80-7427-412-1 ISBN: 978-80-7427-413-8 (elektronická verze)

Upozornění: Pro použití pesticidů jsou závazné aktualizované informace v Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin. Při realizaci doporučení uváděných v metodice musí být podmínky z těchto úředních dokumentů dodrženy.

Obsah

Anotace ... 3
Annotation ... 3
I Úvod ... 4
II Cíl metodiky ... 5
III Vlastní popis metodiky ... 5
III.1 Materiál a metody ... 5
III.1.1 Metodika hodnocení reziduí pesticidů v produktech ... 5
III.1.1.1 Stanovení modelů degradace reziduí pesticidů ... 6
III.1.1.2 Stanovení akčních prahů a akčních ochranných lhůt pro nízkoreziduální a bezreziduální produkci zeleniny ... 7
III.1.1.3 Metodika polních experimentů pro stanovení průběhu degradace reziduí insekticidů 8
III.1.2 Metodika stanovení účinnosti insekticidů a detekce rezistence škůdců k insekticidům ... 11
III.1.2.1 Hodnocení účinnosti insekticidů na molici vlaštovičníkovou ... 11
III.1.2.2 Hodnocení rezistence nebo citlivosti dřepčíků rodu *Phyllotreta* a krytonosce čtyřzubého k insekticidům ... 12
III.2 Výsledky a doporučení ... 12
III.2.1 Hodnocení reziduí insekticidů v produktech ... 12
III.2.1.1 Degradace reziduí insekticidů v kedlubnách ... 12
III.2.1.2 Degradace reziduí insekticidů v květáku ... 20
III.2.1.3 Degradace reziduí insekticidů v zelí ... 23
III.2.2 Ochrana proti živočišným škůdcům brukvovité zeleniny ... 26
III.2.2.1 Ochrana brukvovité zeleniny proti molici vlaštovičníkové ... 26
III.2.2.2 Hodnocení rezistence nebo citlivosti dřepčíků rodu *Phyllotreta* a krytonosce čtyřzubého k insekticidům ... 29
II.2.2.3 Přípravky proti škůdcům brukvovité zeleniny ... 30
IV Srovnání novosti postupů ... 34
V Popis uplatněné metodiky ... 34
VI Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky ... 35
VII Seznam použité související literatury ... 35
VIII Seznam publikací, které předcházely metodice ... 36
IX Přílohy ... 37

Anotace

Efektivní ochrana proti škůdcům brukvovité zeleniny je založena na použití přípravků s rychlou degradací reziduí pesticidů a dostatečnou účinností pro cílové druhy škůdců. Insekticidy byly aplikovány v maloparcelkových pokusech na kedlubny, květák a zelí. Analýzy reziduí byly provedeny pomocí multidimensionálních metod ve vzorcích odebíraných z porostů. Metodika obsahuje modely degradace reziduí insekticidů a jejich grafické znázornění pro 14 účinných látek insekticidů. Podle údajů o degradaci reziduí insekticidů jsou uvedeny akční ochranné lhůty pro nízkoreziduální nebo bezreziduální produkci brukvovité zeleniny. Poznatky o degradaci reziduí insekticidů v brukvovité zelenině umožňují dodržovat limity reziduí v podmínkách stanovených pro podporu integrované produkce zeleniny v souladu s Nařízením vlády 80/2023. Metodika dále obsahuje informace a doporučení pro ochranu proti škůdcům brukvovité zeleniny jako je molice vlaštovičníková, dřepčíci rodu *Phyllotreta* a krytonosec čtyřzubý. Inovace ochrany proti nim obsahují nově získané poznatky o účinnosti nových přípravků a zohledňují vývoj rezistence těchto škůdců k insekticidům. Metodika obsahuje přehled přípravků pro ochranu brukvovité zeleniny povolených v ČR a perspektivní přípravky pro povolení registrované do jiných plodin, nebo registrované v okolních zemích. Metodika je určena pro podporu státní politiky v agrárním sektoru a také pěstitelům brukvovité zeleniny, zejména těm, kteří zeleninu pěstují v systému integrované produkce zeleniny.

Title

Effective pest control in Brassica vegetable in systems of integrated production of vegetable with reduction of residues of pesticides in products

Annotation

Effective pest control in Brassica vegetable is based on application of pesticides with high speed of degradation of residues and sufficient efficacy against pests. The insecticides were applied in small plot experiments on kohlrabi, cauliflower and cabbage. The residues were analysed by multidimensional methods in the samples of vegetable collected in fields. The methodology presents models of degradation of residues and their graphical illustration for 14 active substances of insecticides. Action pre-harvest periods are presented for low-residual and no-residual production of vegetable based on the data of pesticide degradation. Knowledge of degradation of residues enable to keep limits of residues determined for integrated production of vegetable. The methodology presents also information and recommendation for control of pests in Brassica vegetable as *Aleyrodes proletella*, flea beetles *Phyllotreta* spp. and *Ceutorhynchus quadridens*. Innovation of control is based on new knowledge of pesticide efficacy and resistance of pests. The methodology includes list of pesticides allowed for control of pests in Brassica vegetable in Czechia and perspective pesticides registered in other crops or registered in neighbouring countries. The methodology is aimed for state administration in agriculture and for vegetable growers producing vegetable in integrated production system.

I Úvod

Předkládaná metodika je jedním z výsledků řešení projektu MZe QK21020238 „Inovace integrované produkce zeleniny při změně spektra prostředků ochrany, zdokonaleném monitoringu škodlivých organismů a omezení rizik pesticidů v produktech“. Projekt byl řešen v rámci programu: QK – Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025, Země, Podprogramu 2 – Podpora státní politiky v agrárním sektoru. Vedle Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i., který byl koordinátorem projektu, byla spoluřešitelskou organizací na projektu Vysoká škola chemicko-technologická v Praze a Česká zemědělská univerzita v Praze. Tato metodika, kterou vytvořil autorský tým VÚRV a VŠCHT, se zabývá ochranou brukvovité zeleniny vůči živočišným škůdcům integrující získané poznatky o účinnosti insekticidů vůči škůdcům a poznatky o degradaci reziduí insekticidů v různých druzích brukvovité zeleniny. ČZU a VŠCHT vytvořili v rámci řešení projektu další certifikovanou metodiku, ve které je řešena problematika inovace ochrany proti plevelům v zelenině ve vztahu k degradaci reziduí pesticidů v zelenině a v půdě po aplikaci herbicidů (Jursík a kol., 2023). Řešení projektu a předložený výsledek je příkladem interdisciplinárního přístupu za spolupráce výzkumné organizace a dvou univerzit. Parcelkové pokusy byly prováděny na ČZU, analýza reziduí byla prováděna na VŠCHT a metodika experimentů, zpracování výsledků a jejich interpretace byly prováděny ve VÚRV. Analýzy reziduí insekticidů a jejich degradačních produktů v rostlinách byly prováděny metodami GC/MS a LC/MS v souladu s evropskou normou ČSN EN 15662, s pokyny DG SANTE/11312/2021 pro kontrolu reziduí pesticidů v potravinách a krmivech a s využitím poznatků popsaných v certifikované metodice „Multidetekční metoda pro sledování reziduí pesticidů v zelenině“ (Hajšlová a kol., 2012).

Ochrana brukvovité zeleniny způsobuje pěstitelům závažné problémy s nedostatečnou účinností insekticidů vůči některým škůdcům a také obtíže pro dodržování podmínek limitů reziduí v podmínkách stanovených pro podporu integrované produkce (Nařízení vlády 80/2023, Ministerstvo zemědělství, 2023). Pro pěstitele jsou významné poznatky o degradaci reziduí pesticidů v brukvovité zelenině, zejména v kedlubnách, také pro dodržování požadavků pro nízkoreziduální produkci vyžadovanou obchodními řetězci. Obsah a struktura poznatků uváděných v metodice umožňuje zdokonalovat systém integrované ochrany v souladu s požadavky novely zákona o rostlinolékařské péči 326/2004 Sb., v platném znění. Významné poznatky z řešení projektu a projektů s obdobným zaměřením v předchozích letech byly využity do monografie Integrovaná ochrana zeleniny (Kocourek a kol., 2022). Předložená metodika navazuje na tuto publikaci a rozvíjí ji o nové poznatky týkající se ochrany brukvovité zeleniny vůči škůdcům.

Tato metodika navazuje na metodiku „Optimalizace používání pesticidů proti škůdcům v systému integrované produkce brukvovité zeleniny“ (Kocourek a kol., 2013), která byla výsledkem řešení projektu MZe QH81292. Zásadně se však od metodiky z roku 2013 odlišuje obsahem a rozsahem dat týkajících se poznatků o degradaci reziduí pesticidů v brukvovité zelenině. V metodice z roku 2013 byly uvedeny modely degradace reziduí pesticidů v brukvovité zelenině pro značný počet účinných látek přípravků, jejichž registrace byla do roku 2023 ukončena. V předkládané metodice jsou zpracovány modely degradace reziduí pro nově registrované insekticidy do roku 2022 a také pro účinné látky přípravků, které jsou perspektivní pro registraci v ČR do brukvovité zeleniny. Spektrum účinných látek, pro které byly zpracovány modely degradace reziduí obsahují téměř všechny povolené insekticidy o brukvovité zeleniny k roku 2023. Zásadní jsou také odlišnosti obou metodik v obsahu problematiky ochrany proti živočišným škůdcům brukvovité zeleniny. Zatímco v metodice z roku 2013 byla pospána pro hlavní škůdce jejich bionomie a obecné zásady monitoringu a ochrany, v předložené metodice jsou pro škůdce, kteří působí v současné době problémy v ochraně zeleniny doplněny nové poznatky o účinnosti nově registrovaných přípravků ve

vztahu k aktuálním poznatků o vývoji rezistence k insekticidům. Dále je aktualizován přehled všech povolených insekticidů do brukvovité zeleniny do systému integrované produkce a pro pěstování zeleniny v ekologickém zemědělství.

Název a obsah metodiky je dodržen s mírným zúžením problematiky oproti návrhu projektu. Metodika neobsahuje všechny druhy zeleniny, na kterých byla studována degradace reziduí pesticidů, ale pouze tři druhy brukvovité zeleniny a inovaci ochrany proti škůdcům na nich. Důvodem je značný rozsah dat získaný řešením degradace reziduí pesticidů u všech studovaných druhů zeleniny. Vzhledem k době řešení projektu pouze ve třech letech, nebylo možné analyzovat dosažená data u všech plodin. Pokusy s ostatními plodinami probíhaly do konce vegetační sezóny v roce 2023 a analýzy reziduí budou probíhat do konce roku 2023 a zpracování dat až v roce 2024. Proto byla pro metodiku vybrána problematika degradace reziduí insekticidů v brukvovité zelenině. Důvodem výběru této problematiky byly požadavky pěstitelů, kterým ochrana brukvovité zeleniny a rezidua insekticidů v produktech způsobují závažné problémy. Výsledky degradace reziduí pesticidů řešené v projektu na ostatních plodinách jako je salát, svazková cibule, špenát, okurka a celer budou zpracovány do dalších certifikovaných metodik v navazujícím projektu, který byl do soutěže podán nebo v rámci výzkumného záměru, pokud by projekt nebyl podpořen.

II Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout pěstitelům v systému integrované produkce zeleniny informace pro naplňování podmínek stanovených v Nařízení vlády č. 80/2023 Sb., které se týkají dosažení stanovených limitů reziduí pesticidů, včetně relevantních metabolitů v produktech zeleniny při sklizni. Pro každou účinnou látku testovaných insekticidů v kedlubnách, květáku a v zelí stanovit modely degradace reziduí pesticidů v závislosti na čase od termínu aplikace do sklizně. Popsat postup, jak modely využívat pro stanovení akčních ochranných lhůt pro nízkoreziduální nebo bezreziduální produkci zeleniny. Zhodnotit průběh degradace reziduí při pěstování kedluben v různém období vegetační sezóny a také rozdíly ve výskytech účinných látek insekticidů v hlízách a listech kedluben. Dalším cílem je poskytnout informace a doporučení pro ochranu proti vybraným škůdcům brukvovité zeleniny potřebné pro uplatňování zásad integrované ochrany. Inovovat ochranu proti takovým škůdcům, kteří působí škody nebo problémy pěstitelům, na základě poznatků o účinnosti přípravků a o aktuálním stavu rezistence těchto škůdců k insekticidům. Poskytnout přehled přípravků pro ochranu brukvovité zeleniny povolených v ČR a perspektivních přípravků pro povolení registrované do jiných plodin, nebo registrované v okolních zemích.

III Vlastní popis metodiky

III.1 Materiál a metody

III.1.1 Metodika hodnocení reziduí pesticidů v produktech

Analýzy reziduí v odebraných vzorcích zeleniny byly provedeny v akreditované Metrologické a zkušební laboratoři Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (Ústav analýzy potravin a výživy, zkušební laboratoř č. 1316.2). Používané analytické metody vycházejí z evropské normy ČSN EN 15662 „Potraviny rostlinného původu – Multimetoda pro stanovení reziduí pesticidů s použitím analýzy založené na GC a LC po extrakci acetonitrilem/separaci a předčištění pomocí disperzní SPE“. Pro rozvoj analytických metod a interpretaci nálezů jsou využívány dokumenty a doporučení Národní referenční laboratoře pro rezidua pesticidů (NRL-SZPI Praha) a Evropských referenčních laboratoří (EURL), s nimiž VŠCHT Praha průběžně spolupracuje. Přesnost a porovnatelnost výsledků je periodicky kontrolována úspěšnou účastí v pravidelných testech způsobilosti („kruhové testy“)

organizovaných EURL pro rezidua pesticidů v ovoci a zelenině (EURL Universita Almería, Španělsko). V rámci rozvoje stávajících metod stanovení reziduí pesticidů byly aktualizovány a re-validovány měřicí postupy. V porovnání s původní certifikovanou metodikou publikovanou VŠCHT Praha pro multidetekční stanovení reziduí v polní zelenině (Hajšlová a kol., 2012), došlo k rozšíření rozsahu stanovovaných látek a ke zlepšení výkonnostních charakteristik zkušebních metod pro některé z nich. Definice reziduí odpovídají aktuálním požadavkům nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005. Kromě samotných účinných látek metody zahrnují i relevantní metabolity pesticidů (zahrnuté v definici reziduí), jako např. spirotetramat-enol (degradační produkt účinné látky spirotetramatu), metabolity TFNA a TFNG (degradační produkty účinné látky flonicamid). Metoda umožňuje stanovení i účinných látek některých biologických přípravků: např. spinosad, u kterého jsou v metodě zahrnuty dvě jeho složky (spinosyn A a D). Aktuální rozsahy analytických metod pro stanovení reziduí pesticidů jsou dostupné na stránkách https://www.vscht.cz/mzl).

Re-validace současných verzí analytických metod byla provedena podle pokynů DG SANTE/11312/2021 pro úřední kontrolu reziduí pesticidů. Podle tohoto dokumentu všechny vzorky analyzované v polních experimentech patří do společné kategorie „plodiny s vysokým obsahem vody“, kde jsou jako reprezentativní matrice pro validaci výslovně uvedeny salát, špenát, celer, cibulka, okurky, zelí, květák a kedlubny. Validace byla provedena na dvou koncentračních hladinách (0,04 mg/kg a 0,004 mg/kg) vždy v šesti replikátech. Hodnoceny byly výkonnostní charakteristiky jako výtěžnost metody, opakovatelnost, kvantifikační limity (LOQ) a lineární rozsah metody. Ve všech těchto parametrech byla dosažena shoda s kritérii SANTE/11312/2021, tedy výtěžnost v rozmezí 70-120 %, mezilehlá preciznost do 20 % a LOQ nižší, nejen nežli jsou maximální limity reziduí stanovené Nařízením 396/2005/ES, ale jsou nižší i než akční limity pro nízkoreziduální /bezreziduální produkci. Korekce na výtěžnost nebyla prováděna.

III.1.1.1 Stanovení modelů degradace reziduí pesticidů

Pro vyjádření rychlosti degradace účinné látky pesticidů se využívá kinetická rovnice 1. řádu. Tato rovnice vyjadřuje rychlost degradace účinné látky pesticidu v produktech v závislosti na počtu dnů od aplikace:

$$C_t = C_0 e^{-kt}$$

kde C_t – koncentrace (mg/kg) v čase t (dny) po aplikaci, C_0 – prvotní koncentrace účinné látky pesticidu, k – konstanta popisující rychlost rozkladu účinné látky (den^{-1}).

Výše uvedená kinetická rovnice 1. řádu je ve vědecké literatuře nejčastěji používaným modelem pro popis degradace účinných látek fungicidů a insekticidů v zelenině. Rychlost degradace obecně závisí na teplotě prostředí a intenzitě slunečního záření jako převažujících přímých faktorů a také na intenzitě srážek, respektive závlah, které ovlivňují rychlost metabolismu a růstu rostlin nebo sklizňových produktů. Čím vyšší je rychlost růstu rostliny nebo její části, tím dochází k většímu ředění reziduí pesticidů. Výše uvedené příčiny rozdílné rychlosti degradace pesticidů v rostlinách jsou důvodem, proč je nezbytné pro každý druh plodiny a produktu monitorovat rychlost degradace odděleně pro každou účinnou látku pesticidu. Rozdíly v rychlosti degradace účinných látek pesticidů jsou mezi skupinami účinných látek i jednotlivými účinnými látkami. Modely degradace reziduí insekticidů budou proto sestaveny pro kedlubny pěstované v různém období vegetační sezóny.

Při porovnání rychlosti degradace pesticidů v rostlinách ukazují data z monitoringu i z výzkumných studií, že mezi jednotlivými skupinami a druhy zelenin jsou rozdíly v rychlosti degradace pesticidů v období od ošetření do sklizně a neméně významná je distribuce reziduí pesticidů v rostlině a v konzumovaném produktu. Například v kedlubnách bývá vyšší obsah reziduí pesticidů v listech, oproti konzumované části kedlubny. Pokud je analýza reziduí

pesticidů prováděna nejen ze sklizených hlíz kedluben, ale také z listů, mohou v listech naměřené hodnoty reziduí pesticidů (nad stanoveným akčním prahem) vyřadit z prodeje kedlubny, u kterých nebyl obsah reziduí v hlíze překročen. V takovém případě je možné na trh dodávat pouze kedlubny bez listů, aby byl požadovaný akční práh pro rezidua dodržen. Modely degradace reziduí insekticidů budou také stanoveny pro zhodnocení výskytu účinných látek insekticidů v hlízách a listech kedluben.

III.1.1.2 Stanovení akčních prahů a akčních ochranných lhůt pro nízkoreziduální a bezreziduální produkci zeleniny

Ochranná lhůta (OL) je doba ve dnech, která se počítá od termínu poslední aplikace přípravku do sklizně plodiny a je vždy uváděná pro konkrétní přípravek a konkrétní plodinu nebo skupinu plodin. OL je stanovena úředně a je uváděna na etiketě přípravku a v Seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin a její dodržení je závazné. Pokud je OL dodržena, nemůže za obvyklých podmínek nastat překročení hodnoty maximálního limitu reziduí (maximum residue levels; MRL). Hodnoty MRL jsou pro každou účinnou látku pesticidu uváděna zvlášť po plodinách, případně se může MRL lišit i v různých konzumovatelných částech plodiny. Hodnoty MRL i definice rezidua účinných látek pesticidů jsou pravidelně aktualizovány v databázi pesticidů (databáze pesticidů EU). Naproti tomu akční ochranné lhůty (AOL) závazné nejsou, ale jejich stanovení je při používání pesticidů nezbytné pro zajištění podmínek pro nízkoreziduální nebo bezreziduální produkci zeleniny. Nízkoreziduální produkce je taková zemědělská produkce, při které jsou přípravky aplikovány tak, aby rezidua použitých účinných látek pesticidů v produktech byla pod limitem předem stanoveného a vyžadovaného akčního prahu, například pod 30 % MRL. Bezreziduální produkce je zemědělská produkce, při které jsou přípravky aplikovány tak, aby rezidua použitých účinných látek pesticidů v produktech pod limitem 0,01 mg/kg (shodné s limitem využívaným v současnosti pro produkty určené pro dětskou výživu). Pro splnění podmínek bezreziduální produkce je u některých přípravků třeba významně prodloužit ochranné lhůty a dodržovat doporučené akční ochranné lhůty. Akční ochranné lhůty jsou stejně jako OL vyjádřeny ve dnech a počítají se od termínu poslední aplikace přípravku do sklizně plodiny. AOL jsou vždy uváděné pro přípravek a konkrétní plodinu a při jejich respektování je garantováno dodržení předem stanovené hodnoty reziduí pesticidů odpovídající akčnímu prahu. Například AOL_{30} je akční ochranná lhůta pro stanovený akční práh 30 % MRL.

V posledních letech byly akční prahy využívány obchodními řetězci jako limity pro plodiny z nízkoreziduální produkce zeleniny. Hodnoty akčních prahů se podle typu maloobchodu v současnosti pohybují v širokém rozmezí od 25 % do 75 % MRL a určen může být také maximální počet účinných látek jejichž rezidua byla nalezena v produktu (např. maximálně 5 účinných látek nad limitem 0,01 mg/kg).

Od roku 2023 navíc čeští pěstitelé hospodařící v integrovaném systému pěstování zeleniny, kteří žádají o podporu podle Nařízení vlády č. 80/2023 Sb. o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření, musí zajistit rozbor vzorků podporovaného druhu zeleniny za účelem dodržení výskytu reziduí ve sklízených produktech do 50 % MRL. V případě, že ve vzorku zeleniny dojde u některého rezidua pesticidu k překročení akčního prahu (50 %), ale současně nebyl překročen MRL, je žadateli snížena dotace o 25 % v roce, kdy došlo k porušení (Nařízení vlády 80/2023, Ministerstvo zemědělství, 2023).

V této metodice byly pro všechny hodnocené účinné látky insekticidů experimentálně použité v brukvovité zelenině (kedlubny, květák a zelí hlávkové) stanoveny akční prahy pro 30 % MRL a pro limit 0,01 mg/kg a jim odpovídající akční ochranné lhůty. Akční ochranné lhůty byly stanoveny výpočtem hodnoty t z rovnice $t = (\ln C_t - \ln C_0) / k$, kde C_t – koncentrace účinné látky odpovídající prahu pro nízkoreziduální nebo bezreziduální produkci (mg/kg) v čase t (dny) po aplikaci, C_0 – prvotní koncentrace účinné látky pesticidu, k – konstanta popisující

rychlost rozkladu účinné látky (den $^{-1}$). Akční ochranné lhůty stanovené podle modelů degradace reziduí insekticidů byly z důvodu zvýšení spolehlivosti prodloužené o 1/3 (ve formalizovaném vyjádření: $AOL_{0,01}$ nebo $AOL_{30} = t + (1/3t)$.

III.1.1.3 Metodika polních experimentů pro stanovení průběhu degradace reziduí insekticidů

V letech 2021–2022 byly založeny maloparcelkové pokusy hodnotící dynamiku pesticidů v hlávkovém zelí, květáku a kedlubnách. Do pokusů byly zařazeny nově registrované pesticidy, které nebyly v květáku a hlávkovém zelí hodnoceny v první případové studii řešené v rámci výzkumných projektů MZe v letech 2008 až 2011. Výsledky první studie byly představeny v certifikované metodice Optimalizace používání pesticidů proti škůdcům v systému integrované produkce brukvovité zeleniny. (Kocourek a kol., 2013). Dynamika degradace reziduí pesticidů v kedlubnách byla hodnocena poprvé v nové studii řešené v letech 2021–2023 v rámci řešní projektu, jehož výstupem je tato metodika. Cílem řešení bylo porovnat rychlost degradace pesticidů v kedlubnách pěstovaných v odlišných termínech v průběhu vegetační doby a také v různých částech rostliny (hlíza a listy). Pro případ dalšího možného rozšíření registrace účinných látek pesticidů byly do brukvovité zeleniny experimentálně aplikovány i látky povolené v Německu a další pesticidy vhodné proti škodlivým organismům vyskytujícím se v brukvovité zelenině (tabulka 1).

Brukvovitá zelenina byla pěstována na Demonstračním a pokusném pozemku České zemědělské univerzity v Praze. Maloparcelkové pokusy měly 3 varianty, které byly všechny ošetřeny stejnými pesticidy, ale v odlišném aplikačním termínu a různé vývojové fázi zeleniny (tabulka 2). Pro jednotlivé varianty pokusu byly připraveny parcely o velikosti 1,5 × 6 m, na kterých bylo vysázeno vždy 100 ks sazenic kedluben ve sponu 30 × 30 cm. Sazenice květáku a zelí byly vysázeny na parcely o velikosti 1,5 × 8 m (spon 50 × 50 cm), celkem 50 ks sazenic. Aplikace pesticidů byla provedena bezezbytkovým postřikovačem Schachtner (obrázek 1). Byla použita aplikační dávka vody 300 l/ha a aplikační tlak 0,25 MPa. Rám postřikovače byl osazen štěrbinovými tryskami Lurmark 015F110. Aplikace jednotlivých skupin pesticidů (tabulka 1) byla provedena vždy společně se smáčedlem Silwet v dávce 0,1 l/ha.

Obrázek 1 – Samojízdný postřikovač Schachtner pro aplikaci pesticidů na parcelky (Foto: T. Horská)

Z pokusné parcely byly odebíráno 5–6 průměrných jedinců zeleniny z různých míst parcely, vždy minimálně 1 kg. Kedlubny byly zbaveny pouze spodních listů, aby mohla být následně analyzována rezidua z hlízy bez kořenů a listů zvlášť v listech. Vzorky růžic květáku byly odebírány s mladými listy po obvodu. U květáku se analýza reziduí pesticidů provádí pouze ze zdužnatělé růžice (celá rostlina bez kořenů a listů). Hlávka zelí byla odříznuta několik centimetrů nad zemí a zbavena poškozených vnějších listů, analýza byla provedena z celé rostliny bez kořenů a uvadlých listů. Získané vzorky zeleniny byly z každé varianty zvlášť zabaleny do mikrotenové tašky a po odběru doručeny do laboratoře Ústavu analýzy potravin a

výživy Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, kde byly vzorky zpracovány a analyzovány multidetekčními metodami akreditovanými dle ISO 17025.

Tabulka 1 Seznam testovaných insekticidních přípravků rozdělených do skupin, ve kterých byly aplikovány na jednotlivé varianty výsadeb kedluben, květáku a zelí (viz tabulka 2); ČR – registrace v České republice, N – registrace v Německu

	skupina	Registrace úč. látky	přípravek (dávka)	účinná látka
kedlubny 1 a 2 2021 / kedlubny 3 2022	1	ČR	Benevia (0,75 l/ha)	cyantraniliprole
		ČR	Decis mega (0,25 l/ha)	deltamethrin
			Mavrik smart (0,2 l/ha)	tau-fluvalinate
		N	SpinTor (0,4 l/ha)	spinosad
			Teppeki (0,14 kg/ha)	flonicamid
			Sivanto prime (0,56 l/ha)	flupyradifurone
	2		Magma (0,2 l/ha)	etofenprox
		N	Karate se Zeon technologií 5 CS (0,2 l/ha)	lambda-cyhalothrin
		ČR	Pirimor 50 WG (0,5 kg/ha)	pirimicarb
		ČR	Movento 100 SC (0,75 l/ha)	spirotetramat
	3	N	Mospilan 20 SP (0,125 kg/ha)	acetamiprid
			Sumi-Alpha 5EW (0,25 l/ha)	esfenvalerate
			Coragen 20 SC (0,125 l/ha)	chlorantraniliprole
			Harpun (1,125 l/ha)	pyriproxyfen
Květák 2021 / květák 2022	1	ČR	Benevia (0,75 l/ha)	cyantraniliprole
		N	Mavrik smart (0,2 l/ha)	tau-fluvalinate
			Teppeki (0,14 kg/ha)*	flonicamid
		N	Magma (0,2 l/ha)	etofenprox
	2	ČR	Movento 100 SC (0,75 l/ha)*	spirotetramat
			Sivanto prime (0,56 l/ha)	flupyradifurone
		ČR	SpinTor (0,4 l/ha)	spinosad
	3	ČR	Coragen 20 SC (0,125 l/ha)	chlorantraniliprole
			Sumi-Alpha 5EW (0,25 l/ha)	esfenvalerate
			Harpun (1,125 l/ha)	pyriproxyfen
		ČR	Karate se Zeon technologií 5 CS (0,2 l/ha)	lambda-cyhalothrin
zelí 2021	1	ČR	Benevia (0,75 l/ha)	cyantraniliprole
		N	Mavrik smart (0,2 l/ha)	tau-fluvalinate
		N	Teppeki (0,14 kg/ha)	flonicamid
		N	Magma (0,2 l/ha)	etofenprox
	2		Harpun (1,125 l/ha)	pyriproxyfen
		ČR	Movento 100 SC (0,75 l/ha)	spirotetramat
			Sivanto prime (0,56 l/ha)	flupyradifurone
	3	ČR	Coragen 20 SC (0,125 l/ha)	chlorantraniliprole
			Sumi-Alpha 5EW (0,25 l/ha)	esfenvalerate

*označené přípravky byly aplikovány v roce 2022 do květáku v dřívějším termínu (16.9.) a nebyly obsaženy v posledním postřiku (17.10.) viz tabulka 2.

Den po poslední aplikaci pesticidů byl proveden první odběr vzorků zeleniny a následně byly provedeny další 3 odběry vzorků (zelí, květák 2021) nebo 4 (kedlubny, květák 2022) odběry v předem stanoveném časovém harmonogramu (tabulka 2). Tímto způsobem bylo získáno z každého pokusu o třech variantách postřiku 12 (zelí, květák 2021) nebo 15 (kedlubny, květák 2022) hodnot reziduí jednotlivých účinných látek pesticidů z různých termínů odběrů vzorků po postřiku.

Pro vyjádření rychlosti degradace účinných látek insekticidů byly využity modely vycházející z kinetické rovnice 1. řádu (viz III.1.1.1) a stanovena akční ochranná lhůta pro jednotlivé účinné látky insekticidů pro potřeby nízkoreziduální a bezreziduální produkce podle rovnice v podkapitole III.1.1.2 (příklad v tabulce 3). U látek s vysokou variabilitou reziduí byly AOL odhadnuty z grafů. Na základě výsledků pokusů z let 2021–22 doplněných o výsledky z dřívější studie (Kocourek a kol., 2013) bylo pro jednotlivé druhy zelenin vytvořeno doporučení pro výše uvedené systémy produkce zeleniny (tabulky 5–11).

Tabulka 2 Schéma aplikace tří skupin insekticidů na varianty experimentálních výsadeb kedluben, květáku a hlávkového zelí

	Odrůda	Termín výsadby	Termíny aplikace	BBCH	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
kedlubny 1 2021	´Lech´	27.4.2021	3.6.	42	1	2	3
			10.6.	43	2	3	1
			14.6.	44	3	1	2
	Termíny vzorkování: 15.6.; 17.6.; 21.6.; 28.6.; 8.7.						
kedlubny 2 2021	´32-153´	17.7.2021	7.9.	42	1	2	3
			13.9.	43	2	3	1
			20.9.	44	3	1	2
	Termíny vzorkování: 21.9.; 23.9.; 27.9.; 4.10.; 11.10.						
kedlubny 3 2022	´Lech´	12.8.2022	19.9.	42	1	1	3
			26.9.	43	2	2	1
			3.10.	44	3	3	2
	Termíny vzorkování: 4.10.;6.10.; 10.10.; 14.10.;11.10.						
květák 2021	´Dexter´	29.6.2021	24.8.	43	1	2	3
			30.8.	51	2	3	1
			6.9.	55	3	1	2
	Termíny vzorkování: 7.9.; 9.9.; 13.9.; 20.9.						
květák 2022	´Dexter´	2.7.2022	16.9.	44	Teppeki*	Movento 100 SC*	
			22.9.	45	2	3	1
			13.10.	52	3	1	2
			17.10.	53	1*	2*	3
	Termíny vzorkování: 18.10.; 20.10.; 24.10.; 31.10.; 3.11.						
zelí 2021	´Oklahoma´	12.5.2021	19.7.	42	1	2	3
			26.7.	43	2	3	1
			2.8.	44	3	1	2
	Termíny vzorkování: 3.8.; 5.8.; 9.8.; 16.8.						

*označené přípravky byly aplikovány v roce 2022 do květáku v dřívějším termínu (16.9.) a nebyly obsaženy v posledním postřiku (17.10.)

Tabulka 3 Stanovení AOL pro nízkoreziduální a bezreziduální produkci z modelových rovnic na příkladu degradace cyantraniliprolu v kedlubnách 2021–2022

experiment	část rostliny	C_0 (mg/kg)	k (den^{-1})	model* (mg/kg)	% MRL v OL 7 dní**	AOL pro limit 30 % MRL	AOL pro limit 0,01 mg/kg
KEDLUBNY 1	bulva	0,056	0,308	0,0064	0,321	7	7
	listy	7,296	0,388	0,484	4838	23	23
KEDLUBNY 2	bulva	0,177	0,165	0,0558	2,789	7	23
	listy	3,335	0,174	0,986	9856	45	45
KEDLUBNY 3	bulva	0,189	0,189	0,0472	2,358	7	20
	listy	8,179	0,312	0,921	9214	30	30

Parametry rovnice: C_0 – modelem vypočítaná počáteční koncentrace účinné látky v produktu; k – konstanta určující rychlost rozkladu látky v produktu (k>0,1 představuje rychlý rozklad látky). R^2 – koeficient determinace (R^2 = 0,83–0,98), statistická průkaznost modelu při $R^2 \geq$ 0,5–1. *modelem vypočítaná koncentrace látky v produktu po uplynutí ochranné lhůty 7 dní (MRL cyantraniliprolu v bulvě: 2 mg/kg; v listech 0,01 mg/kg); **přepočet obsahu účinné látky v produktu na % MRL.

III.1.2 Metodika stanovení účinnosti insekticidů a detekce rezistence škůdců k insekticidům

III.1.2.1 Hodnocení účinnosti insekticidů na molici vlaštovičníkovou

Dospělci molice vlaštovičníkové byli na konci srpna a počátkem září 2021 odebíráni v porostech kedluben a kapusty u komerčních pěstitelů na lokalitách Semice a Obříství. V laboratoři byli dospělci vysazeni na rostliny kedluben, které byly umístěny do skleníku s teplotou 22 ± 2 °C a světelným režimem 16L:8D. Pro pokusy byly použity rostliny kedluben ve stádiu 3–4 pravých listů. Dospělci na kedlubnách byli ponecháni 5 dnů do doby nakladení dostatečného počtu vajíček na testy účinnosti přípravků na nymfy. Část dospělců odebraných v porostech zeleniny byla použita přímo na testy účinnosti insekticidů na dospělce. Celkem bylo testováno 7 přípravků, které obsahovaly odlišnou účinnou látku: Movento 150 OD (spirotetramat), Benevia (cyantraniliprole), Harpun (pyriproxyfen), Gondola (sulfoxaflor), Spintor (spinosad), Coragen 20 SC (chlorantraniliprole) a Teppeki (flonicamid). Proti molici vlaštovičníkové jsou v současné době do brukvovité zeleniny registrovány přípravky Movento 150 OD a Benevia, zatímco Coragen a Spintor jsou registrovány proti jiným druhům škůdců. Přípravky Harpun a Teppeki nejsou do brukvovité zeleniny povoleny. V roce 2022 byla ukončena registrace přípravku s účinnou látkou sulfoxaflor (Gondola). Ve výsledcích jsme účinnost přípravku na bázi sulfoxafloru proti škůdcům brukvovité zeleniny ponechali.

Na dospělce byly přípravky testovány ve 100% dávce registrované pro polní aplikaci (Movento 150 OD (0,5 l/ha), Benevia (0,75 l/ha), Harpun (1,125 l/ha), Gondola (0,2 l/ha), Spintor (0,4 l/ha), Coragen 20 SC (0,125 l/ha) a Teppeki (0,14 l/ha), při aplikovaném množství vody 600 l/ha. Do každého roztoku insekticidu bylo přidáno smáčedlo Break Thru v koncentraci 0,01 %. Roztoky insekticidů o požadované koncentraci se smáčedlem byly aplikovány ručním rosičem SG e1 (Biostep, Německo) na rostliny kedluben tak, aby byla ošetřena svrchní i spodní strana listů. Po oschnutí listů byly rostliny zaizolovány do monofilových rukávců a na rostliny byli vysazeni dospělci molic v minimálním počtu 60 dospělců na rostlinu. Každá varianta měla 3 opakování. Ošetřené rostliny s molicemi byly umístěny do klimaboxu s teplotou 22 ± 2 °C a světelným režimem 16L:8D. Po 48 h byl vyhodnocen počet živých a mrtvých dospělců. Sledován byl také počet snůšek a vajíček

vykladených za období od vysazení dospělců na ošetřené rostliny do termínu hodnocení mortality dospělců. Varianta s přípravkem Teppeki byla hodnocena až po 120 h od aplikace. Použitá metodika je modifikací metodiky IRAC č. 015. Metodika hodnocení účinnosti na dospělce zahrnuje hodnocení dopadů reziduálních účinků přípravků aplikovaných na listy s vyloučením přímých kontaktních účinků na dospělce molic.

Pro hodnocení účinnosti přípravků na nymfy byly použity rostliny kedluben s minimálním počtem 50 nymf na rostlinu. Rostliny s nymfami byly ošetřeny stejným způsobem jako před testováním účinnosti přípravků na dospělce molic. Každá varianta měla 3 opakování. Ošetřené rostliny s nymfami molic byly umístěny do klimaboxu s teplotou 22 ± 2 °C a světelným režimem 16L:8D. Hodnocení mortality nymf bylo prováděno 7 dnů od aplikace. Použitá metodika je modifikací metodiky IRAC č. 016. Metodika hodnocení účinnosti na nymfy zahrnuje hodnocení přímých kontaktních účinků aplikovaných na nymfy a na listy, na kterých se nymfy živí. Metodika i výsledky hodnocení účinnosti byly publikovány v časopise Rostlinolékař (Stará a kol., 2021).

III.1.2.2 Hodnocení rezistence nebo citlivosti dřepčíků rodu *Phyllotreta* a krytonosce čtyřzubého k insekticidům

Ze škůdců brukvovité zeleniny dochází v posledních letech ke změnám v rezistenci nebo citlivosti k insekticidům u populací dřepčíků rodu *Phyllotreta* a u populací krytonosce čtyřzubého. Obě skupiny škůdců škodí primárně na řepce, kde jsou vystaveni vysokému selekčnímu tlaku insekticidů. Z řepky se tito škůdci šíří na brukvovitou zeleninu. Pro hodnocení citlivosti dřepčíků rodu *Phyllotreta* a krytonosce čtyřzubého k pyrethroidům byl použit test IRAC č. 031 a pro hodnocení citlivosti k neonikotinoidům byl použit test IRAC č. 021. Oba testy jsou popsané v certifikované metodice (Kocourek a kol., 2020a), ve které jsou popsány také případové studie testování těchto škůdců v letech 2018 až 2021. Do této metodiky byly zařazeny také výsledky hodnocení citlivosti obou skupin škůdců z let 2021 a 2022, které byly získány řešením projektu MZe (Kocourek a kol., 2021, Kocourek a kol., 2022) podporované z Akčního plánu pro udržitelné používání pesticidů.

III.2 Výsledky a doporučení

III.2.1 Hodnocení reziduí insekticidů v produktech

III.2.1.1 Degradace reziduí insekticidů v kedlubnách

Kedlubny jsou mezi spotřebiteli oblíbenou košťálovou zeleninou. Pěstební plochy kedluben se v ČR pohybují kolem 400 ha, což odpovídá téměř 3 % celkové plochy pěstované zeleniny. Kedlubna patří mezi nízkokalorickou zeleninu s vysokým obsahem vlákniny. Je také zdrojem minerálních látek a na rozdíl od ostatní košťálové zeleniny vyniká vyšším obsahem jodu. Zelená hlíza je bohatá na vitamin B3 a kyselinu listovou. Namodralá slupka některých odrůd obsahuje antokyany. Tato barviva mají rovněž mnoho příznivých účinků na zdraví, např. antioxidační. V databázi pesticidů Evropské Unie (Databáze pesticidů EU) je pro každou účinnou látku pesticidu aplikovanou do výsadeb kedluben uvedeny hodnoty MRL zvlášť pro hlízy a listy. Zatímco v minulosti byly listy tradičně zkrmovány domácími zvířaty, či končily na kompostu, v řadě zemí se listy kedluben běžně konzumují ve studené kuchyni. Listy kedlubny obsahují řadu látek s pozitivním účinkem na lidské zdraví, mezi nimi např. vitaminy, antioxidanty či antibakteriální látky. Také u nás v posledních letech vzrostla obliba využití listů kedluben i natí celé řady dalších druhů zeleniny (např. ředkvičky, salátová řepa, mrkev), které se přidávají do salátů nebo polévek. Rané odrůdy kedluben mají kratší vegetační dobu a mohou

být pěstovány od jara až do podzimu. Do této studie byly vybrány odrůdy kedluben vhodné pro celoroční pěstování.

Insekticidy testované v kedlubnách

Celkem byly před sklizní do porostů kedluben aplikovány přípravky se 14 účinnými látkami insekticidů. Na počátku řešení projektu byly do kedluben v ČR povoleny jen přípravky se 4 účinnými látkami insekticidů a další 3 přípravky byly registrovány v Německu. Zbývající přípravky se 7 testovanými účinnými látkami byly v té době registrovány do jiných plodin a druhů zeleniny (tabulka 1). Postřiky byly aplikovány na porosty kedluben v růstové fázi odpovídající BBCH 42-44. Po posledním postřiku následovalo postupně v časových intervalech 5 odběrů vzorků kedluben s listy (obrázek 2).

Obrázek 2 – Poslední vzorkování u jarní výsadby kedluben v roce 2021 (Foto: A. Vaniščáková)

Vliv povětrnostních podmínek na rychlost degradace pesticidů v kedlubnách

Kedlubny patří k zelenině pěstované téměř po celou vegetační dobu od dubna do října, a proto je důležité hodnotit degradaci účinných látek z různých termínů výsadeb. Kedlubny byly v průběhu vegetační doby pěstovány ve třech odlišných termínech. Výsledky analýz reziduí pesticidů v kedlubnách z našich experimentů prokázaly kratší dobu degradace účinných látek insekticidů u kedluben ošetřovaných a sklízených v létě (kedlubny 1; výsadba 27.4.2021) v porovnání s kedlubnami ošetřovanými a sklízenými na podzim (kedlubny 2; výsadba 17.7.2021 a kedlubny 3; výsadba 12.8.2022). Na rychlost degradace pesticidů měly podíl povětrnostní podmínky jednotlivých pokusů (tabulka 4).

Tabulka 4 Základní charakteristiky průběhu povětrnostních podmínek, které mohly ovlivnit rychlost degradace pesticidů v kedlubnách v roce 2021–22.

	Období 1. postřik – 5. odběr	průměrná denní teplota (°C)	průměrné solární záření (kJ/m^2/den)	min; max solární záření (kJ/m^2/den)
Kedlubny 1 2021	03.6. – 08.7.	20,17	21010,4	6843,1; 29648
Kedlubny 2 2021	07.9. – 11.10.	14,14	10351,2	5178,6; 17930
Kedlubny 3 2022	19.9. – 20.10.	13,79	8663,5	2644,3; 14144

Srážky nejsou uvedeny, protože pokusy probíhaly pod závlahou. Vzhledem k rozdílným podmínkám pokusů a jim odpovídající rozdílné rychlosti degradace účinných látek uvádíme

doporučené AOL pro insekticidy z každého experimentu zvlášť pro nízkoreziduální (tabulky 5 až 7) i bezreziduální (tabulka 8) produkci. V grafech v příloze G1 až G14 jsou uvedeny průběhy degradace reziduí 14 účinných látek insekticidů v hlízách a listech kedluben pěstovaných ve třech odlišných obdobích vegetační sezóny (výskyty reziduí pro různé termíny pěstování jsou odlišeny barevně).

Degradace reziduí insekticidů v kedlubnách je popsána v následujících podkapitolách rozdělených podle toho, zda jsou přípravky s účinnými látkami povoleny do kedluben v ČR, v Německu nebo jsou povoleny do jiných plodin. Průběhy degradací účinných látek v kedlubnách, odděleně v bulvách a listech, jsou znázorněny v grafech G1 až G14 (příloha). Doporučené akční ochranné lhůty všech testovaných účinných látek jsou uvedeny v tabulkách 5–7 pro tři období pěstování kedluben pro nízkoreziduální produkci zeleniny (30 % MRL) a v tabulce 8 pro bezreziduální produkci (0,01 mg/kg). Přípravky povolené do kedluben a dalších druhů brukvovité zeleniny v ČR jsou uvedeny v tabulkách 12 a 13 v podkapitole III.2.2.3. V Německu povolené látky jsou v tabulkách 14 a 15 v podkapitole III.2.2.3.

Degradace reziduí insekticidů povolených v ČR do kedluben

U **cyantraniliprolu** byla nízkoreziduální produkce hlíz kedluben možná bez prodloužení OL ve všech experimentech (graf v příloze G2; tabulky 5–7). Limit pro bezreziduální produkci byl dodržen u jarní výsadby bez prodloužení OL, zatímco po podzimních aplikacích došlo k významnému prodloužení ochranné lhůty a bezreziduální produkce byla v tomto období již nejistá (graf v příloze G2; tabulka 8). V listech kedluben je hodnota MRL u cyantraniliprolu velmi nízká (0,01 mg/kg) a OL 7 dní byla pro jeho degradaci zcela nedostačující ve všech provedených experimentech. Přípravek Benevia nelze doporučit k ošetření kedluben proti škůdcům v případě, že bude prováděna analýza reziduí cyantraniliprolu i z listů, protože by byl překročen MRL.

Deltamethrin je povolen do kedluben, květáku a brokolice proti mšicím a housenkám motýlů v dávce 10 g účinné látky/ha s ochrannou lhůtou 14 dní (Scatto a Demetrina) a v nižší dávce 7,5 g účinné látky/ha do brukvovité zeleniny proti housenkám a dřepčíkům s OL 7 dní (např. Decis Mega). V experimentu byla použita vyšší dávka (12 g úč. l. /ha) a počítáno bylo s délkou OL 14 dnů. V hlíze kedluben je MRL deltamethrinu 0,01 mg/kg, přesto byl v obou experimentech v roce 2021 deltamethrin degradován pod tento limit v ochranné lhůtě. U kedluben sklízených v říjnu 2022 byla OL prodloužena díky variabilitě reziduí na 22 dní. V listech se rychlost degradace lišila v závislosti na termínu založení porostu. V pokusu, kdy byl deltamethrin aplikován v létě, klesal obsah v listech nejrychleji a 30 % MRL i limit pro bezreziduální produkci byl dosažen bez prodloužení OL. V podzimních pokusech degradoval deltamethrin v listech pomaleji a pod 30 % MRL klesl až od 25. dne po aplikaci (graf v příloze G3; tabulky 5–8). Pokud je požadována detekce pesticidů ze vzorku listů, nejsou přípravky obsahující deltamethrin při chladnějším průběhu léta ani v podzimních výsadbách vhodné pro bezreziduální produkci.

Pirimicarb degradoval v hlíze pod 30 % MRL bez prodloužení OL ve všech experimentech. Podobně, jen s prodloužením OL o několik dnů, degradoval i v listech a lze jej tak doporučit pro nízkoreziduální produkci kedluben s listy. Bezreziduální produkce kedluben s listy byla možná bez prodloužení OL jen při letní aplikaci. U podzimní aplikace došlo k prodloužení OL v kedlubnách s listy na 20–22 dnů (graf v příloze G10; tabulky 5–8).

Spirotetramat se rozkládá za vzniku celé řady metabolitů, z nichž čtyři hlavní jsou: spirotetramat-enol, spirotetramat-ketohydroxy, spirotetramat-monohydroxy a spirotetramat-enol-glucoside a byly do roku 2020 zahrnovány do definice rezidua spirotetramatu. Od roku 2021 je spirotetramat vyjádřen jako suma spirotetramatu s relevantním metabolitem spirotetramat-enol (dále označen jen jako spirotetramat). Rezidua spirotetramatu v hlízách

kedluben ve všech výsadbách v průběhu 30 dní od aplikace kolísala, zatímco v listech se spirotetramat rozkládal rychle. Přesto v hlíze i v listech kedluben spirotetramat degradoval pod 30 % MRL bez prodloužení OL a lze jej doporučit pro nízkoreziduální produkci (graf v příloze G13; tabulky 5–7). Pro bezreziduální produkci kedluben je spirotetramat nevhodný, zvláště při podzimním pěstování (tabulka 8).

Degradace reziduí insekticidů povolených v Německu do kedluben

Z účinných látek insekticidů povolených do kedluben v ČR je v Německu povolen pouze spirotetramat. Naproti tomu je možné v Německu použít acetamiprid, lambda-cyhalothrin a spinosad.

Acetamiprid je v Německu registrován do kedluben v dávce 65 g účinné látky/ha. V našich experimentech jsme testovali nižší dávku 25 g účinné látky/ha. V listech i v hlíze je hodnota MRL acetamipridu velmi nízká (0,01 mg/kg), tedy na úrovni bezreziduální produkce. V hlíze bylo možné limitu dosáhnout bez prodloužení OL 14 dnů ve všech experimentálních výsadbách. V listech musela být OL významně prodloužena a dodržení MRL bylo i tak nejisté. Při použití v Německu registrované dávky by dle těchto výsledků studie mohla být nejistá i produkce samotných kedluben bez listů zejména s ohledem na průběh povětrnostních podmínek (graf v příloze G1; tabulky 5–8).

Lambda-cyhalothrin je v ČR povolen pouze do některých druhů brukvovité zeleniny. V hlíze a listech má lambda-cyhalothrin hodnotu MRL odpovídající bezreziduální produkci (0,01 mg/kg). V hlíze byl MRL dodržen bez prodloužení OL po červnové aplikaci i po postřiku v září 2021, zatímco aplikace na podzim 2022 ochrannou lhůtu prodloužila (graf v příloze G9; tabulky 5–8). V listech kedluben tato látka degradovala pod 0,01 mg/kg jen při výrazném prodloužení OL. V případě provádění analýz reziduí insekticidů z listů kedluben, které požadují některé obchodní řetězce, by pro dodržení limitu reziduí nebylo možné přípravky s účinnou látkou lambda-cyhalothrin používat.

Spinosad je do kedluben a další brukvovité zeleniny registrován v Německu v dávce 0,2 l/ha (SpinTor). V ČR je spinosad obsažený v přípravku SpinTor registrován do květáku, hlávkového zelí, růžičkové kapusty a brokolice v dávce 0,4 l/ha. Tato vyšší dávka byla experimentálně aplikována i do kedluben. Ve všech experimentech bylo možné v hlízách kedluben dodržet 30 % MRL bez prodloužení OL (3 dny). V listech bylo třeba pro dosažení nízkoreziduální produkce prodloužit OL na 7 dnů pouze ve 2. experimentu, v ostatních experimentech byla nízkoreziduální produkce možná bez prodloužení OL. S AOL 7 dnů lze spinosad doporučit pro nízkoreziduální produkci kedluben s listy (graf v příloze G12; tabulky 5–7). Bezreziduální produkce byla možná pro dubnovou výsadbu kedluben s listy bez prodloužení OL. U letních výsadeb ošetřených spinosadem na podzim byla ochranná lhůta pro bezreziduální produkci prodloužena (graf v příloze G12; tabulka 8). V případě registrace spinosadu v ČR do kedluben bude tato látka vhodná pro nízkoreziduální produkci kedluben s listy. Pro bezreziduální produkci kedluben lze spinosad doporučit jen při teplém a slunečném průběhu počasí.

Tabulka 5 Nízkoreziduální produkce kedluben. Doporučené AOL pro hlízy a listy kedluben vycházející z podmínek vyšších teplot a slunečního záření v době od aplikace insekticidů do sklizně (viz tabulka 4 Kedlubny 1).

NÍZKOREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		část	30 % MRL	počet dnů po postřiku						
registrace	účinná látka	rostliny	(mg/kg)	35-31	30-26	25-21	20-16	15-11	10-6	5-1
ČR	cyantraniliprole	hlíza	0,600						OL 7	
		listy	0,010						OL 7	
ČR	deltamethrin	hlíza	0,010					OL 14		
		listy	0,045					OL 14		
ČR	pirimicarb	hlíza	0,150						OL 7	
		listy	0,090						OL 7	
ČR	spirotetramat	hlíza	0,450						OL 7	
		listy	2,100						OL 7	
Německo	acetamiprid	hlíza	0,010					N OL 14		
		listy	0,010					N OL 14		
Německo	lambda-cyhalothrin	hlíza	0,010					N OL 14		
		listy	0,010					N OL 14		
Německo	spinosad	hlíza	0,600							N OL 3
		listy	0,600							N OL 3
ČR jiné plodiny	esfenvalerate	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	etofenprox	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	tau-fluvalinate	hlíza	0,024							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	flonicamid	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	flupyradifurone	hlíza	0,027							x
		listy	1,500							x
ČR jiné plodiny	chlorantraniliprole	hlíza	0,010							x
		listy	12,00							x
ČR jiné plodiny	pyriproxyfen	hlíza	0,015							x
		listy	0,015							x

x OL není stanovena; zelená: látku možné aplikovat; žlutá: riziko překročení akčního prahu 30 % MRL; červená: látku nelze aplikovat.

Degradace reziduí ostatních insekticidů testovaných v kedlubnách

Přípravky s účinnými látkami esfenvalerate, etofenprox, tau-fluvalinate, flonicamid, flupyradifurone, chlorantraniliprole a pyriproxyfen nejsou do kedluben povoleny v ČR ani v Německu. Podle našich výsledků byl zcela nevhodnou látkou pro aplikaci do kedluben flonicamid (definice rezidua: suma flonicamidu, TFNA a TFNG, vyjádřeno jako flonicamid) (graf v příloze G6, tabulky 5–8). Naproti tomu rychle byl v hlíze i listech kedlubny degradován flupyradifurone (graf v příloze G7, tabulky 5–8), u kterého byla možná nízkoreziduální produkce (30 % MRL) ve všech provedených experimentech do 14 dnů. Průběhy degradací ostatních výše uvedených látek jsou v grafech v příloze: G4 (esfenvalerate), G5 (etofenprox), G14 (tau-fluvalinate), G8 (chlorantraniliprole), G11 (pyriproxyfen) a doporučené AOL pro nízkoreziduální a bezreziduální produkci v tabulkách 5–8.

Tabulka 6 Nízkoreziduální produkce kedluben. Doporučené AOL pro hlízy a listy kedluben vycházející z podmínek nižších teplot a středního slunečního záření v době od aplikace insekticidů do sklizně (viz tabulka 4 Kedlubny 2).

NÍZKOREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		část	30 % MRL	počet dnů po postřiku						
registrace	účinná látka	rostliny	(mg/kg)	35-31	30-26	25-21	20-16	15-11	10-6	5-1
ČR	cyantraniliprole	hlíza	0,600						OL 7	
		listy	0,010						OL 7	
ČR	deltamethrin	hlíza	0,010					OL 14		
		listy	0,045					OL 14		
ČR	pirimicarb	hlíza	0,150						OL 7	
		listy	0,090						OL 7	
ČR	spirotetramat	hlíza	0,450						OL 7	
		listy	2,100						OL 7	
Německo	acetamiprid	hlíza	0,010					N OL 14		
		listy	0,010					N OL 14		
Německo	lambda-cyhalothrin	hlíza	0,010					N OL 14		
		listy	0,010					N OL 14		
Německo	spinosad	hlíza	0,600							N OL 3
		listy	0,600							N OL 3
ČR jiné plodiny	esfenvalerate	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	etofenprox	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	tau-fluvalinate	hlíza	0,024							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	flonicamid	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	flupyradifurone	hlíza	0,027							x
		listy	1,500							x
ČR jiné plodiny	chlorantraniliprole	hlíza	0,010							x
		listy	12,00							x
ČR jiné plodiny	pyriproxyfen	hlíza	0,015							x
		listy	0,015							x

x OL není stanovena; zelená: látku možné aplikovat; žlutá: riziko překročení akčního prahu 30 % MRL; červená: látku nelze aplikovat.

Tabulka 7 Nízkoreziduální produkce kedluben. Doporučené AOL pro hlízy a listy kedluben vycházející z podmínek nižších teplot a nižšího slunečního záření v době od aplikace insekticidů do sklizně (viz tabulka 4 Kedlubny 3).

NÍZKOREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		část	30 % MRL	počet dnů po postřiku						
registrace	účinná látka	rostliny	(mg/kg)	35-31	30-26	25-21	20-16	15-11	10-6	5-1
ČR	cyantraniliprole	hlíza	0,600						OL 7	
		listy	0,010						OL 7	
ČR	deltamethrin	hlíza	0,010					OL 14		
		listy	0,045					OL 14		
ČR	pirimicarb	hlíza	0,150						OL 7	
		listy	0,090						OL 7	
ČR	spirotetramat	hlíza	0,450						OL 7	
		listy	2,100						OL 7	
Německo	acetamiprid	hlíza	0,010					N OL 14		
		listy	0,010					N OL 14		
Německo	lambda-cyhalothrin	hlíza	0,010					N OL 14		
		listy	0,010					N OL 14		
Německo	spinosad	hlíza	0,600							N OL 3
		listy	0,600							N OL 3
ČR jiné plodiny	esfenvalerate	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	etofenprox	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	tau-fluvalinate	hlíza	0,024							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	flonicamid	hlíza	0,010							x
		listy	0,010							x
ČR jiné plodiny	flupyradifurone	hlíza	0,027							x
		listy	1,500							x
ČR jiné plodiny	chlorantraniliprole	hlíza	0,010							x
		listy	12,000							x
ČR jiné plodiny	pyriproxyfen	hlíza	0,015							x
		listy	0,015							x

x OL není stanovena; zelená: látku možné aplikovat; žlutá: riziko překročení akčního prahu 30 % MRL; červená: látku nelze aplikovat.

Tabulka 8 Bezreziduální produkce kedluben. Doporučené délky AOL vycházejí z dynamiky degradací účinných látek v jednotlivých pokusech (viz tabulka 4 Kedlubny 1–3).

BEZREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		část rostliny	AOL pro 0,01 mg/kg		
Registrace	účinná látka		Kedlubny 1	Kedlubny 2	Kedlubny 3
ČR	cyantraniliprole	hlíza	7	N	28
		listy	25	N	N
ČR	deltamethrin	hlíza	14	14	22
		listy	14	N	N
ČR	pirimicarb	hlíza	7	14	18
		listy	7	20	22
ČR	spirotetramat	hlíza	25	N	N
		listy	17	N	N
Německo	acetamiprid	hlíza	14	14	14
		listy	27	N	N
Německo	lambda-cyhalothrin	hlíza	14	14	21
		listy	24	N	N
Německo	spinosad	hlíza	3	7	22
		listy	3	25	N
jiná plodina v ČR	esfenvalerate	hlíza	14	22	14
		listy	N	N	N
jiná plodina v ČR	etofenprox	hlíza	18	27	N
		listy	25	N	N
jiná plodina v ČR	tau-fluvalinate	hlíza	3	3	7
		listy	14	27	N
jiná plodina v ČR	flonicamid	hlíza	N	N	N
		listy	N	N	N
jiná plodina v ČR	flupyradifurone	hlíza	3	10	N
		listy	18	28	N
jiná plodina v ČR	chlorantraniliprole	hlíza	14	30	28
		listy	N	N	N
jiná plodina v ČR	pyriproxyfen	hlíza	28	N	N
		listy	N	N	N

Rozdělení podle stanovené délky AOL. Zelené: AOL do 20 dnů; žluté: AOL 21–25 dnů; červené: AOL 26 dnů–N = nelze použít do kedluben ani při aplikaci 35 dnů před sklizní.

III.2.1.2 Degradace reziduí insekticidů v květáku

Rozsah pěstování květáku se na našem území v posledních letech oproti předchozímu období zvyšoval. Pěstování květáku není omezeno chladnějším průběhem počasí. Osevní plocha v ČR byla v roce 2022 společně s brokolicí 337 ha. Nutriční hodnota květáku je vysoká. Kromě bílkovin a zdravých sacharidů, obsahuje vitamíny C, K, A, B, E, betakaroten, lutein, kyselinu listovou, ale též bioflavonoidy a protivředový S-metylmetionin. Najdeme v něm i vlákninu a cenné prvky: vápník, železo, hořčík, fosfor, draslík, zinek a mangan. Dokonce obsahuje i omega-3 a omega-6 mastné kyseliny. Dalšími cennými látkami jsou indol-3-karbinol a sulforafan. Chrání nás před rakovinnými onemocněními, cukrovkou a nadváhou. V našich experimentech byla v letech 2021–2022 pěstována odrůda květáku Dexter, což je pozdní odolný velký bílý hybridní květák vyšlechtěný pro pozdně letní až podzimní sklizně (obrázek 3).

Obrázek 3 – Porost květáku v termínu aplikace 2. skupiny pesticidů v roce 2021 (foto A. Vaniščáková)

Insekticidy testované v květáku

Na květáku byly v rámci 1. studie v letech 2009 a 2010 testovány přípravky se 14 účinnými látkami insekticidů (Kocourek a kol., 2013). Do roku 2023 byla ukončena registrace přípravků se 7 účinnými látkami inskticidů. V letech 2021 a 2022 v rámci projektu, ze kterého je certifikovaná metodika, byly před sklizní květáku aplikovány nově registrované přípravky s 9 účinnými látkami insekticidů a přípravky se 2 účinnými látkami (lambda-cyhalothrin a spinosad), u kterých se výsledky z let 2009 a 2010 značně odlišovaly, a proto byly opakovány. V době vydání této metodiky byly do květáku v ČR povoleny přípravky s 10 účinnými látkami insekticidů (tabulky 12 a 13 v podkapitole III.2.2.3), z nichž pro 8 účinných látek byla v rámci studií stanovena rezidua. Dále byly testovány přípravky se 3 účinnými látkami, které byly do květáku povoleny v Německu (acetamiprid, etofenprox a tau-fluvalinate) (tabulka 14 v podkapitole III.2.2.3). Zbývající přípravky se 4 účinnými látkami (esfenvalerate, flonicamid, flupyradifurone a pyriproxyfen), které byly testovány, byly registrovány do jiných plodin a

druhů zeleniny. Odrůda květáku Dexter měla růžice v době aplikace insekticidů převážně pevně uzavřené listy a nacházela se v růstové fázi 43-55 BBCH. Po posledním postřiku následovalo 4-5 odběrů vzorků květáku (obrázek 4).

Degradace reziduí insekticidů v květáku je popsána v následujících podkapitolách rozdělených podle toho, zda jsou přípravky s účinnými látkami povoleny do květáku v ČR, v Německu anebo jsou povoleny do jiných plodin. Průběhy degradací účinných látek v květáku jsou znázorněny v grafech v příloze G15 až G17. Doporučené akční ochranné lhůty všech testovaných účinných látek jsou uvedeny pro nízkoreziduální produkci květáku (30 % MRL) v tabulce 9 a pro bezreziduální produkci květáku (0,01 mg/kg) v tabulce 11.

Degradace reziduí insekticidů povolených v ČR do květáku

Do květáku povolené přípravky s účinnými látkami **cypermethrin**, **deltamethrin**, **lambda-cyhalothrin**, **pirimicarb** a **spinosad** byly v květáku hodnoceny v letech 2009 a 2010. Podmínky pokusů včetně grafů degradací reziduí účinných látek a doporučených AOL jsou uvedeny v certifikované metodice Kocourek a kol. (2013). Látky **lambda-cyhalothrin** a **spinosad** byly znovu testovány i v roce 2021 a 2022. Ve vzorcích květáku byla nalezena rezidua těchto účinných látek od prvního dne po aplikaci jen ve stopovém množství pod limitem pro bezreziduální produkci. Obě účinné látky mají kontaktní účinek a nemohly proniknout do růžic dobře zakrytých listy (obrázek 5 vlevo). AOL potřebná pro dosažení 30 % MRL a 0,01 mg/kg je pro tyto látky uvedena dle nejvyšších záchytů reziduí zjištěných v letech 2009 a 2010 (tabulky 9 a 11).

Obrázek 4 – Poslední vzorek květáku odrůdy Dexter (foto A. Vaniščáková)

U nověji registrovaných insekticidů s účinnými látkami ze skupiny diamidů, **cyantraniliprole** a **chlorantraniliprole** byla den po posledním postřiku nalezena rezidua v květáku jen ve stopovém množství a lze je doporučit pro nízkoreziduální produkci, protože 30 % MRL je dostatečně vysoký limit. Bezreziduální produkce by byla možná bez prodloužení OL jen u květáků s dobrým krytím růžic listy v době aplikace. Pro odrůdy s méně zakrytou růžicí (obrázek 5 vpravo), případně při použití postřikovače s podporou vzduchu by se látky cyantraniliprole a chlorantraniliprole mohly dostat lépe na povrch růžice a v tomto případě by musela být ochranná lhůta dostatečně prodloužena. Podobně jako při pěstování kedluben (tabulka 8) se obsah **spirotetramatu** vlivem

Obrázek 5 – Vliv odrůdy na výskyt pesticidů v růžici květáku; vlevo: listy pevně zakrytá růžice květáku odrůdy Dexter; vpravo: nižší zakrytí růžice květáku listy u odrůdy Bering (foto T. Horská)

relevantního metabolitu spirotetramat-enol od postřiku nejprve zvyšoval a pak zvolna klesal a byl vysoce variabilní (G17 v příloze). Spirotetramat lze doporučit pro nízkoreziduální produkci, ale pro bezreziduální produkci je zcela nevhodný (tabulky 9 a 11).

Degradace reziduí insekticidů povolených v Německu do květáku

Acetamiprid byl testován v rámci předchozí studie viz certifikovaná metodika Kocourek a kol. (2013). Je vhodný pro nízkoreziduální produkci bez prodloužení ochranné lhůty (tabulka 9). Pro bezreziduální produkci by bylo třeba lhůtu prodloužit o několik dnů (tabulka 11). Etofenprox a tau-fluvalinate jsou pyrethroidy povolené v Německu proti blýskáčkovi řepkovému. Etofenprox je navíc registrovaný proti krytonoscům. Obě látky jsou kontaktní a byly den po postřiku nalezeny jen ve stopovém množství. V případě aplikace etofenproxu a tau-fluvalinatu na květáky dobře zakrytými listy by byly vhodné i pro bezreziduální produkci (tabulky 9 a 11).

Degradace reziduí ostatních insekticidů testovaných v květáku

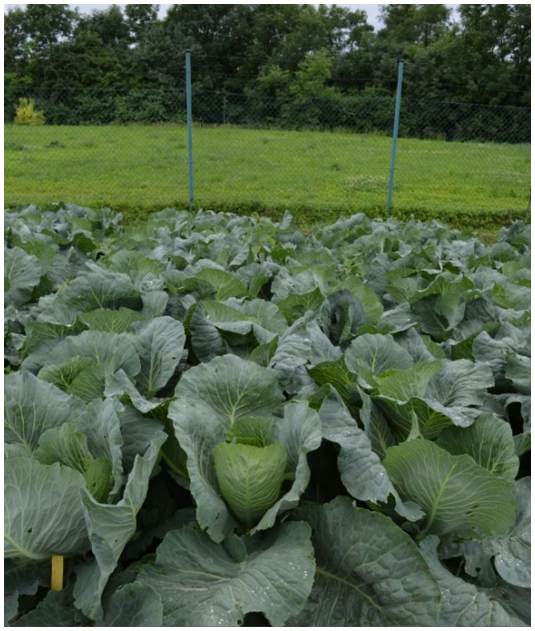
Z dalších testovaných látek je zcela nevhodný systémový přípravek Teppeki na bázi flonicamidu (definice rezidua: suma flonicamidu s metabolity TFNA a TFNG vyjádřená jako flonicamid). Obsah relevantních metabolitů TFNA i TFNG se v průběhu odběrů vzorků stále zvyšoval a nízká hodnota MRL (0,01 mg/kg) jeho použití do květáku neumožňuje (G15 v příloze). Naproti tomu látka esfenvalerate nebyla v květáku nalezena ani 1. den po aplikaci a pyriproxyfen byl nalezen pouze den po aplikaci. Látku flupyradifurone by bylo možné z pohledu degradace v květáku využít, zejména v případě, že mají odrůdy květáku v době aplikace růžice dobře zakryté listy (tabulka 9 a 11). I zde podobně jako u reziduí metabolitu spirotetramatu docházelo k nárůstu a následnému poklesu reziduí flupyradifuronu v květáku (G16).

Tabulka 9 Doporučené AOL pro nízkoreziduální produkci květáku

NÍZKOREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		30 % MRL	počet dnů po postřiku						
registrace	účinná látka	(mg/kg)	35-31	30-26	25-21	20-16	15-11	10-6	5-1
ČR	cyantraniliprole	0,600						OL 7	
ČR	cypermethrin*	0,150						OL 7	
ČR	deltamethrin*	0,030						OL 7	
ČR	pirimicarb*	0,150							OL 3
ČR	spirotetramat	0,300							OL 3
ČR	chlorantraniliprole	0,150							OL 1
ČR	spinosad*	0,600							OL 3
ČR	lambda-cyhalothrin*	0,030					OL 14		
Německo	acetamiprid*	0,120					N OL 14		
Německo	etofenprox	0,120						N OL 7	
Německo	tau-fluvalinate	0,090						N OL 7	
ČR jiné plodiny	flonicamid	0,010							x
ČR jiné plodiny	esfenvalerate	0,010							x
ČR jiné plodiny	flupyradifurone	0,180							x
ČR jiné plodiny	pyriproxyfen	0,015							x

x OL není stanovena; zelená: látku možné aplikovat; žlutá: riziko překročení akčního prahu 30 % MRL; červená: látku nelze aplikovat.*výsledky z certifikované metodiky Kocourek a kol., 2013

III.2.1.3 Degradace reziduí insekticidů v zelí



Obrázek 6 – Hlávkové zelí pět dnů před 1. postřikem (foto A. Vaniščáková)

Zelí hlávkové se v ČR pěstuje jak v teplých oblastech Polabí, jižní Moravy, ale dobře se mu daří i ve vyšších polohách, například Českomoravské vrchoviny. Osevní plocha červeného a bílého zelí v ČR v roce 2022 činila 960 ha. Konzumace košťálové zeleniny, do které zelí patří, má pozitivní vliv na štítnou žlázu, protože ji chrání před virovými onemocněními. Pomáhá při potlačování různých druhů rakoviny, například rakoviny prsu, reprodukčních orgánů, mozku, střev a plic. V důsledku bohatého obsahu síry obnovuje a stimuluje růst plicní tkáně. Zelí je skvělým antioxidantem obsahujícím cholin, betakaroten, lutein a flavonoidy. Pravidelné užívání luteinu snižuje riziko vzniku šedého zákalu a degenerativních onemocnění očí. Cholin zase napomáhá zabraňovat rozvoji aterosklerózy a povzbuzuje paměť. Kysané zelí se řadí mezi superpotraviny pro vysoký obsah vlákniny, vitamínu C, vitamínu K a železa. Zároveň je nízkokalorické a téměř bez tuku. Kysané zelí je přirozeně fermentované (kvašené) a je také probiotikem. Zdravé je zejména syrové kysané zelí. Kysané zelí se může vyrábět z klasicky z bílého nebo i červeného hlávkového zelí. Do pokusů s degradací reziduí pesticidů byla vybrána odrůda bílého zelí Oklahoma, která patří mezi oblíbené pozdní odrůdy s vysokým stabilním výnosem a dlouhým sklizňovým obdobím.

Insekticidy testované v hlávkovém zelí

Před sklizní zelí byly v roce 2021 aplikovány přípravky s 9 účinnými látkami insekticidů. Další přípravky se 6 účinnými látkami byly testovány v rámci předchozí studie v roce 2008 (Kocourek a kol., 2013). V době vydání této metodiky byly do zelí v ČR povoleny přípravky s 10 účinnými látkami insekticidů (tabulky 12 a 13 v podkapitole III.2.2.3), z nichž u 8 byla hodnocena degradace reziduí. Další přípravky se 4 účinnými látkami byly do hlávkového zelí povoleny v Německu (acetamiprid, etofenprox, flonicamid a tau-fluvalinate) viz tabulka 14 v podkapitole III.2.2.3. Zbývající přípravky se 3 účinnými látkami (esfenvalerate, flupyradifurone a pyriproxyfen) byly v ČR registrovány do jiných plodin a druhů zeleniny. Na obrázku 6 je zelí několik dnů před aplikací prvních insekticidů. V době aplikace přípravků se zelí nacházelo v růstové fázi 42-44 BBCH.

Degradace reziduí insekticidů v zelí je popsána v následujících podkapitolách rozdělených podle toho, zda jsou přípravky s účinnými látkami povoleny do zelí v ČR, v Německu anebo jsou povoleny do jiných plodin. Průběhy degradací účinných látek v zelí jsou znázorněny v grafech v příloze G18 až G19. Doporučené akční ochranné lhůty pro všechny testované účinné látky přípravků jsou uvedeny pro nízkoreziduální produkci květáku (30 % MRL) v tabulce 10 a pro bezreziduální produkci zelí (0,01 mg/kg) v tabulce 11.

Degradace reziduí insekticidů povolených v ČR do hlávkového zelí

Do zelí byly v roce 2023 v ČR registrovány přípravky se stejnými účinnými látkami jako do květáku. Účinné látky **cypermethrin**, **deltamethrin**, **lambda-cyhalothrin**, **pirimicarb** a **spinosad** byly v zelí hodnoceny již v roce 2008 a podmínky pokusů včetně grafů degradací jsou pro tyto látky uvedeny v certifikované metodice (Kocourek a kol., 2013). Minimální doba po postřiku těmito přípravky potřebná pro dosažení prahu pro 30 % MRL a 0,01 mg/kg odpovídala ochranné lhůtě a je uvedena v tabulkách 10 a 11.

U Dvou z nově hodnocených přípravků s účinnými látkami **cyantraniliprole** a **chlorantraniliprole** byla v zelí podobně jako v květáku nalezena rezidua den po aplikaci ve stopovém množství a přípravky s těmito účinnými látkami lze doporučit i pro bezreziduální produkci (tabulka 10). Naproti tomu rezidua **spirotetramatu**, se vlivem narůstajícího obsahu relevantního metabolitu spirotetramat-enol od postřiku stále zvyšovala. I přesto byla rezidua hluboce pod prahem 30 % MRL od ukončení ochranné lhůty do poslední sklizně a lze jej doporučit pro nízkoreziduální produkci (tabulka 10, graf G19 v příloze). Pro bezreziduání produkci květáku nelze přípravky na bázi spirotetramatu v námi sledovaném období 4 týdnů po aplikaci doporučit (tabulka 11).

Tabulka 10 Doporučené AOL pro nízkoreziduální produkci hlávkového zelí

NÍZKOREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		30 % MRL	počet dnů po postřiku					
registrace	účinná látka	(mg/kg)	30-26	25-21	20-16	15-11	10-6	5-1
ČR	cyantraniliprole	0,600					OL 7	
ČR	cypermethrin*	0,300					OL 7	
ČR	deltamethrin*	0,030					OL 7	
ČR	pirimicarb*	0,150						OL 3
ČR	spirotetramat	0,600						OL 3
ČR	chlorantraniliprole	0,600						OL 1
ČR	spinosad*	0,600						OL 3
ČR	lambda-cyhalothrin*	0,045					N OL 7	
Německo	acetamiprid*	0,120				N OL 14		
Německo	etofenprox	0,210						OL 3
Německo	tau-fluvalinate	0,090					N OL 7	
Německo	flonicamid	0,150				N OL 14		
ČR jiné plodiny	esfenvalerate	0,024						x
ČR jiné plodiny	flupyradifurone	0,090						x
ČR jiné plodiny	pyriproxyfen	0,015						x

x OL není stanovena; zelená: látku možné aplikovat; žlutá: riziko překročení akčního prahu 30 % MRL; červená: látku nelze aplikovat. *výsledky z certifikované metodiky Kocourek a kol. (2013)

Degradace insekticidů povolených v Německu do hlávkového zelí

Acetamiprid byl testován v rámci předchozí studie a byl vhodný pro nízkoreziduální i bezreziduální produkci zelí (tabulka 10 a 11) a certifikovaná metodika Kocourek a kol. (2013). Etofenprox a tau-fluvalinate jsou látky patřící mezi pyrethroidy a jsou povolené v Německu proti blýskáčkovi řepkovému. Etofenprox je navíc registrovaný proti krytonoscům. Obě látky byly po postřiku nalezeny jen ve stopovém množství a byly by vhodné i pro bezreziduální produkci (tabulka 10 a 11). Oproti květáku je do zelí v Německu povolen přípravek na bázi flonicamidu (definice rezidua: suma flonicamidu s metabolity TFNA a TFNG vyjádřená jako

flonicamid). V zelí má reziduum flonicamidu v porovnání s kedlubnou a květákem povolenou vyšší hodnotu MRL (0,5 mg/kg). Přesto byla látka kvůli narůstajícímu obsahu metabolitů TFNA i TFNG v našich pokusech vyhodnocena jako nevhodná pro nízkoreziduální i bezreziduální produkci. Ve dvou termínech odběru dokonce rezidua flonicamidu přesáhla MRL (G18 v příloze).

Ostatní insekticidy testované v hlávkovém zelí

Přípravky s účinnými látkami esfenvalerate, flupyradifurone a pyriproxyfen byly v zelí nalezeny jen ve stopovém množství a bylo by možné je z pohledu degradace v zelí využít (tabulky 10 a 11).

Tabulka 11 Doporučené AOL pro bezreziduální produkci květáku a hlávkového zelí

BEZREZIDUÁLNÍ PRODUKCE		AOL pro 0,01 mg/kg	
Registrace	účinná látka	Květák	Zelí
ČR	cyantraniliprole	7[1]	7
	cypermethrin*	20	7
	deltamethrin*	15	7
	pirimicarb*	16	3
	spirotetramat	N[1]	N
	chlorantraniliprole	7[1]	1
	spinosad*	18	3
	lambda-cyhalothrin*	23	7
Německo**	acetamiprid*	18	14
	etofenprox	7[1]	3
	tau-fluvalinate	7[1]	7
	flonicamid	N[1]	N
jiná plodina v ČR	esfenvalerate	3[1]	3
	flupyradifurone	21[1]	3
	pyriproxyfen	3[1]	3

[1]doporučená AOL pro květáky, jejichž růžice jsou v době aplikace dobře zakryté listy. Rozdělení podle stanovené délky AOL. Zelené: AOL do 20 dnů; žluté: AOL 21–25 dnů; červené: AOL 26 dnů–N = nelze použít do ani při aplikaci 30 dnů (zelí) a 50 dnů (květák) před sklizní. *výsledky z certifikované metodiky Kocourek a kol. (2013); **flonicamid registrován v Německu jen do zelí

Degradace reziduí insekticidů v kedlubnách, květáku a zelí

Analýzy degradace reziduí testovaných insekticidů povolených v ČR a v Německu prokázaly, že až na výjimky jsou vhodné pro nízkoreziduální produkci kedluben, pokud nejsou vyžadovány kontroly výskytu insekticidů v listech. Použití většiny insekticidů pro bezreziduální produkci kedluben vyžaduje na podzim značné prodloužení ochranné lhůty. Přípravky s účinnými látkami spirotetramat a cyantraniliprole jsou pro bezreziduální produkci kedluben nevhodné. Nízkoreziduální produkce květáku a zelí s využitím testovaných insekticidů je možná bez prodloužení OL s výjimkou přípravku na bázi flonicamidu (povolen v Německu do zelí), který v několika případech překročil i MRL a není vhodný pro nízkoreziduální produkci zelí. Pro bezreziduální produkci květáku a zelí není možné použít přípravky na bázi spirotetramatu.

III.2.2 Ochrana proti živočišným škůdcům brukvovité zeleniny

III.2.2.1 Ochrana brukvovité zeleniny proti molici vlaštovičníkové

Poznatky z biologie molice vlaštovičníkové využitelné při řízení ochrany

Molice vlaštovičníková je významným škůdcem polní zeleniny. Má širokou řadu hostitelů, kromě zeleniny (především z čeledi brukvovitých) nebo jahodníku se vyvíjí i na okrasných rostlinách a běžně se vyskytuje na různých bylinách. Sání molic vede při silném výskytu k chřadnutí rostlin, tvorbě chloróz a vadnutí až opadávání listů. Medovice, kterou hmyz vylučuje, rostliny znečišťuje a láká do porostů včely, které komplikují aplikaci insekticidů (obrázek 7).

Obrázek 7 – Včely létající na medovici (foto K. Holý)

Napadení molicemi nebývá pro rostliny závažné z hlediska snížení výnosu, významně se ale snižuje jejich obchodovatelnost z estetických důvodů (obrázek 8). Rizikové je i naskladnění rostlin s pupárii, ze kterých se postupně líhnou dospělci, kteří zamořují prostory skladů. Význam molic jako škůdců zeleniny narůstá v posledních letech v souvislosti s rozšířeným pěstování řepky v oblastech pěstování brukvovité zeleniny, kdy molice na řepce přezimují a využívají ji jako zdroj kvalitní potravy pro první generace. Šíření molic napomáhají také mírné zimy a hnojení, zvyšující obsah dusíku v listech. Molice začínají klást vajíčka (obrázek 9) koncem zimy od začátku prodlužovacího růstu řepky. První generace se vyvine na řepkách, ze kterých se postupně stěhuje na brukvovitou zeleninu. K hromadné migraci z řepky na zeleninu dochází v průběhu června (v teplých letech již koncem května) a výskyt prvních nymf (obrázek 10) lze na zelenině pozorovat cca po třech týdnech od zjištění prvních dospělců. Pokud se nepodaří ochránit porosty v době hromadného přeletu, bývá problém s molicí zpravidla až do podzimu. V době migrace se stává, že se dospělci zastaví i v dalších druzích zeleniny, ale i přes masivní výskyt porostům nebezpečí nehrozí. Molice do několika dnů samy odletí, proto je zbytečné proti nim ošetřovat. V průběhu roku se vyvine několik prolínajících se generací. V závislosti na průběhu počasí dochází s poklesem teplot v průběhu října k úbytku dospělců i vajíček na zelenině a molice přelétávají na řepky a další rostliny k přezimování.

Obrázek 8 – List kapusty s přemnoženou molicí (foto K. Holý)

Obrázek 9 – Dospělci a vajíčka molice vlaštovičníkové (foto K. Holý)

Obrázek 10 – Larva pestřenky v kolonii molice (foto K. Holý)

Základy integrované ochrana proti molici vlaštovičníkové

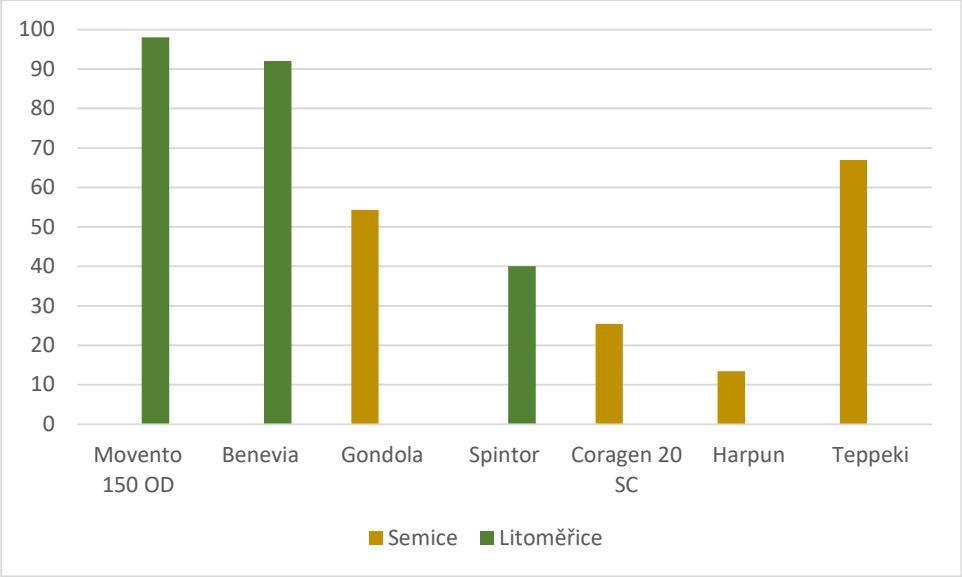
Ochrana proti molici vlaštovičníkové je poměrně komplikovaná, protože se dospělci i vývojová stádia vyskytují na spodní straně listů, kde jsou běžnými postřikovači obtížně zasažitelní. Nízká kvalita ošetření je důvodem, proč na pozemku s více druhy zeleniny je nejvíce molic na hlávkové kapustě, která má zkrabacené listy se spoustou záhybů/úkrytů. Nekvalitní ošetření je i příčinou různé škodlivosti molic na sousedních pozemcích obhospodařovaných různými pěstiteli. Na jednom poli je molice přemnožená, na vedlejším se téměř nevyskytuje. Důležité jsou nepřímé metody ochrany, jako prostorová izolace nových výsadeb od napadených porostů a včasná a dokonalá zaorávka zbytků napadených rostlin po sklizni, které sníží populační hustotu molic. Přirození nepřátelé mají na polích se zeleninou nízkou populační hustotu a na redukci molic nemají podstatný vliv. Z predátorů se živí molicí pestřenky (obrázek 10), pavouci, slunéčka a zlatoočky, ale pokud mají možnost, vyberou si raději mšice. Pupária molic mohou být parazitována chalcitkami *Encarsia tricolor* nebo *E. inaron*, ale v našich podmínkách je parazitace většinou nulová.

Ochrana proti molici vlaštovičníkové je založena především na aplikaci insekticidů. Insekticidy s převažující kontaktní účinností nemusí být dostatečně účinné, protože dospělci i nymfy vylučují voskové výpotky. Nejodolnějším stádiem jsou pupária, která mají nepropustnou, pevnou kutikulu, která je chrání před působením insekticidů. Proto je třeba ke zvýšení účinnosti přidat ke každému postřiku smáčedlo s olejem, které zvýší účinnost.

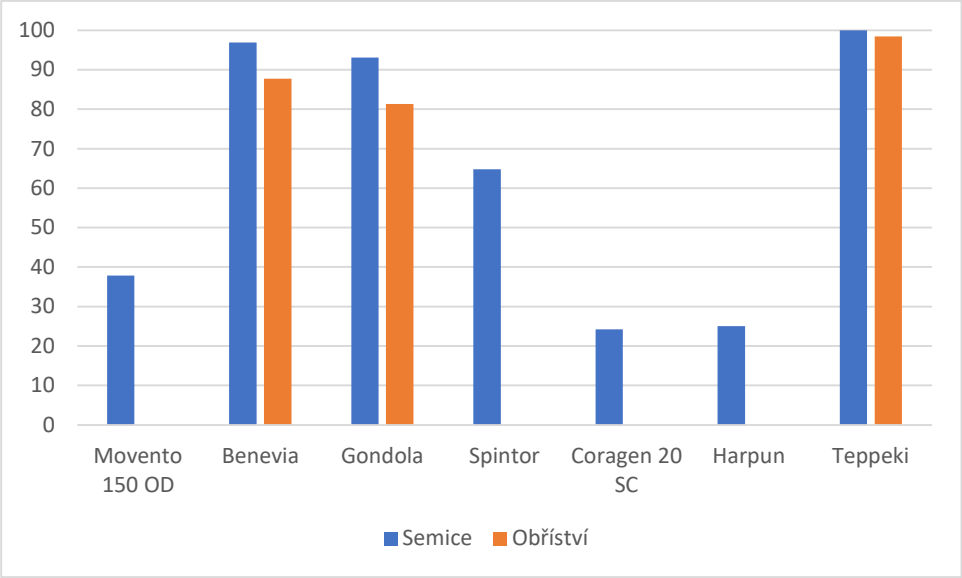
Výsledky hodnocení účinnosti přípravků na molici vlaštovičníkovou

Hodnocení účinnosti vybraných přípravků na molici vlaštovičníkovou v laboratorním testu ukázalo velké rozdíly v účinnosti přípravků na nymfy a dospělce (obrázky 11, 12). Z přípravků registrovaných do zeleniny na molici vlaštovičníkovou (Benevia, Movento 150 OD) byl účinnější přípravek Benevia, který vykazoval dle testů provedených v předchozích letech (Kovaříková a kol., 2017) vysokou účinnost na nymfy a také byl v testech provedených v roce 2021 vysoce účinný na dospělce. Přípravek Movento 150 OD, který je účinný na nymfy (Kovaříková a kol., 2017), měl na dospělce účinnost nižší než 40 %. Z přípravků registrovaných do zeleniny na jiné druhy škůdců (Gondola, Spintor a Coragen 20 SC) byl na nymfy molic nejúčinnější přípravek Gondola (mortalita nymf 54,3 %), který zároveň vykazoval vysokou účinnost na dospělce (mortalita přes 80 %). Registrace přípravku Gondola byla ukončena a přípravek nelze používat. Přípravek Spintor měl poměrně dobrou účinnost na dospělce (mortalita 64,8 %), zatímco na nymfy byla jeho účinnost nižší (mortalita 40 %). Nejméně

účinné byly přípravky Coragen 20 SC a Harpun, které měly nízkou účinnost na dospělce i nymfy. Vysokou účinnost na dospělce (mortalita přes 90 %) a dobrou účinnost na nymfy molic (mortalita 67 %) měl přípravek Teppeki. Z testovaných přípravků vykazovaly přípravky Movento 150 OD, Benevia a Spintor vysokou účinnost na vajíčka molice vlaštovičníkové (Kovaříková a kol., 2017).



Obrázek 11 – Účinnost vybraných přípravků v 100% registrované dávce na nymfy molice vlaštovičníkové z populací Semice (2021) a Litoměřice (2016 - Kovaříková a kol., 2017)



Obrázek 12 – Účinnost vybraných přípravků v 100% registrované dávce na dospělce molice vlaštovičníkové z populací Semice a Obříství (2021)

Vysoká účinnost přípravků Benevia a Teppeki byla zjištěna jak na populaci molice vlaštovičníkové z lokality Semice, tak z lokality Obříství (obrázek 12). Po vysazení dospělců na listy ošetřené přípravky Benevia a Teppeki došlo k zastavení kladení vajíček, zatímco u všech ostatních testovaných přípravků kladení vajíček pokračovalo. Pro praktickou ochranu

zeleniny proti molici vlaštovičníkové je třeba zohlednit účinnost jednotlivých přípravků na vajíčka, nymfy a dospělce a současně dodržovat antirezistentní strategie. Z testovaných insekticidů vykazuje nejvyšší účinnost na všechna tři vývojová stádia přípravek Benevia, který je na molici vlaštovičníkovou registrován. Výhodou přípravku Benevia je, že bezprostředně po aplikaci dospělci přestávají klást vajíčka a v krátké době hynou. Přípravek Movento 150 OD vykazuje dostatečnou účinnost na vajíčka a nymfy, ale nedostatečnou účinnost na dospělce. Po aplikaci přípravku Movento 150 OD dospělci pokračují v kladení vajíček. Vysokou účinnost na dospělce a střední účinnost na nymfy (ovicidní účinky nebyly dosud testovány) měl také přípravek Teppeki, který je registrován do řepky na mšice. Přípravky Coragen 20 SC a Harpun, který je registrován na molici skleníkovou, vykazovaly nedostatečnou účinnost na nymfy i dospělce molice vlaštovičníkové. Ochranu proti molici vlaštovičníkové je nutné řešit s ohledem na výskyt dalších škůdců (nejčastěji dřepčíci a housenky) i na požadavky na nízké hodnoty reziduí pesticidů. Při převažujícím výskytu vajíček a nymf se doporučují použít Movento 150 OD a Benevia. Při převažujícím výskytu dospělců přípravek Benevia. Při výskytu jiných škůdců lze využít přípravek Spintor a využít jeho vedlejší účinnost na molici vlaštovičníkovou.

Vzhledem k tomu, že na dospělce molice vlaštovičníkové je dostatečně účinný pouze jeden přípravek a pyrethroidy za vysokých letních teplot selhávají, bylo by vhodné pro dodržování antirezistentních strategií proti molici vlaštovičníkové zaregistrovat, v rámci minoritních indikací další přípravek s jiným mechanismem účinnosti. Přípravek Teppeki, který vykazoval dostatečnou účinnost vůči dospělcům molice vlaštovičníkové, není vhodný pro registraci do brukvovité zeleniny vzhledem nedostatečné degradaci reziduí účinné látky flonicamid v brukvovité zelenině (podkapitola III.2.1).

III.2.2.2 Hodnocení rezistence nebo citlivosti dřepčíků rodu *Phyllotreta* a krytonosce čtyřzubého k insekticidům

Byla provedena analýza dat z plošného monitoringu rezistence škodlivých organismů. V letech 2019, 2020 a 2021 bylo testováno 14, 8 a 15 lokálních populací dřepčíků rodu *Phyllotreta.* V tomto případě se nerozlišovalo mezi jednotlivými druhy rodu *Phyllotreta.* Ve všech třech letech a ve všech testovaných populacích byl převládajícím druhem *P. nigripes*. Méně zastoupené byly další druhy *P. atra*, *P. undulata*, *P. nemorum*, *P. vittula* a *P. striolata*. K lambda-cyhalothrinu bylo 35 citlivých, 1 středně rezistentní a 1 rezistentní populace (Kocourek a kol., 2020b), k tau-fluvalinátu 9 citlivých, 4 středně rezistentní a 2 rezistentní, k acetamipridu 7 citlivých a 7 rezistentních populací (Kocourek a kol., 2021). Bylo doporučeno pro ochranu proti dřepčíkům rodu *Phyllotreta* preferovat lambda cyhalothirin, případně v kombinaci s acetamipridem.

V letech 2019 a 2020 z testovaných populací krytonosce čtyřzubého byla zjištěna dostatečná účinnost pyrethroidu lambda-cyhalothrinu na 19 z testovaných 20 lokálních populací. V tomto období byla na střední Moravě zjištěna jedna středně rezistentní populace krytonosce čtyřzubého. U několika testovaných populací byl zjištěn pokles citlivosti, mortalita v rozmezí 90 až 99 %, což indikuje riziko selekce rezistence k pyrethroidům (Kocourek a kol., 2020b). V roce 2022 byly z testovaných 17 populaci všechny citlivé k lambda-cyhalothrinu a z 10 testovaných populaci byly všechny citlivé k acetamipridu. U několika populací byl sledován pokles citlivosti po snížení registrované dávky. Z výsledků testů v několika předcházejících letech je zřejmé, že citlivost populací krytonosce čtyřzubého k esterickým pyrethroidům poměrně rychle klesá. I když stále převládají vysoce citlivé a citlivé populace, podíl středně rezistentních a rezistentních populací roste. Populace krytonosce čtyřzubého jsou převážně necitlivé nebo rezistentní k přípravku na bázi tau-fluvalinátu, který se pro ochranu proti krytonosci čtyřzubému nedoporučuje. Účinnost acetamipridu na krytonosce čtyřzubého je proměnlivá, na některé populace nedostatečně účinná (Kocourek a kol., 2022). Pro nastávající se období se doporučuje proti krytonosci čtyřzubému používat acetamiprid v kombinaci

s esterickými pyrethroidy (lambda-cyhalothrin, gamma-cyhalothrin, deltamethrin atd.). Pro další období se doporučuje monitorovat vývoj rezistence dřepčíků rodu *Phyllotreta* a krytonosce čtyřzubého a podle výsledků aktualizovat antirezistentní strategie. Dále se navrhuje rozšířit spektrum přípravků s účinnými látkami s odlišným mechanismem působení proti těmto škůdcům jak v řepce, tak v brukvovité zelenině.

III.2.2.3 Přípravky proti škůdcům brukvovité zeleniny

Přípravky povolené v ČR proti škůdcům brukvovité zeleniny lze rozdělit do dvou základních skupin: (1) použitelné v integrované produkci zeleniny (tabulka 12) a (2) použitelné v ekologické a integrované produkci zeleniny (tabulka 13). Počet povolených přípravků je relativně vysoký, celkem 38, z toho 24 v tabulce 12 a 14 v tabulce 13. Pokud se týká účinných látek přípravků, je jejich počet významně menší, 7 v tabulce 12 a 3 biopreparáty (bez pomocných látek a bioagens) v tabulce 13. Pro praktickou ochranu zeleniny a pro střídání přípravků v rámci antirezistentní strategie jsou rozhodují skupiny účinných látek (podle IRAC) s odlišným mechanismem účinku. Do systému integrované produkce zeleniny to jsou pouze 4 skupiny účinných látek, z nichž některé zahrnují účinné látky s úzkým spektrem účinku na škůdce. Například pirimicarb (karbamáty) je účinný pouze na mšice, s výjimkou mšice broskvoňové, jejíž populace jsou v ČR k této účinné látce rezistentní (předpokládá se, že v příštích letech bude registrace těchto přípravků ukončena). Další skupinou s účinností na specifické spektrum škůdců jsou deriváty kyselin tetronické a tetramické s účinnou látkou spirotetramat. Přípravky s touto účinnou látkou jsou v současnosti vysoce účinné na molice, včetně molice vlaštovičníkové, mšice a třásněnky.

Z přípravků se širokospektrálními účinky jsou v praxi dosud nejužívanější pyrethroidy pro jejich vysokou účinnost, rychlé působení a nízké náklady. K roku 2023 je v ČR registrováno 17 různých přípravků ze skupin pyrethroidů s celkem 4 různými účinnými látkami. Tyto účinné látky mají stejný mechanismus působení a velmi podobnou účinnost na škůdce. Střídání přípravků a účinných látek pyrethroidů nezajišťuje antirezistentní strategii a vede k vysokému riziku selekce rezistence řady škůdců k pyrethroidům. Rezistentní populace k pyrethroidům byly u nás zjištěny u zápředníčka polního. Při nadužíváním pyrethroidů je vysoké riziko selekce rezistence krytonosce čtyřzubého a dřepčíků rodu *Phyllotreta*. Nevýhodou pyrethroidů je pokles jejich účinnosti s vysokou teplotou. Aplikace pyrethroidů při teplotách nad 23 °C se proto nedoporučuje. Proti housenkám motýlů jsou v současnosti vysoce účinné přípravky ze skupiny avermectiny a milbemyciny, jako je emamectin benzoate. Ve světě a v EU jsou v posledních letech pyrethroidy vytlačovány diamaidy. V ČR jsou registrovány přípravky se dvěma účinnými látkami, cyantraniliprole a chlorantraniliprole se stejným mechanismem účinku. Jsou účinné proti housenkám různých druhů motýlů včetně zápředníčka polního a také proti molici vlaštovičníkové. Z přípravků povolených do ekologické a integrované produkce zeleniny jsou pro systém integrované produkce nejvýznamnější a nejpoužívanější přípravky ze skupiny spinosyny, jako je spinosad. Jedná se o biologický prostředek ochrany s vysokou účinnosti na housenky motýlů, ale také na květilky a některé brouky jako je mandelinka bramborová. Ostatní přípravky uvedené v tabulce 13 jsou vhodnější pro ekologické pěstování zeleniny.

Z přípravků povolených v Německu do brukvovité zeleniny využitelné v integrované produkci zeleniny (tabulka 14) by bylo vhodné v ČR registrovat přípravky na bázi acetamipridu. Jedná se o přípravky s širokou účinností na mšice, molice, housenky motýlů a některé druhy brouků, které mají systémový účinek a jsou vhodné pro antirezistentní strategie. Přípravek Teppeki s účinnou látkou flonicamid nedoporučujeme pro registrací do brukvovité zeleniny v ČR pro problémovou degradaci relevantních metabolitů flonicamidu. Výhradně pro ekologickou produkci zeleniny doporučujeme v ČR registrovat přípravky na bázi přírodních pyrethrinů (tabulka 16). Pro integrovanou produkci zeleniny nejsou tyto přípravky vhodné pro

potřebu opakovaných aplikací ve srovnání se syntetickými pyrethroidy a tím i vyššími náklady na ochranu a zvýšení vedlejších účinků na přirozené nepřátele škůdců.

Tabulka 12 Přípravky povolené v ČR proti škůdcům brukvovité zeleniny, použitelné v integrované produkci zeleniny (registr POR ČR k 23.9.2023)

Účinná látka	Přípravek	Rozsah registrace v brukvovité zelenině	Škodlivý organismus
1A karbamáty			
Pirimicarb	Pirimor 50 WG, Karin, Pirimicarb-Q 50 WG	brukvovitá zelenina	mšice
3A pyrethroidy, pyrethriny			
Cypermethrin	Cyperfor 100 EW, Sherpa 100 EW	zelí hlávkové, kapusta růžičková, brokolice, květák	bělásek zelný, bělásek řepový, můra zelná, blýskavky, jarnice, mšice, osenice rodů *Agrotis*, *Noctua*, a *Euxoa*, zápředníček polní
Cypermethrin	CYPERKILL MAX, Cythrin, Rafan Max	brokolice, květák, kapusta růžičková, zelí	housenky
Deltamethrin	Scatto, DEMETRINA 25 EC	kedlubna, brokolice, květák	housenky, mšice, bělásek zelný, zápředníček polní
Deltamethrin	Decis Forte, Delta Expert, Dinastia Expert	květák, zelí, kapusta růžičková	housenky, mšice, dřepčíci rodu *Phyllotreta*
Deltamethrin	Decide	Květák	mšice, housenky (bělásek řepový, bělásek zelný a další motýli)
Deltamethrin	Decis Mega, Rhago 50 EW**, Decis Protech, Dinastia	brukvovitá zelenina	housenky, dřepčíci, pilatka řepková, krytonosci, blýskáček řepkový
Lambda-cyhalothrin	Karate se Zeon technologií 5 CS, 7 přípravků souběžný obchod**, Kendo 5CS	zelenina brukvovitá kromě kedlubny a zeleniny brukvovité listové	plodomorka zelná, housenky můr, dřepčíci, bělásek zelný
6 avermectiny, milbemyciny			
Emamectin benzoate	Affirm*	brokolice, květák, zelí hlávkové, zelí čínské, kapusta hlávková, kapusta růžičková, kapusta kadeřavá	bělásek řepový, zápředníček polní, můra zelná, můra kapustová, můra gamma, černopáska bavlníková, osenice, blýskavky, bělásek zelný
23 tetronic and tetramic acid derivatives			
Spirotetramat	Movento 100 SC	brokolice, květák, kapusta, zelí hlávkové, zelí čínské, kedluben, zelí pekingské	mšice, molice vlaštovičníková, třásněnka zahradní
Spirotetramat	Movento 150 SC	brokolice, zelí čínské, zelí pekingské, kedlubna, kapusta	molice, třásněnky

28 diamidy			
Cyantraniliprole	Benevia	kedlubna	bělásci, můra zelná, zavíječ zelný, obaleč pryšcový, zápředníček polní, molice vlaštovičníková
Cyantraniliprole	Benevia	květák, brokolice, zelí hlávkové, kapusta růžičková,	housenky, květilka, molice vlaštovičníková
Chlorantraniliprole	Coragen 20 SC	květák, brokolice, zelí hlávkové, kapusta	zápředníček polní, můra zelná, bělásek řepový, bělásek zelný, zavíječ zelný, obaleč pryšcový

*nehodnocena rychlost degradace v zelenině, ale v ovoci (jablka, hrušky) byla účinná látka degradována pod limit detekce do týdne po aplikaci
** přípravky z kategorie Souběžný obchod podle článku 52 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009.

Tabulka 13 Přípravky povolené v ČR proti škůdcům brukvovité zeleniny, použitelné v ekologické a integrované produkci zeleniny (registr POR ČR k 23.9.2023)

Účinná látka	Přípravek	Rozsah registrace v brukvovité zelenině	Škodlivý organismus
5 spinosyny			
Spinosad	SpinTor, SPINTOR 240 SC**	zelí, květák, kapusta růžičková, brokolice	housenky motýlů, květilka zelná, můra zelná
Spinosad	Nexsuba	květák, zelí hlávkové, kapusta růžičková, brokolice	housenky motýlů, můra zelná
11A Bacillus thuringiensis a insekticidní proteiny které produkují			
Bacillus thuringiensis ssp. aizawai kmen GC-91	Agree 50 WG	zelenina brukvovitá	housenky motýlů
Bacillus thuringiensis ssp. Kurstaki kmen SA-11	Delfin WG	zelenina košťálová	housenky motýlů
Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki kmen EG 2348	Lepinox Plus	brokolice, kapusta, zelí, zelí pekingské, kapusta růžičková	blýskavky, černopáska bavlníková, makadlovka *Tuta absoluta*, zápředníček polní
dle IRAC nezařaditelný: neznámý nebo nejistý způsob účinku			
Azadirachtin	NeemAzal-T/S	zelí hlávkové, kapusta	savý hmyz (mimo ploštice), žravý hmyz, minující škůdci
Ostatní			
Draselná sůl přírodních mastných kyselin	Neudosan	zelenina	saví škůdci mimo mšice zelné

Řepkový olej	Biool	zelenina	molice, třásněnky, mšice
Trichogramma evanescens, Trichogramma pintoi	Trichoplus	zelenina, zelenina košťálová	můra kapustová, černopáska bavlníková
Trichogramma cacoeciae	TrichoPlus B	zelenina	makadlovka *Tuta absoluta*
Trichogramma cacoeciae	TrichoPlus C	zelenina	makadlovka *Tuta absoluta*
Kopřiva	Kopřiva	zelí hlávkové, kapusta	dřepčíci rodu *Phyllotreta*, mšice, zápředníček polní
Silice pomerančová	PREV-GOLD	zelenina brukvovitá	mšice zelná, mšice, molice

Tabulka 14 Perspektivní přípravky pro registraci v ČR povolené v Německu do brukvovité zeleniny, využitelné v integrované produkci zeleniny (registr POR Německo k 23.9.2023)

Účinná látka	Přípravek	Rozsah registrace v brukvovité zelenině	Škodlivý organismus
3A pyrethroidy, pyrethriny			
Etofenprox	Trebon 30 EC	zelí hlávkové, květák	blýskáček řepkový, krytonosec řepkový, k. čtyřzubý
Tau-fluvalinate	Mavrik Vita	zelí hlávkové	blýskáček řepkový
4A neonicotinoidy			
Acetamiprid	Mospilan SG	zelí hlávkové, kedlubna, květák, růžičková kapusta	mšice zelná, mšice, molice
29 flonicamid			
Flonicamid	Teppeki	zelí hlávkové, růžičková kapusta	mšice, molice

Tabulka 15 Perspektivní přípravky povolené v Německu do brukvovité zeleniny, využitelné v ekologické a integrované produkci zeleniny (registr POR Německo k 23.9.2023)

Účinná látka	Přípravek	Rozsah registrace v brukvovité zelenině	Škodlivý organismus
3A pyrethroidy, pyrethriny			
Pyrethriny*	Raptol HP, NEU 1153 I EC	brukvovitá zelenina kromě brokolice a růžičkové kapusty	housenky motýlů, mšice
Pyrethriny* + řepkový olej	Spruzit Neu	zelí hlávkové, kedlubna, květák, kadeřávek, růžičková kapusta	housenky motýlů, mšice

* rychlost degradace pyrethrinů byla hodnocena u přípravku Pyregard v salátu a v okurkách, do kterých je v ČR nově registrován pro použití ve sklenících. Od 3. dne po aplikaci přípravku byla účinná látka pod limitem detekce.

IV Srovnání novosti postupů

Novost postupů v systému integrované produkce brukvovité zeleniny proti škůdcům je založena na integraci poznatků k omezení rizik výskytu reziduí pesticidů v produktech a poznatků o účinnosti insekticidů s ohledem na aktuální stav rezistence škůdců k insekticidům.

Jedná se o nový postup, oproti předchozím výsledkům výzkumu obdobně zaměřeného projektu, jako byla certifikovaná metodika (Kocourek a kol., 2013). Pro značný počet přípravků, kterým byla od roku 2013 do roku 2023 ukončena registrace, byla analýza reziduí prováděna převážně pro účinné látky nově registrovaných insekticidů do brukvovité zeleniny.

Ve srovnání s výsledky metodiky z roku 2013 spočívá novost v této metodice ve značném rozšíření počtu testovaných účinných látek insekticidů, u některých z nich také jejich relevantních metabolitů. Pro každou účinnou látku testovaných insekticidů v kedlubnách, květáku a v zelí byly stanoveny modely degradace reziduí pesticidů v závislosti na čase od termínu aplikace do sklizně. Nové a originální je interpretace modelů degradace reziduí ve formě barevného vyjádření rizik (od zelené, přes žlutou, po červenou) pro akční ochranné lhůty, které slouží pro informaci pro pěstitelé zeleniny. Nově byly stanoveny modely degradace reziduí a stanovení akčních ochranných lhůt na kedlubnách pěstovaných v různém období vegetační sezóny a také rozdíly ve výskytech účinných látek insekticidů v hlízách a listech kedluben.

Na výsledcích metodiky je také nový účel využívání výsledků o degradaci reziduí pesticidů v produktech brukvovité zeleniny. Do roku 2022 mohli pěstitelé zeleniny v systému integrované produkce využívat poznatky o možnostech snižování výskytu reziduí pesticidů v produktech ve vztazích s obchodními řetězci. Od roku 2023 mohou tyto poznatky využívat pěstitelé v systému integrované produkce zeleniny pro naplňování podmínek stanovených v Nařízení vlády 80/2023, které se týká dosažení stanovených limitů reziduí pesticidů v produktech. Vzhledem k tomu, že byl projekt výzkumu řešen v programu Země, Podprogramu 2 – Podpora státní politiky v agrárním sektoru, jsou poznatky uvedené v metodice využitelné pro aktualizaci podmínek v Nařízení vlády 80/2023 a k upřesnění metodiky MZe k tomuto nařízení. Nové je také, že byly získány poznatky o degradaci reziduí pesticidů pro účinné látky přípravků, které nejsou dosud v ČR do brukvovité zeleniny registrovány a jsou registrovány v okolních státech nebo jsou povoleny do jiných plodin. Přípravky s příznivou degradací účinných látek v brukvovité zelenině, vhodné pro nízkoreziduální nebo bezreziduální produkci zeleniny, tak mohou být navrženy pro rozšíření registrace.

V Popis uplatněné metodiky

Metodika je primárně určena Ministerstvu zemědělství a organizacím státní správy, které dozorují plnění podmínek agro-evironmentálních opatření v systému integrované produkce zeleniny, jako jsou SZIF, SZPI a ÚKZÚZ. Poznatky uvedené v metodice jsou využitelné pro aktualizaci podmínek v Nařízení vlády 80/2023 a k upřesnění metodiky MZe k tomuto nařízení. Poznatky přispívají k podpoře státní politiky v agrárním sektoru a zvýšení účinnosti této politiky v oblasti pěstování brukvovité zeleniny. Poznatky uvedené pro účinné látky přípravků, které nejsou dosud do brukvovité zeleniny registrovány, jsou zásadní pro možnost rozšíření spektra přípravků a zvýšení účinnosti ochrany proti škůdcům. Metodiku mohou využívat také výzkumné a poradenské organizace, případně distributoři pesticidů, pokud se jich budou týkat přípravky navrhované pro registraci do brukvovité zeleniny.

Poznatky o dynamice reziduí nových účinných látek pesticidů, registrovaných do zeleniny vůči cílovým škodlivým organismům v okolních státech, umožní urychlit proces registrace těchto pesticidů v ČR do polní zeleniny. Některé z hodnocených účinných látek, které jsou v metodice uváděny a nejsou dosud v ČR do zeleniny povoleny, budou navrženy na povolení v rámci menšinových/minoritních indikací na základě výsledků řešení tohoto projektu.

Uživateli těchto metodik budou také pěstitelé zeleniny, zejména členové Svazu pro integrovanou produkci zeleniny. V metodice najdou řadu informací také pěstitelé zeleniny v ekologickém zemědělství a pěstitelé brukvovité zeleniny z řad malopěstitelů a zahrádkářů. Smlouva o využití metodiky bude uzavřena se Zelinářkou unii Čech a Moravy. Tuto metodiku vydává příjemce, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., který metodiku zveřejní na své webové stránce (www.vurv.cz).

VI Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky

Poznatky uvedené v metodice přispějí k podpoře státní politiky v agrárním sektoru a ke zvýšení účinnost této politiky v oblasti pěstování brukvovité zeleniny. Metodika také přispěje k omezení rizik z používání pesticidů v zelenině na životní prostředí, přirozené nepřátele škůdců a biodiverzitu. Ekonomické přínosy nejsou kvantifikovány, protože smlouva o využití výsledku v rámci podprogramu 2 není uzavírána s pěstiteli. Lze očekávat, že využití výsledků u pěstitelů zlepší prodejnost zeleniny s garancí původu v rámci „nízkoreziduální“ nebo „bezreziduální“ produkce.

Využívání metodiky ze strany pěstitelů umožní zvýšit účinnost systému integrované ochrany brukvovité zeleniny vůči škůdcům a umožní zvýšit ekonomickou efektivitu pěstování omezením ztrát na výnosech a snížením nákladů na ochranná opatření. Vedle toho bude zajištěna požadovaná kvalita produktů při minimalizaci výskytu reziduí pesticidů v čerstvě konzumované zelenině. Nedetekovatelný anebo velmi nízký výskyt reziduí pesticidů v zelenině bude příspěvkem pro zdraví spotřebitelů zeleniny. Přínosy ekonomické pro pěstitele spočívají ve zvýšení ekonomické efektivnosti ochranných opatření vůči škůdcům a ve zlepšení ekonomické efektivnosti pěstebních systémů zeleniny a zvýšením podílu standardu komodit brukvovité zeleniny. Přínosy pro spotřebitele zeleniny se projeví jak ve vyšší kvalitě produktů, tak ve vyšší garanci za zdravotní nezávadnosti (bezpečnosti) produktů ze systému integrované produkce zeleniny v ČR. Přínosy v oblasti sociální lze očekávat v zachování nebo rozšíření současného rozsahu pěstování zeleniny v ČR a nepřímo tak přispějí k rozvoji venkova.

VII Seznam použité související literatury

ČSN EN 15662:2008, Potraviny rostlinného původu – Stanovení reziduí pesticidů s použitím GC-MS a/nebo LC-MS/MS po extrakci acetonitrilem/separaci a předčištění pomocí disperzní SPE – metoda QuEChERS

Databáze pesticidů EU. EU Pesticides Database. online (cit.21.8.2023) dostupné z: https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed. DG SANTE/11312/2021 online (cit.26.10.2023) dostupné z: https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlALL/SANTE_11312_2021.pdf

Hajšlová J., Urbanová J., Hrbek V., Kocourek V. 2012: Multidetekční metoda pro sledování reziduí pesticidů v zelenině. Certifikovaná metodika. VŠCHT Praha

Kocourek F., Holý K., Stará J. 2013: Optimalizace používání pesticidů proti škůdcům v systému integrované produkce brukvovité zeleniny. Certifikovaná metodika. 73 str.

Kocourek F., Stará J., Horská T., Hovorka T., Seidenglanz M., Kolařík P., Havel J., Hrudová E. 2020a: Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistentní strategie. Certifikovaná metodika. 98 str.

Kocourek a kol., 2020b: Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR v roce 2020. Závěrečná zpráva. Národní akční plán pro udržitelné používání přípravků na ochranu rostlin. MZe: 73 str.

Kocourek a kol., 2021: Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR v roce 2022. Závěrečná zpráva. Národní akční plán pro udržitelné používání přípravků na ochranu rostlin. MZe: 55 str.

Kovaříková K., Holý K., Skuhrovec J., Saska P. 2017: The efficacy of insecticides against eggs and nymphs of *Aleyrodes proletella* (Hemiptera: Aleyrodidae) under laboratory conditions. Crop Protection 98: 40–45.

Ministerstvo zemědělství, 2023: Metodika k provádění nařízení vlády č. 80/2023 Sb., o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření.

Nařízení vlády č. 80/2023 Sb., o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření. Ministerstvo zemědělství. online (cit. 20.9.2023) dostupné z: https://eagri.cz/public/portal/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/uplna-zneni/narizeni-vlady-2023-80

Registr POR ČR. Registr přípravků na ochranu rostlin. online (cit. 20.8.2023) dostupné z: https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx?type=0&vyhledat=A&stamp=1693741258295

Registr POR Německo. Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel. online (cit. 20.8.2023) dostupné z https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/index.jsp

VIII Seznam publikací, které předcházely metodice

Horská T., Jursík M., Krátký F. 2022: Dynamika reziduí pesticidů v kedlubnách. Zahradnictví 21 (7): 14–17.

Horská T., Kocourek F. 2023: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy (53) Regulace reziduí pesticidů v zelenině a v ovoci VII. – Rezidua insekticidů v brukvovité zelenině. Agromanuál (v tisku)

Horská T., Jursík M., Hajšlová J. 2023: Dynamika reziduí pesticidů ve špenátu. Zahradnictví 22 (7): 28–32.

Jursík a kol., 2023: Efektivní ochrana proti plevelům v systému integrované produkce zeleniny při omezení rizik výskytu reziduí herbicidů ve sklizených produktech. Certifikovaná metodika (v tisku).

Kocourek F., Douda O., Harašta P., Hamouz P., Holec J., Horská T., Hovorka T., Jursík M., Kazda J., Kolářová M., Koudela M., Krejzar V., Kumar J., Mazáková J., Novotný D., Pánková I., Pluhař I., Prášil J., Psota V., Pultar O., Rod J., Růžička T., Ryšánek P., Seidenglanz M., Slavíková L., Stará J., Víchová J.: 2022: Integrovaná ochrana zeleniny. Praha, Profi Press.

Stará J., Kocourek F., Holý K. 2022: Účinnost nových insekticidů na molici vlaštovičníkovou (*Aleyrodes proletella*). Rostlinolékař 2: 11–13.

IX Přílohy

Grafy degradace reziduí insekticidů v brukvovité zelenině

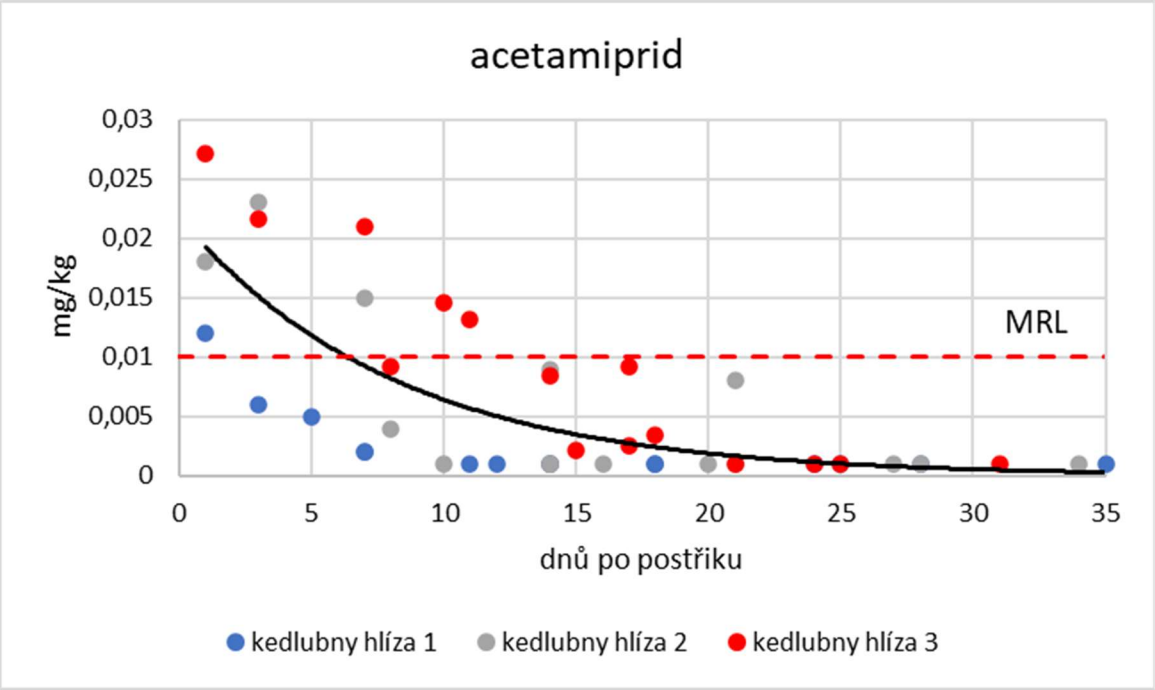
Kedlubny:
G1: Průběh degradace acetamipridu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G2: Průběh degradace cyantraniliprolu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G3: Průběh degradace deltamethrinu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G4: Průběh degradace esfenvaleratu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G5: Průběh degradace etofenproxu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G6: Průběh degradace flonicamidu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G7: Průběh degradace flupyradifuronu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G8: Průběh degradace chlorantraniliprolu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G9: Průběh degradace lambda-cyhalothrinu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G10: Průběh degradace pirimicarbu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G11: Průběh degradace pyriproxyfenu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G12: Průběh degradace spinosadu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G13: Průběh degradace spirotetramatu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
G14: Průběh degradace tau-fluvalinatu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech
Květák:
G15: Průběh degradace flonicamidu v květáku
G16: Průběh degradace flupyradifuronu v květáku
G17: Průběh degradace spirotetramatu v květáku
Zelí hlávkové:
G18: Průběh degradace flonicamidu v hlávkovém zelí
G19: Průběh degradace spirotetramatu v hlávkovém zelí

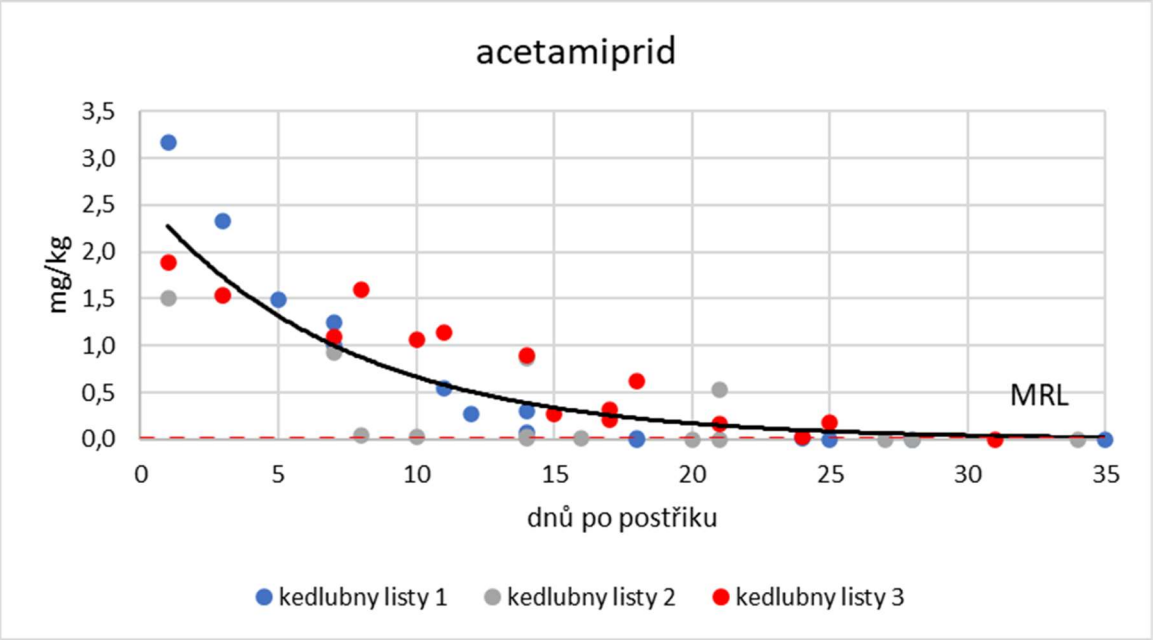
Barevné značení mezí použitých v grafech pro různé obsahy účinné látky v produktu:

MRL	KONVENČNÍ
30 % MRL	NÍZKOREZIDUÁLNÍ
5-10 % MRL	NÍZKOREZIDUÁLNÍ
0,01 mg/kg	BEZREZIDUÁLNÍ

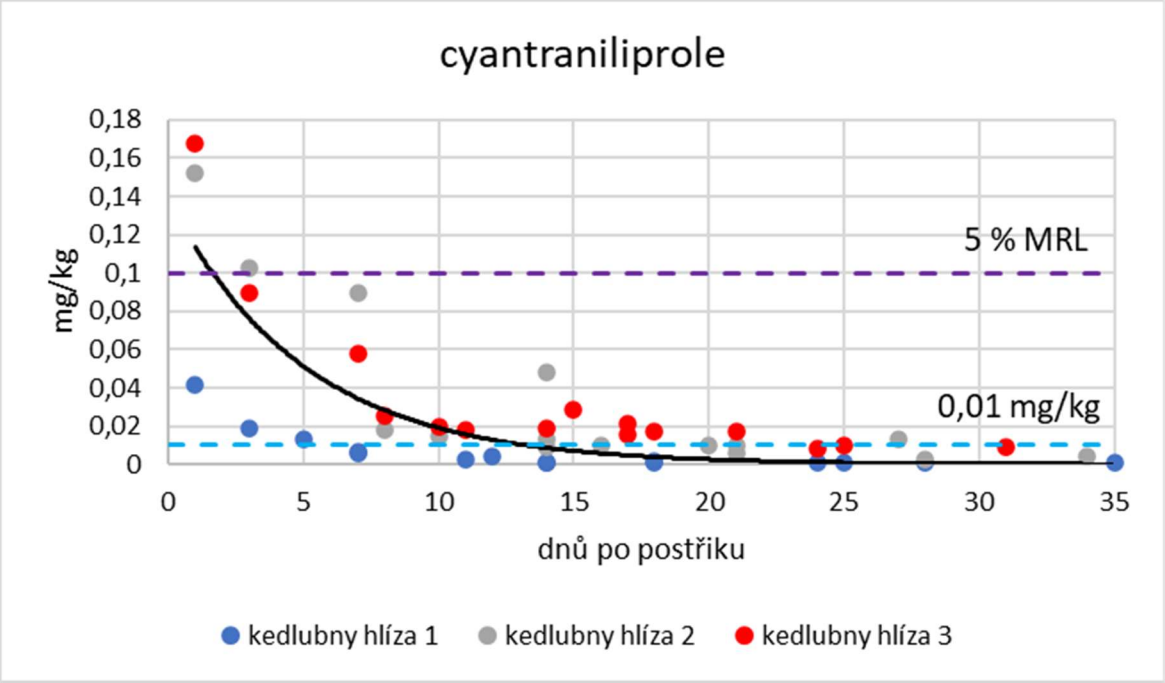
Kedlubny:

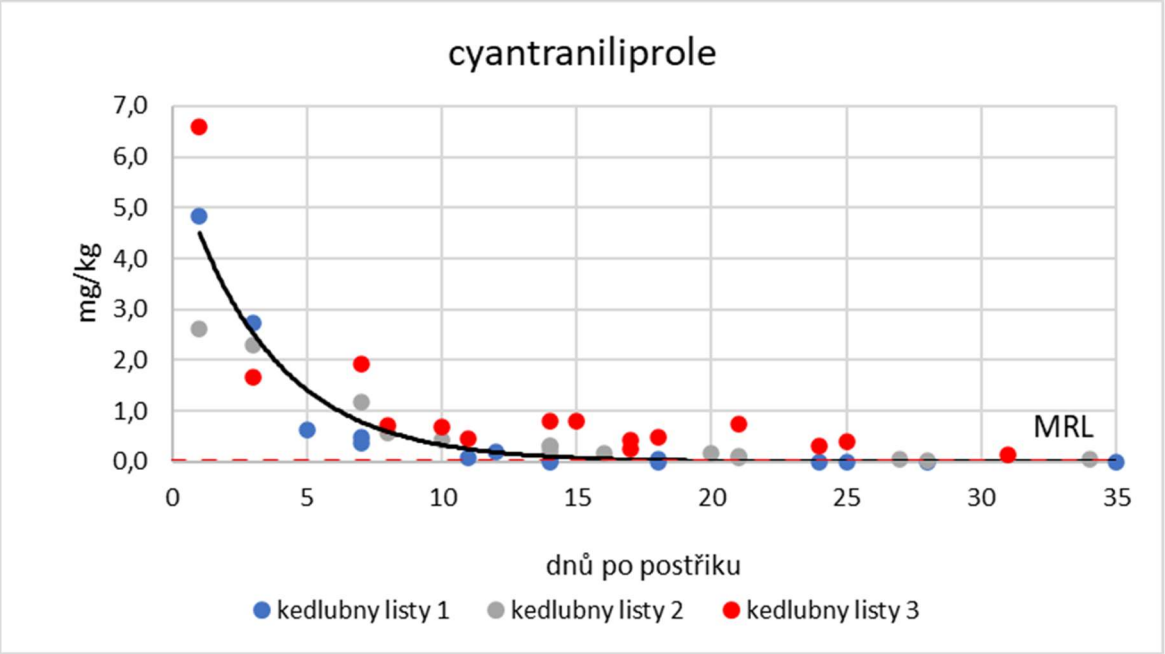
G1: Průběh degradace acetamipridu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



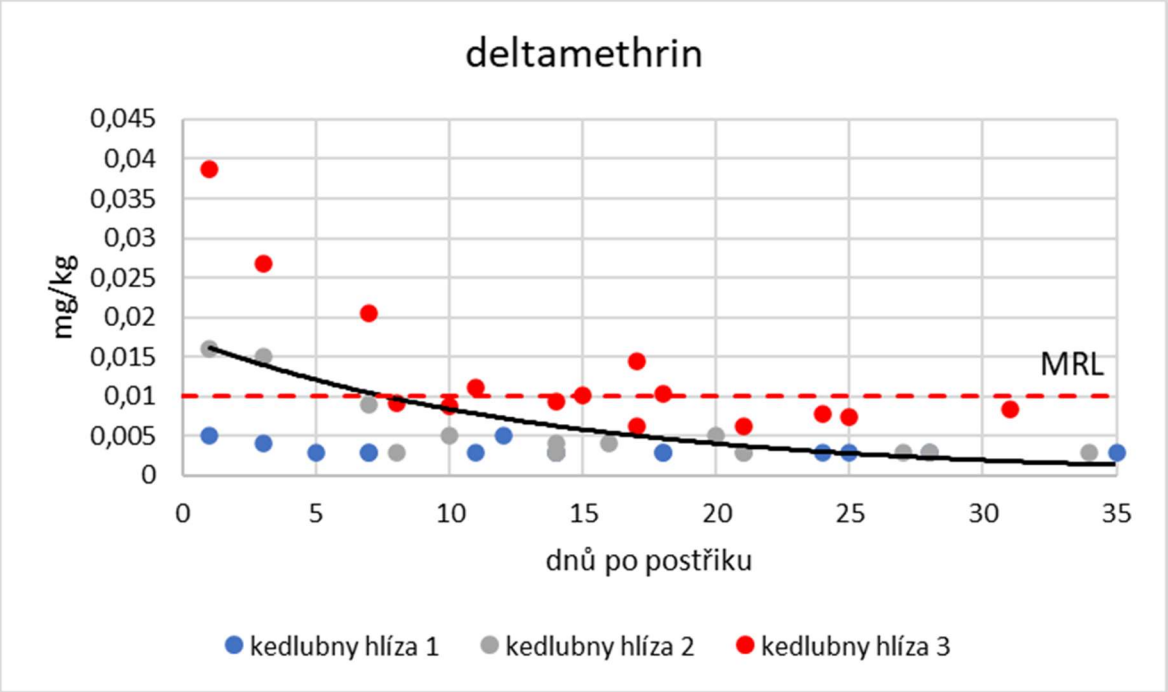


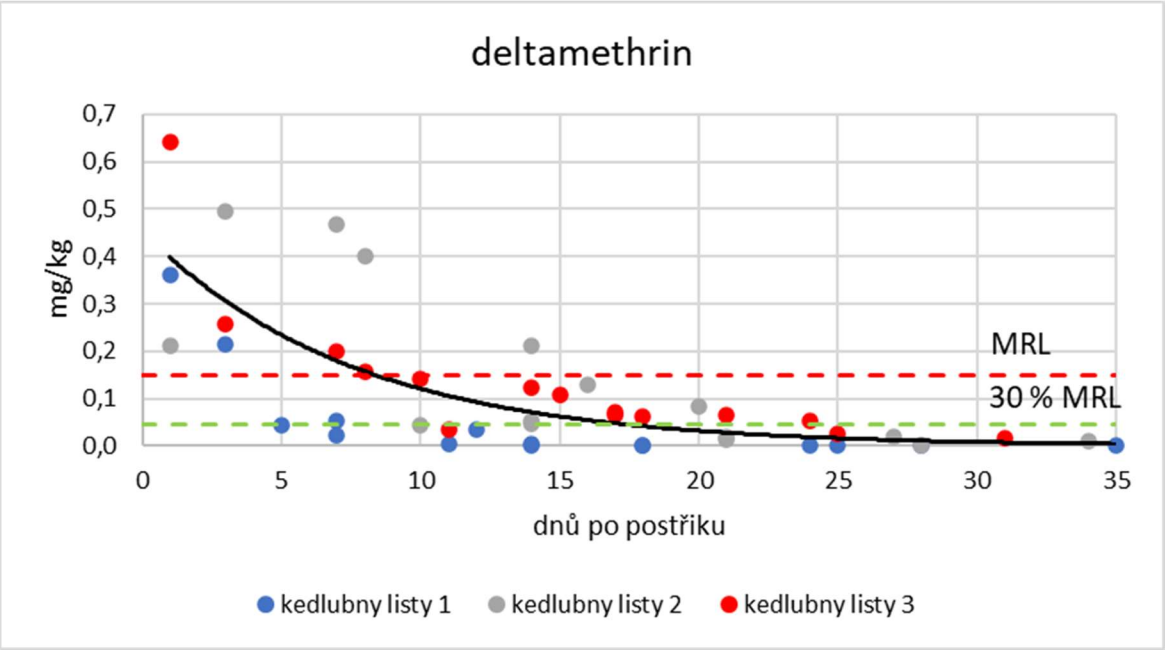
G2: Průběh degradace cyantraniliprolu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



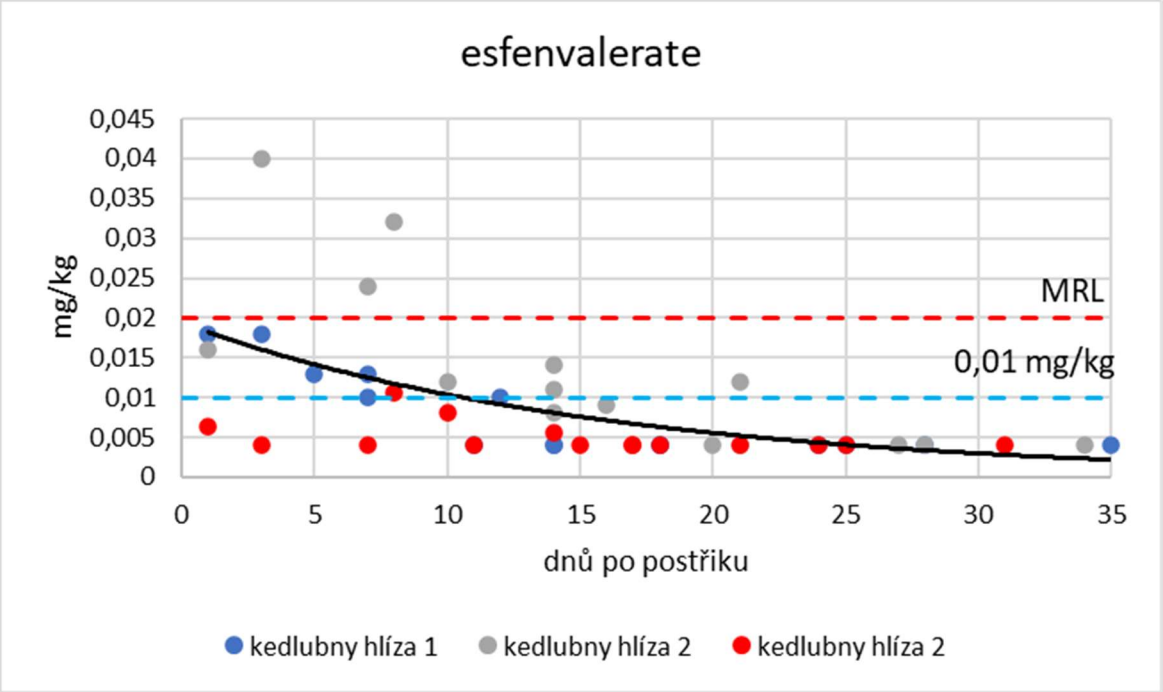


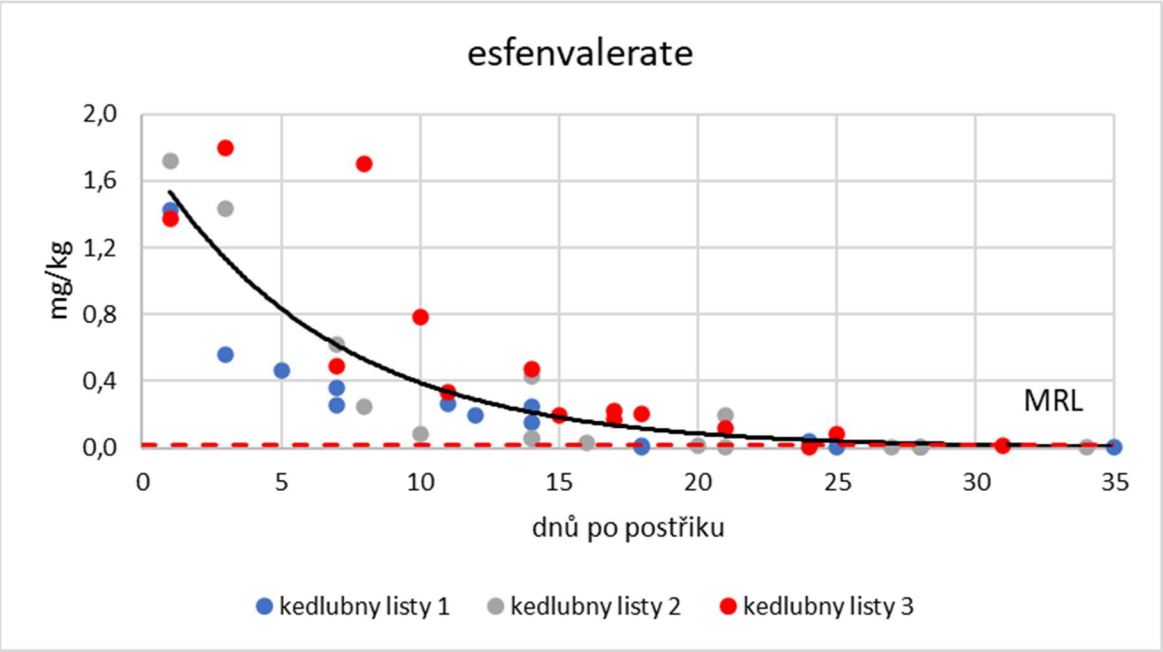
G3: Průběh degradace deltamethrinu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



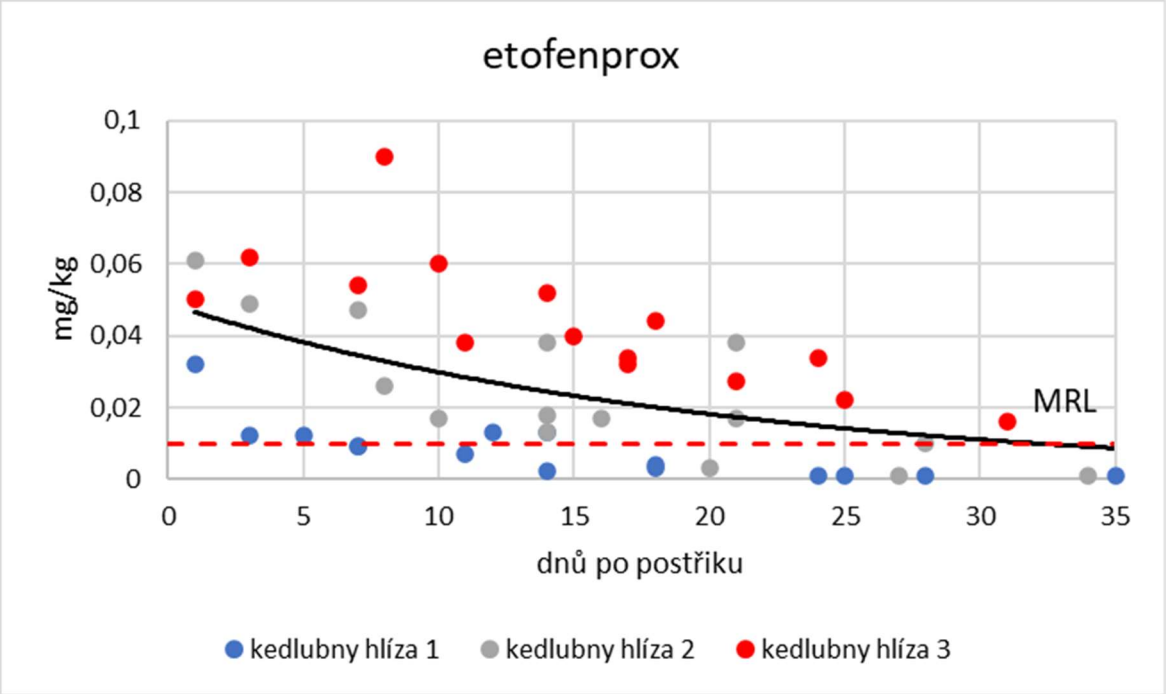


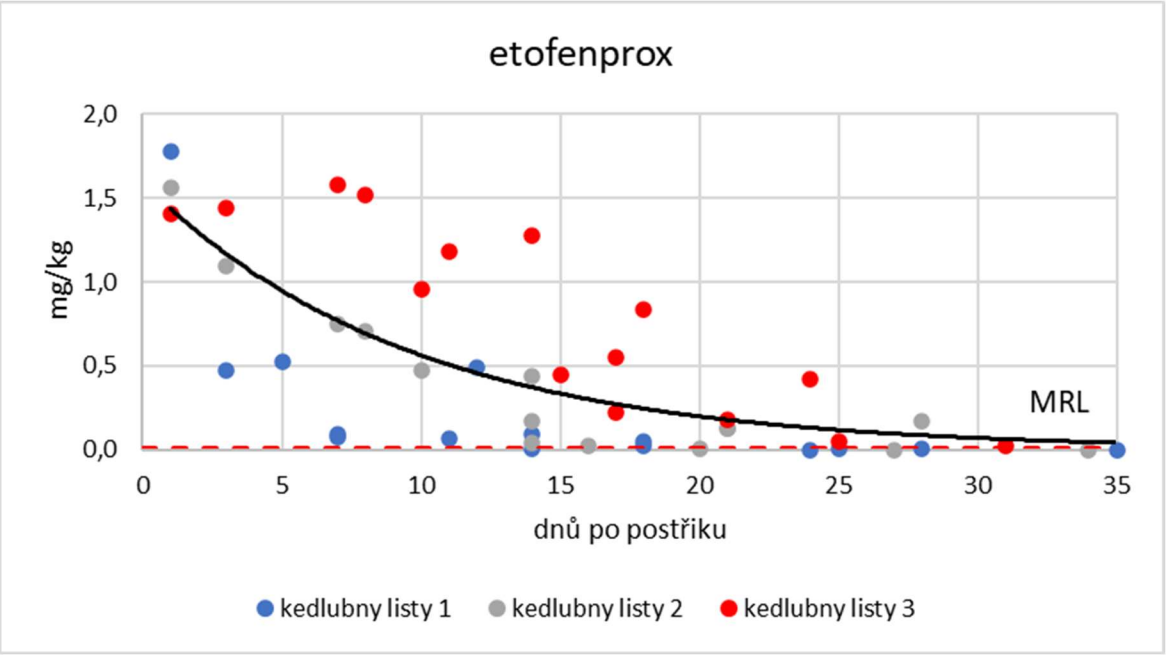
G4: Průběh degradace esfenvaleratu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



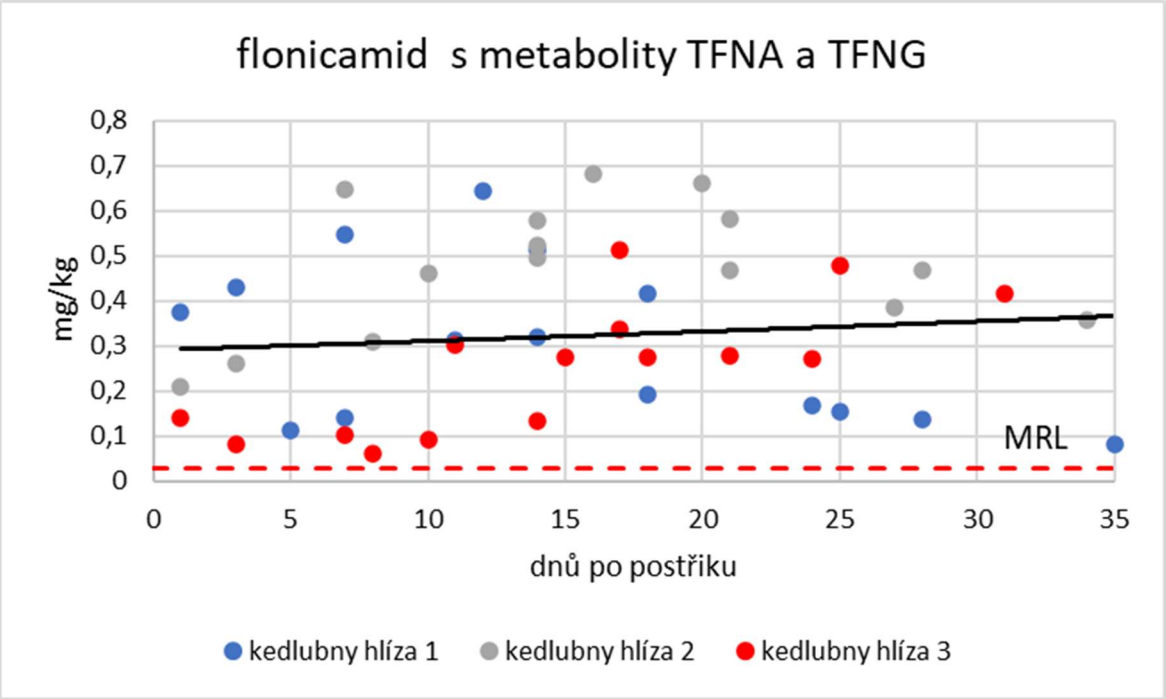


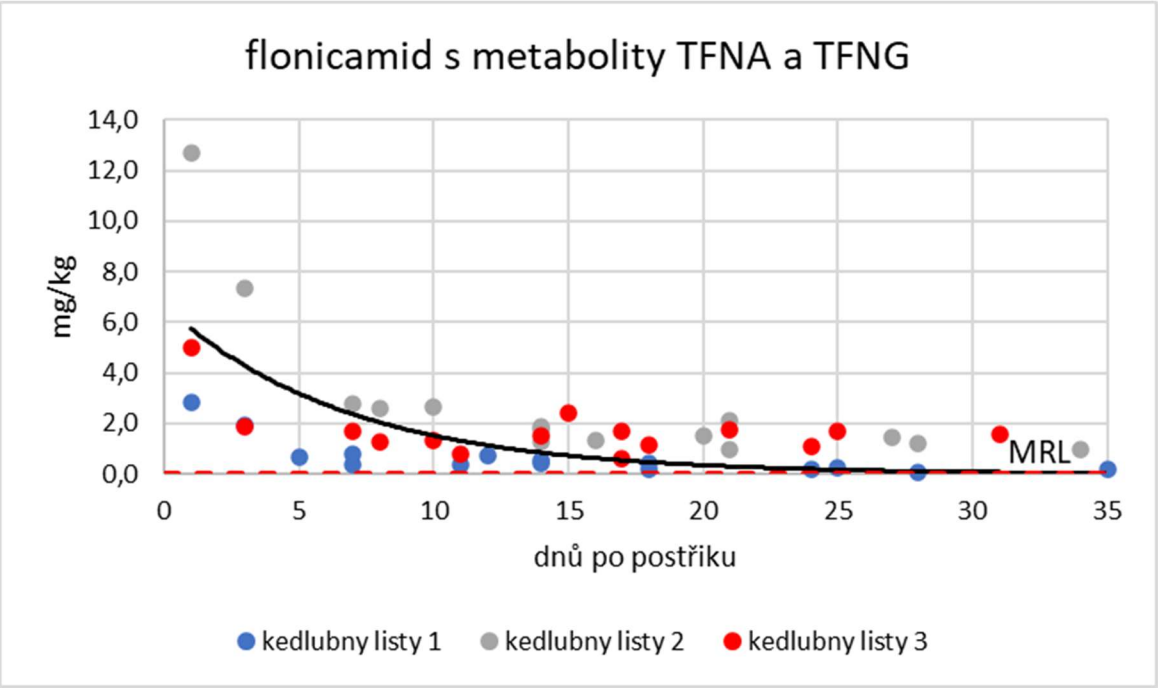
G5: Průběh degradace etofenproxu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



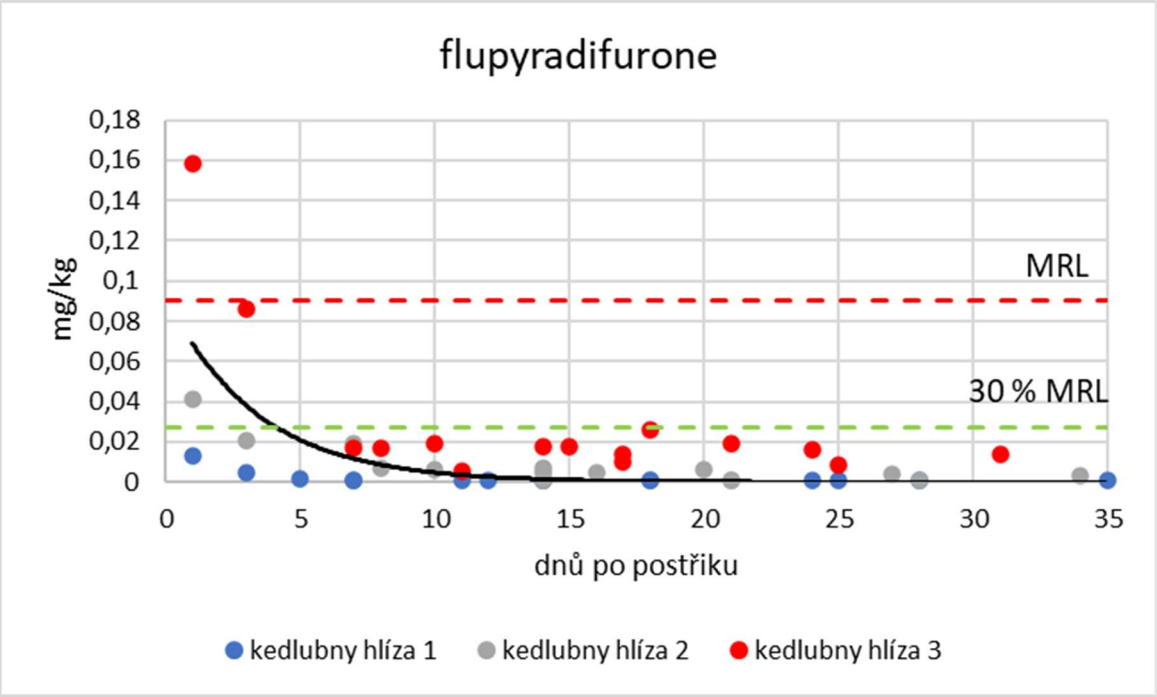


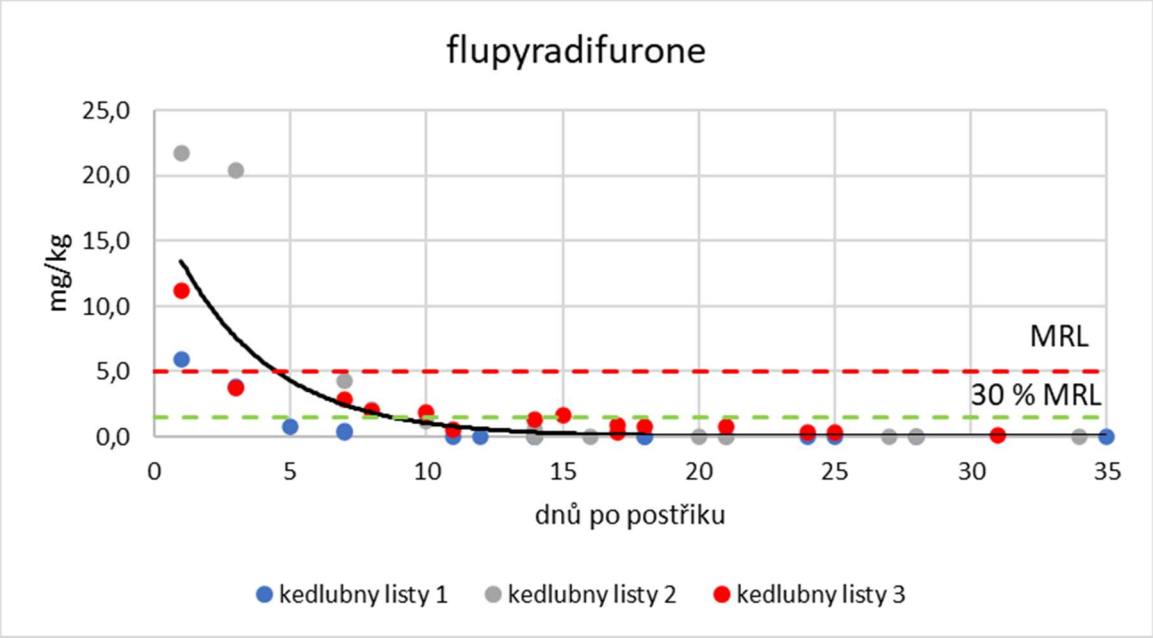
G6: Průběh degradace flonicamidu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



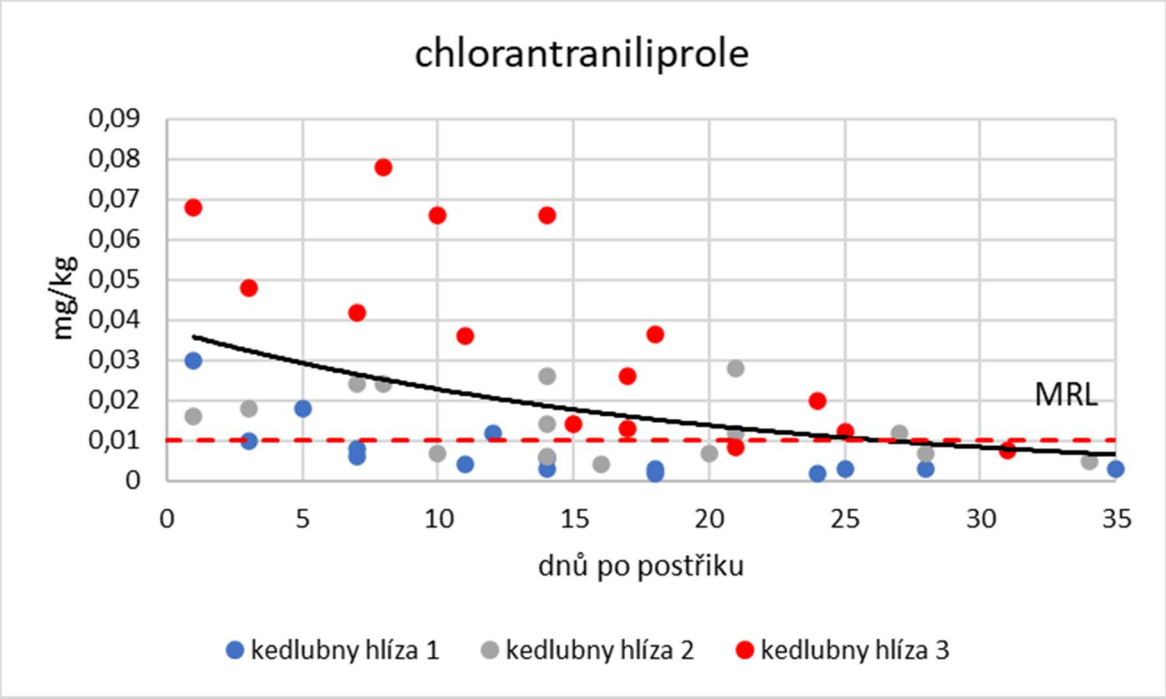


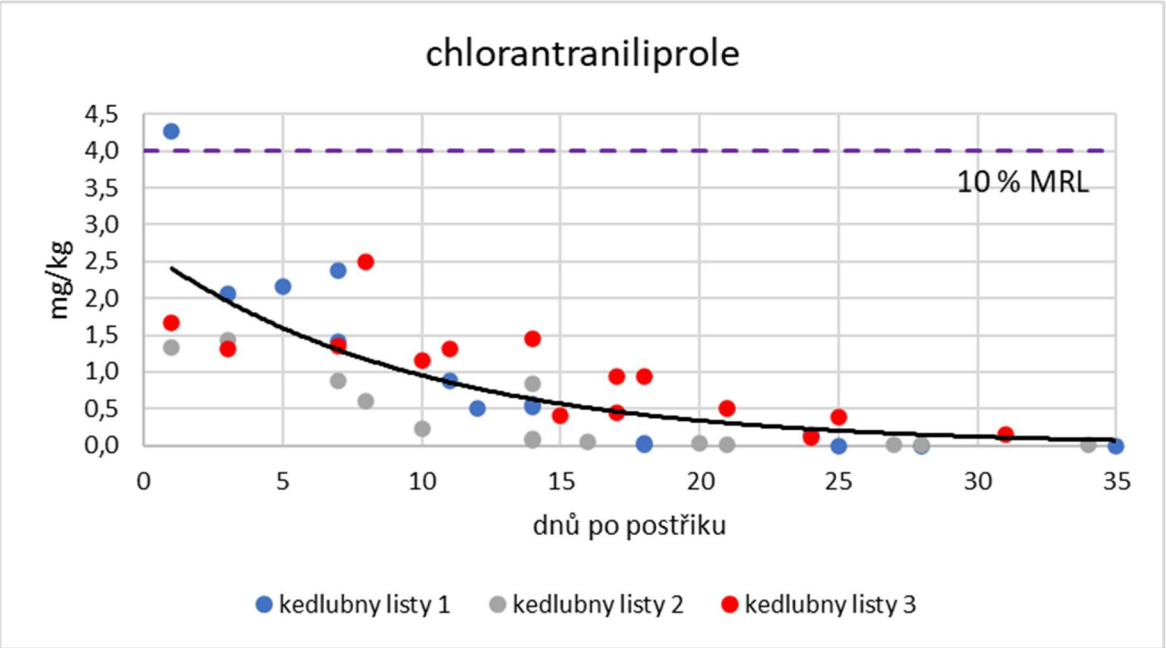
G7: Průběh degradace flupyradifuronu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



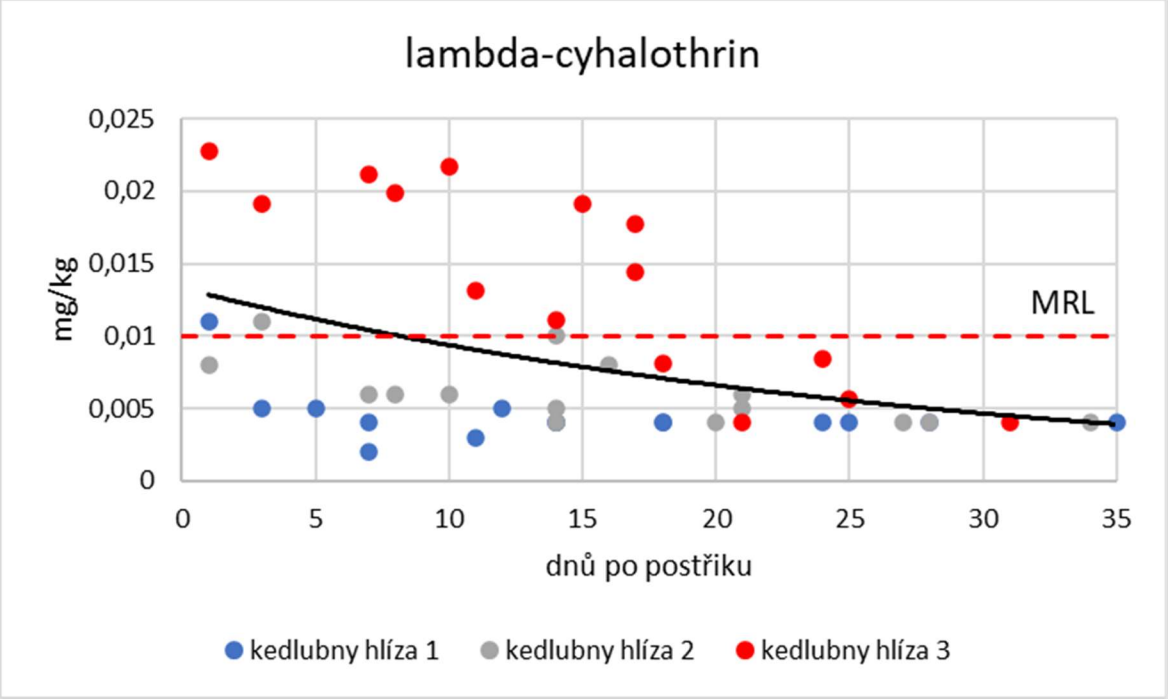


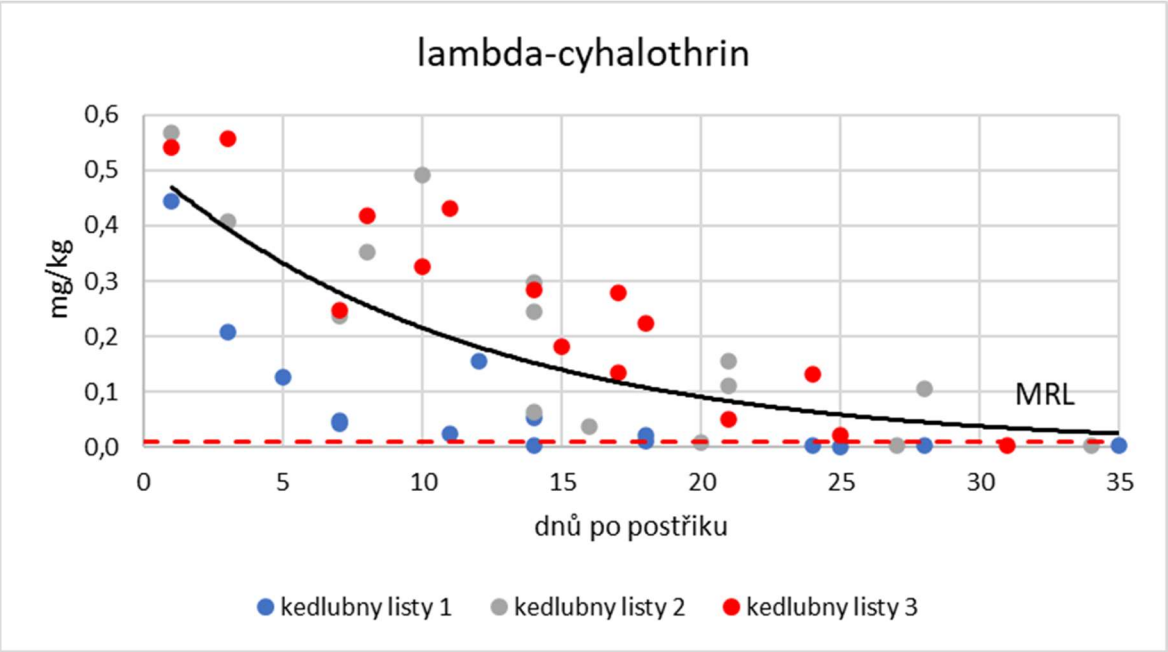
G8: Průběh degradace chlorantraniliprolu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



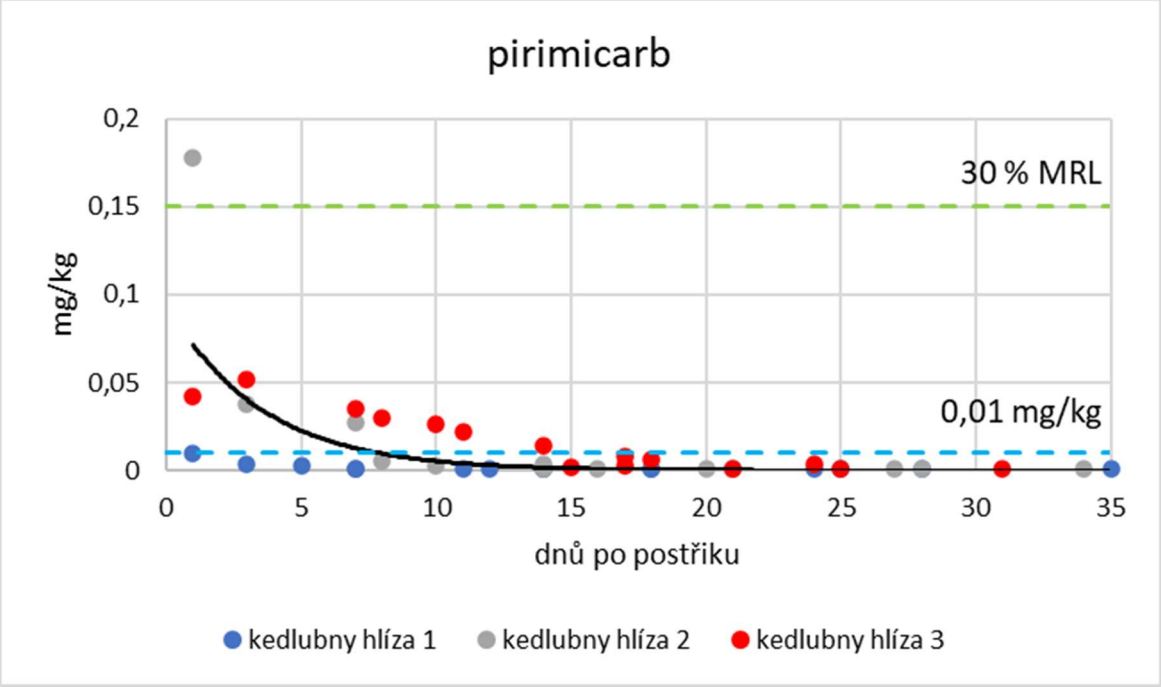


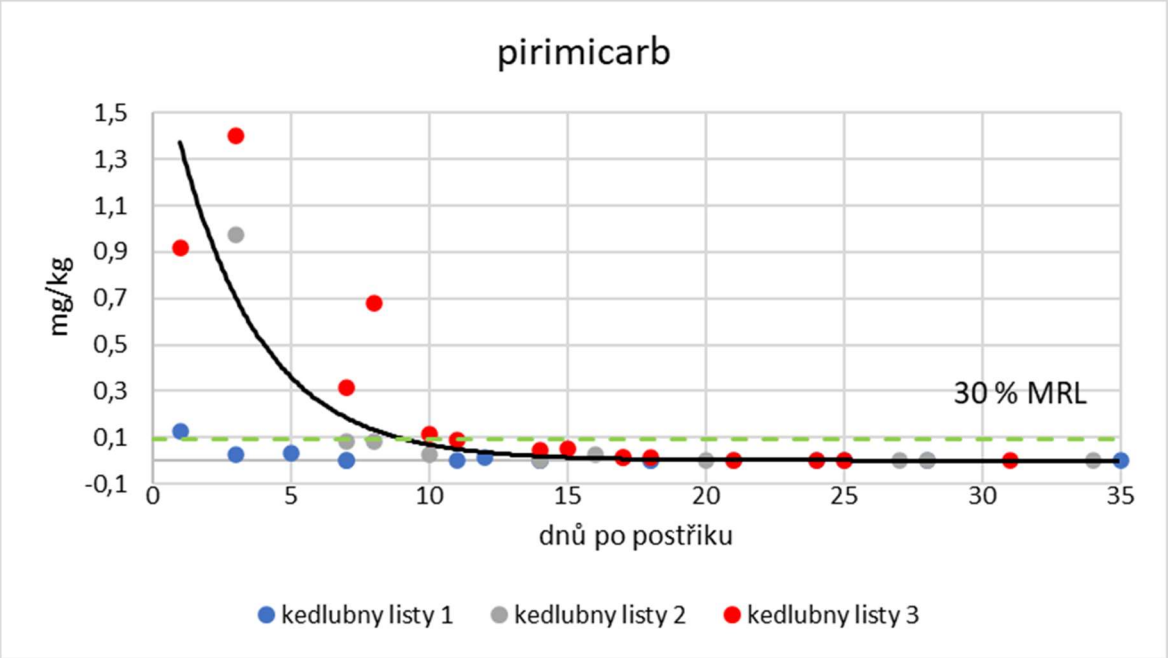
G9: Průběh degradace lambda-cyhalothrinu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



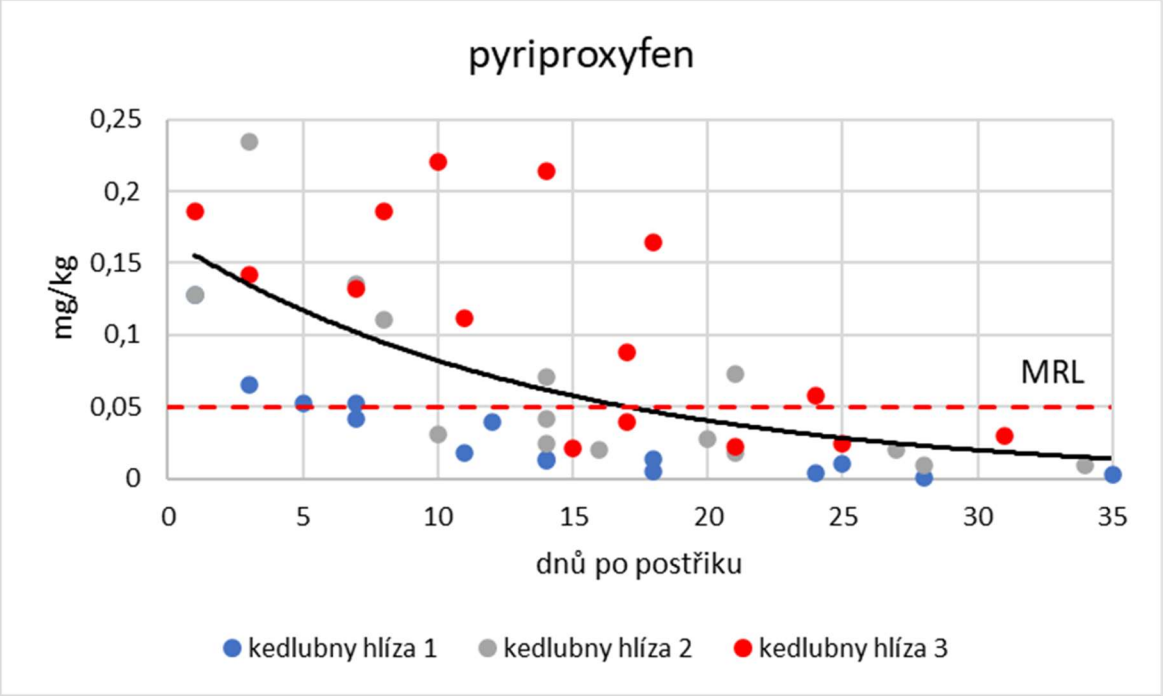


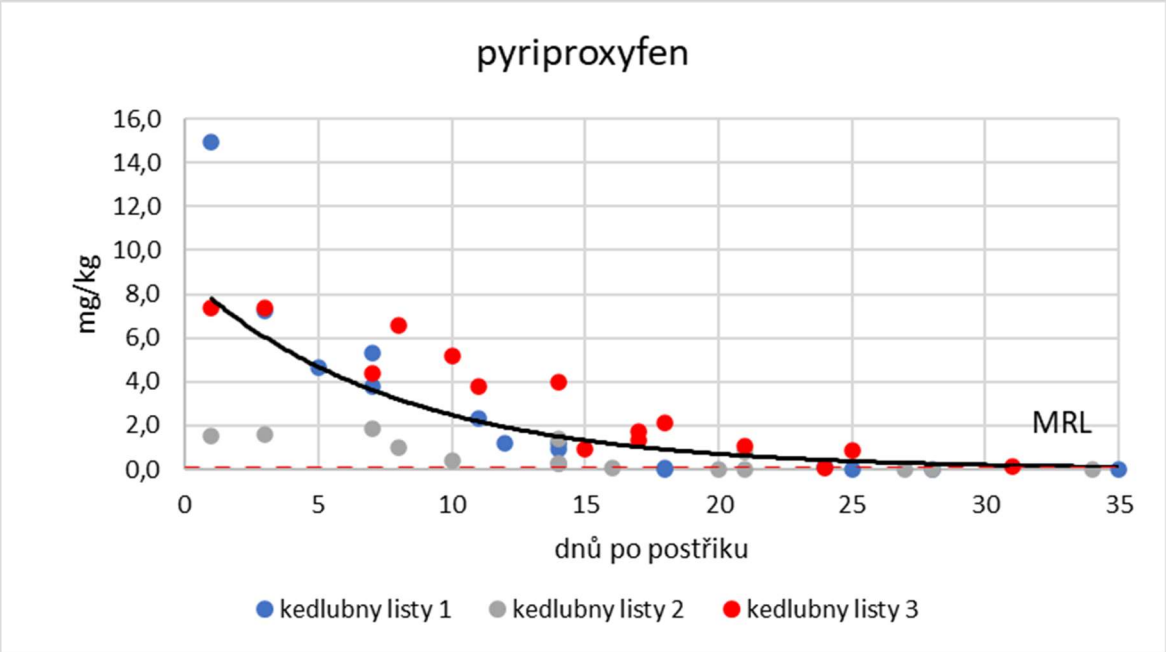
G10: Průběh degradace pirimicarbu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



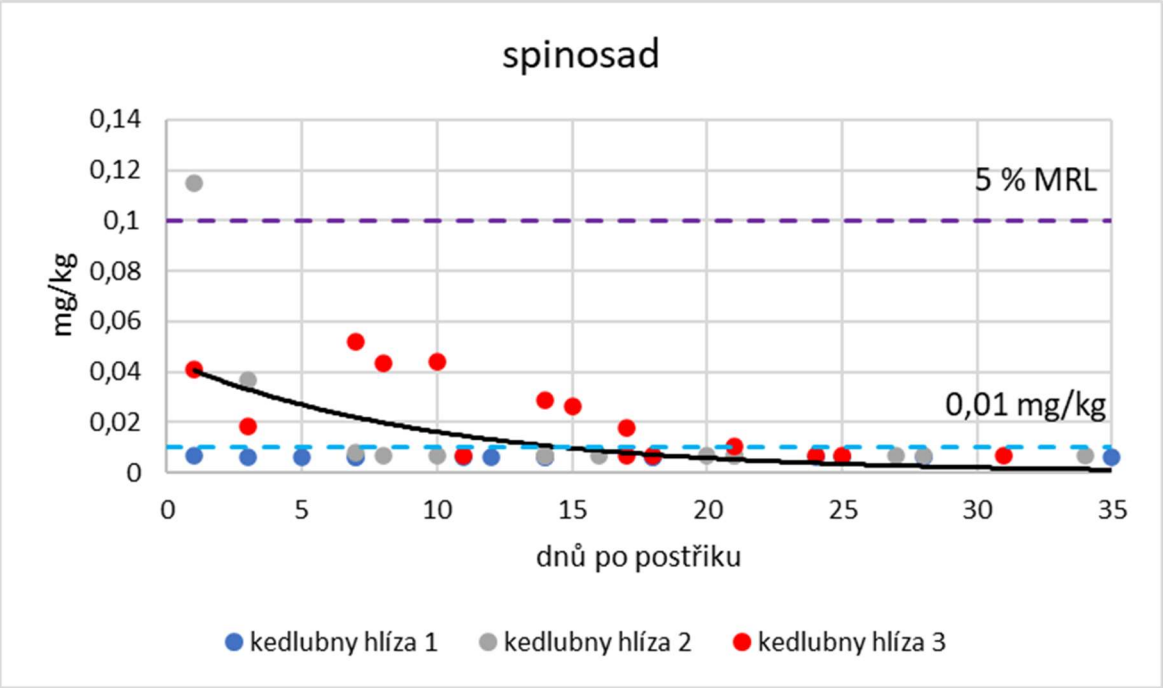


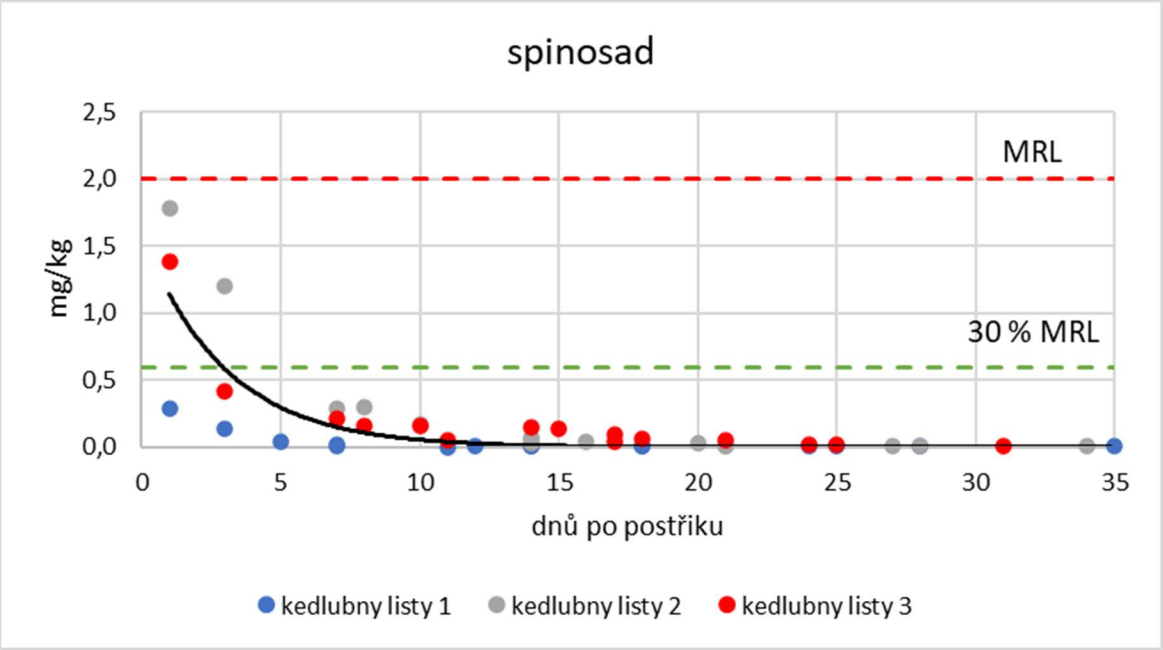
G11: Průběh degradace pyriproxyfenu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



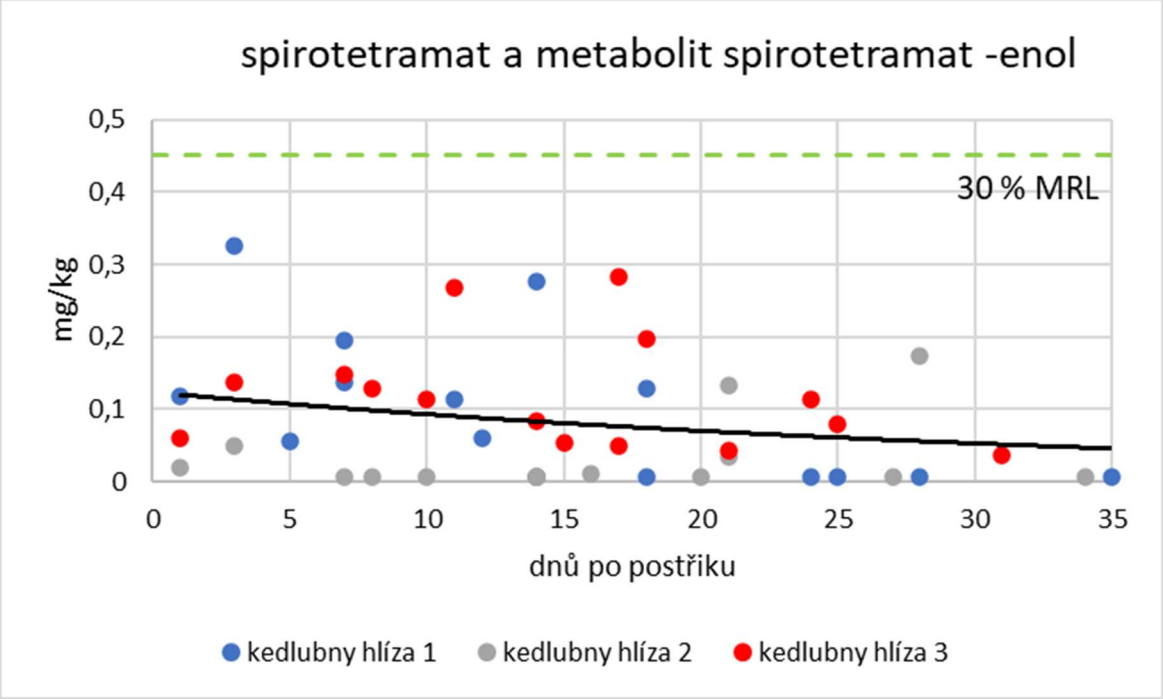


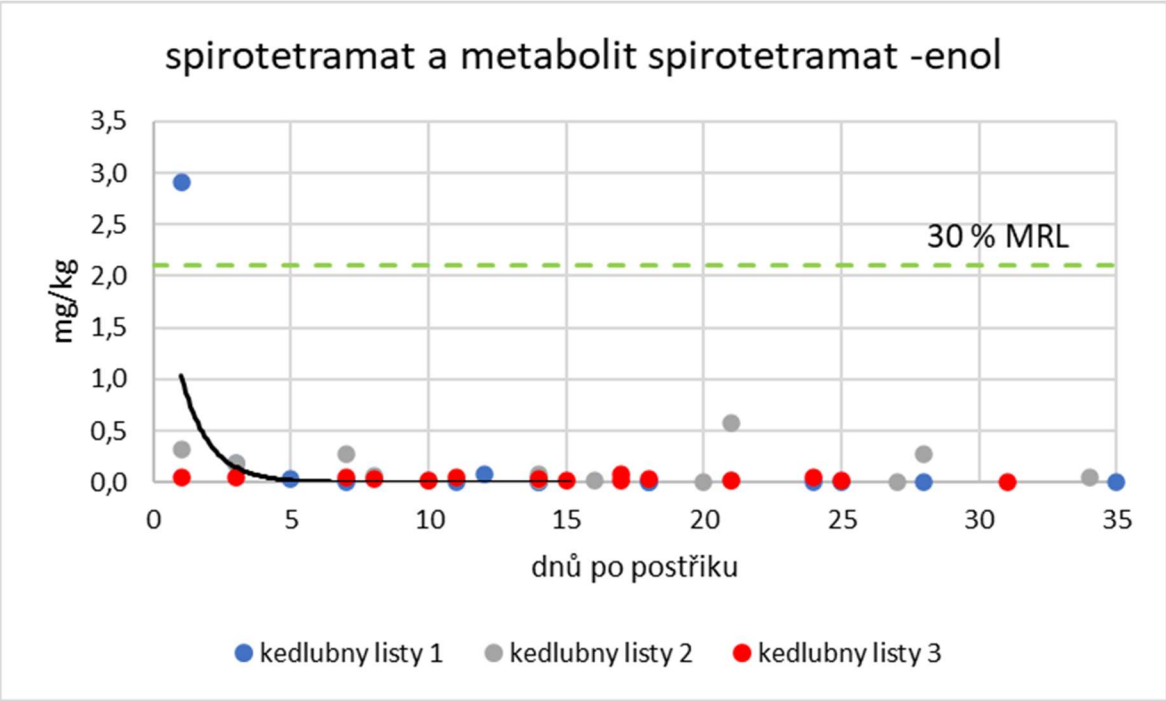
G12: Průběh degradace spinosadu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



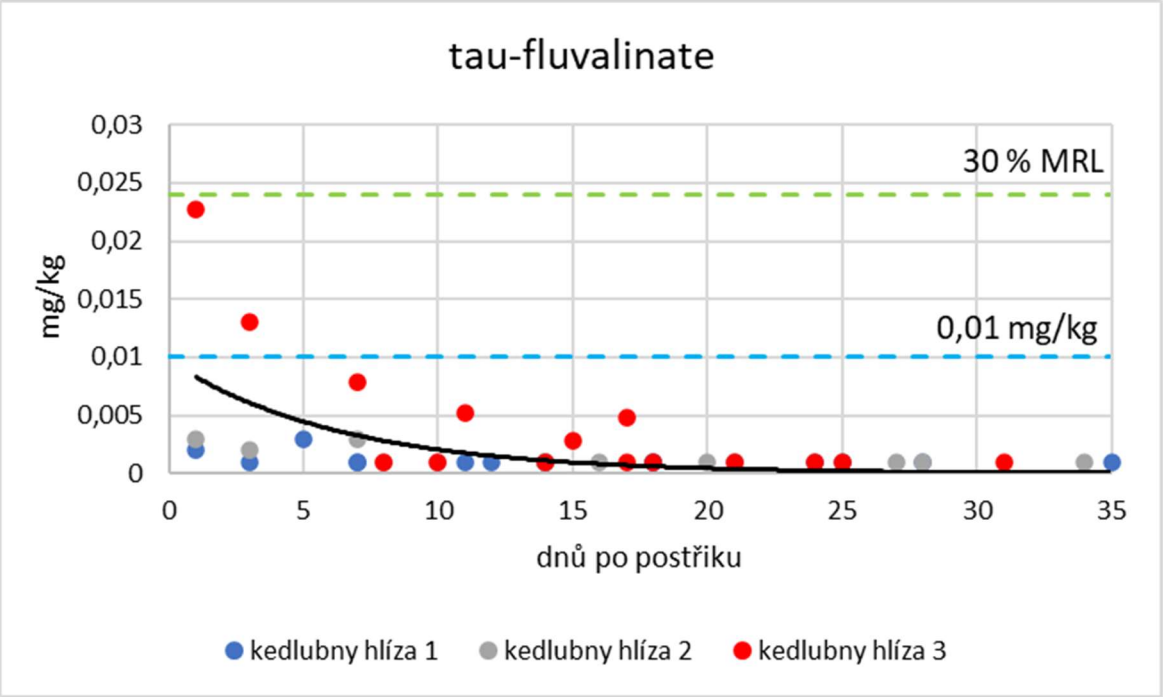


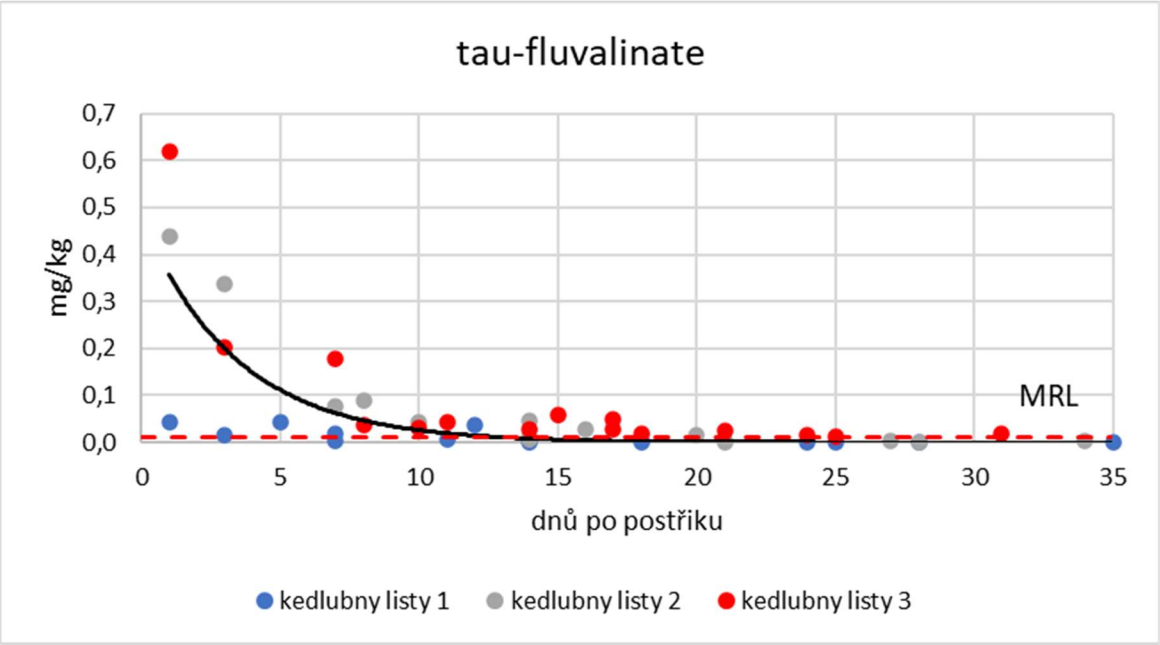
G13: Průběh degradace spirotetramatu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech





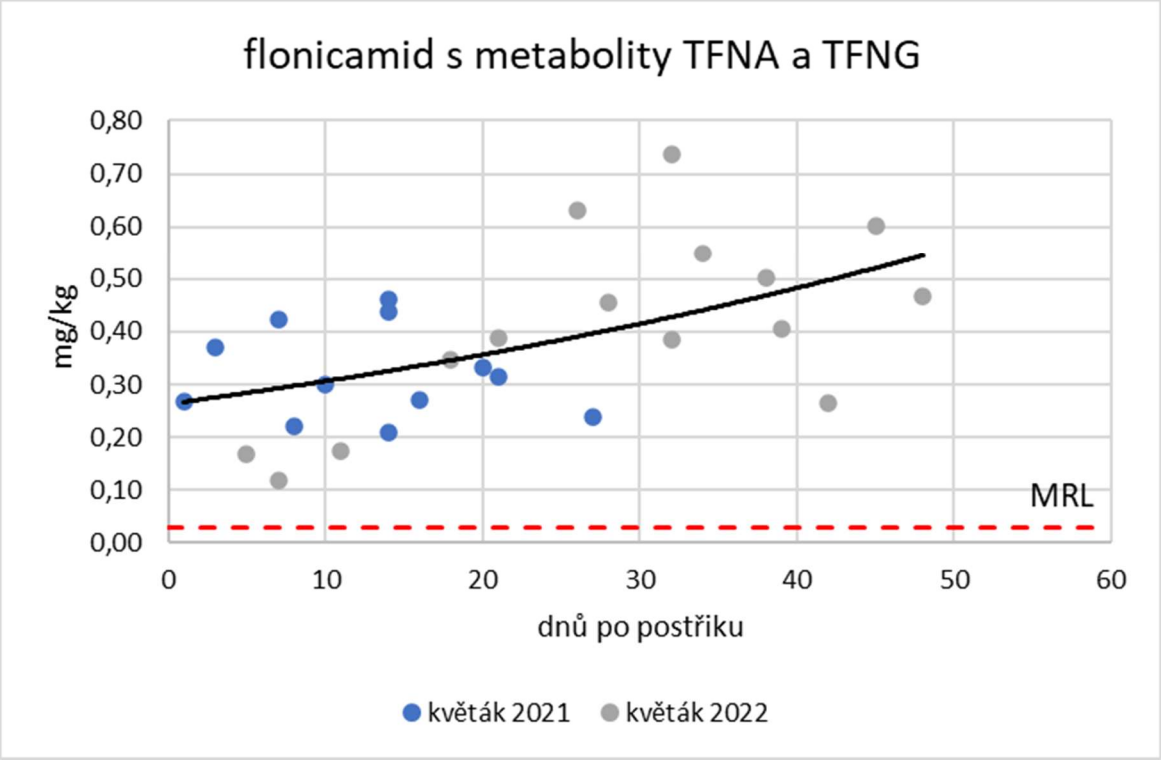
G14: Průběh degradace tau-fluvalinatu v kedlubnách – odděleně v hlíze a v listech



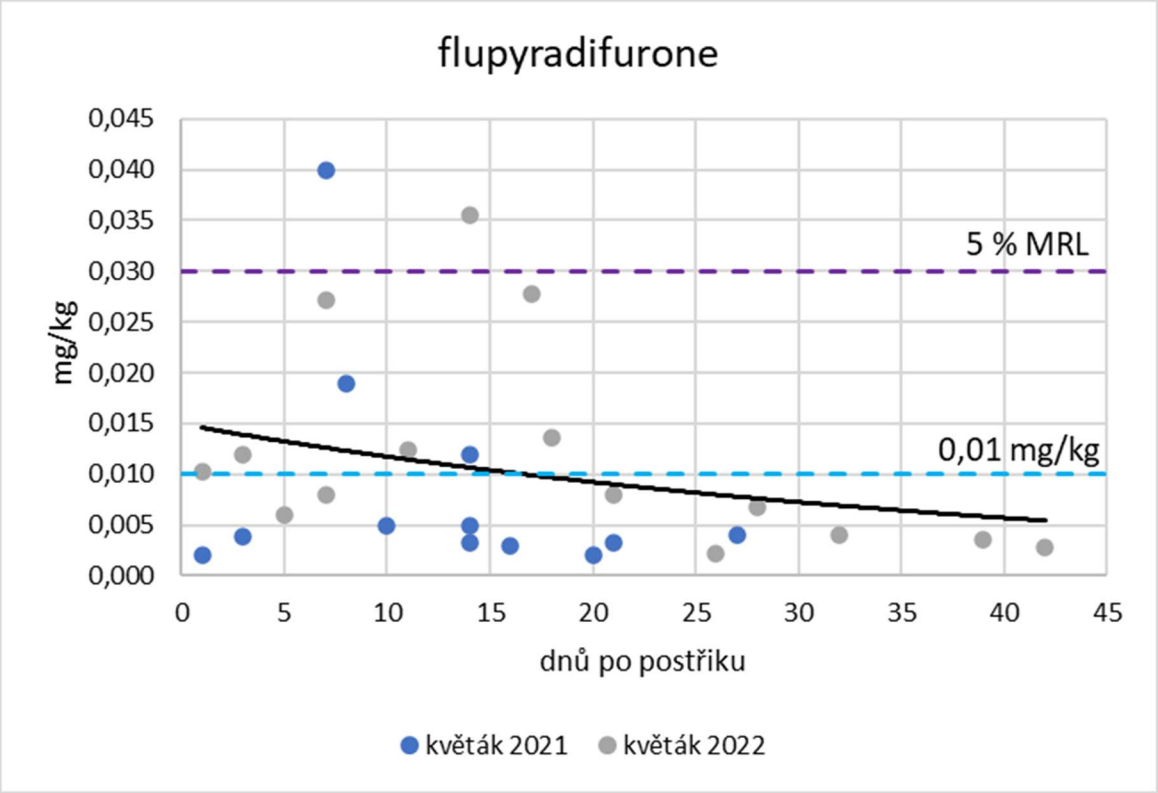


Květák:

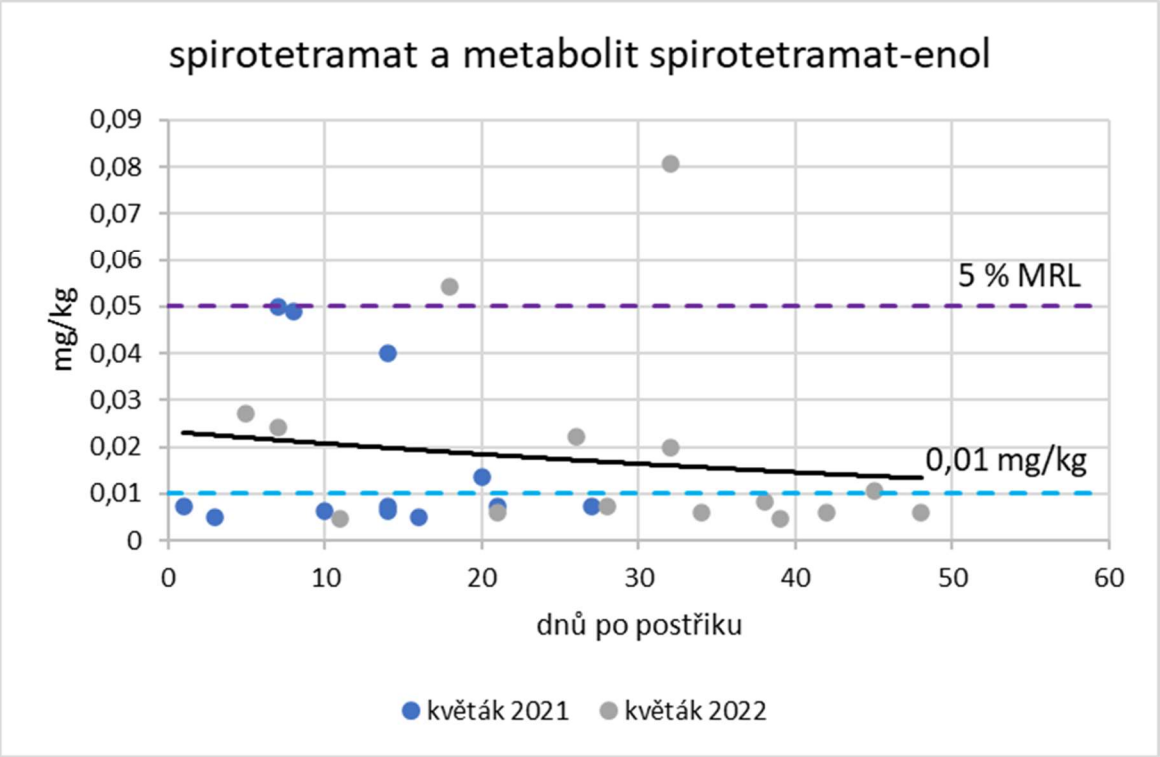
G15: Průběh degradace flonicamidu v květáku



G16: Průběh degradace flupyradifuronu v květáku

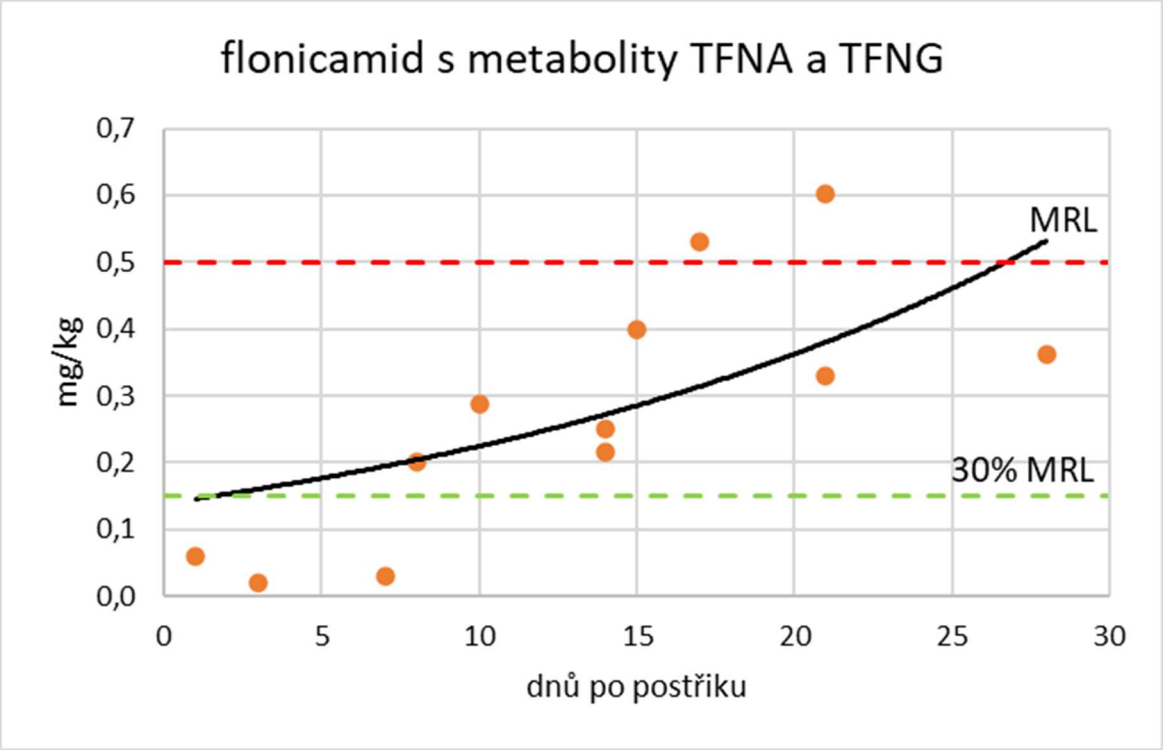


G17: Průběh degradace spirotetramatu v květáku

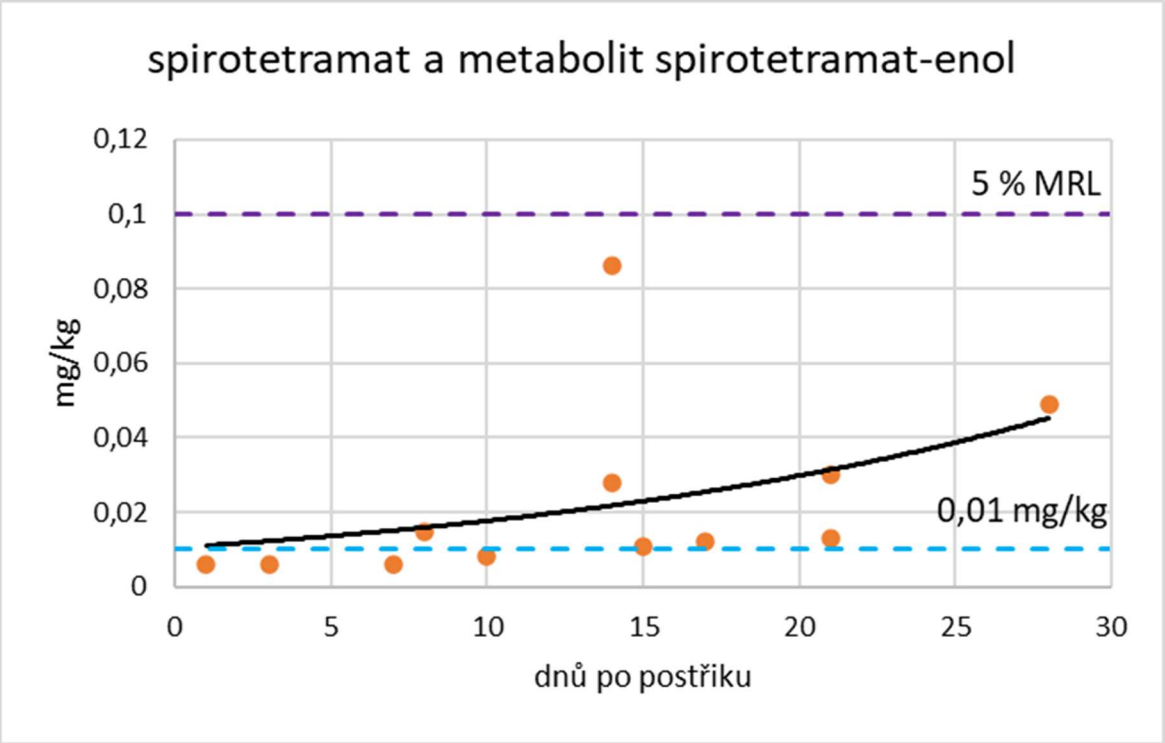


Zelí hlávkové:

G18: Průběh degradace flonicamidu v hlávkovém zelí



G19: Průběh degradace spirotetramatu v hlávkovém zelí



Název publikace:
Efektivní ochrana proti škůdcům brukvovité zeleniny v systému integrované produkce zeleniny při omezení rizik výskytu reziduí pesticidů v produktech

Autoři:
Horská, T., Kocourek, F., Stará, J., Hajšlová, J., Kocourek, V., Schusterová, D., Uttl, L

Grafická úprava obálky: Horská T., Stará J.

Vydavatel: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Adresa vydavatele: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Drnovská 507 Praha 6 Ruzyně PSČ 161 00

Tiskárna: Powerprint s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00 Praha Suchdol

Pořadí vydání: první

Rok vydání: 2023

ISBN: 978-80-7427-412-1 **ISBN**: 978-80-7427-413-8 (elektronická verze)

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Autoři:

Ing. Tereza Horská, Ph.D.

prof. RNDr. Ing. František Kocourek, CSc.

Ing. Jitka Stará, Ph.D.

prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc.

prof. Ing. Vladimír Kocourek, CSc.

Ing. Dana Schusterová, Ph.D.

Ing. Leoš Uttl

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 2023

ISBN: 978-80-7427-412-1