Certifikovaná metodika č.j.....

Hlavní rizika aplikace pesticidů pro opylovače a možnosti jejich snížení

Metodika vznikla jako jeden z plánovaných výsledků projektu TAČR s identifikačním číslem SS03010178-V1, v rámci programu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostředí pro život.

Řešiteli projektu jsou Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Výzkumný ústav včelařský, s.r.o. a ALS Czech Republic, s.r.o.

Autoři:

Doc. Ing. Jan Kazda, CSc.,
Ing. Taťána Halešová., Ing. Martina Stejskalová,
Ing. Aneta Bokšová., Ing. Dalibor Titěra, CSc., Ing. Vojtěch Purnoch,
Jaroslava Vospělová

Oponenti:
Mgr. Libuše Vlasáková, MŽP

Ing. Pavel Minář, Ph.D., ÚKZÚZ



1 Cíl metodiky:

V metodice jsou popsány vlastnosti pesticidů, které mohou ovlivnit jejich přenos do úlu. Míra repelence přípravků pro včely ovlivňuje návštěvnost porostů kvetoucích rostlin, ale tato informace chybí v charakteristice přípravků. Přitom je prokázáno, že včely výrazně odpuzuje mnoho přírodních i člověkem vyrobených látek. Repelentní přípravky na ochranu rostlin by mohly snížit návštěvnost opylovačů zejména v porostech olejnin a tím omezit množství reziduí v pylu a v medu.

V metodice byla věnována pozornost nejen insekticidů, ale i fungicidům a herbicidům. Vzhledem k nižší akutní toxicitě pro včely jsou tyto přípravky mnohem méně prozkoumány než insekticidy.

Dále je v metodice uvedeno, jak rychle se odbourávají aplikované látky v rostlinách po postřiku. Kromě kulturních rostlin (řepka, pohanka, svazenka) jsme sledovali i kvetoucí plevele. K dispozici totiž dosud nejsou ani údaje o rychlosti odbourávání přípravků v kvetoucích porostech ani o vlivu snižujícího se množství přípravků v květech na návštěvnost porostů včelami a dalšími opylovači.

V metodice je také uvedeno množství a četnost reziduí pesticidů v plástovém a v rouskovém pylu. V metodice jsou uvedeny rizikové zdroje i typy hospodářského využití krajiny, kde je nebezpečí většího obsahu reziduí pesticidů v pylu.

V metodice je uvedeno, že plástový pyl může sloužit jako dobrý indikátor znečištění krajiny reziduálními zbytky pesticidů.

2 Předpokládané využití metodiky

Podklady uvedené v metodice se mohou stát podkladem pro rozhodování orgánů státní správy ohledně ochrany opylovačů. Upřesňují se vlastnosti některých pesticidních účinných látek a na základě jejich znalostí si mohou pěstitelé vybrat látku méně rizikovou při aplikaci do porostů navštěvovaných včelami. Při vhodném výběru může zůstat zachována biologická účinnost pesticidu a současně se sníží riziko pro včely. Včelařům poskytuje základní představu o míře znečištění krajiny pesticidy a o jejich množství v pylu. Na základě údajů uvedených v metodice je možná diskuze s pěstiteli o výběru pesticidů, které se aplikují na porosty navštěvované včelami.

Na poznatky uvedené v metodice je možno navázat v dalším výzkumu a využít poznatky uvedené v metodice k průběžnému monitorování zatížení naší krajiny rezidui pesticidů. Tyto poznatky by mohly sloužit i ke změně klasifikace nebezpečnosti některých pesticidních látek pro včely a další opylovače.

Klíčová slova

Včela medonosná, pesticidy, rezidua pesticidů v pylu, repelence pesticidů pro včely, odbourávání pesticidů v rostlinách, obsah pesticidů v květech

3 Obsah

Obsah

1 Cíl metodiky: 2

2 Předpokládané využití metodiky 2

3 Obsah 3

4 Úvod 5

5 Metoda přímého lákání 6

5.1 Metodika porovnávání repelence pesticidů pro včely 6

5.2 Metodika porovnávání repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid) 9

5.3 Výsledky metody přímého lákání 11

5.3.1 Repelence komerčních přípravků na ochranu rostlin 11

5.3.2 Porovnání repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid) 14

6 Detekce reziduí pesticidů v pylu 16

6.1 Metodika detekce reziduí v pylu 16

6.1.1 Odběr vzorků pylu 16

6.1.2 Popis lokalit odběru vzorků pylu 17

6.1.3 Metodika pro stanovení pesticidů a jejich metabolitů 20

6.2 Výsledky detekce pesticidů v pylu 21

6.2.1 Celkový obsah reziduí pesticidů 21

6.2.2 Fungicidní účinné látky 21

6.2.3 Herbicidní účinné látky 22

6.2.4 Insekticidní účinné látky 23

6.3 Obsah reziduí pesticidů podle převažujících kultur v dosahu doletu včel. 26

6.3.1 Vzorky z lokality Veletov 26

6.3.2 Vzorky z lokality ČZU Praha 27

6.3.3 Vzorky z lokality Červené Janovice 29

6.3.4 Vzorky z lokality Dol – Máslovice 29

6.4 Vyhodnocení nejčastěji se vyskytujících pesticidních látek 31

6.5 Změny ve výskytu rezidua chlorpyrifosu, thiaklopridu a acetamipridu v letech 2017–2023 32

6.6 Obsah pesticidů v pylu v závislosti na období jeho sběru včelami 34

6.6.1 Acetamiprid 34

6.6.2 Chlorpyrifos 36

6.6.3 Thiakloprid 36

6.6.4 Azoxystrobin 38
6.6.5 Chloridazon 38
6.6.6 Boscalid 40
6.6.7 Pendimetalin 40
6.6.8 Tebukonazol 41
7 Změny v obsahu účinných látek pesticidů v květu po aplikaci 42
7.1 Používání fungicidů v České republice 42
7.2 Používání herbicidů v České republice 43
7.3 Vliv fungicidů a herbicidů na včely 43
7.4 Metodika 43
7.5 Charakteristika látek použitých v pokusech 45
7.6 Výsledky 45
7.6.1 Aplikace na kvetoucí porost řepky 45
7.6.2 Aplikace na kvetoucí porost svazenky 48
7.6.3 Aplikace na kvetoucí porost pohanky 50
7.6.4 Aplikace na kvetoucí louku 52
8 Závěr 56
9 Srovnání nového postupu 56
10 Popis uplatnění metodiky 56

4 Úvod

Včely jsou v naší krajině častým a známým hmyzem. V roce 2022 bylo v České republice registrováno 56 474 členů, kteří chovali 610 209 včelstev. Česká republika patří k nejzavčelenějším zemím v Evropě. Průměrná hustota 8 úlů na km^2 je třetí největší v Evropské unii a počet českých chovatelů včel přepočtený na 10 000 obyvatel (57,8 chovatelů /10 000 obyvatel) je dokonce nejvyšší v Evropské unii. Čeští včelaři vyprodukují více než 6000 tun medu ročně.

Od začátku 21. století se celosvětově významně zvyšují negativní dopady rostoucí lidské populace na přírodu. Tyto dopady můžeme vidět i v České republice, kde významně ubývá rostlinných i živočišných druhů. Tyto nepříznivé změny poškodily i volně žijící opylovače, kteří jsou nezbytně důležití nejen pro opylení mnohých kulturních plodin, ale rostlin obecně.

U našeho nejvýznamnějšího opylovače včely medonosné sice zavčelenost našeho území stoupá, ale projevuje se řada problémů především s úživností krajiny, se zdravotním stavem včelstev či jejich vitalitou. Za příčinu mnoha problémů se často označuje intenzivní zemědělská výroba na velkých půdních celcích, která ovlivňuje opylovače hojně se vyskytující v kvetoucích plodinách jako je řepka a slunečnice.

Žlutá pole kvetoucí řepky na 16 % orné půdy jsou v jarním období hlavní nektarodárnou a pylodárnou plodinou zemědělské krajiny po odkvětu stromů. Téměř desetkrát menší plocha slunečnice má však pro opylovače také velký význam svým květem v letním období, kdy v krajině rychle ubývá dalších zdrojů potravy pro opylovače.

U řepky i slunečnice se podobně jako u ostatních polních plodin sice provádí podle zákona ochrana proti škodlivým organizmům dle zásad integrované ochrany rostlin, ale vzhledem k velkému tlaku škodlivých organizmů v obou plodinách dochází k častým aplikacím herbicidů, fungicidů a insekticidů.

Toxicita přípravků na ochranu rostlin pro včely je dobře známá a v současné době se při splnění všech legislativních podmínek hromadné otravy včel vyskytují pouze sporadicky. Objevují se však poznatky, že i aplikace mírně toxických přípravků, může být pro opylovače velmi nebezpečná. Včely s pesticidy přicházejí do styku na ošetřených rostlinách nebo když létají nad kontaminovanou oblastí a absorbují toxické částice ve vzduchu. Zejména rezidua pesticidů donesená do úlu s potravou, mohou nepříznivě ovlivňovat vývoj a životní cyklus včel.

Pesticidy v úlech však nemusí pocházet jen z aktuálně provedených aplikací, ale i z kontaminace v minulých letech. Rezidua pesticidů se však do úlu mohou dostat i z jiných než zemědělsky obhospodařovaných ploch. Podle Českého hydrometeorologického ústavu se vyskytují rezidua pesticidů v České republice jak v podzemních, tak i v povrchových vodách. Včely si tedy mohou přinést do úlu i vodu kontaminovanou těmito látkami.

Pesticidy mohou kontaminovat i včelí produkty, které jsou součástí lidské výživy. Analýzy reziduí pesticidů včelích produktů tak chrání nejen včely, ale také lidi, jako jejich konzumenty. Toto monitorování může navíc poskytnout informace o používání pesticidů v okolí úlů. Včelí produkty, zejména pyl, mohou být použity jako bioindikátory pro posouzení dopadů aplikace pesticidů na životní prostředí.

Včely přináší do úlu obrovské množství „dílčích vzorků“, které mohou obsahovat antropogenní látky. Včely sbírají v přírodě květový nektar, který je pro včely zdrojem energie

a pyl, který je jediným zdrojem bílkovin. Jedno včelstvo včely medonosné spotřebuje během roku několik desítek kilogramů medu a pylu.

Kvůli jednomu kilogramu medu musí včely navštívit okolo 4 milionů květů, přičemž v úle v produkčním období může být okolo 50 000 dělnic. K nasbírání 1 kg medu musí včely vyletět asi 16.000krát z úlu. Včely navštěvují květy obvykle do 1 km od úlu, ale v případě potřeby se mohou dostat při sběru potravy až do vzdálenosti 6 km. Včely přináší látky k produkci medu i v místech, kde nejsou kvetoucí rostliny, protože k produkci medu využívají i medovici hmyzu s bodavě savým ústním ústrojím. Při tvorbě pylového rousku musí včely navštívit asi 80 květů. Silné včelstvo za den přinese za příznivých podmínek až 1 kg pylu, který ve velkém množství konzumují hlavně mladé včely krmící larvy.

Cílem našeho výzkumu bylo zjistit, jak ovlivňuje návštěvnost porostů kvetoucích rostlin aplikace přípravků na ochranu rostlin, protože v jejich charakteristice zcela chybí informace o míře repelence těchto látek pro opylovače. Přitom je prokázáno, že včely výrazně odpuzuje mnoho přírodních i člověkem vyrobených látek. Repelentní přípravky na ochranu rostlin by mohly snížit návštěvnost opylovačů zejména v porostech olejnin a tím omezit množství reziduí v pylu a v medu.

Ve svém výzkumu jsme se chtěli zaměřit nejen na insekticidy, ale i fungicidy a herbicidy. Vzhledem k nižší akutní toxicitě pro včely jsou tyto přípravky mnohem méně prozkoumány než insekticidy.

Dále jsme chtěli zjistit, jak rychle se odbourávají aplikované látky v rostlinách po postřiku. Kromě kulturních rostlin (řepka, pohanka, svazenka) jsme sledovali i kvetoucí plevele. K dispozici totiž dosud nejsou ani údaje o rychlosti odbourávání přípravků v kvetoucích porostech ani o vlivu snižujícího se množství přípravků v květech na návštěvnost porostů včelami a dalšími opylovači.

Dále jsme chtěli také sledovat množství reziduí pesticidů v plástovém v pylu. Tato rezidua mohou být pro včely potencionálně velmi nebezpečná. Je prokázáno, že se tato rezidua pesticidů se zachovávají v plástovém pylu velmi dlouhou dobu. V období nedostatku venkovního pylu se pylové zásoby v úlu stávají důležitou potravou pro plod. K otravě či oslabení včelstva tak může dojít i několik měsíců po aplikaci přípravků a poškození včelstvech je velmi těžko vysvětlitelné.

5 Metoda přímého lákání

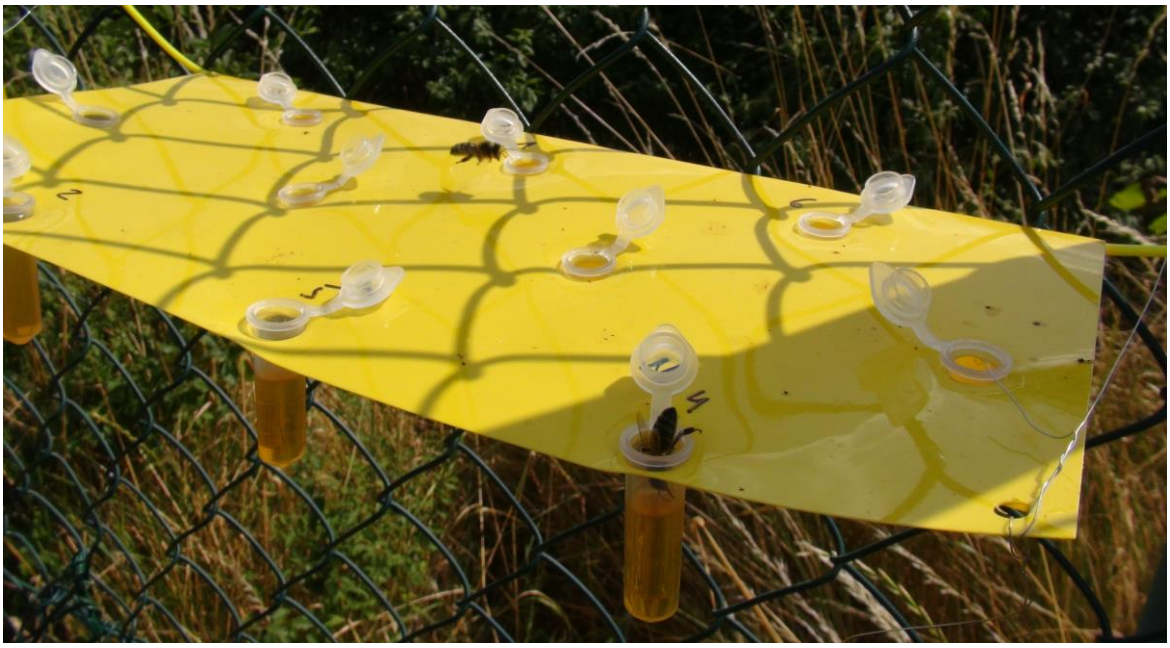
Pro přesné zjištění stupně repelence přípravků na ochranu rostlin byla použita metoda přímého lákání.

5.1 Metodika porovnávání repelence pesticidů pro včely

Do upraveného medu, který měl obdobnou konzistenci a složení jako nektar řepkového květu, bylo vmícháno množství přípravku, které by reálně dopadlo na 1 květ čili na 1cm2 a přepočítáno na koncentraci podle obvyklého množství nektaru v květech. Tyto roztoky medu a přípravku byly přelity do epruvet (= plastových uzavíratelných zkumavek), kdy každá epruveta obsahovala 2 ml roztoku. Jako kontrola byl zvolen upravený med podle parametrů řepkového nektaru. Každá varianta se skládala ze 4 totožných destiček, kdy 1 destička obsahovala 6

epruvet s různými přípravky a 4 epruvety kontrolních roztoků. Destičky držící epruvety byly ze žlutého plastu, aby byly pro včely nápadné. Tyto destičky byly umístěny na plotě ve výšce cca 1,5 m (obr.1).

Obrázek 1 Žlutá destička s epruvetami použitá v metodě přímého lákání



Na stanovišti včelstev ve Veletově nebylo možné zavěsit žluté destičky nesoucí sady epruvet s roztokem na plot. Z tohoto důvodu byly destičky přidělány na přívěsný vozík a při větší návštěvnosti včel byl vozík posunut. Při posunutí pastvy i o pár metrů ztrácely včely orientaci v terénu. Hledaly pastvu jinde. I včely na deskách se při mírných otřesech vznesly do vzduchu. I v plných epruvetách nebyl změněn obsah roztoku. Včely byly donuceny se znovu rozhodnout nad tím, kterou epruvetu si vyberou jako zdroj potravy. Při ucpání včel v epruvetách bylo možno použit dlouhého peanu na vytáhnutí včel ven nejlépe za křídlo (obr.2).

Obrázek 2 Žluté destičky umístěné na vozíku



Měření bylo desetkrát zopakováno s tím, že epruvety s různými zkoušenými látkami byly vždy zařazeny do pokusu v jiném pořadí, aby si včely nenavykly na přesnou pozici určité látky. Každá zkoušená látka byla tedy v pokusu ověřena nejméně ve 40 opakování. Všechny epruvety z jedné varianty byly naráz otevřeny a včely začaly odsávat pro ně atraktivní roztoky. V době, kdy byl odsátý veškerý roztok z nejatraktivnější epruvety, se zaznamenalo zbývající množství roztoku v ostatních epruvetách. Následně bylo zbylé množství v epruvetách zváženo a zaznamenáno (obr.3).

Obrázek 3 Včely odebírají zkušební roztoky



Pokus s komerčními fungicidy a insekticidy probíhal na pokusném pozemku České zemědělské univerzity v Praze, Výzkumném ústavu včelařském v Dole u Prahy a na včelařské farmě Veletov (okr. Kolín). Celkem bylo vyzkoušeno 37 přípravků na ochranu rostlin. Čtyři z těchto přípravků je možno využít i podle pravidel ekologického zemědělství. Zkoušena byla dávka odpovídající registrované dávce do řepky (tab. 1). Pokus probíhal každoročně od července do začátku srpna, vždy za příhodných podmínek pro let včel.

Tabulka 1 : Přípravky použité v metodě přímého lákání

Přípravek	**Biologická funkce**	**Dávka /ha**	**Účinná látka**
Aceptir 200 SE	Insekticid	0,20 l	acetamiprid
Actipir 480 EC	Insekticid	0,60 l	chlorpyrifos
Apel	Fungicid	1,00 l	prochloraz + propikonazol
Apis 200 SE	Insekticid	0,20 l	acetamiprid
Atonik	Regulátor	0,60 l	2-metoxy-5-nitrofenol Na + 2-nitrofenol Na + 4-nitrofenol Na
Avaunt 15 EC	Insekticid	0,17 l	indoxakarb

Biscaya 240 OD	Insekticid	0,30 l	thiakloprid
Daskor	Insekticid	0,63 l	cypermethrin + chlorpyrifos-metyl
Dithane	Fungicid	20 g/6 l/100 m^2	*Mancozeb*
Dominátor	Hebicid	3–4 l	*Glyphosate*
Fyfanon 440 g/L EW	Insekticid	2,00 l	malation
Garland Forte	Hebicid	0,5-0,8 l	*Propaquizafop*
Horizon 250 EW	Fungicid	1,00 l	tebukonazole
Infinito	Fungicid	1,6 l	*Fluopicolide*, *Propamocarb hydrochloride*
Karate se Zeon technologií 5 CS	Insekticid	0,10 l	lambda – cyhalothrin
Korvetto	Hebicid	1 l	*Fluopicolide*, *Propamocarb hydrochloride*
Lontrel 300	Hebicid	0,4 l	*Clopyralid*
Mavrik Smart	Insekticid	0,20 l	taufluvalinát
Mospilan 20 SP	Insekticid	0,10 kg	acetamiprid
Narita	Fungicid	0,5 l	*Difenoconazole*
NeemAzal EZ	Insekticid	3,00 l	*azadirachtin*
Nurelle D	Insekticid	0,60 l	chlorpyrifos + cypermethrin
Ortiva	Fungicid	1,00 l	azoxystrobin
Pictor	Fungicid	0,50 l	boskalid
Plenum	Insekticid	0,15 kg	pymetrozin
Propulse	Fungicid	1,00 l	fluopyram + prothiokonazol
Prosaro 250 EC	Fungicid	0,75 l	prothiokonazol + tebukonazol
Proteus 110 OD	Insekticid	0,75 l	thiakloprid + deltametrin
Reldan 22	Insekticid	2,00 l	chlorpyrifos metyl
Revus	Fungicid	0,6 l	*Mandipropamid*
Rock Effect EZ	Insekticid	1-3%	*Pongamia pinnata oil*
SpinTor EZ	Insekticid	0,6 l	*Spinosad*
Spruzit EZ	Insekticid	120 ml/m^2	*Rapeseed oil, Pyrethrins*
Sumi Alpha 5 EW	Insekticid	0,15 l	esfenvalerate
Topsin	Fungicid	1,4 l	*Thiophanate-methyl*
Trebon OSR	Insekticid	0,20l	etofenprox
Vaztak 10 EC	Insekticid	0,10 l	alfa alfa – cypermethrin

EZ – možno použít i v ekologickém zemědělství

U vybraných přípravků, kde byla zjištěna vysoká repelence pro včely (Trebon OSR, Vaztak 10 EC, Apel a Horizon) byla zkoušena i dávka poloviční a čtvrtinová vzhledem k registrované dávce přípravků na ochranu rostlin. Specifické pozorování bylo provedeno u přípravku Nurelle D, kde bylo zkoušeno ředění na polovinu, čtvrtinu, osminu, šestnáctinu a dvatřicetinu registrované dávky.

5.2 Metodika porovnávání repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid)

Případné změny v repelenci samostatně aplikovaných přípravků byly zkoušeny při použití aplikace tank – mixů insekticid + fungicid. Tato aplikace se používá v praxi velmi často. Za modelový příklad byly vybrány již dříve zkoušené přípravky na ochranu rostlin – pro včely málo repelentní fungicid Pictor a silně repelentní fungicid Prosaro. Tyto fungicidy

byly míchány s často používanými insekticidy s různým stupněm zjištěné repelence. Výsledky byly porovnány s aplikací samotných pesticidů. Pokus probíhal podle popsaných obecných zásad metody přímého lákání. Uvedené kombinace jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Přípravky a účinné látky použité v metodě přímého lákání – tank - mix

Přípravek	**Dávka/ ha**	**Účinná látka**
Bariard	0,3 l	thiakloprid
Bariard + Pictor	0,3 l + 0,5 l	thiakloprid + dimoxystrobin, boskalid
Bariard + Prosaro	0,3 l + 0,75 l	thiakloprid + prothiokonazol, tebukonazol
Nurelle D	0,6 l	chlorpyrifos, cypermethrin
Nurelle D + Pictor	0,6 l + 0,5 l	chlorpyrifos, cypermethrin + dimoxystrobin, boskalid
Nurelle D+ Prosaro	0,6 l + 0,75 l	chlorpyrifos, cypermethrin + prothiokonazol, tebukonazol
Mospilan SL	0,36 l	acetamiprid
Mospilan SL + Pictor	0,6 l + 0,5 l	acetamiprid + dimoxystrobin, boskalid
Mospilan SL + Prosaro	0,6 l + 0,75 l	acetamiprid + prothiokonazol, tebukonazol
Trebon OSR	0,2 l	etofenprox
Trebon OSR + Pictor	0,6 l + 0,5 l	etofenprox + dimoxystrobin, boskalid
Trebon OSR + Prosaro	0,6 l + 0,75 l	etofenprox + prothiokonazol, tebukonazol
Pictor	0,5 l	dimoxystrobin, boskalid
Prosaro	0,75 l	prothiokonazol, tebukonazol

5.3 Výsledky metody přímého lákání

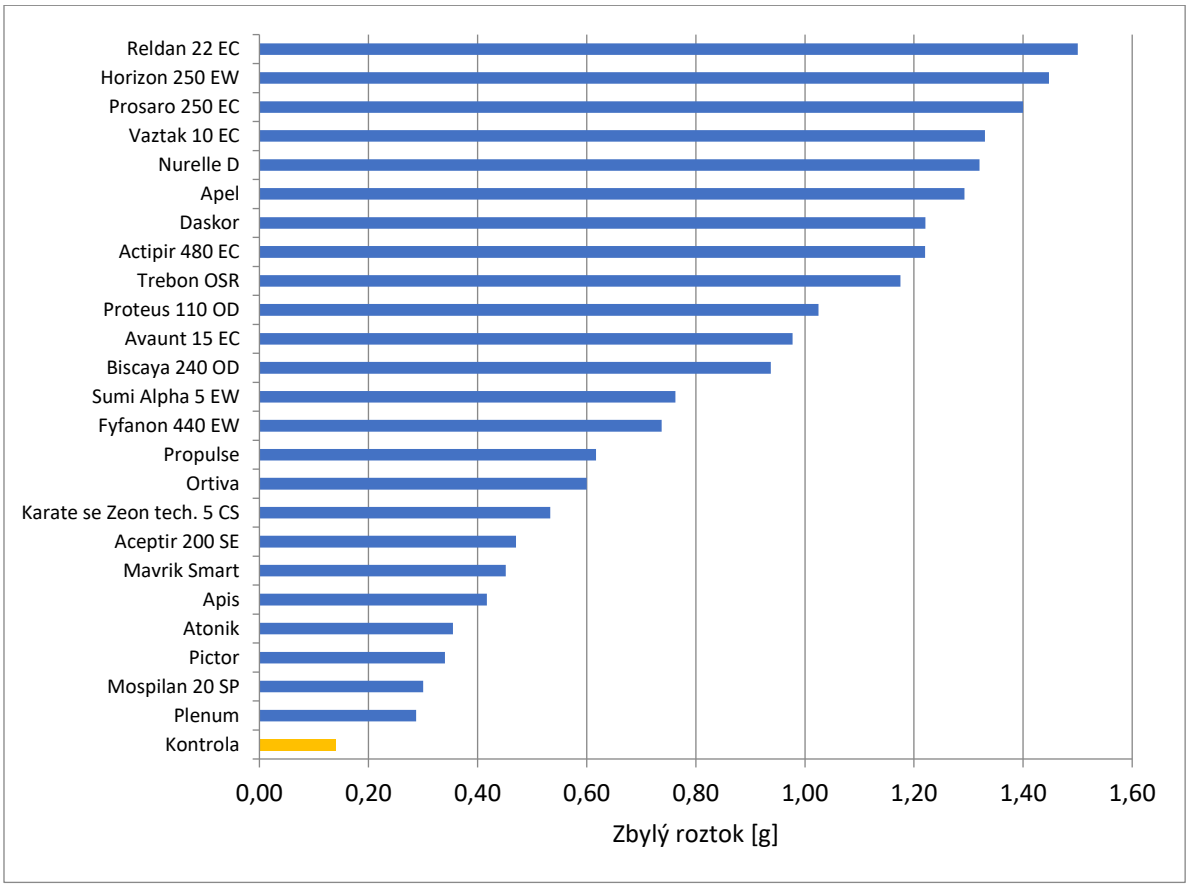
5.3.1 Repelence komerčních přípravků na ochranu rostlin

Mezi přípravky jsou v repelenci pro včely velké rozdíly (graf 1). Delší sloupec znázorňuje větší množství zbylého pokusného roztoku, který na včely působí repelentně, a proto ho včely neodebírají. Téměř bez povšimnutí zůstaly roztoky s přípravky Reldan 22 EC, Horizon 250 EW, Prosaro 250 EC, Vaztak 10 EC či Nurelle D. Mezi málo repelentní přípravky pro včely jistě můžeme zařadit přípravek Pictor, Plenum, Mospilan 20 SP a Atonik. Přípravek Pictor byl dokonce jako jediným přípravkem, který včely leckdy vypily dříve než čistý upravený med, který byl používaný jako kontrola.

Insekticidy a fungicidy jsou různě repelentní a není možno označit jednu či druhou skupinu pesticidů za více či méně repelentní.

Z výsledků celkově vyplývá, že repelence přípravků pro včely je nový specifický pojem, který není závislý na dalších charakteristických vlastnostech pesticidů: účinnost na různé skupiny škodlivých organizmů, toxicita pro včely, účinná látka nebo formulace.

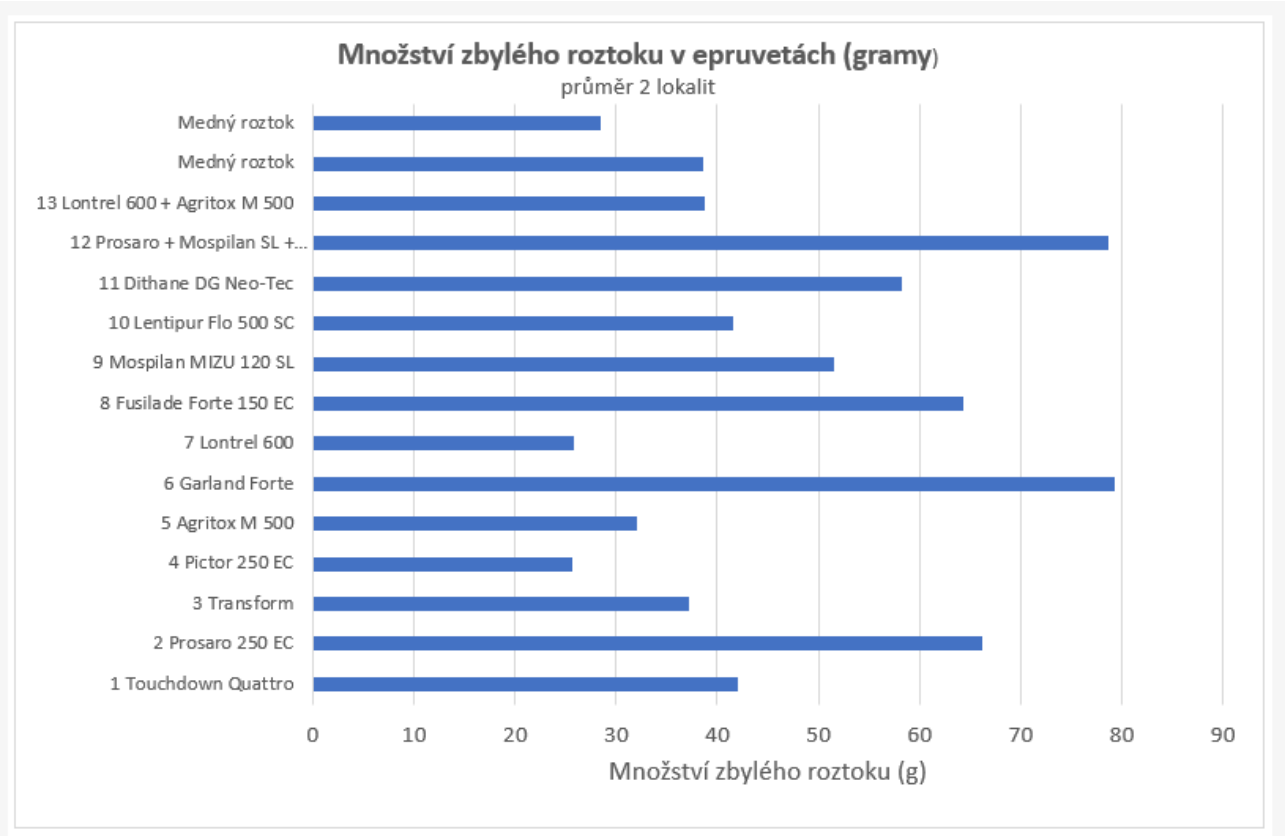
Graf 1: Repelence přípravků na ochranu rostlin pro včely,



Z grafu 2 vyplývá, že mezi repelentní přípravky patří fungicid Prosaro 250 EC a graminicidy Garland Forte a Fusilade Forte a také fungicid Dithane DG .

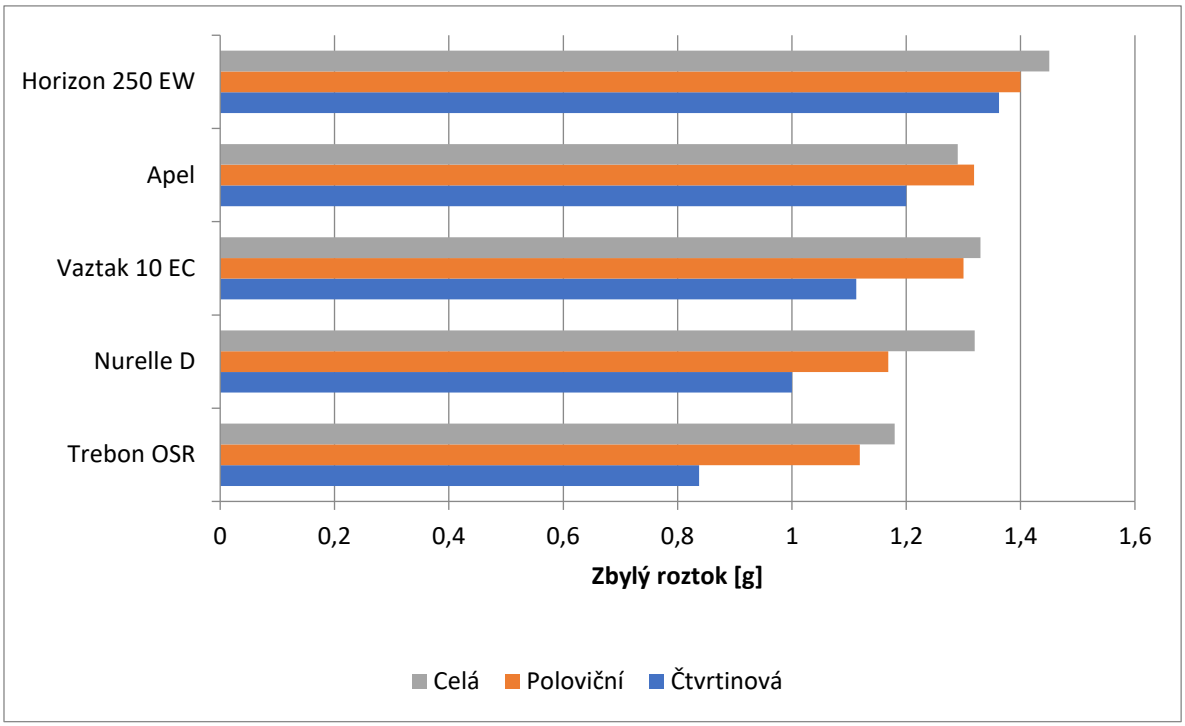
Nejméně repelentní jsou fungicid Pictor 250 EC) a herbicid Lontrel 600 . Tyto dva přípravky byly atraktivnější než čisté medné roztoky. I další varianty Transform a Agritox M 500 jsou pro včely velmi atraktivní.

Graf 2: Repelence přípravků na ochranu rostlin pro včely -pokračování



V grafu 3 jsou znázorněny výsledky ředění vybraných přípravků vykazující vysokou repelenci pro včely. Poloviční koncentrace přípravku Nurelle D zvýšila odběr včelami pouze o 0,1 g z celkového množství 1,6 g, což stále dokazuje vysokou repelenci přípravku pro včely. Přípravek Apel měl dokonce vyšší repelenci v poloviční dávce. Čtvrtinovým naředěním se snížila repelence přípravku Trebon OSR o 29 % oproti počátečnímu odběru včelami celé dávky přípravku. Obdobně se snížila repelence i u přípravku Nurelle D – o 25 %. Avšak u přípravků Apel a Horizon 250 EW se zvýšila atraktivita pro včely v odebírání tohoto naředěného roztoku o pouhých 7 %. Výsledky v grafu 3 ukazují, že některé přípravky jsou repelentní pro včely i v dávkách nižších, než jsou dávky registrované. Toto zjištění je dobré, protože zemědělské podniky mohou aplikovat na porost přípravky v nižší než doporučené dávce na hektar, ale i když sníží dávku na polovinu, tak se u testovaných přípravků stejně udrží vysoká repelence pro včely.

Graf 3: Repelence vybraných přípravků na ochranu rostlin v závislosti na ředění

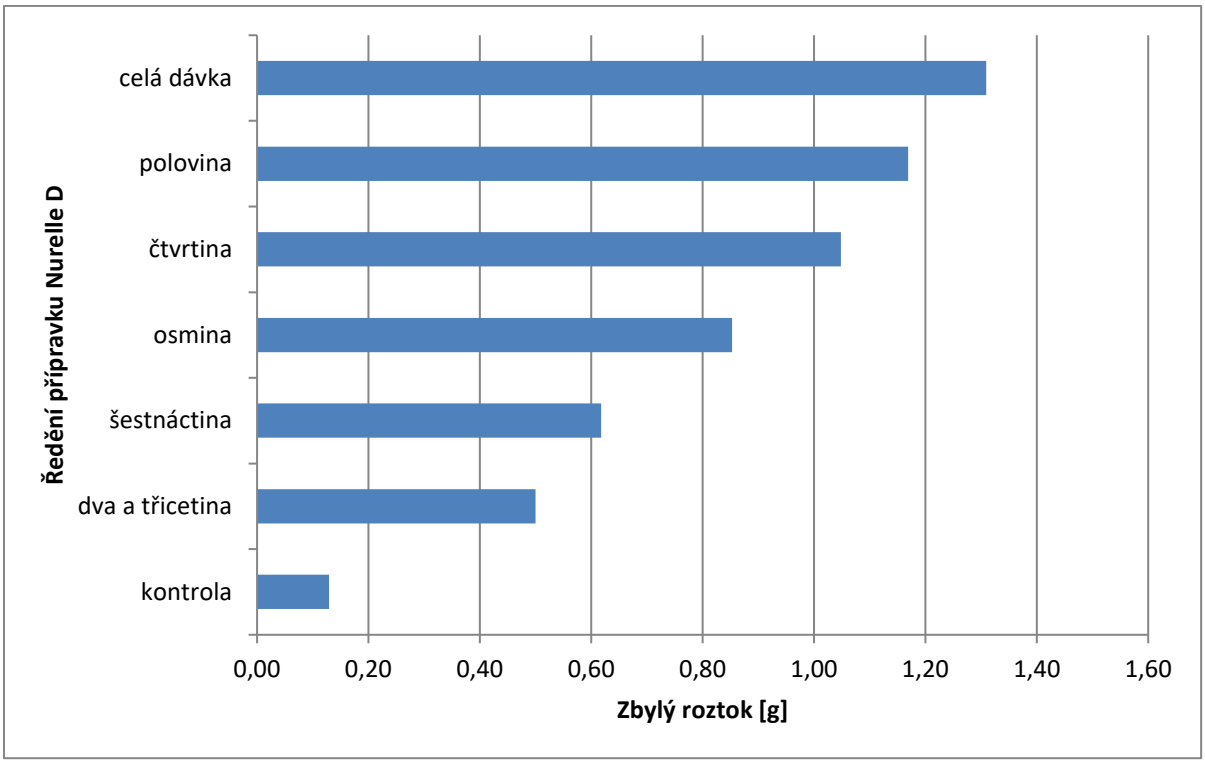


Přípravek Nurelle D byl v této metodě testován ještě podrobněji, a to v celé řadě jeho ředění. Jak ukazuje graf 4 pokles repelence u přípravku Nurelle D v ředící řadě je zřejmá. Repelence se snižuje relativně pravidelně v závislosti na snížení koncentrace přípravku. Při poklesu koncentrace na polovinu předešlé dávky klesne repelence zpočátku o cca 15 % a ke konci řadící řady přibližně o 35 %. Poslední ředící koncentrace – jednadvaatřicetina základního množství má stále ještě střední repelenci. Tato koncentrace přípravku Nurelle D v medu je již na hranici detekovatelnosti analytickými přístroji. I v této velice nízké koncentraci má vyšší repelenci, něž třetina zkoušených přípravků, v plné dávce.

Chlorpyrifos je prokazatelně velmi toxický pro včely. Účinek této látky s vysokou toxicitou byl minimalizován vysokou repelencí přípravku. Repelentní účinek přetrvával během období maximální toxicity cypermethrinu. V terénním zkoušení byl insekticid s cypermethrinem toxický pro včely, které se v průběhu aplikace či po ní krmily na porostu řepky olejné. V našich experimentech snížení doporučené dávky přípravku Nurelle D způsobilo snížení repelentního účinku. Proto je velmi důležité respektovat doporučenou dávku pro udržení repelentního účinku tohoto insekticidu. Aplikace mimo dobu, kdy včely navštěvují kvetoucí porost je velmi zřejmá, a proto by mělo být toto pravidlo plně respektováno.

Obdobné je to i u zkouženého přípravku Trebon OSR s účinnou látkou etofenprox, který dosáhl poměrně vysoké repelence pro včely, ale po zředění registrované dávky na čtvrteční rychle klesla. Etofenprox je vysoce toxický pro včely vystavené přímému ošetření na kvetoucích plodinách nebo plevelech. Pro zabití 25 % včel (LD25) potřebuje etofenprox pouhé 3 hodiny ve srovnání úč. l. chlorpyrifos (16 hodin) či úč. l. cypermethrin (96 hodinami). Poměrně vysoký repelentní účinek pesticidu Trebon, je proto důležitý obdobně jako u přípravku Nurelle D.

Graf 4: Repelence přípravku Nurelle D v závislosti na ředící řadě



5.3.2 Porovnání repelence přípravků na ochranu rostlin s jejich tank – mixy (insekticid + fungicid)

Výsledky jsou zaznamenány v grafu 5, kde jsou znázorněny právě změny v repelenci pro včely při aplikaci tank – mixu insekticid + fungicid. Do pokusu byl zařazen fungicid s prokázanou nízkou repelencí (Pictor) a s repelencí vysokou (Prosaro). Jestliže byl k insekticidům přidán pro včely málo repelentní fungicid Pictor, většinou se zvýšila repelence samotného insekticidu. Vyjímkou byl insekticid Bariard, kdy přídavek fungicidu Pictor neovlivnil atraktivitu tank-mixu. Vysoce repelentní fungicid Prosaro vždy zvýšil repelenci ve srovnání nejen se samotným insekticidem, ale i ve srovnání s kombinací insekticid + Pictor.

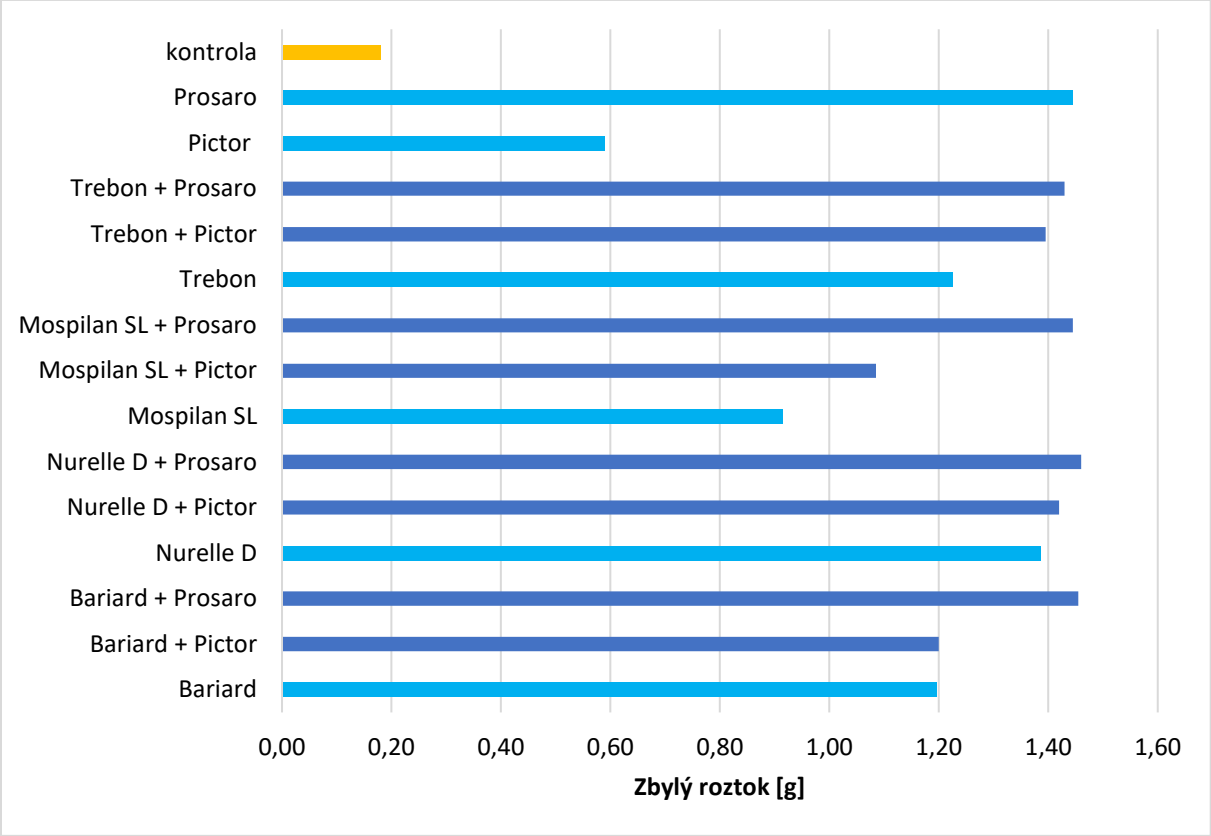
Hlavním výsledkem však zůstává, že u všech zkoušených kombinací vždy došlo ke zvýšení repelence pro včely oproti zkoušeným samostatným přípravkům.

V České republice, a také v Evropě, je velice běžná aplikace instekticidů s fungicidy, regulátory růstu, nebo hnojivy v "tank mixu" během jedné polní aplikace. Proto pokud by insekticid opylovače odpuzoval, fungicidní aplikace může tuto pozitivní vlastnost vyrušit a potencionálně lákat opylovače, kteří tím přijmou toxickou dávku insekticidu. Aby se předešlo tomuto nezamýšlenému následku, vždy by se mělo apelovat na pěstitele, aby oddělili fungicidní a insekticidní aplikace na dva samostatné úkony, čímž se předejde potencionálnímu otrávení opylovačů.

V současné době jsou známé i negativní synergické účinky neonikotinoidů s fungicidy. Fungicidy nevykazují žádné riziko pro včely, pokud jsou na porost aplikované samostatně.

V kombinaci s insekticidy ať už v tank – mixu nebo v po sobě jdoucích aplikacích fungicidu a insekticidu, však již zvyšují toxicitu insekticidů pro včely.

Graf 5: Repelence pro včely tank - mixů (insekticid + fungicid)



6 Detekce reziduí pesticidů v pylu

6.1 Metodika detekce reziduí v pylu

6.1.1 Odběr vzorků pylu

V průběhu let 2021 až 2023 byly v období duben až srpen odebírány vzorky plástového pylu z několika úlů na 4 lokalitách v České republice.

Do úlu byly v pravidelných intervalech vkládány prázdné rámky označené datem. V několika denních intervalech byly destičky kontrolovány a v případě zjištěného pylu byl pyl odebrán. Odběr byl proveden šetrně speciálním nástrojem. Odebráno bylo asi 3 gramy pylu (obr.4)

Obrázek 4 Odběr plástového pylu



V roce 2023 ve Veletově byly instalovány na úly pylochyty a v době snůšky pylu byly vždy na hodinu použity pro získání malého množství pylu (obr. 5).

Obrázek 5 Odebraný rouskový pyl



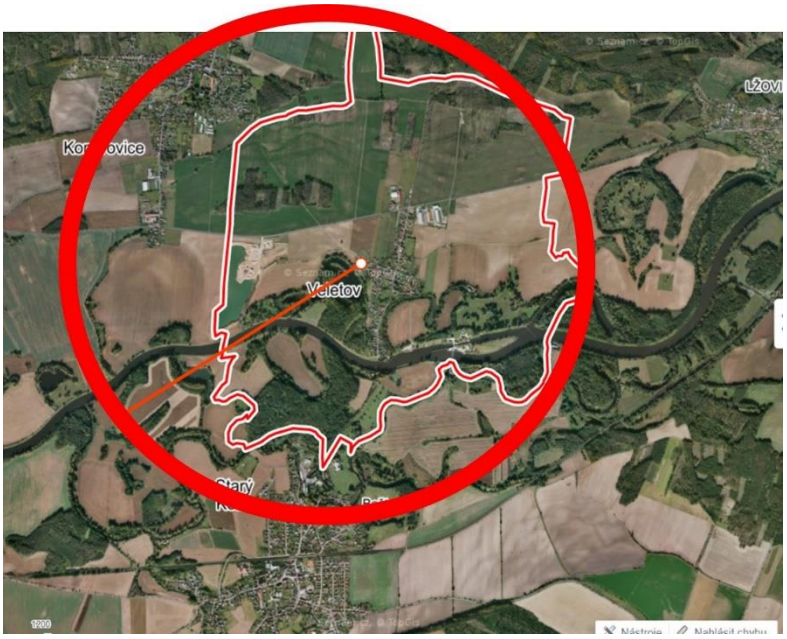
Celkově bylo odebráno 220 vzorků (z toho 66 vzorků odebraných v roce 2021, 45 vzorků v roce 2022 a 109 vzorků pylu v roce 2023).

6.1.2 Popis lokalit odběru vzorků pylu

Vzorky pylu pocházely z těchto lokalit:

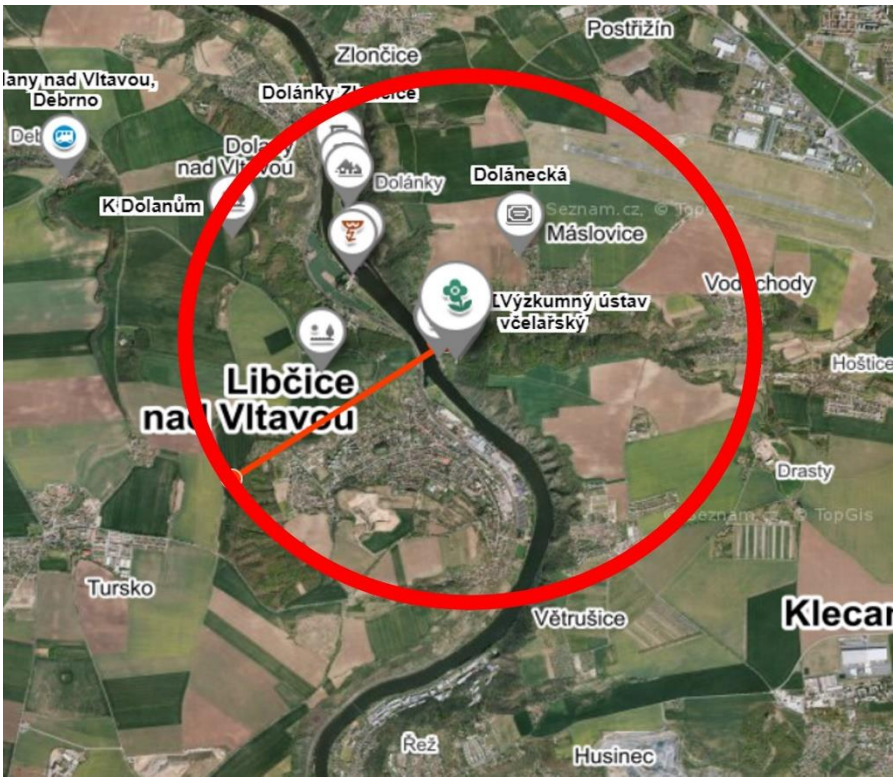
- Veletov (obr.6)
  122 vzorků pylu
  Intenzivní zemědělská krajina v okrese Kolín. V bezprostřední blízkosti stanoviště včel převládá vesnice se zahradami, lesní porost a malé množství orné půdy. V okruhu 2 km je asi 60 % orné půdy, 30 % lesní půdy a 10 % zástavby vesnického charakteru se zahradami. Nadmořská výška je cca 200 m.n.m.

  Obrázek 6 Lokalita Veletov



- Dol – Máslovice (obr.7)
  46 vzorků pylu
  Lokalita v údolí Vltavy nedaleko Libčic nad Vltavou. V bezprostřední blízkosti stanoviště včel převládá řeka, zahrádky a lesní porost. V okruhu 2 km od stanoviště včel je asi 50 % orné půdy, 30 % vesnické a městské zástavby částečně se zahradami a 20 % lesních pozemků. Nadmořská výška cca 180 m.n.m.

Obrázek 7 Lokalita Dol



- Vilémovice u Červených Janovic (obr. 8)
  25 vzorků pylu
  Lokalita mezi Čáslaví a Kutnou Horou. V bezprostřední blízkosti stanoviště včel převládá orná půda s intenzivním hospodařením a vesnice se zahradami. V okruhu 2 km od stanoviště včel je 80 % orné půdy, 10 % zástavby vesnického charakteru se zahradami a 10 % lesních porostů. Nadmořská výška cca 420 m.n.m.

Obrázek 8 Lokalita Vilémovice u Červených Janovic



- Česká zemědělská univerzita v Praze (obr.4)
  27 vzorků pylu
  Lokalita v areálu ČZU v Praze – Suchdole. V bezprostřední blízkosti stanoviště včel leží areál ČZU s parkovou a zahradní úpravou, případně experimentální malé plochy kulturních plodin a zahrady u rodinných domů. V okruhu 2 km od stanoviště včel je 20 % orné půdy, 75 % zástavby městského a vesnického charakteru se zahradami a zahrádkářskými osadami a 5 % lesních porostů. Nadmořská výška cca 270 m.n.m.

Obrázek 9 Lokalita ČZU Praha



6.1.3 Metodika pro stanovení pesticidů a jejich metabolitů

Byla provedena analýza na 120 pesticidních látek a jejich metabolitů. V roce 2023 byly do rozboru řazeny i pyretroidy. U vzorků pylu bylo nalezeno 39 účinných látek.

6.1.3.1 Metoda pro stanovení pesticidů a jejich metabolitů.

Vzorky pylu jsou před vlastním stanovením zamraženy. Pro analýzu pesticidů se naváží 1 g vzorku pylu. Ke vzorku se přidá interní standard a 5 ml MQ vody. Vzorek se krátce manuálně protřepe. Dále se do centrifugační kyvety přidá 10 ml ACN a vzorek se extrahuje na automatické třepačce po dobu 10 min. Po tomto uvedeném extrakčním kroku se ke vzorku přidájí 3 ml hexanu, z důvodu odstranění nežádoucí tukové matrice. Ke vzorku se následně přidají QuEChERS soli jako v případě zemin, tedy (1g NaCl a 4g MgSO4, 1g Na3 citrát a 0,5g Na2 citrát). Po centrifugaci vzorku se odebere 9 ml acetonitrilové fáze do jednorázové plastové zkumavky a přidají se čistící soli (0.9 g MgSO4, 0.15 g PSA a 0.15 g C18). Po následné centrifugaci je odebráno 6 ml přečištěného extraktu, který je následně odfoukán lehkým proudem N_2. Analyty jsou rekonstituovány v 1 mL 5mM octanu amonného, převedeny do vialky a analyzovány metodou LC-MS.

6.1.3.2 LCMS ANALÝZA

Všechny cílové analyty se stanovují metodou kapalinové chromatografie ve spojení s tandemovou hmotnostní detekcí (UPLC-MS/MS). Separace analytů se provádí pomocí kapalinového chromatografu Acquity UPLC I-Class od firm Waters (USA), na kolonách Acquity UPLC BEH C_{18} 1.7 µm (2,1 x 100 mm), (Waters, USA). V metodách je teplota kolon nastavena na 40°C a nástřikový objem vzorků 50 µL. Pro optimální separaci je použita gradientová eluce analytů. Mobilní fáze A je tvořena 5mM octanem amonným a MeOH (mobilní fáze B). Detekce analytů se provádí na přístrojích XEVO TQ/TQ-XS (Waters,

USA), pracující s elektrosprejem v pozitivním i negativní módu (ESI+/ESI-). Nastavení základních parametrů MS metod je následující: Capillary voltage (1000-2000 V), cone voltage (dle specifického nastavení analytů), desolvation temperature (400-600°C), source temperature (150°C), desolvation gas flow (1000 L/Hr). Cílové analyty se identifikují dle specifických MRM přechodů a retenčních časů.

6.2 Výsledky detekce pesticidů v pylu

6.2.1 Celkový obsah reziduí pesticidů

Mezi nejčastěji se vyskytujícími účinnými látkami bylo v pylu včel v úlech zjištěno 35 % herbicidů, 22 % fungicidů a 42 % insekticidů a dokonce i 1 % rodenticidů.

6.2.2 Fungicidní účinné látky

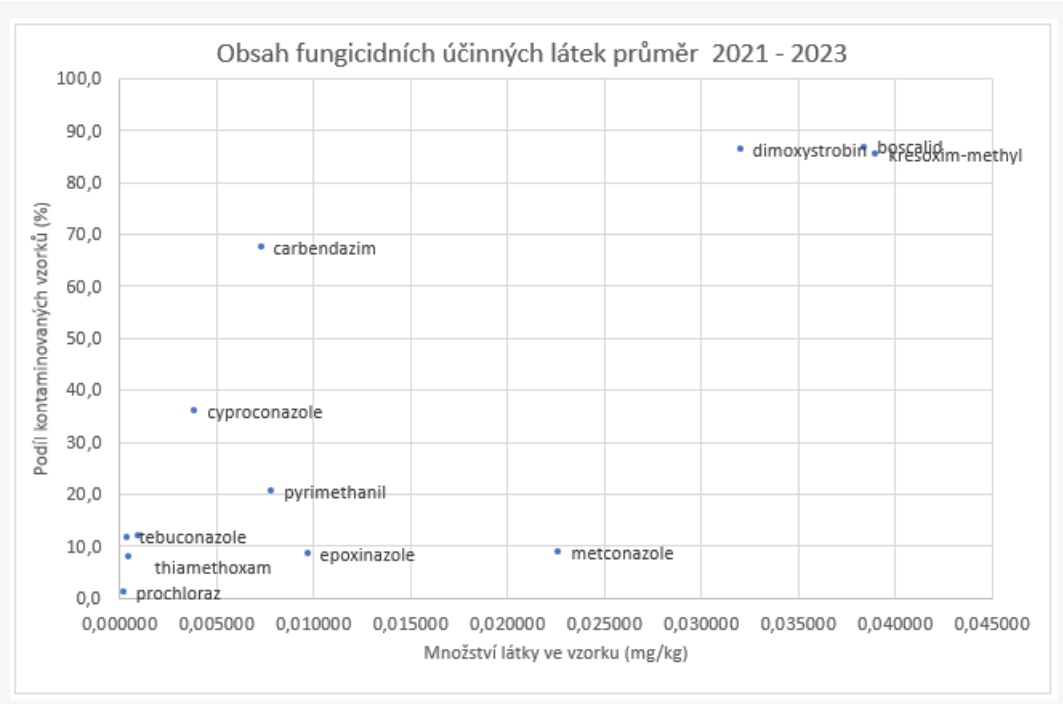
Ve včelím plástovém pylu byly nejčastěji nalezeny účinné látky ze skupiny strobilurinů, a to azoxystrobin (např. fungicid Amistar a další), dimoxystrobin (např. jedna složka fungicidu Pictor) a boskalid (např. jedna složka fungicidu Pictor). Všechny tyto látky byly nalezeny ve více než 85% vzorků a všechny mají velmi podobný průměrný obsah v rozmezí 0,03 – 0,04 mg/kg. Jeden vzorek pylu obsahoval dokonce 1,814 mg boscalidu na kg, to je nejvyšší obsah fungicidu. Další vysoké hodnoty byly u této látky 0,3377 mg/kg a 0,1213 mg/kg. Další vysoké dílčí obsahy byly nalezeny u dimoxystrobunu 0,6283 a 0,4775 mg/kg.

Další vysoký obsah byl zaznamenán u fungicidní účinné látky tebukonazol (je obsažena v mnoha fungicidních účinných látkách) 67 % vzorků a průměrný obsah 0,007 mg/kg. Celkem bylo zjištěno ve vzorcích pylu ve třech letech 12 fungicidních látek (tab.3, graf 6).

Tabulka 3 Průměrný obsah fungicidních účinných látek v letech 2021 – 23

Název účinné láítky	průměrný obsah mg/kg	% vzorků
azoxystrobin	0,038445	86,810000
boscalid	0,032016	86,326667
dimoxystrobin	0,039030	85,346667
tebuconazole	0,007298	67,530000
carbendazim	0,003889	35,926667
metconazole	0,007848	20,670000
prochloraz	0,000961	12,066667
pyrimethanil	0,000359	11,796667
kresoxim-methyl	0,022664	8,923333
cyproconazole	0,009694	8,460000
thiamethoxam	0,000462	7,910000
epoxinazole	0,000217	1,010000

Graf 6 Obsah fungicidních účinných látek 2021 - 2023



6.2.3 Herbicidní účinné látky

Z herbicidů se ve vzorcích nejčastěji objevují chloridazon-desphenyl (metabolit chloridazonu), terbuthylazine a jeho metabolit terbuthylazine-desethyl-2-hydroxy (metabolit). Tyto látky se vyskytují ve více než 58 % vzorků, ale průměrný obsah je výrazně menší než u nejvíce se vyskytujících fungicidů (od 0,0014 do 0,0094 mg/kg). Chloridazon se používal mnoho let jako herbicid v řepě a jeho registrace skončila v roce 2020. Terbuthylazine se používá ještě v současnosti jako součást herbicidů do kukuřice.Vysoký obsah byl nalezen i u účinné látky pendimetalin, která je aplikována do mnoha plodin jako preemergentní herbicid. Byl nalezen ve 49 % vzorcích, ale v relativně nízké hladině 0,0047 mg/kg. Herbicidy se vyskytují v pylu pouze na nízkých hladinách.

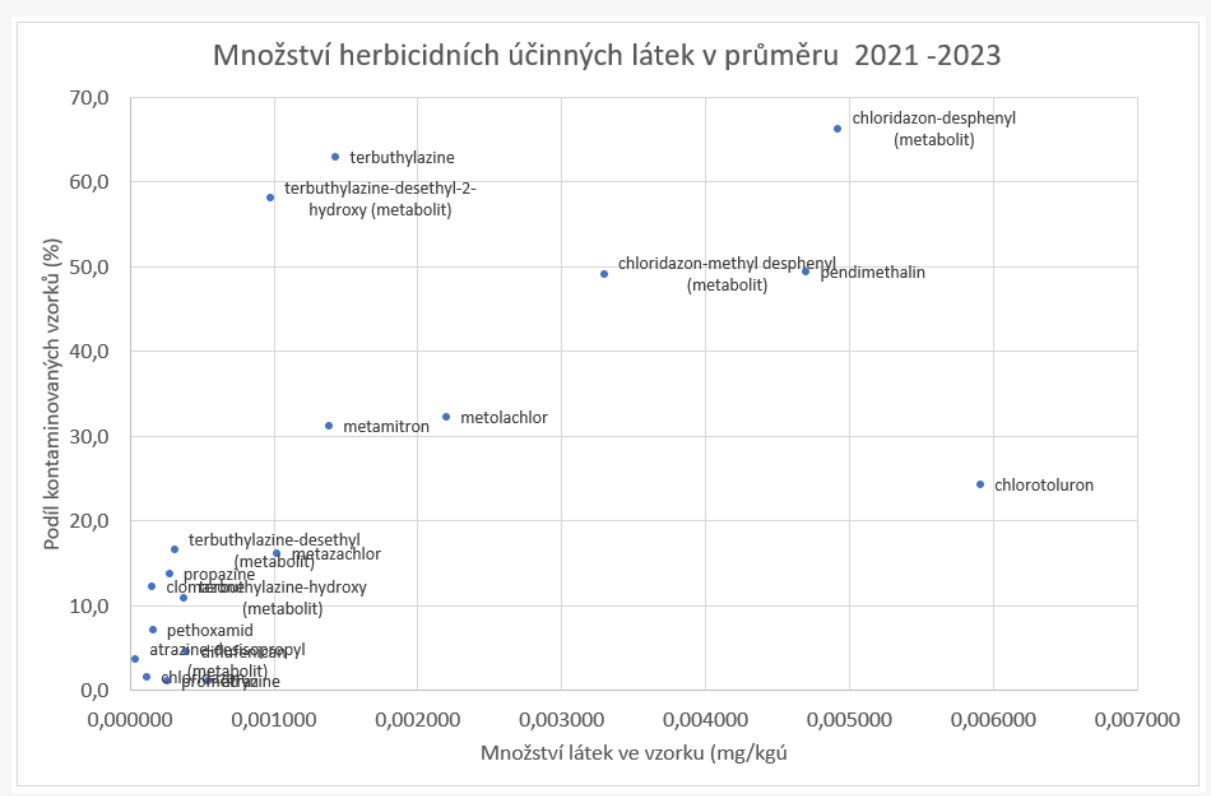
Celkem bylo nalezeno 22 herbicidních látek (tab.4, graf 7)

Tabulka 4 Průměrný obsah herbicidních účinných látek v letech 2021 – 23

Název účinné láítky	průměrný obsah mg/kg	% vzorků
chloridazon-desphenyl (metabolit)	0,004924	66,306667
terbuthylazine	0,001432	62,990000
terbuthylazine-desethyl-2-hydroxy (metabolit)	0,000978	58,103333
pendimethalin	0,004700	49,333333
chloridazon-methyl desphenyl (metabolit)	0,003296	49,096667

metolachlor	0,002200	32,296667
metamitron	0,001384	31,253333
chlorotoluron	0,005911	24,223333
terbuthylazine-desethyl (metabolit)	0,000311	16,530000
metazachlor	0,001026	16,090000
propazine	0,000274	13,736667
clomazone	0,000156	12,203333
terbuthylazine-hydroxy (metabolit)	0,000380	10,946667
pethoxamid	0,000160	7,156667
diflufenican	0,000397	4,630000
atrazine-desisopropyl (metabolit)	0,000040	3,650000
chloridazon	0,000118	1,575000
atrazine	0,000542	1,050000
prometryn	0,000259	1,050000

Graf 7 Obsah fungicidních účinných látek 2021 - 2023



6.2.4 Insekticidní účinné látky

Největší výskyt insekticidní účinné látky byl zjištěn u acetamipridu. Tato látka je v současnosti součástí nejčastěji používaných insekticidů v naprosté většině pěstovaných polních, zahradních i okrasných plodin. Je povolen aplikovat i do květů. Jeho množství v průběhu tří let má vzestupnou tendenci. Acetamiprid byl průměrně zjištěn v 88% vzorků v množství 0,023 mg/kg. V roce 2023 byl dokonce zjištěn v 99% vzorcích s průměrným

obsahem 0,034 mg/kg. Na druhém a třetím místě jsou stále ji před 2 – 3 lety zakázané insekticidní účinné látky chlorpyrifos (53 %, 0,0037 mg/kg) a thiacloprid (52%, 0,0038 mg/kg). V průběhu 3 let mají tyto látky sestupnou tendenci. Problematice těchto tří insekticidních látek se věnujeme v další části této metodiky.

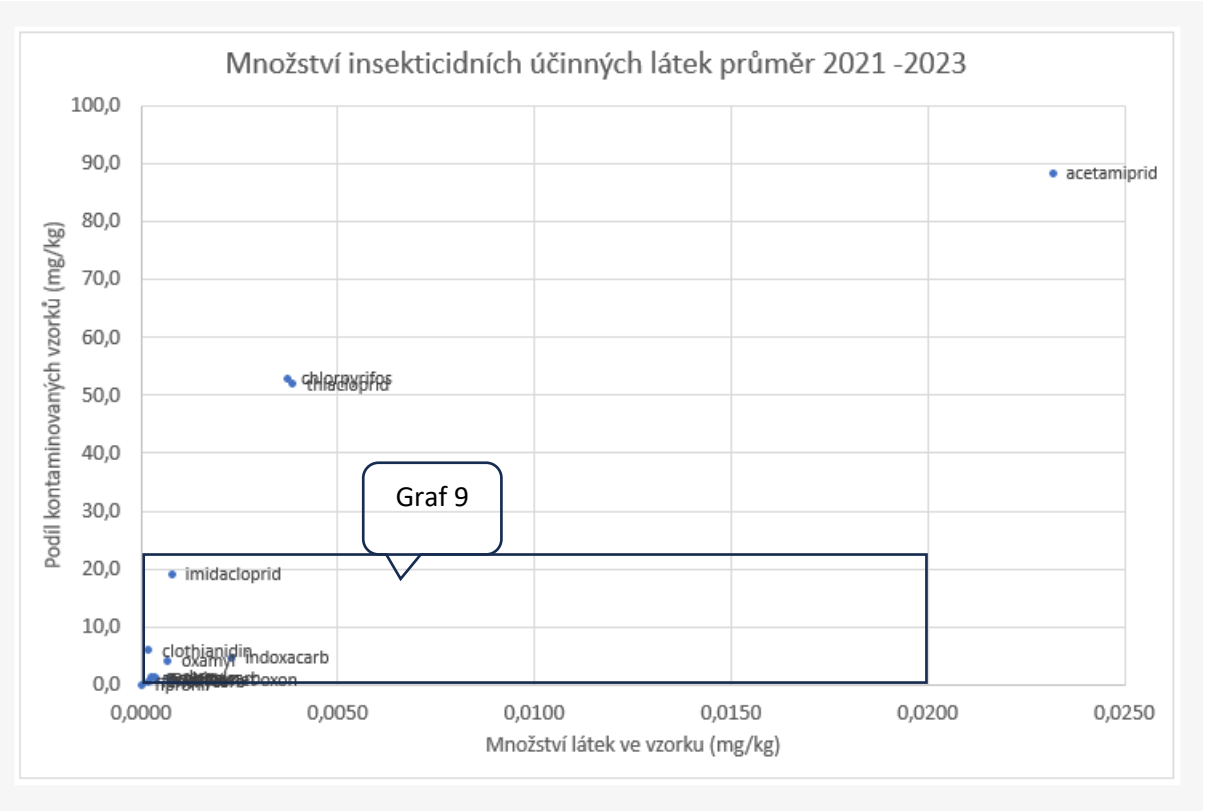
Nejvyšší dílčí dávka v jednom vzorku u insekticidů byla nalezena u acetamipridu 2,2712 mg/kg, to je nejvyšší obsah insekticidu a zároveň i nejvyšší obsah ze všech pesticidů.

Obsah dalších insekticidních látek je v pylu nízký, významně nižší než u fungicidů. V České republice nejvíce používané insekticidy pyretroidy nebyly v pylu vůbec zjištěny ani v jednom vzorku. Velmi rychle se rozkládají (tab.5, graf 8,9).

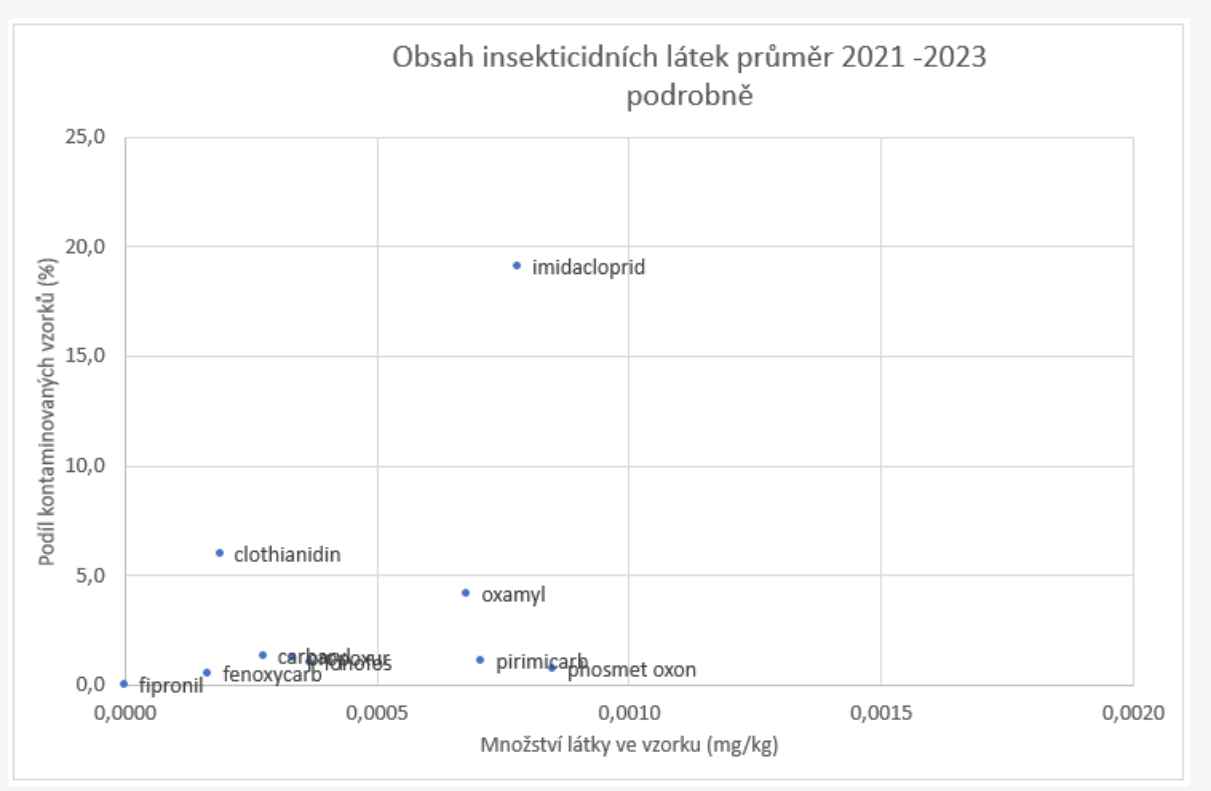
Tabulka 5 Průměrný obsah insekticidních účinných látek v letech 2021 – 23

Název účinné láítky	průměrný obsah mg/kg	% vzorků
acetamiprid	0,023171	88,293333
chlorpyrifos	0,003725	52,883333
thiacloprid	0,003860	51,913333
imidacloprid	0,000780	19,120000
clothianidin	0,000189	5,990000
indoxacarb	0,002298	4,696667
oxamyl	0,000680	4,123333
carbaryl	0,000275	1,333333
propoxur	0,000333	1,226667
pirimicarb	0,000709	1,056667
fonofos	0,000367	1,010000
phosmet oxon	0,000850	0,755000
fenoxycarb	0,000167	0,503333
fipronil	0,000000	0,000000
allethrin	0,000000	0,000000
tetramethrin	0,000000	0,000000
permethrin	0,000000	0,000000
deltamethrin	0,000000	0,000000
acrinathrin	0,000000	0,000000
cyhalothrin (isomers)	0,000000	0,000000
cypermethrin	0,000000	0,000000
azadirachtin	0,000000	0,000000
spinosad	0,000000	0,000000

Graf 8 Obsah insekticidních účinných látek 2021 – 2023 celkový přehled



Graf 9 Obsah insekticidních účinných látek 2021 – 2023 podrobně



6.3 Obsah reziduí pesticidů podle převažujících kultur v dosahu doletu včel.

V roce 2022 byly odebrané vzorky pylu z různých lokalit Veletov, ČZU, Dol a Červené Janovice. Cílem bylo porovnat obsah pesticidů podle struktur využívání půdy – orná půda, lesní půda, komunální zeleň a zahrady.

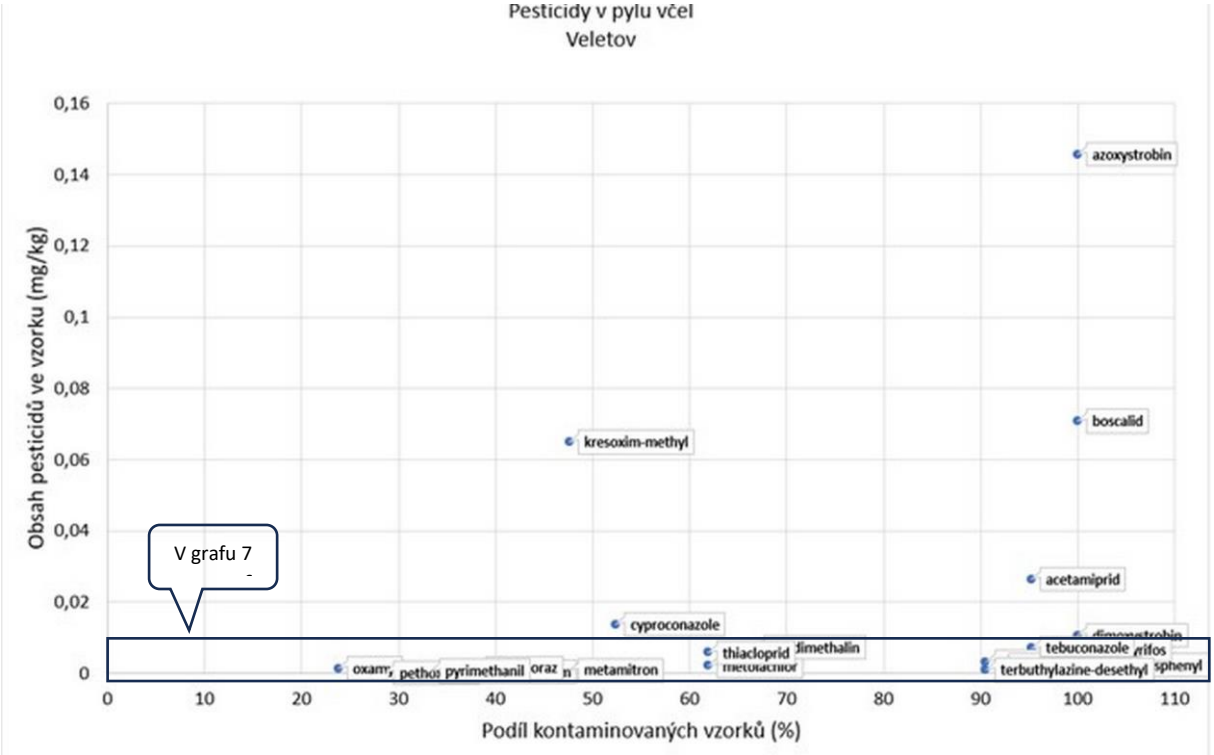
6.3.1 Vzorky z lokality Veletov

Na lokalitě Veletov se vyskytly ve 100 % vzorků fungicidní účinné látky azoxystrobin a boskalid, které se aplikují často do obilnin a řepky. Obě látky byly zjištěny v relativně velkém množství. Detekovány byly také látky již nepovolené k používání: chlorpyrifos, thiakloprid, metabolity chloridazonu a carbendazim. Často byla nalezena také insekticidní účinná látka acetamiprid, ale v nižších koncentracích. Podobně často jako acetamiprid byla nalezena i herbicidní účinná látka terbuthylazine a jeho metabolity používané v kukuřici.

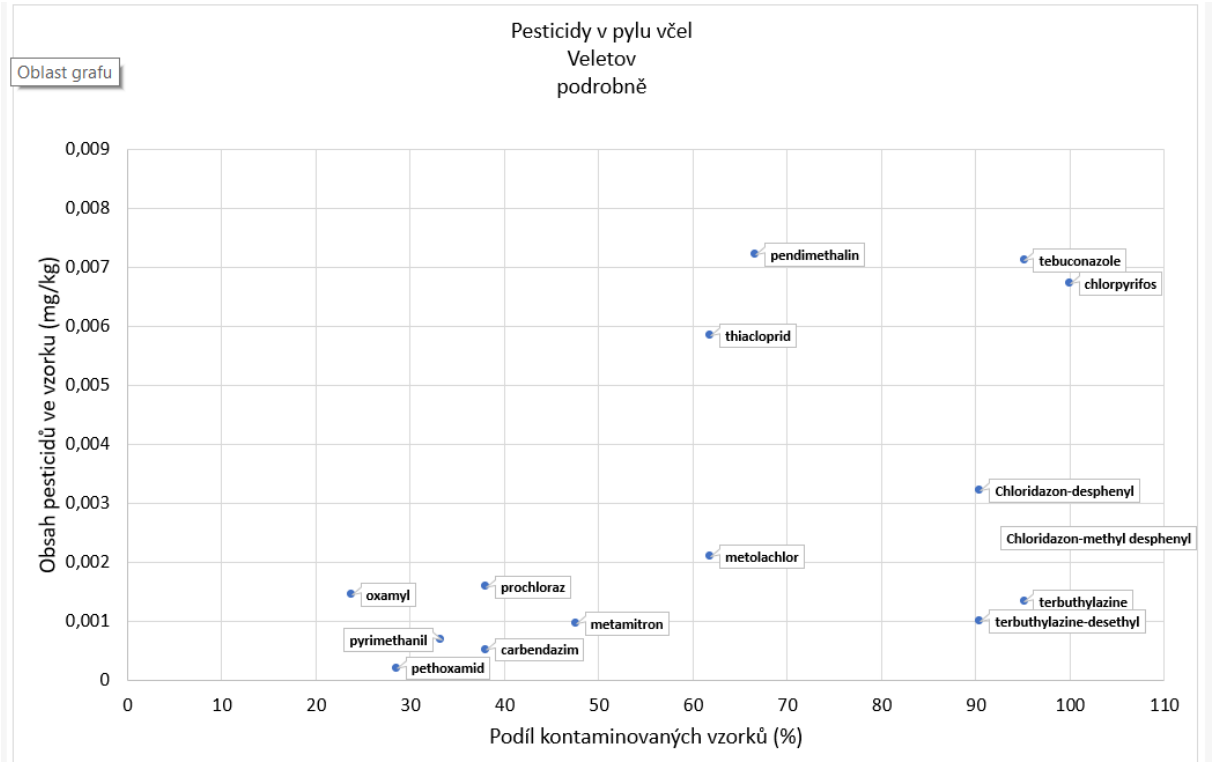
Nalezené látky odpovídají spektru pěstovaných plodin – obilniny, řepka, kukuřice a řepa – v uvedené oblasti a také opakovanému ošetřování herbicidy a insekticidy výsadby lesních stromků na velkých plochách.

Přehled je uveden v grafech 10 a 11. Graf 11 je podrobnějším výřezem grafu 10.

Graf 10 Obsah látek v pylu na lokalitě Veletov – celkový přehled



Graf 11 Obsah látek v pylu na lokalitě Veletov – podrobný výřez



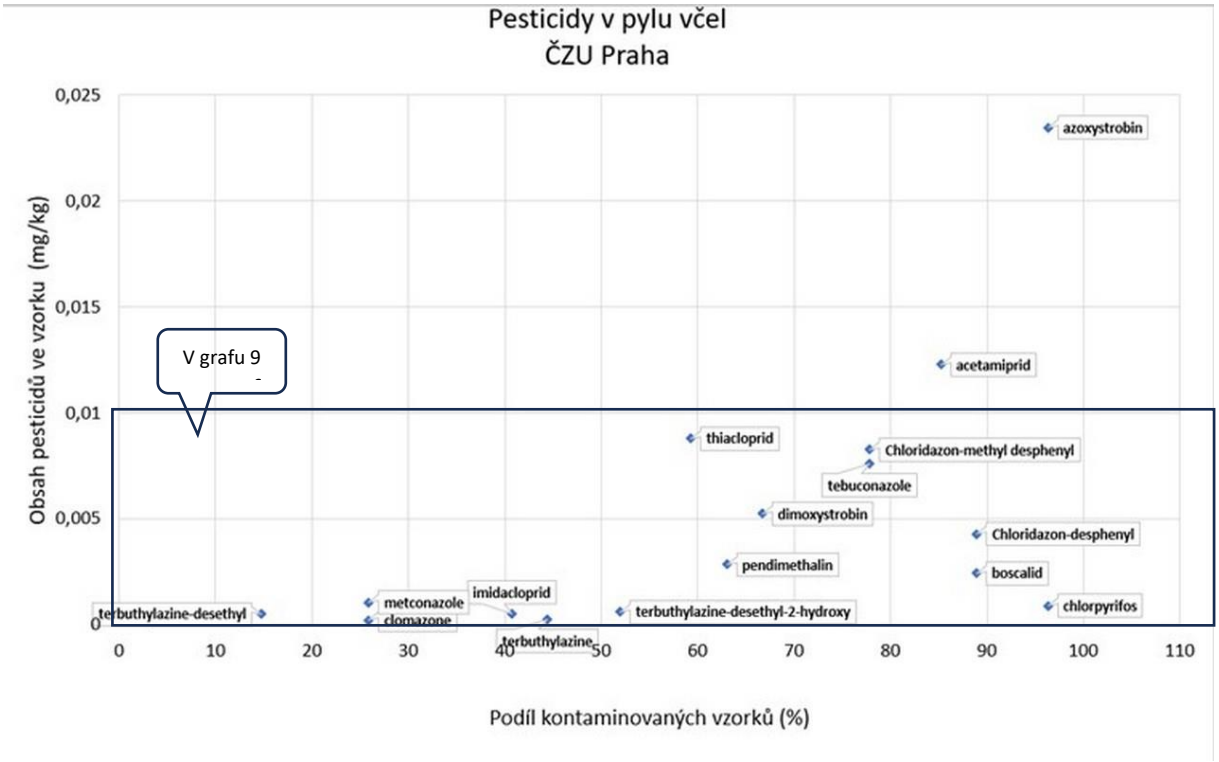
6.3.2 Vzorky z lokality ČZU Praha

Na lokalitě ČZU se vyskytovaly účinné insekticidní látky acetamiprid a chlorpyrifos, fungicidní látky azoxystrobin (nejčastější látka v nejvyšší koncentraci) a tebukonazol a dále metabolity herbicidních látek chloridazon-desphenyl.

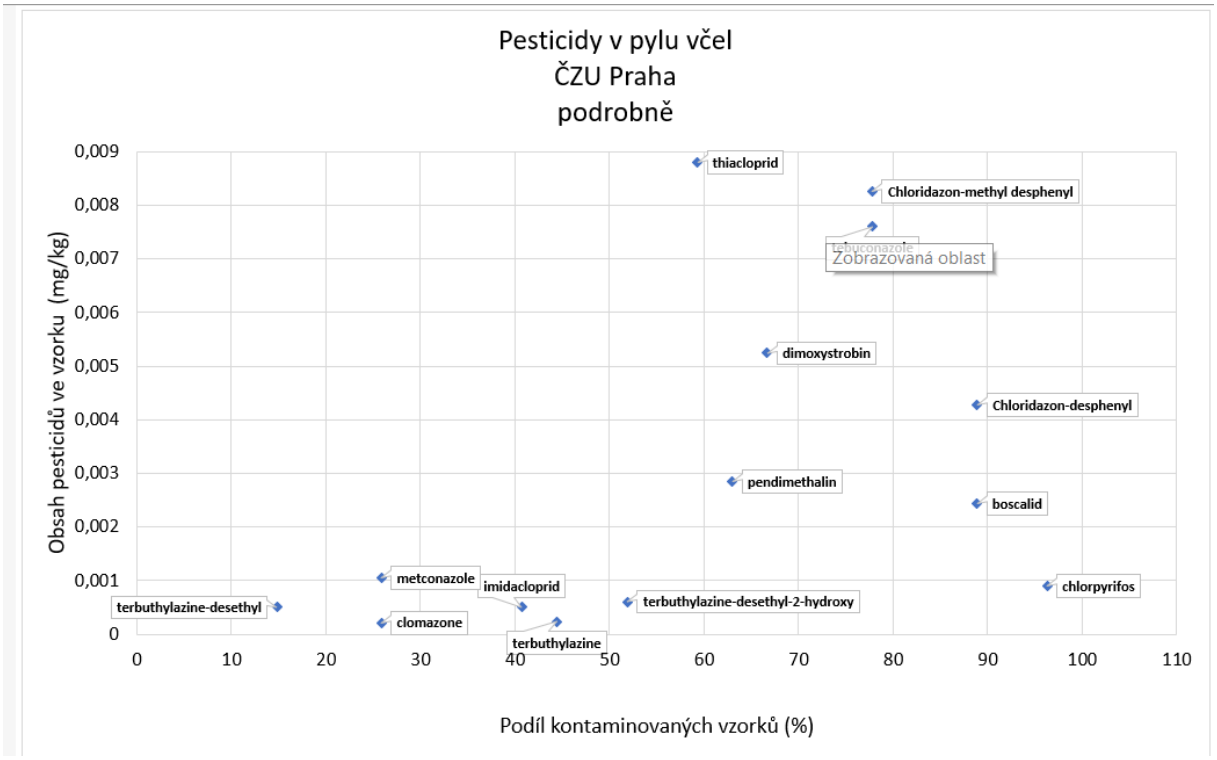
Boskalid, dymoxistrobin, pendimethalin, terbuthylazine-desethyl-2-hydroxy a thiakloprid jsou látky, které byly velmi časté ve včelím pylu. Již zakázaný přípravek chlorpyrifos se vyskytnul ve všech vzorcích.

Přehled je uveden v grafech 12 a 13. Graf 13 je podrobnějším výřezem grafu12.

Graf 12 Obsah látek v pylu na lokalitě ČZU Praha – celkový přehled



Graf 13 Obsah látek v pylu na lokalitě ČZU Praha – podrobný výřez



6.3.3 Vzorky z lokality Červené Janovice

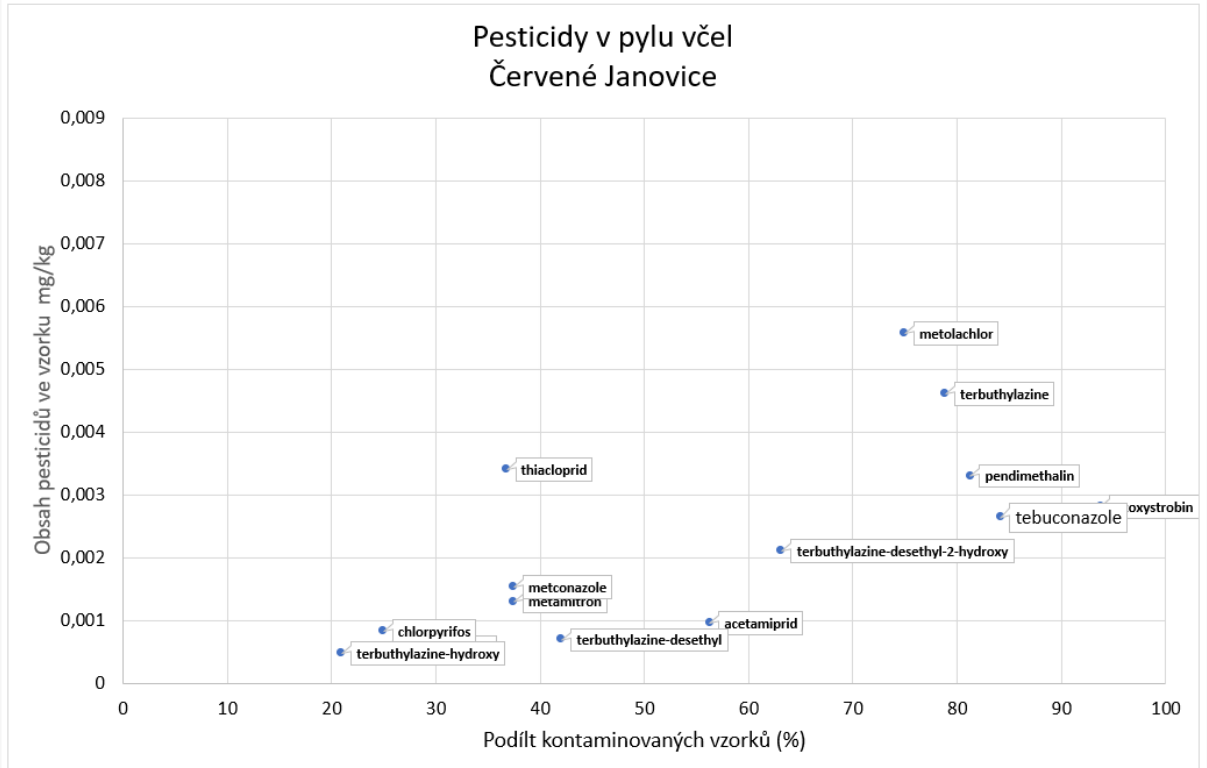
V lokalitě Červené Janovice byly zjištěny účinné látky azoxystrobin, boskalid, dimoxystrobin, metolachlor, pendimetalin, tebukonazol, terbuthylazine a terbuthylazine-desethyl.

Dominantní látkou byla fungicidní látka boskalid, která se používá v aplikacích proti houbovým chorobám v řepce a obilninách.

Bylo nalezeno minimální množství již zakázané insekticidní látky chlorpyrifos.

Přehled je uveden v grafu 14.

Graf 14 Obsah látek v pylu na lokalitě Červené Janovice celkový přehled



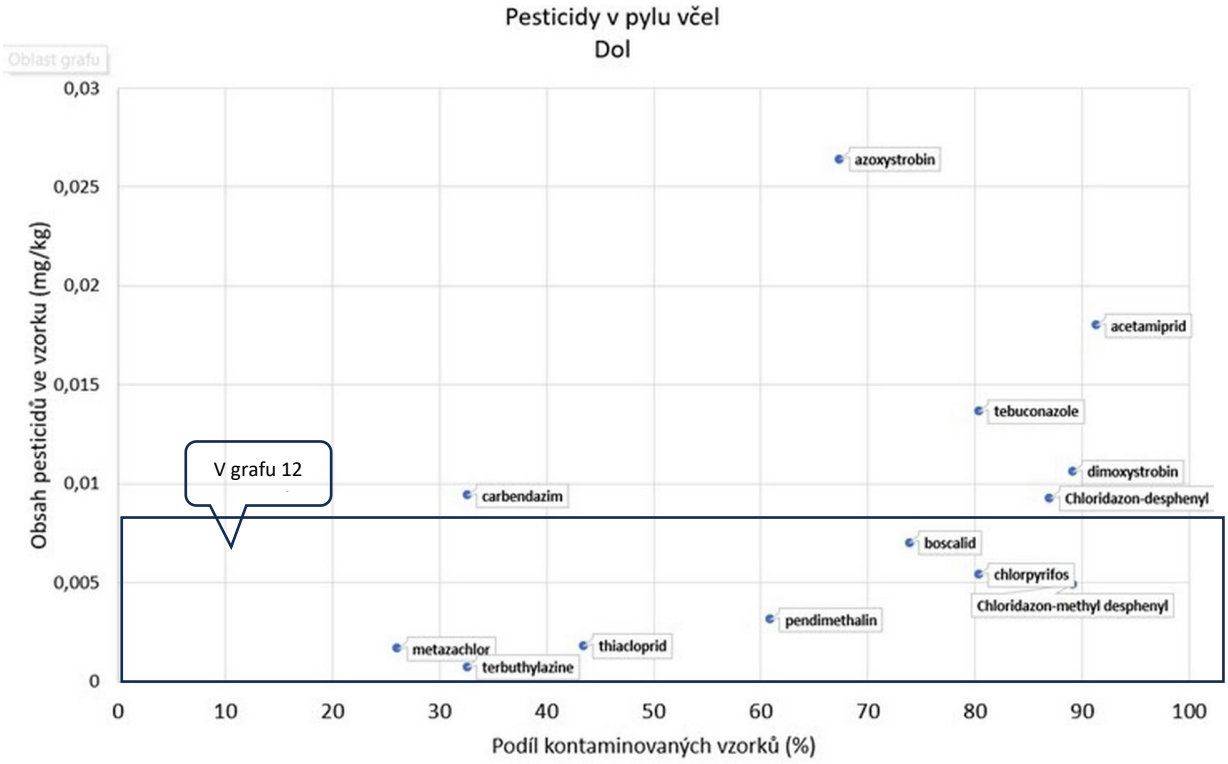
6.3.4 Vzorky z lokality Dol – Máslovice

Výskyt reziduí pesticidů ve vzorcích pylu je poměrně vysoký.

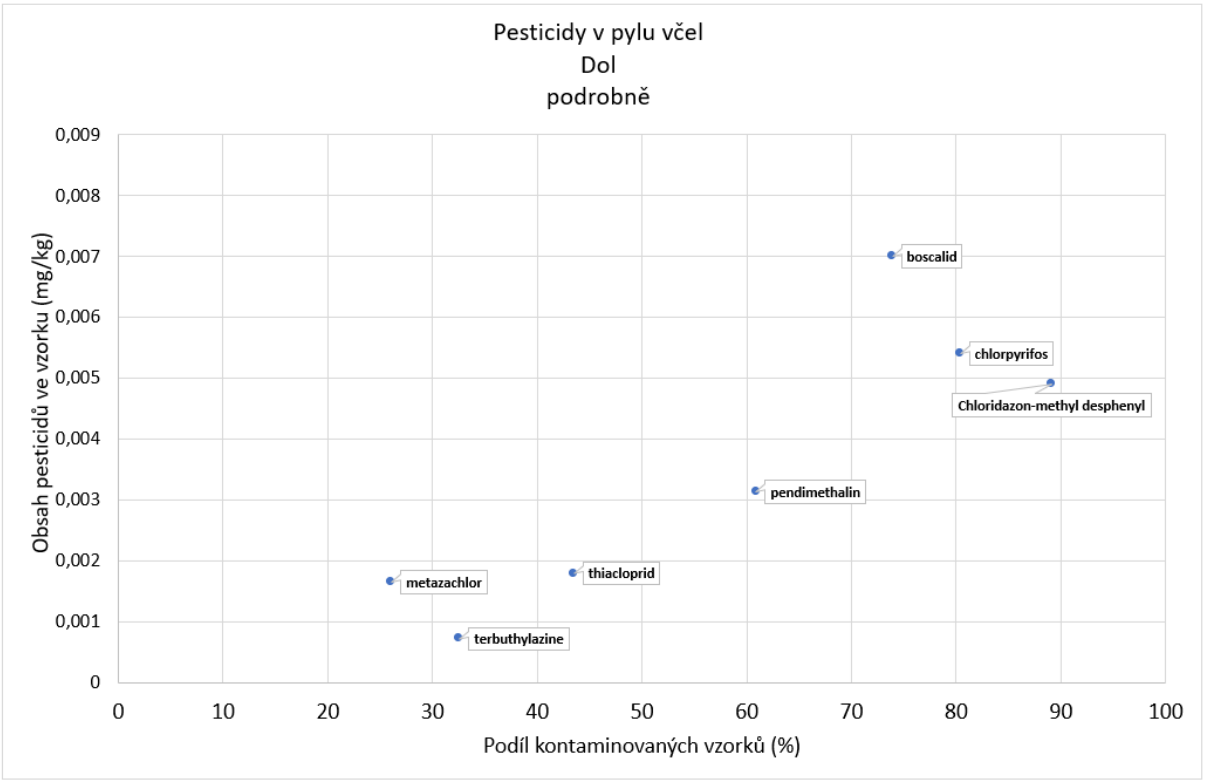
Dominují zde fungicidní účinné látky azoxystrobin, dimoxystrobin a tebukonazol a insekticidní účinná látka acetamiprid. Proti jiným lokalitám se fungicidní látka boskalid vyskytuje méně.

Přehled je uveden v grafech 15 a 16. Graf 16 je podrobnějším výřezem grafu 15.

Graf 15 Obsah látek v pylu na lokalitě Dol – celkový přehled



Graf 16 Obsah látek v pylu na lokalitě Dol – podrobný výřez



6.4 Vyhodnocení nejčastěji se vyskytujících pesticidních látek

Při celkovém vyhodnocení těchto lokalit jsme se soustředili na tři insekticidní účinné látky a na tři fungicidní účinné látky chlorpyrifos, thiakloprid a acetamiprid.

▪ Organofosfát chlorpyrifos (přípravek Nurelle) kdysi velmi často používaný insekticid v ČR. Registrace byla ukončena 16. 2. 2020 (Tab.6).

▪ Neonikotinoid thiakloprid (přípravky Biscaya, Bariard a další) – nejvíce používaný insekticid v ČR při aplikacích do květu. Registrace byla ukončena 3. 8. 2021 (Tab.6).

▪ Neonikotinoid acetamiprid (přípravky Mospilan, Gazelle a další) – v současnosti náhrada za dva předcházející insekticidy. Nejvíce používaná insekticidní látka v ČR (Tab.6).

Tabulka 6 Obsah insekticidních látek chlorpyrifos, thiakloprid a acetamiprid podle lokalit 2022

		acetamiprid		chlorpyrifos		thiakloprid	
Lokalita	Podíl zemědělské půdy (%)	Počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)	Počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)	Počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)
Veletov	60	95	0,031	100	0,0065	62	0,0058
Dol	50	91	0,018	80	0,0051	43	0,0018
Červené Janovice	80	55	0,001	25	0,0009	38	0,0035
ČZU Praha	20	85	0,012	97	0,0009	58	0,0088

▪ Fungicid boskalid (přípravky Pictor a mnoho dalších) – fungicid aplikovaný do řepky a slunečnice.
▪ Strobilurin azoxystrobin (přípravky Amistar a mnoho dalších) – fungicid používaný do mnoha plodin.
▪ Azol tebukonazol (přípravky Horizon a mnoho dalších) – fungicid používaný i jako regulátor růstu (Tab.7).

Tabulka 7 Obsah fungicidních látek boscalid, azoxystrobin a tebukonazol podle lokalit 2022

		boskalid		azoxystrobin		tebukonazol	
Lokalita	Podíl zemědělské půdy (%)	Počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)	Počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)	Počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)
Veletov	60	100	0,07	100	0,145	93	0,0071
Dol	50	73	0,007	67	0,027	80	0,0131
Červené Janovice	80	0	0	93	0,029	0	0
ČZU Praha	20	89	0,0024	96	0,023	78	0,0076

Při porovnání údajů v tabulkách 6 a 7 byl pyl kontaminován pesticidy nejvíce v lokalitě Veletov, která leží na Kolínsku a v běžném doletu včel je asi 60 % orné půdy. Téměř všechny vzorky pylu obsahovaly všechny kontrolované pesticidy. Zarážející je velmi vysoký výskyt účinných látek chlorpyrifos i thiakloprid, přestože by již neměly být několik let používány.

Jen o něco menší výskyt kontaminace pylu byl zaznamenán i na stanovišti ČZU. Průměrné obsahy přípravků byly sice nižší, ale podíl kontaminovaných vzorků byl velmi vysoký. Podíl zemědělské půdy v doletu včel je však na této lokalitě zanedbatelný.

Nejmenší kontaminace byla zjištěna na lokalitě Červené Janovice s největším podílem orné půdy. Obě zakázané účinné látky se sice ve vzorcích pylu objevují, ale v mnohem menší míře v průměrném množství i v podílu kontaminovaných vzorků. Na této lokalitě nebyly dokonce některé běžné fungicidní látky vůbec ve vzorcích zjištěny.

Z těchto údajů vyplývá, že významným znečišťovatelem krajiny nemusí být pouze zemědělci. Naopak, zemědělské podniky jsou pod silnou kontrolou státních orgánů a většinou dodržují příslušná nařízení (lokalita Červené Janovice). Při zjišťování reziduí pesticidů se zapomíná i na aplikaci pesticidů v lesním hospodářství, zejména v souvislosti s kůrovcovou kalamitou ve sledovaném období (lokalita Veletov) Rovněž z výsledků vyplývá, že ani široká veřejnost a možná i komunální sféra patrně předpisy nedodržuje a stále ošetřuje i zakázanými přípravky ze svých zásob. Patrně používá i vyšší dávky a aplikuje bez omezení i na kvetoucí rostliny (lokality Dol a ČZU Praha). Vysoké hodnoty reziduí thiaklopridu na ČZU Praha a nízké hodnoty reziduí chlorpyrifosu svědčí pro aplikaci v neprofesionální sféře. Insekticidy s účinnou látkou chloprpyrifos se již dlouho před zákazem neprodávaly v maloobchodním balení na rozdíl od insekticidů s thiaklopridem . Neprofesionální aplikace nejsou prakticky vůbec kontrolovány a představují významnou zátěž pro životní prostředí. Bylo by zajímavé provést podrobnější šetření na více lokalitách.

6.5 Změny ve výskytu rezidua chlorpyrifosu, thiaklopridu a acetamipridu v letech 2017–2023

Na základě uvedených údajů jsme se rozhodli zjistit, zda zákaz účinných látek chloprpyrifos a thiakloprid v průměru České republiky přinesl snížení zatížení životního prostředí a naopak obsah jejich povolené insekticidní náhrady účinné látky acetamiprid se zvýšil.

Porovnali jsme naše údaje zjištěné na několika desítkách míst v ČR v letech 2017, 2018 a 2019 a srovnali je s údaji zjištěnými v roce 2022 a 2023.

Při porovnání údajů v tab. 8 zjistíme, že podíl kontaminovaných vzorků chlorpyrifosem a thiaklopridem klesl v roce 2022 ve srovnání s lety předcházejícími zhruba o 10 %. Významně však klesl průměrný obsah těchto látek v jednom vzorku zejména u thiaklopridu (o 90 %), o něco méně u chlorpyrifosu (o 63 %). U jejich náhrady, acetamipridu, logicky stoupl v posledním roce 2022 průměrný obsah o 87 %. Meziročně v letech 2022 a 2023 průměrné množství acetamipridu ve vzorcích stouplo o 226 % . Při srovnání s rokem 2017 a 2018 podíl kontaminovaných vzorků pylu stoupl až o 378 %. V roce 2023 dále významně stoupal podíl až o 430 %. Rok 2019 byl však již prakticky stejný jako roky 2022 a 2023.

Při porovnání výsledků v tabulce 8 je možno zjistit, že v roce 2022 sice významně neklesl podíl kontaminovaných vzorků pylu chlorpyrifosem a thiaklopridem ve srovnání s lety před zákazem, ale velmi významně klesl průměrný obsah těchto látek ve vzorcích. Zejména pokles thiaklopridu je velmi zřetelný. Pokles v roce 2023 dál pokračoval.

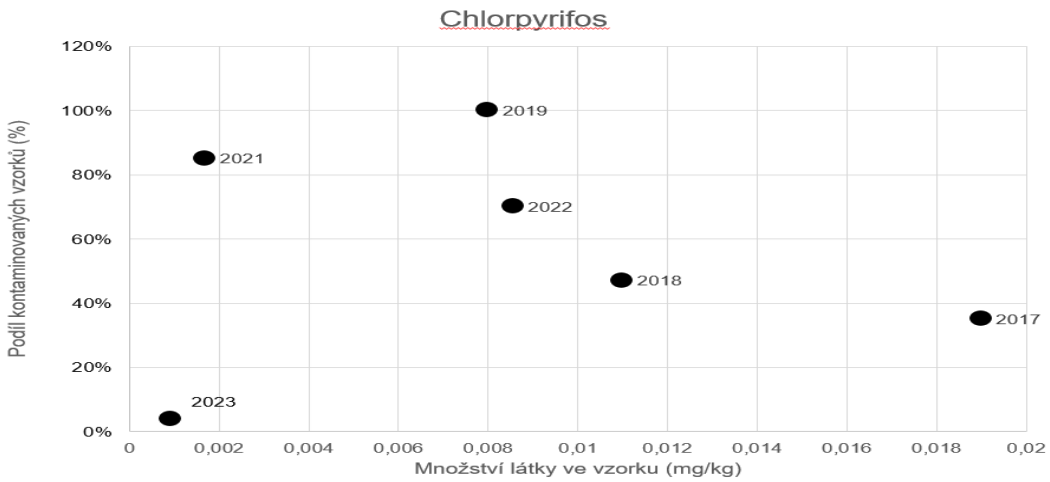
Na lokalitě Veletov však průměrný obsah reziduí chlorpyrifosu překročil v letech po zákazu 2021 a 2022 o 210 % průměr všech námi odebraných vzorků v České republice.

Naopak na lokalitách Červené Janovice a ČZU Praha dosahuje průměrný obsah jen 30 % (Tab.8, graf 17, 18, 19).

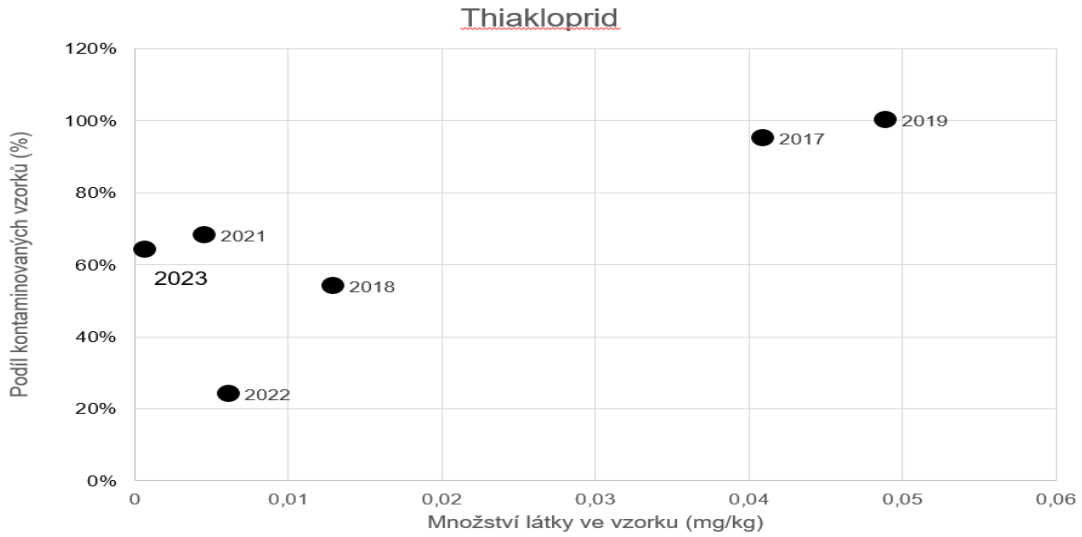
Tabulka 8 Obsah reziduí vybraných účinných látek v pylu v letech 2017 – 2019 a 2022 - 2023

	acetamiprid		chlorpyrifos		thiakloprid	
Ročník	Průměrné množství (mg/kg)	počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)	počet kontaminovaných vzorků (%)	Průměrné množství (mg/kg)	počet kontaminovaných vzorků (%)
2017	0,013000	38%	0,019000	35%	0,041000	95%
2018	0,003000	23%	0,011000	47%	0,013000	54%
2019	0,008000	93%	0,008000	100%	0,049000	100%
2022	0,015000	87%	0,003000	90%	0,005000	89%
2023	0,034000	99%	0,000917	4%	0,000759	64%

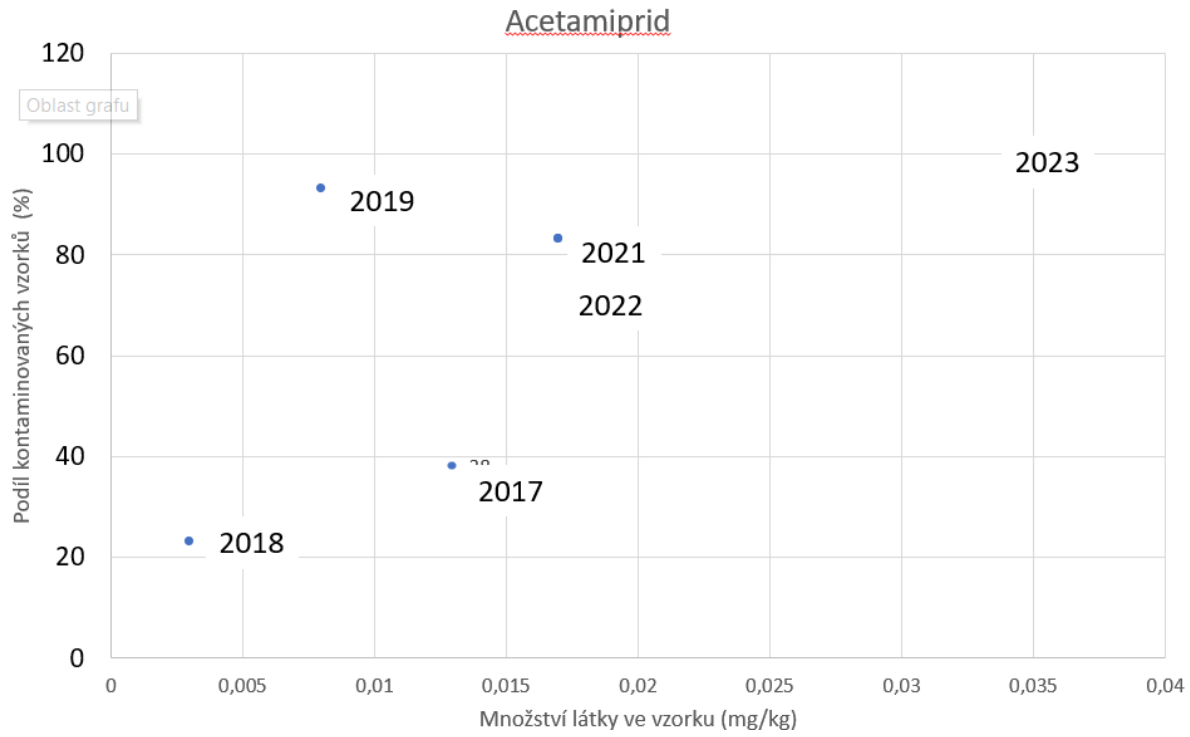
Graf 17 Změny v množství účinné látky chlorpyrifos v pylu v průběhu let



Graf 18 Změny v množství účinné látky thiakloprid v pylu v průběhu let



Graf 19 Změny v množství účinné látky acetamiprid v pylu v průběhu let



6.6 Obsah pesticidů v pylu v závislosti na období jeho sběru včelami

V roce 2023 jsme na lokalitě Veletov zjišťovali v kterém časovém období je pyl jednotlivými pesticidy nejvíce kontaminován a pokoušeli jsme z toho odvodit alespoň přibližně zdroje kontaminace. Pyl byl odebírán v pravidelných intervalech pylochyty, které byly vždy umístěny na 4 úlech a výsledky rozborů byly zprůměrovány.

6.6.1 Acetamiprid

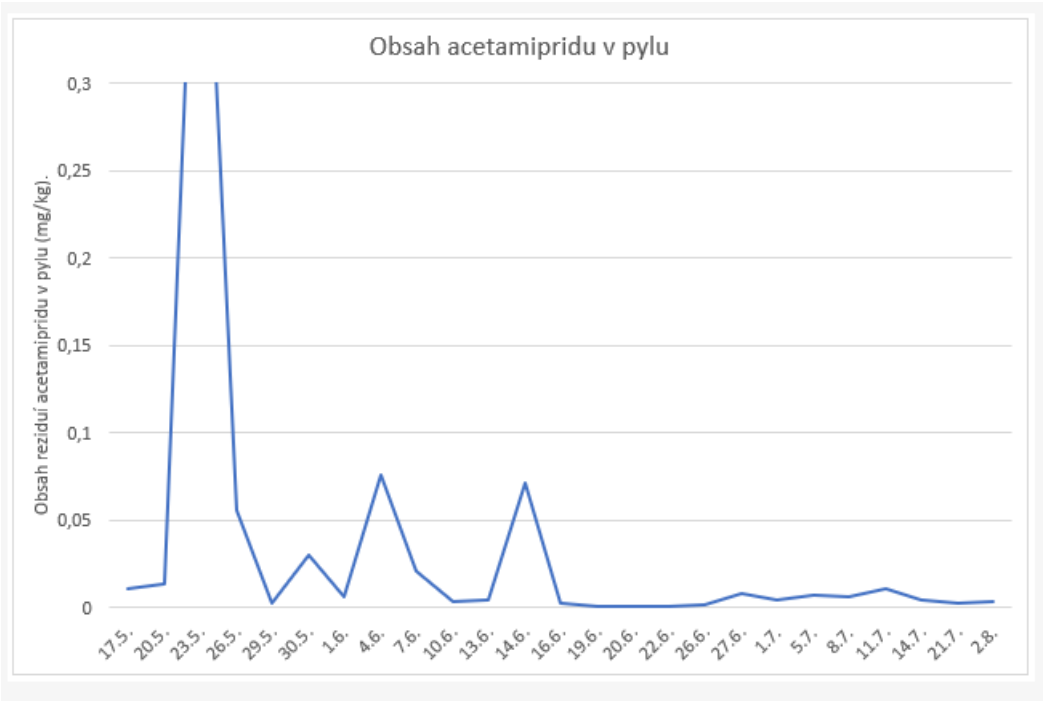
Insekticidní účinná látka acetamiprid se nejvíce vyskytovala koncem května, kdy maximální hodnota dosáhla 23.5. 0,5 mg/kg (mimo zobrazení v měřítku grafu). Dne 19.5. a 22.5. byla tato účinná látka aplikována na dvě pole řepky. Plocha ošetření byla 19,48 ha a 21,19 ha a obě pole byly ve vzdálenosti 2 km od úlů. V obrázku pylu ze 23.5. je řepka, vikev, jetel a pampeliška (obr.10). Ve stejném vzorku a patrně i ze stejného pole byla zjištěna vysoká kontaminace fungicidní látky boscalid.

V dalším období se objevily ještě dva vrcholy v kontaminaci, které však již byly výrazně nižší a možná odpovídají spíše na neprofesionální aplikace. Koncem června a celý červenec byl již výskyt minimální, protože v tomto období již není aplikace proti škodlivému hmyzu příliš častá (graf.20).

Obrázek 10 Obrázek analyzovaného vzorku pylu ze 23.5.



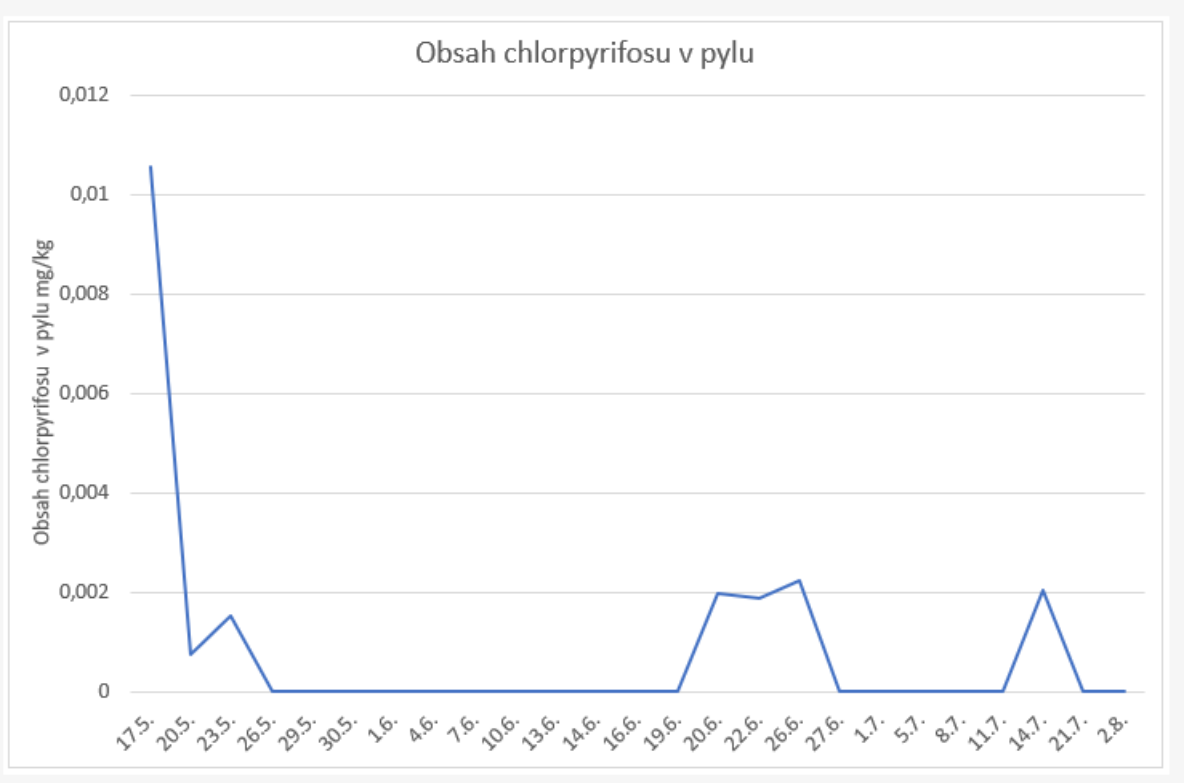
Graf 20 Obsah acetamipridu v pylu



6.6.2 Chlorpyrifos

Dnes již zakázaný přípravek se objevil ve velkém množství pouze v polovině května, kdy mohla být provedena nelegální aplikace do řepky či obilí. Pak již nebyl v pylu nalezen, kromě krátkého období koncem června a července. Předpokládáme, že by se mohlo jednat o neprofesionální aplikace (graf. 21).

Graf 21 Obsah chlorpyrifosu v pylu



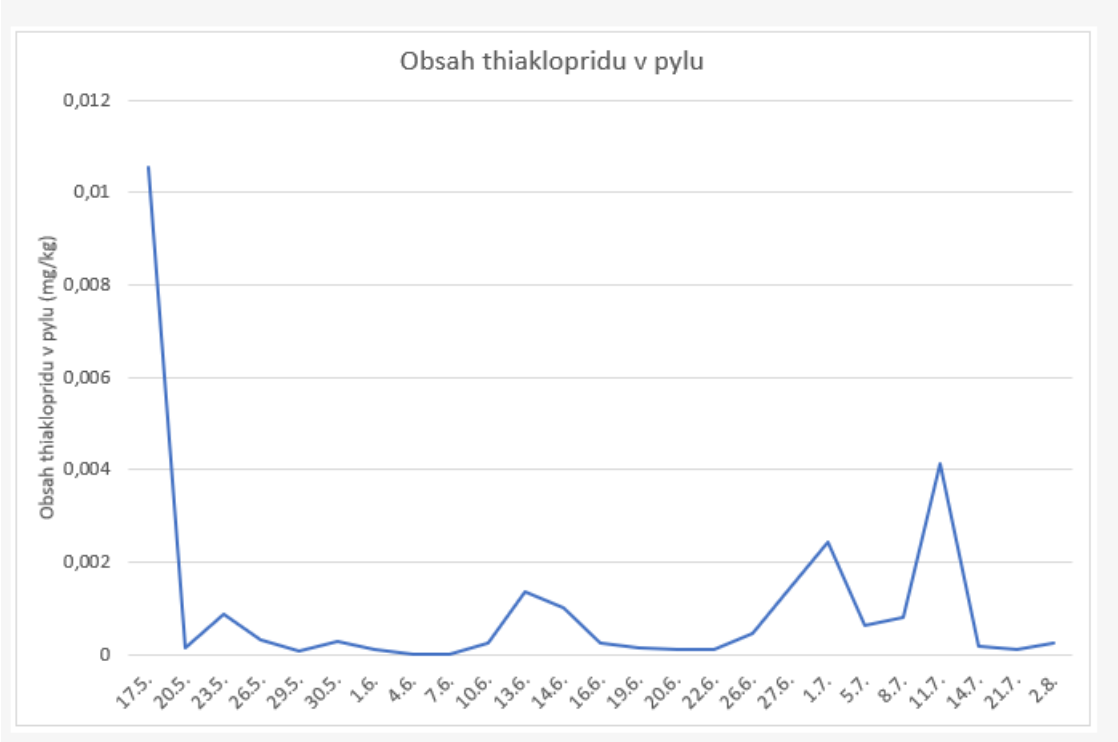
6.6.3 Thiakloprid

Tento přípravek se již také nesmí několik let používat, přesto se objevil ve větším množství v polovině května. Patrně se jedná o nelegální aplikaci do řepky či obilí. Thiakloprid se objevoval v pylu ve velmi malých množstvích po celé sledované období a další nižší vrchol byl zjištěn v první polovině července (graf 22). Podle druhu pylu se jedná o nějaký druh máku a hlavně o slunečnici ve vzorku ze dne 11.7. V té se běžně ošetřuje v tomto období insekticidně proti mšicím nebo plošticím klopuškám (obr.11)

Obrázek 11 Vzorek pylu ze dne 11.7. s vyšším obsahem thiaklopridu.



Graf 22 Obsah thiaklopridu v pylu



6.6.4 Azoxystrobin

Fungicidní účinná látka azoxystrobin patří k fungicidním látkám, které se běžně aplikují prakticky do všech polních plodin. Ve velkém množství se používá i při neprofesionální aplikaci, protože je možno ji koupit v malospotřebitelském balení.

Ve vzorcích pylu byla analyzována ve velkém množství především do poloviny června, kdy se pravidelně ošetřují řepka, obilí i další polní plodiny. Malý výskyt je možno vysvětlit neprofesionální aplikací. Vysoký výskyt na přelomu července a srpna by mohl být vysvětlen aplikací v jabloních proti strupovitosti (graf. 23).

Graf 23 Obsah azoxystrobinu v pylu



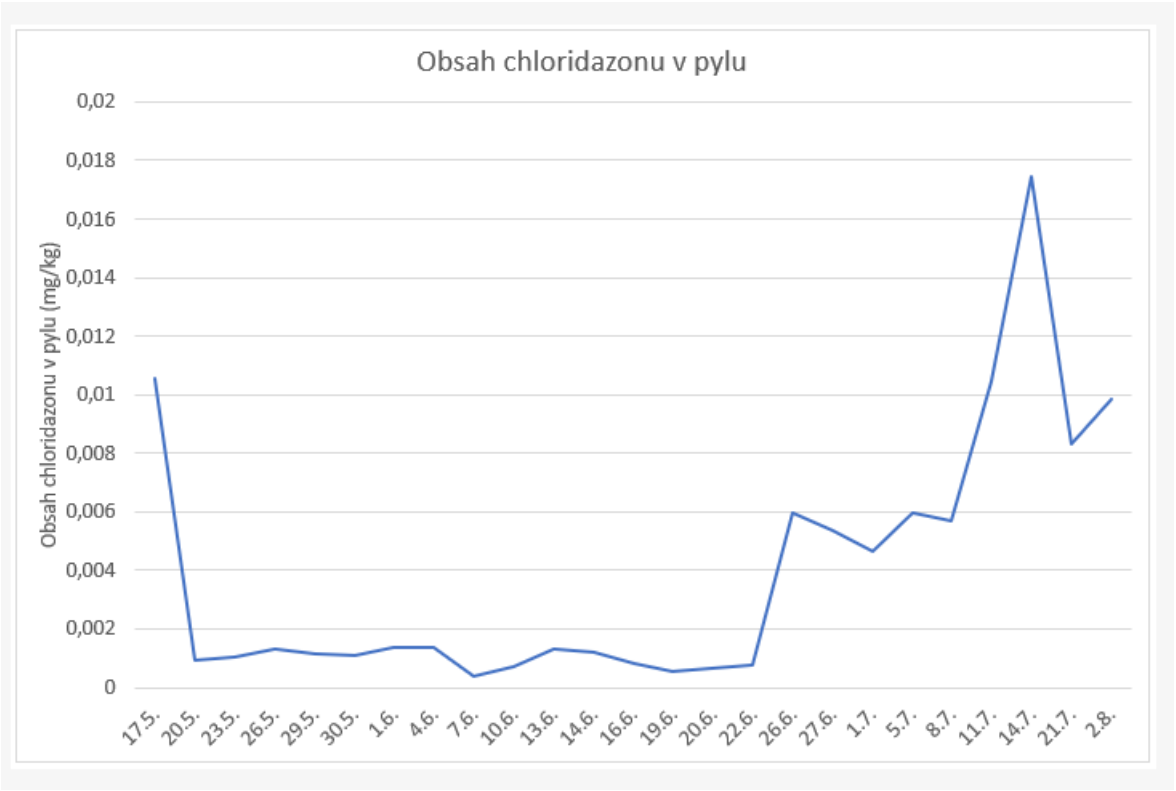
6.6.5 Chloridazon

Chloridazon je herbicidní látka, která se používala hojně při pěstování řepy. Její použití skončilo v roce 2020. V pylu se vyskytla v relativně velkém množství v polovině května a ve velkém množství celý červenec a její obsah postupně stoupal (graf. 24). V kontaminovaných vzorcích byla nalezena pylová zrna nějakého máku, slunečnice a růže (obr. 12). Slunečnice byla pěstována asi ve vzdálenosti 4 km od úlů. Význam aplikace ve jmenovaných plodinách či v jiných plodinách není jasný.

Obrázek 12 Pyl v kontaminovaném vzorku chloridazon ze 14.7.



Graf 24 Obsah chloridazonu v pylu

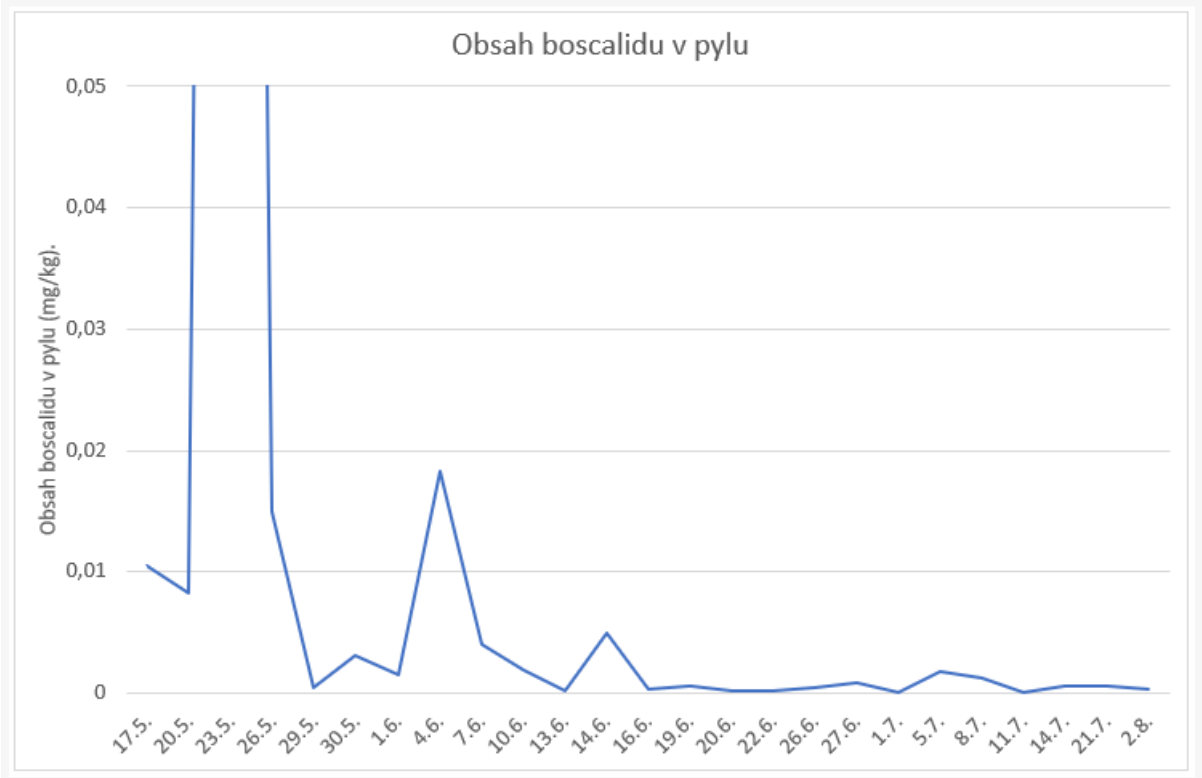


6.6.6 Boscalid

Boscalid je velmi často používaná fungicidní látka v řepce, obilninách i mnoha dalších plodinách. Její vysoký výskyt byl zaznamenán zejména v polovině května. Tento výskyt souvisí s použitím fungicidů v řepce, pšenici a dalších plodinách. Nejvyšší hodnota byla zjištěna 23.5. 0,334 mg/kg. V tomto vzorku pylu byl i vysoký obsah acetamipridu a podle pylových zrn se jedná o aplikaci na blízká řepková pole. Popis u acetamipridu (obr.10).

Další výrazně nižší vrcholy byly zaznamenány ještě v první polovině června, kdy by mohla kontaminace pocházet z ošetření např. v máku. Výskyt v červenci byl již zcela minimální a souvisí patrně s neprofesionálním použitím (graf 25).

Graf 25 Obsah boscalidu v pylu



6.6.7 Pendimetalin

Tato herbicidní látka se používá jako půdní herbicid v preemergentních aplikacích v mnoha polních plodinách i v zelenině. V pylu byl její vysoký výskyt zaznamenán koncem května. Původ je neznámý. Během června a července se vůbec nevykytovala v pylu a objevila se až na přelomu července a srpna přibližně ve stejném množství jako v květnu (graf. 26).

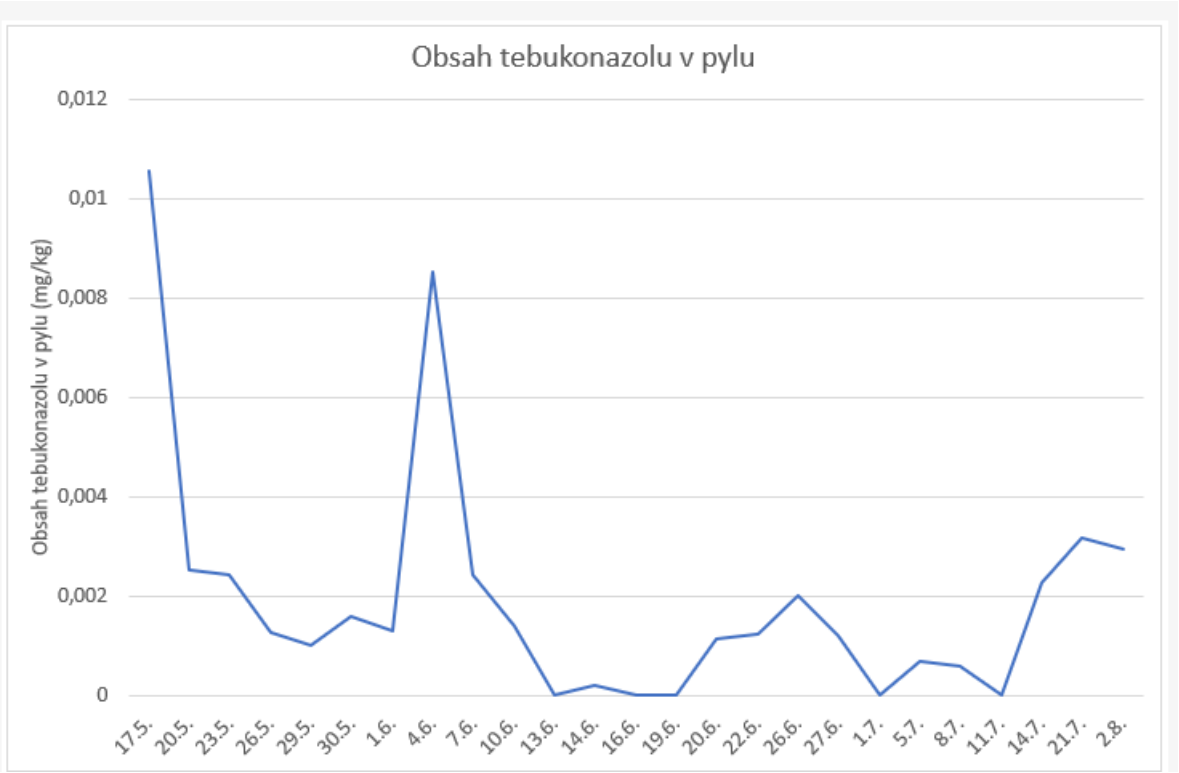
Graf 26 Obsah pendimentalinu v pylu



6.6.8 Tebukonazol

Velmi často používaná fungicidní účinná látka v řepce, v obilí a v mnoha dalších polních i zahradních plodinách. Byly zaznamenány v pylu časté výskyty s několika vrcholy. Obsah byl však spíše nižší. První kontaminace pylu do začátku června patrně souvisí s aplikacemi do řepky a obilnin (graf 27).

Graf 27 Obsah tebukonazolu v pylu



7 Změny v obsahu účinných látek pesticidů v květu po aplikaci

Důležitým faktorem ovlivňující kontaminaci pylu pesticidy a tím i prostředí v úlu je rychlost odbourávání těchto látek po aplikaci na kvetoucí rostliny v přirozeném prostředí.

Ve svých pokusech jsme se soustředili především na aplikaci fungicidů a herbicidů, protože jsou méně prozkoumány než insekticidy.

7.1 Používání fungicidů v České republice

V praxi se v České republice nejvíce používají fungicidní účinné látky ze skupin azolů a strobilurinů, které se v jarním období aplikují do obilnin a řepky. To jsou plodiny, které rostou zhruba na 65 % orné půdy v České republice. Ošetřeno je obvykle více než 95 % ploch těchto plodin. Všechny tyto látky nejsou z hlediska včel klasifikovány a mohou být aplikovány do porostů všech plodin bez omezení. Často se aplikují v období květu.

Většina detekovaných reziduí fungicidů byla zjištěna ve velmi malých dávkách v setinách a tisících mg/kg pylu. Ve větším množství (desetiny mg/kg) se našly v pylu fungicidní účinné látky boskalid, dodine a tebukonazol.

7.2 Používání herbicidů v České republice

Více jak 95 % plochy pěstovaných plodin v České republice je nejméně jednou ošetřeno herbicidy. Účinné látky proti dvouděložným plevelům se vyskytovaly většinou v pylu. Nejčastěji nalezenou účinnou látkou v našich analýzách byl pendimetalin, v některých letech byl nalezen až v 35 % vzorků.

V úlech v pylu byly nalezeny zejména herbicidy aplikované v jarním období především do řepy cukrové, kde se ošetřují vzcházející dvouděložné rostliny od děložních listů do tří až čtyř pravých listů. Tyto herbicidy mají dlouhé reziduální účinky a včely se mohou kontaminovat z kvetoucích plevelů na ošetřovaných plochách, protože tyto herbicidy nejsou na některé druhy plevelů účinné. Další možností je úlet těchto herbicidů do okolí na kvetoucí vytrvalé byliny, keře nebo stromy. Na těchto vzrostlých rostlinách se nemusí projevit viditelný herbicidní efekt, ale včely mohou být snadno kontaminované.

Ve vzorcích se často objevovaly účinné látky herbicidů aplikovaných proti jednoděložným plevelům (graminicidy). Tyto látky se vyskytovaly jak ve vzorcích pylu, tak medu. Graminicidy jsou aplikovány na vzrostlé porosty rostlin, protože mají být přijímány velkou listovou plochou cílových trav. Traviny postupně odumřou, ale dvouděložné rostliny jsou prakticky nepoškozené. V tomto období v porostu může kvést již řada planých nebo plevelných dvouděložných rostlin, které jsou zdrojem kontaminace včel.

7.3 Vliv fungicidů a herbicidů na včely

Protože herbicidy a fungicidy nepůsobí obvykle toxicky na hmyz, není přesně známo, zda představují riziko pro včely a jiné opylovače. Při přípravě legislativních omezení používání pesticidů se berou v úvahu pouze účinky přímé otravy, které u fungicidů a herbicidů nejsou obvykle pozorovány. V České republice má omezení pro včely při aplikaci pouze jeden fungicid (účinná látka kyazofamid) a pět herbicidů (účinné látky glyfosát, kyselina oktanová, kyselina dekanová a kyselina pelargonová).

Škody způsobené akutní toxicitou však nejsou jedinou hrozbou, které včelám hrozí. Proto vědci stále častěji zkoumají subletální efekty fungicidů a herbicidů na včely, jako je paralýza, dezorientace nebo změny v chování, krátkodobé i dlouhodobé. Subletální dávky tak představují hrozbu pro přežití celého včelstva, kontaminaci úlu a způsobují sníženou schopnost opylovat rostliny.

Nově se objevující důkazy naznačují, že herbicidy mohou ovlivnit navigaci včel, učení a vývoj larev, zatímco fungicidy mohou mít vliv na spotřebu potravy, metabolismus a imunitní reakci včel, pokud jsou těmto sloučeninám vystaveny přímo kontaktním působením během aplikace či po aplikaci nebo orální expozicí – kontaminovaným nektarem a pylem.

7.4 Metodika

V letech 2022 a 2023 byly založeny na dvou lokalitách Trutnov a Šumperk cílené aplikace pesticidů na kvetoucí rostliny. Pokus byl založen v kulturních kvetoucích plodinách řepka, svazenka, pohanka, ale také na kvetoucí louce lučními bylinami a také v porostu obilí s kvetoucím vlčím mákem.

Aplikace byla provedena v období květu studované rostliny přípravky, které se v tomto období běžně aplikují.

Na ošetřených plochách byly označeny rostliny a na těchto rostlinách byly odebírány průběžně rozkvétající květy, které jsou postupně navštěvovány včelami. Je důležité si uvědomit, že některé odebírané květy v pozdějších termínech odběru byly v období postřiku jako malá poupata.

Vzorky byly odebírány před postřikem, 1.,2.,3,.4., 5.,7., den po postřiku. Velikost vzorku 3 – 4 gramy přírodního materiálu, který byl ihned po odběru zmražen na -18^{o}C .

Bylo založeno celkem 11 variant pokusů (tab.12).

Tabulka 9 Varianty pokusů s aplikací pesticidů Šumperk a Trutnov 2022 - 23

Var.	Plodina	Pesticid	Dávka	Účinná látka	Fáze kulturní rostliny
1.	Řepka	Mospilan Mizu 120 SL	0,35 l/ha	acetamiprid	BBCH 65
2.	Řepka	Prosaro 250 EC	0,75 l/ha	prothiokonazol, tebukonazol	BBCH 61
3.	Řepka	Pictor 250 EC	0,5 l/ha	boscalid, dimoxystrobin	BBCH 65
4.	Řepka	Prosaro Mospilan SL + Prosaro	0,75 l/ha 180g/ha 0,5 l/ha	acetamiprid prothiokonazol, tebukonazol boscalid, dimoxystrobin	BBCH 61 BBCH 65
5.	Svazenka	Garland Forte	1,2 l/ha	propachizafop	BBCH 45 - 55
6.	Svazenka	Fusilade Forte	1,6 l/ha	fluazifop-P-butyl	BBCH 45 - 55
7.	Pohanka	Garland Forte	1,2,l/ha	propachizafop	BBCH 45 - 55
8.	Pohanka	Fusilade Forte	1,6 l/ha	fluazifop-P-butyl	BBCH 45 - 55
9.	Louka kvetoucí	Lontrel 600	0,33 l/ha	klopyralid	když něco pokvete
10.	Louka kvetoucí	Agritox M 500	0,5 l/ha zachová jetel	MCPA	když něco pokvete
11.	Louka kvetoucí	Lontrel 600+ Agritox M 500	0,33 l/ha 0,5 l/ha zachová jetel	klopyralid MCPA	když něco pokvete

7.5 Charakteristika látek použitých v pokusech

1) Účinná látka acetamiprid v přípravku Mospilan Mizu 120 SL – insekticid povolený do řepky a obilí. V řepce mimo období květu. Z hlediska aplikace není u tohoto přípravku žádné omezení pro ochranu včel – var.1

2) Účinná látka prothiokonazol + tebukonazol zkoušen v přípravku Prosaro 250 EC – aplikace do obilí a řepky, včetně kvetoucích porostů. Z hlediska aplikace není žádné omezení pro ochranu včel – var. 2,4

3) Účinná látka boscalid + dimoxystrobin v přípravku Pictor 250 EC – aplikace do kvetoucích porostů řepky. Z hlediska aplikace nemá žádné omezení pro ochranu včel - var. 3, 4.

4) Účinná látka MCPA 500 g - kyselina 4-chloro-o-tolyloxyoctová v přípravku Agritox M 500 -herbicidu proti dvouděložným plevelům v obilí, travních porostech a na loukách. Včely se mohou kontaminovat návštěvou kvetoucích plevelných rostlin v období po postřiku do období projevení silného účinku na rostliny. Aplikace je povolena pouze v období, kdy kulturní rostliny nekvetou nebo na počátku vegetace. Z hlediska aplikace není žádné omezení pro ochranu včel – var. 10, 11.

5) Účinná látka propaquiazofop v přípravku Garland Forte -graminicid proti trávovitým plevelům v mnoha kulturních rostlinách. Aplikace povolena pouze v období, kdy kulturní rostliny nekvetou nebo na počátku vegetace. Kontaminace včel pochází od kvetoucích dvouděložných plevelů, proti kterým jsou graminicidy selektivní. Z hlediska aplikace nemá žádné omezení pro ochranu včel – var. 5,7

6) Účinná látka klopyralid v přípravku Lontrel 600 – herbicid proti dvouděložným plevelům v porostech řepky, obilnin, kukuřice, cukrovky, luk a dalších kultur. Aplikace je povolena pouze v období, kdy kulturní rostliny nekvetou. Včely se mohou kontaminovat návštěvou kvetoucích plevelných rostlin v období po postřiku do období projevení silného účinku na rostliny. Z hlediska aplikace žádné omezení pro ochranu včel – var. 9,11.

7) Účinná látka fluazifop-P-butyl 150 g v přípravku Fusilade Forte 150 EC - graminicidu proti trávovitým plevelům v mnoha kulturních rostlinách. Aplikace je povolena pouze v období, kdy kulturní rostliny nekvetou. Kontaminace včel pochází od kvetoucích dvouděložných plevelů, proti kterým jsou graminicidy selektivní. Z hlediska aplikace nevykazuje žádné omezení pro ochranu včel – var. 6 – 8.

7.6 Výsledky

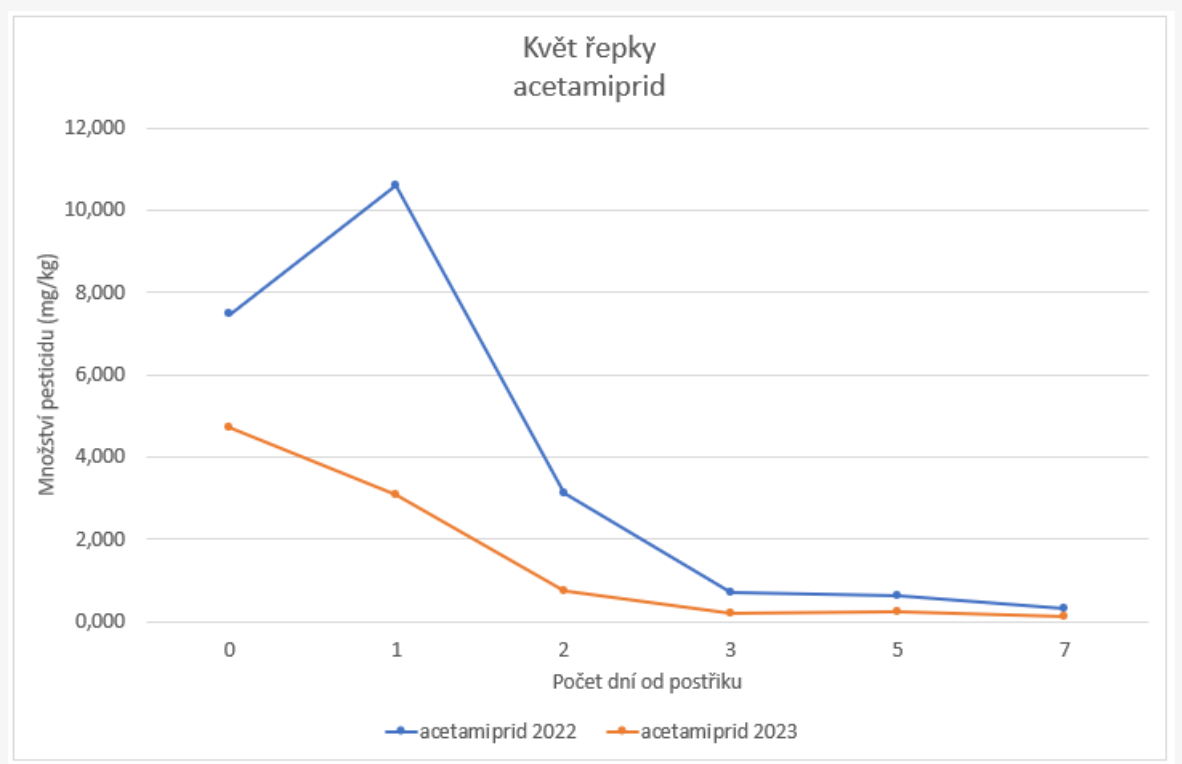
7.6.1 Aplikace na kvetoucí porost řepky

Insekticidní přípravky s účinnou látkou acetamiprid se do květů řepky aplikují pravidelně proti živočišným škůdcům. Zvýšení množství druhý den po aplikaci je patrně způsobeno systémovými vlastnostmi této látky. Poměrně rychle se acetamiprid v květech odbourává, 3. den po aplikaci je již obsah v květech pod 10 % jeho původního množství v den postřiku (graf. 28, tab. 13).

Tabulka 10 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
acetamiprid 2022	100,0	142,2	41,7	9,6	8,6	4,6
acetamiprid 2023	100,0	65,5	15,5	4,1	5,4	3,0

Graf 28 Množství pesticidů po postřiku

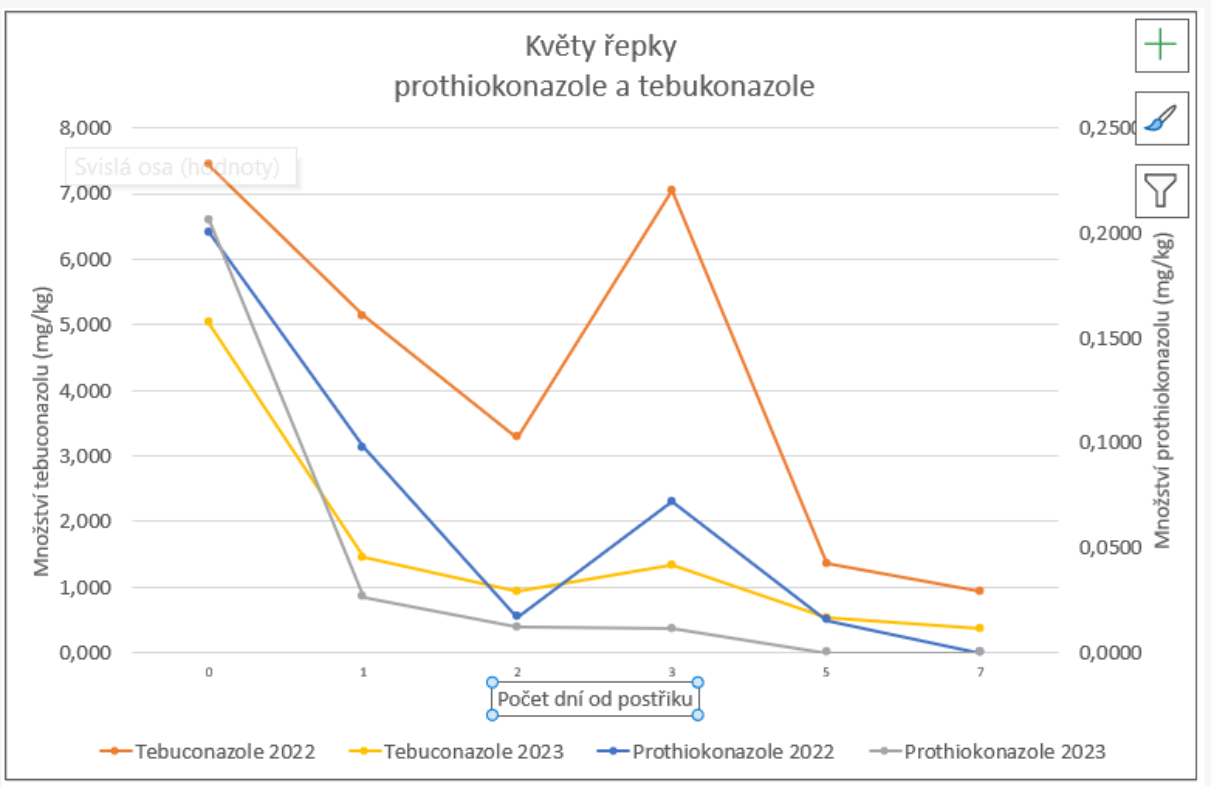


V období květu se v řepce pravidelně a téměř na celé ploše provádí fungicidní ochrana proti houbovým chorobám. Fungicidní látky mají systémový účinek a tím lze vysvětlit zvýšení jejich množství v květech 3. den po postřiku. Od 5. dne jej jejich množství již nízké, prothiokonazole již nebyl 7. den v květech vůbec zjištěn (graf. 29, tab. 14).

Tabulka 11 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Prothiokonazole 2022	100,0	49,0	8,4	36,1	7,6	0,0
Tebuconazole 2022	100,0	69,2	44,2	94,8	18,5	12,6
Prothiokonazole 2023	100,0	12,7	5,8	5,6	0,0	0,0
Tebuconazole 2023	100,0	28,9	18,7	26,6	10,5	7,5

Graf 29 Množství pesticidů po postřiku

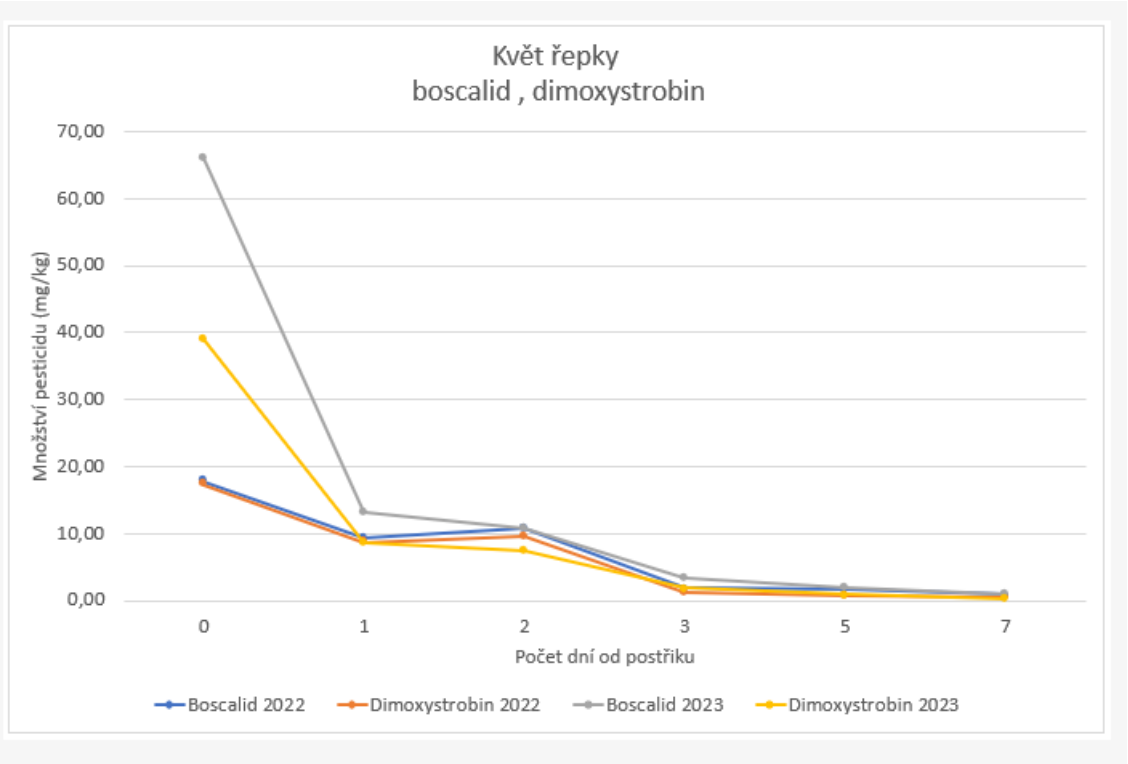


Další možností fungicidní ochrany řepky je aplikace látek boscalid a dimoxystrobin. Tyto látky jsou v květech po postřiku ve výrazně vyšším množství než prothiokonazole nebo tebukonazole. Rychle se však odbourávají a 5. den po postřiku je jejich množství pod 10 % původního množství v den postřiku (graf. 30, tab. 15).

Tabulka 12 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Boscalid 2022	100,0	52,4	60,6	10,1	9,7	4,8
Dimoxystrobin 2022	100,0	50,2	55,5	7,3	4,7	2,9
Boscalid 2023	100,0	19,9	16,4	5,0	2,9	1,4
Dimoxystrobin 2023	100,0	13,0	11,2	2,7	1,3	0,3

Graf 30 Množství pesticidů po postřiku



7.6.2 Aplikace na kvetoucí porost svazenky

Svazenka je v době květu hojně navštěvována včelami a obvykle se pesticidně neošetřuje. Je však možné v ní hubit trávovité plevele, zejména pýr. Tyto selektivní přípravky neovlivňují růst a kvetení svazenky, ale jsou obsaženy v květech a v čely s nimi přichází do kontaktu (obr. 13)

Obrázek 13 Porost svazenky

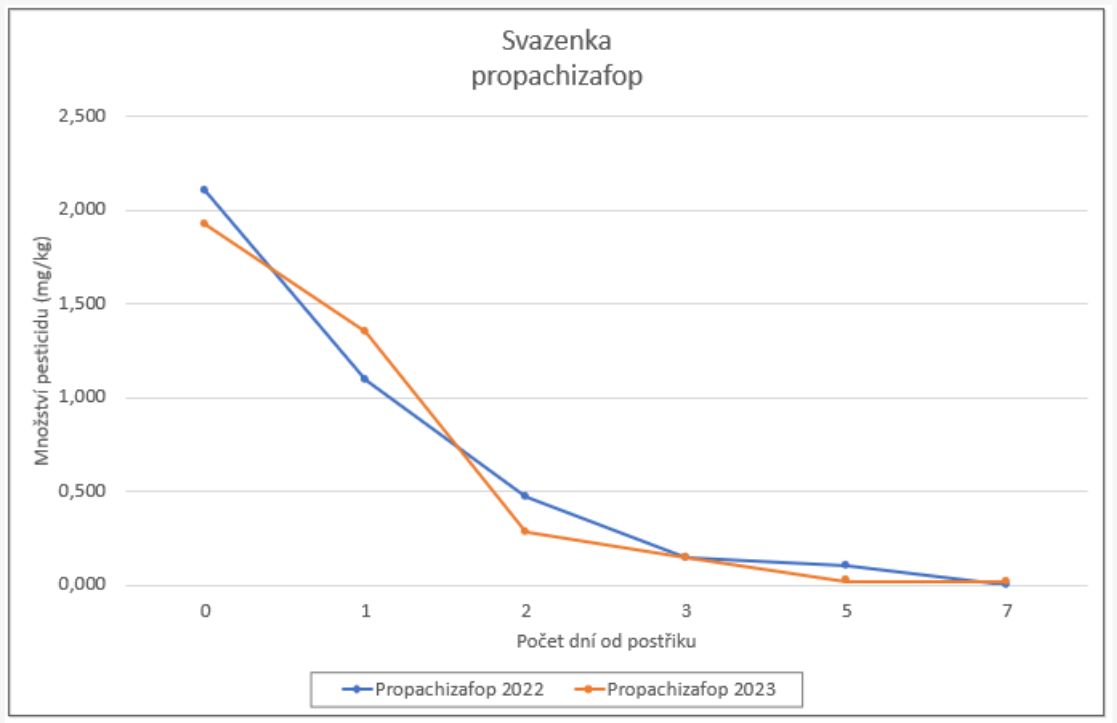


Účinní látka propachizafop se vyskytuje v květech svazenky ve výrazně nižším množství než látka s podobným graminicidním účinkem fluazifop- P- butyl. Rychle se odbourává 3. den je již pod 10 % původního množství v den postřiku. (graf. 31, tab. 16).

Tabulka 13 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Propachizafop 2022	100,0	52,0	22,5	6,9	4,8	0,1
Propachizafop 2023	100,0	70,3	14,6	7,4	1,1	0,9

Graf 31 Množství pesticidů po postřiku

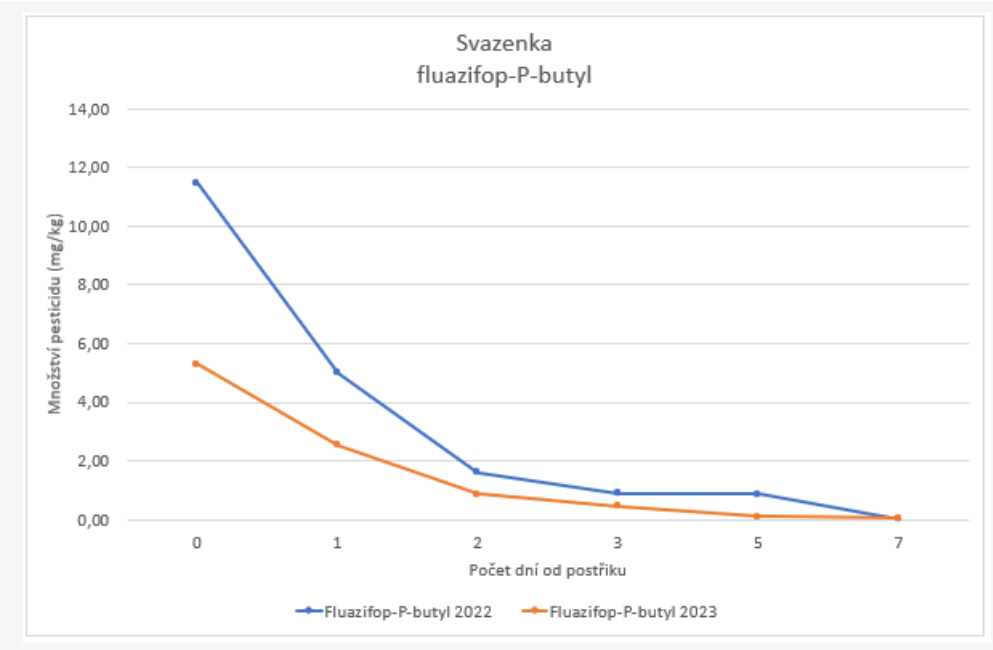


Herbicidní účinná látka fluazifop- P- butyl je v počátku v květech výrazně ve větším zastoupení než propachizafop. Odbourává se také podobně rychle 3. den je již pod 10 % původního množství. Toto množství je však vyšší než u propachizafopu (graf. 32, tab. 17).

Tabulka 14 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Propachizafop 2022	100,0	52,0	22,5	6,9	4,8	0,1
Propachizafop 2023	100,0	70,3	14,6	7,4	1,1	0,9

Graf 32 Množství pesticidů po postřiku



7.6.3 Aplikace na kvetoucí porost pohanky

U pohanky je stejná situace jako u předešlé svazenky. V době květu je hojně navštěvovaná včelami. Pesticidní ošetření je pravděpodobné pouze herbicidy proti trávovitým plevelům, zejména pýru (Obr. 14). Aplikovaný propachizafop se odbourává trochu déle než ve svazence. Pod 10% původního množství se dostává až 7 dní po aplikaci (graf. 33, tab. 18).

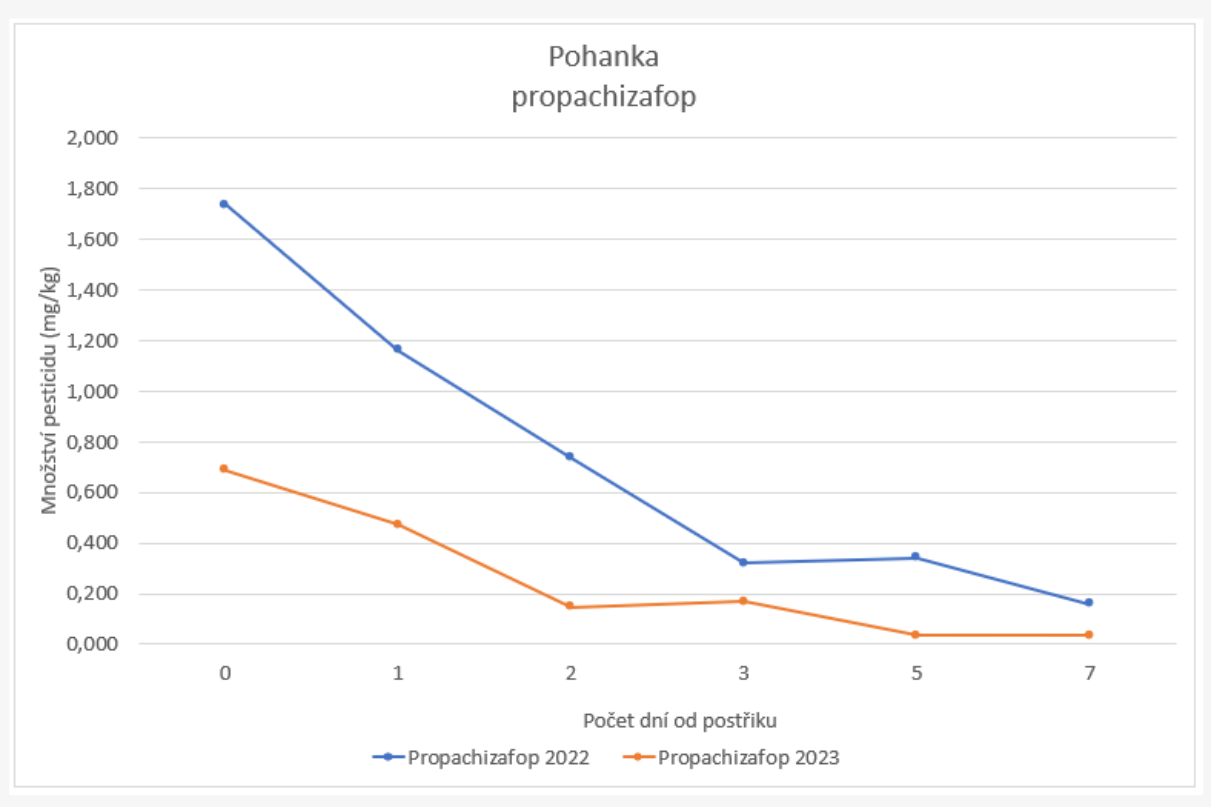
Obrázek 14 Porost svazenky



Tabulka 15 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Propachizafop 2022	100,0	66,9	42,5	18,4	19,7	9,2
Propachizafop 2023	100,0	68,4	21,1	24,7	5,6	0,0

Graf 33 Množství pesticidů po postřiku

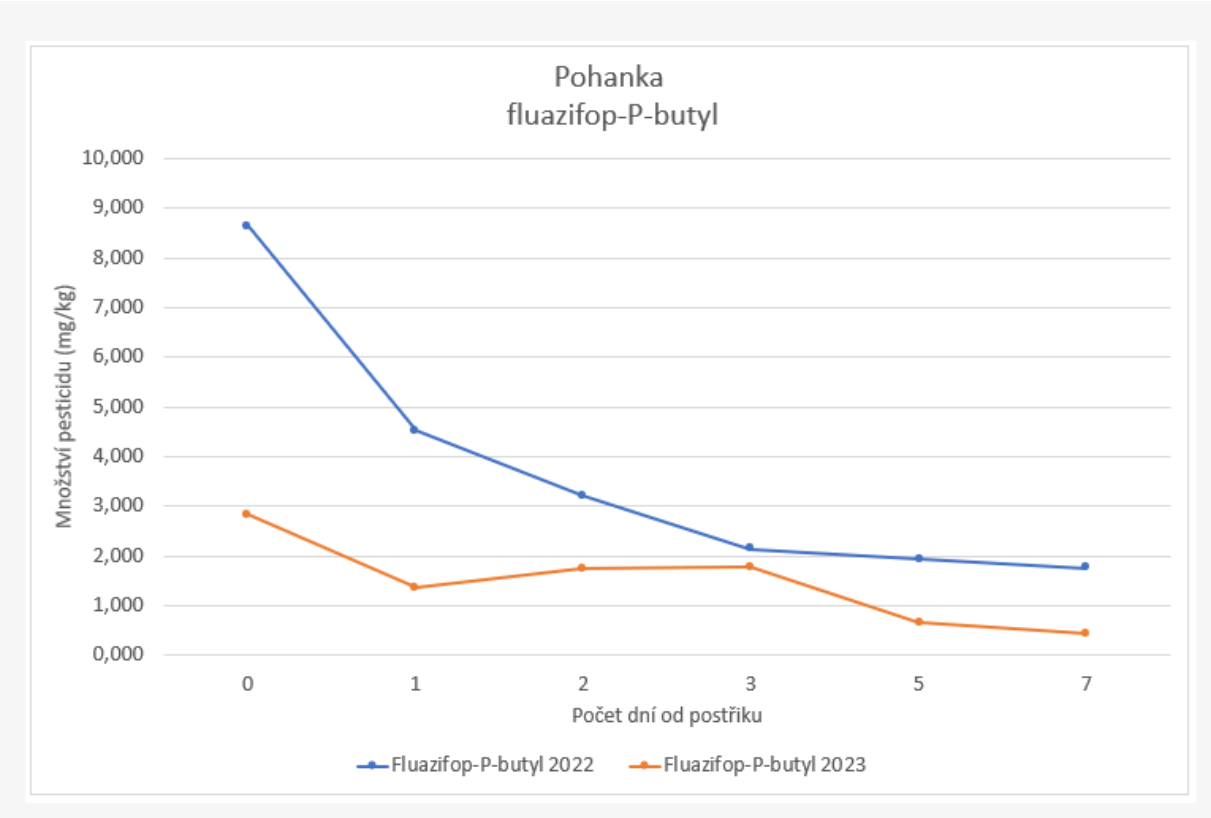


Druhá graminicidní látka fluazifop- P- butyl je podobně jako ve svazence opět v květech pohanky ve výrazně vyšším množství. Odbourává se také pomaleji v pohance než ve svazence. Pod 10 % původního množství se během našeho týdenního pozorování vůbec nedostala (graf. 34, tab. 19).

Tabulka 16 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Fluazifop-P-butyl 2022	100,0	52,3	37,1	24,7	22,4	20,3
Fluazifop-P-butyl 2023	100,0	47,9	61,3	62,5	22,8	15,1

Graf 34 Množství pesticidů po postřiku



7.6.4 Aplikace na kvetoucí louku

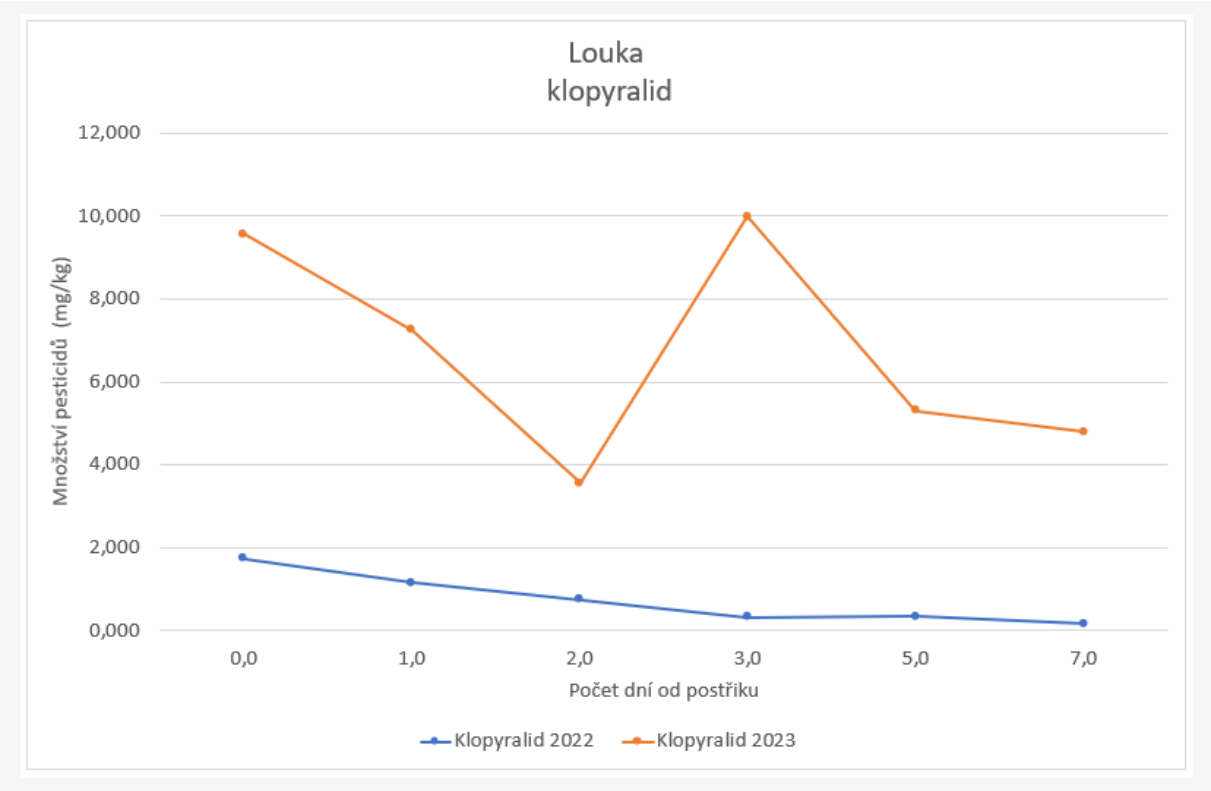
Na louky se mohou aplikovat především herbicidy proti dvouděložným plevelům. Kvetoucí dvouděložné rostliny jsou hojně navštěvovány včelami a dalšími opylovači. Po aplikaci herbicidů sice odumírají, ale obvykle po 7 i více dnech. Několik dní po aplikaci je běžně navštěvují opylovači a mohou se stát zdrojem kontaminace prostředí v úlu.

Účinná látka klopyralid byla v roce 2023 velmi stabilní a odbourávala se velmi pomalu. Ještě 7 dní po postřiku bylo zjištěno 50 % původního množství. V roce 2022 se odbourávala mnohem rychleji. Z těchto rozdílných výsledků je patrné, že louka je značně heterogenní prostředí, s mnoha druhy rostlin a každoročně je velmi proměnlivé. Výsledky z monokultur si byly v jednotlivých letech velmi podobné (graf. 35, tab. 20).

Tabulka 17 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Klopyralid 2022	100,0	66,9	42,5	18,4	19,7	9,2
Klopyralid 2023	100,0	75,9	37,4	104,5	55,5	50,2

Graf 35 Množství pesticidů po postřiku

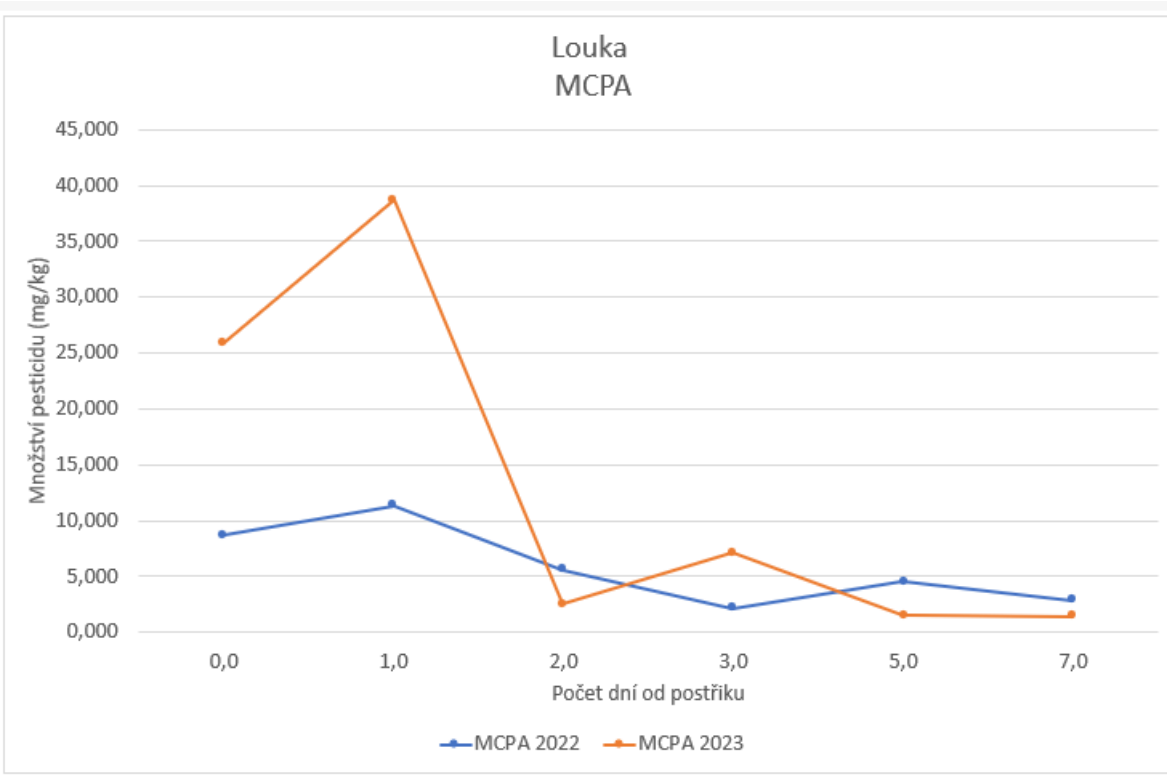


Účinná herbicidní látka proti dvouděložným plevelům MCPA byla zjištěna v květech na louce po postřiku ve velkém množství. Její odbourávání je rychlé, ale i po 7 dnech zůstává v rostlinách poměrně vysoké a stabilní množství této látky (graf. 36, tab. 21).

Tabulka 18 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
MCPA 2022	100,0	131,2	64,9	24,4	52,0	33,5
MCPA 2023	100,0	149,6	10,1	27,5	6,0	5,6

Graf 36 Množství pesticidů po postřiku

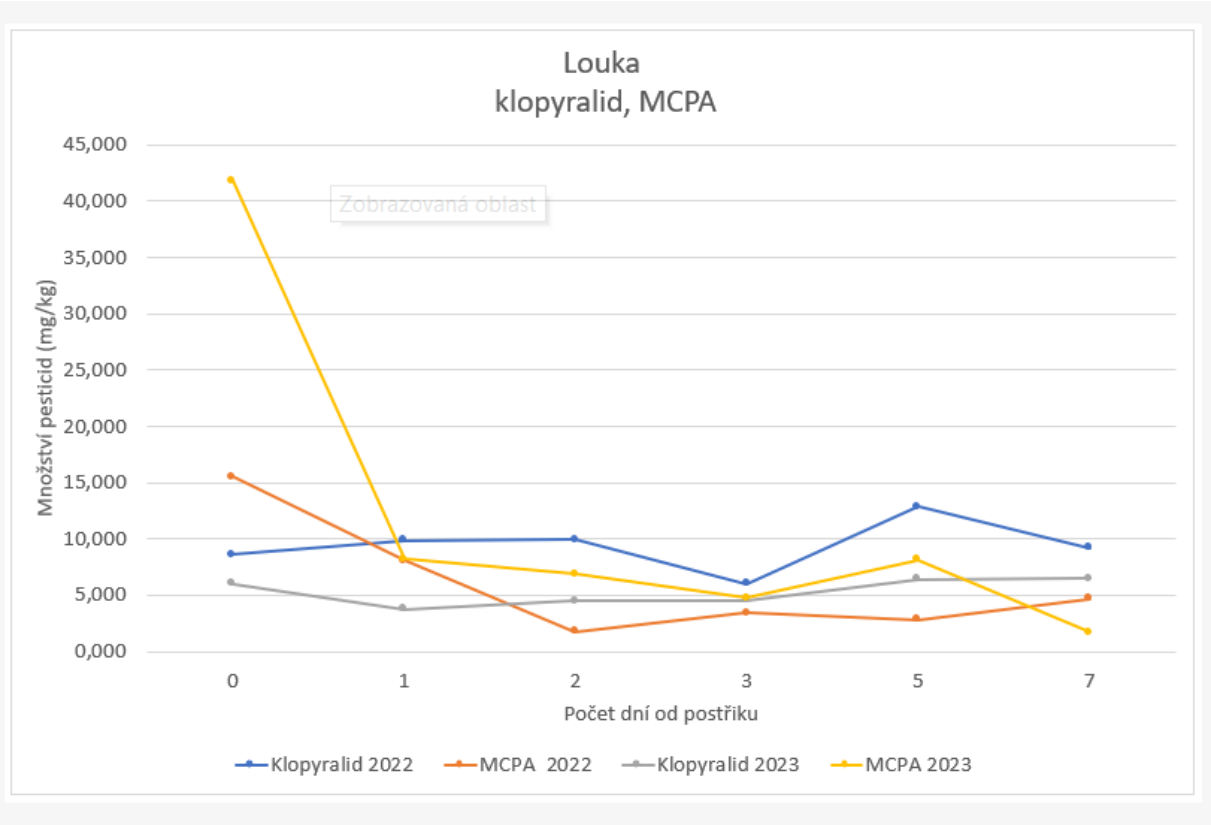


Při aplikaci tan – mix látek klopyralid a MCPA se nejrychleji zpočátku odbourává MCPA, ale obě látky jsou perzistentní a zůstávají po celou dobu našeho sledování 7 dní stabilně v poměrně vysokém množství. Zejména klopyralid je v přítomnosti MPCA stabilnější než při samotné aplikaci (graf. 37, tab. 22).

Tabulka 19 Odbourávání pesticidů po postřiku (procenta počátečního množství)

Počet dní po postřiku	0	1	2	3	5	7
Klopyralid 2022	100,0	114,1	115,3	69,9	148,9	107,0
MCPA 2022	100,0	52,3	11,5	22,2	18,3	30,2
Klopyralid 2023	100,0	62,5	74,5	75,7	107,4	107,7
MCPA 2023	100,0	19,7	16,5	11,5	19,6	4,2

Graf 37 Množství pesticidů po postřiku



8 Závěr

V úlech se vyskytuje v pylu pravidelně několik desítek účinných látek insekticidů, herbicidů, fungicidů i některých dalších látek. Četnost jejich výskytu a jejich množství se výrazně liší u jednotlivých účinných látek. Samozřejmě to závisí na množství jejich aplikací na atraktivní plodiny pro opylovače během jejich pěstování. Je však nutné upozornit, že významným zdrojem pesticidů v úlech mohou být i kvetoucí plevelné a okrasné rostliny, které jsou kontaminovány úletem pesticidů při ošetřování hlavních plodin.

Nebezpečí pro opylovače lze omezit několika způsoby – aplikovat přípravky repelentní pro včely nebo aplikovat přípravky, které při registrované dávce zanechávají v květech nízké dávky nebo se rychle z květů odbourávají. Při vhodném výběru pesticidů na základě informací v této metodice je možné úspěšně potlačit škodlivý organizmus a přitom snížit nebezpečí kontaminace pro včely.

9 Srovnání nového postupu

V metodice je nový především přístup k možnostem snižování množství reziduí pesticidů v úlech. Zjišťování repelence jednotlivých přípravků pro včely je zcela nové a zatím se u vlastností komerčních přípravků vůbec neuvádí.

Rovněž rozsah cílených rozborů pylu na obsah pesticidů včetně snahy o zjištění příčin jejich kontaminace (způsob využívání krajiny, časová souvislost) nebyl zveřejněn. Nové jsou i poznatky o množství pesticidů po postřiku registrovanou dávkou a rychlostí jejího odbourávání v rostlinách. Nové jsou i poznatky o fungicidních a herbicidních látkách, kterým se dosud věnovala menší pozornost než látkám insekticidním.

Nová je i možnost využít rozbory vzorků plástového pylu na monitoring výskytu reziduí pesticidů v krajině.

10 Popis uplatnění metodiky

Údaje uvedené v metodice se mohou stát podkladem pro rozhodování orgánů státní správy ohledně ochrany opylovačů. Upřesňují se vlastnosti některých pesticidních účinných látek a na základě jejich znalostí si mohou pěstitelé vybrat látku méně rizikovou při aplikaci do porostů navštěvovaných včelami.

Metodika je určena pro profesionální využití v oblastech výzkumu vztahu rostlin, aplikace pesticidů a včel, včetně problematiky použití prostředků pro ochranu rostlin v agroekosystémech. Dále je vhodná pro výzkum v dalších navazujících oborech, zejména k monitoringu množství reziduí pesticidů v krajině.