Česká zemědělská univerzita

Závěrečná zpráva k aktivitě NAP za období 2024

Monitoring herbicidní rezistence v populacích vybraných plevelných druhů na území České republiky (2024 – 2025)

Zadavatel: Ministerstvo zemědělství ČR

Číslo smlouvy: 684-2024-18111

Za řešitelský tým předkládá odpovědný řešitel: prof. Ing. Josef Soukup, CSc

Nositel-koordinátor: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchdol

V Praze, 15. 11. 2024

1. Uvedení čísla smlouvy a čísla jednacího

Smlouva o dílo č. 684-2024-18111, MZE-38517/2024-18111

2. Název aktivity

Monitoring herbicidní rezistence v populacích vybraných plevelných druhů na území České republiky v roce 2024

3. Zadání podle smlouvy

Zhotovitel se zavazuje provádět monitoring herbicidní rezistence v populacích vybraných plevelných druhů na území ČR v roce 2023, případy herbicidní rezistence reportovat do databáze EPPO a pracovníkům ÚKZÚZ poskytovat data pro tvorbu interaktivních map rezistence na Rostlinolékařském portálu. Zhotovitel aktualizuje antirezistentní strategie pro používání herbicidních přípravků pro významné plevelné druhy s potvrzenou herbicidní rezistencí.

4. Název a sídlo subjektu

Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchdol
IČO – 60460709
Číslo datové schránky: 3hdj9cb

5. Jméno garanta

Prof. Ing. Josef Soukup, CSc., e-mail: soukup@af.czu.cz, tel.: 00420-224382781

6. Spoluřešitelské organizace a jména garantů (pokud existují)

7. Celkové náklady včetně DPH (a rozpis nákladů na spoluřešitelské organizace, nebo organizace provádějící služby)

Náklady na projekt jsou čerpány účelně na řešení v souladu s plánem a lze předpokládat dodržení jednotlivých kategorií nákladů podle plánu, s odchylkou do 10-20 tis. Kč při dodržení celkového rozpočtu. Osobní náklady jsou čerpány formou pohyblivé složky mzdy zaměstnanců za výsledky dosažené při dílčích etapách řešení a formou stipendií pro doktoranda zapojeného do řešení projektu a nebudou překročeny. Materiálové náklady byly využity především na nádoby, substráty a chemikálie potřebné k testování herbicidní rezistence a údržbu technického vybavení. Cestovné bylo použito na sběry semen plevelů a k financování cest spojených s vystoupeními na odborných akcích v ČR. Nepřímé náklady byly odvedeny v souladu s pravidly ČZU k pokrytí režijních nákladů organizace a řešitelského pracoviště. Vzhledem k tomu, že experimenty stále probíhají, finální nákladová tabulka bude k dispozici v polovině ledna 2025 po ukončení účetního období a promítnutí všech nákladových položek do výsledovky.

8. Datum předání díla

15.11.2024

9. Výsledky aktivity

a) *Monitoring herbicidní rezistence na území ČR (sběr, testování a analýza výsledků)*

Metodický přístup

Sběry vzorků

Na základě předchozích zkušeností v monitoringu rezistence a komunikace se zemědělskou praxí byly vytipovány lokality a proveden vlastní terénní průzkum v oblastech s vyšším výskytem zájmových plevelů, které v podmínkách praxe přežívaly herbicidní ošetření. Cílem bylo získat dostatečně reprezentativní počet vzorků populací plevelů z různých částí ČR s podezřením na herbicidní rezistenci. Při sběrech nebyly upřednostňovány žádné regiony, větší počet sběrů získaný z určitých oblastí je způsoben větším výskytem plevelného druhu v dané lokalitě a častějším selháváním účinku herbicidů. Odběry byly prováděny před sklizní ze suchých porostů v době dozrávání semen plevelů. Z každé vytipované lokality bylo v transektu sebráno do papírových sáčků přibližně 100 g semen, což odpovídá cca 100-300 rostlinám podle druhu. Odebrané vzorky byly v laboratoři dosušeny, vyčištěny a do výsevu uchovány ve tmě při pokojové teplotě. Společně se sběrem byly zaznamenány tyto údaje o lokalitě:

a) Lokalizace vzorku plevele (GPS, číslo a název honu, okres apod.).
b) Datum odběru.
c) Údaje o plodině – druh, růstová fáze.
d) Intenzita výskytu plevele.
e) Údaje o předcházejících herbicidních postřicích.
f) Informace o přípravcích s nedostatečnou účinností.

Výsev a pěstování

Semena testovaných populací byla vyseta do nádob naplněných půdou černozemního typu, která neobsahovala žádná rezidua herbicidů či jiných chemických látek. Krátce po vzejití byly rostliny vyjednoceny na konečný počet 8-12 rostlin/nádobu dle druhu. Nádoby byly po výsevu umístěny v kryté vegetační hale na demonstračním pozemku ČZU. Rostliny byly zalévány podmokem a 1x během vegetace přihnojeny hnojivem N-P-K (19–6–20). Ke každému druhu byly vysety citlivé standardy pocházející z lokalit, které nebyly herbicidně ošetřeny.

Aplikace herbicidů

Postemergentní listové aplikace herbicidů byly provedeny v růstových fázích doporučených výrobci podle konkrétních přípravků. Každá varianta měla 4 opakování. Aplikace herbicidů byla provedena přesným laboratorním postřikovačem AVIKO 5, byla použita tryska Lurmark 01 E 80 a nastaven tlak na hodnotu 0,23 MPa, celkový objem postřikové kapaliny odpovídal dávce 250 l ha-1. Dávka kapaliny byla regulována rychlostí pojezdu.

Hodnocení účinnosti herbicidů

Pomocí platných metodik EPPO PP 1/152(4) a PP 1/181(4) byla stanovena účinnost jednotlivých herbicidních přípravků v porovnání s neošetřenou kontrolou 30 dní po aplikaci herbicidů pomocí odhadové procentní metody. Hodnocení rezistence bylo provedeno na základě klasifikace dle Mosse (2007) The ‘R’ system for interpreting results from herbicide-resistance screening assays in the UK.

Stupnice citlivosti škodlivého organismu (dle Moss 2007)

Citlivá populace **S** – účinnost testovaného přípravku pomocí růstových analýz 81-100%, žádné přeživší rostliny po aplikaci doporučené dávky a nižších dávek než je doporučená

Slabě rezistentní populace **R** – účinnost testovaného přípravku pomocí růstových analýz 72-80%, velmi málo rostlin v populaci, které přežívají doporučenou dávku

Středně rezistentní populace **RR** – účinnost testovaného přípravku pomocí růstových analýz 36-71 %, doporučenou dávku přežívá přibližně polovina rostlin

Silně rezistentní populace **RRR** – účinnost testovaného přípravku pomocí růstových analýz 0-35%většina rostlin přežívá i vyšší dávky, než je doporučená

Charakteristika činností a výsledky

Sběr rostlinného materiálu

V roce 2024 byly odebrány diaspory z celkem 38 populací plevelů s podezřením na herbicidní rezistenci. Konkrétně se jednalo o jednu populace svěřepu jalového, tři populace psárky polní, šest populací jílku mnohokvětého, deset populací chundelky metlice, pět populací heřmánkovce nevonného, pět populací laskavce ohnutého a osm populací merlíku bílého (Tab. 1). Většina vzorků byla odebrána z polí, kde došlo k selhání herbicidní účinnosti a populace byly testovány na žádost zemědělců. Několik vzorků bylo odebráno v rámci náhodného sběru. Nádobový pokus, ve kterém byla testována herbicidní rezistence u vzorků chundelky metlice, psárky polní, jílku mnohokvětého a svěřepu jalového byl založen v září roku 2024. Na jaře roku 2024 byly vysety a na rezistenci testovány populace laskavce ohnutého, merlíku bílého, heřmánkovce nevonného a máku vlčího získané v loňském roce. Semena těchto druhů z letošních sběrů budou z důvodu dormance semen (laskavec, merlík) a kapacity pěstebních hal vyseta na jaře roku 2025.

Tab. 1: Seznam odebraných vzorků plevelných populací v roce 2024 za účelem testování herbicidní rezistence

Český název druhu	**Latinský název druhu**	**Lokalita**	**Intenzita výskytu**	**Datum sběru**	**Plodina**
sveřep jalový	*Bromus sterilis*	Plazy U haly	ohniskový	09.07.2024	pšenice
psárka polní	*Alopecurus myosuroides*	Břilice I	ohniskový	04.07.2024	pšenice
psárka polní	*Alopecurus myosuroides*	Lužnice I	ohniskový	04.07.2024	pšenice
psárka polní	*Alopecurus myosuroides*	Lomnice U Koclířova	pásový	04.07.2024	pšenice
jílek mnohokvětý	*Lolium multiflorum*	Domanín I	plošný	04.07.2024	pšenice
jílek mnohokvětý	*Lolium multiflorum*	Domanín II	plošný	04.07.2024	pšenice
jílek mnohokvětý	*Lolium multiflorum*	Lužnice II	ohniskový	04.07.2024	pšenice
jílek mnohokvětý	*Lolium multiflorum*	Branná	plošný	04.07.2024	tritikale
jílek mnohokvětý	*Lolium multiflorum*	Lomnice U Koclířova	ohniskový	04.07.2024	pšenice
jílek mnohokvětý	*Lolium multiflorum*	Pias Dobřeň, Studánky	ohniskový	09.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Plazy S. Bota	pásový	09.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Plazy U seníku	ohniskový	09.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Plazy III	ohniskový	09.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Břilice Třeboň	plošný	04.07.2027	tritikale
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Břilice I	plošný	04.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Břilice u rybníka	plošný	04.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Břilice letiště I	plošný	04.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Břilice letiště II	plošný	04.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Přeseka	pásový	04.07.2024	pšenice
chundelka metlice	*Apera spica venti*	Lužnice	pásový	04.07.2024	pšenice
heřmánkovec nevonný	*Tripleurospermum inodorum*	Plazy I	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
heřmánkovec nevonný	*Tripleurospermum inodorum*	Plazy II	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
heřmánkovec nevonný	*Tripleurospermum inodorum*	Plazský vrch	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
heřmánkovec nevonný	*Tripleurospermum inodorum*	Valy	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
heřmánkovec nevonný	*Tripleurospermum inodorum*	Stáhlov	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
laskavec ohnutý	*Amaranthus retroflexus*	Plazy I	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
laskavec ohnutý	*Amaranthus retroflexus*	Plazský vrch	pásový	16.10.2024	cukrovka
laskavec ohnutý	*Amaranthus retroflexus*	Neuměřice	ohniskový	17.10.2024	cukrovka
laskavec ohnutý	*Amaranthus retroflexus*	Statenice	ohniskový	17.10.2024	cukrovka
laskavec ohnutý	*Amaranthus retroflexus*	Valy	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Plazský vrch	pásový	16.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Valy	ohniskový	16.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Neuměřice	ohniskový	17.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Stáhlov	pásový	16.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Loucká I	ohniskový	17.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Loucká II	ohniskový	17.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Ledčice	ohniskový	17.10.2024	cukrovka
merlík bílý	*Chenopodium album*	Třebusice	ohniskový	17.10.2024	cukrovka

Pokusy jaro 2024

Testování vybraných populací laskavce ohnutého a merlíku bílého na herbicidní rezistenci

Aplikace herbicidů

Postemergentní listová aplikace herbicidů byla provedena v růstové fázi plevelů BBCH12-14 dne 29.4.2024 v doporučené dávce. V případě kombinace synt. auxin a Conviso One byla provedena dělená aplikace T1 a T2. Druhá aplikace proběhla s desetidenní odstupem, tedy 9.5.2024. Podrobný rozpis testovaných přípravků a použitých dávek je uveden v tabulce 1.

Tab. 2: Přípravky použité pro ošetření laskavce ohnutého a merlíku bílého

	Dávka přípravku	Termín aplikace	Smáčedlo	Dávka smáčedla
Neošetřená kontrola				
Conviso One	0,5	T1 + T2	Mero	0,5
+ synt. auxin	0,04	T1 + T2		
Conviso One + synt. auxin	0,5 0,04	T1	Mero	0,5
Express 50SX	60 g	T1	Trend	0,1%

Výsledky a doporučení pro praxi

Laskavec ohnutý

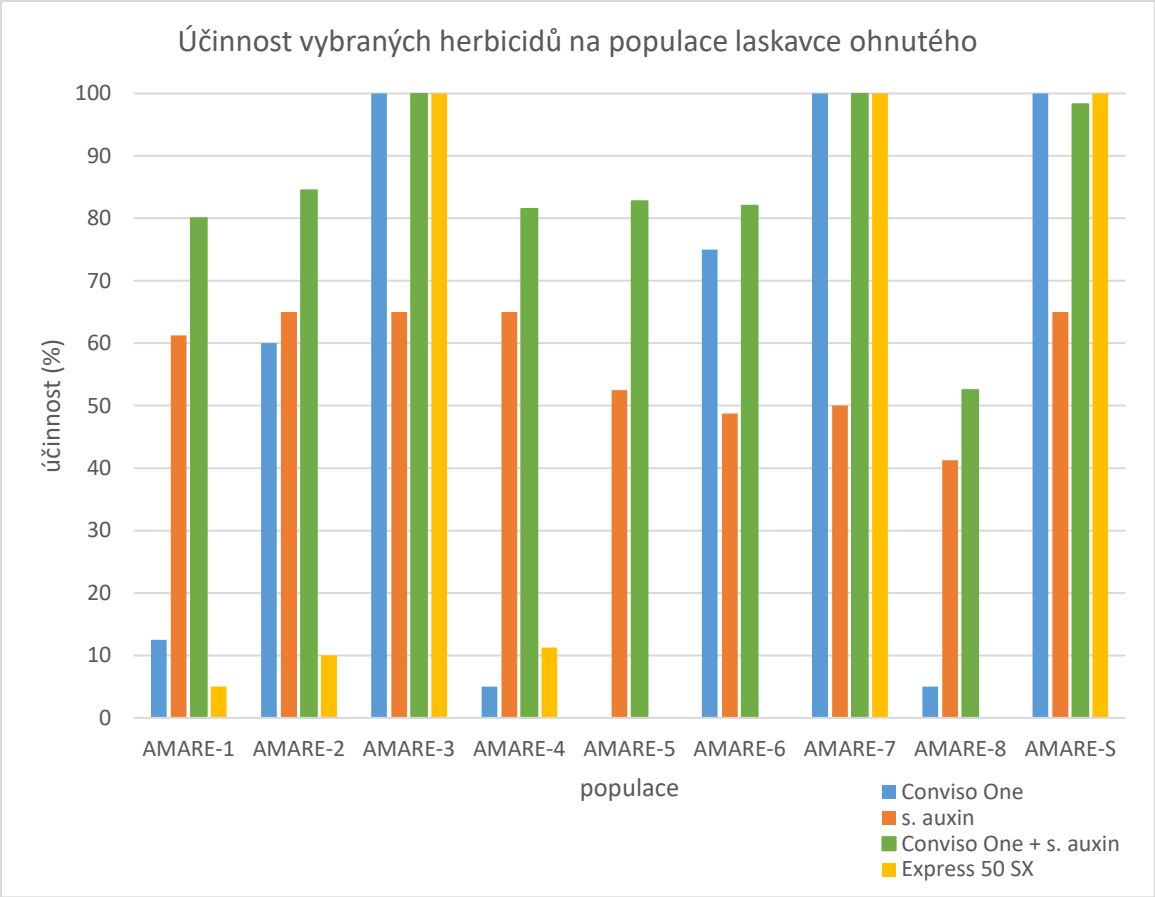
Účinnost přípravku Conviso One s úč. látkami foramsulfuron a thiencarbazone (ALS inhibitory) v doporučené dávce selhala v případě šesti populací laskavce ohnutého z osmi testovaných. U čtyř populací se průměrná účinnost pohybovala pouze od 0-12,5 % a tyto populace můžeme tedy označit jako silně rezistentní k použitému přípravku. Další dvě populace byly vyhodnoceny jako slabě (průměrná účinnost 75 %) a středě (prům. úč. 60 %) rezistentní. Zbylé dvě testované populace byly ke Convisu One citlivé a účinnost zde byla stejně jako u citlivé populace 100 % (Tab. 2, Graf 1).

Testovaný syntetický auxin vykazoval u všech populací podobnou účinnost. Rostlinná biomasa laskavce ohnutého byla značně redukována, nicméně rostliny s viditelnými symptomy poškození přesto přežívaly a účinnost nebyla vyšší než 65 %. V tomto případě se však nejedná o rezistenci, pouze nižší účinnost přípravku na daný druh. Stejné účinnosti bylo dosaženo i u citlivé populace.

V případě použití tank-mixu synt. auxin + Conviso One došlo k významného zvýšení účinnosti v porovnání s aplikací těchto přípravků samostatně. Velmi výrazný účinek byl pozorován zejména při srovnání s účinností Convisa One. U populací, které byly ke Convisu One silně rezistentní a účinnost zde byla např. 0 % (populace AMARE-5), byla v případě tank-mixu 82,75 %, tedy došlo ke spolehlivé redukci této populace. K podobnému výraznému zvýšení účinnosti došlo i u dalších populací např. AMARE-1 a AMARE-4 viz tabulka 2. Účinnost synt. auxinu se v případě kombinace s Convisem One u většiny populací zvýšila o 20-50 %. V průměru tedy účinnost této kombinace přípravků dosahovala spolehlivé účinnosti okolo 82 %. Pouze u velmi silně rezistentní populace AMARE-8 ke Convisu One i Expressu 50 SX byla účinnost pouze 50 %.

U přípravku Express 50 SX (účinná látka tribenuron – ALS inhibitor) dosahovala účinnost v případě stejných populací jako u Convisa One ještě nižších průměrných hodnot. Např. u populace AMARE-6, kde byla účinnost Convisa One 75 %, byla účinnost v případě použití tohoto přípravu nulová. Všech šest populací byly označeno jako silně rezistentní a pouze u dvou populací byla účinnost 100 %.

Ze studie vyplývá, že populací laskavce ohnutého k ALS inhibitorům (Conviso One, Espress 50 SX) přibývá. Z osmi testovaných populací bylo 75 % slabě, středně či silně rezistentních k této skupině herbicidů. Využití kombinací herbicidů s různými mechanismy účinku může zvýšit celkovou účinnost a snížit riziko rezistence. V případě, kdy se k přípravku Conviso One, přidal synt. auxin, účinnost se zvýšila v některých případech až o 83 %. Toto významné zlepšení naznačuje, že kombinace těchto herbicidů může být efektivnějším řešením pro kontrolu rezistentních populací laskavce ohnutého.



Graf 1: Účinnost vybraných herbicidů u osmi testovaných populací laskavce ohnutého

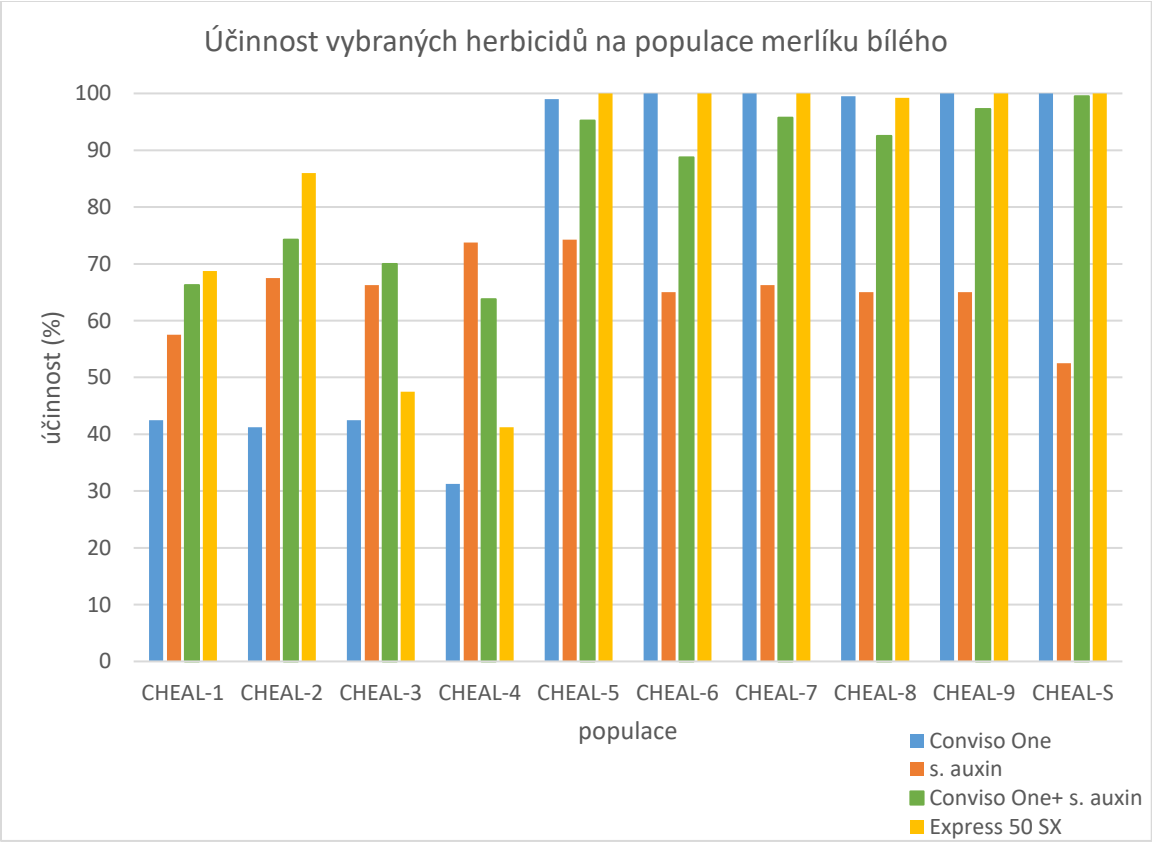
Tab. 3: Citlivost testovaných populací laskavce ohnutého k vybraným herbicidům (hodnocení dle Mosse 1997)

pop. č.	**prům. účinnost (%)**	**Conviso One**	**prům. účinnost (%)**	**Express 50 SX**
AMARE-1	12,5	RRR	5	RRR
AMARE-2	60	RR	10	RRR
AMARE-3	100	S	100	S
AMARE-4	5	RRR	11,25	RRR
AMARE-5	0	RRR	0	RRR
AMARE-6	75	R	0	RRR
AMARE-7	100	S	100	S
AMARE-8	5	RRR	0	RRR
AMARE-S	100	S	100	S

Merlík bílý

V případě merlíku bílého není situace tak alarmující, nicméně ji rovněž nelze podceňovat. Z devíti testovaných populací byly čtyři středně rezistentní ke Convisu One a tři k Expressu 50 SX. Zbylých pět populací bylo k oběma přípravkům citlivých, účinnost dosazovala 86–100 %. Po aplikaci herbicidu synt. auxinu bylo dosaženo podobných výsledků jako u laskavce ohnutého, účinnost činila v průměru 67 %.

Účinnost synt. auxinu v případě aplikace spolu s Convisem One se stejně jako u laskavce ohnutého významně zvýšila, u některých populací např. CHEAL-4 až o polovinu oproti použití samotného Convisa One. Toto významné zlepšení naznačuje, že kombinace těchto dvou přípravků může být účinnějším řešením i pro kontrolu rezistentních populací merlíku bílého.



Graf 2: Účinnost vybraných herbicidů u devíti testovaných populací merlíku bílého

Tab. 4: Citlivost testovaných populací merlíku bílého k vybraným herbicidům (hodnocení dle Mosse 1997)

pop. č.	**prům. účinnost (%)**	**Conviso One**	**prům. účinnost (%)**	**Express 50 SX**
CHEAL-1	42,5	RR	68,75	RR
CHEAL-2	41,25	RR	86	S
CHEAL-3	42,5	RR	47,5	RR
CHEAL-4	31,25	RR	41,25	RR
CHEAL-5	99	S	100	S
CHEAL-6	100	S	100	S
CHEAL-7	100	S	100	S
CHEAL-8	99,5	S	99,25	S
CHEAL-9	100	S	100	S
CHEAL-S	100	S	100	S

Testování heřmánkovce nevonného a máku vlčího

Aplikace herbicidů

Postemergentní listová aplikace herbicidů byla provedena v růstové fázi plevelů BBCH12 dne 16.4.2024 v doporučené dávce. Pokus byl vyhodnocen 28 dní po aplikaci. Podrobný rozpis testovaných přípravků a použitých dávek je uveden v tabulce 2.

Tab. 5: Přípravky použité pro ošetření heřmánkovce nevonného a máku vlčího

Herbicid	**úč. látka**	**Dávka**
Globus	florasulam	0,4 l/ha
Express 50 SX	tribenuron	30 g/ha
Conviso One	foramsulfuron + thiencarbazone	1 l/ha

U dvou z devíti testovaných populací heřmánkovec nevonného byla zjištěna silná rezistence k přípravku Express 50 SX a střední rezistencí ke Convisu One. Spolehlivou účinnost měl u těchto rezistentních populací herbicid Globus s účinnou látkou florasulam. Vzhledem k tomu, že se však jedná o účinnou látku se stejným mechanismem účinku (ALS inhibitor) a je zde pravděpodobnost vzniku křížové rezistence, nebyla tato účinná látka raději v rámci antirezistentních strategií doporučena. Ostatní populace byly vyhodnoceny jako citlivé ke všem přípravkům a rovněž u vlčího máku byla u všech populací zjištěna spolehlivá účinnost těchto tří testovaných přípravků.

Obr. 1: Populace heřmánkovce nevonného rezistentní k herbicidu Express 50 SX a Conviso One

Pokusy podzim 2024

Testování vybraných populací chundelky metlice, psárky polní, sveřepu jalového a jílku mnohokvětého na herbicidní rezistenci

Aplikace herbicidů

Postemergentní listová aplikace herbicidů byla provedena v růstové fázi plevelů BBCH12 dne 11.10.2024 v doporučené dávce. Pokus byl vyhodnocen 28 dní po aplikaci. Podrobný rozpis testovaných přípravků a použitých dávek je uveden v tabulkách 6-9.

Tab. 6: Přípravky použité pro ošetření chundelky metlice

Herbicid	**úč. látka**	**Dávka**
Axial Plus	pinoxaden	0,9 l/ha
Corello + Šaman	pyroxsulam	125 g/ha + 0,4 l/ha
Lentipur	chlorotoluron	2 l/ha
Trinity	diflufenican, pendimethalin, chlorotoluron	2 l/ha

Tab. 7: Přípravky použité pro ošetření psárky polní

Herbicid	**úč. látka**	**Dávka**
Avoxa	pinoxaden + pyroxsulam	1,8 l/ha
Incelo + Biopower	mesosulfuron + thiencarbazon	0,333 g/ha
Lentipur	chlorotoluron	2 l/ha
Trinity	diflufenican, pendimethalin, chlorotoluron	2 l/ha

Tab. 8: Přípravky použité pro ošetření sveřepu jalového

Herbicid	**úč. látka**	**Dávka**
Corello 1N + Šaman	pyroxsulam	250 g/ha
Corello 1N + Šaman	pyroxsulam	500 g/ha
Fencade 1N + Šaman	mesosulfuron + pyroxsulam + cloquintocet	100 g/ha
Fencade 2N + Šaman	mesosulfuron + pyroxsulam + cloquintocet	200 g/ha
Gallant 1N	quizalofop	1,25 l/ha
Gallant 2N	quizalofop	2,5 l/ha

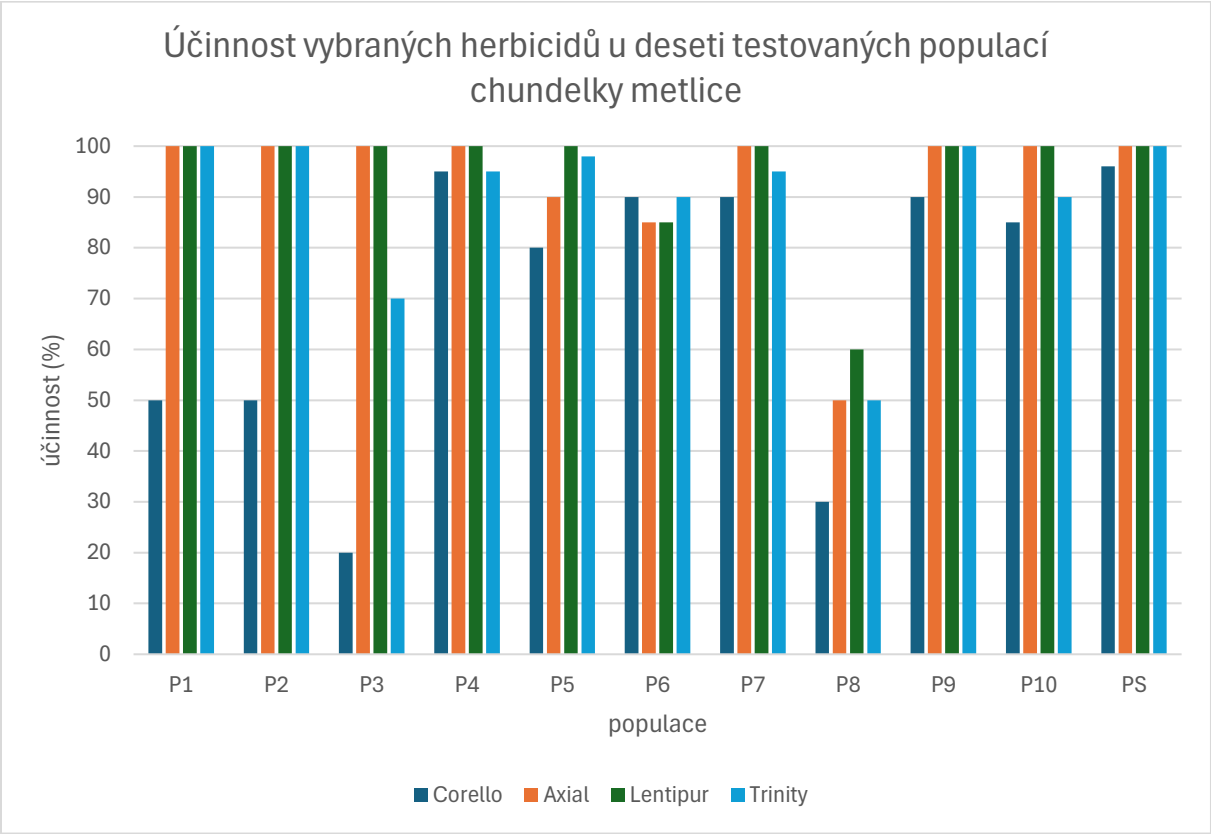
Tab. 9: Přípravky použité pro ošetření jílku mnohokvětého

Herbicid	**úč. látka**	**Dávka**
Avoxa	pinoxaden + pyroxsulam	1,8 l/ha
Incelo + Biopower	mesosulfuron + thiencarbazon	0,333 g/ha
Stratos Ultra	cycloxidim	4 l/ha
Trinity	diflufenican, pendimethalin, chlorotoluron	2 l/ha

Vybrané výsledky a doporučení pro praxi

Testování chundelky metlice

U deseti testovaných populací chundelky metlice pocházejících z jižních Čech, kde herbicidní rezistenci sledujeme dlouhodobě a všechny vzorky byly odebrány na žádost zemědělců, kteří se v oblasti často setkávají se selháním účinnosti různých herbicidních přípravků, byla u čtyř populací zjištěna rezistence k účinné látce pyroxsulam (herbicid Corello) ze skupiny ALS inhibitorů. U jedné populace byla potvrzena rezistence ke všem čtyřem testovaným herbicidům. U této populace se vyskytuje mnohonásobná rezistence ke třem mechanismům účinku – inhibitorům ALS, inhibitorů ACCázy a inhibitorům fotosystému II. Zemědělci jsme v rámci antirezistentních strategií doporučili preemergentní podzimní aplikace účinných látek pendimethalin či prosulfocarb, u kterých zatím rezistence zjištěna nebyla. U ostatních populací dosahovaly spolehlivé účinnosti přípravky Axial s účinnou látkou pinoxaden (inhibitor ACCázy) a Lentipur s účinnou látkou chlorotoluton (inhibitor fotosystému II). V oblastech s výskytem populací rezistentních k ALS inhibitorům byly zemědělcům doporučeny tyto mechanismy účinku.

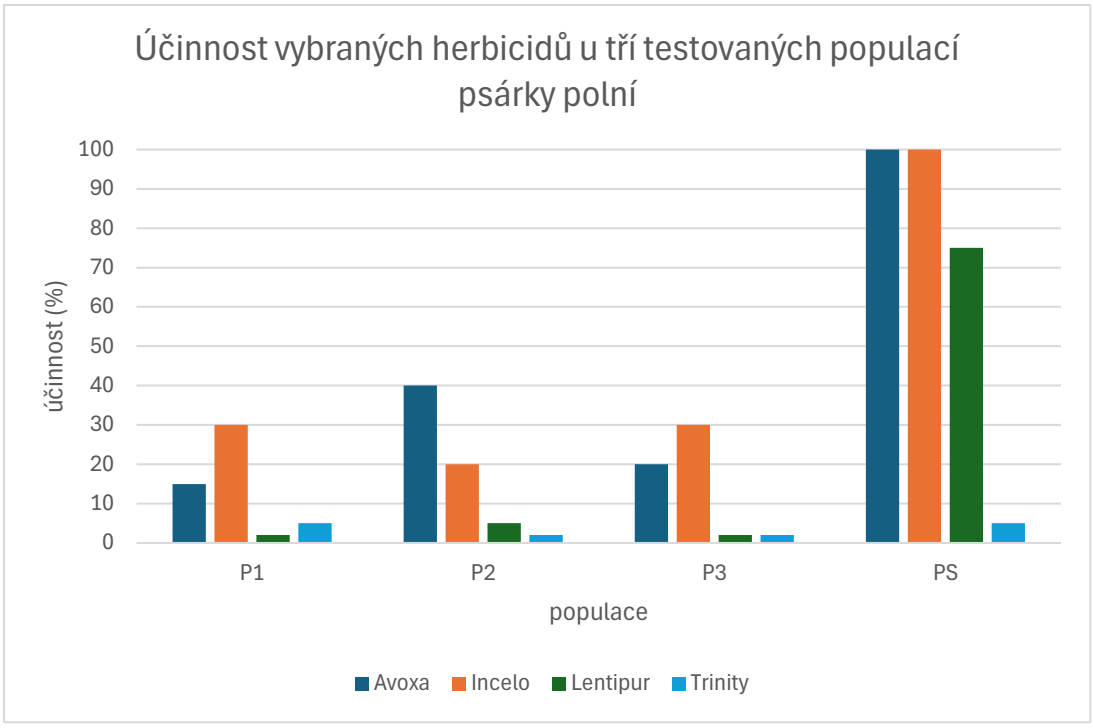


Graf 3: Průměrná účinnost různých mechanismů herbicidů na vybrané populace chundelky metlice

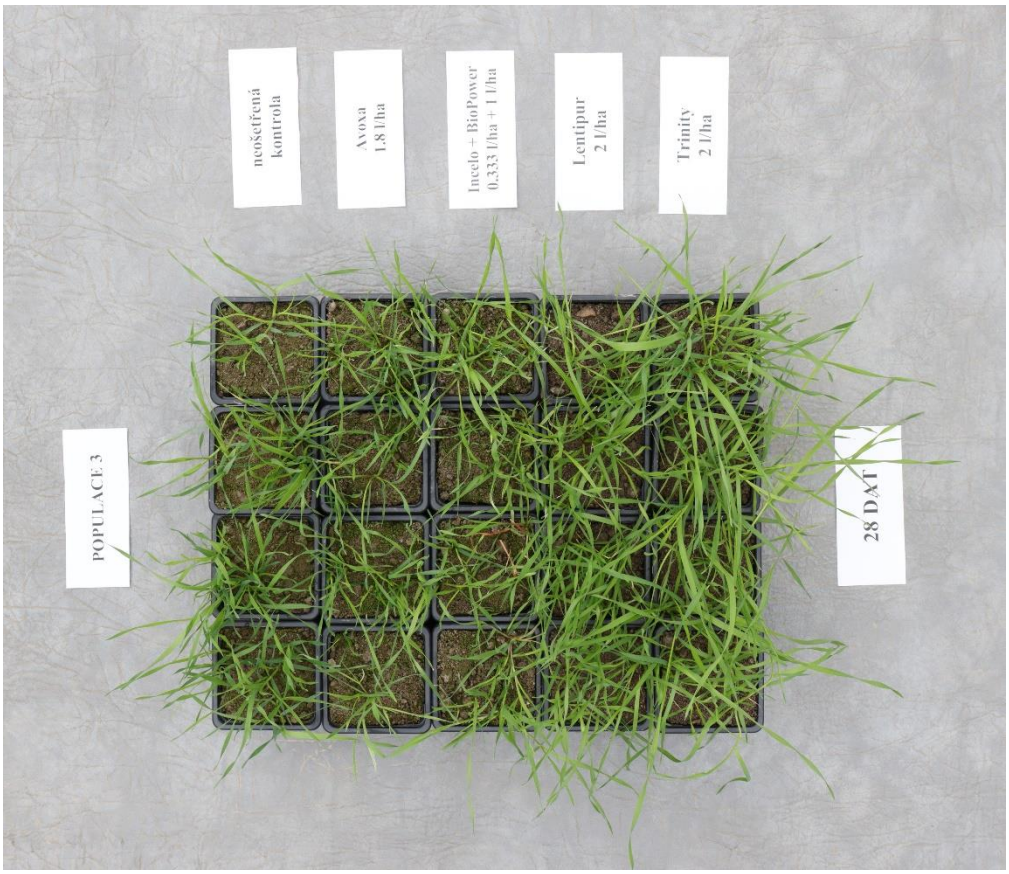
Obr. 2: Populace chundelky metlice rezistentní ke všem testovaným herbicidům

Testování psárky polní

U všech tří testovaných populací psárky polní pocházející z jižních Čech byla zjištěna rezistence k přípravkům Avoxa, Incelo a Lentipur. V případě přípravku Trinity došlo k selhání účinnosti i u referenční citlivé populace, zde se tedy nejedná o rezistenci, ale o špatné účinnosti přípravku na psárku polní obecně. Přestože jsou proti psárce registrovány podobné herbicidy jako proti chundelce metlici, je u ní třeba počítat s výrazně vyšší odolností vůči většině herbicidů. Zemědělcům ze zasažených lokalit bylo doporučeno provést herbicidní zásah velmi brzy po vzejití, kdy je k herbicidům nejcitlivější a podobně jako u chundelky metlice použít půdní herbicidy obsahující účinnou látku pendimethalin.



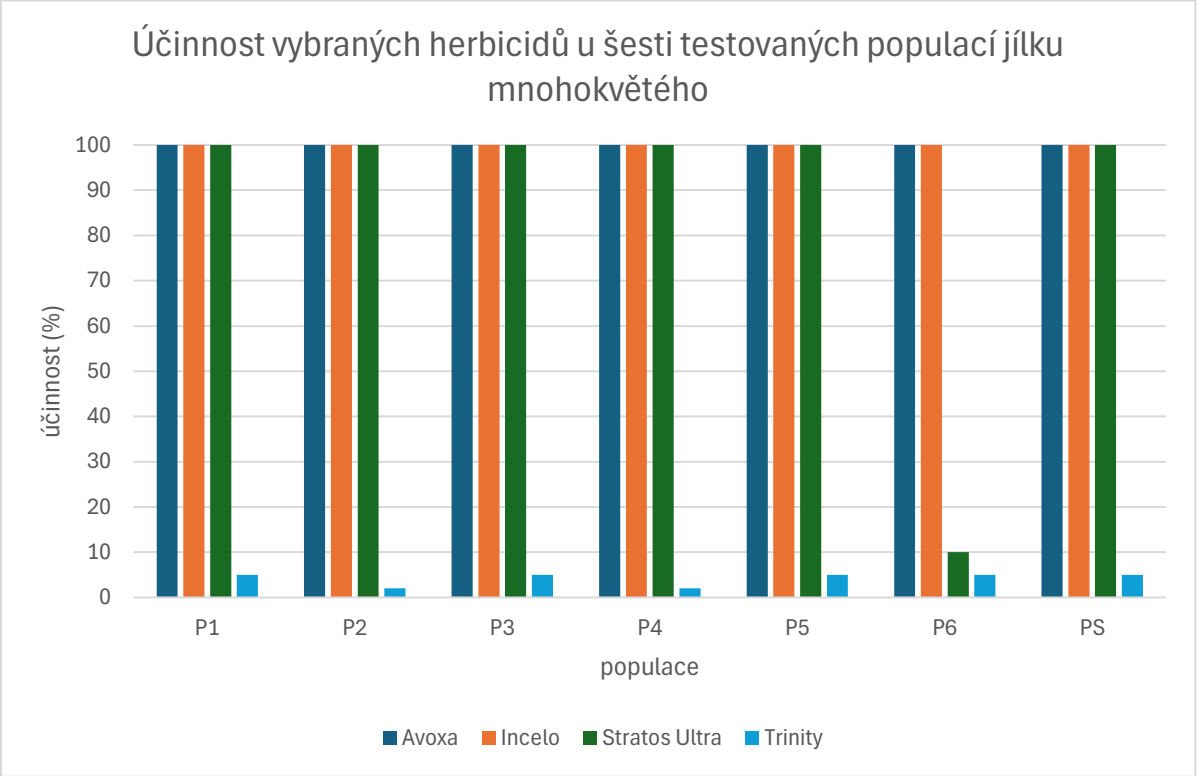
Graf 4: Průměrná účinnost různých mechanismů herbicidů na vybrané populace psárky polní



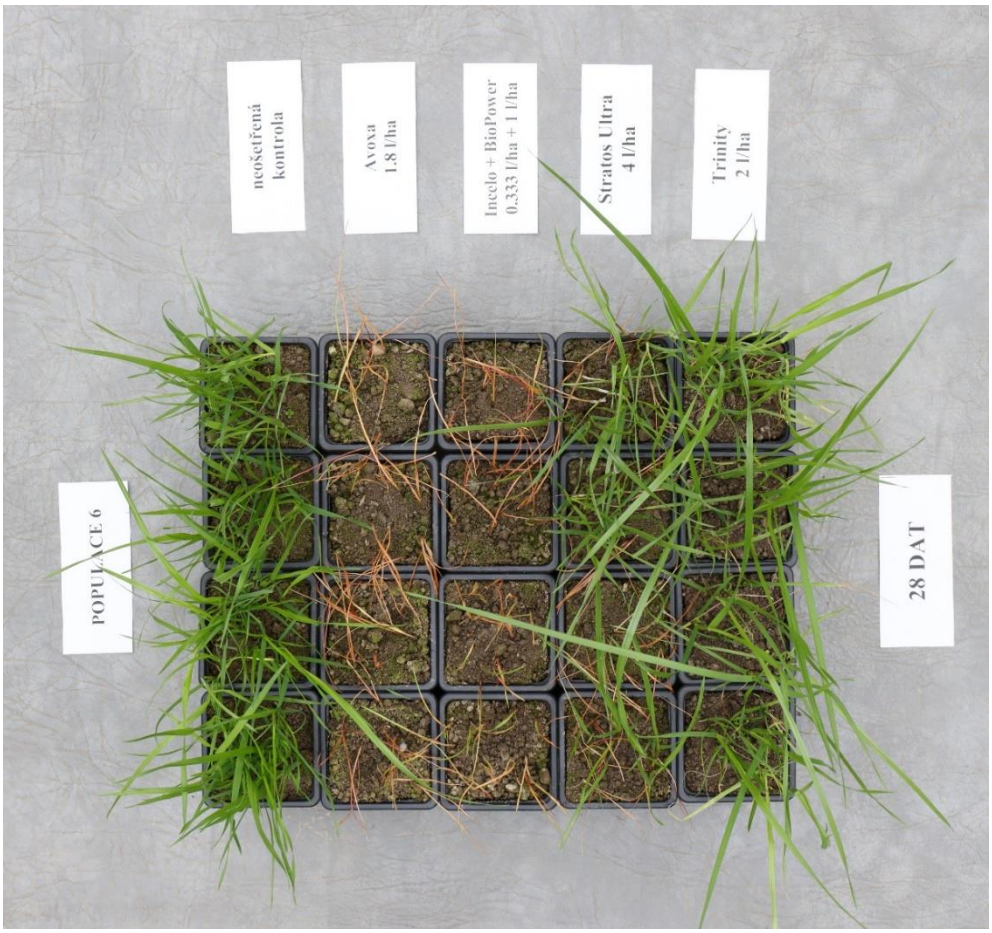
Obr. 3: Selhání herbicidní ochrany u vybrané populace psárky polní

Testování jílku mnohokvětého

V posledních letech přibývají problémy s regulací šířících se jílků a již byly potvrzeny první rezistentní populace, proto jsme se letos zaměřili i na jejich sběr a testování. Ze šesti populací, které přežily aplikaci herbicidních aplikací, byla nalezena pouze jedna rezistentní na Stratos Ultra s účinnou látkou cycloxydim (inhibitor ACCázy), ostatní populace byly ke všem testovaným herbicidům citlivé. Podobně jako u psárky polní mělo téměř nulovou účinnost Trinity. V tomto případě se však nejednalo o rezistenci, protože herbicid neúčinkoval ani na citlivou populaci.



Graf 5: Průměrná účinnost různých mechanismů herbicidů na vybrané populace jílku mnohokvětého



Obr. 4: Rezistentní populace jílku mnohokvětého ke Stratosu Ultra

b) Reporting a mapování herbicidní rezistence (ÚKZÚZ, EPPO)

Cílem reportingu herbicidní rezistence je zvyšování informovanosti veřejnosti o dopadech rezistence plevelů na zemědělství a životní prostředí. Pro úspěšné zvládnutí tohoto jevu je klíčové zavést integrované metody regulace plevelů. V řadě zasažených lokalit herbicidní rezistencí k různým plevelným druhům se díky pravidelnému testování vzorků, komunikaci s agronomy a doporučením, zvládlo tlak rezistentního plevele zmírnit či překonat. Včasné odhalení rezistentních jedinců umožní rychle reagovat a přizpůsobit strategii ochrany.

Testování a doporučení pro konkrétní plevel a lokalitu

Zemědělci, kteří mají podezření na rezistenci plevelů na svých pozemcích, mohou zdarma poslat vzorek k testování. Po dokončení testů obdrží podrobnou zprávu s výsledky, včetně typu a úrovně rezistence, fotodokumentace a účinnosti testovaných herbicidů. Zpráva obsahuje i doporučení na přípravky, které zůstávají účinné proti konkrétním rezistentním populacím.
Antirezistentní strategie jsou přizpůsobeny lokálním podmínkám, jako jsou klimatické podmínky, výskyt plevelů, typ plodin a metody hospodaření. Obecně se doporučují následující postupy:

- **Střídání herbicidů** s různými mechanismy účinku za účelem omezení rizika vzniku rezistence.
- **Preventivní opatření**, jako je střídání plodin a mechanická regulace plevelů mezi sezónami, která snižuje výskyt rezistentních druhů a podporuje přirozený úbytek plevelů.
- **Správná aplikace dávky** herbicidu – snížené dávky nebo opožděné aplikace mohou vést k selekci rezistentních jedinců a snížení dlouhodobé účinnosti.
- **Hlubší zpracování půdy**, které omezuje zásobu semen v půdě, včetně rezistentních plevelů.

Důsledné dodržování těchto doporučení může výrazně zpomalit, nebo dokonce zabránit šíření herbicidní rezistence a zajistit dlouhodobou účinnost ochranných přípravků.

Interaktivní mapy rezistence plevelů vůči herbicidům

Na základě výsledků nádobových testů rezistence byly vytvořeny interaktivní mapy výskytu hospodářsky významných rezistentních populací plevelů. Tato data jsou k dispozici na Rostlinolékařském portálu, kde mapy znázorňují jednotlivé okresy, ve kterých byly odebrány vzorky plevelů a testovány na herbicidní rezistenci. U každé lokality je možné po kliknutí zjistit stupeň citlivosti testované populace, druh plodiny, kde byl vzorek odebrán, testované účinné látky a jejich průměrnou účinnost.
Barevné rozlišení bodů na mapě odráží citlivost plevelů:

- **Zelená**: citlivá populace,
- **Žlutá**: slabě rezistentní,
- **Oranžová**: středně rezistentní,
- **Červená**: silně rezistentní.

Cílem těchto specializovaných map je podpořit Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský při tvorbě předpisů a doporučení, včetně antirezistentních strategií a metod integrované ochrany rostlin. Mapy slouží také odborné veřejnosti (pěstitelům, poradcům, výzkumníkům) jako klíčový zdroj aktuálních informací o rozšíření rezistentních plevelů a včasného varování.

Vložená data jsou užitečná i pro veřejnost, která získá informace o rozšíření plevelů na zemědělské i nezemědělské půdě, a pro výzkumné účely při studiu příčin šíření rezistence a vývoji ochranných metod.

Vkládání údajů o rezistentních plevelech do databáze EPPO

Údaje o výskytu rezistentních druhů plevelů na území České republiky byly zpracovány a poskytnuty Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému, který je vložil do mezinárodní databáze EPPO. Tato databáze, zaměřená na případy rezistence škodlivých organismů vůči přípravkům na ochranu rostlin, umožňuje sdílení těchto informací mezi orgány odpovědnými za registraci přípravků a dalšími odbornými institucemi v regionu EPPO.
Předaná data splňovala všechny požadavky pro zařazení do databáze, včetně informací o:

- **Mechanismech účinku** a účinných látkách, vůči kterým byla rezistence prokázána,
- **Mechanismu, typu a faktoru rezistence**,
- **Výskytu rezistentního organismu** a jeho vazby na konkrétní plodinu,
- **Publikaci případů** v odborných recenzovaných zdrojích nebo databázích.

Databáze EPPO tak poskytuje přehlednou platformu pro sledování a sdílení informací o herbicidní rezistenci, což je důležité pro tvorbu strategií v ochraně rostlin a informování klíčových zúčastněných stran.

c) Antirezistentní strategie a management herbicidní rezistence

Prostřednictvím antirezistentních strategií se snažíme udržovat co nejnižší frekvenci rezistentních jedinců v populaci a oddálit jejich převládnutí a hospodářskou škodlivost.
V praxi představují antirezistentní strategie soubor doporučení a návodů pro pěstitele plodin, jak předcházet vzniku rezistence plevelů, nebo jak zvýšit účinnost ochranných opatření tam, kde se rezistence již projevila. Do nádobových pokusů, při kterých jsou testovány přípravky, u nichž došlo k selhání účinnosti, jsou proto také zařazeny herbicidy, u kterých zatím nebyla hlášena ztráta účinnosti a mohly by proto být využity jako alternativa v antirezistentních strategiích.
Tyto strategie zahrnují správnou rotaci herbicidů s různými mechanismy účinku, integrování nechemických metod, jako je mechanické zpracování půdy a střídání plodin, a také pečlivé načasování aplikace herbicidů při dodržení plných registrovaných dávek.
Z pohledu dlouholetého zajištění spolehlivosti herbicidu je důležité herbicidy používat v období nejvyšší citlivosti plevelů a používat plné registrované dávky, případně pomocné látky podporující účinnost. Redukované dávky a opožděné aplikace vedou z dlouhodobého hlediska ke snižování průměrné účinnosti a selekci na metabolickou rezistenci.
Uplatnění těchto antirezistentních strategií na široké úrovni přispěje ke zpomalení selekčního tlaku herbicidů, čímž se prodlouží jejich účinnost. Tento přístup má klíčový význam pro zachování efektivnosti dostupných herbicidních přípravků po delší dobu, což je nezbytné pro udržitelnost zemědělské produkce. Současně, díky těmto integrovaným opatřením vedoucím k efektivní regulaci plevelů, dojde ke snížení ekologické zátěže životního prostředí, a to jak na poli, tak v širší krajinné struktuře. Tím se přispěje k ochraně biodiverzity a k minimalizaci negativních dopadů na půdní a vodní ekosystémy.
Všem zemědělcům, kteří nás upozornili na selhání herbicidní účinnosti na jejich pozemcích byly odeslány zprávy s výsledky účinnosti přípravků dokumentované fotografiemi, informacemi o případné herbicidní rezistenci a s aktuálními antirezistentními strategiemi pro konkrétní pozemky.

Doporučení byla dále prezentována formou článků v odborných časopisech a vystoupeními na seminářích.

Seznam publikovaných výstupů s problematikou herbicidní rezistence v roce 2023-2024

Hamouzová K., Mikulka J., Šuk J., Sen MK., Košnarová P., Bhattacharya S., Soukup J. (2023): Characterisation of iodo – plus mesosulfuron resistance in an *Alopecurus myosuroides* Huds. population from the Czech Republic. Plant Soil Environ., 69: 608–614.

Bhattacharya S., Sen MK., Hamouzová K., Košnarová P., Soukup J. (2024): Insights into the ALS inhibitor resistance in *Amaranthus retroflexus*: A matter of concern for CONVISO® SMART sugar beet cultivation. Weed Research – přijato k tisku

El Mastouri Z., Košnarová P., Hamouzová K., Alimi E., Soukup J. 2024. Insight into the herbicide resistance patterns in Lolium rigidum populations in Tunisian and Moroccan wheat regions. Front Plant Sci. Vol. 15. doi: 10.3389/fpls.2024.1331725.

El Mastouri Z., Hamouzová K., Trifan T., Košnarová P., Alimi E., Soukup J. 2024. Resistance to ACCase and ALS-inhibiting herbicides detected in targeted sampling of *Lolium rigidum* (rigid ryegrass) populations from cereal crops in Morocco, Algeria, and Tunisia. Crop Protection. Vol 186., https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106902

Mikulka J, Sen MK, Košnarová P, Hamouz P, Hamouzová K, Sur VP**,** Šuk J, Bhattacharya, S, Soukup J. 2024. Molecular Mechanisms of Resistance against PSII-Inhibiting Herbicides in Amaranthus retroflexus from the Czech Republic. Genes 15(7), 904, 2024. https://doi.org/10.3390/genes15070904

Sen MK., Hamouzova K., Košnarová P., Soukup J. 2024. H_2O_2-mediated signaling in plant stress caused by herbicides: its role in metabolism and degradation pathways.

Košnarová P., Hamouzová K., Jursík M, Soukup J. 2024. Výskyt plevelů s rezistencí k herbicidům na bázi ALS inhibitorů v ČR. Úroda, 72, 2024, 7, 29-32 ISSN: 0139-6013

Košnarová P., Hamouzová K., Jursík M, Soukup J. 2024. Aktuální problémy s rezistentními pleveli v ČR. Agromanuál, roč. 19, č. 4, str. 10-13, ISSN 1801-7673

Hamouzová K, Košnarová, P. 2024. Monitoring herbicidní rezistence u plevelných druhů – odběr vzorků a základní testování. Agromanuál, roč. 19, č.8, str. 16-18, ISSN 1801-7673

Výstupy jsou průběžně publikovány na Facebooku na stránkách Centra precizního zemědělství (https://www.facebook.com/cpz.czu)

Prezentace výsledků v rámci workshopů, konferencí, setkání se studenty

Hamouzová K. a Jursík M.: Efektivní používání herbicidů v kukuřici a dalších širokořádkových plodinách (konference společnosti Bayer, Bayer Expert Forum, konaná v termínech od 11.1. – 24.1. v Senohrabech, Plzni, Brně, Olomouci, Hradci Králové a Českých Budějovicích), vyzvaná přednáška.

Soukup, J., Hamouzová, K. Košnarová, P., Jursík, M., Bhattacharya S., Sen M.K.: Problémové oblasti regulace plevelů při současných způsobech hospodaření. XXV. Rostlinolékařské dny, Pardubice (7.11.2024), vyzvaná přednáška.

Hamouzová K., Košnarová P., Jursík M. Soukup, J.: Monitoring of Herbicide Resistance in the Czech Republic: ALS and ACCase resistance is on the rise. Workshop EWRS Herbicide Resistance WG. Turecko, Antalya, 4.-6. 12. 2024.

10. Přínosy aktivity ve vazbě na cíl/cíle v NAP (v jaké oblasti se přínosy projeví)

Přínosy antirezistentních strategií a správného managementu herbicidní rezistence jsou významné a dlouhodobé. Přínosem řešených aktivit spočívajících v monitoringu a aktualizaci rozšíření herbicidní rezistence u ekonomicky významných plevelných druhů je prodloužení životnost herbicidních přípravků, což znamená, že zůstávají účinné po delší dobu. Tím se snižuje potřeba vývoje a zavádění nových, často dražších přípravků. Zveřejnění poznatků o aktuálním stavu rezistence nebo citlivosti plevelných druhů přispěje k řešení této problematiky v zemědělské praxi. Předcházením vzniku rezistence se snižuje potřeba častější aplikace nebo kombinace dražších přípravků, což přináší úspory nákladů na ochranu plodin. Prevence vzniku herbicidní rezistence pomáhá udržet stabilitu ekosystémů a zamezit jejich narušování nadměrným používáním chemických látek. Opatření jako střídání plodin, zpracování půdy a integrace nechemických metod pomáhají zachovat nebo zlepšit biologickou aktivitu v půdě.

11. Výhled na řešení aktivity na následující rok (u víceletých)

Řešitelé navrhují pokračovat v řešení aktivit v režimu NAP v následujícím roce 2025 a dalších letech. Řešitelé musí dokončit aktivity, které byly zahájeny v roce 2024 a z důvodu biologických vlastností plevelů (zvláště dormance semen a roční periodicita vzcházení) a časové náročnosti testování herbicidní rezistence pomocí nádobových růstových testů nemohly být v roce 2024 dokončeny. U plevelných populací s potvrzenou herbicidní rezistencí budou provedeny podrobnější analýzy včetně molekulárně-genetických studií, které umožní zjistit mechanismus rezistence a na základě těchto studií budou sepsány vědecké články a případy rezistentních plevelných druhů budou moci pak být zařazeny do globální databáze EPPO. Nadále bude probíhat další monitoring a sběry vzorků u významných plevelných druhů a testovány budou účinné látky podle stavu registrace přípravků a na základě výsledků monitoringu z předchozích let. Data budou poskytována pracovníkům ÚKZÚZ, jejichž zájem o výsledky z těchto aktivit trvá.

12. Souhrn (anotace výsledků, náklady s komentářem, přínosy a případný návrh na pokračování aktivity)

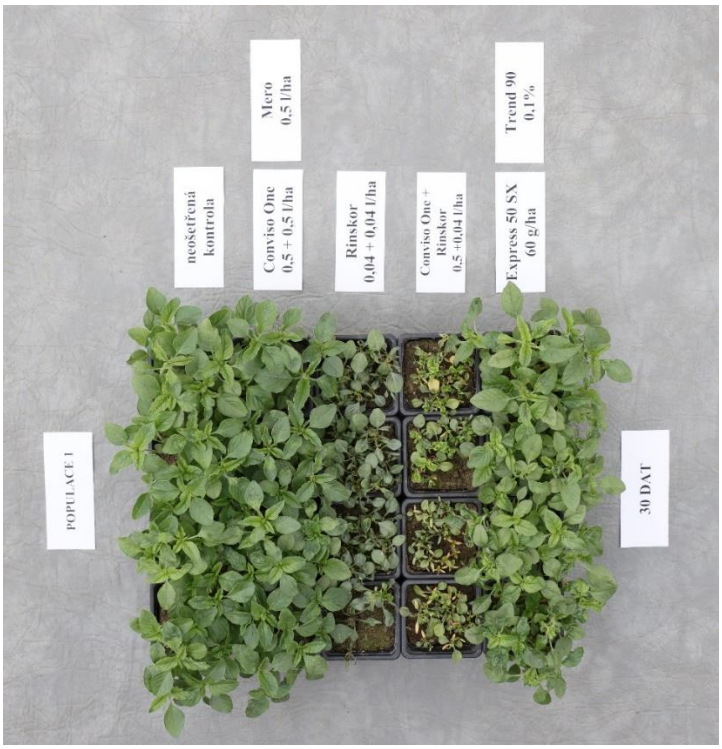
V průběhu roku 2024 bylo otestováno celkem 8 různých plevelných druhů v celkovém počtu 50 vzorků s podezřením na herbicidní rezistenci. U dvouděložných plevelných druhů – laskavec ohnutý, merlík bílý a heřmánkovec nevonný přibývá případů, kdy rostliny přežívají herbicidní ošetření v herbicidně tolerantních plodinách (HT technologie), které jsou založeny na toleranci k inhibitorům ALS (Clearfield, ExpressSun, Conviso Smart). U šesti z osmi testovaných populací laskavce ohnutého pocházejících z cukrové řepy Conviso Smart nebo slunečnice Express Sun byla detekována rezistence k herbicidům Conviso One a Express 50 SX, což je alarmující výsledek. V důsledku vysokého selekčního tlaku inhibitorů ALS aplikovaných na pozemcích několik let po sobě se začínají objevovat i další rezistentní druhy k této skupině herbicidů, například merlík bílý či heřmánkovec nevonný a další. Rezistence k ALS inhibitorům je dlouhodobým a trvajícím problémem i u trávovitých plevelů. Opakovaně

každým rokem identifikujeme několik populací chundelky metlice k této skupině, přibývají ale i rezistentní sveřepy a jílky. U těchto druhů se vyskytují i populace s mnohonásobnou rezistencí k dalším mechanismům účinku. Obtížně hubitelným trávovitým druhem s lokálním výskytem je psárka polní. V letošním roce u všech testovaných populací nebylo ani jedním přípravkem dosaženo spolehlivé účinnosti.

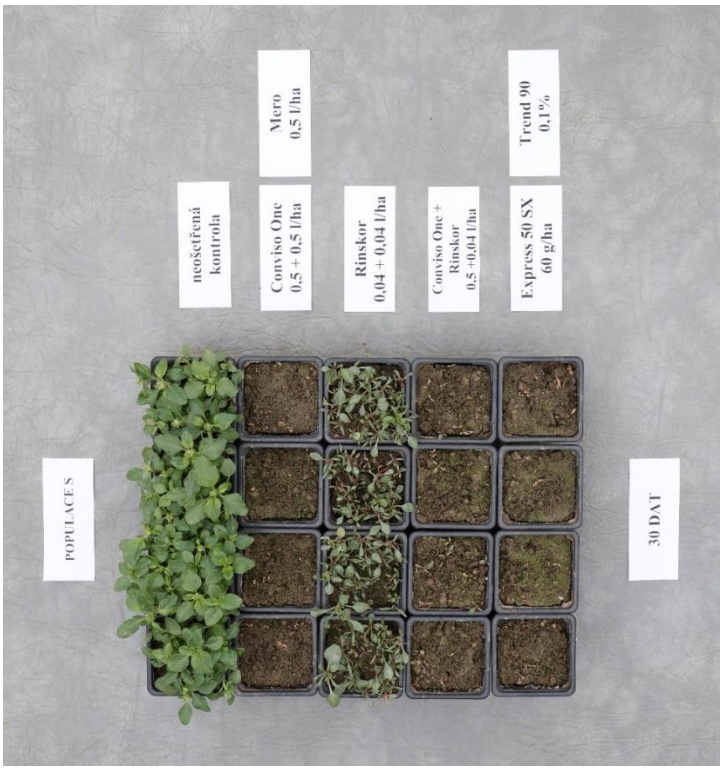
Pro lokality zasažené herbicidní rezistencí byla navržena doporučení pro antirezistentní strategie. Rezistence přináší problémy pěstitelům, výrobcům pesticidů, ale i společnosti, neboť bývá spojena s vyšším zatížením prostředí chemikáliemi i mnoha dalšími ekologickými problémy a má i negativní národohospodářské dopady. Aktuální poznatky z monitoringu herbicidní rezistence vycházející z aktivit NAP pomohou dlouhodobě udržet účinnost stávajících mechanismů herbicidů jejich uvážlivým používáním v rámci konceptu integrované ochrany rostlin a snížit jejich používání. Řešitelé projektu prezentovali výsledky monitoringu formou vystoupení na seminářích a konferencích pro odbornou veřejnost, v článcích v odborných časopisech a jsou aktivními členy mezinárodních konsorcií zabývajících se herbicidní rezistence.

V případě pokračování projektu budou v příštím roce dokončena veškerá testování vzorků odebraných v roce 2024 a řešitelé navrhují pokračovat v dalším monitoringu zájmových plevelů ve spolupráci se zemědělci, jejichž zájem o testování, výsledky o účinnosti herbicidních přípravků a doporučení se zvyšuje.

Přílohy



Obr. 1: Rezistentní populace laskavce ohnutého k herbicidům Convisu One a Express 50XS



Obr. 2: Citlivá populace laskavce ohnutého k herbicidům Convisu One a Express 50XS