

Mapa výskytu rezistentních populací hospodářsky významných plevelů

SPECIALIZOVANÁ MAPA S ODBORNÝM OBSAHEM

Osvědčení č. UKZUZ 231578/2020

Předkladatel výsledku:

Česká zemědělská univerzita
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Kamýcká 129, 1650 00 Praha Suchbátův

Hlavní řešitel (autor – garant výsledku):

prof. Ing. Josef Soukup, CSc. (Česká zemědělská univerzita)

Spoluřešitelé (spoluautoři):

Ing. Pavlína Košnarová, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita)
Ing. Pavel Hamouz, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita)
Ing. Kateřina Hamouzová, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita)
Ing. Jiří Havel, CSc. (OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.)

Tato mapa s odborným obsahem je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QK 1820081

Metody monitorování rezistence hospodářsky významných škůdců a plevelů k přípravkům na ochranu rostlin a antirezistentní strategie.



Jména oponentů a názvy jejich organizací:

Odborník ze státní správy:

RNDr. Jan Juroch, ÚKZÚZ, Zemědělská 1752/1a, 61300 Brno

Odborník z oboru:

Ing. Jiří Peterka, Ph.D., katedra agroekosystémů, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 1457, 370 05 České Budějovice,

Obsah průvodní zprávy

- I. Abstrakt
- II. Úvod
- III. Cíl souboru specializovaných map s odborným obsahem
- IV. Metodický postup tvorby výsledku a seznam odborných podkladů
- V. Popis výsledku a jeho novosti
- VI. Rozsah využití mapy a přínosy pro uživatele
- VII. Seznam literatury a zdrojů
- VIII. Přílohy

I. Abstrakt

Soubor map se specializovaným obsahem se skládá z celkem 37 map zobrazujících údaje vycházející z monitoringu rezistence hospodářsky významných plevelů k přípravkům na ochranu rostlin. Hodnocení citlivosti k herbicidům u celkem pěti plevelných druhů – chundelky metlice, laskavce ohnutého, merlíku bílého, heřmánkovce přímořského a máku vlčího probíhalo v letech 2017-2020. Do map byly zaneseny údaje z laboratorního testování vybraných populací získaných z lokalit, na kterých tyto druhy přežívaly různá herbicidní ošetření. K dispozici jsou informace o stupních citlivosti testovaných plevelných populacích ke konkrétním účinným látkám herbicidů s různými mechanismy účinku a o průměrných účinnostech v základních dávkách herbicidu. Mapy mají sloužit jak zdroj informací a upozornění na výskyt problematických rezistentních populací a včasného zavedení antirezistentních opatření v těchto lokalitách.

II. Úvod

Herbicidní rezistence je negativním doprovodným jevem souvisejícím s používáním herbicidů. Herbicidy jsou nejpoužívanějším způsobem regulace plevelných druhů s velkým vlivem na selekci plevelů. V rámci jednoho pozemku může selekce způsobit změnu mezi druhy nebo uvnitř druhu vedoucí k jeho dominanci ve společenstvu. V Evropské unii dochází k postupnému omezování účinných látek herbicidů. Řada účinných látek byla zakázána nebo byly sníženy jejich dávky či omezeny pouze na jednu aplikaci za několik let. Restrikce účinných látek vede často ke zvyšování jednostranného selekčního tlaku vyvíjeného na populace plevelů. Tato situace v kombinaci s neuváženým používáním zbývajících herbicidů se stejným mechanismem účinku připravuje půdu pro rozvoj herbicidní rezistence. Herbicidní rezistence je v současné době rozšířena na celém světě a případů herbicidní rezistence celosvětově přibývá. V současnosti je ve světě popsáno 514 případů rezistence u 152 dvouděložných a 110 jednoděložných plevelů. Rezistence byla zjištěna u 23 z 26 známých mechanismů účinku herbicidů, přičemž nejvíce případů je známo u herbicidů ze skupiny inhibitorů enzymu acetolaktátsyntázy a inhibitorů fotosystému II. Rezistentní populace se nacházejí jak na zemědělské půdě, tak i na půdě nezemědělské (železniční cesty, dopravní komunikace), a proto hrozí velké nebezpečí šíření rezistentních populací jak uvnitř, tak i mezi jednotlivými státy. V porovnání s některými evropskými státy, nejsou problémy s rezistencí v České republice zatím tak vážné, ale v některých podnicích již řeší značné problémy s rezistencí, které se promítají do ekonomiky výroby. Největší hospodářské ztráty u nás vzhledem k zasažené ploše představují rezistentní populace chundelky metlice (*Apera spica-venti*) v ozimých obilninách. Dalším travovitým plevellem, u kterého v poslední době přibývají případy snížené účinnosti použitých přípravků, je psárka polní (*Alopecurus myosuroides*). U nás se tento plevel zatím vyskytuje pouze na několika lokalitách, a to zejména v oblasti jižních Čech. Kromě testování travovitých plevelů s podezřením na rezistenci probíhá na pracovišti katedry agroekologie a rostlinné produkce (KARP) od roku 2016 také monitoring rezistence k inhibitorům fotosystému II u významných dvouděložných plevelů – laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus*) a merlíku bílého (*Chenopodium album*). V posledních letech dochází na našich polích k nárůstu výskytu heřmánkovitých plevelů, významně vzrostlo i zastoupení svízele, rozrazilů a máku vlčího. V několika evropských zemích (např. Německo, Dánsko, Francie, Polsko) již byly popsány rezistentní populace heřmánkovce nevonného (*Tripleurospermum maritimum*) vůči tribenuronu, florasulamu, metsulfuronu a iodosulfuronu. Mák vlčí (*Papaver rhoeas*) rezistentní

vůči sulfonylmočovinám se již několik let vyskytuje ve Španělsku, Francii a Itálii. Z tohoto důvodu se naše pracoviště v posledních letech zaměřilo také na monitoring rezistence máku vlčího a heřmánkovce přímořského k účinným látkám ze skupiny ALS inhibitorů) a k růstovým regulátorům.

III. Cíl souboru specializovaných map s odborným obsahem

Cílem souboru specializovaných map s odborným obsahem bylo vytvořit zdroj informací pro pracovníky Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského při vytváření závazných předpisů a doporučení legislativní či nelegislativní povahy a souvisejících dokumentů (antirezistentní strategie, zavádění metod integrované ochrany rostlin). Předkládané mapy mají zvýšit obecné povědomí o významném jevu současného zemědělství, mají sloužit odborné veřejnosti (pěstitelé, výzkum, poradenství) jako důležitý zdroj aktuálních informací a včasného varování z pohledu možnosti vzniku rezistence a rozšíření významných plevelných druhů. Přístup k údajům je volný (viz níže). Vložená data mohou poskytnout specifické informace o rozšíření plevelů na zemědělské i nezemědělské půdě i veřejnosti. V poslední řadě by měla být zdrojem informací pro výzkumnou sféru ke studiu příčin šíření a návrhu metod ochrany. Výsledky budou prezentovány na odborných seminářích a jako součást doporučení distributorských firem při vytváření tzv. antirezistentních strategií a platform. Směrem k výše uvedeným společnostem a zákazníkům budou tato data předávána formou konzultací a odborných proškolení pracovníků podílejících se na ochraně rostlin v podniku.

IV. Metodický postup tvorby výsledku a seznam odborných podkladů

Sběry vzorků

Na základě komunikace s agronomy a pomocí vlastního terénního průzkumu pracovníky KARP a společnosti Oseva vývoj a výzkum byly vytipovány lokality s vyšším výskytem zájmových plevelů, které přežily herbicidní ošetření. Cílem bylo získat dostatečně reprezentativní počet vzorků populací plevelů z různých částí ČR. Při sběrech nebyly upřednostňovány žádné regiony, větší počet sběrů získaný z určitých oblastí je způsoben větším výskytem plevelného druhu v dané lokalitě. 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:

1. Lokalizace vzorku plevele (GPS, číslo a název honu, okres apod.)
2. Datum odběru
3. Údaje o plodině – druh, růstová fáze
4. Intenzita výskytu plevele
5. Údaje o předcházejících herbicidních postřicích
6. Informace o přípravcích s nedostatečnou účinností

V roce 2016 bylo odebráno celkem 35 populací merlíku bílého a 15 vzorků laskavce ohnutého s podezřením na rezistenci. Jejich testování proběhlo na jaře roku 2017 poté co byla semena vystavena dvouměsíční chladové stratifikaci. V roce 2018 bylo odebráno celkem 31 populací merlíku bílého a 19 populací laskavce ohnutého, testovány byla následující rok. V roce 2019

bylo odebráno a otestováno celkem 17 populací máku vlčího a 11 populací heřmánkovce přímořského. Sběry a testování chundelky metlice probíhaly v letech 2018 (celkem 14 populací) a 2019 (celkem 17 populací).

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 provedena v růstových fázích doporučených výrobcí podle konkrétních přípravků. Každá varianta měla 4 opakování. Rozpis testovaných přípravků a dávek je uveden v tabulkách č. 1-3. V případě máku vlčího a heřmánkovce přímořského byly použity 4 odstupňované dávky (0,25N, 0,5N, 1N a 2N), přičemž dávka 1N byla doporučená dávka přípravku. 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.

Tabulka 1: Herbicidní ošetření a dávky testované u populací máku vlčího a heřmánkovce přímořského

herbicid	Účinná látka/dávka (l/ha, g/ha)	0.25N	0.5N	1N	2N
Fragma	florasulam	0.15	0.3	0.6	1.2
Nuance	tribenuron	0.175	0.35	0.7	1.4
Esteron	2.4-D	3.75	7.5	15	30
Banvel	dicamba	0.025	0.05	0.1	0.2

Tabulka 2: Herbicidní ošetření a dávky testované u populací merlíku bílého a laskavce ohnutého

herbicid	Účinná látka/dávka (l/ha, g/ha)	1N
Click 500 SC	terbuthylazin	750
Mitra	metamitron	1400

Tabulka 3: Herbicidní ošetření a dávky testované u populací chundelky metlice

herbicid	Účinná látka/dávka (l/ha, g/ha)	1N
Glean	chlorsulfuron	15
Corello	pyroxsulam	10
Axial Plus	pinoxaden	45
Stratos Ultra	cykloxydim	200
Puma Extra	fenoxaprop	69
Lentipur	chlorotoluron	1000
Fence	flufenacet	240
Sumimax	flumioxazin	30

Hodnocení účinnosti

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 doporučena

V. Popis výsledku a jeho novosti

Výsledky monitoringu rezistence plevelných populací získané pomocí nádobových testů byly přeneseny do map výskytu rezistentních hospodářsky významných populací plevelů. Data z testování byla použita pro vytvoření interaktivních map na Rostlinolékařském portálu, které jsou volně přístupné veřejnosti na internetové adrese http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|plevele. Elektronická mapa je geografickým vyjádřením výsledků, znázorňuje lokality, na kterých byly odebrány vzorky plevelných populací a testovány na herbicidní rezistenci. Vzhledem k citlivosti údajů jsou lokality popsány pouze na úrovni okresů, mapu si však lze zvětšovat či zmenšovat a získat tak ucelenější představu o monitorovaném území. Detailní výsledky z testování se objeví po jednoduchém kliknutí na zanesený bod. U každé lokality je uveden stupeň citlivosti testované populace, v jakém porostu byla odebrána, jakými účinnými látkami s definovaným mechanismem účinku byla testována a jaká byla průměrná účinnost základní testované látky. Body jsou barevně rozlišeny podle stupňů citlivosti. Zelená barva značí citlivou populaci, žlutá slabě rezistentní, oranžová středně rezistentní a červená silně rezistentní populaci.

Obecný popis ovládání mapy:

- mapu lze posunovat tažením myši
- vybranou oblast v mapě přiblížíte stisknutím klávesy SHIFT a orámováním oblasti levým tlačítkem myši
- vybrané místo v mapě lze přiblížit dvojklikem myši (každý dvojklik přiblíží o jednu úroveň)
- po najetí (kliknutí) myši na vybraný bod v mapě lze zobrazit okno s podrobnějšími informacemi
- po rozkliknutí [+] lze zapínat/skrývat jednotlivé vrstvy mapy (šedé vrstvy mapy nejsou v daném měřítku viditelné a nejsou proto aktivní)

Mapy interpretují nejnovější poznatky o výskytech populací plevelů s herbicidní rezistencí. Data o výskytu rezistentních populací plevelů jsou tímto způsobem za roky 2017-2020 mapově zpracována poprvé, nejedná se o korekce starších studií. Vzniklá databáze a z ní vytvořené mapy poskytují základní informace o frekvenci výskytu a prostorové distribuci rezistentních populací v současnosti nejvýznamnějších druhů plevelů v ČR postižených rezistencí, upozorňuje na nebezpečí problému rezistence a zemědělce vede zavádění antirezistentních strategií.

VI. Rozsah využití mapy a přínosy pro uživatele

Soubor map je zpracován tak, aby mohl přímo sloužit zemědělským odborníkům: Státním úřadům (ÚKZÚZ), agronomům, vědeckým výzkumníkům, zemědělským poradcům, studentům zemědělských škol a pedagogům. Předkládaná mapa by měla být přínosem ke zvýšení informovanosti a výskytu významných plevelů a rozsahu herbicidní rezistence vůči nepoužívanějším herbicidním přípravkům. V rámci výzkumného projektu NAZV QK 1820081 bylo otestováno celkem 156 vzorků s podezřením na rezistenci a v případě potvrzení byla řadě pěstitelů poskytnuta podrobná analýza rezistence jimi dodaného vzorku spolu s návrhem antirezistentních opatření. Uvedením mapového souboru do praxe dojde ke zrychlení a zefektivnění v postupech antirezistentních strategií v zemědělských podnicích.

VII. Seznam literatury a zdrojů

Heap, I. 2020. The international survey of herbicide resistant weeds. Weed Science Society of America. Available at: <http://weedscience.org/>

Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). 2010. Classification of Herbicides According to Mode of Action. Available at: <http://hracglobal.com/herbicide-resistance/confirming-resistance>.

HRAC Mode of action classification 2020 map. Dostupné z <https://hracglobal.com/> [26.8.2020]

Košnarová, P., Hamouz, P., Šuk, J., Soukup, J. 2019. Herbicidní rezistence u merlíku bílého a laskavce ohnutého v ČR. Úroda, roč. 67, č. 4, s. 77-80. ISSN: 0139-6013.

Košnarová, P., Hamouzová, K., Hamouz, P., Soukup, J. 2018. Současný stav herbicidní rezistence u travovitých plevelů v ČR. Úroda, roč. 66, č. 4, s. 73-78. ISSN: 0139-6013.

Košnarová, P., Soukup, J., Hamouz, P., Mikulka, J., Šuk, J. 2018. Herbicidní rezistence v Evropě i v ČR nabývá na významu. Agromanuál, roč. 14, č. 8, s. 18-20. ISSN: 1801-7673

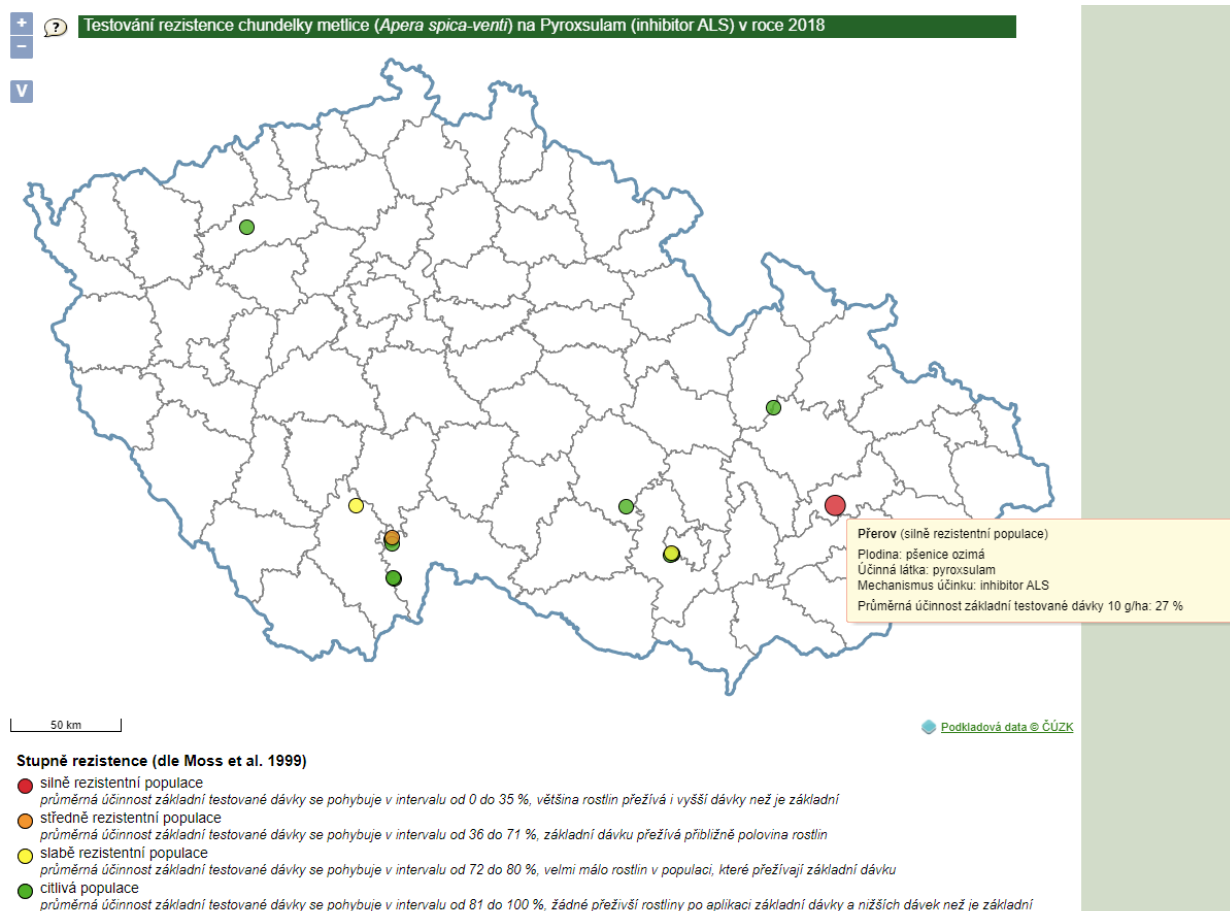
Moss, S.R. 2007. Managing herbicide-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides*): theory and practice. Weed Technology, 21, 300-309.

Moss, S.R., Clarke, J.H., Blair, A.M., Culley, T.N., Read, M.A., Ryan, P.J. & Turner, M. 1999. The occurrence of herbicide-resistant grass-weeds in the United Kingdom and a new system for designating resistance in screening assays. In: Proceedings 1999 Brighton Conference - Weeds, 179-184.

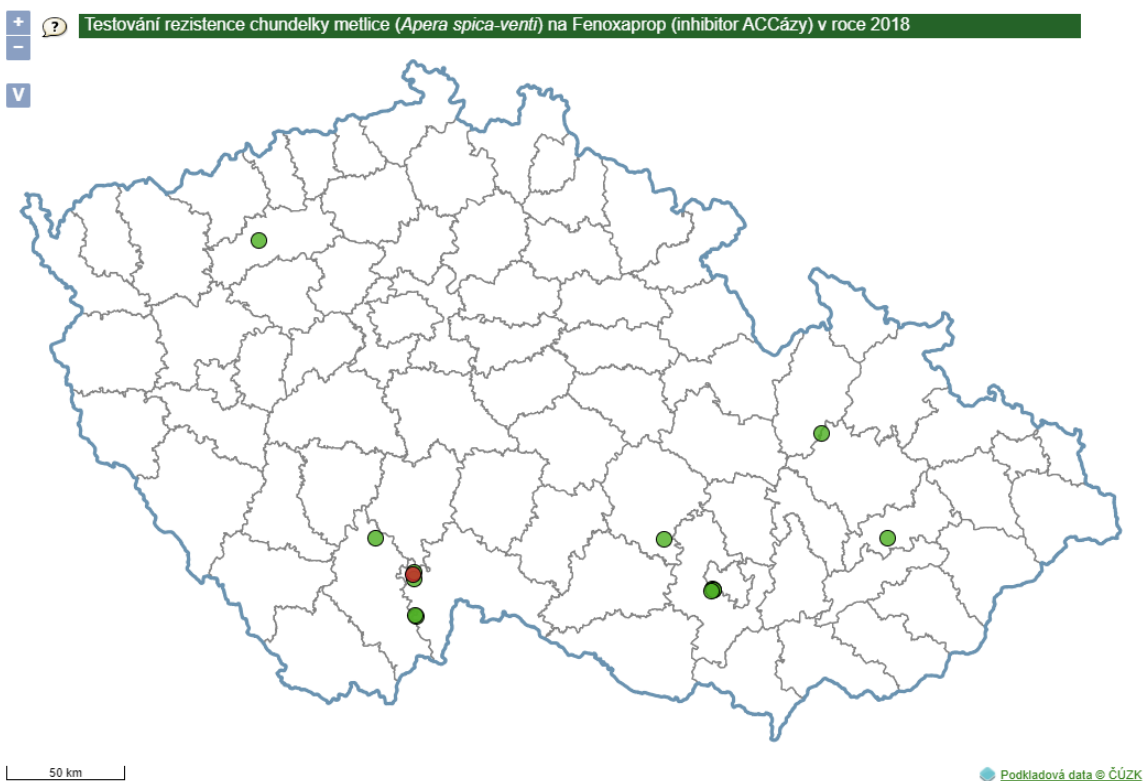
Weed Science Society of America (WSSA). 2011. Resistance, WSSA Classification of Herbicide Resistance Mechanism of Action, pp. 1-6; <http://www.wssa.net>

VIII. Přílohy

Ukázkový výběr ze souboru map výskytu rezistentních hospodářsky významných populací plevelů



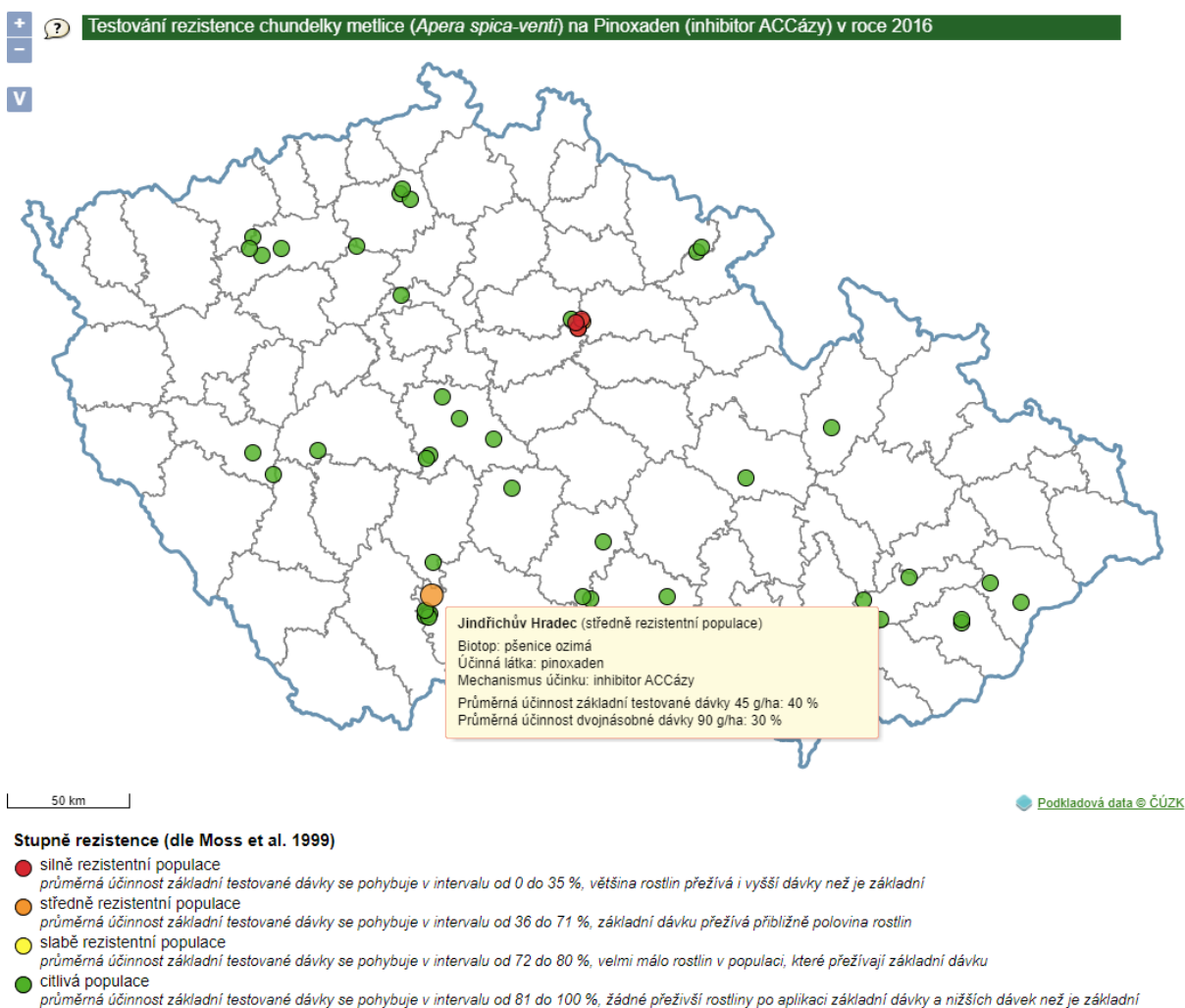
Mapa č. 1: Zobrazení citlivosti populací chundelky metlice k pyroxulam (inhibitor ALS) testovaných v roce 2018



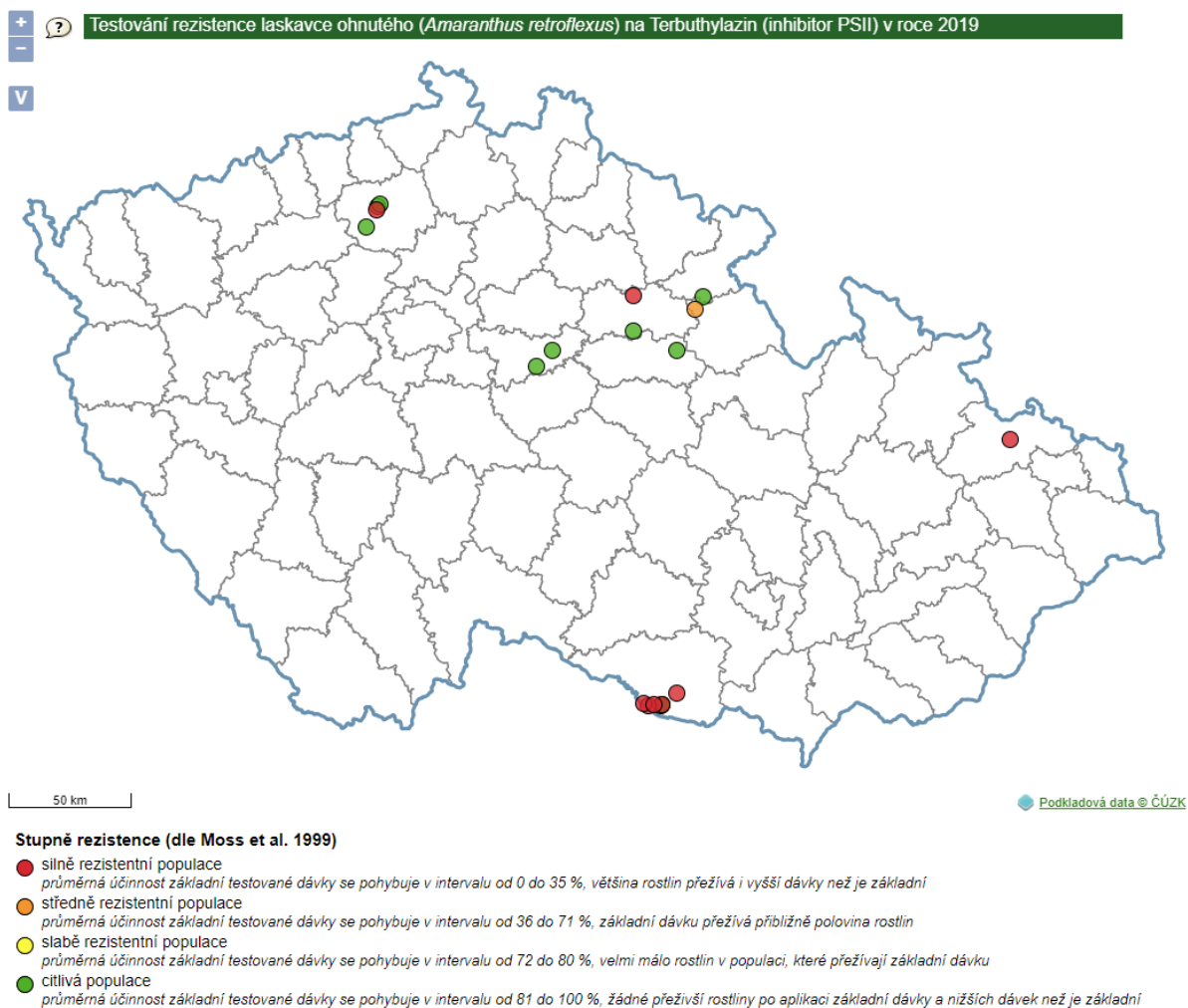
Stupně rezistence (dle Moss et al. 1999)

- silně rezistentní populace
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 0 do 35 %, většina rostlin přežívá i vyšší dávky než je základní
- středně rezistentní populace
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 36 do 71 %, základní dávku přežívá přibližně polovina rostlin
- slabě rezistentní populace
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 72 do 80 %, velmi málo rostlin v populaci, které přežívají základní dávku
- citlivá populace
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 81 do 100 %, žádné přeživší rostliny po aplikaci základní dávky a nižších dávek než je základní

Mapa č. 2: Zobrazení citlivosti populací chundelky metlice k chlortoluronu (inhibitor PSII) testovaných v roce 2018

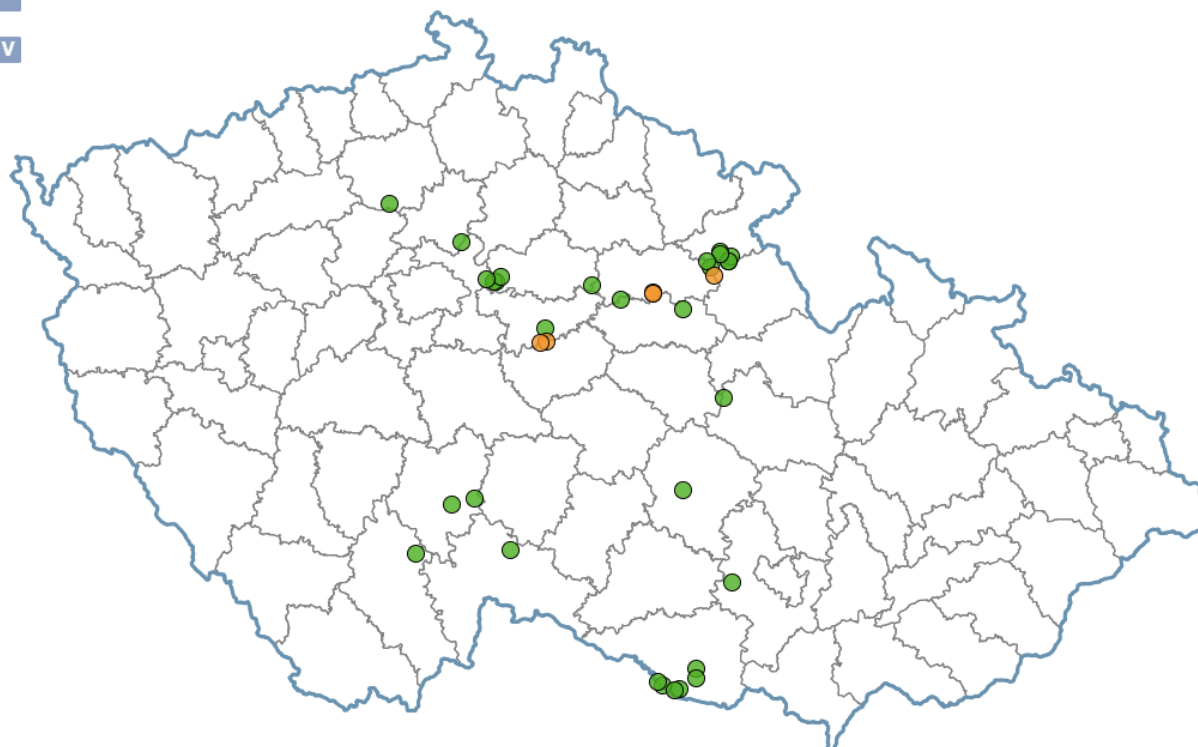


Mapa č. 3: Zobrazení citlivosti populací chundelky metlice k pinoxadenu (inhibitor ACCázy) testovaných v roce 2016



Mapa č. 4: Zobrazení citlivosti populací laskavce ohnutého k terbutylazinu (inhibitor PSII) testovaných v roce 2019

V



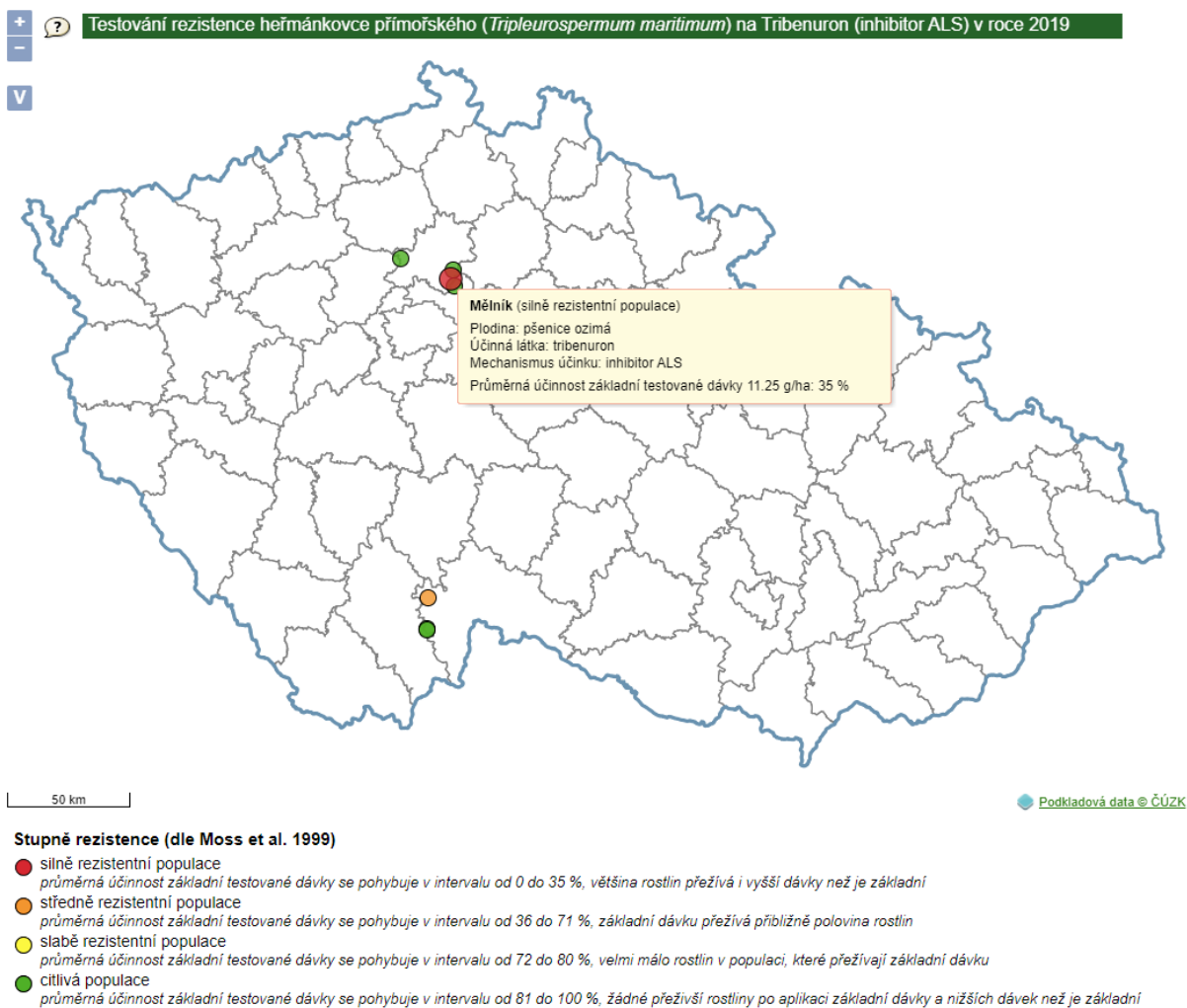
50 km

Podkladová data © ČÚZK

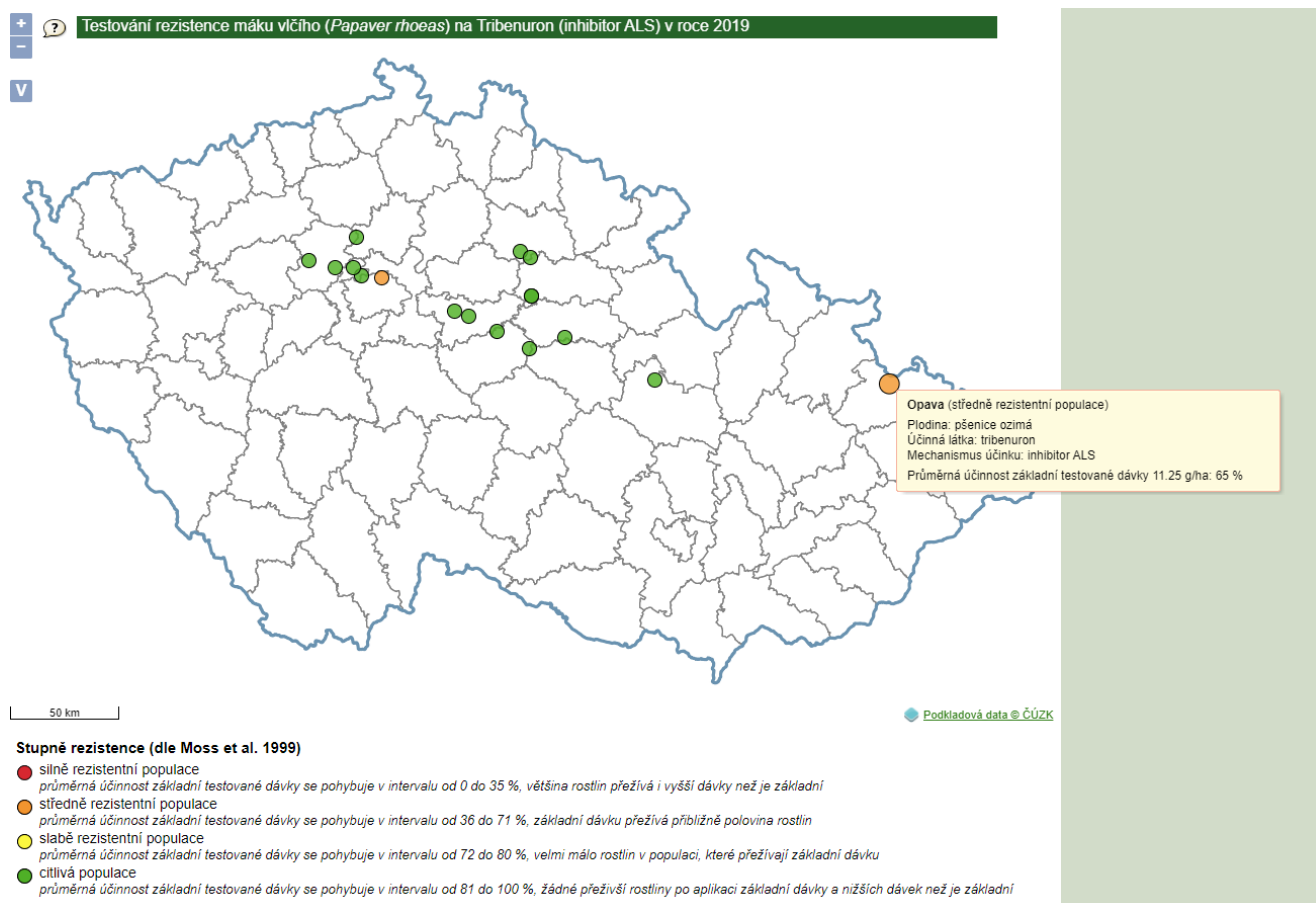
Stupně rezistence (dle Moss et al. 1999)

- **silně rezistentní populace**
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 0 do 35 %, většina rostlin přežívá i vyšší dávky než je základní
- **středně rezistentní populace**
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 36 do 71 %, základní dávku přežívá přibližně polovina rostlin
- **slabě rezistentní populace**
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 72 do 80 %, velmi málo rostlin v populaci, které přežívají základní dávku
- **citlivá populace**
průměrná účinnost základní testované dávky se pohybuje v intervalu od 81 do 100 %, žádné přeživší rostliny po aplikaci základní dávky a nižších dávek než je základní

Mapa č. 5: Zobrazení citlivosti populací merlíku bílého k metamitronu (inhibitor PSII) testovaných v roce 2017



Mapa č. 6: Zobrazení citlivosti populací heřmánkovce přímořského k tribenuronu (inhibitor ALS) testovaných v roce 2019



Mapa č. 7: Zobrazení citlivosti populací máku včelího k tribenuronu (inhibitor ALS) testovaných v roce 2019