**Regulace vytrvalých plevelů na zemědělské půdě**

doc. Ing. Jan Mikulka, CSc.

# Postupný nárůst výskytu vytrvalých plevelů na orné půdě je možné pozorovat již od začátku devadesátých let. Příčin je mnoho, ale mezi nejvýznamnější patří především nedostatky ve zpracování půdy a agrotechnice, nedodržování pravidel střídání plodin a pokles používání herbicidů. Kromě všeobecně známého plevele pcháče rolního byl, zaznamenám nárůst výskytu i u některých dalších plevelů. Zejména pelyněk černobýl, čistec bahenní, mléč rolní a rdesno obojživelné, přeslička rolní, kamyšníky a také dříve méně známý plevel rukev obecná se významně šíří na orné půdě (30, 31, 32).

Významné je též šíření plevelů z neudržovaných pozemků na ornou půdu, odkud jsou přenášeny diaspory na pole, kde se následně rozšiřují. Významně podporují šíření vytrvalých plevelů i technologie minimálního zpracování půdy (31).

Méně intenzivní způsoby hospodaření obecně umožňují snadnější reprodukci plevelů na rozdíl od intenzivních způsobů pěstování plodin. Při extenzívním pěstování bývá zpravidla druhové spektrum širší. Intenzivní pěstování plodin nese riziko přemnožení pouze některých plevelných druhů, kterým právě tyto podmínky vyhovují. Při malém počtu plevelných druhů na poli se může regulace plevelů zkomplikovat přítomností jednoho obtížného plevelného druhu, který uniká aplikovaným metodám regulace v daném systému hospodaření a v řadě případů dochází i k selhání celého systému regulace (44).

Rozmnožování plevelů patří mezi základní biologické vlastnosti, které umožňuje přežití druhů. Rozmnožování se uskutečňuje prostřednictvím diaspor. Za diasporu je považován každý jednotlivý orgán (nebo jeho část), z kterého se vytvoří nová rostlina. Může být povahy generativní nebo vegetativní. Plevele mají vysokou plodnost, jejich diaspory se zpravidla uchovávají dlouhou dobu v půdě a jsou rozšiřovány na menší či větší vzdálenosti od rostliny mnoha způsoby (32).

**Generativní rozmnožování:** Rozmnožování generativními diasporami je nejpřirozenějším způsobem šíření plevelů. Z hlediska reprodukce je nejvýznamnější množství vyprodukovaných semen, jejich životnost v půdě, dormance semen a způsoby šíření. Nejnebezpečnější jsou diaspory šířící se větrem na velké vzdálenosti. Tímto způsobem se šíří především pcháč rolní, mléč rolní a pelyněk černobýl. Úbory těchto plevelů však bývají často parazitovány a počet živých nažek nepřesahuje 10 – 15 % z celkového objemu nažek. Čistec bahenní a rdesno obojživelné mají semena poměrně velká a těžká, která se před sklizní, či při sklizni uvolňují a padají na povrch půdy s posklizňovými zbytky. Část semen se však může dostat i do sklizeného materiálu a hrozí nebezpečí šíření nevyčištěným osivem a jejich šíření na dosud nezaplevelená pole (1. 2, 10, 20, 21, 22, 23.).

**Vegetativní rozmnožování:** Tento způsob rozmnožování převládá především na orné půdě, která je pravidelně obdělávána. Pravidelné poškozování kořenů, kořenových výběžků a oddenků vyvolává rychlou regeneraci z pupenů. Vyrašené výhony mají vysokou konkurenční schopnost a prosadí se i v hustě setých plodinách, jako jsou obilniny, luskoviny a ozimá řepka. Nejvíce však poškozují širokořádkové plodiny, které mají nižší konkurenční schopnost. Velmi nebezpečná je intenzivní regenerace pupenů na kořenech a kořenových výběžcích v období studených a vlhkých period v měsících červnu a červenci, kdy je růst pěstovaných plodin zpomalen. Některé plevele, jako například kamyšníky se šíří i hlízkami, které vydrží životné v půdě i několik let (4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 27, 25).

**Vliv střídání plodin:**Výrazně do struktury plevelných společenstev zasáhly osevní postupy. Jejich význam mimo jiné spočíval v tom, že komplikoval reprodukci některých plevelných druhů. Při dodržování správného střídání plodin docházelo k postupnému potlačování některých plevelů v plevelných společenstvech. Některé plevelné druhy byly potlačovány více, jiné méně, přesto byla plevelná společenstva stále druhově velmi bohatá a vyvážená (20, 21, 22, 23).

Klasický střídavý osevní postup udržuje vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevely a mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy. Jakýkoliv posun ve struktuře osevního sledu ve prospěch obilnin či ve prospěch ozimých nebo jarních plodin má za následek rychlou reakci plevelných společenstev. V případě zvýšení výskytu ozimých obilnin a ozimých plodin (např. ozimá řepka) se rychle přemnoží následující druhy plevelů: chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, mák vlčí, hluchavka nachová, hluchavka objímavá, violka rolní aj. na úkor jarních plevelů, např. ovsa hluchého, hořčice rolní aj.. V případě stálého opakování těchto sledů dochází k vytvoření značné zásoby semen ozimých plevelů v půdě, což komplikuje hubení plevelů v následujícím období. Stejná situace vznikne při převaze jarních plodin. V tomto případě dochází k přemnožení jarních plevelů např.: hořčice rolní, ředkev ohnice, oves hluchý, merlík bílý, rdesno blešník, rdesno červivec aj. Z toho vyplývá opodstatněnost správného střídání plodin (19, 30, 31, 32, 33, 34).

Z historického pohledu můžeme říci, že v období mezi dvěma světovými válkami byly zásady střídání plodin dodržovány. V období po druhé světové válce byl na orné půdě postupně zvyšován podíl obilnin na úkor ostatních plodin. Přesto si osevní sledy zachovávaly požadovanou strukturu, která obsahovala i víceleté pícniny (vojtěška, jetel). V posledních 15 letech se však nedá hovořit o osevních postupech. Pravidla střídání plodin nejsou dodržována, druhové spektrum pěstovaných plodin se výrazně snížilo ve prospěch tržních plodin (obilniny, řepka ozimá, slunečnice, řepa cukrová aj.). Ustoupily víceleté pícniny pěstované na orné půdě, poklesly plochy luskovin, řepy cukrové i brambor. To se zákonitě projevuje na expanzním šíření celé řady plevelných druhů (25, 26).

**Vliv zpracování půdy:** Zpracování půdy stále patří mezi základní a nejvýraznější opatření v systému regulace plevelů na orné půdě. V minulosti bylo v podstatě jediným účinným opatřením (18, 19).

Z hlediska regulace plevelů je velmi významná podmítka, která umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní). Současně zabraňuje ztrátám na vlhkosti a umožní klíčení plevelů z povrchových vrstev (24).

Hluboká orba dokonale zaklopí posklizňové zbytky rostlin, kořeny či kořenové výběžky vytrvalých plevelů, které v těchto podmínkách nejsou schopny reprodukce (14).

Snahy o minimalizaci zpracování půdy vedly k podstatnému snížení nákladů, ale po zavedení minimalizace dochází zpravidla již v druhém roce a dalších letech k velkému nárůstu zaplevelení. Plevelová společenstva v těchto systémech jsou sice v řadě případů druhově chudší, ale nárůst počtu plevelů na polích má stoupající tendenci. Rychle se šíří například vytrvalé plevelné druhy (pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, mléč rolní, rukev obecná, čistec bahenní, kamyšník polní a kamyšník širokoplodý a celá řada dalších), ale na ornou půdu se šíří i takové plevele, které se za normálních podmínek na ní nevyskytují (pampeliška lékařská, šťovík kadeřavý, šťovík tupolistý aj.). Z jednoletých plevelů převládají tyto druhy: chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, truskavec ptačí, ptačinec prostřední, bolehlav plamatý, hluchavka objímavá a nachová (8, 9, 26).

Při sklizni sklízecími mlátičkami, zvláště obilnin a řepky, se většina semen plevelů dostane na povrch půdy a stává se zdrojem dalšího zaplevelení. Nebezpečný je také výdrol obilí a řepky, které se v posledních letech stávají nepříjemnými plevely. V některých oblastech se stává problematickým i výdrol slunečnice, řepky ozimé, ostropeřce mariánského a dalších plodin. Tyto plodiny jsou následně velmi obtížně hubitelné v jiných plodinách. Proto je třeba věnovat pozornost seřízení sklízecí techniky a volit optimální dobu sklizně (17).

**Vliv výživy rostlin:** Výživa rostlin má velký vliv na růst plevelů i druhové spektrum společenstev. Plevelné rostliny reagují na hnojení zvýšeným růstem, v řadě případů i rychleji než pěstované plodiny. V  takových podmínkách jim velmi silně konkurují. Vliv vysoké zásobenosti půd základními živinami (P, K, Mg aj.) a vysokých dávek dusíku byl patrný v minulém století, kdy byly každoročně aplikovány poměrně vysoké dávky čistých živin na ornou půdu. V 90. letech intenzita hnojení výrazně poklesla. Proto je možné pozorovat na nehnojených pozemcích pokles výnosů plodin, ale také snížení produkce hmoty plevelů a počtu semen jednoletých plevelů i objemu vegetativních rozmnožovacích orgánů vytrvalých plevelů. Reprodukční schopnost plevelů se snižuje. To ovšem neznamená, že sníženým hnojením omezíme výskyt plevelů. Na celkovou zaplevelenost to nemá výrazný vliv vzhledem k obrovské zásobenosti půdy semeny plevelů (29).

Zaplevelenost výrazně ovlivňovalo i používání pevných statkových hnojiv a převážně tekuté kejdy. Jejich aplikací se rozšířila například ježatka kuří noha, béry, rdesno blešník, rdesno červivec, laskavce, merlíky aj. Zejména používáním kejdy s nízkým obsahem sušiny po jejím krátkém uložení v jímce se vytvoří optimální podmínky pro růst a vývoj některých vytrvalých plevelů (šťovík tupolistý, šťovík kadeřavý), které patří mezi nejvýznamnější plevele luk a pastvin. Přesto, že se kejda již velkoplošně nepoužívá, problém zaplevelenosti trvalých travních porostů, především širokolistými šťovíky, stále trvá. Jedná se o velký problém zvláště v horských a podhorských oblastech (31, 32).

**Vliv herbicidů:** Velkoplošné používání herbicidních přípravků ve všech pěstovaných plodinách zasáhlo do složení druhového spektra ve srovnání s ostatními faktory nejrazantněji. Masově se začaly používat herbicidy až od druhé světové války. Vývoj herbicidů probíhal a neustále probíhá velmi rychle. Zpočátku se využívaly pouze v některých plodinách, dnes se jimi ošetřuje téměř 100 % orné půdy, vyjma plochy vyčleněné pro ekologické zemědělství nebo na plochách, které se nacházejí v ochranných pásmech zdrojů pitné vody (30).

Herbicidy ovlivnily naprostou většinu technologií pěstování rostlin. Bez herbicidních přípravků není prakticky možné pěstovat plodiny. Zemědělci se však při používání nevyrovnali s řadou chyb při jejich aplikaci, které následně komplikují regulaci plevelů na zemědělské půdě (30, 31 32).

Počet současně používaných herbicidních látek je stále obrovský. Vzhledem ke stále se zvyšujícím požadavkům na bezpečnost potravin a minimalizaci ekotoxikologických rizik nejsou velmi často prodlužovány registrace již dříve povolených herbicidů. Ze stejných důvodů je počet nově zaváděných herbicidů stále nižší. Velkoplošně je tak využíváno menší množství herbicidů. Ostatní se využívají okrajově nebo ve speciálních plodinách (32).

Druhové složení plevelů na orné půdě bylo vždy významně ovlivněno po zavedení velmi účinných herbicidů, které se velmi rychle rozšířily a byly používány na velkých plochách zemědělské půdy řadu let po sobě. Protože selekční tlak byl velkoplošný a dlouhodobý, významně byla ovlivněna druhová skladba plevelů.

Pěstování plodin nejdříve ovlivnilo zavedení růstových herbicidů typu 2,4-D a MCPA, které byly velkoplošně používány v obilninách. Účinek na plevele po jejich zavedení byl velmi dobrý po dobu několika let. Po delší době jejich používání však citlivé plevele (hořčice rolní, ředkev ohnice, penízek rolní, kokoška pastuší tobolka aj.), které byly dominantní v plevelných společenstvech postupně ustupovaly a poměrně rychle se počaly šířit některé jednoděložné plevele (oves hluchý, chundelka metlice) a řada dvouděložných plevelů (heřmánkovec nevonný, rozrazil perský, hluchavka objímavá, hluchavka nachová, svízel přítula, violka rolní). Dlouhodobé používání herbicidů narušilo diverzitu plevelných společenstev. Počet druhů se podstatně snížil, ale intenzita zaplevelení zůstala stejná, případně vzrostla. Plevelné druhy, které nebyly hubeny těmito herbicidy, byly však agresivnější a více konkurovaly obilovinám i ostatní plodinám. Problém byl řešen kombinacemi herbicidů, které rozšiřovaly spektrum účinku herbicidů. Velmi často se používaly kombinace 3 – 5 účinných látek. Použití takových kombinací je však nákladnější a klade nároky na znalosti zemědělců. V minulosti se bohužel tyto kombinace používaly paušálně, bez přihlédnutí k druhovému spektru plevelů, což mělo za následek další selekci plevelných společenstev (47).

Další velmi významnou etapou bylo zavedení triazinových herbicidů, především simazinu a atrazinu. Tyto herbicidy umožnily rozvoj pěstování kukuřice na zrno i siláž a zelené krmení. Úspěšně hubily všechny jednoleté plevele a zaručovaly dokonalou ochranu proti plevelům po celou dobu vegetace vzhledem k jejich výrazné perzistenci v půdě. Umožnily pěstování monokultur s aplikací vyšších dávek těchto herbicidů, aniž došlo k poškození následných kultur. Podobně byly tyto herbicidy používány v jabloňových sadech. Tyto aplikace ovšem přinesly nárůst některých vytrvalých plevelů v kukuřici a sadech, např. pcháče rolního, pýru plazivého, kopřivy dvoudomé a svlačce rolního. Problém byl bohužel řešen postupným zvyšování dávek herbicidů. Vytrvalé plevele však ani zvýšené dávky herbicidů nehubily. Rostliny pýru plazivého, pcháče rolního aj. nebyly vystaveny konkurenci ostatních plevelů, proto se rychle šířily a staly se dominantními plevely v těchto kulturách. Pokles úrovně zpracování půdy podpořil rychlé šíření těchto vytrvalých plevelů. Vysoké dávky triazinových herbicidů navíc urychlily vznik rezistentních populací plevelů.

Po mnohaletém úspěšném používání těchto perzistentních herbicidů se projevily problémy s jejich rezidui v půdě, podzemních vodách atd. (30).

Do hubení plevelů významně zasáhly i herbicidy glyphosate (Roundup aj.) a paraquat (Gramoxone). Zejména herbicid glyphosate umožnil úspěšně hubit vytrvalé i jednoleté plevele na orné půdě při předsklizňových aplikacích, v sadech, ale i na nezemědělské půdě.

Převrat v metodách hubení pýru plazivého, ovsa hluchého a ježatky kuří nohy přinesly tzv. postemergentní graminicidy se systémovým účinkem. Pomocí těchto herbicidních přípravků bylo možné v širokolistých plodinách (řepa cukrová, brambory, řepka, hrách, slunečnice aj.) účinně zasáhnout jednoleté, ale i vytrvalé jednoděložné plevele s vysokým efektem (31).

Zásadní obrat v hubení plevelů v obilninách, ale později i v kukuřici a cukrovce přineslo zavedení sulfonylmočovin. Nejznámějším herbicidem je chlorsulfuron (Glean), tribenuron (Granstar) a mnoho dalších. Tyto herbicidy se používají v gramových dávkách a mají široké spektrum účinku především na jednoděložné plevele (32).

Vzhledem k jejich širokému spektru účinku, ceně i toxikologii se sulfonylmočoviny používají velkoplošně po dlouhou dobu (přes 20 let). Po jejich mnohaletém používání se dostavil stejný efekt jako po dlouhodobém používání jiných skupin herbicidů. Plevele citlivé vůči těmto herbicidům byly potlačeny, naproti tomu se rychle šířily plevele relativně odolné. Úspěšně jsou používány sulfonylmočoviny v kukuřici, např. nicosulfuron (Milagro, Epilog). Jedná se o herbicidy s širokospektrálním účinkem na jednoděložné i dvouděložné plevele. Používání řeší problém pýru plazivého a ježatky kuří nohy a řady dvouděložných plevelů. V posledních letech se však na orné půdě objevily nové významné plevelné druhy jako např. kamyšník polní (*Bolboschoenus planiculmis*) a kamyšník širokoplodý (*Bolboschoenus laticarpus*) - šáchorovité rostliny, které vykazují toleranci vůči sulfonylmočovinám a postemergentním graminicidům. Vzhledem k tomu, že sulfonylmočoviny vykazují zejména efekt na jednoleté plevele, umožňují vytrvalým plevelům jejich šíření na orné půdě. Typickým příkladem je expanze pcháče rolního, mléče rolního, rdesna obojživelného a dalších (30, 31, 32).

Z těchto údajů vyplývá, že plevelná společenstva se zatím úspěšně vypořádala se všemi technologiemi i sebeúčinnějšími herbicidy. To je jistým varováním. Musíme si uvědomit, že naším cílem není úplné vyhubení plevelů, ale formou účinných metod pouze plevele regulovat a neumožnit neuváženými zásahy narušení rovnováhy mezi jednotlivými plevelnými druhy. Při nerespektování těchto zákonitostí si do budoucna vytvoříme celou řadu problémů. Příkladem může být rychlý nárůst ploch s GMO plodinami a vystavení plevelových společenstev herbicidům typu glyphosate, vůči nimž jsou tyto plodiny (řepka, kukuřice, cukrovka, sója atd.) odolné (31, 32).

**Vliv nezemědělské činnosti na změnu plevelných společenstev:** Působení člověka na krajinu má pochopitelně významný vliv i na zemědělství a tedy druhotně i na plevelná společenstva. Je dlouhodobé a zásahy do životního prostředí bývají zpravidla velkoplošné. Urbanizace krajiny, povrchová těžba surovin, velkoplošné skládky a výsypky ovlivnily výskyt rostlin a existenci vhodných podmínek pro většinu rostlinných druhů. Některé druhy rostlin však rostou i za těchto okolností, a protože nemají konkurenci, velmi rychle se rozmnožují a osidlují tyto plochy. Následně potom osidlují i zemědělskou půdu. Mezi takové druhy patří především lebeda lesklá, locika kompasová, merlíky, turanka kanadská, podběl obecný, pelyněk černobýl a celá řada dalších. Tyto zdroje zaplevelení je nutné ošetřovat, aby se zabránilo jejich dalšímu šíření. Takové lokality jsou nebezpečné i z pohledu hygienického. Rostliny zde rostoucí jsou příčinou pylových alergií (35, 35).

Regulace plevelů na nezemědělských plochách je poměrně složitým problémem. Zejména rozsáhlé plochy železnic, plochy v přístavech a manipulačních skladech bývají pravidelně ošetřovány herbicidy. Používány jsou totální, zpravidla perzistentní herbicidy v podstatně vyšších dávkách než v zemědělství. Tyto plochy jsou zdrojem rezistentních populací plevelů, které se následně mohou šířit na zemědělskou půdu. Největším problémem je jejich šíření po železnici po celé republice (31).

K rychlému šíření plevelných druhů dochází v posledních letech především podél dálnic a vysokorychlostních silnic. Rychlý postup šíření některých plevelných druhů napříč Evropou je zřetelný. Zejména plevele rozšiřující se anemochorně (starčky, zlatobýl, pelyněk černobýl, podběl lékařský atd.). Podél těchto komunikací se šíří i další plevele jako např. pupalky, laskavce, rdesna, merlíky, rosičky, ježatky, béry, štětka soukenická aj. Vzhledem k budování dalších nových dálnic lze předpokládat, že šíření plevelů podél nich bude nabývat na stále větším významu (31).

**Vliv střídání plodin:** Všeobecně je známý vliv střídání plodin na výskyt plevelů. Dodržování zásad střídání plodin, kdy dochází ke střídání obilnin a širokolistých plodin, okopanin a využívání vytrvalých i jednoletých pícnin vytváří základní předpoklad pro snížení zaplevelení polí. V současné době s ohledem na významný pokles stavů skotu z polí téměř vymizely pícniny, po luskovinách není poptávka, význam řepy cukrové stále klesá a hlavní zřetel je kladen na pěstování obilnin a řepky olejky. Tento stav vytváří vhodné podmínky pro expanzní šíření celé řady plevelných druhů. Z tohoto pohledu je zřejmé, že funkci střídání plodin v žádném případě nemůžeme využít v systémech regulace plevelů (13, 15, 16, 40, 41).

**Vliv základního zpracování půdy:** Z pohledu vytrvalých plevelů stojí za pozornost porovnání klasického zpracování půdy a technologií minimálního zpracování půdy. Klasická orba více rozrušuje kořenový systém a výrazně potlačuje především pelyněk černobýl a rukev obecná, jejichž kořenové systémy jsou poměrně citlivé na poškození a jsou hlubokou orbou zaklopeny a silně poškozeny. Též pcháč rolní, mléč rolní, čistec bahenní a rdesno obojživelné hluboká orba poškodí. Technologie minimálního zpracování by měly být prováděny na pozemcích s minimálním výskytem vytrvalých plevelů. Mělké zpracování půdy poškozuje pouze svrchní část kořenového systému. Toto poškození vyvolává velmi silnou regeneraci, což vede k poměrně rychlému rozšíření vytrvalých plevelů (37, 37, 43, 45, 46).

**Vliv kultivace za vegetace – plečkování (kukuřice, slunečnice, brambory aj.):** Mechanické způsoby regulace, především plečkování mají význam především v širokořádkových plodinách. Pravidelné plečkování poškozuje vytrvalé plevele. Vzhledem k mohutnému kořenovému systému však rostliny poměrně rychle regenerují a to i za sucha. Proto je nutné zásahy opakovat zpravidla po celou vegetaci pěstovaných plodin (35, 36, 39).

**Použití herbicidů:** Použití herbicidů proti vytrvalým plevelům závisí především na pěstovaných plodinách, kde je možné herbicidy použít. Nejvíce je použití herbicidů propracováno proti pcháči rolnímu, mléči rolnímu a pýru plazivému. Herbicidy je možné používat jak v obilninách, tak i v kukuřici, řepce ozimé, řepě cukrové případně i v jiných plodinách. Herbicidy je nutné aplikovat pouze ve vhodné růstové fázi a v horní hranici povolené dávky. Aplikace herbicidů v ranějších růstových fázích nebo aplikace nižších dávek výrazně ovlivní regeneraci, což se projeví masivním rašením nových výhonů a v mnoha případech se dostaví kritické zaplevelení. Vosková vrstva na povrchu listů (např. mléč rolní) významně snižuje účinek herbicidů, proto se doporučuje použít smáčedel pro zvýšení účinku herbicidů. Pelyněk černobýl je relativně citlivý vůči herbicidům, velmi často však rostliny regenerují. Problémem je regulace rdesna obojživelného, čistce bahenního, přesličky, rákosu obecného a především kamyšníků. Tyto plevele vykazují poměrně vysokou toleranci vůči herbicidům a silně regenerují po aplikaci herbicidních přípravků (20, 21, 22, 23, 47, 49).

Dokonalý eradikační efekt na vytrvalé plevele se projeví pouze při využívání všech způsobů a metod regulace více let po sobě tak, aby jednotlivá opatření na sebe navazovala. Důležité je, aby se kořenový systém plevelů postupně oslabil a odumřel a zásoba semen v půdě se minimalizovala. Před zaplevelením vytrvalými plevely na orné půdě se ubráníme pouze při dodržování všech zásad regulace plevelů na orné půdě a každoroční péčí o půdu. Velmi důležité je zabránění tvorby generativních diaspor na okolních plochách a jejich šíření na pole (20, 21, 22).

**Při zpracování literární rešerše byly použity následující zdroje:**

1. [Anbari, S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=6744003). a kol. (2016) Effects of root fragmentation on generative reproduction of Sonchus arvensis. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science. Vol. 66 Issue:5. Pages: 391-398.
2. [Anbari, S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=6744003). a kol. (2016) Population dynamics and nitrogen allocation of Sonchus arvensis L. in relation to initial root size. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science. Vol. 66. Issue 1, Pages: 75-84.
3. [Bashir, T](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=7942072). a kol. (2018) Allelopathic effects of perennial sow thistle (Sonchus arvensis L.) on germination and seedling growth of maize (Zea mays L.). Allelopathy Journal. Vol. 43. Issue: 1. Pages: 105-116.
4. [Bergkvist, G](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1030599). a kol. (2017) Control of Elymus repens by rhizome fragmentation and repeated mowing in a newly established white clover sward. Weed Research. Vol. 57. Ossue: 3. Pages: 172-181.
5. [Bitomsky, M](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=32305141). a kol. (2018) Light limitation shapes the community seed mass of annual but not of perennial weeds. Perspectives In Plant Ecology Evolution And Systematics. Vol. 31. Pages: 1 – 6.
6. [Bourdot, G.W](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=313695). a kol. (2016) Mowing strategies for controlling Cirsium arvense in a permanent pasture in New Zealand compared using a matrix model. Ecology And Evolution. Vol. 6. Issue: 9. Pages: 2968-2977.
7. [Brandsaeter, L. O](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1746398). a kol. (2017) Control of perennial weeds in spring cereals through stubble cultivation and mouldboard ploughing during autumn or spring. Crop Protection. Vol. 98. Pages: 16-23.
8. [Brandsaeter, L. O](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1746398). a kol. (2020) Influence of mechanical weeding and fertilisation on perennial weeds, fungal diseases, soil structure and crop yield in organic spring cereals. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science. Vol. 70. Issue: 4. Pages: 318 – 332.
9. [Bunton, G](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=35486826). a kol. (2020) Weed Technology. Vol. 34. Issue: 3. Pages: 408-415
10. [Ciaccia, C](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=2244570). (2020) Weed Functional Diversity as Affected by Agroecological Service Crops and No-Till in a Mediterranean Organic Vegetable System. PLANTS-BASEL. Vol. 9. Issue:6. DOI: 10.3390/plants9060689
11. Cripps, M. G. a kol. (2020) Genetic variation in tolerance to defoliation in Cirsium arvense. Weed Research. Vol. 60. Issue: 1. Pages: 78-84
12. [Davis, S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=7301429). a kol. (2018) A Meta-analysis of Canada Thistle (Cirsium arvense) Management. Weed Science. Vol. 66. Issue: 4. Pages: 548-557.
13. [Davis, S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=7301429). a kol. (2018) A Meta-Analysis of Filed Bindweed (Convolvulus arvensis) Management in Annual and Perennial Systems. Weed Science. Vol. 66. Issue: 4. Pages: 540-547.
14. [Ene, I. C](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=22788158)., [Gradila, M](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=9307409). (2017) Nicosulphuron Efficacy In Annual And Perennial Weed Control In Maize. Scientific Papers-Series A-Agronomy. Vol. 60. Pages: 252-255.
15. Favreliere, E. (2020) Nonchemical control of a perennial weed,Cirsium arvense, in arable cropping systems. A review. Agronomy For Sustainable Development. Vol. 40, issue 4. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00635-2
16. [Fonteyne, S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=41158420). a kol. (2020) Rotation, Mulch and Zero Tillage Reduce Weeds in a Long-Term Conservation Agriculture Trial. AGRONOMY-BASEL. Vol. 10. Issue: 7. DOI: 10.3390/agronomy10070962
17. [Forcella, F](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=197887). a kol. (2018) Air-propelled abrasive grit can damage the perennial weed quackgrass. Canadian Journal Of Plant Science. Vol. 98. Issue: 4. Pages: 963-966
18. [Hacker, R.B](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1376067). a kol. (2017) Managing competitive interactions to promote regeneration of native perennial grasses in semi-arid south-eastern Australia. Rangeland Journal. Vol. 39. Issue: 1. Pages: 59-71.
19. Chovancova, S., Illek, F., Winkler, J. (2020) The Effect Of Three Tillage Treatments On Weed Infestation In Maize Monoculture. Pakistan Journal Of Botany. Vol. 52. Issue: 2. Pages: 697-701
20. Kazda J., Mikulka, J., Prokinová E. (2010) Enycyklopedie ochrany riostlin. PrpfoPress Praha. 4001s.
21. Kneifelová M. , Mikulka J. (2004) Vegetative reproduction and occurance of Bolboschoenus laticarpus Prov. Acta Herbologica, Vol. 13, No.1, 137-178.
22. Kneifelová M., Mikulka, J. (2003) Významné a nově se šířící plevele. UZPI – Zemědělské informace. 4/2003. 58 s.
23. Kneifelová M., Mikulka. J. (2004) Regeneration ability of Cirsium arvense (L.) Scop. After herbicide application. Journal of Plant Diseases and Protection. Special Issue XIX, s. 717-723.
24. [Kolberg, D](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=5064597). a kol. (2018). Effect of Rhizome Fragmentation, Clover Competition, Shoot-Cutting Frequency, and Cutting Height on Quackgrass (Elymus repens). Weed Science. Vol. 66. Issue: 2. Pages: 215-225.
25. [Kovalyshyn, S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=9589859)., [Dadak, V](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=618693). (2018) Investigation of the process of separation of hard-to-divide weeds from seed mixtures of perennial grasses. Contemporary Research Trends In Agricultural Engineering. BIO Web of Conferences.Vol. 10. DOI: 10.1051/bioconf/20181001010
26. [Lotjonen, T](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=5402180)., [Salonen, J](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1013771). (2016) Intensifying bare fallow strategies to control Elymus repens in organic soils. Agricultural And Food Science. Vol. 25. Issue: 3. Pages: 153-155.
27. [Macak, M](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=2360107). (2020) Temporal Changes of Elytrigia repens Density in Intensive Cereal-Based Cropping Systems. International Journal Of Agriculture And Biology. Vol. 24. Issue: 2. Pages: 195-200
28. [Marinov-Serafimov, P](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=29392649). a kol. (2019) Dynamics and distribution of weed species in weed associations. Indian Journal Of Agricultural Sciences. Vol. 89. Issue: 1. Pages: 105-110
29. [Melander, B](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=508680). a kol. (2016) Incompatibility between fertility building measures and the management of perennial weeds in organic cropping systems. Agriculture Ecosystems & Environment. Vol. 220. Pages: 184-192.
30. Mikulka J. (2014) Plevele polních plodin. ProfiPress Praha. 144 s.
31. Mikulka J. ,Kneifelová M. (ED.) (2005) Plevelné rostliny. Profi Press Praha.155 s.
32. Mikulka J.:(2007) Problematika hubení vytrvalých plevelů v obilninách a kukuřici. In. Návratná intenzita pěstování obilnin v zemích evropské unie. Vydal DAS Praha CZ 1, s. 15 – 27.
33. [Miller, T. W](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1082903). (2016) Integrated Strategies For Management Of Perennial Weeds. Invasive Plant Science And Management. Vol. 9. Issue: . Pages: 148-159.
34. [Orloff, N](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=7830088). a kol. (2018) A meta-analysis of field bindweed (Convolvulus arvensis L.) and Canada thistle (Cirsium arvense L.) management in organic agricultural systems. Agriculture Ecosystems & Environment. Vol. 254. Pages: 264-272
35. [Rasmussen, J](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1019277), [Nielsen, J](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=11523738). (2020) A novel approach to estimating the competitive ability of Cirsium arvense in cereals using unmanned aerial vehicle imagery. Weed Research. Vol. 60. Issue: 25. Pages: 150-160.
36. [Rasmussen, J](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=1019277). a kol. (2019) Pre-harvest weed mapping of Cirsium arvense in wheat and barley with off-the-shelf UAVs. Precision Agriculture. Vol. 20. Issue: 5. Pages: 983-999
37. [Ringselle, B](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=5598823). a kol. (2016) Importance of timing and repetition of stubble cultivation for post-harvest control of Elymus repens. Weed Research. Vol. 56. Issue: 1. Pages: 41-49.
38. [Ringselle, B](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=5598823). a kol. (2018) Rhizome Fragmentation by Vertical Disks Reduces Elymus repens Growth and Benefits Italian Ryegrass-White Clover Crops. Frontiers In Plant Science. Vol. 8. DOI: 10.3389/fpls.2017.02243
39. [Ringselle, B](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=41512578). a kol. (2020) A Review of Non-Chemical Management of Couch Grass (Elymus repens). AGRONOMY-BASEL. Vil. 10. Issue: 8. DOI: 10.3390/agronomy10081178
40. [Simic, M. S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=35918707). a kol. (2020) Integrated weed management in long-term maize cultivation. Zemdirbyste-Agriculture. Vol. 107. Issue: 1. Pages: 33-40
41. [Sochting, H. P](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=8299390)., [Zwerger, P](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=963949). (2018) Control and development of perennial lawn weeds. 28th German Conference On Weed Biology And Weed Control. Julius-Kuhn-Archiv. Vol. 458. Pages: 398-407
42. [Taab, A](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=7678437). a kol. (2018) Modelling the sprouting capacity from underground buds of the perennial weed Sonchus arvensis. Weed Research, Vol. 58. Issue: 5. Pages: 348-356
43. [Tavaziva, V. J](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=13036370). a kol. (2019) Effects of selective cutting and timing of herbicide application on growth and development of Cirsium arvense in spring barley. Weed Research. Vol. 59. Issue: 5. Pages: 349-356.
44. [Torresen, K. S](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=4167478). a kol. (2020) Autumn growth of three perennial weeds at high latitude benefits from climate change. Global Change Biology. Vol. 26. Issue: 4. Pages: 2561-2572
45. [Torssell, B](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=3217624). A Kol. (2016) Modelling Sonchus Arvensis Root Biomass Allocation To Below-Ground Shoot And Fine Root Growth. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science. Vol. 66. Issue: 6. Pages: 476-482
46. [Tsyliuryk, O.I](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=18790016). a kol. (2017) Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems. Ukrainian Journal Of Ecology. Vol. 7. Issue: 3. Pages: 154-159.
47. [Verwijst, T](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=780656). a kol. (2018) Assessment of the compensation point of Cirsium arvense and effects of competition, root weight and burial depth on below-ground dry weight - leaf stage trajectories. Weed Research. Vol. 58. Issue: 4. Pages: 292-303.
48. [Zargar, M](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=34675705). a kol. (2019) Postemergence Herbicide Applications Impact Canada Thistle Control and Spring Wheat Yields. Agronomy Journal. Vol. 111. Issue. 6. Pages: 2874-2880
49. [Zinnanti, C](http://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=D4SSjy672X31TNNuIGi&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&lang=en_US&daisIds=22050466). a kol. (2019) Economic performance and risk of farming systems specialized in perennial crops: An analysis of Italian hazelnut production. Agricultural Systems. Vol. 176. DOI: 10.1016/j.agsy.2019.102645

**Zpracoval**: doc Ing. Jan Mikulka, CSc. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., mikulka@vurv.cz