**Vliv osevních postupů na změny druhového spektra plevelů**

**doc. Ing. Jan Mikulka, CSc. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně**

**Úvod**

Plevelné rostliny se na Zemi objevily již v dávné minulosti současně s počátky zemědělské činnosti člověka. Rostliny, které člověk nepěstoval, se tak staly rostlinami plevelnými. Za plevelné rostliny považujeme ty, které rostou na polích, loukách a zahradách proti naší vůli. V pěstovaných plodinách se mohou vyskytovat jednak rostliny plevelné (pýr, pcháč, chrpa, laskavce, merlíky, rdesna aj.), jednak rostliny zaplevelující (1). Rostliny zaplevelujicí jsou druhy pěstované, vyšlechtěné, které se vyskytují v pěstovaných plodinách jako příměs s osivem, nebo se na pole dostávají při sklizni a rostou, jako tzv. výdrol a zaplevelují následné plodiny. Mezi nejvýznamnější zaplevelujicí rostliny patři především řepka ozimá, slunečnice, obilniny, brambory, topinambur, ostropestřec mariánský aj. Plevelné rostliny patřily v minulosti a stále patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele (4). V minulosti byly odstraňovány převážně ruční prací, později mechanicky a v poslední době převážně chemicky pomocí herbicidů. V chudých státech třetího světa je regulace plevelů prováděna do dnešní doby převážně ruční prací. Plevele způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a na jejich regulaci je vynakládáno mnoho finančních prostředků. V minulosti byly velmi často vypracovávány strategie boje s pleveli, které měly mít za následek jejich vyhubení na zemědělské půdě. Vyhubit plevele se však nepodařilo a víme, že se ani nepodaří. Mnohdy nadměrná opatření proti plevelům, především při aplikacích herbicidů, vedla k selekci druhového spektra plevelů nebo vzniku rezistence vůči herbicidům. Dnes je již známo, že systémy regulace plevelů nemají vest k vyhubení plevelů, ale k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího spektra druhů. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diverzity plevelů na zemědělské půdě. V osmdesátých letech minulého století bylo vlivem intenzivní zemědělské činnosti druhové zastoupení na polích poměrně chudé, přičemž vyskytující se druhy byly hojně zastoupeny 12, 13). V současnosti diverzita plevelných druhů postupně vzrůstá, objevují se druhy dříve téměř vyhubené, jako například bračka rolní, ostrožka stračka, hlaváček letní, chrpa modrá, hledíček menší, mák vlčí, mák pochybný aj. To jsou příznivé trendy. Plevelné rostliny hrají na zemědělské půdě především negativní roli. Odčerpávají z půdy značné množství živin, vody, prostorově konkurují pěstovaným plodinám, znehodnocují rostlinnou produkci, komplikují sklizeň a zvyšují ztráty na produkci. Jiné druhy jsou zdrojem alergenů (pyl), jsou jedovaté pro člověka a domácí zvířata, podporují šíření chorob a škůdců pěstovaných rostlin. Plevelné rostliny mají i ekologický význam. Zabraňují vodní a větrné erozi, omezují vysychání a narušení půdní struktury, jsou součástí koloběhu živin v půdě a nedílnou součástí ekosystémů, kdy spolu s ostatními autotrofními organismy zvyšují biodiverzitu krajiny (3, 41).

# Změny druhového spektra plevelů na zemědělské půdě

Plevelová společenstva jsou ovlivňována celou řadou faktorů, které na ně působí krátkodobě i dlouhodobě. Proto procházejí stále poměrně složitým vývojovým cyklem. Plevelné rostliny doprovázejí plodiny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematičtější škodlivé činitele, na jejichž eliminaci bylo vždy vynakládáno obrovské množství energie. Jednotlivé plevelné druhy se postupně přizpůsobovaly měnícím se přírodním podmínkám, později technologiím pěstování. Plevelné druhy, které nebyly schopné se postupně přizpůsobovat obdělávání půdy a pěstování plodin, z polí postupně mizely. Některé druhy vymizely již v dávné době, jiné v době nedávné, v závislosti na rozvoji technologií pěstování plodin. Plevele svázané s technologií pěstování plodin se po změně technologie nebyly schopny v nových podmínkách reprodukovat a vymizely, jako např. koukol polní. Pěstování plodin je z pohledu ekologické stability nepřirozeným jevem. Snahou vytvořit co nejvhodnější podmínky pro pěstované plodiny jsou ovlivňována původní rostlinná společenstva. V dávných dobách byla plevelná společenstva co do druhového spektra velmi bohatá (35). Na polích v jednotlivých plodinách bylo zastoupeno mnoho desítek plevelných druhů, které konkurovaly plodinám i samy sobě navzájem. Regulace plevelů byla vždy obtížná, v minulosti převládal mechanický způsob hubení (ruční práce). Druhová rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil. Vývoj druhového spektra plevelových společenstev byl a stále bude ovlivňován celou řadou faktorů. S rozvojem intenzivního zemědělství, který začal v minulém století a pokračuje dodnes, bylo v zemědělství aplikováno mnoho nových poznatků. Plevelová společenstva byla ovlivněna zavedením osevních sledů, rostoucí intenzitou využívání statkových a průmyslových hnojiv, rozvojem mechanizace, která ovlivnila kvalitu agrotechniky. V posledních padesáti letech byla ovlivněna používáním herbicidů, zaváděním nových GMO plodin, které vzhledem k rezistenci vůči některým herbicidním látkám (glyphosate) významně zasáhnou do systému regulace plevelů (23, 41).

**Vliv změn klimatických podmínek na druhové složení plevelů**

Na naší Zemi dochází neustále k periodickým změnám klimatu. Jedná se o změny krátkodobé a dlouhodobé. Tyto změny probíhají poměrně pomalu, přesto se projevují i na změnách ve vegetaci a tedy i v druhovém zastoupení plevelných rostlin na jednotlivých stanovištích. V posledních letech je velmi často diskutován problém globálního oteplování. V důsledku globálního oteplování se zvyšuje teplota na celé zemi. To přináší mnohé změny v rostlinných i živočišných společenstvech. Organismy musí na tyto přeměny určitým způsobem reagovat. Buď zaniknou, nebo se změnám přizpůsobí. Rostliny žijící původně v teplých krajích tak dostávají možnost expandovat do dalších lokalit a postupují směrem na sever, na místa pro ně v minulosti nevhodná. Bez ohledu na relevantnost globálního oteplování můžeme pozorovat v posledních dvaceti letech poměrně rychlé šíření některých teplomilných plevelů z nížin až do podhorských oblastí. Například ježatka kuří noha, béry, laskavec ohnutý, laskavec zelenoklasý, lilek černý, durman obecný a celá řada dalších. Riziko invazí teplomilných druhů k nám stále stoupá. Hranice výskytu čiroku halabského se posunuje, podobně se v našich podmínkách rychle šíří teplomilná rostlina šťavel růžkatý. V Maďarsku byl zaznamenán výskyt subtropického plevele *Cyperus aesculentus* atd. (23)

**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.

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 (23, 38).

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 (23, 38).

**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.

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 (2, 9).

Hluboká orba dokonale zaklopí posklizňové zbytky rostlin, kořeny či kořenové výběžky vytrvalých plevelů, které v těchto podmínkách nejsou schopny reprodukce (20).

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.(9, 10, 11, 14) Rychle se šíří například vytrvalé plevelné druhy (pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, mléč rolní, rukev lužní, čistec bahenní, kamyšník polní a kamyšník širokoplodý), 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, 14, 15, 30).

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 (36).

**Vliv výživy rostlin**

Výživa rostlin má velký vliv na plevelová společenstva. 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 70. a 80. letech, 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, 42).

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 (23, 29).

**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.

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 (23).

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 však využíváno menší množství herbicidů. Ostatní se využívají okrajově nebo ve speciálních plodinách.

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 (22).

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 strukturu 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 (25, 26, 27).

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 laskavce ohnutého, merlíku bílého aj. (6, 7)

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

Do hubení plevelů významně zasáhly i herbicidy glyphosate (Roundup) 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. (23)

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 měly široké spektrum účinku na jednoděložné plevele (chundelka metlice, psárka polní) a odolné dvouděložné plevele (heřmánky, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, hluchavky aj.) (40).

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. Typickým příkladem je violka rolní, která se především v devadesátých letech rychle rozšířila, a také svízel přítula. Problém šíření svízele přítuly však spočívá v jeho biologických vlastnostech. Rostliny svízele přítuly vzcházejí ve vhodných podmínkách již na podzim, v teplých periodách v průběhu zimních měsíců, v časném i pozdním jaru. V případě, že jsou sulfonylmočoviny aplikovány na podzim, jsou rostliny vzešlé před aplikací i po aplikaci vzhledem k perzistentnímu účinku zasaženy. Rostliny vzcházející v průběhu zimy a vzešlé na jaře nejsou již zasaženy. Vzhledem k vynikajícímu účinku na ostatní plevele nemá proto svízel přítula konkurenty. Jelikož se jedná o agresivní rostlinu, je schopen konkurovat obilninám i ostatním plodinám. V případě aplikace sulfonylmočovin na jaře jsou úspěšně zasaženy rostliny svízele přítuly vzešlé na jaře, či vzešlé v průběhu zimy. Rostliny vzešlé na podzim jsou pouze poškozeny, ale regenerují. Nedocenění této skutečnosti mělo a má za následek doslova populační explozi svízele přítuly na našich polích (21).

Úspěšně jsou používány sulfonylmočoviny v kukuřici, např. nicosulfuron. 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 (18, 24).

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 (28).

**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 (16). Takové lokality jsou nebezpečné i z pohledu hygienického. Rostliny zde rostoucí jsou příčinou pylových alergií.

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, 32, 33, 34).

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 (19, 34).

Nebezpečím jsou proto i cizokrajné plevele, které se k nám šíří po železnici, dálnicích a lodní dopravou s různými surovinami (obilí, zemědělské produkty, železná ruda atd.). Příkladem může být ambrózie peřenolistá a bytel metlatý. Tyto plevele v našich podmínkách již zdomácněly a jsou významným nebezpečím pro zemědělskou půdu. Podobně k nám byla zavlečena s železnou rudou locika tatarská. Problém zavlékání cizokrajných plevelů je nezanedbatelný a riziko zavlékání je stále vyšší. Proto je nutné tento problém neustále sledovat a studovat jednotlivé migrační cesty (17).

Šíření plevelů také napomáhají zahrádkáři, kteří šíří do okolí zahrad mnoho rizikových rostlin, které následně zaplevelují krajinu i zemědělskou půdu (křídlatky, netýkavky, třapatky, zlatobýly a další). Stejně negativně působí poměrně časté zavlékání rostlin z dovolených ze zahraničí a jejich pěstování na zahradách.

**Literatura:**

1. Albrecht, H. (2003): Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agriculture ecosystems. Agriculture Ecosystems & Environment 98: 201–211.
2. [Conyers, M](https://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=E4c5fzD89cOu7UrMGed&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&daisIds=388110)., a kol. (2019) The strategic use of minimum tillage within conservation agriculture in southern New South Wales, Australia. Soil & Tillage Research. Vol. 193, 17 – 26
3. Crawley, M.J. (1997): Plant Ecology. Blackwell Science Ltd Oxford. 717 pp.
4. Deyl, M. (1964): Plevele polí a zahrad. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha. 160 s. Dock Gustavsson, A.M. (1997): Growth and regenerative capacity of plants of Cirsium arvense. Weed Res. 37: 229–236.
5. Donald, W.W. (1994): The biology of Canada thistle (Cirsium arvense). Rev. of Weed Sci. 6: 77–101.
6. Fryer, J.D. Makepeace, R.J. (1977): Weed Control – Handbook. Blackwell Sci., 6 e., vol. I, II.
7. [Gage, K.L](https://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=E4c5fzD89cOu7UrMGed&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&daisIds=5685299). a kol. (2019) Emerging Challenges for Weed Management in Herbicide-Resistant Crops. AGRICULTURE-BASEL. Vol 9. Iss. 8. 10.3390/agriculture9080180
8. Graglia, E. Melander, B. Jensen, R.K. (2006): Mechanical and cultural strategies to control Cirsium arvense in organic arable cropping systems. Weed Res. 46: 304–312.
9. Håkansson, I.: (2005) Machinery-induced compaction of arable soils. Incidence-consequencescounter- measures. Uppsala, Swedenpp.153.
10. Hamdoun, A.M. (1972): Regenerative capacity of root fragments of Cirsium arvense (L.) Scop. Weed Res. 12: 128–136.
11. Hodgson, J.M. (1971): Canada thistle and its control. U.S. Dept. Agric. Leaflet 523, USA. Naderu.
12. Holm, L. Doll, J. Holm, E. Pancho, J. Heberger, J. (1997): World weeds. Natural histories and distribution. John Wiley & Sons, New York, 1129 pp.
13. Hron, F. – Vodák, A. (1959): Polní plevele a boj proti nim. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 380 pp.
14. Hudson, J. (1955): Propagation of plants by root cuttings. Journal of Horticultural Science 30: 242–251.
15. Chancellor, R.J. (1964): Emergence of weed seedling in the field and the effects of different frequencies of cultivation. Proceeding of British Weed Control Conference. 7 (2): 599-606.
16. Javůrek, M., Vach, M., Šimon, J. (2005) Zjednodušené způsoby zakládání porostů vysévaných na podzim. Agromagazín, ročník 6, č.9, s.16-19.
17. Jehlík V. a kol. (1998) cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky. Acade, mia Praha, 506 s..
18. Kneifelová M. – Mikulka J. (2004) Vegetative reproduction and occurance of Bolboschoenus laticarpus Prov. Acta Herbologica, Vol. 13, No.1, 137-178.
19. Kneifelová M. – Mikulka, J. (2003) Významné a nově se šířící plevele. UZPI – Zemědělské informace. 4. 58 s.
20. 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.
21. Lobmann A.,Ochristen J., Petersen (2019) Development of herbicide resistance in weeds in acrop rotation with acetolactate synthase-tolerantsugar beets under varying selection pressure. Weed Research. DOI: 10.1111/wre.12385. 11 p.
22. [Menegat, A](https://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=E4c5fzD89cOu7UrMGed&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&daisIds=31906692)., [Nilsson, A.T.S](https://apps.webofknowledge.com/OutboundService.do?SID=E4c5fzD89cOu7UrMGed&mode=rrcAuthorRecordService&action=go&product=WOS&daisIds=960157). (2019) Interaction of Preventive, Cultural, and Direct Methods for Integrated Weed Management in Winter Wheat. AGRONOMY-BASEL. Vol. 9, Iss. 9. [http://orcid.org/0000-0002-0735-3293](javascript:void(0);)
23. Mikulka J. – Kneifelová M. (2005) Plevelné rostliny. Profi Press Praha. 155 s.
24. Mikulka J. – Zákravský. (2007) Biologie, ekologie a možnosti regulace kamyšníků na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby, 28 s. ISBN: 978 – 80 – 67011 – 07 – 2
25. Mikulka J. (2006) Možnosti regulácie výmrvu obilnín a pýru plazivého v repke ozimnej. Ziskové pestovanie repky olejky. Vydal DAS Praha SK 1, s. 19 – 24.
26. Mikulka J. (2005) Nové možnosti regulace pcháče rolního přípravkem Galera. In. Ochrana intenzivně pěstovaných obilnin. DAS Praha. CZ1, s. 20 – 25.
27. 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.
28. Mikulka J. (2008) Předsklizňové aplikace herbicidů a regulace plevelů na orné půdě. Úroda 7. s. 8 – 10.
29. Mikulka J. (2008)Vliv výživy rostlin a dalších faktorů na výskyt plevelů. Úroda 3. s. 59 – 60.
30. Niederstrasser, J. Gerowitt, B. (2008): Studies on the response of root fragment of Cirsium arvense on dryness. J. Plant Dis. Protect. Special Issue 21: 369-372.
31. Pokorný P., Sádlo J. (2003) Rostlinné expanze a vývoj krajiny v holocenní perspektivě in: Expanzní druhy domácí flóry a apofytizace krajiny. Zprávy České botanické společnosti, Materiály 19, str. 5 – 16.
32. Prach K., Pyšek P. (2003) Jaké vlastnosti podmiňují expanzivní chování autochtonních druhů? in: Expanzní druhy domácí flóry a apofytizace krajiny. Zprávy České botanické společnosti, Materiály 19, str. 27 – 36.
33. Pyšek P. (1996) Synantropní vegetace, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 89s.
34. Pyšek P., Sádlo J., Mandák B. (2002) Katalog zavlečených druhů flóry České republiky in: Preslia 74/2, s. 97 – 186.
35. Roberts, H. A. Neilson, J. E. (1981): Seed survival and periodicity of seedling emergence in twelve weedy species of Compositeae. Annals of Applied Biology 97: 325-334.
36. Soukup, J. Kratochvíl, M. Třešňák, J. (2000): Control of Creeping thistle (Cirsium arvense (L.) Scop.) by growth regulator-herbicides and their mixtures with sulfonylureas in spring barley. J. Plant Dis. Protect. Special Issue 17: 595–601.
37. Vach, M., Haberle, J., Javůrek, M., Procházka, J., Procházková, B., Suškevič, M.,Neudert, L. (2008) Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. Metodika ÚZPI Praha, Zemědělské informace, Praha, 36 s. ISBN 80-7271-157-1.
38. Vach, M., Javůrek, M. (2007) Význam osevních postupů v současné rostlinné výrobě. AGRO, r. 12, č.1, s.40-44.
39. Vach, M., Šimon, J. (2006) Ekologická hlediska v rostlinné výrobě. Agromagazín, r.7, č. 9, 22 – 27 s.
40. Wozniak, Andrzej (2019) Effect of Crop Rotation and Cereal Monoculture on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and on Crop Infestation with Weeds and Soil Properties. INTERNATIONAL Journal Of Plant Production.vol 13,Iss. 3, 177 – 182
41. Zimdahl, R. L. (1993): Fundamentals of weed science. New York, 730 pp.
42. Zwerger, P. (1996): Zur Samenproduktion der Acker-Kratzdistel (Cirsium arvense (L.) Scop.). J. Plant Dis. Protect. Special Issue 15: 91-98.

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