

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra botaniky



Parazitické houby na invazivních plevelích

Parasitic fungi on invasive weed plants

Bakalářská práce

Zuzana Forejtová

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jaroslava Marková, CSc.

Praha 2007

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze na základě uvedených pramenů a literatury.

V Praze dne 22. srpna 2007

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému školiteli RNDr. Jaroslavě Markové, CSc. za uvedení do problematiky, mnoho užitečných rad a čtení mé bakalářské práce.

Abstrakt

Tato práce je literární rešerší, týkající se zavlečených druhů rostlin na území České republiky a přehledu jejich možných houbových patogenů. Zvláštní pozornost je věnována druhům, které osídlují agroekosystémy. Dále popisuje způsoby rostlinné invaze, jejich šíření a možné důsledky z toho vyplývající. Literární rešerše je dále zaměřena na dosud známé houbové patogeny plevelů, potenciálně využitelné v biologické ochraně kulturních rostlin před zaplevelením.

Klíčová slova: invazní rostliny, invaze, plevele, biologický boj, houboví patogeni

Abstract

This Bc. thesis represents a literature review aimed on the invasive plant species in the Czech Republic. Special attention is given to weed species colonizing the agroecosystems. The modes and consequences of plant invasions are presented. Literature review is further focused on fungal pathogens of weeds and their use as potential agents in the biological control. The list of fungal pathogens colonizing invasive weeds is attached.

Keywords: invasive plants, invasion, weeds, biological control, fungal pathogens

Obsah

1. Úvod	1
2. Definice plevelů	2
3. Rostlinné invaze	3
3. 1 Terminologie a rozčlenění	3
3. 2 Úspěšnost rostlinných invazí	5
3. 3 Vlastnosti invazních druhů	6
3. 4 Náchylnost společenstev k invazím	8
3. 4. 1 Prostorové měřítko.....	8
3. 4. 2 Vlhkost.....	8
3. 4. 3 Živiny.....	9
3. 4. 4 Disturbance	9
3. 4. 5 Stáří společenstev	9
3. 5 Historie rostlinných invazí	10
3. 6 Důsledky rostlinných invazí	11
3. 6. 1 Karanténní plevele	12
3. 7 Řešení problému invazních rostlin	12
4. Invazní plevele v České republice	14
4. 1 Geografické poměry a možnosti invaze v ČR	14
4. 2 Podíl nepůvodních druhů v ČR	15
4. 3 Cizí expanzivní plevele a změny vlastností	15
4. 4 Současné invazní polní plevele v ČR	16
4. 5 Očekávaný vývoj v šíření plevelů	17
5. Integrovaná ochrana kulturních rostlin proti šíření plevelů	19
5. 1 Regulace polních plevelů	20
5. 1. 1 Biologické metody	20
5. 2 Biologická ochrana proti plevelům u nás a ve světě	21
5. 2. 1 Patogeni na rostlinách.....	21

5. 2. 2 Houboví patogeni.....	22
5. 2. 3 Dosavadní zkušenosti ve světě	23
6. Seznam parazitických hub na invazních plevelích	26
7. Závěr	44
8. Použitá literatura	45

1. Úvod

Cílem práce je:

- zpracovat základní literaturu o šíření a kategorizaci zavlekaných rostlinných druhů do květeny České republiky;
- vybrat ty druhy, které se šíří jako plevelné v polních kulturách;
- vyhledat v literatuře dosud známé spektrum fytopatogenních hub na těchto druzích;
- literární rešerše o možnostech biologické ochrany proti šíření plevelů.

Zájem o invazní rostliny a jejich problematiku se v posledních letech velice rozšířil. Je to především dáno tím, že invazní rostliny se stávají skutečným a praktickým problémem. Nejen, že zaplevelují rozsáhlá území, vytlačují původní rostlinné druhy a tím mění celkový ráz krajiny, ale také zhoršují nebo až znemožňují obhospodařování rozsáhlých ploch, provoz různých zařízení a komunikací, a v neposlední řadě působí zdravotní problémy.

Tato práce je pomyslně rozdělena do tří částí. V první části se zabývá rostlinnými invazemi a jejich problematikou. Vysvětluje vlastnosti invazních druhů, jejich dynamiku, proč se vlastně šíří a jaká stanoviště jsou pro invazi náchylná. Dále se zabývá současně se šířícími invazními plevely v České republice, jejich aktuálním stavem a očekávaným vývojem v budoucnosti. Druhá část je věnována komplexně pojaté integrované ochraně proti polním plevelům a s ní související biologické ochraně proti plevelům, zaměřené zvláště na houbové patogeny, která je nejen ve světě, ale i u nás stále aktuálnější. Třetí a poslední část pak zahrnuje vytvořený přehled parazitických hub na vybraných zavlečených druzích rostlin na území České republiky, které by eventuálně mohly sloužit jako budoucí biologičtí činitelé v biologické ochraně proti plevelům.

2. Definice plevelů

„Plevele jsou jen nechtěným výpěstkem polní kultury vznikajícím proti vůli člověka tím, že plastické druhy se stále více a více přizpůsobovaly zemědělským kulturám“ (Deyl, 1964).

Studium problematiky plevelů je již delší dobu více než aktuální, proto se jím zabývají pracovníci rostlinné výroby na celém světě. V posledních 4 desetiletích se zájem o problematiku plevelů natolik rozšířil, že bylo nutno z ostatních věd vymezit disciplínu zvanou herbologie. Tato vědní disciplína informace o plevelích a možnostech řešení zaplevelení soustřeďuje, třídí a zobecňuje.

Člověk se již od nepaměti, kdy začal obhospodařovat zemědělskou půdu, setkával s rostlinami, jež svojí přítomností a životními projevy ztěžovaly jeho práci a snižovaly výkonnost pěstovaných druhů. Tyto rostliny se nazývají plevelné rostliny. Jak uvádějí Dvořák et Smutný (2003), výstižná je definice Bürgermeistersa z počátku 19. století: „Obecně se rozumí pleveli všechny rostliny, které proti úmyslu zemědělcovu rostou na kultivované půdě“. Tato definice spolu s definicí Kirchhofa (1851), citované v knize Hrona et Vodáka (1959): „plevelem je každá rostlina, která se vyskytuje na poli proti vůli pěstitelově vedle určité pěstované plodiny“, se stala základem současného pojetí definice plevelů.

Kott (1947) v porostech rozlišuje rostliny plevelné a rostliny zaplevelující. Rostliny plevelné jsou druhy plané, člověkem nezušlechtěné, rostoucí spolu s kulturními rostlinami a škodící jim (např. ohnice, chrpa, pcháč, pýr). Rostliny zaplevelující jsou druhy pěstované, zušlechtěné, které se vyskytují v porostu jako nežádoucí příměs - např. slunečnice v obilí (Kohout, 1996).

Plevelné rostliny jsou s choroboplodnými organizmy, hmyzem, měkkýši a některými škodlivými obratlovci biotickými škodlivými činiteli pěstovaných rostlin. Problematikou se zabývají předměty fytopatologie, entomologie a herbologie (Dvořák et Smutný, 2003).

Plevelné rostliny se ve své škodlivosti odlišují od ostatních škodlivých organizmů. Choroby a živočišní škůdci přímo napadají a ničí plodiny. Plevelné rostliny, s výjimkou poloparazitických a parazitických druhů, plodiny nepoškozují přímo. Zhoršují životní prostředí plodin tím, že jim odčerpávají živiny, či ovlivňují půdní prostředí produkty svého metabolismu. Výskyt plevelů velmi ovlivňuje agrotechnika a způsoby pěstování plodin. O tom, že plevele patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele v České republice, svědčí

skutečnost, že na regulaci plevelů je vynakládáno více než 72% všech nákladů v ochraně rostlin (Mikulka et Chodová, 2000).

V této práci se zaměřím na polní plevele, tj. plevele orných půd, zahrad, ovocných a okrasných sadů, vinohradů, chmelnic, plevele podél komunikací, železnic, polních cest, apod. Patří sem druhy, kterým vyhovují osvětlená stanoviště s méně souvislými porosty, s přiměřeně zkyplenou a živinami zásobenou půdou.

3. Rostlinné invaze

Na našem území je obrovské množství rostlin vyskytujících se jak v druhovém, tak i početním složení. Rostliny jsou neustále ovlivňovány řadou faktorů (povětrnostní, vlhkostní podmínky aj.) a na zemědělské půdě navíc řadou faktorů souvisejících s obhospodařováním daného pozemku. Tyto faktory vyvolávají změny v zastoupení rostlin na určitých lokalitách. Některé rostliny z pozemku ustupují, jiné se novým podmínkám přizpůsobují a některé se na pozemek dostanou jako rostliny nové z jiných lokalit. Jedním z faktorů ovlivňujících botanické složení je intenzivní doprava mezi jednotlivými státy a kontinenty. Rostliny se k nám dostávají převážně ve formě semen spolu s osivy, zemědělskými plodinami a krmnými směsmi. Rozmnoží se v okolí překladišť a podniků na zpracování dovážených produktů a odtud se postupně šíří na další lokality (Mikulka et Kneifelová, 2004).

3.1 Terminologie a rozčlenění

Za invazní rostliny jsou považovány takové rostliny, které se dostaly na naše území z odlišných geografických podmínek, patří tedy mezi druhy nepůvodní a ocitly se zde v důsledku činnosti člověka. Pokud se tyto rostliny v našich podmínkách rozšíří, již mluvíme o rostlinách expanzivních. Rostliny samozřejmě mění hranice svého rozšíření i přirozenou cestou, bez přispění člověka, ale v takovém případě se používá termín migrace.

Ovšem rozhodnutí, zda je určitý druh v nějakém území původní nebo ne, bohužel leckdy není jednoduché. Informace o původu druhů objevující se ve flórách jednotlivých oblastí nemusejí být vždy spolehlivé. Historický záznam o zavlečení lze považovat jen za jednu z mála spolehlivých informací, a tedy s jistotou nám může prokázat původnost výskytu jen fosilní nález. Nepůvodní druhy jsou ty, které se vyskytují na druhotných,

člověkem ovlivněných stanovištích a není jasné, kde se v naší krajině vyskytovaly před příchodem prvních zemědělců (Pyšek et Tichý, 2001).

Původní je pouze takový druh, jehož výskyt v území nemá s činností člověka v podstatě nic společného. Pokud má druh na určitém stanovišti původní výskyt, není považován za zavlečený, byť byl jinak pěstován a zplaňoval. Pro zpřesnění je ovšem nutno dodat, že pokud člověk rozšířil nějaký druh ještě před počátkem neolitu (u nás zhruba před 7-8 tisíci lety), musíme jej také považovat za původní, neboť do té doby byl člověk přirozenou součástí přírody a jeho vliv na šíření rostlin se v podstatě nelišil od vlivu ostatních velkých savců (Pyšek et al., 2002).

Nepůvodní (či zavlečené, introdukované) rostliny je možné dále dělit podle způsobu zavlečení (zda bylo úmyslné či neúmyslné), míry jejich zdomácnění (zejména zda mohou být součástí nejen synantropní, ale i polopřirozené vegetace) či doby zavlečení. Některé rostliny k nám byly zavlečeny již v dávných dobách (prvopočátek se datuje v nižších polohách od dob neolitu, tj. asi před více než 6000 roky) a my je dnes považujeme za rostliny domácí (apofyty), protože se velmi dobře přizpůsobily našim podmínkám a splynuly s naší původní flórou. Xenofyty, druhy zavlečené člověkem neúmyslně, se dělí na archeofyty a neofyty. Pokud byly rostliny zavlečeny na naše území v období do roku 1500 n. l., jedná se o archeofyty. Pokud byly zavlečeny po roce 1500 n. l., nazýváme tyto rostliny (plevele) – neofyty. Ty nás poctily svou přítomností až po objevení Ameriky, jež odstartovalo objevné plavby a tím i rozvoj světového obchodu, díky kterému se na naše území hlavně v 19. století šířily mnohé plevle (Mikulka et Kneifelová, 2004).

Invaze je považována za proces, během něhož zavlečený druh překonává různé překážky. Jsou to bariéry geografické a ekologické, mezi něž patří zejména životní podmínky v místě introdukce, úspěšnost reprodukce, možnosti šíření, člověkem narušená stanoviště a přirozená vegetace (Pyšek et Tichý, 2001).

Za invazní rostlinu je tedy považována úspěšně se šířící nepůvodní rostlina, která zvyšuje počet svých stanovišť v krajině a rozlohu svých porostů na stanovištích již obsazených. S podobným chováním se však setkáváme i u několika našich domácích druhů, které se v současné člověkem narušené krajině také z různých důvodů šíří. Důsledky takové expanze jsou velmi podobné důsledkům šíření rostlin zavlečených (Mikulka et Kneifelová, 2004).

Expanzivní rostliny jsou intenzivně se šířící rostliny na další lokality. Mohou se dále dělit na původní expanzivní rostliny (intenzivně se šířící původní druh) a na cizí

expanzivní rostliny, které si představíme jako intenzivně se šířící nepůvodní druh, tedy druh invazní (Mikulka et al., 2005).

Introdukce (zavlečení) znamená vysazení druhu na místo, mimo jeho dřívější nebo současný areál (lokalitu výskytu) přímou nebo nepřímou lidskou činností. K tomuto přesunu může dojít v rámci jedné země nebo mezi zeměmi nebo do území mimo státní jurisdikci (Mlíkovský et Stýblo, 2006).

Rostlina musí nejdříve prostřednictvím člověka překonat hlavní geografickou bariéru. Mnohé druhy pak přežívají jako přechodně zavlečené s tzv. **náhodným výskytem** – ve volné přírodě se pravidelně nereprodukují a pokud se v krajině vyskytují v delší časovém horizontu, jsou závislé na opakovaném zavlékání, tedy přísunu rozmnožovacích částic člověkem. Druhy, které se ve volné přírodě rozmnožují, generativně či vegetativně, bez přímého přispění člověka, jejichž výskyt není závislý na dalších introdukcích a jejichž přítomnost na určité lokalitě či v určitém území je dosti trvalá, nazýváme **naturalizované** neboli zdomácnělé (u nás řada polních plevelů a ruderalních rostlin). Další jsou druhy **invazní**, jejichž vlastností je schopnost šířit se na větší vzdálenosti, obsazovat dosažené lokality, pronikat na narušená či přirozená stanoviště, vytlačovat z nich domácí vegetaci a vytvářet více či méně rozsáhlé populace. Ještě můžeme vyčlenit skupinu postinvazivních druhů, u kterých invaze proběhla v minulosti a v současné době se již nešíří (Pyšek et al., 2002).

3. 2 Úspěšnost invaze

Úspěšnost invaze cizorodého druhu je dána především populačně biologickými vlastnostmi potenciálního invazního druhu. Úspěšné jsou ty druhy, které mají velké množství malých semen a šíří se živočichy, dále druhy s velkou počáteční růstovou rychlostí a dalšími znaky, umožňujícími rychlé šíření a růst (Herben, 1997).

Proces široké adaptability cizího druhu zahrnuje proces přizpůsobování nových druhů v území, dále proces zdomácnování a nakonec proces invaze. Potenciální invaze druhů do nových území je podmíněna třemi základními podmínkami:

1. způsobem preadaptace získaným ve vlasti,
2. možnostmi transportu nebo migrace,
3. příznivými lokálními podmínkami, usnadňujícími kolonizaci po příchodu nových vetřelců (Jehlík, 1998).

Avšak ne všechny introdukované druhy na naše území se stanou opravdu invazivními. Úspěšné invazi zde brání řada faktorů, které pro rostliny není jednoduché překročit. Nejčastěji to jsou nepříznivé klimatické nebo stanovištní podmínky, které způsobí úhyn semenáčků. A nejen to, již semena, plody či jiné rozmnožovací částice se mohou stát kořistí drobných hlodavců, ptáků, hmyzu nebo mohou také zplesnivět. Avšak ani vzrostlí jedinci nemusejí mít vyhráno, zvláště pokud je čeká boj v konkurenci se silnějšími sousedy. Komplikované to mají obzvláště jednopohlavné rostliny, u nichž, pokud dojde k invazi jen jediného pohlaví, reprodukce rostliny závisí jen na nepohlavním šíření, kterým musí ovšem druh disponovat. Odhady hovoří o tom, že z každé stovky zavlečených druhů nakonec vzejdou sotva 2-3 invazní.

Proces invaze zahrnuje několik fází. V první fázi procházejí rostliny různě dlouhým obdobím klidu (např. u *Heracleum mantegazzianum* se u nás odhaduje zhruba na 100 let), kdy se přizpůsobují místním podmínkám a populace tak může prodělavat genetické změny, kterými se lépe přizpůsobuje novému prostředí. Poté nastává fáze vlastní invaze. Obecně platí, že rostliny rozmnožující se semeny se šíří rychleji než druhy šířící se vegetativně. To lze dobře ukázat na příkladu z naší flóry. Invaze *Heracleum mantegazzianum* a *Impatiens glandulifera*, druhů rozmnožujících se semeny, postupovala rychleji než invaze rodů *Reynoutria*, jež jsou u nás odkázány na reprodukci z úlomků oddenků a lodyh (Pyšek et Tichý, 2001).

3. 3 Vlastnosti invazních druhů rostlin

Vlastnosti invazních druhů se projevují ve vztahu ke společenstvům, do kterých pronikají a v reakci na klimatické podmínky, které na ně působí. Invazní organizmy lze nalézt mezi všemi taxonomickými skupinami organizmů, avšak nejvíce jich je mezi semennými rostlinami. Hlavními vlastnostmi, kterými se mohou invazní rostliny chlubit, jsou plodnost, dobrá klíčivost, snadné šíření, schopnost přežít v nepříznivých podmínkách, rychlý růst a velká produkce biomasy. Ale jejich invazní úspěšnost je dána především kombinacemi těchto vlastností, které se vzájemně doplňují.

Nejčastější strategií invazních druhů je dokonalé využití zdrojů, ať je to třeba voda, světlo nebo kyslík z vodního prostředí. Některé druhy do ekosystému naopak dodávají zdroj, kterého se v něm nedostává, nejčastěji dusík (Pyšek et Tichý, 2001).

Invazní rostliny jsou ve své invazi úspěšné především díky těmto společným znakům:

- mají obrovskou vitalitu,
- velmi dobře odolávají stresům,
- vytvářejí velká množství semen či plodů, popřípadě se mohou velmi rychle množit vegetativním způsobem,
- jsou vybaveny celkovou schopností přizpůsobit se změněným životním podmínkám,
- mají schopnost růst i na odlišných typech stanovišť, než mají v místech jejich přirozeného výskytu,
- některé z nich svou vysokou agresivitou dokáží změnit původní zastoupení druhů rostlin a tato společenstva nahradit zcela novým typem vegetace (Černý et al., 1998).

Dalšími faktory, rozhodujícími v invazi jsou například klimatická podobnost mezi oblastí původního výskytu a druhotným areálem, absence přirozených škůdců a také to, že se druh vyváže z ekologických vazeb, jež v místě jeho původního rozšíření regulují velikost jeho populace. Je známo, že řada rostlin ve svém domácím prostředí nedosahuje takového vzrůstu jako v oblastech, kam byly zavlčeny.

Rozlišujeme dva druhy podle cílového stanoviště. Úspěšné invazní druhy, schopné zapojit se a postupně ovládnout rostlinná společenstva naší polopřirozené vegetace, které jsou většinou kulturně pěstované, konkurenčně silné, dlouhověké rostliny, často také se schopností účinného vegetativního rozmnožování. A dále invazní rostliny pronikající na narušovaná stanoviště, jako jsou rumiště, zbořenistě, skládky či staveniště v sídlištích, které jsou naproti tomu obvykle druhy krátkověké, méně náročné na půdní vlhkost a produkují velké množství semen.

Se schopností šíření rostlin souvisí též množství DNA v buněčném jádře. Čím je ho méně, tím dochází snadněji k šíření – malý genom je výsledkem selekce krátkých generací, což je spojeno s velkým počtem malých, dobře se šířících semen. A pokud ještě semena roznášejí obratlovci, pravděpodobnost invaze se tím výrazně zvyšuje. Pozornost je třeba věnovat i stupni fylogenetické příbuznosti zavlčkaných rostlin s domácími druhy.

A dále, rostliny pocházející ze Starého světa mají lepší dispozice k pronikání do nových teritorií než flóra jiných kontinentů. Většina nepůvodních druhů na ostatních kontinentech je především evropského původu, zatímco v Evropě, a zejména ve Středozeří, je podíl introdukovaných druhů nejvyšší (Pyšek et Tichý, 2001).

Poněkud nová je schopnost rostlin unikat ze svého původního areálu před svými přirozenými nepřáteli. Hlavní vliv na množství rostlin mají kořenoví býložravci a půdní patogeni. Je prokázáno, že invazní rostliny mají méně patogenů v novém areálu svého výskytu než ve svém původním stanovišti (Van der Putten et al., 2005). V novém prostředí se nesetkávají se svými druhově specifickými patogeny a navíc se mohou spojovat se symbionty, např. mykorhizními houbami (Van der Putten, 2002).

3. 4 Náchylnost společenstev k invazím

3. 4. 1 Prostorové měřítko

Globálně je dáno, že oblasti jižní polokoule jsou zasaženy invazními druhy více než severní a ostrovy jsou náchylnější k invazím než pevnina. Zvláště to platí pro jižní výběžky kontinentů (Jižní Afrika) a zejména ostrovy (Havajské souostroví, Nový Zéland, Madagaskar) včetně Austrálie. Podle Heywooda (1989, cit. Prach et Pyšek, 1997) je příčinou zřejmě odlišný geohistorický vývoj (jižní pevnina Gondwana) a s tím související větší biogeografická izolace a evoluční odlišnost tamější flóry. Přímo živnou půdou je pro invazní druhy otevřená vegetace, narušovaná v období sucha požáry, v posledních staletích často podmíněných člověkem.

Nejvíce zavlečených druhů hostí vegetace sídel (hlavně měst), nejrůznější skládky, navážky, staveniště, rumiště, silniční příkopy, zákoutí, ladem ležící plochy, úhory a podobná stanoviště, ale také stanoviště poblíž řek a v pobřežní vegetaci, kde dochází k neustálému narušování vegetačního krytu (Pyšek et Tichý, 2001). Největší přísun diaspor představuje dovoz zahraničního zboží, čímž u nás vynikají zejména velkoměstská a městská sídla v průmyslových nebo zemědělsko-průmyslových oblastech. Ty zahrnují železniční a silniční komunikace, vodní cesty, přístavy a lodní dopravu a dále průmyslové závody nebo speciální objekty, které jsou vstupní branou na naše území (Jehlík et al., 1998). Městské aglomerace navíc fungují jako dobře známé tepelné ostrovy, kde se daří druhům z klimaticky teplejších oblastí, jež by ve volné krajině jen těžko přežily.

3. 4. 2 Vlhkost

Z ekologického hlediska se předpokládá, že nejnáze probíhají invaze na středně vlhkých stanovištích. V našich podmínkách je ale známo, že největší počet zavlečených druhů se nachází na poněkud sušších místech s méně hustým vegetačním krytem. V extrémních gradientu vlhkosti se však předpokládá nízká až nulová účast invazních druhů

(Prach et Pyšek, 1997). Sušší a živinami chudá stanoviště jsou zranitelnější vůči invazím především díky menší konkurenční schopnosti domácích druhů na těchto méně příhodných stanovištích (Kočár et al., 1997).

3. 4. 3 Živiny

Nejvíce invazí probíhá na eutrofních stanovištích, kde jsou do ekosystému přidávány živiny. Společenstva jsou narušena a pro invazi cizích druhů příhodnější. Nutno ale podotknout, že některé invazní druhy samy zvyšují množství dostupných živin v ekosystému a tím zpětně usnadňují svoje další šíření i další invaze do takto změněného ekosystému (Prach et Pyšek, 1997).

3. 4. 4 Disturbance

Dalším důležitým faktorem je disturbance. Důležitý je hlavně režim, v jakém k narušení dochází. Jeho změna je považována za jednu z hlavních příčin náchylnosti společenstev k invazím, přičemž se negativně může projevit i snížení intenzity disturbancí, na které byl příslušný ekosystém dlouhodobě adaptován (např. zamezení přirozeným požárům v prériích střední Ameriky). Změna režimu disturbancí zřejmě naruší konkurenční vztahy mezi domácími druhy a tím dojde k destabilizaci společenstva, které se stane náchylnějším k invazím. A navíc může dojít díky přímým mechanickým narušením k obnažení půdního substrátu, kde diaspory nových druhů snadněji klíčí a eutrofizace pak může podpořit jejich následný růst (Prach et Pyšek, 1997). S klesajícím stupněm rozvolněnosti vegetace klesá i počet invazních druhů, což odpovídá předpokladu, že kompaktní zapojená vegetace je méně náchylná k invazím. Nejméně invazních druhů je ve vegetaci sídel v udržovaných trávnících a ve vegetaci otevřené krajiny na loukách a v zapojených lesních porostech (Mihulka, 1997).

3. 4. 5 Stáří společenstev

Mladší sukcesní stádia jsou více invadována než stádia starší (Rejmánek, 1989; Hobbs et Huenneke, 1992; cit. Prach et Pyšek, 1997). To ovšem podle současných výsledků (Bastl et al., 1997; cit. Kočár et al., 1997) platí jen při velmi hrubém srovnání. Uchycení neofytů v iniciálních sukcesních stádiích může být limitováno některými abiotickými faktory, vzhledem k poněkud extrémním stanovištním poměrům (větší výkyvy teploty a půdní vlhkosti při dosud řídkém vegetačním krytu). V pozdních sukcesních stádiích naopak úspěšné invazi druhů brání konkurence s kompaktním bylinným patrem

nebo uzavřeným stromovým patrem, či narůstající vrstvou opadu. Nejnáchylnější k invazím budou zřejmě mladší sukcesní stádia navazující na stádia iniciální (Kočár et al., 1997).

3. 5 Historie rostlinných invazí

Globalizace současného světa nemá v historii obdoby. Vzdálenosti se díky dopravě zkrátily, a tak překonávání vzdáleností mezi kontinenty není pro většinu druhů přílišným problémem.

Člověk osídloval ČR již od starší doby kamenné a byl tedy přítomen na našem území po celý holocén. Počátek zemědělství začal se soustavným osídlováním krajiny a se zakládáním trvalých sídel v mladší době kamenné – neolitu (střední Čechy a jižní Morava) a vrcholil ve středověku (Mlíkovský et Stýblo, 2006). Rostlinné invaze za svou historii prodělaly několik etap. Ta první, počítající se již od počátku neolitu a zahrnující období asi sedmi tisíc let, probíhala pouze v rámci Starého světa. Člověk vytvářel nová stanoviště klučením a vypalováním lesů, zemědělskou činností a pastevectvím a přímo či nepřímo rostliny přemísťoval. Hlavními příčinami postupného šíření zavlečených druhů byli migrace, války, osídlování ostrovů a vytváření impérií. Historickým zlomem byl konec 15. století, který přinesl nevídaný rozvoj komunikace a obchodu. Do Starého světa tak proudilo mnoho rostlin z exotických krajů a začaly vznikat první botanické zahrady, specializované na kolekce získané z nových teritorií. Nejdříve byla hlavním zdrojem Amerika, ale po zpřístupnění Číny ve druhé polovině 19. století se obrátila pozornost tímto směrem a z Východu byly dovezeny tisíce do té doby neznámých druhů (Pyšek et Tichý, 2001).

Mnohem důležitější je však introdukce evropských rostlin do oblastí Nového světa. Cestování a poznávání nových končin Evropany leckdy znamenalo nejen pro místní obyvatele, ale i pro celou přírodu kolonizovaných oblastí, katastrofu. Dodnes se většina postižených oblastí nemůže vyrovnat s jejími důsledky. Rostliny Starého světa měly možnost kolonizovat nové kontinenty hlavně díky zakládaným koloniálním botanickým zahradám. Na konci 19. století pak nastaly hromadné migrace evropských osadníků do Ameriky či do Austrálie, kteří si s sebou přinášeli oblíbené potraviny, zvířata i krmivo (Mlíkovský et Stýblo, 2006).

Právě díky těmto migracím se dnes velký podíl světových plodin v největší míře pěstuje mimo oblast svého původního výskytu. Člověk totiž během svých cest přenášel

semena, zatímco škůdci s chorobami zůstávali na místě, takže v oblastech, kam rostliny introdukoval, dosáhl lepších výnosů. Příkladem je pěstování jihoamerického kakaa v Africe a afrického kávovníku v Brazílii (Pyšek et Tichý, 2001).

Poslední invazní vlna trvá asi tak půldruhého století a má ji na svědomí rozvoj dopravy, propojování oceánů či velkých povodí kanály, světové války, pomoc rozvojovým zemím a jejich napodobování západní civilizace, zalesňování aridních oblastí, kácení deštných pralesů, narůstající znečištění, změny klimatu a následné globální oteplování. Od 90. let 20. století tak můžeme pozorovat další změny ve využívání krajiny. Dříve byl zemědělec v krajině fyzicky přítomný, dnes se stává jen jakýmsi koordinátorem strojů vykonávajících práci za něj (Mlíkovský et Stýblo, 2006).

Na území České republiky je nejbohatším zdrojem zejména severoamerických druhů lodní doprava po Labi, kudy se k nám dovážely např. olejniny, obiloviny či sója (tzv. labská cesta). Další cestou je tzv. panonská cesta (od jihovýchodu), kudy se v minulosti rozšířilo mnoho dnes běžných druhů plevelů ze Středozeří. Poslední významnou bránou, jež nám otevírala cestu druhům z východu, je tzv. východní cesta. Tudy k nám proudila především po železnici řada rostlin doprovázejících obilí. Dnes se ale v důsledku politických změn cesty transportů a zboží obrátily, a tedy se změnila i kvalita spektra zavlekaných druhů (Pyšek et Tichý, 2001).

3. 6 Důsledky rostlinných invazí

V novém prostředí chybí rostlinám jejich přirození nepřátelé (škůdci, choroby, podobně konkurenční rostliny) a jiné ekologické vazby, které brání neomezenému šíření rostliny. Dnes nejvíce zavlečených druhů hostí lidská sídla. Dobře se jim daří také poblíž řek a v pobřežní vegetaci, odkud se šíří do volné krajiny. Jednoleté rostliny se často stávají součástí původních společenstev, vytrvalé druhy rychleji vytlačují původní druhy a zaberou jejich stanoviště. Výskyt a šíření invazních druhů se považuje za druhý nejhorší faktor snižující biologickou rozmanitost, hned za přímou likvidací stanovišť. Odhad ročních celosvětových ztrát je přibližně 30 bilionů korun (Mlíkovský et Stýblo, 2006).

Člověk na rozsáhlých územích odstranil či alespoň zredukoval původní vegetaci kvůli zemědělství a lesnictví, a tím otevřel cestu plevelům. Proto dnes na světě stěží najdeme ekosystémy tvořené jen původními rostlinnými druhy, nepoznamenané zavlečením cizích druhů. Největší změny prodělaly ekosystémy v mediteránních podmínkách, zatímco v humidních tropických lesích jsou změny dosud relativně malé.

Nejzasazenějším územím severní polokoule je západní pobřeží Spojených států, především Kalifornie. Ve Středozeří trvala změna vegetace přes dvě tisíciletí a přestože se jedná o relativně odolné ekosystémy, invazní druhy zde představují třetinu celkové rozlohy vegetace (např. původní dubové lesy byly do značné míry zničeny a nahrazeny zavlečenými borovicemi). V obdobných podmínkách v jižní a jihozápadní Austrálii trvala tato změna jen pouhých padesát let. Nezůstal zde téměř žádný původní vegetační kryt, protože většinu území dnes pokrývají pole a pastviny (Pyšek et Tichý, 2001).

3. 6. 1 Karanténní plevele

Většina invazních druhů osídlujících stanoviště přirozené vegetace prochází nejdříve fází výskytu právě na trvale narušovaných půdách. Za karanténní považujeme takové rostliny, které představují hrozbu v podobě potenciálního zdroje nepříjemných polních plevelů a které při svém šíření a přetrvávání na zemědělsky využívané půdě mohou rovněž způsobit značné ekonomické škody. Rozlišujeme tzv. vnější a vnitřní karanténu plevelů. Do seznamu vnější neboli externí karantény se zahrnují cizí expanzivní plevele, které se vyskytují většinou na stanovištích v obvodu komunikací a sídel mimo obdělávané půdy a jejichž stanoviště jsou zatím velmi omezená, avšak u nichž je již zřejmá tendence naturalizace s možnou expanzí. Do seznamu vnitřní neboli interní karantény patří druhy rostoucí už na větším počtu stanovišť, které se začínají šířit i na obdělávaných půdách, a to místy značně expanzivně. Zatímco druhy vnější karantény jsou dosud spíše potenciálními plevele, lze zařadit druhy vnitřní karantény mezi „pravé“ plevele obdělávaných půd. V některých případech mohou být dokonce zdrojem nových chorob, na něž nejsou domácí plodiny adaptovány, či útočištěm pro škůdce, proti kterými nemají obranu. V České republice vznikl již v šedesátých letech v Botanickém ústavu Akademie věd v Průhonicích katalog tzv. karanténních plevelů, zavlečených druhů rostlin, u kterých existovala důvodná obava, že by se mohly stát nepříjemnými plevele polních kultur (Jehlík et al., 1998).

3. 7 Řešení problému invazních rostlin

Závažnost problému si uvědomili poprvé vědci v 80. letech, kdy se tato problematika stala předmětem prestižního mezinárodního vědeckého programu SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment). Výsledkem takto globálně pojaté spolupráce bylo shromáždění velkého množství informací o invazních druzích a podařilo se problematiku zprostředkovat veřejnosti. Na tento projekt navázal v roce 1996 Globální

program potlačování invazních druhů (GISP), jehož první fáze probíhala po čtyři roky. V současnosti si tento problém uvědomuje i stále více ekonomů, manažerů a dokonce i politiků (Kučera et Pyšek, 1997; Pyšek et Tichý, 2001).

U nás existuje např. Zákon o ochraně přírody a krajiny (114/1992 Sb.), který říká, že záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody, kterým je v tomto případě okresní úřad. Za geograficky nepůvodní druh se podle zákona považuje takový druh, který není součástí přirozených společenstev určitého regionu. Povolovat nebo uskutečňovat záměrné rozšiřování nepůvodních druhů je zakázáno na územích národních parků, chráněných krajinných oblastí, národních přírodních rezervací a přírodních rezervací.

Strategii „boje“ proti invazním rostlinám lze rozdělit do několika okruhů: (1) vytvoření povědomí veřejnosti o invazních druzích a možných důsledcích invaze, (2) legislativa, (3) zamezení introdukcím, (4) získání informací o invazním druhu a jeho (5) kontrola (Pyšek et Tichý, 2001). Ve všech návrzích metod na omezování šíření dalších plevelů je nutno vycházet ze zásad prevence, kam je na prvním místě zahrnuta čistota osiva, dále dokonalá přeprava, technická manipulace s materiálem, obsahujícím diasporu cizích plevelů a také dokonalé monitorování cizích expanzivních plevelů (Jehlík et al., 1998).

4. Invazní plevele v České republice

Tato práce je zaměřena zejména na současné invazní polní plevele, které se na území České republiky aktuálně šíří nejvíce, a proto jim věnuji další část mé práce.

Invazní plevele představují pro zemědělství řadu potenciálních i reálných rizik. Jelikož mají mnohdy odlišné biologické vlastnosti než druhy stávajícího plevelného spektra a silně komplikují regulaci zaplevelení. Vyzkoušené a osvědčené postupy regulace plevelů v plodinových systémech se ukazují jako nedostatečné. Ochrana porostů plodin se tak pěstitelům komplikuje a tím se zvyšují i finanční nároky produkce. Nástup invazních druhů s jejich obvykle vysokou dominancí v plevelných společenstvech ochuzuje druhové spektrum plevelů často na úkor vzácných a ohrožených druhů. Následkem výskytu těchto konkurenčně silných druhů dochází k poklesu výnosu, snižování kvality produktů a ke komplikacím v průběhu mechanizované sklizně (Holec et al., 2005).

4.1 Geografické poměry a možnosti invaze v ČR

Česká republika se svojí polohou uprostřed Evropy představuje rozcestník, jenž je ideálním místem pro šíření invazních druhů.

Poloha – ČR se nachází uprostřed kontinentu, kudy odedávna vedly různé obchodní stezky, po kterých mohly nové druhy snadno „přicestovat“. Na území České republiky se stýkají dvě biogeografické oblasti – kontinentální a panonská. V české flóře se objevují prvky sousedních oblastí: perialpidské z jihu a východu (Alpy a Karpaty), oceánické ze západu a boreální ze severu.

Klima a reliéf – klima mírného pásu je ideální díky dostatečným srážkám a přijatelným teplotám během sezóny, území je geologicky a geomorfologicky rozmanité, široká škála geologických, půdních a mikroklimatických podmínek nabízí příležitosti ke koexistenci mnoha druhů.

Osídlení – Česká republika má rozlohu 78 864 km² a 10,3 miliónu obyvatel. Průměrná hustota osídlení je 130 obyvatel/ km² (57. nejlidnatější země světa). Je zde rozsáhlá síť silnic (0,71 km/km²) a železnic (0,11 km/km²). Kromě vrcholových partií hor v České republice prakticky neexistuje území, které by nebylo ovlivněno lidskou činností. To nabízí dostatek prostoru pro vznik ohnisek a další šíření invazních rostlin.

Flóra České republiky v současné době hostí 1378 nepůvodních zplaňujících druhů, což je zhruba třetina. Z toho 91 druhů je považováno za invazní (www.centaurea.cz, 2006).

4. 2 Podíl nepůvodních druhů v ČR

Na území ČR se můžeme setkat s více než 3000 druhy a poddruhy vyšších rostlin. Většina archeofytů na našem území je mediteránního původu, zatímco na původu neofytů se téměř rovnoměrně podílejí všechny světadíly (téměř 18 % druhů je z Nového světa) (Mlíkovský et Stýblo, 2006). Podle nejnovější práce (Pyšek et al., 2002) adventivní flóra ČR obsahuje celkem 1378 taxonů patřících do 542 rodů a 99 čeledí; z toho je 184 kříženců nebo hybridogenních taxonů. Podíl zavlečených taxonů na flóře ČR činí 33,4 %. Pokud se z hodnocení vyjmou kříženci adventivních i původních druhů, činí tento podíl 34,6 %. Flora obsahuje 332 (24 %) archeofytů a 1046 (76 %) neofytů; 892 taxonů je považováno za náhodně se vyskytující, 397 za naturalizované a 90 za invazní. Z celkového počtu 1046 neofytů došlo k naturalizaci u 229 druhů (21,9 %) a z nich je 69 invazních (tj. 6,6 % z celkového počtu introdukcí). Naopak 231 náhodně se vyskytujícími neofytů z flóry vymizelo.

I když naprostá většina nově zavlečených druhů není schopna vytvořit na území našeho státu sekundární areál (nejčastěji z důvodu nevyhovujícího klimatu), stále zůstává určitý počet druhů, které se zde uchytí a šíří se do nových oblastí. V plevelném spektru je původních 30 % druhů polních plevelů, 60 % archeofytů a 10 % neofytů (Holec et al., 2005).

4. 3 Cizí expanzivní plevele a změny vlastností

Cizí expanzivní plevele jsou rostliny cizího původu, které jsou k nám soustavně a opětovně zavlékány a které mají schopnost trvalé reprodukce. V nových podmínkách vynikají značnou ekologickou adaptabilitou a plasticitou, díky které mohou osídlovat nové synantropní ekotopy v obvodu komunikací, sídel a nakonec i obdělávaných půd, jejichž úrodnost mohou díky svým biologickým vlastnostem v budoucnu podstatně snížit.

K potlačení nebo alespoň účinnému zamezení cizích expanzivních druhů je zapotřebí:

1. dokonalá (nebo alespoň podrobná) znalost jejich dosavadního rozšíření včetně zdrojů diaspor, biologických a ekologických vlastností (určení ekologické plasticity, invaze mimo kultury a stupně expanze v zemědělských kulturách),
2. vymezení metod a objektů výzkumu,
3. určení směrnic pro orgány zemědělské ochrany rostlin (Jehlík et al., 1998).

Na údaje z původního areálu výskytu daného druhu se není možné v tomto směru plně spoléhat. Během procesu invaze totiž dochází k významným změnám v genetické struktuře

nových populací, které mají za následek i posun ekologické valence populace ve prospěch jedinců schopných úspěšného šíření v nových podmínkách. Opakovanou introdukcí a především pak v průběhu naturalizační fáze dochází k vyselektování biotypů adaptovaných na naše klimatické podmínky. Vlastnosti získané ve svém původním areálu spolu s adaptačními selekčními tlaky, působícími v místě invaze, umožňují těmto zpočátku velmi vzácným adventivním druhům snadné splnění invazního kritéria a vedou k nastartování invaze. Invazní kritérium znamená, že každý druh, který má na stanovišti vytrvat a dále se šířit, musí při nízkých hodnotách populační hustoty vykazovat schopnost jejího navýšení (Holec et al., 2005).

Se šířením nových druhů plevelů úzce souvisí i problematika zdravotní, tj. vznik alergických onemocnění, reakcí na nové pylové alergeny. Se šířením stále většího počtu invazních rostlin roste i vyšší počet onemocnění pylovou alergií. Je pozoruhodné, že převážná část těchto rostlin se v naší vegetaci značněji rozšířila teprve druhotně, tj. v kulturní krajině silně pozměněné hospodářskou činností člověka. V padesátých letech 20. století patřily k alergologicky nejvýznamnějším druhům pícninářské trávy spolu s některými obilovinami a většina pacientů trpěla obtížemi pouze v jarních měsících. Dnes se doba alergických obtíží prodlužuje až do pozdního léta a podzimu, a to díky adventivním druhům, které se k nám rozšířily v 19. a 20. století. Patří mezi ně rod *Solidago* (*S. gigantea* a *S. canadensis*) a zástupci rodů *Artemisia*, *Rumex*, *Ambrosia* a *Iva*, které jsou zařazovány mezi karanténní plevele, produkující pyl se silnými senzibilizujícími účinky (Jehlík et al., 1998).

4. 4 Současné invazní polní plevele v ČR

V České republice byla problematice invazních plevelů věnována v poválečném období značná pozornost, která vyústila ve vydání podrobných seznamů těchto druhů spolu s detailním popisem způsobu zavlékání a chování druhů na území státu (Hejný et al., 1973; Jehlík et al., 1998; Pyšek et al., 2002).

V této práci vycházím zejména z této poslední publikace, odkud jsem čerpala z kompletního přehledu nepůvodních (člověkem zavláčených) druhů české flóry, kde jsou zahrnuty opravdu pouze ty druhy, které jsou nepůvodní na celém území ČR a jsou klasifikovány do několika kategorií podle postavení druhu v invazním procesu (viz kapitola „Terminologie a rozčlenění“). Snažila jsem se vybírat zejména druhy invazní, které se šíří jako plevelné v polních kulturách, a tak po několika odborných konzultacích

na naší katedře vznikl finální seznam zavlekaných plevelů, který je uveden níže (viz kapitola „Seznam parazitických hub na invazních plevelích“).

Nemohu se ovšem nezmínit alespoň o několika druzích invazních polních plevelů, které se na naše území v současné době v polních podmínkách intenzivně šíří a způsobují tak na mnoha místech pěstitelům značné potíže. Nejenže jsou obtížně regulovatelné, ale postupným rozšiřováním a osídlováním stále větších ploch způsobují rozsáhlé změny v druhovém složení celých ekosystémů. K těm nejnebezpečnějším invazním druhům patří ty, jejichž konkurenční vlastnosti brání v přítomnosti domácím druhům. Nejznámější z nich jsou křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), která si u nás dokonce vytvořila i hybridní druh, netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*), bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*). Jiné nově se šířící druhy jsou mračňák Theophrastův (*Abutilon theoprastrum*), který se na naše území dostal především jako příměs zemědělských produktů (sójových bobů) ze Severní Ameriky, laskavec zelenoklasý (*Amaranthus powellii*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), ostrožka východní (*Consolida orientalis*), bytel metlatý (*Kochia scoparia*), lilek leskloplodý (*Solanum physalifolium*), pouva řepňolistá (*Iva xanthiifolia*) a ambrózie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*).

4. 5 Očekávaný vývoj v šíření plevelů

Invazní neofyty jsou stále častějším předmětem zájmu botaniků nejrůznějšího zaměření. Je to proto, že se v krajině šíří značným, stále se zvyšujícím tempem. Přitom nelze s jistotou říci, zda toto invazní chování bude přetrvávat i do budoucnosti a nelze ani vyloučit, že šíření neofytů jednou vyústí destrukcí určitých typů přirozené vegetace (Višňák, 1997).

Cílená zemědělská činnost s sebou přináší kromě zkulturnění krajinného prostoru i negativa. Jedním ze stále aktuálních problémů je zaplevelení, a to nejen aktuální, ale i potenciální. Přitom zemědělsky obhospodařovaná krajina je co do počtu jedinců a druhového složení plevelů podstatně chudší než volná příroda. Zaplevelení je často považováno za jeden z následků používání minimalizačních technologií zpracování půdy. Při změně způsobů zpracování půdy se mění i plevelné spektrum. Úspěch ochrany proti plevelům je závislý na hospodaření na půdě. Největší druhové spektrum plevelů se vyskytuje na nezpracovávaných okrajích pozemků v teplých oblastech, na nichž nejsou použity herbicidy. Na těchto lokalitách je možné najít vysoký počet zajímavých

ohrožených druhů rostlin. Hustě seté obiloviny jsou v dalších letech výrazněji zaplevelované novými druhy, jejichž druhová skladba vypovídá: o kvalitě přípravy půdy a střídání plodin - přeslička rolní (*Equisetum arvense*), smetanka lékařská (*Taraxacum officinale*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*); o měnících se klimatických podmínkách na podzim – merlík bílý (*Chenopodium album*), merlík zvrhlý (*Chenopodium hybridum*), lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*); o stavu přezimování porostu ozimých obilovin – opletka obecná (*Fallopia convolvulus*), durman obecný (*Datura stramonium*).

Očekávaný vývoj v šíření plevelů může být významně ovlivněn globálními změnami klimatu. V letech 1984–2004 se obsah oxidu uhličitého v atmosféře zvýšil asi o 25 % v důsledku spalování fosilních paliv a kácení lesů. V současné době se koncentrace oxidu uhličitého zvyšuje každý rok asi o 0,5 %. Prakticky všechny patogenní organizmy mohou být ovlivněny globálními změnami klimatu a extrémními výkyvy počasí. Avšak pouze plevele reagují přímo na zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. A to tak, že mohou zvýšit výnos biomasy C4 rostlin o 0–10 % a C3 rostlin o 10–15 % (C3 a C4 rostliny se dělí podle způsobu fixace oxidu uhličitého do organických sloučenin, která probíhá biochemickými reakcemi v chloroplastech). Mezi C3 plevele patří mračňák Theophrastův (*Abutilon theophrasti*), merlík bílý (*Chenopodium album*), durman obecný (*Datura stramonium*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), oves hluchý (*Avena fatua*), šťovík menší (*Rumex acetosella*), jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum*), smetanka lékařská (*Taraxacum officinale*). C4 rostliny jsou ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), rosička krvavá (*Digitaria sanguinalis*), proso vláskovité (*Panicum capillare*). Následné změny v anatomických vlastnostech povrchu listů a zvýšená akumulace škrobu v listech C3 plevelů mohou způsobit komplikace při jejich regulaci. Vytrvalé druhy plevelů se mohou stát obtížně hubitelnými vzhledem k tomu, že zvýšená fotosyntéza stimuluje vyšší produkci kořenů a dalších zásobních orgánů. Po postupném oteplování se mnohé plevelné druhy budou objevovat v chladnějších polohách (zejména C4 trávy a invazní teplomilné druhy).

Hlavním faktorem ovlivňujícím geografické rozšíření plevelů a jejich sezónní růst je teplota. Pro fotosyntézu C3 rostlin je optimální teplota přibližně 15–25°C, pro C4 rostliny 25–40°C. Proto šíření teplomilných plevelných druhů jako mračňák Theophrastův (*Abutilon theophrasti*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), durman obecný (*Datura stramonium*) aj. pozorujeme i na našem území, v okolních státech i v celé Evropě již delší dobu.

Obecně se předpokládá, že počet invazních druhů plevelů se při globální změně klimatu zvýší. Zvýšený obsah oxidu uhličitého v atmosféře bude významným způsobem ovlivňovat celý ekosystém. Dokládá to příklad již z minulého století, kdy zvýšené množství oxidu uhličitého v atmosféře mělo vliv na selekci některých plevelů jako svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*) nebo mléč rolní (*Sonchus arvensis*). Mezi další významné faktory vyplývající z činnosti člověka, které umožňují invazi a úspěšnost introdukovaných druhů v původních rostlinných společenstvech, patří např. imise, kyselá dešť, eutrofizace prostředí, eroze apod. (Koubová, 2006).

5. Integrovaná ochrana kulturních rostlin proti šíření plevelů

V rostlinné výrobě náleží významná úloha ochraně porostů kulturních rostlin před škodlivými činiteli, k nimž patří nejen plevelné rostliny, ale především choroby a škůdci a v neposlední řadě i soubor abiotických činitelů.

Plevelné rostliny, obvykle pokládáné za nežádoucí, které působí zemědělcům pouze škody, je nutno chápat také jako přírodní realitu, vzniklou během několika tisíciletí zemědělské činnosti. Dnes je již objektivními výzkumy prokázáno, že segetální společenstva druhově spíše bohatší a dynamicky vyvážená, je možno snadněji racionálně regulovat než společenstva ochuzená s výraznými a nežádoucími dominantami (Petříček et al., 1999).

Problematika ochrany proti plevelům je u nás již od začátku chápána jako problém „komplexní“, opírající se o poznatky „biologie plevelů“ a hovoří se vždy o „soustavě hubení plevelů“, která se začleňuje do širšího kontextu celkové ochrany rostlin. Hlavním cílem ochrany proti plevelům není tedy „boj za každou cenu proti všem plevelům“, nýbrž racionální regulace plevelové složky agrofytocenózy v rámci integrované ochrany kulturních rostlin (Petříček et al., 1999). Tato soustava ochrany musí být s přihlédnutím k místním podmínkám propracována v souladu s vědeckými poznatky optimálních agroekologických podmínek pro kulturní rostliny a musí respektovat též zásady ochrany životního prostředí člověka. Jedná se o tyto články soustavy: (a) diagnózu zaplevelení, jež obsahuje identifikaci a evidenci a opírá se o biologickou a ekologickou charakteristiku plevelů, (b) prognózu zaplevelení, (c) komplexní metody ochrany obsahující preventivní a přímé metody ochrany (agrotechnické, chemické a speciální) (Jehlík et al., 1998).

Na konci 20. století můžeme pozorovat v zahraničních anglicky psaných publikacích ústup od pojmu „weed control“ (ve smyslu ničení) a jeho nahrazování pojmem „weed management“ (ve smyslu ovládní). Také v domácí literatuře se „boj s pleveli“ z 50. let nahrazuje v této době pojmem „regulace“ (Kohout, 1984).

U nás se monitoringem výskytu invazních plevelů zabývá „Referenční laboratoř diagnostiky a monitoringu rezistentních populací plevelů a invazních plevelů“ ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni.

5. 1 Regulace polních plevelů

Pojem regulace plevelů odpovídá hlavní zásadě integrované ochrany rostlin, jejímž cílem je snížit výskyt škodících organismů pod hranici ekonomické významnosti, při využití ekologicky a ekonomicky optimálních, přímých i nepřímých, postupů. Cílem není tedy plevelné druhy vyhubit, ale regulovat jejich výskyt tak, aby klesl pod práh škodlivosti.

Regulace polních plevelů je systém vzájemně souvisejících opatření, která řeší odplevelování porostů a půdy a zabraňují novému zaplevelení. Zahrnuje prevenci a přímé eliminační zásahy (Dvořák et Smutný, 2003).

Metody regulace zaplevelení můžeme dělit na nepřímé (preventivní), které spočívají ve vytvoření dlouhodobě příznivého stavu, např. metody střídání plodin, význam zpracování půdy, orba, podmítka a příprava půdy před setím. A dále na metody přímé, které se používají při větším zaplevelení porostů kulturních rostlin, popřípadě i na neosetém poli k radikálnímu ničení plevelů, čímž se zabrání jednak škodlivému účinku plevelů na kulturní rostliny, jednak dozrání a uvolnění semen plevelů na poli. Vhodně volené přímé zásahy bývají zpravidla velmi účinným opatřením, působí však vždy v úzké souvislosti s preventivními opatřeními. Mezi metody přímé patří mechanická regulace, chemická, fyzikální a biologická regulace (Kneifelová et Mikulka, 2003; Mikulka et Kneifelová, 2004). Zastavím se u té poslední, biologické regulace.

5. 1. 1 Biologické metody

Biologické metody regulace plevelných rostlin využívají živých antagonistických organismů (hub, mikroorganismů, fytofágního hmyzu, roztočů apod.) s cílem snížit populace plevelných druhů pod ekonomický práh škodlivosti. Na rozdíl od biologické regulace chorob a škůdců rostlin je regulace plevelných rostlin přirozenými antagonisty

stále v začátcích (Kohout et al., 1996). U nás tyto metody nejsou moc rozšířené hned z několika důvodů:

- jsou zpravidla využitelné jen proti jednomu plevelnému druhu,
- jejich účinnost je příliš ovlivněna průběhem povětrnostních podmínek,
- za nepříznivých podmínek je možnost napadení kulturního porostu,
- obtížná skladovatelnost, distribuce a dostupnost v potřebné době (Mikulka et al., 1999).

Biologické prostředky se dělí do dvou skupin podle původu:

1. Biologické prostředky: účinnou složkou jsou živé organizmy (houby, bakterie, fytofágní živočichové)
2. Biotechnologické prostředky: účinnou složku tvoří bioorganická látka, sloučenina přírodního původu, nebo její derivát aj. (Kohout et al., 1996).

5. 2 Biologická ochrana proti plevelům u nás a ve světě

U nás i ve světě je nutno brát management plevelů jako celkovou a dlouhodobou strategii, která zahrnuje prevenci dalšího šíření plevelů a ochranu proti nim buď při využívání chemických látek nebo činitelů biologické ochrany.

Biologické působení na plevele vhodným patogenem je stále více považováno za alternativní strategii v řízení populací plevelů. Obzvláště důležitá je v biologickém hospodaření, kde negativní dopady agrochemikálií na prostředí musí být minimalizovány nebo se jich musí pěstitel vyvarovat úplně (Guske et al., 2004).

Činitelé biologické ochrany jsou tak jedním z nástrojů, které mohou pomáhat potlačovat populace invazních plevelů a omezovat jejich šíření do kultur plodin (Vondrášková, 2006).

5. 2. 1 Patogeni na rostlinách

Populace plevelů jsou často omezovány chorobami způsobenými houbovými, bakteriálními, virovými a virům podobnými organizmy. Ze všech rostlinných patogenů zaujmají největší podíl v regulaci plevelů houby. Aktivita těchto organismů může být použita k redukci růstu plevelů a zejména k ovlivnění jejich společenstev. V některých případech je možné houby izolovat, kultivovat, upravovat a rozšiřovat jako mykoherbicide. Je ale ještě mnoho dalších patogenů, kteří jako potenciální biologičtí činitelé dosud nejsou zkoumáni.

Choroby rostlin vznikají jako souhra náchylnosti hostitele, virulence patogena a příznivých životních podmínek. Šíření choroby je tedy podmíněno dostatečným množstvím virulentního patogena a vhodnými klimatickými podmínkami pro jeho šíření na straně jedné a citlivým hostitelským druhem rostlin na straně druhé.

Jednou z výhod rostlinných patogenů nad ostatními biologickými činiteli je jejich specifická. Hodně organismů, kteří způsobují choroby na rostlinách, jsou vysoce specializovaní. V některých případech ale tato specifická může být překážkou zejména ve světě komerce, kde neochota výrobců vyvíjet produkty působící jen na jeden či dva druhy plevelů je evidentní.

Ze široké škály původců chorob rostlin se pro účely biologické ochrany před pleveli hodí jen někteří. Pozornost je věnována zejména bakteriím a houbám. Hodně fyto toxických hub a bakterií vykazuje vysoký stupeň selektivity. Specializovaní patogeni využívají specifických rostlinných orgánů. Jsou charakterizováni jako parazité kořenů, stonků, listů, semen a dalších rostlinných orgánů a způsobují charakteristická onemocnění jako hniloby, rzi, nekrózy, sněti a vadnutí (Cardina, 1995).

5. 2. 2 Houboví patogeni

Původcům houbových chorob jako případnému prostředku biologické ochrany proti nově se šířícím invazním plevelům není dosud věnována dostatečná pozornost, i když zprávy o využití patogenů k biologické ochraně jsou známy již přibližně sto let. První zprávy upozorňovaly na náhlá onemocnění plevelných druhů nebo na šířící se populace patogenů, ale bez úspěšnosti jejich využití.

Ze skupiny houbových patogenů je u nás nejznámější rez vonná (*Puccinia punctiformis*), která v příznivých klimatických podmínkách dokáže zničit nebo silně potlačit pcháče oset na stanovišti. Po napadení rostliny pcháče osetu rzí vonnou dochází ke snížení aktivity peroxidázy, polyfenoloxidázy a změně množství bílkovin. Tyto změny totiž přímo souvisejí s vývojem rzi. Napadené rostliny zpravidla nekvetou a generativně se nemnoží.

Při potlačování plevelů se používá fytopatogenních mikroskopických hub, kde se využívá přirozených regulačních faktorů růstu a šíření rostlin. Rozhodující je zde selektivita, která je výhodou patogenních hub a efektivnost zásahu. Využití patogenních mikroskopických hub, které je možné kultivovat na umělých médiích a které si zachovávají určitou perzistenci v přírodních podmínkách, tvoří základ vývoje mykoherbicidů (Kohout et al. 1996).

Momentálně je celosvětově využíváno jen pět mykoherbicidů (Charudattan & Dinooor, 2000; Khetan, 2001). Omezený počet registrovaných mykoherbicidů je částečně obrazem situace, kdy je složité uchovat kvalitu biologického přípravku, a navíc souvisí s ekonomickou situací danou poptávkou na trhu a náklady spojenými s registrací přípravku (Mortensen, 1998).

5. 2. 2 Dosavadní zkušenosti ve světě

V minulosti i v současnosti probíhá řada výzkumů týkající se studia biologických činitelů použitelných v biologické ochraně proti plevelům. Budu se zde snažit zprostředkovat alespoň některé a zároveň zajímavé již známé výsledky experimentů a studií, ke kterým vědci v posledních desetiletích dospěli.

Cercospora rodmanii Conway – je patogenní houba přirozeně se vyskytující na Floridě, kde napadá vodní hyacint (*Eichhornia crassipes*) a způsobuje mu listovou skvrnitost, nekrózy listů a hnilobu kořenů. Tím redukuje výšku, hustotu a celkovou biomasu rostliny. Bylo zjištěno, že infekce může být dosaženo aplikováním 2,2 mg mycelia na m² vodního hyacintu v květnu, nebo začátkem června při venkovních teplotách 18°C až 30°C. Po 16 dnech po aplikaci jsou již viditelné skvrny na listech a v průběhu tří až šesti měsíců je viditelné oslabení rostliny (Cardina, 1995).

Colletotrichum gloeosporoides f. sp. *aeschynomenes* Daniel, Templton, R. J. Sm. & Fox - v USA je používán mykoherbicid Collego (od roku 1982), jehož součástí je houba *Colletotrichum gloeosporoides*, f. sp. *Aeschynomenes*, proti plevelu *Aeschynomene virginica*. Od roku 1992 je v USA registrován mykoherbicid Biomal, jehož součástí jsou spory houby *C. gloeosporioides* (Penz.) Sacc. f. sp. *malvae*, který se používá proti plevelu *Malva pusilla* Sm. v pšenici. Houba napadá nadzemní orgány plevele a zabíjí rostlinu do pár týdnů po aplikaci. Ochrana je v polních kulturách 90 % až 100 % a infikované plevele se již další rok neobjevují. Patogen infikuje několik druhů rodu *Malva* i *Abutilon theoprasti* a *Althea rosea*, ale těžké napadení způsobuje jen na *M. pusilla* (Tebeest, 1996).

Phytophthora palmivora E. J. Butler - od roku 1981 se v USA používá herbicid DeVine na bázi houby *Phytophthora palmivora* (tekutá suspenze chlamydospor), který se uplatňuje v citrusových plantážích proti plevelům z čeledi *Asclepiadaceae* (Tebeest, 1996).

Puccinia expansa Link - v roce 1985 byla v Institutu fytomedicíny ve Švýcarsku zkoumána citlivost plevelu rodu *Senecio* na rez *Puccinia expansa* a její možné použití jako biologického činitele právě proti tomuto pleveli. Bylo totiž zjištěno, že mnoho druhů rodu *Senecio* obsahuje toxické pyrrolizidinové alkaloidy, které působí jako jed pro pasoucí se dobytek. Na alpských pastvinách není možné používat chemické metody ochrany proti tomuto plevelu. Dalším důvodem pro hledání biologického agens bylo to, že již několik druhů rodu *Senecio* se stává rezistentními vůči chemickým herbicidům a v budoucnosti by to znamenalo velký problém. Proto byl zahájen výzkum této rzi na rodu *Senecio*. Aby rez mohla být použita v boji proti plevelům, bylo nezbytné zvýšit její klíčivost. To se po několika experimentech ve sklenících podařilo. Nízká klíčivost teliospor rzi *Puccinia expansa* (6 %) se zvýšila při jejich skladování po 21 dní ve vodním agaru při 2°C a neustálé tmě na 30 % a při skladování v 8°C dokonce na 70 %, což se shoduje s výsledky Grotha a Mogeny z roku 1978. Tyto údaje dokazují, že *Puccinia expansa* díky své vysoké specializaci je vhodným kandidátem pro použití v biologické ochraně proti *Senecio alpinus* a *Senecio jacobaea*, u kterých způsobuje těžké poškození a deformace. U rodu *Senecio cineraria*, který roste jako okrasná rostlina, bylo napadeno jen stadium semenáčků. A na závěr bylo zjištěno, že ve skleníkových experimentech *P. expansa* redukuje suchou hmotnost rostliny *S. jacobaea* po šesti inokulacích v intervalech dvou týdnů o 60 %. K potvrzení těchto výsledků je ale nezbytné pokračovat v experimentech v polních podmínkách (Alber et al., 1984).

Puccinia punctiformis (F. Strauss) Röhl., *Phoma destructiva* Plowr. – *Puccinia punctiformis* je rez specializující se na *Cirsium arvense*, jejíž klíčící teliospory infikují kořenové pupeny *C. arvense* a způsobují tak systémovou nákazu celé rostoucí rostliny. Napadení urediosporami už není tak velké, způsobuje jen lokální nákazy na listech. Většina studií o *P. punctiformis* jako biologickém činiteli je zaměřena na zkoumání různých biotických a abiotických podmínek, za kterých dochází k nákaze a jejímu dalšímu rozšíření (Frantzen et Van der Zweerde, 1994). *Phoma destructiva* je nekrotrofní houba specializovaná na *C. arvense*, jejíž konidie způsobují systémové nákazy v podobě chloróz v horních částech rostliny (Guske et al., 2004).

V letech 1998 až 2000 byla zkoumána účinnost rzi *P. punctiformis* a *P. destructiva* na pleveli *Cirsium arvense*. Experiment probíhal nedaleko University v Göttingenu v polních podmínkách po dobu tří let. Během těchto let byly na *C. arvense* samostatně

či v různých kombinacích a v rozdílných časových horizontech aplikovány spóry obou patogenů. Lokální nákazy *P. punctiformis* předurčovaly systémové nákazy v následujícím období. Umělé naočkování *P. destructiva* pak zvýšilo výskyt tohoto patogena v třetím roce, což bylo důkazem současného působení dvou patogenů. Následně bylo prokázáno, že naočkování samotné *P. punctiformis* nezpůsobuje takový rozsah systémové nákazy na *C. arvense*, jak se předpokládalo, i když skleníkové výsledky vykazovaly silnou lokální infekci. Tento experiment ukázal, že je možné dosáhnout systémové nákazy *C. arvense* jen naočkováním kombinace obou patogenů, aby se tak omezila hustota jeho výskytu. V tomto případě se během tří let pokryvnost *C. arvense* snížila z 60 % na 5 %, zatímco pokryvnost současně se vyskytující úhorové vegetace se zvýšila. Ovšem aby bylo možno tyto patogeny používat v biologické ochraně proti plevelům, budou nutné další experimenty v polních podmínkách (Kluth et al., 2005).

Uromyces scutellatus (Schrank) Lévl. - v 80. letech se v Severní Americe rozšířil plevel *Euphorbia esula* natolik, že chemická opatření proti jeho šíření nebyla dostačující a navíc byla velmi drahá. Jeho značné rozšíření a následné znehodnocení zamořených oblastí přispělo k tomu, že se hledal nějaký biologický prostředek proti jeho šíření. Jako účinní biologičtí činitelé se jeví rzi z komplexu *Uromyces scutellatus*. Jsou to druhy *Uromyces alpestris*, *U. scutellatus* s. str., *U. kalmusii* Sacc., a *U. striolatus* Tranzsch., které jsou specializované na plevel *Euphorbia esula* a s ním úzce příbuzný *Euphorbia cyparissias*. Jejich hostitelská specializace a těžké poškození infikovaných rostlin činí tuto skupinu rzi zajímavou pro možné biologické potlačení plevelných pryšců. V roce 1981 byl pozorován výskyt plevele *Euphorbia cyparissias* nedaleko města Zürich s přírodně se vyskytující rzí *Uromyces scutellatus*. Rzí bylo napadeno jen 6 % pryšců, ale následujícího roku 1982 to už bylo 48 %. Dalšího roku (1983) došlo ke zřetelnému poklesu houbové a rostlinné populace a v roce 1984 se značně zmenšil počet nových výhonků plevele ve srovnání s rokem 1982. Během dalších let se složení společenstva změnilo (Défago et al., 1985).

6. Seznam parazitických hub na invazních plevelích

Dalším cílem mé práce je vyhledat, zpracovat a vypsát z dostupné literatury dosavadní známé spektrum fytopatogenních hub na vybraných druzích invazních plevelů. Do seznamu jsou zahrnuty aktuální invazní plevele šířící se zejména v polních kulturách a k nim jsem pak vyhledávala dosud známé spektrum fytopatogenních hub. Při vyhledávání jsem použila hlavně knihy: Brandenburger (1985), Poelt et Zwetko (1997), Zwetko (2000), které jsem doplňovala údaji z monografie Bubáka (1906) a dále informacemi z internetových databází (www.indexfungorum.org; nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm). Tento seznam je vytvořen zejména pro moje budoucí studium, kdy se chci zaměřit na vyhledávání a determinaci houbových patogenů nově se šířících invazních plevelů.

V seznamu jsou použity zkratky a systém uspořádání parazitických hub do skupin podle knihy Brandenburgera (1985):

Myx	Myxomycota	Plasmodiophoromycetes	Plasmodiophorales
M	Mastigomycotina		
M 1	Chytridiomycetes	Chytridiales	
M 2	Oomycetes		
2/1	Saprolegniales		
2/2	Peronosporales		
A	Ascomycotina		
A 1	Hemiascomycetes		
1/1	Endomycetales		
1/2	Protomycetales		
1/3	Taphrinales		
A 2	Pyrenomycetes		
2/1	Erysiphales		
2/2	Meliolales		
2/3	Sphaeriales		
A 3	Loculoascomycetes		
3a	Dothideineae		

3b	Pseudosphaeriineae
A 4	Discomycetes
4/1	Pezizales
4/2	Phacidiales
4/3	Helotiales
B	Basidiomycotina
B 1	Teliomycetes
1/1	Uredinales
1/2	Ustilaginales
D	Deuteromycotina
D 1	Hyphomycetes
D 2	Coelomycetes
2/1	Melanconiales
2/2	Sphaeropsidales
Ms	Mycelia sterilia

Seznam parazitických hub k vybraným plevelům:

Amaranthus albus L.

Amaranthus blitoides S. Watson

Amaranthus powellii S. Watson

Amaranthus retroflexus L.

na stonku

D 1 *Cladosporium venturioides* Sacc.

Verticillium amaranthi Verona & Cecc.

na listech

M 2/2 *Albugo amaranthi* (Schw.) Kuntze

Peronospora amaranthi Gäum.

D 1 *Alternaria amaranthi* (Pk.) Venkat.

Cercospora brachiata Ell. & Event.

2/2 *Ascochyta celosiae* (Thüm.) Petr.

- Phyllosticta hariotiana* Sacc.
– *molleriana* Thüm.
Septoria smarodsii Moesz
na květech
B 1/2 *Glomosporium amaranthi* Hirsch.
- Ambrosia artemisiifolia* L.
na listech
M 2/2 *Albugo tragopogonis* (DC.) Gray
- Apera spica-venti* (L.) P. B.
na stonku
A 2/3 *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* J. Walker
na listech
A 2/1 *Erysiphe graminis* (DC.) Speer
B 1/1 *Puccinia brachypodii* var. *arrhenatheri* (Kleb.) Cummins & H. C. Greene
– *coronata* var. *coronata* Corda
– *graminis* subsp. *graminicola* Z. Urb.
D 2/2 *Septoria calamagrostidis* (Lib.) Sacc.
na květech
A 2/3 *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.
B 1/2 *Tilletia separata* J. Kunze ex Wint.
- Atriplex sagittata* Borkh.
na kořenech
Myx *Polymyxa betae* Keskin
Ms *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC.
na listech
M 1 *Synchytrium aureum* s. l. J.Schröt.
Urophlyctis pulposa (Wallr.) Schroet.
2/2 *Peronospora litoralis* Gäum.

- *minor* (Casp.) Gäum.
- D 1 *Cercospora beticola* Sacc.
– *chenopodii* Fresen.
Oidiopsis spec.
- 2/2 *Ascochyta boni-henrici* Ranoj.
– *caulina* (Karst.) van der Aa & van Kest.
? T.: *Pleospora calvescens* (Fr.) Tul. & C. Tul. (A 3b) !
Asteromella confusa (Bub.) Petr.

Bidens frondosa L.

na listech

- M 1 *Synchytrium aureum* s. l. J. Schröt.
- A 2/1 *Sphaerotheca xanthii* (Castagne) L. Junell
- B 1/1 *Uromyces bidenticola* Arth.
- D 1 *Cercospora bidentis* Tharp
Ramularia concomitans Ell. & Holw.
- 2/2 *Ascochyta bidentis* Cejp & Dolejš
Septoria bidentis Sacc.

Bromus hordeaceus L.

na semenáčcích

- D 1 *Fusarium graminearum* Schwabe
na stonku
- A 2/3 *Epichloë typhina* (Pers.) Tul. & C. Tul.
Gaeumannomyces graminis var. *avenae* (E. M. Turner) Dennis
– – var. *tritici* J. Walker
- B 1/2 *Ustilago hypodytes* (Schltdl.) Fr.
- D 1 *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton
- Ms *Rhizoctonia cerealis* E. P. Høven
na listech
- M 2/2 *Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum., C.G. Shaw & Naras.

- A 2/1 *Erysiphe graminis* DC.
 2/3 *Phyllachora dactylidis* Delacr.
 – *graminis* (Pers.) Fuckel
 3b *Mycosphaerella longissima* (Fckl.) Lindau
 B 1/1 *Puccinia coronata* var. *coronata* Corda
 – *graminis* ssp. *graminis* Pers.
 – *recondita* s. l.
 – *striiformis* var. *striiformis* Westend.
Uromyces brominus Gucevič
 1/2 *Tilletia bolyai* Zogg
Urocystis bromi (Lavrov) Zundel
Ustilago striiformis (Westend.) Niessl
 D 1 *Dactylaria graminicola* Årsvoll
Drechslera bromi (Died.) Shoem.
 T.: *Pyrenophora bromi* (Died.) Drechs. (A 3b) !
Gerlachia nivalis s. l. -(Ces. ex Berl. & Voglino) W. Gams & E. Müll.
Mastigosporium album Riess
Rhynchosporium secalis (Oudem.) Davis
Spermospora ciliata (R. Sprague) Deighton
 2/1 *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Wils.
 T.: *Glomerella graminicola* D. J. Politis (A 2/3)
 2/2 *Phyllosticta bromi* Poteb.
Pseudoseptoria donacis s. l. (Pass.) B. Sutton
Septoria affinis Sacc.
 – *bromi* Sacc.
 – *bromigena* Sacc.
 – *tritici* Desm.
Stagonospora bromi A. L. Sm. & Ramsb.
 – *nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano
 Ms ? *Rhizoctonia* spec.
 na květech
 A 2/3 *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.
 4/3 *Gloeotinia granigena* (Quél.) T. Schumach
 B 1/2 *Tilletia bromi* (Brockm.) Nannf.

– *controversa* J. G. Kühn

Ustilago bromivora (Tul. & C.Tul.) A. A. Fisch. Waldh.

D 1 *Fusarium heterosporum* Nees & T. Nees

2/2 *Dilophospora alopecuri* (Fr.) Fr.

Bunias orientalis L.

na kořenech

Myx *Plasmodiophora brassicae* Woronin

na listech

M 2/2 *Albugo candida* (Pers.) Roussel

Peronospora buniadis Gäum.

A 2/1 *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell

D 1 *Alternaria brassicae* -(Berk.) Sacc.

Ramularia buniadis Vest.

2/2 *Septoria buniadis* Tomilin

Cardaria draba (L.) Desv.

na kořenech

Myx *Plasmodiophora brassicae* Woronin

na listech

M 2/2 *Albugo candida* (Pers.) Roussel

Peronospora lepidii (McAlpine) G. W. Wilson

A 2/1 *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell

B 1/1 *Cercospora bizzozeriana* Sacc. & Berl.

Puccinia isiacae

Chenopodium ficifolium Sm.

Chenopodium glaucum L.

Chenopodium pedunculare Bertol.

na kořenech

Myx *Polymyxa betae* Keskin

- M 1 *Olpidium brassicae* (Woronin) P. A. Dang.
- Ms *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC.
 na listech
- M 1 *Synchytrium aureum* s. l. J. Schröt.
 Urophlyctis pulposa (Wallr.) J. Schröt.
- 2/2 *Peronospora boni-henrici* Gäum.
 – *chenopodii* Schlecht.
 – *chenopodii-glauci* Gäum.
 – *chenopodii-polyspermi* Gäum.
- A 2/1 *Erysiphe polygoni* DC.
 Leveillula chenopodiacearum Golovin
- D 1 *Alternaria chenopodii* Raabe
 Botrytis cinerea Pers.
 Cercospora beticola Sacc.
 – *chenopodii* Fres.
 Ramularia macularis (Schroet.) Sacc. & P. Syd.
- 2/2 *Ascochyta boni-henrici* Ranoj.
 – *caulina* (P. Karst.) Aa & Kesteren
 Asteromella confusa (Bubák) Petr.
 Phoma heteromorphospora van der Aa & van Kest.
 Phyllosticta ambrosioidis Thüm.
 Septoria undulispora Bub.
 na květech
- B 1/2 *Glomosporium leptideum* (Syd.) Kochman

Cirsium arvense (L.) Scop.

Cirsium vulgare (Savi) Ten.

na stonku

A 2/1 *Erysiphe mayorii* Blumer

na listech

M 1 *Synchytrium globosum* J. Schröt.

– *sanguineum* Schroet.

2/2 *Albugo tragopogonis* (DC.) Gray

- Bremia lactucae* Regel
- A 1/2 *Protomyces pachydermus* Thüm.
- 2/1 *Erysiphe cichoracearum* Jacz.
– *montagnei* Lév.
- Leveillula compositarum* Golovin
- B 1/1 *Coleosporium tussilaginis* s. l. (Pers.) Lév.
Puccinia cnici H. Mart. var. *cnici*
– – var. *crassiuscula* Savile
– *cnici-oleracei* Pers. Ex Desm. S.str.
– *dioicae* s. l. Magnus
– *laschii* Lagh. var. *laschii*
– – var. *fennica* Savile
– – var. *palustris* Savile
– – var. *pannonici* Savile
– – var. *spinosissimi* Savile
– *lemonnieriana* Maire
– *odontolepidis* Gonz. Frag.
– *punctiformis* (Strauss) Röhling
- D 1 *Fusicladiella melaena* (Fuckel) S. Hughes
Ovularia conspicua Fautr. & Lambotte
– *vossiana* (Thüm.) Sacc.
Ramularia cirsii Allesch.
? *Stemphylium* spec.
- 2/2 *Ascochyta sonchi* s. l. Sandu & Mítítíuc
Phyllosticta cirsii Desm.
– *cirsii-lanceolati* Garb.
– *cirsiorum* Bond.
Septoria cirsii Niessl
– *cirsii-heterophylli* Petr.
na květech
- B 1/2 *Thecaphora trailii* Cke.
Ustilago cardui A. A. Fisch. Waldh.

Conium maculatum L.

na listech

- M 2/2 ***Plasmopara conii*** (Casp.) Trott.
A 2/1 ***Erysiphe heraclei*** DC.
 Leveillula lanuginosa (Fuckel) Golovin
B 1/1 ***Puccinia conii*** Fckl. ex Lagh.
 Uromyces graminis (Niessl) Dietel
D 2/2 ***Septoria conii*** P. Syd. & Syd.
 Stagonospora pulchra Bub. & Krieger

Consolida orientalis (Gr. et Godr.) Schrödinger

na listech

- M 2/2 ***Peronospora consolidae*** Lagh. ex Jacz. & P. Jacz.
A 2/1 ***Erysiphe ranunculi*** Grev.
B 1/1 ***Puccinia cynodontis*** Delacr. ex Desm.
 – *recondita* s. l. Dietel & Holw.
D 2/2 ***Phyllosticta ajacis*** Thüm.
 Septoria delphinella Sacc.
 – *delphinii* Hollós

Conyza canadensis (L.) Cronq.

na listech

- M 1 ***Synchytrium aureum*** s. l. J. Schröt.
 2/2 ***Basidiophora entospora*** Rose & Cornu
A 2/1 ***Erysiphe cichoracearum*** Jacz.
 Sphaerotheca erigerontis-canadensis (Lév.) L. Junell
B 1/2 ***Entyloma fischeri*** Thüm.
D 1 ***Cercospora virgaureae*** (Thüm.) Allesch.
 Ramularia erigerontis Gonz. Frag.

Echinochloa crus-galli (L.) P. B.

na listech

- M 2/2 *Sclerospora graminicola* (Sacc.) J. Schröt.
B 1/1 *Puccinia graminis* subsp. *graminis* Pers.
D 1 *Drechslera turcica* (Pass.) Subram. & B. L. Jain
na květech
B 1/2 *Moesziomyces bullatus* (Schroet.) Vánky
? *Sporisorium* spec.
Ustilago trichophora Kunze ex Koern.

Epilobium ciliatum Rafin.

na listech

- M 1 *Synchytrium aureum* s. l. J. Schröt.
- ? *globosum* J. Schröt.
2/2 *Plasmopara epilobii* (Oth) Sacc. & P. Syd.
A 2/1 *Erysiphe communis* s. l. (Wallr.) Schltdl.
Leveillula taurica s. l. (Lév.) G. Arnaud
Sphaerotheca epilobii (Wallr. ex Lk.) Sacc.
3b *Mycosphaerella epilobii-montani* Lob.
Venturia maculaeformis (Desm.) Wint.
B 1/1 *Caeoma epilobii-alpini* Jørst.
Puccinia epilobii DC.
- *epilobii-fleischeri* E. Fisch.
- *gigantea* Karst.
- *pulverulenta* Grev.
- *scandica* Johans.
- *varelae* Unamuno
- *veratri* Duby
Pucciniastrum epilobii Oth
1/2 *Doassansia epilobii* Farl.
D 1 *Ovularia epilobii* Lindr.
- *epilobiana* Sacc. & Fautr.
Passalora heterospora (Höhn.) Höhn.

- Ramularia karakulinii* Golovina
 – *chamaenerii* Rostr.
- 2/1 *Cylindrosporium epilobianum* Sacc. & Fautr.
Marssonina chamaenerii (Rostr.) Magn.
Seimatosporium kriegerianum (Bres.) Morg. - J. & Sutton
- 2/2 *Ascochyta epilobii* Oud.
Phyllosticta chamaenerii Allesch.
 – *longispora* Cejp
Septoria alpicola Sacc.
 – *epilobii* West.
- Erigeron annuus* subsp. *septentrionalis* (Fern. et Wieg.) Wagenitz
 na kořenech
- Myx *Ligniera hypogaeae* (Borzí) Karling
 na listech
- M 2/2 *Basidiophora entospora* Roze & Cornu
- A 2/1 *Sphaerotheca erigerontis-canadensis* (Lév.) Junell
- B 1/1 *Puccinia dovrensis* A. G. Blytt
 1/2 *Entyloma fischeri* Thüm.
- D 1 *Cercospora virgaureae* (Thüm.) Allesch.
Ramularia erigerontis Gonz-Frag.
 – *islandica* Jørst.
- 2/2 *Septoria erigerontis* Pk.
- Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake
Galinsoga parviflora Cav.
 na semenáčcích
- A 1/2 *Protomyces buerenianus* Buhr
 na listech
- D 2/2 *Ascochyta sonchi* s. l. Sandu & Mítítíuc
Septoria galinsogae Speg.

Helianthus tuberosus L.

na kořenech

Ms *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn

na stonku

M 2/2 *Phytophthora cryptogea* Pethybr. & Laff.

A 4/3 *Sclerotinia minor* Jagger

– *sclerotiorum* (Lib.) de Bary

D 2/2 *Tiarosporella phaseolina* (Tassi) Aa (1981)

na listech

M 2/2 *Plasmopara helianthi* Novot.

A 2/1 *Sphaerotheca fuliginea* s. l. (Schltdl.) Pollacci

B 1/1 *Puccinia helianthi* Schw. (s. str.)

D 1 *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki & Nishihara

Oidium spec.

2/2 *Ascochyta compositarum* J. J. Davis

Septoria helianthi Ell. & Kell.

D 1 *Botrytis cinerea* Pers.

Iva xanthiifolia Nutt.

na listech

A 32/1 *Erysiphe cichoracearum* Jacz.

Sphaerotheca xanthii (Castagne) L. Junell

B 1/1 *Puccinia xanthiifoliae* Ell. & Event.

D 2/2 *Septoria xanthiifoliae* Ell. & Kell.

Kochia scoparia (L.) Schrader subsp. *scoparia*

na kořenech

Myx *Polymyxa betae* Keskin

na listech

M 2/2 *Peronospora kochiae-prostratae* Sandu & Iacob

- *kochiae-scopariae* Kochman & Majewski

- A 2/1 *Leveillula chenopodiacearum* Golovin
B 1/1 *Uromyces kochiae* Syd. & P. Syd.

Matricaria discoidea DC.

na listech

- M 2/2 *Plasmopara leptosperma* (de Bary) Skalický
A 1/2 *Protomyces matricariae* Syd.
B 1/1 *Puccinia balsamitae* (F. Strauss) Rabenh.
1/2 *Entyloma matricariae* Rostr.
D 1 *Oidium* spec.
Ramularia matricariae Antok. ex Vassiljevsky & Karak.
na květech
M 2/2 *Peronospora radii* -de Bary

Melilotus albus Med.

Melilotus officinalis (L.) Pallas

na stonku

- A 4/3 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary
na listech
M 2/2 *Peronospora meliloti* Syd.
A 2/1 *Erysiphe trifoli* Grev.
3b *Leptosphaerulina trifolii* (Rostovzev) Petr.
4/3 *Pseudopeziza trifolii* (Biv.) Fuckel
B 1/1 *Uromyces baeumlerianus* Bub.
D 1 ? *Alternaria* spec.
Cercospora davisii Ell. & Event.
Ramularia schulzeri Bäumler
2/2 *Ascochyta pisi* Lib.
Stagonospora meliloti (Lasch) Petr.
Plantago major L. subsp. major
na kořenech
Myx *Ligniera junci* (Schwartz) Maire & A. Tison

- *plantaginis* (Nemec) Karling
- M 1 *Olpidium brassicae* (Woronin) P. A. Dang.
- Ms *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC.
na listech
- M 1 *Synchytrium erieum* Karling
– *plantagineum* Sacc. & Speg.
- 2/2 *Peronospora alta* Fckl.
– *plantaginis* Burr.
- A 2/1 *Erysiphe sordida* Junell
Leveillula plantaginis Golovin
Sphaerotheca plantaginis Junell
- B1/1 *Puccinia cynodontis* Lacr. Ex Desm.
- 1/2 *Entyloma plantaginis* A. G. Blytt
- D 1 *Cercospora plantaginis* Sacc.
Cercospora pantoleuca (Sacc.) Sacc.
Ramularia plantaginis Ell. & G.Martin
- 2/1 *Phloeospora plantaginis* Kab. & Bub.
- 2/2 *Ascochyta plantaginicola* Mel'nik
Phyllosticta plantaginis Sacc.
Septoria inconspicua Berk. & Curt.
– *plantaginis* (Ces.) Sacc.
– *plantaginis-majoris* (Swacc.) Nannf.

Reseda lutea L.

- na semenáčcích
- M 2/2 *Pythium debaryanum* R. Hesse
na kořenech
- Myx *Plasmodiophora brassicae* Woronin
- Ms *Rhizoctonia solani* -J. G. Kühn
na listech
- M 2/2 *Albugo resedae* (Jacz.) Cif. & Biga
Peronospora crispula Fckl.

- A 2/1 *Erysiphe communis* s. l. (Wallr.) Schltdl.
 B 1/1 *Puccinia isiacae* (Thüm.) G. Winter
 D 1 *Cercospora resedae* Fckl.
 2/2 *Ascochyta resedae* Bond.-Mont.

Sisymbrium loeselii L.

na kořenech

- Myx *Plasmodiophora brassicae* Woronin
 na listech

- M 2/2 *Albugo candida* (Pers.) Roussel
Peronospora rhaetica Gäum.
 – *sisymbrii-officinalis* Gäum.
 – *sisymbrii-orientalis* Gäum.

- A 2/1 *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell
 B 1/1 *Puccinia thlaspeos* C. Schub.
 D 1 *Cercospora nasturtii* Pass.
 2/2 *Septoria sisymbrii* Niessl

Solidago canadensis L.

Solidago gigantea Aiton

na listech

- M 2/2 *Bremia lactucae* Regel
Plasmopara solidaginis Novot.
 A 2/1 *Erysiphe cichoracearum* Jacz.
Sphaerotheca fuliginea s. l. (Schltdl.) Pollacci
 B 1/1 *Puccinia eriophori-alpini* Allesch.
 – *virgae-aureae* (DC.) Lib.
Uromyces sommerfeltii Hyl., Jørst. & Nannf.
 D 1 *Cercospora virgaureae* (Thüm.) Allesch.
Fusicladium virgaureae Ondřej
 2/2 *Phyllosticta solidaginis* Bres.
 – *solidaginis-serotinae* Petr.

Septoria virgaureae (Lib.) Desm.

Tripleurospermum inodorum (L.) Schultze

Veronica hederifolia L.

Veronica persica Poiret

na kořenech

Myx *Ligniera junci* (Schwartz) Maire & A. Tison

– *verrucosa* Maire & A. Tison

Olpidium brassicae (Woronin) P. A. Dang.

Ms *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC.

– *solani* J. G. Kühn

na stonku

Myx *Sorosphaera veronicae* Schroet.

na listech

M 1 *Synchytrium globosum* J. Schröt.

– *johansonii* Juel

2/2 *Peronospora agrestis* Gäum.

– *aquatica* Gäum.

– *arvensis* Gäum.

– *grisea* (Ung.) Ung.

A 2/1 *Sphaerotheca fuliginea* (Schltdl.) Pollacci

3a *Asterina veronicae* (Lib.) Cke.

B 1/1 *Puccinia albulensis* Magn.

– *cynodontis* Delacr. ex Desm.

– *isiacae* (Thüm.) G. Winter

– *veronicae* Schroet.

– *veronicae-longifoliae* Savile

– *veronicarum* DC.

1/2 *Entyloma veronicicola* Lindr.

D 1 *Isariopsis veronicae* (Pass.) Savile

Oidium spec.

- Ovularia chamaedryos* Lindr.
Ramularia anagallidis Lindr.
– *beccabungae* Fautr.
– *coccinea* (Fckl.) Vest.
– *veronicae* Fckl.
- 2/1 *Colletotrichum veronicae* Scaram.
T.: *Glomerella cingulata*
Discogloeum veronicae (Lib.) Petr.
- 2/2 *Ascochyta verbascina* Thüm.
Phyllosticta prostrata Brun.
Septoria veronicae Desm.
na plodech
- B 1/2 *Schroeteria bornmuelleri* Magn.
– *decaisneana* (Boud.) De Toni.
– *delastrina* (Tul.) Wint.
- Vicia angustifolia* L.
na semenáčcích
- D 1 *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris
na kořenech
- M 2/1 *Aphanomyces euteiches* Drechsler
- A 2/3 *Rosellinia necatrix* Berl. ex Prill.
- D 1 *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.
– *inflexum* R.Schneid.
– *solani* (Mart.) Sacc.
na stonku
- A 4/3 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary
- D 2/2 *Microdiplodia viciae* Buchw.
na listech
- M 1 *Synchytrium aureum* s. l. J. Schröt.
- 2/2 *Peronospora ervi* Gustavs.
– *fabae* Jacz. & Serg.
– *mayorii* Gäum.

- *narbonensis* Gäum.
- *sepium* Gäum.
- *viciae* (Berk.) Casp.
- A 2/1 *Erysiphe pisi* DC.
- Leveillula leguminosarum* Golovin
- Microsphaera baeumleri* Magn.
- 4/3 *Sclerotinia trifoliorum* Erikss.
- B 1/1 *Uromyces briardi* Har.
- *ervi* West.
- *heimerlianus* Magn.
- *mangenoti* Mayor & Vien.-Bourg.
- *valesiacus* E. Fisch.
- *verrucosae-craccae* Mayor
- *viciae-craccae* Const.
- *viciae-fabae* Schroet.
- D 1 *Aureobasidium nigricans* (G. F. Atk. & Edgerton) W. B. Cooke
- Botrytis cinerea* Pers.
- *fabae* Sardiña
- Cercospora zonata* Wint.
- Ovularia viciae* (Frank) Sacc.
- Ramularia lindaviana* (Japp) Nannf.
- Stemphylium botryosum* Sacc.
- 2/2 *Ascochyta viciae* Lib.
- *viciae-pannonicae* Ondřej
- *viciae-villosae* Ondřej
- Diachorella onobrychidis* (DC.) Höhn.
- Diplodia mangini* Rayss
- Phyllosticta fabae* West.
- Septoria viciicola* Jørst.
- Stagonospora* spec.
- *viciae-pisiformis* Bub.
- Stagonosporopsis hortensis* (Sacc. & Malbr.) Petr.

7. Závěr

Invazní druhy rostlin a obzvláště nově se šířící plevelé již nejsou jen problémem zemědělců, kterým zaplevelení kulturních plodin působí značné potíže, či botaniků a vědců zabývajících se jimi po odborné stránce, ale týkají se nás všech. Jelikož většina nepůvodních druhů nemá velké nároky na živiny, najdeme je téměř všude, a to třeba i uprostřed města, na kraji silnic a bohužel i v lesích a vodních tocích, kde vytlačují původní druhy. Nastává tedy více než vhodná doba zaměřit se na jejich likvidaci. Tyto druhy jsou ale bohužel často odolné vůči běžně používaným herbicidům a ochrana proti nim je v případě jejich přemnožení velmi komplikovaná. Navíc použití chemické ochrany proti plevelům zatěžuje přírodní prostředí. Proto se v posledních letech hledají alternativní cesty v biologické ochraně proti plevelům, kde je snaha využívat přirozené biologické činitele v jejich regulaci.

Tato práce je zaměřena zvláště na houbové patogeny, jako potenciální biologické činitele, které by bylo možno eventuelně používat v biologické ochraně proti šíření plevelů. Právě zjištění spektra houbových patogenů na šířících se plevelích bych se chtěla věnovat ve svém dalším studiu, při kterém budu čerpat z literárního přehledu této bakalářské práce.

8. Použitá literatura

- Alber G. et al. (1986): Host range of *Puccinia expansa* Link (= *P. glomerata* Grev.), a possible fungal biocontrol agent against *Senecio weeds*. - Weed research, 26: 69-74.
- Andres L. et Bruckart W. (1985): Collection and processing of new fungal pathogens of *Euphorbia* weeds, especially Leafy Spurges. -Institut für Phytomedizin – Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, 3 p.
- Brandenburger W. (1985): Parasitische Pilze an Gefässpflanzen in Europa. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1248 p.
- Bubák F. (1906): Houby české. (1). Rezy (Uredinales). -Arch. Přírodov. Prozkoum. Čech 13,5: 1-228.
- Cardina J. (1995): Biological weed management. – In: Smith A. E. [eds.]: Handbook of weed management systems. New York: 279-341.
- Černý Z., Neruda J. et Václavík F. (1998): Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. - Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky v Praze, Praha, 44 p.
- Défago G., Kern H. et Sedlar L., (1985): Potential control of Weedy Spurges by the rust *Uromyces scutellatus*. - Weed Science, 33: 857-860.
- Deyl M. (1964): Plevelle polí a zahrad. - Československá akademie věd, Praha, 392 p.
- Dvořák J. et Smutný V. (2003): Herbologie - Integrovaná ochrana proti polním plevelům. - Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 186 p.
- Frantzen J. et Van der Zweerde W. (1994): Quantitative resistance of *Cirsium arvense* to root bud infection by *Puccinia punctiformis*. – Biocontrol Science and Technology 4: 223-228.
- Guske S., Boyle C. et Schultz B. (2004): Biocontrol options for *Cirsium arvense* with indigenous fungal pathogens. - Weed Research 44: 107-116.
- Hejný S. et al. (1973): Karanténní plevelle Československa. – Studie ČSAV, Praha, 1973/8: 1-156.
- Herben T. (1997): Jakou roli hraje rostlinné společenstvo v úspěšnosti invaze cizího rostlinného druhu? – In: Pyšek P. et Prach K. [eds.]: - Invazní rostliny v České flóře. -- Zpr. Čes. bot. společ., Praha, 32, Mater. 14: 7-12.
- Holec J. et al. (2005): Současné invazní polní plevelle. – Farmář 8: 29-30.
- Hron F. et Vodák A. (1959): Polní plevelle a boj proti nim. - SZN, Praha, 380 p.

- Jehlík V. et al. (1998): Cizí expanzivní plevely České republiky a Slovenské republiky. - Academia, Praha, 506 p.
- Kluth S., Kruess A. et Tschardt T. (2005): Effects of two pathogens on the performance of *Cirsium arvense* in a successional fallow. - *Weed research* 45: 261-269.
- Kneifelová M. et Mikulka J. (2003): Významné a nově se šířící plevely. - Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 60 p.
- Kočár P., Bastl M. et Prach K., (1997): Invaze neofytů do různě starých sukcesních stádií: experimentální přístup. – In: Pyšek P. et Prach K. [eds.]: - *Invazní rostliny v České flóře*. -- Zpr. Čes. bot. společ., Praha, 32, Mater. 14: 125-129.
- Kohout V. (1984): Regulace výskytu některých plevelných druhů na orných půdách. – VŠZ v Praze, Videopress MON, Praha, 119 p.
- Kohout V. et al. (1996): *Herbologie - Plevely a jejich regulace*. - Agronomická fakulta ČZU v Praze, Praha, 116 p.
- Mihulka S. (1997): *Invazní rostliny v úseku jihočeské krajiny*. – In: Pyšek P. et Prach K. [eds.]: - *Invazní rostliny v České flóře*. -- Zpr. Čes. bot. společ., Praha, 32, Mater. 14: 99-104.
- Mikulka J. et al. (1999): *Plevelné rostliny polí, luk a zahrad*. - *Farmář - Zemědělské listy*, Praha, 160 p.
- Mikulka J. et Chodová D. (2000): *Změny druhového spektra plevelů v České republice*. – In: *Sborník referátů z XV. České a Slovenské konference o ochraně rostlin*, Brno, 287-288.
- Mikulka J. et Kneifelová M. (2004): *Plevelné rostliny*. - Fontis, Praha, [CD - ROM].
- Mikulka J., Kneifelová M. et al. (2005): *Plevelné rostliny*. - Nakl. Profi Press, s. r. o., Praha, 148 p.
- Mlíkovský J. et Stýblo P., [eds.], (2006): *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. - Praha: ČSOP, 496 p.
- Mortensen K. (1998): *Biological control of weeds using microorganisms*. - In: Boland G. J. et Kuykendall L. D. [eds.]: *Plant-microbe interactions and biological control* (eds. GJ Boland et LD Kuykendall). - Marcel Dekker, New York: - 223-248.
- Petříček V. et al. (1999): *Péče o chráněná území - I. Nelesní společenstva*. - Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 456 p.
- Poelt J. et Zwetko P. (1997): *Die Rostpilze Österreichs. 2., revidierte und erweiterte Auflage des Catalogus Florae Austriae, III Teil, Heft 1, Uredinales*. *Biosystematics and Ecology Series No. 12*, Wien, 365 p.

- Prach K. et Pyšek P. (1997): Invazibilita společenstev a ekosystémů. – In: Pyšek P. et Prach K. [eds.]: - Invazní rostliny v České flóře. -- Zpr. Čes. bot. společ., Praha, 32, Mater. 14: 1-6.
- Pyšek P., Sádlo J. et Mandák B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. - Preslia, Praha, 74: 97-186.
- Pyšek P. et Tichý L. [eds.], (2001): Rostlinné invaze. – Rezekvítek ve spolupráci s Magistrátem města Brna, Botan. ústavem AV ČR, Přírodovědeckou fakultou Masarykovy univerzity v Brně a Biologickou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Brno, 40 p.
- TeBeest D. O. (1996): Biological control of weeds with plant pathogens and microbial pesticides. - Advances in Agronomy 56: 115-137.
- Van der Putten W. H. (2002): How to be invasive. – Nature 417: 32-33.
- Van der Putten W. H. et al. (2005): Invasive plants and their escape from root herbivory: a worldwide comparison of the root-feeding nematode communities of the dune grass *Ammophila arenaria* in natural and introduced ranges. – Biological Invasions 7: 733-746.
- Višňák R. (1997): Invazní neofyty v severní části České republiky. – In: Pyšek P. et Prach K. [eds.]: - Invazní rostliny v České flóře. -- Zpr. Čes. bot. společ., Praha, 32, Mater. 14: 105-115.
- Vondrášková Š. (2006): Kanadský výzkum činitelů biologické ochrany proti plevelům. - Top Crop Manager 33: 8-9.
- Zwetko, P. (2000): Die Rostpilze Österreichs: Supplement und Wirt-Parasit-Verzeichnis zur 2. Auflage des Catalogus Florae Austriae, III. Teil, Heft 1, Uredinales. Biosystematics and Ecology Series No. 16, Wien, 67 p.

Elektronické zdroje:

<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=411&ch=1&typ=1&val=45820> (Koubová, 2006) [cit. 2007-07-25]

<http://www.centaurea.cz/invazni-rostliny/situace-v-cr.htm> (2006) [cit. 2007-07-28]

<http://www.indexfungorum.org>

<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>

