

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERSITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2011

MARKÉTA VEISEROVÁ

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERSITA  
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE

ROSTLINNÉ INVAZE A JEJICH VLIV NA  
EKOSYSTÉMY ČR  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ: doc. Mgr. BOHUMIL MANDÁK, Ph.D.  
BAKALANT: MARKÉTA VEISEROVÁ

2011



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Markétu Veiserovou  
obor: aplikovaná ekologie

Název tématu: Rostlinné invaze a jejich vliv na ekosystémy ČR

Název tématu v anglickém jazyce: Plant invasions and their influence on ecosystems in the Czech Republic

### Zásady pro vypracování:

Rostlinné invaze představují poměrně reálnou hrozbu pro rostlinná společenstva, zejména pak v chráněných územích. Znalost rozšíření a ekologie invazních druhů v těchto oblastech je tak bezpodmínečně nutnou vstupní informací, vedoucí k úspěšné likvidaci invazních druhů. Bakalářská práce by se měla zaměřit na shromáždění dostupných informací o ekologii rukevníku východního (*Bunias orientalis*), kterýžto je invazním druhem zejména v klimaticky teplých oblastech ČR. Práce by měla vedle rešeršní části obsahovat i terénní část, spočívající v návržení metodiky mapování tohoto druhu na území CHKO Český kras a předběžné zpracování prvních výsledků. Manuskript by se měl sestávat z následujících oddílů:

- 1) Charakteristika rostlinných invazí a jejich dopad na rostlinná společenstva
- 2) Rešerše ekologické literatury týkající se invazního rukevníku východního
- 3) Návrh metodiky mapování rukevníku východního

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. Mgr. Bohumila Mandáka, Ph.D. Další informace mi poskytl Mgr. Tomáš Tichý. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 29.4.2011

.....

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce, doc. Mgr. Bohumilu Mandákovi, za odborné vedení a poskytnutí cenných rad a informací při tvorbě mé bakalářské práce. A také bych ráda poděkovala Mgr. Tomáši Tichému za pomoc při práci v terénu.

## **Abstrakt**

Invazní rostliny můžeme definovat jako druhy, které se dokáží šířit na větší vzdálenosti, úspěšně obsazovat dosažené lokality, pronikat jak na narušená, tak i přirozená stanoviště a vytlačovat z nich původní vegetaci (Pyšek 2001 in Pyšek et Tichý). Tato schopnost je dána jak vlastnostmi druhu, tak vlastnostmi stanoviště. Druhy jsou schopny invaze díky svým biologickým vlastnostem jako je rychlý růst, velká produkce semen, atd. (Herben 1997 in Pyšek et Prach). Dalšími faktory invazivity jsou chemické ovlivňování okolních rostlin (Černý et al. 1998), využití dočasně zvýšených zdrojů po disturbanci nebo ovlivnění stanoviště například přidáváním dusíku do půdy (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý). Na stanovišti jsou pak invazní druhy ovlivňovány klimatickými podmínkami nebo různými býložravci. Svou roli zde hraje i původ druhu (Pyšek 2001 in Pyšek et Tichý).

Invazní druhy rostlin se k nám dostávají různými cestami, a to hlavně za přispění člověka, už od pradávna a různou měrou ovlivňují původní vegetaci. Obsazují především antropicky narušená stanoviště, ale dostávají se i na okraje lesů a do luk.

Příkladem invazního druhu je *Bunias orientalis* – rukevník východní, který se stává invazním nejen na našem území, ale i jinde ve světě. Tento druh má mnohé vlastnosti, které mu umožňují invadovat velké plochy a to hlavně na rumišťích, v okolí cest a železničních náspů, na stavbách, atd. (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).

Aby invazní rostliny nevytlačovaly původní vegetaci, je proti jejich šíření nutné zasáhnout. To neznamená pouze mechanické ničení porostů, je zde zahrnuta i osvěta lidí, legislativní podpora a hlavně znalost invazních procesů a chování konkrétních druhů (Pyšek 2001 in Pyšek et Tichý).

Tato rešeršní práce by měla sloužit jako podklad pro zpracování diplomové práce, kde se zaměřím na mapování druhu *Bunias orientalis*. Pokusím se tak ukázat rozsah invaze druhu *Bunias orientalis* na území CHKO Český Kras a poukázat na případnou nebezpečnost tohoto druhu a velikost jím zasaženého území.

## **Klíčová slova**

*Bunias orientalis*, disturbance, šíření, antropogenní narušení

## **Abstract**

Invasive plants can be defined as species that can disperse over long distances, successfully occupying a site, infiltrating both the disturbed and unaffected habitats and displace native vegetation (Pyšek 2001 in Pyšek et Tichý). This ability is given by the properties of the species and the habitat characteristics. Species are capable of invasion due to their biological properties such as rapid growth, large production of seeds, etc. (Herben 1997 in Pyšek et Prach). Other factors of plant invasivity include the chemical influence on neighbouring plants (Černý et al. 1998), using a temporary increase in resources after a disturbance or modification of a habitat such as adding nitrogen to the soil (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý). The invasive species in a habitat is affected by climate conditions or different herbivores. The origin of the species also plays its role (Pyšek 2001 in Pyšek et Tichý).

Invasive species of plants spread to us in a variety of ways, especially with the contribution of man, and affect native vegetation to different degrees since ancient times. They occupy mainly anthropically disturbed habitats, but also get to the edges of forests and to meadows.

The example of invasive species is *Bunias Orientalis* – Turkish Rocket, which is becoming invasive not only in our country but also elsewhere in the world. This species has many features that enable it to invade large areas, mainly waste places, vicinity of roads and railway embankments, construction sites, etc. (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).

To prevent the invasive plant from displacing native vegetation, it is necessary to take action against their dispersal. This includes not only the growth destruction by mechanical means, but also educating people, legislative support and especially the knowledge of invasive processes and behavior of specific species (Pyšek 2001 in Pyšek et Tichý).

This recherche thesis should serve as a base for the elaboration of a diploma thesis, in which I will focus on mapping the spread of the species *Bunias orientalis*. I will attempt to show the extent of invasion of the *Bunias orientalis* species in the Bohemian Karst protected landscape area and highlight the potential hazardousness of this species and the size of the affected area.

### **Keywords**

*Bunias orientalis*, disturbance, dispersion, anthropogenic disturbance

# Obsah

<b><u>1. Úvod</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>2. Cíle práce</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>3. Invazní rostliny</u></b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Co je to invazní rostlina.</b> .....	<b>10</b>
3.1.1 Populačně biologické vlastnosti .....	<b>10</b>
3.1.2 Ovlivnění společenstva .....	<b>10</b>
3.1.3 Využití zdrojů .....	<b>11</b>
3.1.4 Ovlivňování prostředí .....	<b>11</b>
3.1.5 Vliv prostředí .....	<b>11</b>
<b>3.2 Dělení nepůvodních druhů</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Vliv původu na úspěšnost invazí</b> .....	<b>12</b>
3.2.1 Archeofyty a neofyty .....	<b>12</b>
3.2.2 Introdukce .....	<b>14</b>
a) úmyslná introdukce .....	<b>14</b>
b) neúmyslná introdukce .....	<b>15</b>
<b>3.3 Invazní druhy</b> .....	<b>16</b>
<b>3.4. Historie invazí</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5 Stanoviště</b> .....	<b>18</b>
3.5.1 Ve světě .....	<b>18</b>
3.5.2 Stanoviště obecně .....	<b>19</b>
3.5.3 Faktory stanovišť .....	<b>19</b>
a) Vlhkost .....	<b>19</b>
b) Živiny .....	<b>19</b>
c) Společenstva .....	<b>20</b>
d) Disturbance .....	<b>20</b>
3.5.4 Příklady konkrétních stanovišť .....	<b>21</b>
a) Města .....	<b>21</b>
b) Pobřežní vegetace .....	<b>21</b>
c) Dopravní koridory .....	<b>21</b>
<b>3.6 Strategie boje proti invazním rostlinám</b> .....	<b>22</b>
1. Vytvoření povědomí veřejnosti o invazních druzích a možných důsledcích invaze .....	<b>22</b>
2. Legislativa .....	<b>23</b>
3. Zamezení introdukcím .....	<b>24</b>



4. Získání informací o invazním druhu .....	25
5. Kontrola a likvidace invazního druhu .....	26
5.a Sekání .....	26
5.b Vyrývání a vykopání kořenů .....	26
5.c Biologické způsoby .....	26
5.d Chemické prostředky .....	27
5.e Likvidace odpadu .....	27
<b>3.7 Interakce .....</b>	<b>27</b>
3.7.1 Interakce s herbivory .....	27
a) Chemická ochrana .....	27
b) Kompenzační růst .....	27
3.7.2 Mezidruhová konkurence .....	28
<b><u>4. <i>Bunias orientalis</i> – rukevník východní</u> .....</b>	<b>29</b>
4.1 Původ a rozšíření ve světě .....	29
4.2 Rozšíření v ČR .....	30
4.3. Způsob šíření do ČR .....	32
4.4. Stanoviště .....	32
4.5. Společenstva .....	33
4.6 Zařazení druhu <i>Bunias orientalis</i> .....	33
4.7 Popis .....	34
4.8 Rozmnožování .....	34
4.9 Rizika invaze a prevence .....	36
4.10 Látky produkované druhem <i>Bunias orientalis</i> . .....	37
4.11 Genetický tok. ....	38
4.12 Vnitrodruhová konkurence .....	39
4.13 Schopnost invaze a konkurence .....	39
4.14 Pokus s motýlími herbivory .....	40
<b><u>5. Nastínění praktické části diplomové práce</u> .....</b>	<b>42</b>
5.1 Postup práce .....	42
5.2 První výsledky mapování .....	43
<b><u>6. Diskuze</u> .....</b>	<b>44</b>
<b><u>7. Závěr</u> .....</b>	<b>44</b>
<b><u>8. Seznam literatury</u> .....</b>	<b>45</b>

## **1. Úvod**

Člověk svou činností diversifikuje krajinu a vytváří značné množství stanovišť, která poskytují vhodná útočiště pro nepůvodní druhy. Biologické invaze jsou považovány za jeden z hlavních problémů globální změny (Vitousek et al. 1997). Nepůvodní rostliny napadají mnoho různých ekosystémů v téměř každé části světa. Vlivem narušení přirozených ekosystémů dochází k velkým změnám v druhovém zastoupení jednotlivých rostlinných druhů. Některé mizí nebo se vyskytují v nepatrných množstvích a mnohdy jsou ohrožovány některými velmi agresivními invazními rostlinami. Na četných lokalitách jsou zaznamenávány rozsáhlé změny v přirozených domácích společenstvech vlivem konkurenčního působení těchto nepůvodních rostlin (Černý et al. 1998).

Invazím nebyly ušetřeny ani chráněné oblasti. Nepůvodní druhy představují ve flóře chráněných území cizorodý element a mohou působit značné problémy v managementu, neboť nahrazují původní flóru a snižují diversitu, popřípadě mění zásadním způsobem stanovištní podmínky (Kučera et Pyšek 1997 in Pyšek et Prach).

Tato práce je zaměřena na sběr informací od různých autorů, kteří se touto problematikou zabývají. Těchto informací pak budu využívat při vypracování diplomové práce zaměřené na mapování invazního druhu *Bunias orientalis* v CHKO Český kras.

## **2. Cíle práce**

Cílem této rešeršní práce je vytvořit ucelené pojednání o invazních rostlinách, a to nejprve obecně a poté se zaměřením na druh *Bunias orientalis*. Tato práce by měla sloužit jako zdroj informací o invazním charakteru rostlin, které napomohou při vypracování diplomové práce. Diplomová práce bude zahrnovat terénní výzkum v CHKO Český kras. Díky znalostem chování druhu *Bunias orientalis* bude možné se pokusit o určité vyhodnocení problematiky na zkoumaném území.

## **3. Invazní rostliny**

### **3.1 Co je to invazní rostlina**

Invazní rostlina je taková rostlina, která se dokáže šířit na větší vzdálenosti, obsazovat dosažené lokality, pronikat na narušená či přirozená stanoviště a vytlačovat z nich původní vegetaci.

Otázkou, co vlastně činí rostliny invazními, se zabývá široká skupina vědců ale i přesto dodnes není zcela objasněná. Jsou však známy určité vlastnosti rostlin, na základě kterých se dá jejich invazibilita částečně předpovídat a zároveň vysvětlit (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

#### **3.1.1 Populačně biologické vlastnosti**

Úspěšnost invaze cizorodého druhu je dána především populačně biologickými vlastnostmi. Druh je schopen produkovat velké množství malých semen, může se šířit za pomoci zvířat, má velkou počáteční rychlost růstu, rychlé klíčení případně rychlé vegetativní množení. To všechno usnadňuje druhům šíření. Dalšími faktory jsou také velká vitalita a velmi dobrá odolnost vůči stresům (Herben 1997 in Pyšek et Prach; Černý et al. 1998).

#### **3.1.2 Vliv na společenstva**

Některé z invazních druhů dokáží svou vysokou agresivitou změnit původní zastoupení druhů rostlin a tato společenstva nahradit zcela novým typem vegetace (Černý et al. 1998).

V invazním procesu ale nezáleží pouze na vlastnostech rostliny, která chce proniknout do nového prostředí. Důležitým faktorem je také odpověď na toto snažení z řad již zavedených společenstev. Ty se totiž brání a brzdí tak invazní nástup cizího druhu. Toto ovšem není možné nějak obecně popsat, záleží totiž na kombinaci druhů na stanovišti a na podmínkách prostředí. Dá se ale říci, že přirozená společenstva jsou často velmi odolná k invazím. Pokud společenstvo není druhově nasyceno, nebo je málo zapojené (málo živin nebo vysoká hladina disturbance) je naopak

náchylnější. To platí i pro velký obrat druhů ve společenstvu v důsledku krátkověkosti nebo velkých disturbancí (Herben 1997 in Pyšek et Prach).

### 3.1.3 Využití zdrojů

Invaze jsou spojovány s disturbancemi v prostředí. Tato narušení způsobí dočasné zvýšení zdrojů na stanovišti (Davis et al. 2000). Nejčastější strategie invazních druhů je právě dokonalé využití zdrojů, ať už je to třeba voda, světlo nebo kyslík z vodního prostředí (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý).

### 3.1.4 Ovlivňování prostředí

Některé druhy naopak do ekosystémů zdroje, které v nich chybí, dodávají. Nejčastěji jde o dusík. Zásadně se tak mění rychlost a směr primární sukcese, neboť dusíkatými živinami obohacená stanoviště jsou snáze osídlena dalšími zavlečenými druhy (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý).

Kromě změn v půdě může invazní druh způsobit i snížení nábory původních druhů rostlin (Walker et Vitoušek 1991) nebo může dokonce změnit režim požárů. Některé druhy požárům zabraňují a mění tak po tisíciletí zavedený cyklický režim, jiné naopak požáry podporují (např. *Melaleuca quinquenervia*) (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý).

### 3.1.5 Vliv prostředí

Invaze usnadní také podobnost klimatu mezi oblastí původní a novou, absence škůdců a také to, že se druh vyvíjí z ekologických vazeb, které v místě původu regulují velikost jeho populace. Proto rostliny vždy lépe prosperují na nových stanovištích než na stanovištích, odkud pocházejí (Begon et al. 1997; Buschmann et al. 2005).

Stanovištní podmínky nedovolí každému druhu stát se invazním. Pokud je klima nepříznivé, může dojít k úhynu semenáčků, nebo se semena stanou kořistí drobných hlodavců, ptáků či hmyzu, nebo mohou zplesnivět a invaze je tak potlačena v samém zárodku (v této fázi se ještě o invazi samozřejmě mluvit nedá) (Pyšek 200 a in Pyšek et Tichý).

### **3.3 Vliv původu na úspěšnost invazí**

Evropské rostliny mají lepší dispozice k šíření do nových oblastí než rostliny z jiných kontinentů. Zejména ve Středozeří je podíl introdukovaných druhů nižší než kdekoli jinde na světě, zatímco velká část nepůvodních druhů na jiných kontinentech je především evropského původu. To umožňuje převážně adaptace na zemědělskou krajinu, které dosáhly středozeří druhy díky dlouhodobému soužití s člověkem (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

### **3.2 Dělení nepůvodních druhů**

Nepůvodní druhy České republiky se dělí podle různých kritérií do několika skupin a podskupin. Podle stádia invazního procesu, kterého druh dosáhne se rozlišují přechodně zavlečené (ty se v nové prostředí dlouhodobě nereprodukuje a jejich výskyt je závislý na opakovaném přísunu diaspor) a druhy naturalizované nebo také etablované (vytváří trvale se rozmnožující populace bez opakovaného přispění člověka). Pokud naturalizovaný druh vytváří hodně potomstva a rychle se šíří na velké vzdálenosti od zdroje populace, označujeme ho jako druh invazní (Křivánek et al. 2006 in Mlíkovský et Stýblo).

Další z možností je dělení podle způsobu zavlečení na úmyslné a neúmyslné, dále pak podle míry zdomácnění na ty, co se vyskytují pouze v antropicky narušených stanovištích a na ty, co se nalézají i v polopřirozené vegetaci. Podle času jejich příchodu na naše území se dělí na archeofyty a neofyty (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

#### **3.2.1 Archeofyty a neofyty**

Archeofyty jsou druhy, které k nám byly zavlečené do konce středověku (Darin et al. 2010). Jako mezník se uvádí rok 1 500 (Simonová et Lososová 2007). Jejich původ je většinou ve Středomoří nebo na Blízkém východě (Pyšek et al. 2002). Proto se na našem území vyskytují nejen na orné půdě, ale také v suchých travních porostech, které jsou podobné jejich původním stanovištím (Chytrý et al. 2005). Jelikož na ně působí antropogenní narušení už od neolitu, zdá se, že jsou schopni

reagovat na podmínky životního prostředí podobně jako původní druhy. Mnohé z nich jsou u nás již naturalizované (Pyšek et al. 2002).

Neofyty jsou druhy, které se také řadí mezi antropofyty protože jejich výskyt je vázán na člověkem narušená stanoviště (Višňák 1997 in Pyšek et Prach) nebo alespoň jejich největší podíl (Simonová et Lososová 2007). Jsou původu novověkého, dostaly se k nám přibližně po roce 1500 kdy byla objevena Amerika a došlo k výraznému nárůstu objevných cest (Darin et al. 2010). Pocházejí z různých kontinentů a většina má vyšší požadavky na teplotu, než druhy nativní ve střední Evropě (Pyšek et al. 2003). Z toho důvodu jsou teplá stanoviště v České republice náchylnější k invazím než chladné a vlhké oblasti (Pyšek et al. 2003). Dnes tvoří neofyty významnou a zcela běžnou součást naší květeny (Višňák 1997 in Pyšek et Prach). Mnohé z nich se vyskytují pouze jako příležitostné druhy, které se uchytí v počátcích po narušení prostředí. Narozdíl od archeofytů ještě nejsou tolik ovlivněné místními podmínkami a integrované do vegetace, jejich přizpůsobení stále probíhá (Pyšek et al. 2005). Většina je závislá na opakovaném vysazování (Simonová et Lososová 2007).

Invazní neofyty 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 v destrukci určitých typů přirozené vegetace. Tato obava je dnes již aktuální pro biotop pobřeží větších vodotečí, resp. celá jejich inundační pásma. Dnes jsou invazí neofytů znehodnoceny celé úseky říčních pobřeží, místy je pobřežní vegetace tvořena již jen neofyty (Višňák 1997 in Pyšek et Prach).

Počty archeofytů a neofytů podle různých charakteristik jsou uvedeny v tabulce níže (tab. č. 1).

	<b>Přechodně zavlečené</b>	<b>Etablované</b>	<b>Invazivní</b>	<b>Nebezpečné invazivní</b>	<b>Celkem</b>
<b>Archeofyty</b>	74	237	21	0	332
<b>Neofyty</b>	817	160	39	30	1046
<b>Nepůvodní celkem</b>	891	397	60	30	1378

**Tab. č. 1 – Složení české invazní flóry** (Pyšek et al. 2002)

Z tabulky vyplývá, že se u nás nachází podstatně více neofytů než archeofytů a že neofyty jsou více invazivní. První sloupec ale ukazuje, že většina z nich zmizí dřív, než se stihne zabydlet a negativně ovlivňovat okolní vegetaci.

Zdomácnělé druhy jsou naopak hlavně archeofyty. Protože se na našem území vyskytují dlouho, dokázaly se již přizpůsobit podmínkám prostředí i narušování.

Některé zdomácnělé druhy v současnosti silně ustupují a právem zde vzniká nutnost je chránit, protože se již staly součástí druhové rozmanitosti naší zemědělské krajiny (např. koukol polní). Desítky těchto druhů byly zařazeny do Červeného seznamu cévnatých rostlin ČR. Patří sem například *Ajuga chamaepitis*, *Bromus arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Galium tricornutum*, *Lolium remotum*, *Stellaria pallida*, *Veronica agrestis* a další (Pyšek et al. 2002).

### 3.2.2 Introdukce

Ze současných nepůvodních druhů unikajících z kultury do krajiny bylo 50,1% introdukovaných úmyslně, 42,7% neúmyslně a zbylých 7,4% druhů bylo nejspíš zaváděno oběma způsoby (Pyšek et al. 2002).

#### a) úmyslná introdukce

Cizí rostliny zaváděl člověk na nová stanoviště různými způsoby. Přehledným souhrnem úmyslné introdukce je následující tabulka (tab. č. 2), která navíc ukazuje, jak významné byly jednotlivé způsoby introdukce pro vegetaci České republiky.

účel dovozu	počet druhů	%druhů
okrasné	511	53,3
potrava	149	15,5
léčiva	99	10,3
krmivo, píče	74	7,7
krajinářství	44	4,6
medonosné	37	3,9
produkce oleje	13	1,4
produkce dřeva	13	1,4
barvivo	8	0,8
textilní vlákna	6	0,6
zemědělství krom potravin	5	0,5
<b>celkem úmyslně dovezených druhů</b>	<b>959</b>	<b>100</b>

Tab. č. 2 – Důvody úmyslné introdukce (Pyšek et al. 2002)

## b) neúmyslná introdukce

Hlavními způsoby cestování cizích druhů za pomoci člověka jsou dovoz druhů jako příměs v rostlinných produktech – hlavně osivo, ovoce, bavlna a dřevo. Další možností jsou převážena zvířata – semena v krmivu, srsti nebo v zaživacím traktu. Stejně se k nám mohly dostávat i se samotnou vlnou. Zdrojem byl i dovoz nerostných surovin, v minulosti hlavně z Ukrajiny, dále pak železniční nádraží, překladiště, říční přístavy, doprava po silnicích a dvory zpracovatelských závodů (Křivánek et al. 2006 in Mlíkovský et Stýblo).

Jehlík (1998) svými studiemi prokázal 3 hlavní migrační cesty, kterými se cizí druhy dostávají nejen na naše území ale i do celé střední Evropy. Jedná se o Labskou cestu, východní cestu a panonskou cestu adventivů.

U Labské cesty docházelo k lineárnímu šíření po toku z Hamburku do labských přístavů, zejména do Mělníku, Děčína a Ústí nad Labem a pak dále železniční a silniční dopravou. Svou roli zde hrálo také východoslovenské překladiště v Čierne nad Tisou, kam se vozilo ruské, ukrajinské a středoasijské obilí a v roce 1980 i obilí severoamerické.

Panonskou cestou adventivů se dostávají do České a Slovenské republiky druhy z Maďarska, Rumunska a celkově z Balkánského poloostrova a to zejména Podunajím a Pomoravím. Zdrojem diaspor je zde dovoz zrní, v minulosti to byly i četné migrace romského obyvatelstva.

Východní cesta se uplatňovala nejméně do minulého století, kdy cizí druhy přicházely z východu a jihovýchodu Evropy. Patří sem například *Bunias orientalis* a *Senecio vernalis*, tzv. „Staré druhy“. Výrazné uplatnění nastalo v roce 1946 se vzrůstem dovozu obilí z bývalého SSSR (Rusko, Ukrajina, střední Asie) po železnici opět přes Čierne nad Tisou. V současné době dovoz cizích druhů touto cestou klesá, protože obilí už se z SSSR nedováží. Adventivy se dostávají na naše území jen s dovozem železné rudy z Ukrajiny.

Jehlík (1998) dále zmiňuje ke každé cestě seznam druhů, které ji využívají pro šíření a celkově podrobně rozepisuje, kudy přesně a z jakých důvodů se rostliny šíří.



### 3.3 Invazní druhy

Příkladem může být třeba divizna malokvětá (*Verbascum thapsus*), u nás zcela neškodná, vytváří na Havajských ostrovech porosty 4 m vysoké a dokonce u ní dochází k tzv. fasciaci květenství. Další ukázkou je druh pýru ze severoamerických prérií – *Agropyron spicatum*, který ustoupil našemu sveřepu střešnímu (*Bromus tectorum*). Kořen sveřepu se dokáže vyvíjet i při nižších teplotách a proto, když se teploty zvednou a začne růst i pýr, má už sveřep bohatý kořenový systém a snáze čelí období sucha (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

IUCN publikoval seznam „Sto nejvíc invazních cizích druhů světa“, kde uvádí nejnebezpečnější invazní rostliny nejen vodní a terestrické ale i ostatní formy. Patří sem například trst' rákosovitá (*Arundo donax*), která pochází ze Středomoří a webová stránka profizahrada.cz ji uvádí jako jednu z nejatraktivnějších rostlin ozdobných listem vhodnou do velkých zahrad – čímž se odkrývá jeden ze způsobů jejího šíření. Další je třeba *Eichhornia crassipes* (tokozelka „vodní hiacint) nebo *Mimosa pigra* (citlivka). (Marinelli 2004).

Čeď	český název	Archeofyty	Neofyty	celkem druhů	celkem % nepůvodních
<i>Asteraceae</i>	hvězdnicovité	52	135	187	13,6
<i>Poaceae</i>	lipnicovité	38	113	151	11
<b><i>Brassicaceae</i></b>	<b>brukvovité</b>	<b>29</b>	<b>72</b>	<b>101</b>	<b>7,3</b>
<i>Fabaceae</i>	bobovité	13	76	89	6,5
<i>Rosaceae</i>	růžovité	16	62	78	5,7
<i>Lamiaceae</i>	hluchavkovité	18	46	64	4,6
<i>Chenopodiaceae</i>	merlíkovité	22	33	55	4
<i>Apiaceae</i>	okoličnaté	17	24	41	3
<i>Scrophulariaceae</i>	krtičníkovité	15	24	39	2,8
<i>Onagraceae</i>	pupalkovité	0	38	38	2,8
<i>Caryophyllaceae</i>	hvozdíkovité	17	20	37	2,7
<i>Solanaceae</i>	lilkovité	3	33	36	2,6
<i>Polygonaceae</i>	rdesnovité	2	27	29	2,1
<i>Boraginaceae</i>	brutnákovité	11	14	25	1,8
<i>Amaranthaceae</i>	laskavcovité	2	23	25	1,8
<i>Ranunculaceae</i>	pryšcovité	5	18	23	1,7
<i>Malvaceae</i>	slézovité	6	14	20	1,5
<i>Violaceae</i>	violkovité	7	10	17	1,2
<i>Geraniaceae</i>	kakostovité	5	11	16	1,2
<i>Liliaceae</i>	liliovité	1	14	15	1,1

Tab. č. 3 – Invazivita jednotlivých čeledí (Pyšek et al. 2002)

Tato tabulka (tab. č. 3) ukazuje zastoupení druhů jednotlivých čeledí na území České republiky.

Konkrétními druhy rostlin, které jsou silně invazní v České republice jsou například bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum* Somier et Levier), křídlatka japonská (*Reynoutria japonica* Houtt.) nebo křídlatka sachalinská [*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai], netýkavka žlaznatá (*Impatiens glandulifera* Royle), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis* L.), topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.), andělka lékařská (*Archangelica officinalis* / Moench./ Hoffm.) a další (Černý et al. 1998).

### **3.4. Historie invazí**

Šíření rostlin na nová území nemá za vinu pouze rozvoj průmyslu, dopravy a zemědělství. K tomuto jevu docházelo již dávno předtím i když ne v takové míře jako dnes. Bohužel až v posledních několika desítkách let si člověk uvědomil, co mohou zavlečené rostliny způsobit v původní vegetaci za škody.

Invaze rostlin (co se týče Evropy) proběhly v několika vlnách, v nichž možnosti přesunu rostlin a živočichů závisely na odlišných faktorech – hlavním faktorem byl a stále zůstává člověk (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý). Počátky úmyslné i neúmyslné introdukce druhů sahají až do období neolitické revoluce (přibližně 5 300 př.n.l.) (Křivánek et al. 2006 in Mlíkovský a Stýblo). Období neolitu je bráno jako první vlna a její trvání zahrnuje asi sedm tisíc let. Pokud člověk rozšířil nějaký druh ještě před počátkem neolitu, je považován 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. Invaze tehdy probíhaly pouze v rámci Starého světa (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý). Až do pozdního středověku totiž převažoval lokální obchod, i když již existovalo několik hojně využívaných obchodních cest pro dopravu solí, zlata a jantaru (Křivánek et al. 2006 in Mlíkovský a Stýblo). Hlavními příčinami postupného šíření zavlečených druhů byly migrace, války, osidlování ostrovů a vytváření imperií.

Historický zlom přinesl konec 15. stol. objevem Ameriky. To odstartovalo nárůst objevných cest a import nových produktů a druhů z jiných kontinentů a také druhou vlnu invazí. Do Evropy začalo proudit mnoho rostlin z exotických krajů a vznikaly první botanické zahrady. Zpočátku byla hlavním zdrojem Amerika ale

v druhé polovině 19.stol. se obrátila pozornost na východ do Číny odkud byly dovezeny tisíce do té doby neznámých druhů (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

Rozsáhlé změny od poloviny 19. stol. souvisely s rozvojem průmyslu, urbanizace a komunikací (Jehlík 1998), svůj díl zde má i pomoc rozvojovým zemím a v neposlední řadě světové války . Tato poslední pomyslná vlna představuje zcela novou éru (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

Z globálního hlediska je však mnohem důležitější introdukce druhů z Evropy do Nového světa s jejichž důsledky se mnohé oblasti dodnes nedokázaly vyrovnat. Kolonizátoři tam druhy dováželi jak úmyslně, jako oblíbené potraviny, tak neúmyslně se zvířaty a jejich krmivem (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

### **3.5 Stanoviště**

#### **3.5.1 Ve světě**

V globálním měřítku platí, že oblasti jižní polokoule jsou více zasaženy invazemi než severní a ostrovy jsou náchylnější než pevnina (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý). Co se týče jižní polokoule jedná se hlavně o fynbos v jižní Africe (tvrdolistá vegetace), o Austrálii a z ostrovů pak o Havajské souostroví, Nový Zéland a Madagaskar. Příčinou je zřejmě odlišný geohistorický vývoj a s tím spojená větší biogeografická izolace a evoluční odlišnost tamní flóry (Heywood 1989). U ostrovů se někdy předpokládá, že nejsou druhově nasycené, je tam tedy „volné místo“ pro nově přichozí invazní druhy (Marinelli 2004). S velkými invazemi se potýká také Kalifornský Chaparral. Dlouhotrvající názor, že deštné pralesy jsou vůči invazím odolné, už bylo ovšem také třeba opustit, protože i z tohoto biomu již známe minimálně 40 druhů schopných úspěšné invaze (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

K poměrně odolným oblastem v rámci tvrdolisté vegetace patří Mediterán, odkud naopak naprostá většina druhů napadajících jiné oblasti tvrdolisté vegetace, pochází. Mediterán je totiž dlouhodobě vystavena působení člověka a z části se na toto působení dokázal adaptovat (Prach et Pyšek 1997 in Pyšek et Prach).

### 3.5.2 Stanoviště obecně

Nejvíce hostí invazní druhy vegetace sídel, skládky, navážky, staveniště, rumišť, silniční příkopy, zákoutí, ladem ležící plochy, úhory, pobřežní vegetace a oblasti podél řek atd. Ve všech těchto ekosystémech se snoubí permanentní a důkladné narušování vegetačního krytu, ať už je původce člověk (obchod, cestování, pohyb materiálu atd.) nebo příroda (požár, záplavy atd.) (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

Ve střední Evropě se nepůvodní druhy nacházejí častěji v teplejších oblastech s nižší nadmořskou výškou (Pyšek et al. 2005). Naopak typicky vlhké a zastíněné lokality ve vyšších polohách cizí rostliny tolik neosidlují (Simonová et Lososová 2007).

### 3.5.3 Faktory stanovišť

#### a) Vlhkost

Prach et Pyšek (1997) ve svém článku Invazibilita společenstev a ekosystémů uvádí, že nejčastěji invadovaná jsou poněkud sušší stanoviště s méně hustým vegetačním pokryvem. Své výsledky zde porovnávají s výsledky Rejmánka (1989). Rejmánek dokládá některými daty, že mezická stanoviště jsou náchylnější k invazím, než stanoviště suchá a vlhká.

#### b) Živin

Přidávání živin do ekosystémů, ke kterému dnes často dochází, invaze spíše podporuje než naopak (Hobbs et Humphries 1995). Proces umělého obohacování půdy lze svým způsobem považovat také za disturbance a disturbance obecně invazním druhům vyhovují. Jedná se ale pouze o domněnku a aby bylo možné ji s jistotou potvrdit, je potřeba provést na toto téma – tedy jestli zvýšené množství živin podporuje invaze či nikoli - podrobné studie (Prach et Pyšek 1997 in Pyšek et Prach).

V živinami přirozeně chudých ekosystémech jsou některé invazní druhy schopny zvýšit množství dusíku natolik, že dojde k celkové postupné proměně

druhového složení původní vegetace a následné invazi jiných druhů do takto změněného ekosystému (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý). V tomto případě invaze na umělém dodání živin nejsou závislé.

### **c) Společenstva**

Obecně lze říci, že všechna společenstva jsou v zásadě invadovatelná jak tvrdí Williamson (Williamson 1996 ex Prach et Pyšek), jen některá více a některá méně. Rámcově se předpokládá, že mladší sukcesní stádia společenstev jsou více invadovaná než stádia starší (Hobbs et Humphries 1995). Tento názor zatím nebyl potvrzen, stejně jako názor, že hustší a vyšší porost, který má větší biomasu a diverzitu je vůči invazím odolnější (Drake et al. 1989 ex Prach et Pyšek). Upouští se i od tvrzení, že společenstva s vyšší diverzitou jsou celkově stabilnější. (Prach et Pyšek 1997 in Pyšek et Prach).

### **d) Disturbance**

V invazních procesech hraje disturbance významnou roli. Narušení může mít za následek přísun nových diaspor (Williamson 1996 ex Prach et Pyšek), vyvolání kompenzačního růstu a rozvoj vegetace. Tyto účinky se liší podle typu, frekvence a intenzity režimu narušení (Woitke et Dietz 2002).

Některá společenstva jsou na pravidelné disturbance vázaná, a to tak, že je může snížení intenzity dané disturbance dokonce negativně ovlivnit – příkladem je třeba zamezení přirozených požárů v prériích střední Ameriky. Změny režimu disturbancí zřejmě naruší konkurenční vztahy mezi domácími druhy a dojde k destabilizaci společenstva, které se stane náchylnější k invazím (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý).

Disturbance může přispívat také ke zvýšení genetické variability. Tím se uměle zvyšuje tok genů a to umožňuje rostlinám lépe se adaptovat na nepředvídatelné podmínky na narušených stanovištích (Herben 1997 in Pyšek et Prach).

Obecně lze říci, že slabší konkurenti se vyskytují na poměrně často narušovaných stanovištích, zatímco silnější konkurenti převládají ve stálejších podmínkách (jen řídké narušovaných) (Dietz et al. 1998).

### **3.5.4 Příklady konkrétních stanovišť**

#### **a) Města**

Městská flóra je nejbohatší co se týče obsahu cizích druhů. Zároveň je významným zdrojem nepůvodních druhů v šíření do menších sídel a volné krajiny. Počet neofytů se zvyšuje s velikostí města. To souvisí se zvyšující se různorodostí stanovišť. Archeofyty naopak vyhledávají raději menší města, obce a zemědělskou krajinu. Tento fenomén byl sice pozorován, ale zatím není potvrzen (Pyšek 1998).

Městské aglomerace jsou dobře známé tepelné ostrovy, kde se daří druhům z klimaticky teplejších oblastí, jež by ve volné krajině jen těžko přežily (Pyšek 2001a in Pyšek et Tichý). Podíl nepůvodních druhů v našich městech tvoří 39,3% vegetace což je procento srovnatelné s jinými velkými středoevropskými městy (Pyšek 1998).

#### **b) Pobřežní vegetace**

Hlavním činitelem, který zde tvoří disturbance, není člověk, ale podle očekávání voda. Povodně zásadně mění vegetační kryt i podmínky v prostředí. V záplavových ekosystémech mohou být rozlišovány dva hlavní faktory ovlivňování. Jedná se o poruchy způsobené přímo vodou, jež mají za následek mechanické ničení vegetace a stres v podobě nedostatku kyslíku. Druhým faktorem je sediment, který s sebou voda přinese. Tento sediment může obsahovat semena z jiných oblastí a také živiny, které podpoří růst nové vegetace (Kovář et al. 2002).

#### **c) Dopravní koridory**

Méně nápadná forma narušení je rozdělení lokalit dopravními koridory jako jsou dálnice, silnice, železnice a další, které často mění režimy ekosystémů v mnoha oblastech světa (Forman et Alexander 1998). Fragmentované lokality mají více hran než kontinuální stanoviště (Tabarelli et al. 1999) a tím se zvyšuje jejich náchylnost k invazím a častěji zde dochází ke ztrátě původních druhů (Vitoušek et al. 1997, Tabarelli et al. 1999).

Díky antropogenímu narušení dochází k odstranění bariér, které zabraňují invazím a oblasti se stávají více zranitelnými (Johnstone 1986 ex Hansen et

Clewenger 2005). Dopravní koridory mění skladbu rostlinných společenstev a vytváří mezery v porostu, také mění světelné podmínky na stanovišti a vlhkost půdy (Parendes et Jones 2000). Provoz napomáhá šíření semen a vegetativních částí rostlin turbulencemi vzduchu. Dopad dopravních koridorů na okolní prostředí často sahá daleko za okraj koridoru (Hansen et Clewenger 2005).

### **3.6 Strategie boje proti invazním rostlinám**

Strategie boje proti invazním druhům rostlin se dá popsat v několika hlavních bodech:

1. Vytvoření povědomí veřejnosti o invazních druzích a možných důsledcích invaze
2. Legislativa
3. Zamezení introdukcím
4. Získání informací o invazním druhu
5. Kontrola a likvidace invazního druhu (Pyšek 2001b in Pyšek et Tichý)

#### **1. Vytvoření povědomí veřejnosti o invazních druzích a možných důsledcích invaze**

Klíčovým předpokladem boje proti invazním rostlinám je informovanost veřejnosti. Je potřeba srozumitelně vysvětlit lidem, co to vlastně invazní rostliny jsou a jak se liší od původních druhů, dále také jejich vliv na rostlinná společenstva a v neposlední řadě ekonomické důsledky.

Podpora veřejnosti může usnadnit zavádění nových legislativních opatření, přispět k omezení introdukovaných druhů v parcích, zahradách, při zalesňování, rekultivaci atd. (Pyšek 2001b in Pyšek et Tichý).

Veřejnost v České republice je o této problematice informována nedostatečně (MŽP 2005). Ve světě se běžně vydávají popularizační knihy, praktické návody a materiály, jak se k takovým rostlinám chovat a jak se jim vyvarovat. U nás jsme v tomto ohledu teprve na začátku (Pyšek 2001b in Pyšek et Tichý).

## 2. Legislativa

Informace uvedené v této kapitole byly čerpány ze Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky vydané v roce 2005 Ministerstvem životního prostředí a doplněny několika internetovými zdroji.

V České republice je problematika biologických invazí řešena na několika výzkumných pracovištích a managementem se v jednotlivých oblastech ČR zabývá jednak státní správa, jednak nevládní organizace. Přesto není toto téma uspokojivě řešeno a podrobně se jím nezabývá žádný strategický dokument ochrany přírody a krajiny. (Terminologicky, legislativně, organizačně a finančně není problematika invazních druhů komplexně řešena).

Legislativa v oblasti problematiky biologických invazí je řešena pouze okrajově některými předpisy. Preventivní opatření proti šíření nepůvodních druhů obsahuje zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Ten stanoví, že záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody (v § 5 odst. 4 neplatí pro schválený lesní hospodářský plán nebo vlastníkem lesa převzatou lesní hospodářskou osnovu). Záměrné rozšiřování křížence rostlin či živočichů do krajiny je možné jen s povolením orgánů ochrany přírody, kterým jsou v tomto případě krajské úřady. Zákon však neukládá sankce za nedodržení zákona.

Státní program ochrany přírody a krajiny ČR (SPOPK ČR, 1998) se problematikou invazních druhů nezabývá. Cíle, týkající se nepůvodních invazních druhů, jsou zakotveny pouze ve Státní politice ŽP 2004 - 2010 (usnesení vlády č. 235/2004). Na úrovni nestátních neziskových organizací řeší problematiku biologických invazí některé základní organizace Českého svazu ochránců přírody.

V souvislosti s negativními dopady šíření invazních druhů bylo přijato několik mezinárodních úmluv, které mají souvislost s negativními dopady šíření invazních druhů:

- Mezinárodní úmluva o ochraně rostlin (Řím, 1951)
- Úmluva o ochraně evropské fauny flóry a přírodních stanovišť (Bern, 1979)
- Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD, Rio de Janeiro 1992)
- Evropská úmluva o krajině (Florence, 2000) (Srch 2009)



Legislativa ES se touto problematikou zabývá ve směrnici 79/409/EHS o ochraně volně žijících ptáků a ve směrnici 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Podle obou směrnic záměrné vysazování jakéhokoli nepůvodního druhu do volné přírody musí být provedeno tak, aby nedošlo k poškození přírodních stanovišť nebo původních volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Od roku 1969 probíhá program Výboru SCOPE, na nějž v r. 1982 navázal program Ekologie biologických invazí (Ecology of Biological Invasions) a od r. 1997 Světový program invazních druhů (Global Invasive Species Programme - GISP). Pro hodnocení dopadů invazí na ekosystémy vytvořil IUCN – Světový svaz ochrany přírody specializovanou skupinu pro invazní druhy (Invasive Species Specialists Group). Jedním z výsledků této aktivity je i Mezinárodní databáze invazních druhů.

Česká republika je členem Evropské organizace pro ochranu rostlin (European and Mediterranean Plant Protection Organization-EPPO). Tato organizace vede seznam nebezpečných invazních rostlin. Některé z nich jsou pěstovány jako obnovitelný zdroj energie, proto Rada EPPO vydala v září 2007 doporučení, ve kterém varuje před touto rizikovou činností a klade důraz na přijímání preventivních opatření zabráňujících rozšíření invazních nepůvodních rostlin (Doležalová 2011).

### **3. Zamezení introdukcím**

Rostliny se mohou na nová stanoviště dostávat různými způsoby (viz kapitola introdukce) a proto není snadné hlavně neúmyslnou introdukci nějak výrazně omezit. Jednou z možností je kontrola distribuce semen a sazenic zahradnických firem, dále pak kontroly na letištích a v přístavech (Pyšek 2001b in Pyšek et Tichý). Vhodná je také kontrola osiva v zemědělství a krmiva pro zvířata.

Prevence je v tomto případě daleko levnější než pozdější boj s již zavedeným invazním druhem. Jen pro představu, od roku 1997 do roku 2002 bylo ze Státního programu péče o krajinu ze sekce týkající se volné krajiny investováno do omezení invazních druhů a náletů nepůvodních dřevin přes 6,6 milionů Kč. Největší podíl připadl na likvidaci porostů křídlatek (*Reynoutria* spp.) a to téměř 2,5 milionů Kč.

Celosvětově se odhaduje, že invazní rostliny způsobují globální ekonomice roční ztráty ve výši 1,4 bilionu USD což představuje přibližně 5% HDP planety (Pimental 2002 ex Křivánek 2004).

#### **4. Získání informací o invazním druhu**

Jednou z možností, jak zabránit invazi některých druhů včasným zákrokem je schopnost předvídat chování rostlin. To ovšem není snadné, protože invazní rostliny mají vysokou ekologickou a taxonomickou diverzitu a invazivita se může v rámci druhu měnit. O většině rostlin také není k dispozici dostatečné množství informací. Cizí invazní rostliny tvoří velmi heterogenní skupinu zahrnující všechny životní formy a mnoho rodin (Pyšek 1998), proto je zevšeobecňování invazí obtížné (Weber et Gut 2004).

Floristický výzkum na území České republiky se datuje od druhé poloviny 18. století. I přes to stále není dostatečné množství informací o rostlinných invazích a ne všechny údaje, které jsou k dispozici, jsou stoprocentně spolehlivé. Záznamy o „přistěhovalcích“ jsou obvykle rozptýleny v místní literatuře, z nichž většina není zahrnuta ve významnějších publikacích. Pokus o sestavení seznamu pro jakékoliv území tak přináší na světlo údaje, které by jinak byly ztraceny (Pyšek et al. 2002).

V současnosti využívané a testované modely předpovědí budoucího chování potencionálně invazních druhů jsou založeny na mnoha ekologických, geografických a historických údajích. Tyto modely v 70–90% případů umožňují správně předpovědět budoucí invazivitu druhů. Předpovídání budoucího chování je však zatíženo vysokou mírou náhody, která často odstartuje invazi do té doby neškodných druhů (Křivánek et al. 2006 in Mlíkovský et Stýblo).

V Evropě má nejlepší dostupné údaje o introdukovaných rostlinách, co se týče úplnosti seznamu druhů, Velká Británie (Clement et Foster 1994 ex Pyšek et al. 2002). Úplný seznam nepůvodních druhů s floristickým stavem, stupněm naturalizace, datem a způsobem zavádění a chorologickými, biologickými a ekologickými údaji budou brzy k dispozici také pro Německo (Kuehn a Klotz 2002 ex Pyšek et al. 2002 ). Švýcarsko je další Evropskou zemí s pevnými informacemi o cizích rostlinách projekt na toto téma začala také v Itálii (Weber 1999).

## **5. Kontrola a likvidace invazního druhu**

Pokud se některý cizí druh, který se vyskytuje na našem území, začne rychle šířit na velká území, může to znamenat, že se jedná o druh invazní a je tedy třeba jeho další šíření monitorovat a v případě potřeby začít s likvidací. Likvidace se právem stávají objektem zájmu odborných pracovníků, orgánů státní správy, zaměstnanců specializovaných firem, ale i vlastníků pozemků (Černý et al. 1998).

Způsobů likvidace je celá řada a jeho volba závisí na několika faktorech, jako je druh rostliny, její velikost, způsob rozmnožování, růstové stádium a další (Černý et al. 1998). Monitorování a likvidace bohužel nejsou dostatečně finančně zabezpečené, neexistuje ani žádná všeobecně přijímaná metodika (MŽP 2005).

Já zde uvedu některé ze základních možností postupů.

### **5.a Sekání**

Sekání vegetativních orgánů rostlin se nejčastěji provádí v době květu. Tím rostlině zabráníme vytvořit semena a následně se vysemenit, nedojde však k jejímu zničení. Invazní druhy mají většinou vysokou schopnost regenerace a proto je nutné zákrok opakovat několikrát do roka (Černý et al. 1998).

### **5.b Vyrývání a vykopání kořenů**

Pokud je rostlina schopná regenerovat z kořenového systému, je nutné kořeny vykopat a důkladně vybrat z půdy. Tento způsob je dobré kombinovat podle možností s herbicidy. Pravděpodobnost, že se podaří rostlinu napoprvé úplně zlikvidovat je nízká. Tato metoda je velice pracná, proto se nepoužívá, pokud je potřeba likvidovat velké porosty (Černý et al. 1998).

### **5.c Biologické způsoby**

Je možné použít pastvu zvířat nebo vliv ostatních živočichů. Pro pastvu jsou vhodné ovce nebo skot. Je potřeba pastvu zahájit včas, aby rostliny nebyly přerostlé a zvířata je přijímala. Tímto způsobem je možné potlačovat například křídlatku (Černý et al. 1998).

## **5.d Chemické prostředky**

Tento způsob je nejúčinnější. Důležité je vybrat vhodný typ herbicidu, zvolit optimální čas a způsob zásahu a použít vhodnou aplikační techniku. Také je třeba brát v úvahu požadavky ekologické a ekonomické (Černý et al. 1998).

## **5.e Likvidace odpadu**

Všechny odpad z invazních rostlin by měl být bezezbytku zlikvidován, a to buď tak, že se zkompostuje nebo se nechá rozložit na slunci ve speciálních plastových pytlích. (Marinelli 2004).

## **3.7 Interakce**

### **3.7.1 Interakce s herbivory**

#### **a) Chemická ochrana**

Některé rostliny jsou schopné produkovat určité chemické látky, kterými se brání jak ostatním rostlinám (produkce alelopatických látek, glukosinoláty), tak herbivorům.

Chemická obrana není účinná vždy a proti všem konzumentům. Je jisté, že to co je pro některé živočichy nepřijatelné, mohou jiní považovat za vybranou pochoutku. Mnozí býložravci (zejména hmyz) se specializují na jeden či několik rostlinných druhů, jejichž obranu již překonali (Begon et al. 1997). Například slimáci se rádi pasou na některých druzích *Brassicaceae*, dokonce je preferují před jinými druhy a to navzdory skutečnosti, že *Brassicaceae* obsahují hořčičné oleje o kterých je známo, že slimáky odrazují (Briner et Frank 1998).

#### **b) Kompenzační růst**

Rostliny mohou kompenzovat působení býložravců různými způsoby. Pokud dojde k odstranění horních listů z rostliny, sníží se tak zastínění jiných listů, a tak se

zvýší fotosyntéza. Naopak pokud jsou odstraněny listy zastíněné, může dojít ke zlepšení poměru mezi fotosyntézou a respirací celé rostliny.

Další reakcí na působení hmyzu je často kompenzace využitím rezerv, které má rostlina uložené v různých pletivech a orgánech.

Může se také změnit rozdělení asimilátů v rostlině. Rostlina se snaží zachovat rovnováhu mezi kořeny a prýty a pokud dojde k poškození některé části a tedy k narušení této rovnováhy, jdou zásoby do poškozeného místa, aby stav opět vyrovnaly (Crawley 1983 ex Begon et al. 1997).

Citlivost rostliny na poškození od býložravců závisí jak na druhu, tak na růstové fázi (Buschmann et al. 2006).

### **3.7.2 Mezidruhov<sup>á</sup> konkurence**

Podstata mezidruhov<sup>é</sup> konkurence tkví v tom, že plodnost, délka života nebo růst jedince jednoho druhu omezuje růst jedince druhého druhu. Navzájem si totiž odčerpávají zdroje nebo působí jiné interference.

I když se mezidruhov<sup>á</sup> konkurence projevuje, nemusí nutně dojít až do úplného konce. Systém nemusí nezbytně dosáhnout rovnováhy a silnější konkurenti nemusí vždy potlačit slabší druhy. Je nutné vzít v úvahu, že mezidruhov<sup>á</sup> soutěž je ovlivněna nestálým a nepředvídatelným prostředím a způsobem reakce druhů na tyto situace. K rovnováze v přírodě dochází jen zřídka, důležitá je rychlost, s jakou se daný systém rovnováze blíží (Begon et al. 1997).

## **4. *Bunias orientalis* – rukevník východní**

### **4.1 Původ a rozšíření ve světě**

*Bunias orientalis*, též zvaný bradavičnaté zelí, je divoká vytrvalá brukvovitá rostlina pocházející z východní Evropy a jihozápadního Ruska (Dietz et Ullmann 1997). Některé prameny uvádějí, že pochází z vyšších poloh Arménie (Dietz et Winterhalter 1995). Jehlík (1998) dále informaci doplňuje, že v oblasti Arménské vysočiny roste v nadmořské výšce 1000–2500 m, většinou v území s kontinentálním klimatem blížícím se stepnímu.

Do Evropy byl introdukován přes Kavkaz a je zde znám již v 18. století (Brock et al. 2006). Předpokládá se také, že se do Evropy dostal s ruskou armádou, jakožto doplněk v krmení pro koně (Birnbaum 2006). Za posledních 25 let se stal vysoce invazním druhem v různých částech severní a střední Evropy (Woitke et Dietz 2002).

Konkrétně je nyní považován za škůdce v Německu, Polsku, Švédsku, v Belgii a Norsku (Jehlík 1998). Naturalizovaný je také ve Finsku, Dánsku, Estonsku, Lotyšsku, Litvě, Švýcarsku v Česká republice, na Slovensku a v evropské části Ruska (Birnbaum 2006). Méně běžný je pak tento druh v některých částech západní Evropy, včetně Nizozemska, Británie, Francie a Rakouska (Dietz et al. 1996 ex Harvey et al. 2010).

*Bunias orientalis* se rozšířil i do Severní Ameriky v 19. století nebo i dříve. V USA se ale dnes zdá být prakticky zaniklý jak uvádí USDA 2002 (USDA 2002 ex Buschmann et. al. 2005).

Pro přesnou představu rozšíření *Bunias orientalis* v Evropě a západní Asii je zde přiložená mapka rozšíření tohoto druhu (obr1).



**Obr. č. 1 – Rozšíření druhu *Bunias orientalis* v Evropě a v západní Asii (Harvey et al. 2010).** Černé kruhy naznačují oblasti, kde *Bunias orientalis* je původním (domácím) druhem; otevřené kruhy ukazují oblast, kde je tento druh velmi invazivní; černé hvězdy pak vymezují oblast, kde je tento druh přítomen, ale nechová se invazivně (Jalas et Suominen 1972–1994 ex Harvey et al. 2010).

Z mapky (obr.1) vyplívá, že i když se *Bunias orientalis* dostal skoro do celé Evropy, na některých místech (převážně v západní Evropě) se zatím nechová invazivně a v některých zemích (Island, Portugalsko, Španělsko a převážná část zemí Balkánského poloostrova) dokonce zcela chybí.

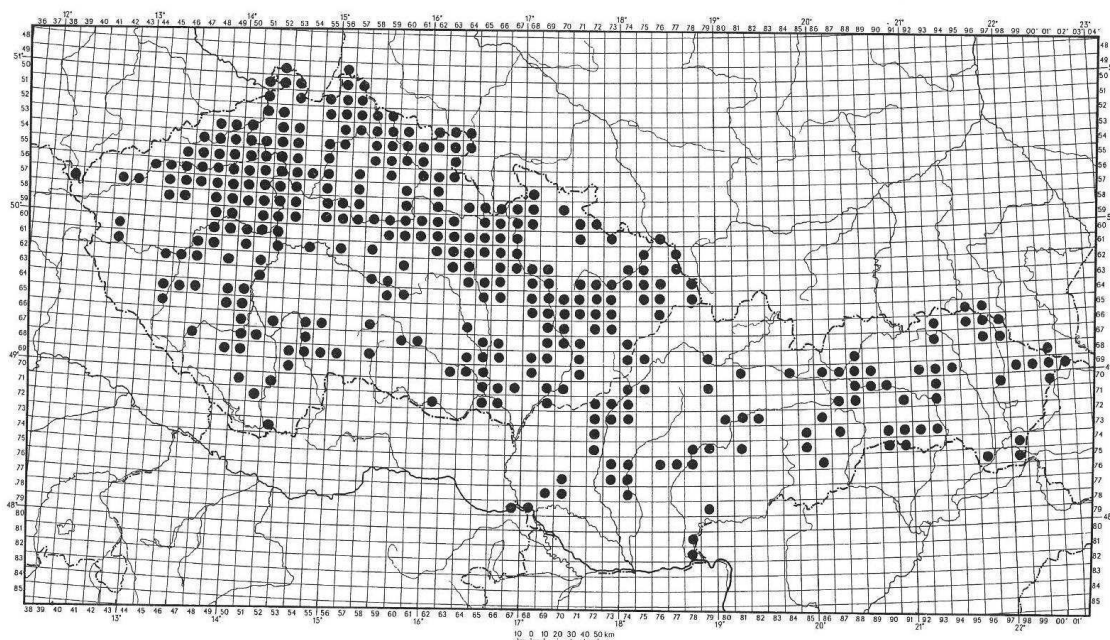
#### **4.2 Rozšíření v ČR**

*Bunias orientalis* je synantropní rostlina s těžištěm výskytu v termofytiku a v teplejších oblastech mezofytika, v oreofytiku se vyskytuje velmi vzácně (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003). Chladné oblasti při svém šíření *Bunias orientalis* většinou mívá (Jehlík, 1998).

Nejčastěji se vyskytuje v oblastech svým charakterem zemědělských a zejména průmyslových s rozvinutou železniční dopravou – především v severních a severozápadních Čechách, v okolí Plzně, Prahy a ve středním Polabí, dále na jižní, střední a severní Moravě (zvláště v okolí Brna, Olomouce, Hranic a Ostravy) (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).

Do vyšších nadmořských výšek proniká jen vzácně. V České republice dosahuje své výškové maximum ca 680 m.n.m v Horním Dvořišti na železničním nádraží (submontánní stupeň). Přestože je to druh na území ČR poměrně hojný, doposud nepronikl do některých poměrně rozsáhlých území jako jsou západní Čechy, jihočeské pohraničí, jihovýchodní Čechy, místy chybí na severní Moravě ve Slezsku (Jehlík 1998).

Nejstarší doklad výskytu druhu v Čechách pochází z r. 1856 (Jindřichův Hradec), na Moravě z r. 1897 (Brandýs u Českého Těšína). Intenzivnější šíření se datuje zejména z období po 2. světové válce (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).



**Obr. č. 2 – Rozšíření *Bunias orientalis* v České a Slovenské republice (Slavík 1998 in Jehlík)**



### **4.3. Způsob šíření do ČR**

*Bunias orientalis* se k nám dostával různými způsoby, převážná většina z nich má společného jmenovatele a tím je lidská činnost.

Dříve byla tato rostlina pěstována jako pícnina a zřídka se také pěstovala jako okrasná rostlina a pro sklizeň jedlých mladých listů. (Kull et al. 2005 ex Birnbaum 2006). Z polí a zahrad pak pronikala dál do krajiny.

K šíření přispívá také dovoz cizího (východoevropského) obilí a osiva, v menší míře také dovoz nerostných a pravděpodobně i textilních surovin. Do volné přírody se mohl dostat také z některých botanických zahrad, ve kterých byl pěstován (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).

*Bunias orientalis* se díky své schopnosti regenerace z kořenových fragmentů dostává na nová území například i v zemině (Birnbaum 2006).

Za druhé světové války nebo po roce 1968 k nám byl tento druh zavlékán při přesunech vojsk. Další možnost šíření bylo krmivo pro ryby na rybnících a ve výjimečných případech s vlnovým odpadem (nikoli však s bavlnou) (Jehlík 1998).

Lhotská et al. (1987) pak uvádí jako prostředek k šíření trus domácích zvířat a svůj podíl tu mají i ptáci při sběru potravy a stavbě hnízd.

Dnes je *Bunias orientalis* zcela nezávislý na opakovaných introdukcích. Šíří se krajinou převážně na synantropní stanoviště a pro své intenzivní šíření je registrován jako karanténní plevel (Jehlík 1998).

### **4.4. Stanoviště**

*Bunias orientalis* je výhradně synantropní druh (Jehlík 1998). Vyskytuje se v nížinných oblastech na bohatých vápenatých půdách, se středně vysokou vlhkostí (Woitke et Dietz 2002), dusíkem více méně obohacených a různým chemickým složením (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003). Má rád slunná stanoviště (Oberdorfer 1990 ex Buschmann 2006).

Vyhledává oblasti, které jsou alespoň občas narušené lidskou činností. Jsou to hlavně železniční násypy a nádraží (zejména v blízkosti obilných skladů), rumišť, navážky, pustá místa podél zdí a ohrad, nádvoří průmyslových a zemědělských závodů, v okolí obilných sil a mlýnů, přístavy (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík

2003), opuštěná pole, okraje cest a silnic, nepravidelně kosené louky a pastviny, hranice, příkopy, úhory, ruderální louky a také vinice (Dietz et Ullmann 1998). Můžeme ho nalézt i na skalách a jako plevel ve víceletých píceřinách. *Bunias orientalis* se často objevuje na stanovištích s obnaženou půdou vznikající jako důsledek stavebních prací a orby nebo se vyskytuje na půdních skládkách (Dietz et al. 1999b).

Poměrně často se vyskytuje i na kulturních (někdy zaplavovaných) loukách, v křovinách podél vodních toků, na antropicky ovlivněných okrajích lesů, v parcích popř. v zahradách (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).

#### **4.5. Společenstva**

*Bunias orientalis* provází zejména společenstva *Artemisietea vulgaris*, třídy *Galio-Urticetea* (především svazu *Arction lappae* a některá společenstva svazu *Aegopodion podagrariae*) a svazu *Convolvulo-Agropyron*, proniká však také do lučních, zpravidla více méně ruderalizovaných společenstev svazu *Arrhenatherion* (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003).

Řidčeji proniká i do některých vrbových a vrbotopolových společenstev třídy *Salicetea purpureae* a do některých suchých až mírně vlhkých, člověkem ovlivněných keřových a lesních společenstev třídy *Quercu-Fagetea* (Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003). Fytocenologická amplituda tohoto neofytu je tedy ve střední Evropě relativně dosti široká (Jehlík 1998).

#### **4.6 Zařazení druhu *Bunias orientalis***

*Bunias orientalis* náleží do čeledi *Brassicaceae*, která obsahuje 338 rodů a 3350 druhů rozšířených po celém světě (Michael-Olds et al. 2005). Mezi brukvovité patří druhy invazní a ruderální, okrasné, druhy jedlé (zelenina) a druhy vhodné pro výrobu koření (Brock et al. 2006).

## **4.7 Popis**

Popis byl převzat z Smejkal 1992 in Hejný et Slavík 2003.

**Lodyha** 25–120(170) cm vysoká, přímá, v horní části většinou +- bohatě větvená, s přisedlými bradavkovitými a krátce stopkatými červenavými žlázkami, jinak lysá nebo s řídkými, většinou jednoduchými chlupy.

Přízemní **listy** řapíkaté, v obrysu podlouhlé, lyrovité, nebo kracovité, nepravidelně peřenolaločné až peřenodílné (popř. peřenosečné), lodyžní lístky podobné ale kratčeji řapíkaté až přisedlé, v dolní části čepele peřenolaločné až peřenodílné, náhle v řapík stažené, horní listy většinou jen nepravidelně hrubě zubaté až (téměř) celokrajné, k bázi pozvolna zúžené, +- přisedlé. Všechny listy lysé nebo – zvláště na okraji a na žilnatině - s roztroušenými jednoduchými a větvenými chlupy, popř. též s roztr. přisedlými (bradavkovitými) a krátce stopkatými žlázkami.

**Květy** v bohatých hroznech, květní stopky 7–12(–13) mm dlouhé, přímo nebo +- rovnovážně odstálé, bradavkovitě žláznaté, kališní lístky (2–)3–4 mm dlouhé, úzce vejčité, lysé nebo řídce a dlouze brvité. Korunní lístky (4–)5–8 mm dlouhé, obvejčité, krátce, ale zřetelně nehetnaté, citrónově žluté.

**Plody** 5–10 mm dlouhé, v obrysu šikmo (nesouměrně) vejčité, řidčeji vejčité okrouhlé, znenáhla zúžené ve +- šikmý, silný (0,5–) 1–1,5 mm dlouhý zobánek, oblé, na povrchu nepravidelně bradavkovitě hrboľkaté, 1–2 pouzdré, 1–2 semenné.

**Semena** 1,5-2 mm dlouhé, v obrysu široce vejčitá až téměř okrouhlá, +- zploštělá.

## **4.8 Rozmnožování**

Semena *Bunias orientalis* jsou poměrně velká a tvoří tedy i velké semenáčky. Díky tomu se zvyšuje šance semenáčků na úspěch v soutěži s ostatními rostlinami nebo herbivory (Gross 1982 ex Dietz et al. 1999b). Semena klíčí na jaře a v mnohem menší míře i na podzim (mohou klíčit i bez období vegetačního klidu ) a následující rok pak vytváří přízemní růžice, které se skládají až ze stovek listů. Velikost růžice dospělých jedinců se značně liší, jedná se o rozmezí 10–100 cm (Dietz et Steinlein 1998; Harvey et al. 2010). Vývoj nadzemní růžice je obecně velmi rychlý. Rostlina

je tak schopná zabrat okolní prostor a zpomalit růst ostatních, konkurenčně slabších, rostlin (Dietz et al. 1998).

V typických podmínkách, tj. na občas narušených, na živiny bohatých stanovištích, jednotlivé rostliny dosáhnou generativní fáze v 2. roce a většina z nich zůstává v této fázi po několik následujících let. V tomto období mají velmi nízkou úmrtnost (Dietz et Steinlein 1998).

Na jaře vytváří toho roku kvetoucí a plodící jedinci květní stonky od  $0,5 \pm 1,8$  m výšky (Dietz et al. 1999b). Kvěst začínají obvykle na začátku května a Birnbaum (2006) udává, že kvetou zhruba do srpna. Květy jsou oboupohlavní (mají samčí i samičí orgány) a jsou opylovány včelami a mouchami (Clapham et al. 1962).

Plodem jsou oválné lusky obsahující jedno nebo dvě semena, která dozrávají od července do září. Semena opadávají od konce léta až do jara příštího roku. Jednotlivé rostliny produkují až několik tisíc plodů. (Dietz et al. 1999a,b) a téměř 100% jich je fertálních (Jehlík 1998). *Bunias orientalis* má poměrně velká semena, která tvoří perzistentní půdní semennou banku (Dietz et Steinlein 1998). Po uzrání mají semena nepukavé šešulky uzavřené ve zdřevnatělém oplodí. Klíčící odpočinek se dá přerušit umělým porušením oplodí nebo v půdě. Semena v plodech s porušeným oplodím klíčí v širokém rozmezí teplot. Optimum pro klíčení je při teplota 1-10/20 °C (Jehlík 1998). Plody bývají obvykle rozšířeny pouze lokálně. Téměř všechny lze nalézt v okruhu 2 m od mateřské rostliny, pokud se rostlina nenachází na strmém svahu nebo na stanovišti s velkým množstvím holé půdy (Dietz et al. 1999a).

*Bunias orientalis* se množí převážně semeny (Dietz et Steinlein 1998). Klíčivost semen je dlouhodobá. Plody staré 8 let, které byly skladovány v nevytopené místnosti, vzešly po podzimním výsevu ze 17% (Jehlík 1998). Kromě toho mohou mateřské rostliny produkovat horizontální stonky pod zemí, které vytváří prostorově rozsáhlé sítě vzájemně propojených ale funkčně autonomních rostlin (Harvey et al. 2010). Vegetativní potomek je produkován ze spících oček pouze tehdy, pokud jsou kořeny poškozené nebo oddělené. Šíření pomocí kořenových fragmentů skýtá pro *Bunias orientalis* značné konkurenční výhody (Dietz et Steinlein 1998).

Rostlinám se vyvíjí vytrvalý hlavní kořen, který se značně liší v průměru v závislosti na stanovištních podmínkách (Dietz et Ullmann 1998). Na podmínkách závisí i délka kořenu – např. bylo experimentálně zjištěno, že malé rostlinky (průměr

růžice < 10 cm) měly v období sucha hlavní kořen sahající do hloubky až 50 cm i víc (Dietz et al. 1999b). Velikost kořenu se odvíjí i od konkurenceschopnosti ostatních druhů. V sousedství silných konkurentů vytváří *Bunias orientalis* kořen větší, pokud je kolem jen slabá konkurence, tak naopak menší. Zejména starší kořeny mohou mít v blízkosti povrchu půdy centra zničená hnilobou (Dietz et Ullmann 1997; Kovář et al. 2002).

Dospělí jedinci mají malou úmrtnost a mohou dosáhnout věku více než 12 let (Dietz et al. 1999a). Věk rostliny se dá zjistit pomocí herbochronologie, protože má dobře rozpoznatelné letokruhy. Křivánek (2002) udává, že je touto metodou možné odhadnout stáří rostliny až do 10–15 let (Křivánek 2002).

#### **4.9 Rizika invaze a prevence**

*Bunias orientalis* je dominantní, plevelná rostlina, která může snadno nahradit jiné rostlinné druhy, a to i na zemědělských pozemcích. Husté porosty *Bunias orientalis* mohou zabírat velké plochy a může tak dojít ke snížení místní biodiverzity. Zejména v travních porostech může být silným konkurentem a způsobit vážné poškození původních rostlinných společenstev (Kull et al. 2005 ex Birnbaum 2006). Lokálně může v době kvetení dosáhnout hustoty až 2000 květenství na m<sup>2</sup>. To může způsobit problémy co se týče opylení – mouchy a včely opylují *Bunias* a ostatní rostliny zůstanou neopylené (Birnbaum 2006).

Jiné původní druhy ruderálů mají však vyšší konkurenceschopnost než *Bunias orientalis*. Ten je považován za poměrně slabého konkurenta (Dietz et al. 1998). Je to druh ranných sukcesních stádií, který má potenciál rychle obsadit narušená územím (Dietz et Steinlein 1998).

Zasahovat do tohoto procesu není vždy nutné, protože během sukcese dojde k postupnému vytlačení *Bunias orientalis* konkurenčně silnějšími druhy rostlin. Ty pak brání *Bunias orientalis* v dalším šíření (Birnbaum 2006) zejména proto, že vítězí v konkurenci o světlo (Dietz et al. 1999a). Pokud nedochází k občasným disturbancím, které uvolní prostor a dovolí uchycení světlomilného *Bunias orientalis*, bývá tento ze stanovišť vytlačen (Dietz et al. 1998).

Pokud je potřeba proti dalšímu šíření zasáhnout, doporučuje se včasná likvidace primárních ložisek výskytu ručním pletím – rostliny je nejlépe vykopat – to se týká míst, kde ještě není příliš rozšířený. Při větším výskytu v sousedství polních

kultur nebo luk, popř. na jednotlivých ohniskách výskytu přímo na obdělávané půdě, lze doporučit i lokální použití účinných, ekologicky i ekonomicky přijatelných herbicidů (Jehlík 1998).

Na rozdíl od jiných druhů, odříznutí kořenové hlavy nemá u druhu *Bunias orientalis* žádný vliv, protože rychle a snadno regeneruje v případě poranění kořenového systému (Kull et al. 2005 ex Birnbaum 2006).

Pokud chceme zabránit šíření, je vhodné porosty posekat, i když Woitke et Dietz (2002) uvádí, že sekání podporuje růst této rostliny. Kosení se dělá v době, kdy je rostlina nejnapadnější, nebo po odkvětu, aby se zabránilo vysemeňování (Jehlík 1998).

Při cílené likvidaci *Bunias orientalis* je potřeba vyvinout značné úsilí a proto je nejlepší se jeho zavlečení přímo vyhýbat. Tam, kde k němu již došlo, může šíření zabránit setí trávníku nebo výsadba dřevin (zastínění) (Steinlein et Dietz 2002). Za účelem snížení šíření druhu *Bunias orientalis* by nemělo docházet k velkým změnám ve stanovištních podmínkách. Měnící se podmínky (zejména půdní) přispívají *Bunias orientalis* a ten se pak může šířit na úkor ostatních rostlin. Úspěch invaze tohoto druhu totiž spočívá ve schopnosti přizpůsobení (Birnbaum 2006).

Co se týče zemědělských oblastí, je potřeba dohlédnout na to, aby bylo osivo čisté, bez příměsí nežádoucích semen (Jehlík 1998).

Hybridizace s příbuznými druhy na území České republiky nebyla pozorována (Jehlík 1998). Účinky na lidské zdraví také nejsou známy (Birnbaum 2006).

#### **4.10 Látky produkované druhem *Bunias orientalis***

*Bunias orientalis* produkuje sekundární sloučeniny zvané glukosinoláty. Glukosinoláty jsou glykosidy běžně se vyskytující v mnoha druzích rostlin nejen v čeledi brukvodité (*Brassicaceae*), ale i v kaparovité (*Capparidaceae*) rezedovité (*Resedaceae*) a některých dalších. Do roku 1961 byly označovány jako thioglukosidy, ještě dříve jako hořčičné oleje. V současné době je známo asi 120 glukosinolátů (Katalog krmiv ÚVZP 2007). Tyto sloučeniny hrají důležitou roli při obraně proti řadě herbivorních škůdců, a jsou zvláště účinné při snižování jejich početnosti (Harvey et al. 2010). Hladinu glukosinolátů ovlivňují abiotické podmínky. Například sucho zvyšuje hladinu glukosinolátů a zároveň redukuje velikost rostliny

(Lauda et Collinge 1992). Klimatická změna, jako je zvýšení úrovně CO<sub>2</sub> může vést ke změně inducibility (indukovanost, odpověď na indukci ve směru růstu) glukosinolátů. Vliv mají i různé úrovně ultrafialového záření (Bidart-Bouzat et al. 2005).

Bylo prokázáno, že GS hráli roli v úspěchu některých invazních brukvovitých rostlin (např *Cardaria draba*). Chemická analýza tkání listu ukázala, že hlavní glukosinolát obsažený v *Bunias orientalis* je sinalbin (Müller 2009).

Mnoho druhů čeledi *Brassicaceae* je známo tím, že jsou potenciálně allelopathické. Interference druhu *Bunias orientalis* s ostatními druhy a jejich růstem může být způsobena allelopathickými účinky produkovaných fytotoxických sloučenin, které výrazně brzdí klíčení semen ostatních rostlin. Obsah těchto sloučenin se může v různých částech rostliny lišit (Dietz et Winterhalter 1995). Dietz et Winterhalter (1995) zkoumali uvolňování allelopathických látek z listů přízemní růžice a zjistili, že nejvíce těchto látek se uvolní na začátku rozkladu listů za mokra. V těchto listech byly nalezeny například p-kumarové, ferulové a sinapické kyseliny a C13-norisoprenoidy, které jsou známé svými alelopathickými účinky na okolní vegetaci.

Látky produkované druhem *Bunias orientalis* mohou mít vliv i na půdní organismy. Zástupci čeledi *Brassicaceae* netvoří mykorhizní vztahy, zatímco většina ostatních rostlin, které soupeří o zdroje bývají mykorhizní. Rostliny s mykorhizou jsou zpravidla lepší konkurenti (Goodwin 1992).

Nedávno bylo zjištěno, že *Bunias orientalis* produkuje také alkaloid imidazol. Ještě ovšem nebylo zjištěno, jestli má tento alkaloid vliv na vývoj býložravců (Harvey et al. 2010).

#### **4.11 Genetický tok**

K vysoké vnitro- a mezipopulační genetické variabilitě druhu *Bunias orientalis* přispívá hlavně antropogenní narušení a to tak, že uměle zvyšuje tok genů, čímž podporuje adaptabilitu invazních druhů na často nepředvídatelné podmínky narušených míst (Dietz et al. 1999a).

Následná změna v genetické variabilitě po založení populace, je výsledkem vzájemného působení mezi selekcí, genetickým driftem, mutacemi a tokem genů. V závislosti na směru a relativní důležitosti těchto sil se může genetická variabilita buď

snížit, zůstat konstantní, nebo se zvýšit (Dietz et al. 1999a). V homogenním prostředí se očekává snížení genetické variability ve vlastnostech souvisejících se zdatností, zatímco v heterogenním prostředí může vyústit v konstantní, nebo větší genetickou variabilitu v závislosti na rozsahu toku genů a heterogenitě prostředí (Mitchell-Olds 1992 ex Dietz et al. 1999a).

Vysoká genetická diverzita může být udržována i hromaděním listových růžic a semen v průběhu času na lakolitě (Ellner et Hairston 1994) vzhledem k tomu že *Bunias orientalis* je dlouhožijící trvalka a díky perzistentní semenné bance.

#### **4.12 Vnitrodruhová konkurence**

Ukázalo se, že v případě *Bunias orientalis* je vnitrodruhová konkurence pro vývoj velikostní struktury důležitější než konkurence mezidruhová. K silné asymetrické vnitrodruhové konkurenci o světlo může docházet u starších rostlin s velkými přízemními růžicemi, které částečně zastiňují mladší a menší rostliny žijící v jejich sousedství. To vysvětluje, proč se mladší rostliny nacházejí mimo hustě osídlené plochy s vyšším počtem starších rostlin (Dietz et al. 1999a).

#### **4.13 Schopnost invaze a konkurence**

Konkurenceschopnost a invazivita rostlin je dána určitými vlastnostmi. Tyto vlastnosti umožňují rostlinám pronikat na nová stanoviště a úspěšně odolávat tlaku ostatních druhů. Konkrétně se jedná o tyto vlastnosti:

- schopnost přizpůsobit se podmínkám narušení
- schopnost přizpůsobit se atmosferickým podmínkám (sucho atd.)
- vysoká a pravidelná plodnost
- dlouhodobá klíčivost semen
- nízká úmrtnost dospělých jedinců
- schopnost regenerace
- vegetativní i pohlavní rozmnožování
- schopnost produkce glukosinolátů a alelopatických látek
- tvorba výpotků které narušují mikorízu ostatních rostlin
- rychlý růst související se schopností využít dočasně zvýšených zdrojů (např. po sečení atd.)



#### **4.14 Pokus s motýlími herbivory**

Exotické rostliny, které invadují do nových oblastí s sebou přinášejí řadu nových vlastností. Tyto vlastnosti je mohou činit neatraktivními, nebo dokonce toxickými pro původní býložravce, anebo naopak. Harvey et al. (2010) zkoumali reakci původního hmyzu – dvou druhů specialistů (*Pieris rapae* a *P. brassicae*) a dvou druhů generalistů (*Spodoptera exigua* a *Mamestra brassicae*) – na dva, v Nizozemsku původní druhy brukvovitých (*Brassica nigra* a *Sinapis arvensis*) a na nepůvodní druh *Bunias orientalis*. Výzkum se zejména soustředil na to, které rostliny samičky hmyzu upřednostňují při kladení vajíček a jak se pak bude dařit vylíhlému potomstvu.

Výsledky šetření ukazují, že *Bunias orientalis* byl vysoce toxický pro larvy obou druhů *Pieris* (*P. rapae*, *P. brassicae*). Housenky rostly mnohem pomaleji a úmrtnost byla téměř 100 % ale oba druhy se vyvíjeli velmi dobře na původních brukvovitých *B. nigra* a *S. arvensis*. Kuklili se s přežitím více než 70 % na obou rostlinách (*Brassica nigra* a *Sinapis arvensis*). Testy dále ukazují, že *Bunias orientalis* byl toxický i pro jiné druhy specializované na brukvovité rostliny jako je *Plutella xylostella* (Harvey et al. 2010) a *Athalia rosea* (Müller, osobní zdělení ex Harvey et al. 2010).

Motýli obou druhů rodu *Pieris* kladli vajíčka raději na domácí druhy, ale některé samičky kladly i na listy druhu *Bunias orientalis* což naznačuje, že je zde možnost pro změnu hostitelské rostliny (Keeler et Chew 2008). Na druhou stranu, pokud by se nedokázali přizpůsobit, mohl by se pro motýli Pierid stát *Bunias orientalis* demografickou „pastí“. *M. brassicae* se naopak na původních rostlinách vyvíjeli velmi špatně ale z *Bunias orientalis* těžili.

*Bunias orientalis* produkuje látky zvané glukosinoláty (dále jen GS). Chemické analýzy listů tkání ukázaly, že hlavní GS nalezený v druhu *Bunias orientalis* byl sinalbin, který byl také dominantním GS přítomným v listech *Sinapis arvensis*. Bylo prokázáno, že glukosinoláty hrály roli v úspěchu invaze některých brukvovitých (Müller 2009). Je ale vysoce nepravděpodobné, že by silabin a GS obecně měly významnou úlohu v obraně *Bunias orientalis* proti *M. brassicae*, nebo jiným zde studovaným specializovaným býložravcům. Mnoho brukvovitých vyvinulo 'druhou řádu' chemické obrany, která se již zdá být primárně namířena proti specialistovi býložravci (Renwick 2002).

Z pokusu vyplývá, že i když většina druhů upřednostňuje domácí flóru před invazními rostlinami, najde se nějaký druh, který na invazní rostlině prosperuje.

## 5. Nastínění praktické části diplomové práce

### 5.1 Postup práce

Praktická část diplomové práce navazující na práci bakalářskou se bude týkat mapování invazního druhu *Bunias orientalis* v CHKO Český Kras. Konkrétně se bude jednat o oblast vymezenou od Karlštejna, přes Srbsko, Tetín, Tobolku, Měňany, Líteň, Lhotku, Zadní Třebáň a Hlásnou Třebáň (okruh se uzavírá zpět v Karlštejně). Velikost území se v průběhu mapování může zvětšit nebo zmenšit podle potřeby.



**obr. 3 – Mapa zkoumaného území (<http://maps.google.cz>).**

Český kras je oblast, která je už od pradávna využívána člověkem. I přesto se zde však zachovala původní vegetace. Maloplošnou chráněnou krajinou oblastí byl Český kras vyhlášen v dubnu 1972. Nalezneme zde vysoký počet skalních, stepních, pobřežních, vodních a plevelných společenstev (Moucha 1988). Některá z těchto společenstev mohou být invadována druhem *Bunias orientalis* a proto je nutné kontrolovat jeho šíření krajinou a případně zakročit.

Mapování bude probíhat formou terénního výzkumu po dvě sezóny v období května až června, tedy v době květu druhu *Bunias orientalis*. Tou dobou je v krajině prakticky nepřehlédnutelný, díky žluté barvě květů a poměrně velkému vzrůstu.

Dané území projdu a pomocí GPS zaznamenám polohy všech stanovišť s výskytem druhu *Bunias orientalis*. Díky GPS budou data o poloze jednotlivých stanovišť v elektronické podobě a bude pak snazší vložit tyto data do programu GIS ve kterém budou mapy výskytu tohoto druhu vytvářeny. Ke každému stanovišti si zaznamenám počet rostlin, popřípadě plochu, kterou rostliny zaujímají, v případě souvislejšího porostu, a hustotu pokryvu (podrobná tabulka hustot bude uvedena v diplomové práci). Dále pak budu zaznamenávat, na jakých stanovištích se *Bunias orientalis* vyskytuje, aby bylo možné porovnat četnosti jednotlivých druhů stanovišť a tedy i preference rostliny. Na základě těchto informací by se pak mohl vytvořit jakýsi pohled do budoucnosti, který by pomohl odhadnout intenzitu a směr šíření *Bunias orientalis* v CHKO Český kras.

## **5.2 První výsledky mapování**

V minulém roce jsme provedla první mapování v okolí Tobolky a Kody. V těchto místech se vyskytují již poměrně velké populace *Bunias orientalis* díky složení tamější krajiny. Množství rumištních ploch a příkopy kolem silnic jsou vhodnými stanovišti, kde *Bunias orientalis* vytváří souvislejší porosty. Spíše se jedná o jednotlivé rostliny nebo skupiny rostlin buniasu rozmístěných poblíž sebe navzájem. Toto uspořádání umožňuje růst dalším rostlinám v okolí trsů druhu *Bunias orientalis*.

Mapování proběhlo i v oblasti Karlštejna. Zde se nachází mnoho příhodných míst pro růst tohoto druhu, ale našla jsme zde jen jeden trs pěti rostlin. Tato oblast je napadena křídlatkou, která úspěšně zarůstá rumišťe a okraje cest, tedy prostředí pro *Bunias orientalis* vhodné. *Bunias orientalis* se sem zatím nerozšířil.

## **6. Diskuze**

Invazní rostliny jsou celosvětově považované za velký problém. Utlačují původní flóru v mnoha případech některé druhy zcela potlačí. Na toto téma se dá ale nahlédnout i z druhé strany.

V některých rozvojových tropických a subtropických zemích jsou obyvatelé na introdukovaných a mnohdy velmi invazních druzích do značné míry závislí a odstranění těchto druhů tedy nepřipadá v úvahu (Pyšek et Krahulec 2001 in Pyšek et Tichý).

Biologické invaze poskytují také velkou příležitost pro studium vztahu ekologických a evolučních procesů. Při biologické invazi spolu totiž integrují druhy, které nemají společnou evoluční historii. To umožňuje odlišit evoluční a ekologický aspekt interakce mezi dvěma druhy. Proto je studium biologických invazí považováno za klíč k porozumění roli evoluce v ekologických procesech (Herben 1997 in Pyšek et Prach).

V neposlední řadě také příroda ukazuje svou schopností neustále se přizpůsobovat, že je živým organismem, který se nepřestal vyvíjet i přes všechny negativní vlivy člověka.

## **7. Závěr**

Jak již bylo několikrát řečeno, otázka invazních rostlin ještě není zcela zodpovězena. Stále zde zůstávají některé neobjasněné okolnosti, které neumožňují ucelený náhled na tuto problematiku. V současnosti je ale toto téma velice populární a řada vědců se jím podrobně zabývá. Je tedy možné v budoucnosti očekávat výrazný pokrok v rozluštění principů invazí, které jsou zde uváděné pouze jako neověřené domněnky. S jistotou se to ovšem takto říci nedá, protože invaze jsou zatíženy velkou mírou náhodných procesů, což znesnadňuje zobecnění tohoto problému.

Uvědomění si hodnoty původní vegetace, zájem z řad lidí i odborníků, to je dobré znamení pro budoucnost a zároveň důležitý krok v záchraně naší krajiny a její různorodosti.

## **8. Přehled literatury a použitých zdrojů**

- BEGON M., HARPER J. L. et TOWNSEND C. R., 1997: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Universita Palackého, Olomouc.
- BIDART – BOUZAT M. G., MITHEN R. et BERENBAUM M. R., 2005: Elevated CO<sub>2</sub> influences herbivory-induced defense responses of *Arabidopsis thaliana*. *Oecologia* 145: 415–424.
- BIRNBAUM C., (2006): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Bunias orientalis*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species.
- BORICK A., HERZFELD T., PASCHKE R., KOCH M. et BIRGIT D., 2006: *Brassicaceae* contain nortropane alkaloids. *Phytochemistry* 67: 2050–2057.
- BRINER T. et FRANK T., 1998: The palatability of 78 wildflower strip plants to the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*, 133: 123–133.
- BUSCHMANN H., EDWARDS P. J. et DIETZ H., 2005: Variation in growth pattern and response to slug damage among native and invasive provenances of four perennial *Brassicaceae* species. *Journal of Ecology* 93: 322–334.
- BUSCHMANN H., EDWARDS P. J. et DIETZ H., 2006: Responses of native and invasive *Brassicaceae* species to slug herbivory. *Acta oecologica* 30: 126–135.
- CLAPHAM A. R., TUTIN T. G. et WARBURG E. F., 1962: Flora of the British Isles. Cambridge University Press.
- ČERNÝ Z., NERUDA J. et VÁCLAVÍK F., 1998: Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze.
- DARIN G. M. S., SCHOENIG S., BARNEY J. N., PANETTA F. D. et DiTOMASO J. M., 2010: WHIPPET: A novel tool for prioritizing invasive plant populations for regional eradication. *Journal of Environmental Management* 92: 131–139.
- DAVIS M. A., GRIME J. P. et THOMPSON K., 2000: Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88: 528–534.
- DIETZ H. et WINTERHALTER P., 1995: Phytotoxic constituents from *Bunias orientalis* leaves. *Phytochemistry* 42: 1005–1010.
- DIETZ H. et ULLMANN I., 1997: Phenological shifts of the alien colonizer *Bunias orientalis*: Image-based analysis of temporal niche separation. *Journal of Vegetation Science* 8: 839 – 846.

- DIETZ H. et STEINTEIN T., (1998): The impact of anthropogenic disturbance on life stage transitions and stand regeneration of the invasive alien plant *Bunias orientalis* L. In: STARFINGER U., EDWARDS K., KOWARIK I. et WILLIAMSON [eds]: Plant invasions: ecological mechanism and human responses. Backhuys Publishers: 169–184.
- DIETZ H. et ULLMANN I., 1998: Ecological Application of 'Herbchronology' : Comparative Stand Age Structure Analyses of the Invasive Plant *Bunias orientalis* L. *Annals of Botany* 82: 471–480.
- DIETZ H., STEINLEIN T. et ULLMANN I., 1998: The role of growth form and correlated traits in competitive ranking of six perennial ruderal plant species grown in unbalanced mixtures, *Acta Oecologica* 19: 25–36.
- DIETZ H., FISCHER M. et SCHMID B., 1999a: Demographic and genetic invasion history of a 9-year-old roadside population of *Bunias orientalis* L. (Brassicaceae). *Oecologia* 120: 225–234.
- DIETZ H., STEINLEIN T. et ULLMANN I., 1999b: Establishment of the invasive perennial herb *Bunias orientalis* L.: an experimental approach. *Acta Oecologica* 20 (6): 621–632.
- DOLEŽALOVÁ H., 2011: Pěstování invazních rostlin k energetickému využití. Brno, online: [http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Pestovani-invaznich-rostlin-k-energetickemu-vyuziti\\_\\_s303x55083.html](http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Pestovani-invaznich-rostlin-k-energetickemu-vyuziti__s303x55083.html). Vystaveno: 17.2.2011.
- ELLNER S. et HAIRSTON N. G. (1994): Role of overlapping generations in maintaining genetic variation in a fluctuating environment. *Am. Nat.* 143: 403–417.
- FORMAN R. T. T. et ALEXANDER L. E., 1998: Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207–231.
- GOODWIN J. (1992): The role of mycorrhizal fungi in competitive interactions among native bunchgrasses and alien weeds: a review and synthesis. *Northwest Science* 66: 251–260.
- GOOGLE MAPS. Online: <http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=w1>. Citováno: 15.4.2011.
- HARVEY J. A., BIÈRE A., FORTUNA T., VET L. E. M., ENGELKES T., MORRIÈN E., GOLS R., VERHOEVEN K., VOGEL H., MACEL M., HEIDEL-FISCHER H. M., SCHRAMM K. et PUTTEN W. H., 2010: Ecological fits, mis-fits and lotteries involving insect herbivores on the invasive plant, *Bunias orientalis*. *Biological invasions* 12: 3045–3059.
- 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*. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, Mater. 14:7–12.

- HEYWOOD V. H. (1989): Patterns, extents and modes of invasions by terrestrial plants. In: DRAKE J.A., MOONEY H. A., di CASTRI F., GROVES R. H., KRUGER F. J., REJMÁNEK M., WILLIAMSON M. [eds]: Biological Invasions: A Global Perspective: 31 - 60.
- HOBBS R. J. et HUMPHRIES S. E., 1995: An Integrated Approach to the Ecology and Management of Plant Invasions. *Conservation Biology*, Pegas: 761–770.
- JEHLÍK V. [ed.], 1998: Cizí expanzní plevele České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha.
- KOVÁŘ P., JANOUŠKOVÁ P., KOPPOVÁ J., KÖPPLET P. et KŘIVÁNEK M., 2002: River landscapes and extreme floods in Central Europe (1997, 2002): need for long-term research. *Novit. Bot. Univ. Carol, Praha* 18/2007: 71–90.
- KEELER M. S. et CHEW F. S. (2008): Escaping an evolutionary trap: preference and performance of a native insect on an exotic invasive host. *Oecologia* 156: 559–568.
- KŘIVÁNEK M., 2002: Principy a možnosti herbchronologie – logická analýza. In: KLIMEŠOVÁ J., ŠMILAUEROVÁ M. et JAKRLOVÁ J. [eds]: Podzemní orgány rostlin. *Mater.* 20: 25–32.
- KŘIVÁNEK M., PYŠEK P., SÁDLO J. et MANDÁK B., 2006: Cormophyta – Vyšší rostliny. In: MLÍKOVSKÝ J. et STÝBLO P. [eds]: Nepůvodní druhy fauny a flóry v České republice. ČSOP, Praha: 28–30.
- KUČERA T. et PYŠEK P., 1997: Invazní druhy ve flóře rezervací – současný stav znalostí u nás a ve světě. In: PYŠEK P. et PRACH K. [eds]: Invazní rostliny v české flóře. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, *Mater.* 14: 81–93.
- KUKLÍK K., 1988 : CHKO Český kras. ČTK - pressfoto, Praha.
- LHOTSKÁ M., KRIPPELOVÁ T. et CIGÁNOVÁ K., 1987: Ako sa rozmnožujú a rozširujú rastliny. *Obzor*, Bratislava.
- LOUDA S. M. et COLLINGE S. K., 1992: Plant Resistance to Insect Herbivores: A Field Test of the Environmental Stress Hypothesis. *Ecology* 73 (1): 153–169.
- MARINELLI J. [ed.], 2006: Rostliny. Knižní klub, Praha.
- MÜLLER C., 2009: Role of glucosinolates in plant invasiveness *Phytochemical Revue* 8: 227–242.
- MŽP, 2005: Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: [http://www.bioinstitut.cz/documents/Strategie-CR\\_biodiverzita.pdf](http://www.bioinstitut.cz/documents/Strategie-CR_biodiverzita.pdf). Staženo: 20.4.2011.



- PARENDES L. et JONES J.A., 2000: Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H.J. Andrews Experimental Forest, Oregon. *Conservation Biology* 14: 64–75.
- PRACH K. et PYŠEK P., 1997: Invazibilita společenstev a ekosystémů. In: PYŠEK P. et PRACH K. [eds]: *Invazní rostliny v české flóře*. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, Mater. 14:1–6.
- PYŠEK P., 1998: Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison. *Journal of Biogeography* 25: 155–163.
- PYŠEK P., 2001a: Zákonitosti rostlinných invazí. In: PYŠEK P. et TICHÝ L. [eds]: *Rostlinné invaze: Principy rostlinných invazí a expanzí, jejich vliv na původní rostlinná společenstva a příklady našich invazních druhů*. Rezekvítek, Brno: 3–9.
- PYŠEK P., 2001b: Co s nimi? In: PYŠEK P. et TICHÝ L. [eds]: *Rostlinné invaze: Principy rostlinných invazí a expanzí, jejich vliv na původní rostlinná společenstva a příklady našich invazních druhů*. Rezekvítek, Brno: 14–16.
- PYŠEK P. et KRAHULEC F., 2001: Důsledky rostlinných invazí. In: PYŠEK P. et TICHÝ L. [eds]: *Rostlinné invaze: Principy rostlinných invazí a expanzí, jejich vliv na původní rostlinná společenstva a příklady našich invazních druhů*. Rezekvítek, Brno: 10–14.
- PYŠEK P., SÁDLO J. et MANDÁK B., 2002: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia*, Praha, 74: 97–186.
- PYŠEK A., PYŠEK P., JAROŠÍK V., HÁJEK M. et WILD J., 2003: Diversity of native and alien plant species on rubbish dumps: effects of dump age, environmental factors and toxicity. *Diversity and Distributions* 9: 177–189.
- PYŠEK P., JAROŠÍK V., CHYTRÝ M., KROPÁČ Z., TICHÁ L. et WILD J., 2005: Alien plants in temperate weed communities: prehistoric and recent invaders occupy different habitats. *Ecology* 86 (3): 772–785.
- RENWICK J. A. A., 2002: The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 104:35–42.
- SIMONOVÁ D. et LOSOSOVÁ Z., 2007: Which factors determine plant invasions in man-made habitats in the Czech Republic. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 10: 89–100.
- STEINLEIN T. et DIETZ H., 2002: Don't do anything? Implications of intensive basic research for successful management of the invasive alien plant species *Bunias orientalis* L. (Brassicaceae). *NEOBIOTA* 1: 159-160
- SMEJKAL M., 1992: 6 *Bunias* L., rukevník. In: HEJNÝ S., SLAVÍK B., KIRSCHNER J. et KRÍSA B. [eds]: *Květena ČR* 3: 44–47. Praha: Academia.

- SRCH M., 2009: Evropská úmluva o krajině. Online:  
<http://www.cenelc.cz/evropska-umluva-o-krajine.html>. Staženo: 20.4.2011.
- TABARELLI M., MANTOVANI W. et PERES C. A. (1999): Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 91: 119–127.
- UVP, 2007: Glukosinoláty. Online:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/krmiva/page.php?lang=cze&id=71](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/page.php?lang=cze&id=71)  
Staženo: 11.4.2011.
- VIŠŇÁK R., 1997: Invazní neofyty v severní části České republiky. In: PYŠEK P. et PRACH K. [eds]: *Invazní rostliny v české flóře*. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, Mater. 14:105–115.
- VITOUSEK P., D'ÁTONIO C. M. D., LOOPE L. L., REJMÁNEK M. et WESTBROOKS R. (1997): Introduced species: a significant component of human – caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21(1): 1-16.
- WALKER L. R. et VITOUSEK P. M., 1991: An invader alters germination and growth of a native dominant tree in Hawaii. *Ecology* 72: 1449–1455.
- WEBER E., 1999: Gebietsfremde Arten der Schweizer Flora – Ausmass und Bedeutung. – *Bauhinia* 13: 1–10.
- WEBER E. et GUT D., 2004: Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation* 12: 171–179.
- WOITKE M. et DIETZ H., 2002: Shifts in dominance of native and invasive plants in experimental patches of vegetation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 5: 165 – 184.