

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra rozvojových a environmentálních studií

Jiří Hainc

**Invazní druhy rostlin a jejich význam pro biodiverzitu
v rozvojových zemích**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.

Olomouc 2018

Abstrakt

Práce je zaměřena na problematiku invazních druhů rostlin v rozvojových zemích. Zabývá se jejich environmentálními dopady, především vlivem na biodiverzitu. Poukazuje rovněž na socioekonomické důsledky invazních rostlin. Práce nejdříve podává přehled základní terminologie v oblasti biologických invazí a pro lepší pochopení dané problematiky popisuje jednotlivé fáze invazního procesu. Hlavní část práce se zaměřuje na šíření a dopady invazních rostlin v oblasti jižní Asie, zejména v Indii. Na vybrané druhy rostlin je nahlíženo z více různých hledisek, přičemž je brán zřetel i na jejich možné využití. V souvislosti s šířením invazních druhů rostlin je zmíněn také faktor klimatických změn a antropogenní činnosti.

Klíčová slova

Invazní druhy rostlin, invazní proces, invazivita, biodiverzita, změny biodiverzity, rozvojové země, jižní Asie, Indie, dopady invazních rostlin, použití invazních rostlin

Abstract

The thesis is dedicated to invasive plant species in developing countries, focusing on the environmental impact of these species, above all on the biodiversity. Attention is paid to socioeconomic consequences of the invasive species. The thesis provides an outline of basic terminology related to biological invasions, describing individual phases of the invasion process for better understanding. The main purpose of the thesis is to describe the spreading and impacts of invasive plant species in South Asia, especially India. Selected invading species are presented from a wider range of viewpoints, taking into consideration possible utilization of the invasion species. The spreading of invasion species is also linked to the climate changes and anthropogenic activity.

Keywords

Invasive plant species, invasion process, invasivity, biodiversity, biological diversity changes, developing countries, South Asia, India, invasion species impacts, invasion species utilization

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a veškeré použité zdroje uvedl v seznamu literatury.

V Olomouci dne 10. 4. 2018

podpis

Děkuji mému vedoucímu doc. Ing. Ivo Macharovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří HAINC**

Osobní číslo: **R150544**

Studijní program: **B1301 Geografie**

Studijní obor: **Environmentální studia a udržitelný rozvoj**

Název tématu: **Invazní druhy rostlin a jejich význam pro biodiverzitu v rozvojových zemích**

Zadávací katedra: **Katedra rozvojových a environmentálních studií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Práce bude zaměřena na rešeršní zpracování problematiky významu invazních druhů rostlin pro ochranu a udržitelné využívání biodiverzity ve vybraném regionu rozvojových zemí. 2. Metodika práce bude založena na rešerši publikovaných dat na Web of Science s doplňkových využitím dalších datových zdrojů z internetu, získaných prostřednictvím běžných internetových vyhledávačů. 3. První část rešerše bude přehledně prezentovat základní odbornou terminologii a přehled vědecké teorie v oblasti biologických invazí se zaměřením na rostliny a rozvojové země. 4. Vlastní část rešerše datových zdrojů bude zaměřena na hledání odpovědi pro základní výzkumnou otázku "Jaký vliv mají invazní rostliny na biodiverzitu rozvojových zemí ve vybraném regionu?" 5. Souhrnné zjištění (výsledek) rešerše bude diskutován v kontextu teorie udržitelného rozvoje s cílem stručně zhodnotit, zda koncept udržitelného rozvoje nabízí ve vybraném regionu reálné řešení problémů s invazními druhy rostlin.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 10 - 15 tisíc slov
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

BINGGELI P. (1994). The misuse of terminology and anthropometric concepts in the description of introduced species. *Bull. British Ecol. Soc.* 25 (1): 10-13.
DAEHLER C. C. & CARINO D. A. (2000). Predicting invasive plants: prospects for a general screening system based on current regional models. *Biol. Invas.* 2: 93-102.
DAEHLER C. C. & CARINO D. A. (2001). Hybridization between native and alien plants and its consequences. In: LOCKWOOD J. L. & MCKINNEY M. (eds). *Biotic homogenization*, pp. 81-102, Kluwer/Plenum Publ., Dordrecht.
DAVIS M. A. & THOMPSON K. (2000). Eight ways to be a colonizer, two ways to be an invader: A proposed nomenclature scheme for invasion ecology. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 81: 206.
DELISLE F., LAVOIE C., JEAN M. & LACHANCE D. (2003). Reconstructing the spread of invasive plants: taking into account biases associated with herbarium specimens. *J. Biogeogr.* 30: 1033-1042.
DI CASTRI F. (1989). History of biological invasions with special emphasis on the Old World. In: DRAKE J. A. et al. (eds), *Biological invasions: a global perspective*, pp. 1-30, John Wiley & Sons.
ELLSTRAND N. C. & SCHIERENBECK K. A. (2000). Hybridization as a stimulus for the evolution of invasiveness in plants. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97: 7043-7050.
HUSTON M. A. (1994). *Biological diversity. The coexistence of species in changing landscape*. Cambridge University Press, Cambridge.
LONSDALE W. M. (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology* 80: 1522-1536.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.
Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: 15. května 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 13. dubna 2018

L.S.

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 15. května 2017

Obsah

Úvod	12
1. Biodiverzita.....	13
1.1 Faktory ovlivňující biodiverzitu.....	13
1.2 Základní úrovně biodiverzity	14
2. Základní odborná terminologie biologických invazí rostlinných druhů	15
2.1 Zájem ochrany přírody	15
2.2 Klasifikace rostlinných druhů	15
2.2.1 Invazní proces.....	15
2.2.2 Ostatní kritéria dělení zavlečených rostlin	17
3. Invazní rostliny a rozvojové země	17
3.1 Lidská činnost a invazní rostliny.....	18
4. Zavlečené a invazní rostliny v oblasti jižní Asie.....	19
4.1 Invazní druhy rostlin jako hrozba pro biodiverzitu.....	19
4.2 Invazní druhy rostlin a klimatická změna	20
5. Užitečné funkce invazních druhů v Indii.....	21
5.1 Použití invazních rostlin k léčebným účelům	22
6. Vybrané problémové invazní druhy rostlin v jižní Asii	23
6.1 <i>Lantana camara</i>	23
6.2 <i>Prosopis juliflora</i>	27
6.3 <i>Parthenium hysterophorus</i>	30
6.4 <i>Hyptis suaveolens</i>	33
6.5 <i>Chromolaena odorata</i>	36
6.6 <i>Ageratina adenophora</i>	38
7. Invazní druhy rostlin a udržitelný rozvoj.....	40
8. Závěr	41
Seznam literatury	43

Seznam zkratk

IUCN	International Union for Conservation of Nature <i>Mezinárodní unie pro ochranu přírody</i>
ENM	Ecological Niche Modelling <i>Modelování ekologické niky</i>
MaxEnt	Maximum Entropy <i>Maximální entropie</i>
GARP	Genetic Algorithm for Rule – Set Production <i>Genetický algoritmus pro generování pravidel</i>
GAM	Generalised additive model <i>Generalizovaný aditivní model</i>
GLM	Generalised linear model <i>Generalizovaný lineární model</i>
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change <i>Mezivládní panel o změně klimatu</i>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa pravděpodobnosti rozšíření druhu <i>Lantana camara</i> ve světě	24
Obrázek 2: <i>Lantana camara</i> v květu	27
Obrázek 3: Prostorové srovnání rozšíření <i>Prosopis juliflora</i> v Národním parku Keoladeo mezi lety 1986 a 2014	28
Obrázek 4: <i>Prosopis juliflora</i>	30
Obrázek 5: <i>Parthenium hysterophorus</i>	32
Obrázek 6: Kvetoucí výhonek <i>Hyptis suaveolens</i>	33
Obrázek 7: Potenciální rozsah invaze <i>Hyptis suaveolens</i> v Indii podle modelu MaxEnt (a) a GARP (b)	35
Obrázek 8: Lokalita silně invadovaná druhem <i>Hyptis suaveolens</i>	36
Obrázek 9: <i>Chromolaena odorata</i> v květu	38
Obrázek 10: <i>Ageratina adenophora</i>	39

Úvod

Na naší planetě se můžeme setkat s obrovským množstvím rozličných suchozemských ekosystémů, které se od sebe odlišují v mnoha charakteristikách. Výsledkem jejich základního dělení jsou jednotlivé biomy, pro které je určujícím faktorem zeměpisná šířka. Největší pestrost druhů ze suchozemských ekosystémů nabízí biot tropických deštných lesů. Do dnešních dnů byl objeven a popsán pouze zlomek ze všech druhů, které zde žijí.

Lidstvo dosud zná jen malou část biologické rozmanitosti na Zemi. Proto je velmi znepokojující fakt, že každý den na planetě vymírají další a další druhy organismů. Mnohé z nich by třeba našly využití v různých vědních oborech, ale to už se nikdy nedozvíme. Často zaznívá argument, že druhy v průběhu historického vývoje naší planety vymíraly vždy, a že to nevádí, když neustále probíhá evoluční vývoj, který generuje druhy nové. Problémem je však právě hodnota druhů, která tak může zůstat navždy nevyužita.

Problémy spojené s šířením invazivních druhů se týkají, snad kromě trvale zaledněných polárních oblastí, všech typů suchozemských ekosystémů. Zavlékání druhů na cizí území, kde se nikdy předtím nevyskytovaly, se stalo častým jevem postupně s rozvojem mezinárodního či spíše mezikontinentálního obchodu na přelomu středověku a novověku (objevení Ameriky). Známé jsou zejména případy, kdy byl rostlinný druh zavlečen na jiný kontinent jako okrasná květina, dobře se adaptoval na nové podmínky a později se stal druhem invazním. Často také docházelo a stále dochází k introdukcím náhodným, kdy je druh na místo člověkem dopraven nezáměrně.

V některých ekosystémech tvoří introdukované druhy nezanedbatelnou část místní flóry. Nedá se ale tvrdit, že jde o druhy invazní. Invazních druhů je mezi nimi obvykle jen malá část. Zbytek jsou druhy naturalizované, které nepředstavují problém a prostředí naopak obohacují.

I několik málo invazních druhů však stačí k tomu, aby dokázaly zapříčinit výrazný útlum původních druhů, z kterých se rázem mohou stát druhy ohrožené. Jsou totiž schopny v krátké době obsadit stanoviště vhodná pro původní druhy a tím je vytěsnit. V popředí zájmu ochrany přírody stojí původní (často ohrožené) druhy. Následně jsou navržena a realizována opatření s cílem omezit výskyt invazních druhů. Jedná se ale o nelehký a zdlouhavý proces.

Cílem bakalářské práce je popsat a přiblížit problematiku invazních druhů rostlin v jižní Asii. Detailněji se práce zabývá situací v Indii. Poukazuje na hlavní příčiny šíření invazních druhů a na důsledky invaze projevující se na místních ekosystémech. Podává také informace o socioekonomických dopadech invazních rostlin na živobytí obyvatel. Poměrně velký prostor je věnován využití těchto rostlin mezi místními obyvateli. Práce by také mohla posloužit k otevření diskuse o dopadech invazních druhů rostlin v rozvojových zemích. Tento problém u nás není příliš znám.

Během zpracování bakalářské práce byl použit sběr informací především z elektronických vědeckých článků a knih, které jsou veřejně dostupné na internetových databázích. Práce je strukturována od obecnějších témat po specifika vybraných invazních druhů v daném regionu. Úvodní část práce popisuje základní terminologii v oblasti invazních rostlin. Další části se zabývají vlivy invazních druhů na biodiverzitu a nabízejí konkrétní příklady druhů, které se v regionu intenzivně rozšiřují. V závěrečné části je problematika zhodnocena v kontextu teorie udržitelného rozvoje.

1. Biodiverzita

Biodiverzita, jinými slovy rozmanitost života na Zemi ve všech jeho úrovních, formách a kombinacích, má sama o sobě obrovskou hodnotu, jelikož zásadně podmiňuje fungování a samotnou existenci ekosystémů. Ekosystémy poskytují celou škálu ekosystémových služeb, které jsou nezbytné pro život lidí na naší planetě. Je proto nutné biodiverzitu neustále studovat, abychom o ní věděli co nejvíce a dokázali jí efektivně a účinně chránit. Ubývání biodiverzity je totiž v současné době jedním z nejzávažnějších globálních problémů. Příčin je samozřejmě celá řada. V prvé řadě na biodiverzitu negativně působí narušování a destrukce přirozeného životního prostředí organismů, globální klimatická změna a právě i šíření invazních druhů.

Rozložení biodiverzity je na naší planetě velice nerovnoměrné. Velmi dobře patrná je souvislost druhové bohatosti suchozemských ekosystémů se zeměpisnou šířkou – nejvyšší je v tropických oblastech a směrem k pólům postupně klesá. Podle odhadů více než polovina druhů organismů ještě člověkem nebyla objevena. Střízlivé odhady hovoří o celkových 3-6 milionech druhů, ale popsáno bylo zatím asi jen 1,7 milionu taxonů všech organismů (Baláz et al., 2010, 14).

Biologická rozmanitost má hned několik významů. Patří sem především význam ekonomický (ekosystémové služby), etický (hodnota sama o sobě), turistický (poznávání destinací tzv. hotspotů biodiverzity), vzdělávací a význam jako přírodní dědictví, které je třeba chránit (Machar, 2017).

Biodiverzita a její monitoring jsou v ochraně přírody důležitým faktorem, na který je zaměřena velká pozornost. Jedná se o oblíbený a často používaný ukazatel podávající informace o stavu a kvalitě prostředí. Biodiverzita je ovlivňována a podmiňována celou řadou faktorů, které již byly v minulých desetiletích systematicky zmapovány (Pyšek, 2005, 129). Tyto faktory jsou různé v závislosti na tom, o jaký druh ekosystému se jedná.

1.1 Faktory ovlivňující biodiverzitu

Vlivů, které na biodiverzitu a její změny působí, je poměrně široká škála. Většinu z těchto faktorů je možné rozdělit do 3 základních skupin. První skupinou jsou **vlivy, které se mohou měnit během času** (např. klimatické změny, disturbance nebo evoluční čas). Do druhé skupiny lze zařadit **vlivy měnící se v prostoru**, kam patří zejména míra produktivity ekosystému, intenzita

predace, nepřízeň okolních (vnějších) podmínek či prostorová různorodost (heterogenita) prostředí. A konečně třetí skupina zahrnuje prvky, jež se proměňují **jak v čase, tak i v prostoru**. Do této skupiny se řadí především vodní režim v krajině, půdní podmínky, geobiochemické cykly některých chemických prvků (např. uhlíku, dusíku, fosforu apod.) a jejich změny vyvolané lidskou činností, dále sem patří i struktura krajiny (např. konektivita) a nelze zapomenout také na způsob hospodaření v krajině, který má na biodiverzitu jistě nemalý dopad (Townsend et al., 2010).

Mimo faktorů, jež jsou obsaženy ve třech výše zmíněných skupinách, však existují ještě další neméně důležité. Jedním z nich je například tzv. **geodiverzita**. Pod tímto pojmem se skrývá geologické podloží se svými charakteristikami (složení, vlastnosti apod.) nebo třeba typy, tvary a vlastnosti reliéfu. Na základě poznatků o geodiverzitě je možné docela dobře určit, pro které druhy je dané stanoviště svými podmínkami vhodné. Pro biodiverzitu mají neoddiskutovatelný význam ještě i **gradienty druhového bohatství**. Sem spadá vliv velikosti plochy ekosystému, gradienty nadmořské výšky, zeměpisné šířky, hloubky vody a průběhu sukcesního procesu, a také vzájemná vzdálenost biotopů – tedy MacArthurova a Wilsonova teorie ostrovní biogeografie publikovaná již roku 1967 (Machar, 2017).

1.2 Základní úrovně biodiverzity

Biodiverzita se ještě dále dělí do 3 hlavních úrovní:

- 1) **Genetická diverzita** – předpokládá evoluci druhů, vyjadřuje genovou rozmanitost na úrovni populací a druhů a je možné ji stanovit s pomocí metod molekulární biologie
- 2) **Druhová diverzita** – vyjadřuje počet druhů, které žijí na určitém území v určitém čase; dělí se na několik úrovní, patří sem: **Alfa diverzita** – udává druhové bohatství (počet druhů) v jednom konkrétním biotopu, k jejímu měření se používají indexy diverzity, bioindikátory nebo červené seznamy; **Beta diverzita** – vyjadřuje změnu v druhovém složení v závislosti na změnách určitého gradientu prostředí, využívá hodnocení pomocí různých indexů podobnosti; **Gama diverzita** – vyjadřuje celkovou druhovou bohatost velké geografické oblasti (krajiny) a je složena z alfa i beta prvků; **Globální biodiverzita** – biologická rozmanitost globálního ekosystému (Machar et al., 2012, 56). Práce se v dalších kapitolách bude zabývat ve větší míře právě druhovou diverzitou, a to zejména v souvislosti s jejím ovlivňováním invazními druhy rostlin.
- 3) **Ekologická diverzita** – vyjadřuje bohatství ekosystémů v geografickém prostoru (krajině), existují zde různé definice a různé klasifikační soustavy ekosystémů.

2. Základní odborná terminologie biologických invazí rostlinných druhů

2.1 Zájem ochrany přírody

V ochraně přírody stojí v popředí zájmu vždy především původní druhy rostlin. Mezi nimi je největší pozornost věnována druhům vzácným a ohroženým. Tyto druhy zpravidla bývají biologickými rostlinnými invazemi ohroženy nejvíce. Invazní druhy působí negativně zejména obsazováním habitatů s výskytem populací původních rostlinných druhů. Z těchto stanovišť je původní vegetace postupně vytlačována a dochází rovněž ke změnám v jejich ekologickém režimu (Pyšek, 2005, 129).

2.2 Klasifikace rostlinných druhů

Jasná a hlavně všeobecně uznávaná terminologie je při studiu rostlinných invazí velice důležitá. Důvodem je nutnost alespoň rámcové shody při klasifikaci druhů rostlin jednotlivých flór. Bohužel je ale stále používáno množství nejasných termínů, jež mohou způsobovat problémy při srovnávání a analýze dat. Například termíny invazní a zavlečený druh jsou stále někdy nesprávně používány jako synonyma.

Rostlinné druhy se primárně dělí na původní a nepůvodní (zavlečené). **Původní druhy** jsou takové, které se na určitém území vyvinuly postupně během evolučního procesu, a tedy nezávisle na činnosti člověka. Případně se na dané území mohly dostat přirozeným způsobem ze stanovišť, kde je jejich výskyt původní.

Nepůvodní (zavlečené) druhy se na území svého nového výskytu dostávají vždy vlivem určité lidské činnosti. Může jít o činnost záměrnou, nebo je druh na jiné území zavlečen zcela náhodně a bez vědomí člověka. Další možností je, že druh se na dané území dostane přirozenou cestou z oblasti, kam byl už dříve zavlečen a je v ní proto nepůvodním druhem. Souhrnně lze říci, že lidská činnost je hlavním faktorem šíření zavlečených druhů. Mezi zavlečené druhy je třeba zařadit i křížence, na jejichž vzniku se zavlečené druhy podílely (Machar et al., 2012, 704).

Zavlečené druhy dále klasifikujeme podle těchto kritérií: (i) postavení druhu v invazním procesu, tzn., jestli už například dosáhl stupně naturalizace nebo invaze, (ii) kdy byl na území zavlečen, (iii) zda byl zavlečen úmyslně či neúmyslně a (iii) na jaký typ stanoviště, tj. v jakých druzích rostlinných společenstev se vyskytuje (Pyšek, 2005).

2.2.1 Invazní proces

Invazní proces je možné chápat jako postupné překonávání bariér, se kterými se druh během invaze střetává. Tento proces může trvat několik desítek let, ale i celá staletí. Podle toho, které z bariér se druhu podaří překonat, jej můžeme v daném území označit jako přechodně zavlečený, naturalizovaný nebo invazní. Invazní proces zahrnuje několik základních fází, kterými druh postupně prochází. Zdaleka ne všechny nepůvodní druhy se ale dostanou až do jeho konečné fáze.

Invazní proces má následující 4 fáze:

Introdukce (zavlečení) znamená překonání geografických bariér. Jde o základní podmínku k tomu, aby se druh vůbec mohl dostat do určitého území. Mezi geografické bariéry patří zejména oceány, vodní toky, pouště, pohoří apod. Jsou to území s ekologicky nepříznivými podmínkami. Ve většině případů dochází k překonání těchto významných bariér za pomoci člověka a hovoříme tak o úmyslném nebo neúmyslném zavlečení.

Přechodně zavlečený druh (v angličtině „casual“) je takový, který již překonal environmentální bariéry v místě zavlečení. Těmito bariérami jsou zejména klimatické podmínky v dané oblasti. Tyto druhy jsou závislé na přísunu diaspor (semen) prostřednictvím lidské činnosti, protože nejsou schopny se bez přispění člověka v přírodě trvale rozmnožovat a vytvářet tak dlouhodobě životaschopné populace.

Naturalizace (zdomácnění) předpokládá překonání rozmnožovacích bariér. Druhy, které toho dosáhnou, označujeme jako **naturalizované (zdomácnělé)**. Mezi rozmnožovací bariéry se řadí absence jedinců druhého pohlaví u dvoudomých rostlin, absence vhodných opylovačů, krátká vegetační sezona znemožňující dozrání semen nebo predace vytvořených semen některými původními živočišnými druhy. Naturalizovaný druh (v angličtině „naturalized“, „established“) je tedy schopen v přírodě vytvářet trvale životaschopné populace, které se rozmnožují nezávisle na člověku. Za naturalizovaný považujeme druh až tehdy, pokud se v daném území vyskytuje dostatečně dlouhou dobu a je tak zřejmé, že se dokáže vyrovnat i s výraznými výkyvy místního klimatu.

Invaze je posledním stadiem invazního procesu. O **invazních druzích** hovoříme v případě, kdy naturalizované druhy začnou být schopny produkovat velké množství potomstva a překonají bariéry, které brání jejich prostorovému rozšíření. Bariéry představuje absence vhodného vektoru. Invazní druhy (v angličtině „invasive species“) jsou pak schopné se rychle šířit i na velké vzdálenosti od svých zdrojových populací (Pyšek, 2005). Invazní druhy jsou tedy podskupinou druhů naturalizovaných (Machar et al., 2012, 705). Obvykle pouze nízké procento z celkového počtu naturalizovaných druhů vyskytujících se na určitém území dosáhne stádia invaze. Invazní druhy rostlin, které svým výskytem a působením významně mění vlastnosti invadovaných ekosystémů, byly pojmenovány anglickým termínem **transformers**. Tyto druhy mění charakter ekosystémů například intenzivním využíváním zdrojů (voda, světlo, kyslík), obohacováním o limitní zdroje (např. dusík), změnou požárového režimu nebo podporou eroze. Další specifickou skupinou rostlin jsou druhy označované anglickým názvem **weeds** (problémové invazní druhy), které svým výskytem nepříznivě zasahují do lidských zájmů a mají jasně znatelný environmentální či ekonomický dopad. Nemusí se v tomto případě vždy nutně jednat o zavlečené rostlinné druhy (Pyšek, 2005, 131).

2.2.2 Ostatní kritéria dělení zavlečených rostlin

Prvním z těchto kritérií je tzv. **doba od zavlečení** (v angličtině „residence time“), jež podává informaci, v které době byl daný druh na určité území zavlečen. V tomto ohledu se zavlečené druhy rostlin dělí do 2 skupin. Jedná se o:

- 1) **archeofyty** – rostliny, které byly na naše území zavlečeny v době od počátku neolitického zemědělství do konce středověku (přibližně rok 1500)
- 2) **neofyty** – rostliny, které k nám byly zavlečeny v období od konce středověku (po objevení Ameriky) až do současnosti. Právě z neofytů se v současné době často rekrutují tzv. **problémové invazní druhy (weeds)**. Velká část současných invazních rostlin patří právě mezi neofyty (Machar et al., 2012, 705).

Druhým kritériem je **způsob zavlečení rostlin**. Podle toho, jakým způsobem byly na území zavlečeny, rozlišujeme rostliny:

- 1) **zavlečené úmyslně** – patří sem hlavně užitkové a okrasné rostlinné druhy
- 2) **zavlečené neúmyslně** – ve většině případů přenosem semen nebo jiných diaspor při transportu s různými obchodními komoditami

Obecně platí, že v celkovém počtu zavlečených druhů jsou obě skupiny zastoupeny vcelku rovnoměrně, ale z druhů zavlečených úmyslně se profiluje více naturalizovaných a invazních druhů (Pyšek, 2005, 132).

Třetím, a zároveň posledním, důležitým kritériem je **typ stanoviště a rostlinného společenstva (vegetace)**, ve kterém se nepůvodní druh vyskytuje. Stanoviště se nejčastěji člení na člověkem vytvořená nebo silně ovlivněná na straně jedné a stanoviště s přirozenou či polopřirozenou vegetací na straně druhé (Pyšek, 2005, 134).

3. Invazní rostliny a rozvojové země

V rozvojových zemích bývá obvykle šíření invazních rostlin snazší a jejich dopad na místní ekosystémy s přirozenou nebo s polopřirozenou vegetací ničivější, než ve vyspělejších částech světa. Jedním z důvodů je například vysoké procento lidí žijících pod hranicí absolutní chudoby¹. V jižní Asii (Indie, Bangladéš, Pákistán a částečně Indonésie) žije překvapivě více lidí v absolutní chudobě než v hospodářsky nejzaostalejší Africe. Konkrétně v tomto regionu žije 50 % z celkového počtu absolutně chudých obyvatel planety. Indie je zemí s největším počtem lidí žijících v absolutní chudobě – v roce 2006 zde takto žilo 386 milionů lidí. Toto číslo se postupem času snižuje, přesto se však stále pohybuje okolo 280 milionů (Nováček, 2010, 181).

¹ Podle Světové banky se za hranici absolutní chudoby považuje příjem 1,25 USD na osobu a den (Nováček, 2010, 176).

3.1 Lidská činnost a invazní rostliny

Obyvatelé rozvojových zemí, zejména ve venkovských oblastech, se živí nejčastěji jako drobní zemědělci. Jedná se o tzv. subsistenční zemědělství (v Asii je tímto způsobem obděláváno až 80 % zemědělské půdy). Hospodaření na malých políčkách stojí rolníky mnoho úsilí, aby úroda dokázala uživit celé jejich rodiny. Tito lidé mají jasný cíl, a tak je z pochopitelných důvodů příliš nezajímá a ani nemají povědomí o dopadech svého hospodaření na místní ekosystémy. Drobní rolníci často nemají finanční prostředky na pořízení plnohodnotných hnojiv, proto se půda rychleji vyčerpává a klesá její úrodnost. Po nějakém čase tak může dojít k tomu, že je třeba začít pěstovat kulturní plodiny na jiném místě. Pak jde o specifický typ – tzv. stěhovavé zemědělství (Opršal, 2017). V tomto případě obvykle musí ustoupit část tropického deštného lesa nebo jiného přirozeného ekosystému s velkou druhovou diverzitou, jelikož v případě rozvojových zemí se jedná právě nejčastěji o tropické oblasti, které mají na Zemi nejvyšší biodiverzitu.

Závažnější příčinou, která způsobuje šíření invazních rostlin i snižování biodiverzity, je však stále dynamicky se rozvíjející komerční (plantážní) zemědělství v rozvojových zemích. Zahraniční nadnárodní společnosti zde na obrovských plochách zemědělské půdy pěstují – s pomocí námezdních dělníků – obvykle jednu nebo několik málo komerčních plodin (Opršal, 2017). Když odhlédneme od skutečnosti, že se za účelem co nejvyšších výnosů intenzivně používají průmyslové agrochemikálie znečišťující půdu i vodu, ukáže se hlavní environmentální problém. Tím je ohrožení biodiverzity a možnost invazí těchto introdukovaných plodin do původních ekosystémů. Například většina energetických plodin, které se v současnosti používají na výrobu biopaliv, může být potenciálně invazivní. Nadnárodní korporace tyto plodiny pěstují ve velkém, aniž by se zajímaly o řešení možných negativních externalit. Případné invaze z těchto plantáží přitom mohou ohrozit lokální ekosystémy, na kterých je závislá místní populace, a způsobit tím ekonomické problémy. IUCN proto doporučuje pěstování lokálních plodin místo cizích a apeluje na vlády rozvojových zemí, aby vytvořily systém pro hodnocení rizika invaze nepůvodních druhů do místních ekosystémů (IUCN, ...).

Tento způsob hospodaření v rozvojových zemích, kdy se vytváří nové plochy pro zemědělství na úkor původní vegetace a pěstují se na nich často nepůvodní plodiny (v případě komerčního zemědělství), napomáhá k šíření invazních rostlin. Těmi mohou být samotné introdukované plodiny nebo rostliny náhodně zavlčené společně s nimi. Většina invazních rostlin, které v současné době invadují přirozené ekosystémy, prošla totiž v minulosti (brzy po své introdukci) stádiem naturalizace právě na člověkem vytvořených nebo narušovaných stanovištích. Mezi tato stanoviště lze jistě počítat i takto nově připravené plochy zemědělské půdy. Za invazní druhy tedy nelze považovat pouze takové, jež se vyskytují na stanovištích s přirozenými či polopřirozenými společenstvy (jak to uvádí, mimo jiné, například IUCN nebo Úmluva o biologické rozmanitosti), ale i ty vyskytující se na stanovištích uměle vytvořených člověkem. Právě těmto druhům je třeba věnovat patřičnou pozornost z hlediska managementu, protože jinak

hrozí nebezpečí, že v případě jejich rozšíření v původní vegetaci mohou způsobit větší problémy, než je nutné (Pyšek, 2005, 135).

Globální změna klimatu, o jejíž existenci už dávno není pochyb, patří také k hlavním příčinám šíření invazních druhů. Se zvyšujícími se průměrnými teplotami je areál rozšíření některých teplomilnějších rostlinných druhů stále častěji posouván do vyšších zeměpisných šířek. Zde tyto druhy neznárodně dosahují fáze naturalizace a za určitých podmínek se mohou později některé z nich stát invazními. Klimatická změna se nevyhýbá ani tropickým oblastem napříč zeměkouli, které jsou i jejím vlivem vystaveny vážné hrozbě šíření invazivních druhů. Týká se to ve zvýšené míře zvláště, na biodiverzitu velice bohatých, tropických lesních ekosystémů. Dopady cizích invazních druhů na původní ekosystémy jsou největším problémem ochrany přírody v tropech (Joshi et al., 2015).

4. Zavlečené a invazní rostliny v oblasti jižní Asie

Oblast jižní Asie, zejména indického subkontinentu, je jedním z regionů na naší planetě, kde se vyskytuje velké množství naturalizovaných druhů. Hovoříme o tzv. hotspotech regionální úrovně naturalizace, která je měřena jako procento naturalizovaných druhů na celkovém počtu druhů flóry daného regionu. Je tedy logické, že Indie současně patří také k regionům s nejvyšším počtem invazních druhů, které se rekrutují právě hlavně ze skupiny druhů naturalizovaných. V případě pevninských regionů jsou globálně klíčovým faktorem, řídicím úroveň naturalizace, podnebné pásy (biomy). Hlavním důvodem jsou jejich odlišné klimatické režimy (Pyšek et al., 2017).

4.1 Invazní druhy rostlin jako hrozba pro biodiverzitu

Invazní druhy dnes bývají označovány za druhou největší hrozbu pro globální biodiverzitu hned po degradaci přirozených stanovišť. Příznivé habitaty pro invazní rostliny jsou převážně determinovány konkrétními lokálními klimatickými, půdními a biogeografickými faktory. Identifikace hotspotů invazních rostlin je v každém případě pro ochranu přírody nezbytnou podmínkou. Pouze tak je možné invaze kontrolovat a navrhnout vhodná řešení v rámci managementu v daných oblastech. Ještě nedávno však bylo přesné určení invazních hotspotů metodologickou výzvou. V dnešní době se již k tomuto účelu používají data z moderních počítačových modelů (např. ENM). Při hledání hotspotů invazí v Indii bylo předmětné území rozděleno do 4 zón na základě úrovně náchylnosti k invazím v jednotlivých regionech. Jednalo se o kategorie s vysokou, střední, nízkou a velmi nízkou pravděpodobností invazí. Výsledky byly poměrně znepokojující. Predikovaly, že téměř polovina (49 %) z celkové rozlohy Indie se zařadí do kategorií se střední nebo vysokou mírou pravděpodobnosti invazí. V Indii se tyto oblasti invazních hotspotů bohužel shodují s ekologicky nejzranitelnějšími regiony, kterými jsou hotspoty biologické rozmanitosti (např. lesní ekosystémy) a pobřežní oblasti. Základem pro boj

s invazními druhy je mít o nich dostatek poznatků, které se následně dají využít při plánování efektivní politiky a strategie managementu (Adhikari et al., 2015).

Šíření invazních druhů v určitém území je obecně usnadňováno pomocí různých koridorů v krajině. Právě v jejich bezprostředním okolí se invazní rostliny objevují a šíří nejdříve. Velice dobře známým příkladem jsou člověkem budované liniové stavby, především silnice. Vlivem dopravy na nich dochází k nekontrolovanému přenosu semen a jiných diaspor na velké vzdálenosti. Silnice jsou proto důležitým faktorem ovlivňujícím prostorové rozšíření a hojnost druhů v biologických invazích. Jejich přesná role v tomto procesu ale ještě stále není zcela objasněna (Dar et al., 2015). Navíc liniové dopravní stavby brání migraci živočichů, a také způsobují fragmentaci ekosystémů, která je vždy negativní a zvláště pak u tropických lesních ekosystémů.

Dalším typem koridorů jsou tzv. biokoridory, které mezi sebou vzájemně propojují jednotlivá biologická centra a umožňují tím snazší migraci organismů, tok látek a energií. V závislosti na své šíři se dělí na liniové a pásové. Mohou mít význam lokální, regionální či nadregionální (Machar, 2011). Funkce biokoridorů je v krajině nezastupitelná a ve většině ohledů pozitivní. Přesto biokoridory mají i některá negativa – taktéž napomáhají biologickým invazím a šíření nejrůznějších patogenů v krajině.

4.2 Invazní druhy rostlin a klimatická změna

Změna klimatu se zcela jistě promítne také do procesu biologických invazí. Správné a včasné pochopení jejího dopadu je velice důležité pro trvale udržitelnou ochranu biologické rozmanitosti. Existuje více možných scénářů, jak bude v budoucnosti klima vypadat. Tyto scénáře jsou podrobněji diskutovány v protokolu IPCC. Potenciál rozšíření jednotlivých invazních druhů na území Indie v průběhu budoucích (a možná už i současných) klimatických změn lze jen složitě predikovat, protože každý druh má na změny specifické reakce. Pro úspěšnou invazi bude v budoucnu nejdůležitější schopnost adaptace na nepříznivé podmínky. Se svým vysokým růstovým potenciálem, efektivními strategiemi rozptylu semen a vynikající schopností využívat dostupné zdroje živin a vody, mají velké šance uspět (Panda et al., 2018).

Na příkladu predikce budoucího areálu rozšíření druhu *Cassia tora* v Indii je možné odvodit i rozšíření jiných druhů během změn klimatu. *Cassia tora* je v Indii běžně se vyskytujícím druhem. Je to jednoletá rostlina z čeledi *Fabaceae* pocházející původně z Polynésie. Dnes je hojná v celé jihovýchodní Asii. Její semena se dají použít jako náhražka kávy. Rozptylována jsou vodou a zvířaty jen na krátké vzdálenosti, což je v porovnání s některými invazními druhy určitou nevýhodou (Panda et al., 2018).

K popisu vhodnosti stanovišť pro invazní druhy a reakce druhů na měnící se klima se používají druhové distribuční modely (např. GLM, GAM nebo MaxEnt). V případě druhu *Cassia tora* je k dispozici dostatek dat potřebných pro určení invazního potenciálu v různých scénářích

klimatických změn. Vstupní data jsou pro použití těchto modelů klíčová. Výsledky ukázaly, že *Cassia tora* má největší potenciál dále se šířit hlavně v zemědělských oblastech ve střední Indii, kde se pro zemědělskou výrobu může stát velkou hrozbou. Dostatečná intenzita slunečního záření je pro šíření druhu důležitým faktorem, proto bude v budoucnu ještě ve větší míře osidlovat otevřené prostory, typicky zemědělskou krajinu. Invazní proces v případě tohoto druhu zpomalují nízké teploty, které negativně ovlivňují klíčivost semen. Nižší teploty, které panují ve výše položených regionech Indie, jsou pro většinu invazních druhů velkou překážkou, a proto se v těchto oblastech vyskytují jen sporadicky nebo vůbec. Vzhledem k předpokládanému růstu teplot však toto omezení bude ztrácet na významu. Teplé klimatické podmínky podporují další šíření invazních rostlin na indickém území, protože se jedná zpravidla o druhy pocházející ze subtropických a tropických oblastí (Panda et al., 2018).

Obecně hraje při šíření invazních druhů důležitou roli jejich fenologie, tedy životní cyklus. Bez ohledu na fenologické cykly má ale výhodu vždy druh s větší adaptabilitou na nepříznivé klimatické podmínky. Invazní potenciál druhu *Cassia tora* i jiných rostlin se bude v Indii s největší pravděpodobností dále zvyšovat přičiněním antropogenních zásahů, zejména deforestací, požárů a intenzivní zemědělskou činností. Stejný problém se bohužel týká i mnoha dalších oblastí světa. Jednotlivé druhy mají odlišný invazní potenciál a reagují na změny klimatu jinak, ale zmíněné rušivé vlivy vyvolané lidskými aktivitami napomáhají šíření prakticky všech invazních druhů na indickém subkontinentu. Obecně se předpokládá, že v důsledku klimatických změn dojde v jižní Asii spíše k rozšíření areálů výskytu invazních rostlin. Bez ohledu na to, zda nastane mírnější nebo extrémnější scénář změn klimatu, zejména nárůstu teplot (Panda et al., 2018).

5. Užitečné funkce invazních druhů v Indii

Na invazivní rostliny ale nelze pokaždé nahlížet jako na naše nepřátele, které je nutné zlikvidovat. V některých oblastech Indie jsou pro tamní kmenové komunity užitečné hned z několika důvodů. Mezi domorodými komunitami je tradičně rozšířené využívání léčivých rostlin k výrobě různých léků. I v dnešní době jsou pro kmenové komunity znalosti tohoto druhu velmi důležité, protože žijí často v odlehlých oblastech a nemají přístup ke kvalitní lékařské péči. Tyto zkušenosti se zde dědí z generace na generaci. V Indii se vyskytuje obrovské množství léčivých rostlin a jsou mezi nimi zdokumentovány i léčivé účinky některých invazních druhů. Z floristického výzkumu na území distriktu Jhabua v severozápadní Indii, provedeného v letech 2008–2013, vyplynulo, že 56 % místních invazních rostlin je možné použít při léčbě rozličných chorob a v etnobotanickém použití. Jedná se celkově o 102 druhů invazních rostlin patřících do 38 čeledí. Nejčastěji používanou částí rostliny k léčebným účelům je v této oblasti list. Průzkum byl proveden v různých lokalitách a během různých ročních období. Jeho účelem byla dokumentace etnobotanických informací nepůvodních invazních rostlin. Zároveň byl u těchto druhů zkoumán i stupeň invazivnosti, preference habitatů a pro každý druh vypočtena užitná hodnota, založená na

míře využívání každého jednotlivého druhu mezi místními obyvateli. Velmi zajímavá je skutečnost, že více než polovina z výše zmíněných 102 druhů rostlin (58 druhů) vykazuje užitnou hodnotu rovnou nebo vyšší než 0,5, což indikuje časté použití daných druhů v místním léčitelství. Čím vyšší užitná hodnota druhu, tím častější a všestrannější použití v lékařství. Nejvyšší užitnou hodnotu (1,08) má rostlina *Tribulus terrestris*, používaná mimo jiné jako projímadlo (Jain a Wagh, 2018).

Mnohé invazní druhy poskytují místním obyvatelům kromě různých léčiv i jiné ekonomické benefity, jako je potrava, palivo nebo krmiva pro hospodářská zvířata. Zejména zajištění potravinové bezpečnosti je pro místní obyvatele enormně důležité. Do této skupiny druhů patří především kulturní plodiny, které se používají jako zelenina. Tyto druhy jsou v oblasti poměrně běžné a snadno dostupné a hrají velice důležitou úlohu ve výživě místní kmenové komunity. Mají také ještě další důležitou roli – generují příjmy pro místní komunitu. Ať už jde o zeleninu nebo květiny, které se prodávají na lokálním trhu. Další druhy pro změnu nachází využití jako krmné plodiny pro hospodářská zvířata. Z jiných druhů se získává textilní vlákno, používají se jako okrasné rostliny, a dokonce jeden druh je možné využít jako insekticid. Ukazuje se, že přibližně polovina invazních rostlin v oblasti má pozitivní a polovina negativní dopady na živobytí lidí a místní ekosystémy. Pozitivní ekonomický, sociální a ekologický dopad invazních rostlin je proto třeba brát v úvahu při posuzování nákladů vyplývajících z invazí. Nepůvodní invazní druhy je také možné využít v lesnictví pro zajišťování funkcí, jež původní druhy z nějakého důvodu nejsou schopné poskytnout. Mezi tyto funkce patří akumulace biomasy, fixace dusíku a opětovné zalesňování degradované půdy (Jain a Wagh, 2018).

5.1 Použití invazních rostlin k léčebným účelům

Mnohé invazní druhy, které byly popsány během výzkumu, jsou místní kmenovou komunitou užívány k léčení řady zdravotních obtíží. Konkrétně je s pomocí těchto druhů možné léčit celkem 37 častých onemocnění, jako je například kašel, horečka či průjmy, ale také třeba žloutenka, astma nebo úplavice. Lidé získávají léčivé látky z invazních rostlin prostřednictvím 9 různých způsobů jejich zpracování. Vyrábí z nich a následně používají šťávy, prášky, odvary, masti, oleje nebo výtažky. Nejvyšší druhová diverzita invazních léčivých rostlin byla ze všech sledovaných habitatů zaznamenána na úhorech a podobných stanovištích, která nejsou zemědělsky obhospodařována. Poměrně hodně druhů se vyskytuje i v okolí dopravních komunikací. Několik druhů je již odborníky testováno v laboratořích z důvodu možného budoucího použití ve farmaceutickém průmyslu (Jain a Wagh, 2018). Velká část v oblasti se vyskytujících druhů však stále ještě vědci nebyla testována a je otázkou, zda k tomu někdy dojde. V celosvětovém měřítku je téměř jistě obrovské množství druhů obsahujících léčivé látky, které dost možná nebudou nikdy objeveny.

U všech 102 zavlečených druhů byl kromě možnosti jejich využití také studován stupeň invazivity. Podle tohoto kritéria byly rostliny rozříděny do 5 kategorií na základě dostupnosti –

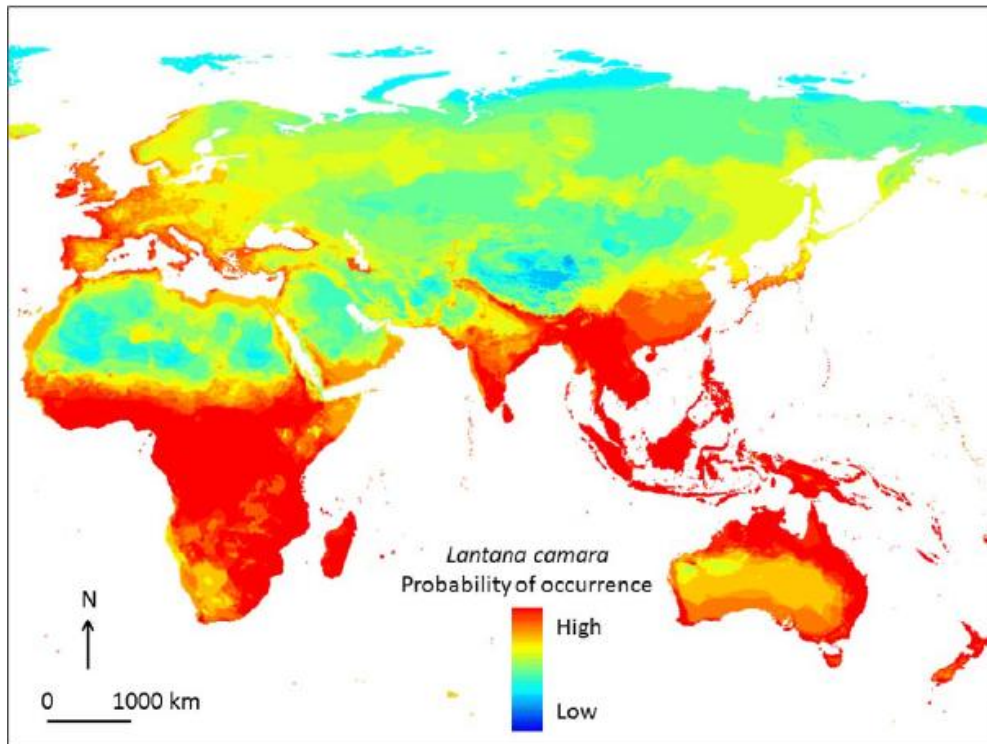
naturalizované, introdukované, potenciálně invazní, středně invazní a vysoce invazní. U každé kategorie bylo sledováno její druhové zastoupení v různých typech habitatů na daném území – např. podél cest, na zemědělsky využívané půdě, v okolí usedlostí, na úhorech, v lesích nebo v říčních korytech. Z celkového počtu 102 druhů patří nadpoloviční většina (56 druhů) do skupiny naturalizovaných rostlin, které nevykazují žádný negativní dopad na původní flóru. Naopak, je o nich možné říci, že původní flóru vlastně svým způsobem obohacují. Dále 13 druhů se řadí do kategorie potenciálně invazních, 7 druhů mezi středně invazní a pouze 5 z více než stovky druhů je možné zařadit do skupiny vysoce invazních rostlin, které obvykle mají značně negativní vliv na původní rostlinná společenstva a mnohdy také neblahé socioekonomické důsledky pro místní obyvatelstvo (Jain a Wagh, 2018). Potvrzuje se tak obecně platné pravidlo, že z celkového počtu zavlečených druhů v určitém území se většinou pouze několik málo druhů stane nebezpečně invazivními. Tyto druhy jsou velice silné v kompetici s původními druhy a mají schopnost měnit i některé vlastnosti invadovaných ekosystémů (např. zasahovat do koloběhu prvků apod.).

V Indii je problém dlouhodobě udržitelně využívat původní diverzitu rostlin. Je zde ale určitá možnost, že využíváním invazních rostlin se sníží tlak na původní rostlinné druhy, které již jsou vystaveny různým typům ohrožení. Použití invazních rostlin by se tak mohlo stát jedním z pilířů účinné strategie managementu, která napomůže původní vegetaci se vzpamatovat a posílit tím biodiverzitu v regionu (Jain a Wagh, 2018, 179).

6. Vybrané problémové invazní druhy rostlin v jižní Asii

6.1 *Lantana camara*

Jedná se o vysoce invazní druh keře nebo stromu z čeledi *Verbenaceae*, který původně pochází z Jižní a Střední Ameriky a v současnosti je rozšířen ve více než 60 zemích napříč světem. Jde zejména o tropické a subtropické oblasti Asie a Afriky, ale vyskytuje se i v Austrálii. Patří mezi vůbec nejrozšířenější a nejnebezpečnější invazivní rostliny v jihoasijském regionu, ale i na světě. Do Indie byl druh poprvé introdukován na počátku 19. století jako okrasná rostlina pro své atraktivní a bohaté květenství do botanické zahrady v Kalkatě a následně do severní i jižní Indie. Byl také kultivován a začal se běžně používat jako živý plot. Od té doby expandoval a postupně založil populace prakticky v každém vhodném ekosystému po celé Indii (Kannan et al., 2016). Druh vykazuje vysokou genetickou diverzitu, což je jeden z aspektů naznačujících, že *Lantana camara* nebyla do Indie zavlečena pouze jednou, ale několikrát a na různá místa, a postupem času zažila prostorovou expanzi. Stejně jako spousta jiných invazních druhů se začala šířit ze zahrad a parků do nových habitatů. Dnes se vyskytuje ve všech typech prostředí – od extrémně suchých až po horské oblasti. Může se objevovat jednotlivě, ale častěji se lze setkat s hustými porosty, které vytěsňují původní druhy. V narušovaných původních lesích se stává dominantním druhem keřového patra, blokuje proces sukcese a snižuje biodiverzitu. Představuje tedy vážnou hrozbu pro původní flóru a způsobuje problémy i mnoha jiným volně rostoucím druhům, které jsou závislé na původních ekosystémech (Quader a Ray, 2014).



Obrázek 1: Mapa pravděpodobnosti rozšíření druhu *Lantana camara* ve světě

Zdroj: Bhagwat et al., 2012

Úspěšné invaze většinou vznikají z vícenásobné introdukce z alopatrických populací. Genetická diverzita a populační struktura je u druhu *Lantana camara* nejlépe vysvětlena pomocí mnohonásobných introdukcí. Druh byl v Indii introdukován zvláště na mnoha lokalitách z většího počtu původních alopatrických populací a tyto introdukce byly následovány rozsáhlou expanzí a genetickým tokem, eventuálně postupnou homogenizací populací (Quader a Ray, 2014, 657).

V případě druhu *Lantana camara* a jeho výskytu na území Indie proběhlo již mnoho výzkumů. Zabývají se příčinami jeho šíření, změnami hustoty výskytu a také jeho vlivem na invadované ekosystémy. Jeden z výzkumů si kladl za cíl zjistit příčiny rychlého šíření tohoto invazního keře v prostředí ekosystému sezonního tropického suchého lesa v Západním Ghátu v jižní Indii. Sezonně suché lesy zabírají přibližně 90 % území regionu a zahrnují křovinaté savany, suché opadavé lesy i vlhké opadavé lesy. Všechny typy jsou do značné míry invadovány *Lantanou camarou*. Tato oblast patří v Indii mezi tzv. hotspoty biodiverzity a je proto velice cenná. Byly zkoumány faktory ovlivňující kolonizaci druhem *Lantana camara* a také dynamiku hustoty jeho výskytu (Sundaram et al., 2015). Nejen v tomto případě, ale i obecně je důležité tyto faktory identifikovat, protože často poskytují hodnotné informace o mechanismech biologických invazí a o samotných invazních druzích. K těmto faktorům se řadí zejména různé rušivé vlivy (disturbance), jako jsou lesní požáry, historické úpravy biotopů provedené člověkem a funkce okrajů (ekotonů). Pak sem patří i vhodnost habitatů a postupně se zvyšující kompetiční tlak jedinců invazního druhu v době, kdy je invaze teprve v počátcích.

Ve výzkumu byly využity údaje z rozsáhlé databáze zpracované v rozmezí let 1997–2008, která popisuje výskyt a početnost *Lantany camary*, a tyto kombinovány s příslušnými informacemi o disturbancích, kompetičním tlaku na šíření a o vhodnosti stanovišť. Habitaty vystavené přirozeným nebo antropogenním disturbancím bývají obvykle na invaze citlivé. Existuje mnoho důkazů z rozličných typů ekosystémů o vazbě mezi pravidelně se opakujícími disturbancemi a dominantním invazivním druhem. To znamená, že disturbance všeho druhu hrají v biologických invazích klíčovou roli.

Důležitou hnací silou je v procesu invaze tlak prvních jedinců invazního druhu (tzv. propagátorů) na původní flóru. Úspěch invazí nejčastěji závisí na počtu propagátorů vyskytujících se *in situ*². Jak je tento tlak silný závisí na některých životních charakteristikách dané rostliny. Rozhodující je především doba potřebná k dosažení reprodukční zralosti a způsob rozptýlení semen. Druhy s kratší dobou zrání semen a abiotickým způsobem jejich rozptýlu mají většinou tendenci být úspěšnější než druhy, u kterých je dozrávání semen pomalejší, a jsou rozptylována biotickým způsobem (Sundaram et al., 2015).

V oblasti výzkumu i na celém území Indie došlo v posledních 10 letech k rychlé invazi keře *Lantana camara*. V chápání jeho procesu invaze ale stále existují velké mezery. Proto byl při zkoumání invazního procesu použit informačně – teoretický model k zjištění relativního významu jednotlivých faktorů majících vliv na šíření *Lantany camary*. Plody, které keř produkuje celoročně, jsou velice bohaté na cukr a lákají tak mnoho druhů ptáků a malých savců, kteří následně svým trusem roznášejí semena. V místech, kde je plodů velké množství, byla dokonce pozorována vyšší druhová diverzita a hustota ptáků. Druh je ale schopen rozmnožovat se i vegetativně z podnoží. Jako invazivní začal být uváděn na počátku minulého století, tedy asi 100 let po prvním zavlečení. V současné době je zcela běžný v různých ekosystémech – v tropických lesních porostech, na pastvinách i na dalších travinných společenstvech po celé Indii.

V oblasti studie je dobře znatelná dlouhá historie užívání a změn místních biotopů domorodým obyvatelstvem. Lesy byly využívány pro produkci santalového dřeva či bambusu a také se kácely a vypalovaly za účelem získání půdy pro pěstování kulturních plodin. Časté požáry zakládané místním domorodým kmenem Soliga byly pro krajinu Západního Ghátu charakteristické a dodnes jsou jejich důsledky patrné. Jejich účelem bylo udržovat stezky či vytvořit podmínky pro lepší sběr lesních plodů. Dnes je již území chráněno, těžba dřeva byla ukončena stejně jako plantážní zemědělství a většina obyvatel přesídlena do periferních částí oblasti (Sundaram et al., 2015).

Informace o rozšíření a hustotě *Lantany camary* v roce 1997 byly získány pomocí sběru dat ze sítě malých vyznačených ploch v terénu. Hustota druhu se tehdy dala považovat za zanedbatelnou. V roce 2008, tedy jen o 11 let později, bylo použito stejné umístění vytyčených

² Termín pocházející z latiny, v překladu znamená „na místě“.

ploch o rozměru 80 x 5 m, aby mohla být posouzena změna stavu kolonizace a hustoty v čase. Během této doby došlo ke dvojnásobnému zvýšení podílu sledovaných ploch, na kterých byla *Lantana camara* zjištěna. Zatímco v roce 1997 se vyskytovala na 41 % sledovaných lokalit, v roce 2008 to již bylo na 81 % z celkového počtu míst. Zároveň stoupla i hustota populací druhu na těchto lokalitách, a to v průměru více než třikrát. Pozorování však naznačila, že citelně vyšší hustota *Lantany camary* se objevuje v prostředí suchého a vlhkého opadavého lesa ve srovnání například s vlhkými stálezelenými porosty. Záleží ovšem i na stupni opadavosti. Vhodnost stanoviště pro tento keř tak zřejmě souvisí s přítomností stálezeleného stromového patra. Je tedy pravděpodobné, že keř se není schopen tak snadno šířit v prostředí, kde jsou celoročně zhoršené světelné podmínky a snížený přísun vody.

Stejně jako lesní ekosystémy jsou *Lantanou camarou* silně napadeny také zemědělské plantáže a okolí lidských obydlí. Je dost možné, že právě zde byla původní zdrojová místa, ze kterých se druh následně rozšířil dál. Právě lidská činnost totiž bývá nejčastějším impulsem k započetí biologických invazí. I v tomto případě byla zjištěna důležitá role cest a vodních toků v průběhu invaze. Během výzkumu byly taktéž zmapovány a sledovány i vypálené plochy po požárech.

Výsledkem bylo zjištění silné pozitivní korelace mezi mírou výskytu invazního keře a vzdáleností od plantáží a lidských sídel. To znamená, že čím je lokalita vzdálenější od lidských obydlí a plantáží, tím je zde výskyt druhu nižší. Jde o nejdůležitější faktor vysvětlující míru kolonizace *Lantanou camarou*. Ostatní zkoumané faktory (vliv požárů, vzdálenost od komunikací a vodních toků apod.) se pro vysvětlení kolonizace ukázaly jako méně důležité. Hustota druhu v určité lokalitě však s vlivem požárů souvisela. Čím vyšší byla v lokalitě frekvence požárů, tím nižší byla hustota porostu *Lantany camary*. Tato skutečnost je poměrně překvapující. Spíše se čekalo, že keř obsadí, vlivem požáru uvolněné, ekologické niky a stane se tak dominantním druhem. Účinkem ohně však dochází k citelnému snížení počtu životaschopných semen v půdě (Sundaram et al., 2015).

Proces invaze má komplexní povahu a je tedy výsledkem společného působení více různých faktorů. Ukazuje se, že tím nejdůležitějším je zřejmě vliv periodicky se opakujících disturbancí. V případě keře *Lantana camara* došlo kvůli postupnému potlačení lesních požárů k jeho snadnějšímu šíření. Náchylnost určitého ekosystému k invazi není stále na stejné úrovni, ale mění se v průběhu času v závislosti na místních podmínkách. Příkladem může být právě měnící se četnost a intenzita rušivých vlivů. Invaze druhu *Lantana camara* je výsledkem souhry působení všech výše popsaných faktorů.



Obrázek 2: *Lantana camara* v květu

Zdroj: Botany.cz

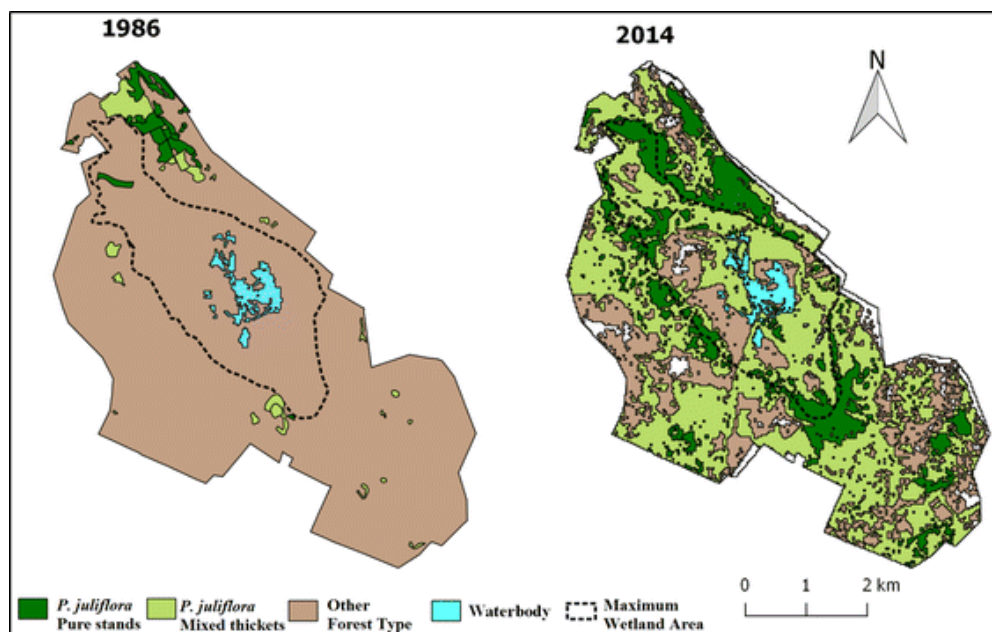
6.2 *Prosopis juliflora*

Jedná se o další široce rozšířený invazní keř nebo strom, který v Indii kolonizuje různé typy stanovišť. Původní oblastí výskytu tohoto vytrvalého a trnitého druhu z čeledi *Fabaceae* jsou semiaridní oblasti Mexika, Střední a Jižní Ameriky. Do Indie byl poprvé introdukován v roce 1877 z důvodu zvyšující se poptávky po dřevu jako palivu mezi chudým venkovským obyvatelstvem, kvůli potřebě obnovy erozí degradovaných půd, a také plnil funkci biologické bariéry proti desertifikaci. V minulosti byl keř hojně vysazován i v pouštích v mnoha arabských zemích za účelem „ozelenění“ krajiny a zpomalení procesu desertifikace. Později se ale začal, i díky svým vysokým reprodukčním schopnostem, agresivně šířit do dalších oblastí. Dnes se řadí do skupiny problémových invazních druhů a představuje vážnou hrozbu pro původní biodiverzitu. Vyskytuje se jako jeden z hlavních invazivních druhů na celém indickém subkontinentu, v subsaharské Africe, na Blízkém východě a také na Havajských ostrovech (Mukherjee et al., 2017).

Prosopis juliflora je i přes svou vysokou invazivitu stále v některých pobřežních oblastech Indie velice ceněným druhem a je vysazována jako preventivní opatření proti erozi způsobené mořskou vodou. Je totiž schopná dobře prospívat i v silně zasolených půdách. Na pobřeží vlastně tvoří i jakousi vegetační bariéru pro případ zemětřesení se vznikem vlny tsunami. V Indii se ze stejného důvodu (ochrana proti erozi) taktéž používá k zalesňování v aridních a semiaridních oblastech, které obývá i ve své domovině a je tak na ně dobře adaptovaná. Dlouhodobě odolává vysokým teplotám a nedostatku vody. Dřevo se používá nejen jako palivo, ale i ve stavebnictví a k výrobě nábytku. Stromy a keře jsou pro včely významným zdrojem nektaru, čímž podporují produkci medu a člověku poskytují výživový doplněk (Sampath Kumar a Viswanathan, 2016).

Byla zpracována studie zabývající se výskytem *Prosopis juliflora* na území Národního parku Keoladeo v severozápadní Indii. Jde o oblast s velmi různorodou mozaikou biotopů od suchých savan s roztroušenými křovinami, přes různé typy lesů až po mokřady. Pěstování *Prosopis juliflora* začalo na území parku v 70. letech minulého století a bylo to opět z důvodu produkce dřeva. Později došlo k jejímu rozšíření na většinu plochy parku. V rámci managementu se proto před několika lety přistoupilo k opakovanému odstraňování *Prosopis juliflora*. Přesto se však stále vyskytuje prakticky na celém území parku.

Ze studie vyplývá, že *Prosopis juliflora* je ze všech druhů stromů v národním parku zastoupena nejvyšším počtem jedinců a má také nejvyšší hustotu výskytu. Stejně výsledky byly zjištěny pro druhy keřů, i zde je *Prosopis juliflora* dominantním druhem. Počet jedinců tohoto keře je dokonce téměř dvakrát vyšší než počet jedinců druhého nejrozšířenějšího druhu *Capparis sepiaria*. Je tedy zřejmé, že invazivní druh keře tvrdě konkuruje původním druhům a postupně je vytlačuje. Prostorové srovnání dominance druhů mezi lety 1985 – 2015 ukázalo citelný vzrůst dominance *Prosopis juliflora* na úkor dříve dominantních původních druhů. Zejména na otevřených stanovištích s občasnými křovinami se plocha porostů *Prosopis juliflora* zvýšila během 30 let z 2% na téměř 51 %. Čeleď *Mimosaceae*, kam patří i *Prosopis juliflora*, má na území parku zdaleka největší druhové zastoupení a tím pádem i nejvyšší relativní hustotu výskytu. V současné době jsou všechny plochy polosuchých lesů v parku invadovány *Prosopis juliflorou*, která je pro ekosystém hlavní hrozbou (Mukherjee et al., 2017).



Obrázek 3: Prostorové srovnání rozšíření *Prosopis juliflora* v Národním parku Keoladeo mezi lety 1986 a 2014

Zdroj: Mukherjee et al., 2017

I mimo území národního parku se tento invazivní druh neustále rozšiřuje a negativně ovlivňuje strukturu původní vegetace. V Indii vedla invaze *Prosopis juliflora* ke snížení biodiverzity původních indických druhů rostlin, z nichž některé dokonce zcela vymizely. Rozhodujícím faktorem velkého úspěchu nejen tohoto, ale jakéhokoli invazního druhu bývá často jeho inhibiční (alelopatický) potenciál. *Prosopis juliflora* je například schopná vylučovat aminokyselinu, která zamezuje růstu jiných rostlin (Mukherjee et al., 2017)

V Indii je jejím dalším faktorem úspěchu schopnost kvést dvakrát za rok, což také znamená dvojnásobnou produkci plodů. Lusky obsahující velké množství malých hladkých semen jsou snadno dostupné pro pasoucí se hospodářská i volně žijící zvířata. Následně se semena rozptýlí s jejich trusem a vyklíčí během příštích monzunových dešťů. V Národním parku Keoladeo je právě šíření semen za pomoci dobytka hlavním důvodem rozšíření *Prosopis juliflora* po celé oblasti. Potvrzuje se tak velký vliv antropogenních disturbancí na rychlost invaze. Pastva dobytka zde již sice byla zakázána, ale tento zákaz není místními obyvateli příliš dodržován. Semenačky brzy po vyklíčení hluboce zakořeňují a je proto třeba začít s jejich odstraňováním v co nejranějším stadiu, nejpozději do stáří 1,5 roku. Nejčastěji se tak děje zakládáním řízených požárů. *Prosopis juliflora* je však schopna se s tímto opatřením do několika měsíců vyrovnat. Proto se musí požáry či mechanická likvidace v určitých intervalech pravidelně opakovat (Mukherjee et al., 2017).

Prosopis juliflora má negativní dopad nejen na biodiverzitu rostlin, ale i na biodiverzitu živočichů. Příkladem je její nepříznivý vliv na úspěšnost hnízdění v populaci vodních ptáků v přírodní rezervaci Vettangudi Bird Sanctuary, která se nachází v regionu Tamil Nadu na jihu Indie. Vegetaci na území přírodní rezervace dominují 2 druhy – nepůvodní invazní strom *Prosopis juliflora* a původní strom *Acacia nilotica*. Podle výsledků sčítání ptáků zde žije 17 ptačích druhů, z nichž 2 druhy spadají podle IUCN mezi ohrožené. V rámci jednoho reprodukčního cyklu byl porovnáván například počet hnízd na jeden strom a počet vajíček v hnízdech s cílem zjistit, jestli je pro hnízdění příznivější druh stromu *Prosopis juliflora* nebo *Acacia nilotica*. Počet hnízd na jeden strom byl výrazně vyšší u *Prosopis juliflora*, ale v počtu vajíček na hnízdo nebyl mezi oběma druhy stromů téměř žádný rozdíl. Počet vypadlých vajíček a mládřat byl však mnohem vyšší z hnízd na stromu *Prosopis juliflora*. Z toho plyne, že větší počet mládřat byl na hnízdech postavených na původním druhu stromu *Acacia nilotica*. Invazní druh *Prosopis juliflora* tak představuje hrozbu pro hnízdění ptáků z důvodu odlišného způsobu větvení (zejména jiného sklonu větví), než je tomu u druhu *Acacia nilotica*. Tím pádem mnoho mládřat z hnízd vypadne a zahyne. Stejně tak může mít uspořádání větví vliv i na míru predace. *Prosopis juliflora* svou stavbou umožňuje predátorům snazší přístup k hnízdům. V jihoindickém regionu Tamil Nadu se nachází celkem 12 ptačích rezervací, z toho 5 je již silně invadováno *Prosopis juliflorou*. Zbývající rezervace jsou kvůli svým velice podobným klimatickým podmínkám invazí ohroženy. Aby se zabránilo dalším ztrátám ptačí diverzity, je nutné *Prosopis*

julifloru pravidelně mechanicky odstraňovat před přiletem ptáků do rezervací na svá hnízdiště (Chandrasekaran et al., 2014).

Přes všechny negativní dopady na původní domácí flóru je *Prosopis juliflora* i v něčem užitečná. Pozitivně ovlivňuje chemické i fyzikální vlastnosti půdy. Například snižuje pH půdy a zvyšuje podíl organické složky v půdě. Tyto změny půdy by mohly v budoucnosti pomoci růstu původních druhů a opětovnému zvýšení biodiverzity v regionu. Záleží ovšem hlavně na tom, zda se podaří zastavit invazi druhu *Prosopis juliflora* (Mukherjee et al., 2017).



Obrázek 4: *Prosopis juliflora*

Zdroj: Botany.cz

6.3 *Parthenium hysterophorus*

Tento v současné době problémový invazní druh byl v Indii poprvé zaznamenán a popsán v roce 1814 Williamem Roxburghem. Jde o jednoletou rostlinu patřící do čeledi *Asteraceae*, která kvete a plodí během období dešťů. Pochází původně z ostrovů v Karibském moři, a také z Mexika a Spojených států amerických. Do indické botanické zahrady se dostal náhodně zřejmě roku 1810. Patrně byl do Indie přivezen společně s pšenicí. První studie zabývající se rozšířením, vlivem na životní prostředí a možnostmi domácího či léčebného použití tohoto druhu začaly být v Indii publikovány od roku 1956 (Paul, 2010).

Parthenium hysterophorus patří k agresivním invazivním druhům a šíří se po celém světě. Hrozbou je i v některých asijských zemích, kromě Indie je to například Nepál, Bangladéš, Srí Lanka či Pákistán. Šíří se velmi rychle a je během několika let schopen obsadit rozlehlé oblasti. Kolonizuje lesy, pastviny, pole s kulturními plodinami, okolí cest a vodních toků, kde dochází k celkové změně prostředí. Nepříznivě ovlivňuje biologickou rozmanitost původní vegetace

a způsobuje výrazné snižování výnosů v zemědělské výrobě. Jeho úspěch je dán opět inhibičními vlastnostmi a vysokou konkurenceschopností v kompetici o vodu a živiny s ostatními druhy. Situace v některých zemích je již alarmující, proto jejich vlády prohlásily *Parthenium hysterophorus* za nebezpečný druh a přijímají opatření, která jej mají zastavit (Tanveer et al., 2015).

Druh dosahuje výšky až 2 m a jeho stonky v dospělosti mírně zdřevnatí. Za příznivých vnějších podmínek v jednom roce vyprodukuje běžně 4–5 generací. Semena klíčí v březnu až dubnu, a za předpokladu, že jsou v půdě dostatečně hluboko, jejich životaschopnost přesahuje dobu 2 let. Nejrychlejší růst nastává v období dešťů, jelikož druhu nejvíce vyhovuje vlhké a teplé klima. V případě takovýchto vhodných podmínek produkuje velké množství semen. Jediná rostlina dokáže vyprodukovat 15–28 tisíc semen, která jsou roznášena větrem, vodou, hospodářskými zvířaty, zemědělskými stroji apod. (Tanveer et al., 2015).

Vysoká invazivita je u druhu *Parthenium hysterophorus* dána také schopností adaptace na téměř jakoukoli změnu podmínek. Druh dokáže růst prakticky na všech typech půd a nevádí mu ani velmi špatné klimatické podmínky. Je například velice odolný vůči déletrvajícimu suchu. I proto je schopen invadovat původní flóru v široké škále biotopů (Tanveer et al., 2015).

Parthenium hysterophorus jako problémový invazní druh bohužel interferuje s lidskými zájmy a má tedy negativní ekonomický dopad. Je vážným konkurentem různých zemědělských plodin, což má logicky za následek snížení výnosů a tím pádem i zisků. U rýže, pšenice nebo kukuřice byl zaznamenán pokles úrody až o 40 %. Ještě větší problémy způsobuje na pastvinách, kde ve velké míře vytlačuje původní traviny, a dobytek už tak skoro není na čem pást. Pro každou plodinu je pochopitelně jasně daná určitá hodnota tzv. kritické prahové hustoty (počet jedinců *Parthenium hysterophorus* na 1 m²), při jejímž překročení už nastává problém. V kontextu globálních změn klimatu se předpokládá, že v budoucnosti dojde ještě k vyšším ztrátám při pěstování zemědělských plodin, protože *Parthenium hysterophorus* je konkurenčně silnější a dokáže efektivněji využívat zdroje (Tanveer et al., 2015). V Pákistánu byla vypracována studie, která sleduje postupné snižování výnosů kukuřice v závislosti na hustotě výskytu *Parthenium hysterophorus*. Cílem bylo právě určení kritické prahové hustoty pro kukuřici. Se zvyšováním hustoty invazního druhu lineárně klesal výnos kukuřičného zrna. Při hustotě 20 rostlin na 1 m² klesl výnos kukuřice přibližně na polovinu. Za kritickou prahovou hustotu je v případě kukuřice považována hodnota 1,3 rostliny na 1 m². Při dosažení této úrovně už je z ekonomického hlediska smysluplné začít invazní druh potírat (Safdar et al., 2015).

Parthenium hysterophorus je původcem závažného, imunožánlivého kožního onemocnění, které se nazývá Partheniová dermatitida (*Parthenium dermatitis*). Jedná se o chronické onemocnění, jehož průběh se může během let poměrně výrazně proměňovat. Střídají se tak období s lehčími a s těžšími projevy nemoci. Rostlina obsahuje alergeny (např. sesquiterpenové laktony), jež při kontaktu způsobují nepříjemné a poměrně špatně léčitelné

vyrážky. Horší průběh má choroba u zvláště citlivých jedinců a také u lidí, kteří jsou na látky obsažené v rostlině přímo alergičtí. Při léčbě je nejdůležitější vyvarovat se opětovného kontaktu s alergeny. K potlačení příznaků nemoci se používají zejména kortikosteroidy. Do budoucna se očekává pozvolný ústup choroby, který by měl být výsledkem vývoje nových biologických metod vedoucích k vymýcení druhu *Parthenium hysterophorus* (Sharma a Verma, 2012).

Invazní druh „plevelu“ *Parthenium hysterophorus* nabízí kromě mnoha negativ i možnost efektivního využití k výrobě bioethanolu. V Indii byly pokusy využít druh k tomuto účelu provedeny před několika lety a dopadly úspěšně. Při výrobě tzv. druhé generace bioethanolu (tedy z plodin, které se nepoužívají jako potraviny) se využívá procesu hydrolýzy a následně fermentace vysušené biomasy *Parthenium hysterophorus*. V době, kdy se pozornost začíná od fosilních paliv pomalu přesouvat k obnovitelným energetickým zdrojům, je bioethanol považován za důležité alternativní biopalivo. Závislost Indie na dovozu ropy se neustále zvyšuje, proto se může výroba bioethanolu stát alespoň malým příslibem, že se tento trend v budoucnosti podaří zvrátit. Proces výroby je postupně zdokonalován (např. bylo zavedeno použití 3 různých kmenů kvasinek), což vede k lepšímu výtěžku s vynaložením nižších nákladů. Výhodou je také dostatek biomasy *Parthenium hysterophorus* pro výrobu. Účinnost produkce bioethanolu se pohybuje v rozmezí 79 – 87 % v závislosti na kmenu kvasinek. Z 1 g suché biomasy se vyrobí přibližně 0,27 g bioethanolu. Tyto výsledky předurčují *Parthenium hysterophorus* k tomu, aby se v brzké době stal perspektivním zdrojem pro výrobu bioethanolu (Mohan Dev Tavva et al., 2016).

Extrakt z *Parthenium hysterophorus* je možné využít jako složku pro výrobu přírodního herbicidu na ochranu rostlin. Tato látka je schopná účinně potlačit celkem 14 různých druhů plevelů díky svým alelopatickým vlastnostem (Tanveer et al., 2015).

Způsobů, kterými se dá *Parthenium hysterophorus* potírat, je několik. Kromě mechanické likvidace je možnost využít biologický způsob, tedy živé organismy. Je známo několik druhů predátorů a parazitů (jedná se zejména o hmyz), ale většina z nich nemá na rostlinu dostatečně ničivý účinek, aby dokázali zabránit její další invazi. Nejúčinnější je proto zřejmě použití herbicidů. To ale může negativně ovlivňovat životní prostředí i lidské zdraví. Právě kvůli tomuto nebezpečí probíhá intenzivní výzkum mnoha rostlinných druhů, zda neobsahují látky účinné v boji proti invazivnímu druhu *Parthenium hysterophorus* (Tanveer et al., 2015).



Obrázek 5: *Parthenium hysterophorus*

Zdroj: Mohan Dev Tavva et al., 2016

6.4 *Hyptis suaveolens*

Rostlinné invaze se v posledních několika desítkách let staly častým tématem ekologického výzkumu. Dalším druhem patřícím do této skupiny, který se vyskytuje i v jihoasijském regionu, je *Hyptis suaveolens*. Jedná se o vytrvalou, rychle rostoucí aromatickou bylinu z čeledi *Lamiaceae*, u které již bylo potvrzeno škodlivé působení na původní rozmanitost rostlin. Je známá také pod lidovým názvem „bushmint“. V Indii je její výskyt zaznamenán v několika regionech v různých částech země. Obsazuje širokou škálu habitatů, avšak nejčastěji se objevuje podél silnic, železničních tratí, ve městech a na jejich periferiích, a v lesích. Například v suchých opadavých lesích byly v důsledku invaze *Hyptis suaveolens* zjištěny významné změny v druhové diverzitě. Druh má velký potenciál se šířit do dalších oblastí, zejména s vlhkým a teplým klimatem (Sharma et al., 2017).

Jako konkrétní příklad potvrzující invazivitu druhu *Hyptis suaveolens* lze uvést město Chandigarh v severozápadní Indii, které leží v podhůří Himálaje. Pro růst tohoto rostlinného druhu jsou zde příznivé klimatické podmínky. V okrajových částech města se nachází otevřené zelené plochy, které jsou ale postupně degradovány vlivem rozvíjející se zástavby a poskytují tak vhodné prostředí pro šíření invazních druhů. V několika lokalitách silně zamořených druhem *Hyptis suaveolens* byl proveden výzkum s cílem zjistit dopady na místní vegetaci (Sharma et al., 2017).



Obrázek 6: Kvetoucí výhonek *Hyptis suaveolens*

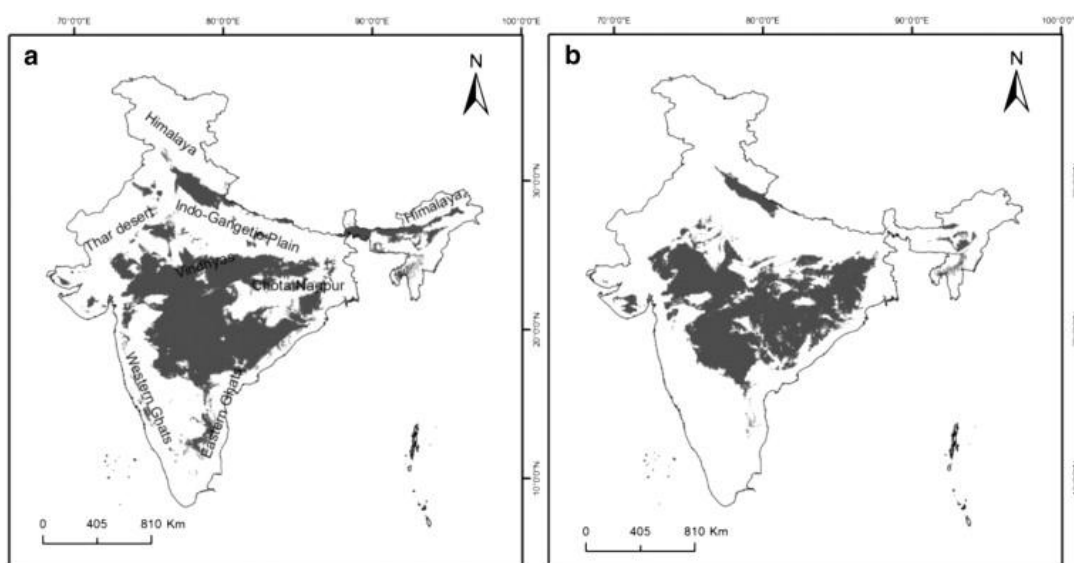
Zdroj: Sharma et al., 2017

Výsledky podle očekávání ukázaly razantní pokles v počtu druhů (až kolem 50 %) na invadovaných lokalitách. Některé původní druhy dokonce vymizely úplně. Druhem s nejvyšším zastoupením se stal *Hyptis suaveolens*. Ze všech rostlin vyskytujících se na daných lokalitách patřila větší část mezi nepůvodní druhy. Společně se změnou druhového složení došlo také ke změně některých půdních vlastností (např. neutrální až mírně zásadité pH se změnilo na kyselé), což vyplynulo z provedené půdní analýzy. *Hyptis suaveolens* dosahuje na invadovaných stanovištích vyššího vzrůstu (průměrně 2,7 m) a tedy i produkce většího objemu biomasy, než na místech, kde se vyskytuje jen v omezené míře (zde je průměrná výška rostliny „jen“ 1,8 m). Invazní druhy s intenzivním růstem a větší výškou mají silnější vliv na původní rostlinná společenstva. Šíření *Hyptis suaveolens* je podporováno i produkcí velkého množství semen a vysokou schopností adaptace. Semena mohou vyklíčit v širokém rozmezí teplot. Kromě pohlavního rozmnožování se druh dokáže reprodukovat také vegetativní cestou pomocí kořenů, které přežívají v půdě dlouhou dobu. Rostlina vylučuje toxické látky potlačující růst jiných rostlin v blízkém okolí a vytváří tak monokulturní porosty. Obsah alkaloidů, glykosidů i dalších toxických látek v nadzemní části rostliny má za následek, že je odmítána hospodářskými zvířaty. To znamená, že invaze *Hyptis suaveolens* má pro místní obyvatele i socioekonomické důsledky. Mimo zmíněných problémů se ztrátou pastvy pro dobytek sem patří ještě ztráta užitečných rostlinných druhů, které jsou zdejšími lidmi všestranně využívány (Sharma et al., 2017).

„Bushmint“ (*Hyptis suaveolens*) patří do skupiny invazních rostlin, které škodí v globálním měřítku. Pochází původně z tropických oblastí Ameriky. Nyní obsazuje tropické a subtropické ekosystémy nejen v Indii, ale po celém světě. Aby bylo možné přijmout opatření s cílem zmírnit invazní dopady, je nutné tyto oblasti zmapovat a získat o nich co nejvíce poznatků. Indie patří

k zemím s velmi bohatou biologickou rozmanitostí, nachází se zde celkem 4 z tzv. globálních hotspotů biodiverzity. Na druhé straně se ale v Indii také vyskytuje poměrně vysoké procento cizích invazních druhů. Proto je důležité vytvářet předpovědní modely potenciálního rozsahu *Hyptis suaveolens* i dalších invazních druhů. Pro celou Indii byla vypracována studie předpovídající pravděpodobný budoucí rozsah invaze *Hyptis suaveolens* za pomoci 2 druhových distribučních modelů MaxEnt a GARP. Výsledky vygenerované oběma modely byly na závěr mezi sebou porovnány. Do analýzy vstoupilo celkem 14 různých predikčních proměnných. Byla to např. teplota, nadmořská výška, množství srážek, typ půdy apod. (Padalia et al., 2014).

Oba modely vykázaly nakonec v zásadě velmi podobné výsledky. Pro výskyt *Hyptis suaveolens* panují ekologicky vhodné podmínky přibližně na 40 % území Indie. Jedná se zejména o centrální oblasti státu a také o podhůří Západního Himálaje, kde se nachází zmíněné město Chandigarh potýkající se s invazí „bushmintu“. Rostlina nepreferuje žádný vyhraněný typ půdy, i v tomto směru je velice nenáročná. Vysoká pravděpodobnost výskytu je v oblastech s nadmořskou výškou nižší než 1000 m, kde po většinu roku panují vysoké teploty a spadne zde průměrné množství srážek. V regionech s velmi nízkými nebo naopak vysokými srážkovými úhrny je možnost invaze malá až nulová. Předpovědi, zda se druh stane invazním v určitém území, jsou však problematické a nemusí se proto vždy naplnit. Důvodem může být neúplnost vstupních dat (Padalia et al., 2014).



Obrázek 7: Potenciální rozsah invaze *Hyptis suaveolens* v Indii podle modelu MaxEnt (a) a GARP (b)

Zdroj: Padalia et al., 2014

Tato předpověď potenciálního rozsahu invaze může pomoci se správnou lokalizací výzkumů v terénu, aby byl identifikován skutečný prostorový rozsah oblasti invadované druhem *Hyptis suaveolens*. Studie jasně prokázala, že druh má v Indii díky vhodným klimatickým podmínkám obrovský potenciál k dalšímu rozšiřování svého areálu výskytu (Padalia et al., 2014).

I v případě tohoto druhu existuje možný užitek. Ze semen „bushmintu“ je možné vyrábět olej s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin, který vykazuje dobré antibakteriální vlastnosti proti více kmenům bakterií a plísní. V budoucnosti se tak možná stane použitelným jako přírodní antibiotikum. Kromě toho se olej hodí také k hojení ran a lze říci, že *Hyptis suaveolens* je rostlina s vysokou léčivou hodnotou. Právě díky vysokému podílu nenasycených mastných kyselin (zejména kyseliny linolové) se olej svým složením podobá oleji ze slunečnice nebo ze sójových bobů. Kyselina linolová má zmíněné antibakteriální účinky. Nenasycené mastné kyseliny také podporují snižování hladiny cholesterolu v krvi a slouží tedy jako prevence onemocnění srdce a cév. Olej by se tak v budoucnosti mohl stát zdrojem antimikrobiálních a přírodních konzervačních látek pro využití ve farmaceutickém, potravinářském či kosmetickém průmyslu (Bachheti et al., 2015). *Hyptis suaveolens* je také místními obyvateli tradičně používána k léčbě nachlazení, bolestí a zánětů různého charakteru, infekce dýchacích cest, dále při horečce, kožních onemocněních, a dokonce k léčbě diabetu. Rostlina mimo jiné totiž ve svých nadzemních částech obsahuje látky s analgetickými vlastnostmi. Tato skutečnost byla zjištěna provedením odborného laboratorního výzkumu, který tak pouze potvrdil bohaté znalosti místních lidí o účincích této rostliny (Begum et al., 2016).



Obrázek 8: Lokalita silně invadovaná druhem *Hyptis suaveolens*

Zdroj: Sharma et al., 2017

6.5 *Chromolaena odorata*

Jedná se o popínavý invazní druh byliny až keře z čeledi *Asteraceae*. Jako samostatně rostoucí keř dosahuje výšky 1 m (na otevřených plochách však až 3 m), ale pokud se uchytí na okolní stromy či keře, může být vysoký až přes 4 m. Stonky mohou mít průměr 2 cm. Druh se přirozeně vyskytuje na Floridě a v Texasu, odkud se nejprve rozšířil do celé Střední a Jižní Ameriky, kde je považován za původní. Následně se šířil i do dalších částí světa. Dnes patří mezi nejrozšířenější

invazivní rostliny na Zemi, jelikož obsadil celkem 5 kontinentů. V současnosti představuje hrozbu pro původní vegetaci v západní a střední Africe, v Austrálii, v jihovýchodní Asii a také v Indii. Dokáže se adaptovat na různé klimatické podmínky, avšak areál jeho výskytu je omezen na oblast mezi obratníky Raka a Kozoroha, tedy oblast s tropickým a subtropickým podnebím (Mandal a Joshi, 2014).

Chromolaena odorata kolonizuje i oblasti s nadmořskou výškou nad 1000 m a vyhovují jí prakticky všechny typy půd. Podobně jako jiné invazní rostliny obsazuje v prvních fázích invaze nejčastěji otevřené plochy s dostatkem světla (např. zemědělskou půdu ležící ladem), odkud postupně vytěsňuje ostatní druhy. Invazní rostliny mají v novém území také velkou výhodu v tom, že oproti původní flóře zde nemají žádné parazity a škůdce. Mohou proto vynaložit zdroje především na růst a jsou konkurenčně silnější (Mandal a Joshi, 2014).

Mezi území, která *Chromolaena odorata* kolonizovala, patří také oblast Západního Himálaje ve státě Uttarakhand na severu Indie poblíž hranic s Čínou a Nepálem. Stát má z větší části mírné klima, ale v rovinatých oblastech panuje klima tropické. Druhové složení místní flóry bylo studováno na 4 různých typech stanovišť nedaleko hlavního města státu Uttarakhand Doon Valley, která se lišila nadmořskou výškou, klimatickými podmínkami, půdním typem, vegetací i rozsahem antropogenních zásahů. Výskyt *Chromolaeny odoraty* byl zjištěn nejčastěji v otevřeném terénu se suššími půdami (např. na pastvinách, úhorech nebo výslunných svazích). O trochu méně často se vyskytuje v lesních ekosystémech. Ve všech napadených lokalitách je však hustota výskytu invazního druhu vysoká a převyšuje všechny ostatní druhy. V lokalitách narušených antropogenními vlivy (v tomto případě zejména celoročním přílivem turistů) je výskyt *Chromolaeny odoraty* vůbec největší. Často bývá doprovázena také dalším invazním druhem *Lantana camara*. K rozšíření *Chromolaeny odoraty* na sledovaných lokalitách přispívá i kyselá pH půdy (snáší široké rozmezí hodnot pH od 4 do 8) a vyšší obsah fosforu a draslíku. Invazní druhy obecně představují vážný problém pro zachování a udržitelné využívání biodiverzity (Mandal a Joshi, 2014).

Chromolaena odorata negativně ovlivňuje zemědělskou produkci, protože konkuruje plodinám pěstovaným na plantážích a vytlačuje původní druhy z pastvin. Pro hospodářská zvířata je škodlivá a může tak docházet i k úhynům (Mandal a Joshi, 2014).

V původních lesích (mimo periferních částí) není výskyt tohoto druhu příliš častý z důvodu nedostatku světla. Degradace lesních porostů, kdy vznikají holá místa, však umožňuje rychlé obsazení *Chromolaenou odoratou*, která během růstu využívá okolní stromy jako oporu a představuje pro ně silnou konkurenci. Často tak způsobí až kolaps stromů v okolí. Roste rychle a v krátké době vytváří souvislé husté porosty, čímž potlačí ostatní vegetaci. K tomu přispívají i její alelopatické vlastnosti (Mandal a Joshi, 2014).

Chromolaena odorata způsobuje i zvýšení obsahu některých prvků v půdě. Tato skutečnost byla pozorována u dusíku, uhlíku, fosforu či draslíku. Stejně tak se zvyšuje i podíl organické hmoty. To dále přispívá k růstu dalších invazních druhů (např. *Lantana camara*). Rostlina obsazuje snad všechny typy biotopů v oblasti Doon Valley. Vyšší úrodnost půdy způsobená přítomností *Chromolaena odorata* může podpořit růst kulturních plodin a snížit závislost zemědělství na používání anorganických hnojiv. Nejprve je však nutné zastavit šíření invazního druhu (Mandal a Joshi, 2014).



Obrázek 9: *Chromolaena odorata* v květu

Zdroj: Botany.cz

6.6 *Ageratina adenophora*

Na území Indie jde o nebezpečný invazní druh, který se šíří stále agresivněji. Je příslušníkem čeledi *Asteraceae* a jeho domovinou jsou centrální oblasti Mexika. Odtud byl introdukován do mnoha dalších zemí jako okrasná rostlina, ale později se zde začal rychle šířit a stal se druhem invazním. Do Indie se druh dostal již na počátku novověku (někdy po roce 1498), brzy zdomácněl a v současnosti je v indické flóře zcela běžný. Je to vytrvalý nižší keř dosahující výšky 1–2 m. Bílé květy rozkvétají v období monzunu. Nadzemní části rostliny obsahují esenciální olej. *Ageratina adenophora* rychle roste a vytváří na velkých plochách husté porosty, které mohou sloužit jako prevence proti půdní erozi a sesuvům půdy. Jinak jsou ale pro původní vegetaci velkou hrozbou (Karmakar a Hazra, 2016).

Jednou z oblastí, kde *Ageratina adenophora* působí svým výskytem problémy, je Východní Himálaj, přesněji okolí města Darjeeling s nadmořskou výškou přibližně 2000 m. Rozsah výskytu

invazní rostliny byl studován v okolí silnic, na okrajích lesů i na svazích okolních kopců, které jsou lidskou činností ještě prakticky nenarušené. Ve všech těchto lokalitách je dominantním druhem rostlinných společenstev. Obecně nejhojnější je v oblastech s mírným (vyšší polohy) a subtropickým klimatem, kde je dostatečně vysoká vlhkost. Úspěšně se šíří především díky speciální reprodukční strategii, kdy semena začínají klíčit ještě předtím, než opustí rodičovskou rostlinu a dostanou se do půdy. Strategie se vyvinula vlivem vysokých srážek v době monzunu. Tento způsob je jinak, v mírně pozměněné podobě, dobře známý hlavně u mangrovových porostů (Karmakar a Hazra, 2016).

Druh vylučuje látky s alelopatickými (inhibičními) účinky, které omezují klíčivost, růst a vývoj jiných rostlin. Jsou obsaženy v nadzemních částech rostliny, zejména v listech, a po odumření a opadu listů se dostávají do půdy. Kromě potlačování ostatních druhů ve volné krajině je tento negativní dopad aktuální i v případě pěstování zemědělských plodin. Například u čočky, hořčice nebo rýže byl negativní vliv potvrzen. Klíčivost je na nějakou dobu pozastavena a následný růst je pomalejší. *Ageratina adenophora* má tedy dostatečný potenciál tímto svým vlivem působit problémy v zemědělství snižováním výnosů různých plodin (Karmakar a Hazra, 2016).

Ageratina adenophora se používá v místním léčitelství jako analgetikum nebo prostředek k posílení spánku. Nedávno však bylo objeveno další možné využití. Extrakty z květů a listů *Ageratiny adenophory* mohou najít uplatnění při likvidaci larev nebezpečného druhu komára, který patří k nejrozšířenějším na světě a je rezistentní vůči běžným insekticidním přípravkům. Tento druh je přenašečem řady závažných, především tropických, onemocnění. Mnoho obyvatel jižní Asie (hlavně v Indii a Bangladéši) je těmito nemocemi postiženo. Bylo zjištěno, že po použití těchto rozpuštěných extraktů vždy zahynuly více než tři čtvrtiny komářích larev. Míra úmrtnosti je závislá na koncentraci, čase a na použitém rozpouštědlu. Po 48 hodinách je úmrtnost larev prakticky stoprocentní. Dobré výsledky účinných látek z rostlinných extraktů jsou příslibem pro vývoj ekologických prostředků proti komárům, které by nahradily syntetické insekticidy mající negativní environmentální dopady a také špatný vliv na lidské zdraví (Lallianrawna et al., 2014).



Obrázek 10: *Ageratina adenophora*

Zdroj: Botany.cz

7. Invazní druhy rostlin a udržitelný rozvoj

Otázky a cíle udržitelného rozvoje jsou v současnosti hojně diskutovaným tématem. Jestli je při dodržování konceptu udržitelného rozvoje možné vyřešit problém šíření invazních druhů rostlin, jednoduše zatím nelze spolehlivě určit. O tom, že invazní druhy mají podíl na ohrožení biodiverzity a mohou způsobit i vymizení druhů, dnes už asi nikdo nepochybuje. Podle některých odhadů je dokonce u 50–70 % ohrožených druhů patrná souvislost s invazními druhy a jejich negativním vlivem (Nováček, 2010, 114). V ekosystémech, kde jsou problémy s invazními druhy, se obvykle jedná pouze o jeden z více faktorů degradujících prostředí. K dosažení dlouhodobě udržitelného využívání ekosystémů je proto potřeba komplexního přístupu a systémového myšlení, aby bylo možné analyzovat vztahy mezi jednotlivými faktory, které se podílí na ničení ekosystémů. Takový přístup je ale velmi složitý a bohužel stále ojedinělý (Nováček, 2010, 153).

K cílům udržitelného rozvoje patří také ochrana biodiverzity na všech jejích úrovních. V Indii, která patří k oblastem s jedinečnou biologickou rozmanitostí, je třeba věnovat její ochraně velkou pozornost. Zastavit šíření a následně vymýtit invazní druh, který již kolonizoval rozsáhlá území, je však velice náročný, drahý a dlouhodobý proces. Základem je vytvoření reprezentativní sítě chráněných území s efektivním řízením, aby bylo možné účinně chránit cílové druhy a jejich přirozená stanoviště. Indická vláda se snaží tuto síť dále rozvíjet. Dalším způsobem, jak zlepšit ochranu, je zapojení veřejnosti a větší povědomí společnosti o invazních druzích a jejich biologii. Také je důležité přijmout účinné legislativní kroky na ochranu biodiverzity. Aby

však skutečně došlo k pokroku v procesu udržitelného rozvoje, je nezbytné aplikovat právní předpisy v praxi a vyvinout úsilí k dosažení účinných opatření na ochranu životního prostředí před invazními druhy (Pande, 2016).

8. Závěr

Lidé dříve považovali biologickou rozmanitost za prakticky nevyčerpatelný zdroj a podle toho se také chovali. Jak ale postupně rostl počet obyvatel na planetě, zvláště rychlým tempem především v posledních 200 letech, začalo být jasné, že přístup lidstva k využívání biodiverzity a přírodních zdrojů obecně se musí změnit. V opačném případě by došlo na velké vymírání rostlinných i živočišných druhů a k rozsáhlé degradaci přírodního prostředí. Do jisté míry se to již bohužel stalo. Změny v chování lidí se začínají prosazovat, ale děje se tak jen velmi pozvolna. Problémy jsou obzvláště v rozvojovém světě. Principy udržitelného rozvoje však do budoucna dávají naději, že by se lidé mohli k přírodním ekosystémům chovat šetrněji. Je to totiž v našem vlastním zájmu.

Invazní druhy jsou právě jedním z faktorů, který se, z velké části právě vinou člověka, podílí na narušování ekosystémů a může tak ovlivňovat jejich schopnost poskytování ekosystémových služeb. Vlivy invazních druhů rostlin na biodiverzitu přirozených, polopřirozených i člověkem silně pozmeněných ekosystémů jsou obvykle negativní. Způsobují výrazné úbytky i extinkce původních druhů. Jižní Asie, zejména Indie, je druhově velice bohatý region, proto jsou zde škody způsobené invazními druhy o to větší. Mnohé druhy původní flóry vyhynou, aniž by mohly být případně nějak využity.

Díky schopnosti adaptovat se na různé klimatické podmínky a velké produkci semen jsou mnohé invazní druhy rozšířeny skoro na celém území Indie. Časté jsou případy výskytu v urbanizovaných územích, zejména na periferiích měst. Velké škody působí výskyt invazních rostlin v zemědělských kulturách, kde dochází ke snižování výnosů. Živobytí lidí je tedy rovněž biologickými invazemi negativně ovlivněno.

Mnoho současných invazních rostlin bylo na území Indie, potažmo jižní Asie, introdukováno již poměrně dávno. Lidé se tak postupně naučili tyto druhy různým způsobem využívat v každodenním životě. Vyrábí z nich léčivé přípravky na širokou škálu nemocí, slouží jako krmivo pro domácí zvířata, dají se využít jako palivo, nebo i k výrobě textilních vláken.

K rozšiřování invazních druhů v různých ekosystémech přispívají kromě disturbancí antropogenního i přirozeného charakteru také klimatické změny, které jsou v dnešní době hojně diskutované. Podle mnohých prognóz budou změny klimatu, zejména zvyšování teplot, i v budoucnosti pozitivně přispívat k šíření invazních druhů. Mimo jiné jsou invazní rostliny v novém prostředí oproti původním druhům zvýhodněny absencí jejich přirozeného predátora (např. parazita či škůdce), který se jimi živí nebo je jiným způsobem ohrožuje.

Lidé by si měli uvědomit, že biologické invaze jsou do značné míry způsobeny právě jejich činností. Druhy jsou nejčastěji zavlečeny na nová území záměrně člověkem, a také následný vznik invaze je podpořen lidským působením v krajině. Proto je třeba se zamyslet nad naším počínáním, aby zde pro příští generace zbyly ekosystémy s bohatou druhovou diverzitou, které budou schopny dobře plnit svou funkci.

Seznam literatury

- Adhikari, D., Tiwary, R., Barik, S. K., Adam, P. 2015. Modelling Hotspots for Invasive Alien Plants in India. *Plos One* 10 (7), 1-20. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=f4b5b0d4-f405-48b3-bb9a-055b88c21e11%40sessionmgr104>
- Bachheti, R. K., Rai, I., Joshi, A., Satyan, R. S. 2015. Chemical composition and antimicrobial activity of *Hyptis suaveolens* Poit. seed oil from Uttarakhand State, India. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine* 15 (2), 141-146. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13596-015-0184-8>
- Baláž, V., Falteisek, L., Chlumská, Z., Kolář, F., Kubešová, M., Matějů, J., Prach, J., Rezková, K. 2010. *Ochrana přírody z pohledu biologa*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Begum, A., Sama, V., Dodle, J. P. 2016. Study of antinociceptive effects on acute pain treated by bioactive fractions of *Hyptis suaveolens*. *Journal of Acute Disease* 5 (5), 397-401. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2221618916301123>
- Bhagwat, S. A., Breman, E., Thekaekara, T., Thornton, T. F., Willis, K. J. 2012. A Battle Lost? Report on Two Centuries of Invasion and Management of *Lantana camara* L. in Australia, India and South Africa. *Plos One* 7 (3), 1-10. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=47&sid=f4b5b0d4-f405-48b3-bb9a-055b88c21e11%40sessionmgr104>
- BOTANY. *Ageratina adenophora* (Spreng.) R. M. King et H. Rob. [online]. BOTANY, 2007 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/ageratina-adenophora/>
- BOTANY. *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King et H. Rob. [online]. BOTANY, 2016 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/chromolaena-odorata/>
- BOTANY. *Lantana camara* L. [online]. BOTANY, 2010 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/lantana-camara/>
- BOTANY. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. [online]. BOTANY, 2015 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/prosopis-juliflora/>
- Dar, P. A., Reshi, Z. A., Shah, M. A. 2015. Roads act as corridors for the spread of alien plant species in the mountainous regions: A case study of Kashmir Valley, India. *Tropical Ecology* 56 (2), 183-190. Dostupné z: http://www.tropecol.com/pdf/open/PDF_56_2/4%20Dar.pdf
- Chandrasekaran, S., Saraswathy, K., Saravanan, S., Kamaladhasan, N., Arun Nagendran, N. 2014. Impact of *Prosopis juliflora* on nesting success of breeding wetland birds at Vettangudi Bird Sanctuary, South India. *Current Science* 106 (5), 676-678. Dostupné z:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=14&sid=f4b5b0d4-f405-48b3-bb9a-055b88c21e11%40sessionmgr104>

Joshi, A. A., Mudappa, D., Shankar Raman, T. R. 2015. Invasive alien species in relation to edges and forest structure in tropical rainforest fragments of the Western Ghats. *Tropical Ecology* 56 (2), 233-244. Dostupné z:

http://www.tropecol.com/pdf/open/PDF_56_2/8%20Joshi%20Mudappa%20and%20Raman.pdf

Kannan, R., Shackleton, Ch. M., Krishnan, S., Shaanker, R. U. 2016. Can local use assist in controlling invasive alien species in tropical forest? The case of *Lantana camara* in southern India. *Forest Ecology and Management* 376, 166-173. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112716303139>

Karmakar, N. C., Hazra, A. 2016. First evidences for induced pseudo-viviparous germination in *Ageratina adenophora* (Crofton weed), a common alien weed of Darjeeling Himalaya, India. *Plant Science Today* 3 (3), 249-257. Dostupné z:

<http://horizonpublishing.com/journals/index.php/PST/article/view/234#?>

Lallianrawna, S., Lalrotluanga, Rajendra Bose, M., Guruswami, G., Nachimuthu, S. 2014. Larvicidal activity of *Ipomoea cairica* (L.) Sweet and *Ageratina adenophora* (Spreng.) King & H. Rob. plant extracts against arboviral and filarial vector, *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Experimental Parasitology* 141, 112-121. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014489414000630>

Machar, I. 2011. Ekologické sítě v krajině, ÚSES a potíže s biokoridory. *Ekologie krajiny a ekosystémové služby* 5, 8.

Machar, I. 2017. Faktory ovlivňující biodiverzitu. *Základy biologie ochrany přírody* 3, 2.

Machar, I. 2017. Ochrana biodiverzity a co vlastně chránit. *Základy biologie ochrany přírody* 9, 5.

Machar, I., Drobilová, L. a kolektiv. 2012. *Ochrana přírody a krajiny v České republice: Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení, 1. díl*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.

Machar, I., Drobilová, L. a kolektiv. 2012. *Ochrana přírody a krajiny v České republice: Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení, 2. díl*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.

Mandal, G., Joshi, S. P. 2014. Invasion establishment and habitat suitability of *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson over time and space in the western Himalayan forests of India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 7 (4), 391-400. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2287884X14000612>

Mohan Dev Tavva, S., Deshpande, A., Durbha, S. R., Palakollu, V. A. R., Goparaju, A. U., Yechuri, V. R., Bandaru, V. R., Muktinatalapati, V. S. R. 2016. Bioethanol production through

separate hydrolysis and fermentation of *Parthenium hysterophorus* biomass. *Renewable Energy* 86, 1317-1323. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303517>

Mukherjee, A., Velankar, A. D., Kumara, H. N. 2017. Invasive *Prosopis juliflora* replacing the Native Floral Community over three decades: a case study of a World Heritage Site, Keoladeo National Park, India. *Biodiversity and Conservation* 26 (12), 2839-2856. Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-017-1392-y>

Nováček, P. 2010. *Udržitelný rozvoj*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.

Opršal, Z. 2017. Zemědělství v rozvojových zemích. *Zemědělství a rozvoj venkova* 4, 2-7.

Padalia, H., Srivastava, V., Kushwaha, S. P. S. 2014. Modeling potential invasion range of alien invasive species, *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. *Ecological Informatics* 22, 36-43. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954114000466>

Panda, R. M., Behera, M. D., Roy, P. S. 2018. Assessing distributions of two invasive species of contrasting habits in future climate. *Journal of Environmental Management* 213, 478-488.

Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717312331>

Pande, M. 2016. Protecting bio-diversity: An integrated approach to sustainable development in India. *Ecology, Environment and Conservation* 22 (3), 1297-1303. Dostupné z:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85019182012&origin=inward&txGid=26bf6d17ccfe576ae82fdb3b4cf91c70>

Paul, T. K. 2010. The earliest record of *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae) in India. *Current Science* 98 (10), 1272. Dostupné z:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=29&sid=f4b5b0d4-f405-48b3-bb9a-055b88c21e11%40sessionmgr104>

Pyšek, P. 2005. Zavlečené a invazní druhy jako ukazatele změn biodiverzity. In: Vačkář, D. (ed.) *Ukazatele změn biodiverzity*. Praha: Academia.

Pyšek, P., Pergl, J., Essl, F., Lenzner, B., Dawson, W., Kreft, H., Weigelt, P., Winter, M., Kartesz, J., Nishino, M. 2017. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspotů of plant invasion. *Preslia* 89 (3), 203-274. Dostupné z: <http://www.preslia.cz/doi/preslia.2017.203.html>

Ray, A., Quader, S. 2014. Genetic diversity and population structure of *Lantana camara* in India indicates multiple introductions and gene flow. *Plant Biology* 16 (3), 651-658. Dostupné z:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=32&sid=f4b5b0d4-f405-48b3-bb9a-055b88c21e11%40sessionmgr104>

- Safdar, M. E., Tanveer, A., Khaliq, A., Riaz, M. A. 2015. Yield losses in maize (*Zea mays*) infested with parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.). *Crop Protection* 70, 77-82. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415000253>
- Sampath Kumar, S., Viswanathan, T. S. 2016. Invasion of *Prosopis juliflora*: Still a valuable species in arid and coastal areas of Tamil Nadu, India. *International Journal of Earth Sciences and Engineering* 9 (5), 1966-1971. Dostupné z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85006073700&origin=inward&txGid=249f3f7ef6dae73ba63ae65718919467>
- Sharma, A., Batish, D. R., Singh, H. P., Jaryan, V., Kohli, R. K. 2017. The impact of invasive *Hyptis suaveolens* on the floristic composition of the periurban ecosystems of Chandigarh, northwestern India. *Flora* 233, 156-162. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253017331869>
- Sharma, V. K., Verma, P. 2012. *Parthenium dermatitis* in India: Past, present and future. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology* 78 (5), 560-568. Dostupné z: <https://doaj.org/article/78a5e86e0293462ab0405b1fc85360d0?>
- Sundaram, B., Hiremath, A. J., Krishnaswamy, J. 2015. Factors influencing the local scale colonisation and change in density of a widespread invasive plant species, *Lantana camara*, in South India. *NeoBiota* 25, 27-46. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=42&sid=f4b5b0d4-f405-48b3-bb9a-055b88c21e11%40sessionmgr104>
- Tanveer, A., Khaliq, A., Ali, H. H., Mahajan, G., Chauhan, B. S. 2015. Interference and management of *parthenium*: The world's most important invasive weed. *Crop Protection* 68, 49-59. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219414003457>
- Townsend, C. R., Begon, M., Harper, J. L. 2010. *Základy ekologie*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.
- Wagh, V. V., Jain, A. K. 2018. Status of ethobotanical invasive plants in western Madhya Pradesh, India. *South African Journal of Botany* 114, 171-180. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629917304842>