

**Biologická fakulta Jihočeské univerzity
katedra botaniky**



Bakalářská práce na téma:

Invazní druh *Acer negundo* L.

Vliv charakteristik prostředí na klíčení

Vypracoval: Záboj Hrázský

Vedoucí práce: Mgr. Stanislav Mihulka

České Budějovice 2001

Bakalářská diplomová práce:

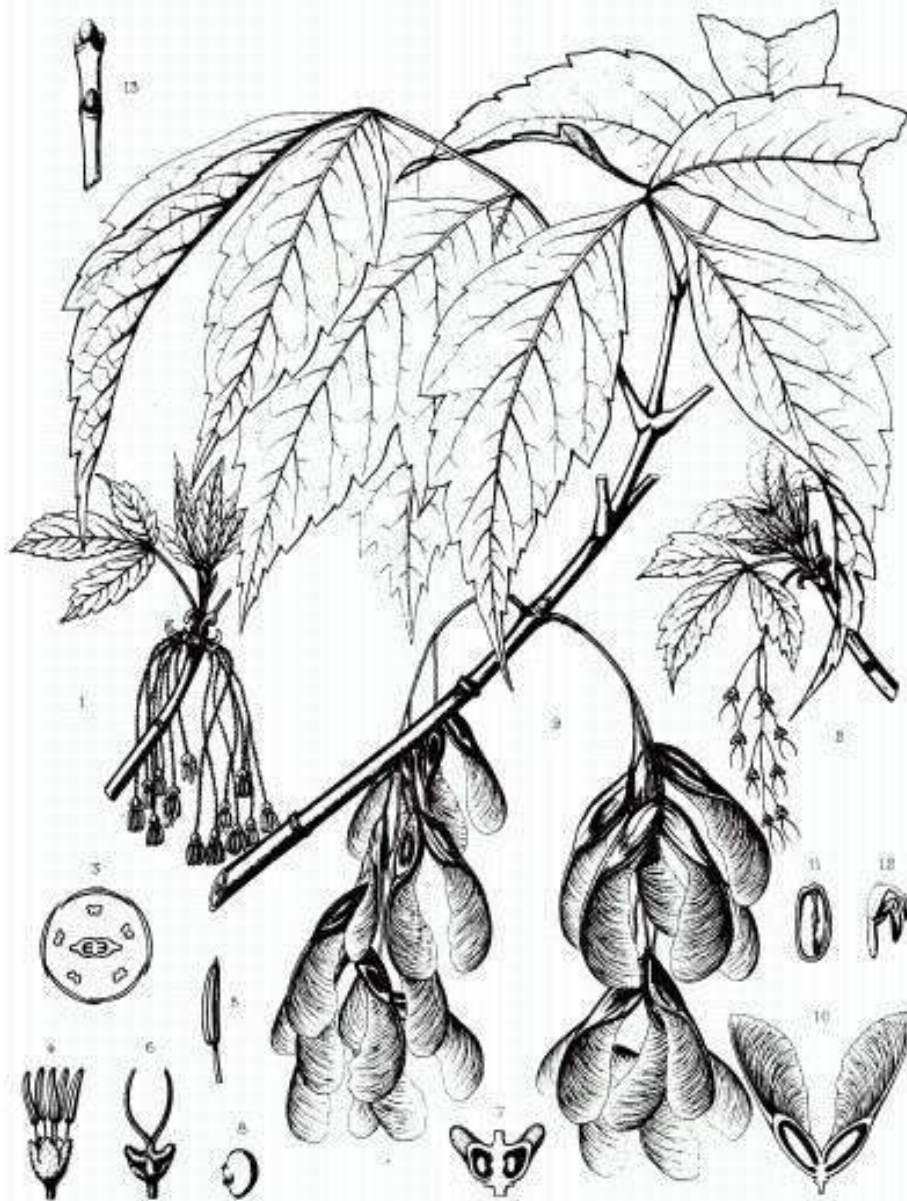
Hrázský, Z., 2001: Invazní druh *Acer negundo* L. Vliv charakteristik prostředí na klíčení, [Alien species *Acer negundo* L. Effect of environmental characteristic on germination Bc.Thesis, in Czech]-20.pp, Department of Botany, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech republic.

Anotace:

Spreading of alien tree boxelder (*Acer negundo* L) was discussed and a set of germination experiment was performed. The effect of selected environmental characteristics on seed germination was tested by GLM. Only type of seed storage and level of urban character of localities showed significant response.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, s použitím vlastních údajů, citované literatury a za přispění osob uvedených v poděkování.

V Českých Budějovicích, 17. května 2001



Acer negundo L.

Obsah:

1. Úvod:	1
1.1. Ekologické invaze	2
1.2. <i>A. negundo</i> v původním areálu	2
1.3. Sekundární areál	2
1.4. Ekologické vlastnosti <i>A. negundo</i>	3
1.5. Ekologické aspekty související z biologii invazí	3
1.5.1. Klíčení semen	3
1.5.2. Disturbance	3
1.5.3. Urbanita	4
2. Cíle práce	5
3. Metody:	6
3.1. Sběr semen a popis lokalit	6
3.2. Klíčení po různých přezimováních	7
3.3. Klíčení v různých hloubkách	7
3.4. Statistické metody	8
4. Výsledky:	9
4.1. Klíčení po různých přezimováních	9
4.2. Klíčení v různých hloubkách	11
4.3. Vlastní pozorování	12
5. Diskuse:	14
5.1. Klíčení po různých přezimováních	14
5.2. Klíčení v různých hloubkách	15
5.3. Šíření v ČR	15
6. Závěr	17
7. Citovaná literatura	18

Poděkování:

Všem, kteří se jakkoliv podíleli na vzniku této práce patří můj neskonale velký dík: Staníkovi za neutuchající ochotu radit se, Petrovi Šmilauerovi, Riegrákovi, Čochtanovi, a Kubovi za pomoc v zápase se statistikou, Kukačkovi a Pepovi za technickou podporu při práci s jedinečným software fy. Microsoft a všem, které jsem donutil tuto práci číst a připomínkovat: Bábi, Ónyxovi a Jirkovi.

Zvláštní dík věnuji Žofce za její lásku a Bobovi Marlymu za jeho hudbu, jež mi obé pomohlo ve slabých chvílích.

Děkuju.

1. Úvod:

1.1 Ekologické invaze

Fenomén ekologických invazí (blíže viz např. di Castri 1989) je již několik desetiletí živě diskutovaným tématem (Slavík 1972, Heywood 1989, Noble 1989 a další). V mnoha publikovaných pracích lze nalézt v úvodních statích úvahy nad významem tohoto jevu a nad jeho možnými důsledky (např. di Castri 1990). Někteří autoři považují proces zavlékání nepůvodních druhů za velmi problematický, protože argumentují snížením celkové i lokální druhové diverzity, důsledky jako jsou změna pH půdy nebo obsahu živin (Hadincová et al. 1997). Jiní naopak obhajují neofyty (definice podle Pyšek 1995) a poukazují na podobné procesy v době před příchodem člověka (Kočár 1997). Není snadné zaujmout uprostřed tolika názorů vlastní postoj. Jednoznačně byl přirozený proces šíření jednotlivých druhů mnohonásobně urychlen činností člověka, a co považují za důležité, některé druhy byly vůči jiným ve výhodě svou dlouhodobou adaptací na člověkem měněnou krajinu (Noble 1989). Pro mne osobně je nejpříjemnější přístup jaký má např. Lodge (1993), jenž považuje tento fenomén za jedinečnou příležitost k poznání. Již Charles Darwin upozornil na význam šíření nepůvodních druhů pro studium vegetace (Rejmánek 1996), a i 150 let po něm nebyla ještě látka, kterou ekologické invaze studiu společenstev poskytují, vyčerpána. Základní floristické studie druhotného geografického areálu invazních druhů (Slavík 1972) jsou spolu s pracemi zaměřenými na popsání typických vlastností invazních druhů i invadovaných společenstev (Rejmánek 1989, Prach et Pyšek 1997) využívány při tvorbě matematických modelů (Hastings 1996 a další). Tvůrci těchto modelů volají stále po větším množství dat (Forcella 2000), toužíce sestavit model ještě věrnější skutečnosti, jež by mohl být užit pro popis budoucího vývoje invaze, ať již k potřebě vědecké nebo praktické.

1.2 *A. negundo* v původním areálu

Práce se věnuje v naší republice nepůvodnímu druhu javoru jasanolistému. V této práci je používán latinský název *Acer negundo* L., podle Rotmalera (1982), ve shodě s většinou citovaných prací. Jako další synonyma lze nalézt názvy *Negundo aceroides* Moench nebo *Negundo fraxinifolium* Nutt. (Slavík 1997). *Acer negundo* je domovem v severní Americe, kde zaujímá poměrně rozsáhlý areál (Obr. 1). Je to dvoudomý strom z čeledi



Obr. 1. Původní areál javoru jasanolistého (*Acer negundo* L.) v severní Americe (www1).

Aceraceae dorůstající do výšky 25m a dožívající se stáří v průměru šedesáti let. Často se vyskytuje v mnohokmenné formě téměř keřovitého vzhledu. V původním prostředí nevytváří dominantní porosty; vyskytuje se spolu s dalšími druhy v nižších patrech společenstev lužních lesů, hlavně říčních aluvií s druhy *Ulmus americana*, *Populus deltoides*, *Fraxinus nigra*, *Quercus palustris* a *Salix sp.* (Dollar 1992) viz fotografie v příloze 7. Zajímavým jevem v ekologii druhu v původním areálu je popisovaná tendence expandovat do narušených stanovišť a opuštěných polí (Maeglin et Ohmann 1973), což odpovídá i jeho invaznímu chování v areálu sekundárním (Jehlík 1998, Hobbs 1989).

1.3 Sekundární areál

V Evropě je poprvé udáván již roku 1688 a v České republice roku 1812 (Slavík 1972). Nejprve byl pěstován jako okrasná dřevina (formy s panašovanými listy, viz příloha 7), posléze ve větrolamech a ochranných pásech podél komunikací (Slavík 1997). Prakticky po celé Evropě je jeho výskyt vázán na tyto typy synantropních stanovišť, která slouží jako zdroje pro šíření do nejbližšího okolí.

Vzhledem k jeho klimatickému optimu, které je vymezeno srážkami 300-1400mm a průměrnými teplotami nejchladnějšího měsíce +14°C až -21°C a nejteplejšího měsíce 17°C až 28°C (Slavík 1972), se dá předpokládat možný výskyt i v dalších oblastech mírného podnebí jak jsou některé oblasti Číny, Japonska, případně i Austrálie.

1.4 Ekologické vlastnosti *A. negundo*

Pro expanzivně se šířící druhy, ať již domácí nebo cizího původu, lze definovat soubor tzv. ideálních invazních vlastností. Zabývali se tím například Williamson et Fitter (1996), Noble (1989) nebo Starfinger (1998). Přítomnost některé z takových vlastností může být měřítkem potenciální invazibility daného druhu. Konkrétně u javoru jasanolistého to jsou: dostatečná produkce životaschopných (klíčivost 91%), dobře šířitelných semen (Kočár 1997), krátká juvenilní perioda (Maeglin et Ohmann 1973, pozorování plodících jedinců mladších 15 let;), schopnost vegetativního šíření kořenovými výmladky (Prach ústní sdělení, vlastní pozorování) i kořenováním částí zlomených větví (Komissarov 1964), rychlý růst a kumulace biomasy (pročež bývá pěstován plantážově jako obnovitelný zdroj paliva, Schaegel 1982) a z obecnějších charakteristik to jsou: rozsáhlý primární areál a vazba na biotopy podél tekoucích vod, jakožto účinné koridory šíření (Müller 1995, Thébaud 1991).

1.5 Ekologické aspekty související s biologií invazí

1.5.1 Klíčení semen

Invazi chápanou jako déletrvající proces vedoucí k expanzi daného druhu lze rozdělit na několik fází: přísun diaspor, jejich uchycení a přežití, dosažení reprodukční fáze a schopnost samostatného šíření (podrobněji Kowarik 1995a). Klíčení hraje důležitou roli v takovémto schématu hned dvakrát: při iniciálním uchycení a později při expanzivním šíření. Znalost podmínek, ve kterých semena potenciálních invazních a expanzivních rostlin klíčí je proto důležitým prvkem v jejich studiu.

1.5.2 Disturbance

Tento fenomén má své nezastupitelné místo i v biologii původních druhů a na jeho přítomnosti jsou některé druhy existenčně závislé (např. druhy lavinových polí, Körner 1999). V biologii invazí hraje roli „vrátneho“ při vstupu nového druhu do původního společenstva (Crawley 1989). Vstoupit do zapojeného porostu je daleko

nákladnější, než využít příležitosti při jeho náhlém narušení, důsledkem toho se snáze šíří právě druhy lépe adaptované na uchycení během náhodných disturbancí (Bastl 1997, Kowarik 1995b). Jsou tak dalším součinitelem spolu s klimatickými podmínkami v procesu iniciálního uchycení šířícího se druhu.

V tomto kontextu stojí za pozornost, že semena *A. negundo* (potenciální expanzivní plevel, Jehlík 1998) klíčí lépe v otevřené půdě. Tato skutečnost byla ověřena několika výsevy do nejrůznějších společenstev (vlastní nepublikovaná data) a je zmiňována článku Maeglin et Ohmann (1973). Na to navazují úvahy o strategii dlouhodobého vytrvání semen na mateřském stromě: Pokud jsou semena schopna uvolňovat se ze stromu postupně během delšího časového úseku, zvyšuje se tak pravděpodobnost nalezení vhodně narušeného stanoviště v čase (Maeglin et Ohmann 1973, Lépart 1991).

1.5.3 Urbanita

V této studii je pracovně definována jako pokryvnost budov na daném území. Vztahem mezi mírou urbanizace krajiny a fenologickými vlastnostmi stromů se zabývali němečtí ekologové (Kowarik 1998, Lohmeyer 1992) při studiích adventivních dřevin na území velkých měst (Berlín). Předpokládá se, že zástavba ovlivňuje tepelný režim ve svém okolí a v průměru zvyšuje teplotu, čímž se ve městech vytváří tzv. tepelné ostrovy (Kowarik et Böcker 1984). Ty vytvářejí vhodné prostředí pro druhy zavlečené z teplejších oblastí v jinak klimaticky méně příznivých podmínkách a stávají se tak trvalými zdroji jejich diaspor (např. Pyšek 1998).

2. Cíle práce:

Výše zmíněné ekologické aspekty a především jejich konkrétní studie jsou důležitým prvkem v mozaice informací o invazním chování jednotlivých druhů. Tato práce se pokouší najít vztah vybraných charakteristik prostředí a klíčivosti semen *A. negundo*.

V navržených experimentech se práce zabývá následujícími otázkami:

- a) Má způsob přezimování vliv na klíčivost semen?**
- b) Mají vybrané charakteristiky lokalit souvislost s klíčivostí semen?**
- c) Projeví se na klíčivosti hloubka, do které se semena dostanou v půdě?**
- d) Mění se počet vyklíčených semen vzhledem k časově posunutému vstupu do stanoviště?**

Pro doplnění představ o případném invazním chování byla zaznamenávána pozorování spontánního šíření *A. negundo* v některých oblastech České republiky.

3. Metody:

3.1 Sběr semen a popis lokalit

Sběr semen proběhl v několika etapách. Nejdříve v listopadu 1999, kdy byly vybrány stromy na lokalitách v katastru Českých Budějovic. Transekt byl zvolen tak, aby byl pokryt gradient "centrum zástavby-otevřená krajina" (viz příloha 2). Semena byla sbírána z více větví na jednom stromě (spodní, horní, blízko u kmene), tak aby se pokud možno předešlo vedlejším vlivům např. lokálnímu onemocnění.

V následujících dnech byl sběr rozšířen o několik lokalit z jiných oblastí České republiky (Brno, Břeclav, Svitavy...). Doplnující sběry byly provedeny na stejných stromech v březnu 2000 (kontrolní vzorek semen přezimovaných na mateřském stromě) a v listopadu 2000 pro získání dostatečné zásoby pro další experiment.

Pro každý strom byly zachyceny následující charakteristiky: **průměr** (dbh), **výška** (výškoměr), **zápoj** (ve třech kategoriích-samostatný strom, stromořadí, zapojen v souvislém porostu), **přítomnost jedince samčího pohlaví** v dohledu nebo min. v okruhu 500m (ano/ne) a míra zástavby v okolí-**urbanita** (odhad pokrývnosti budov a silnic v kruhu o průměru cca 600m z územního plánu o měřítku 1:15000). K tomu byly zjištěny pro jednotlivé stromy **váhy** semen (průměr vah padesáti náhodně vybraných semen vzorku) a **procento nedokonale vyvinutých semen** (průměr ze čtyř náhodných výběrů o padesáti kusech; za špatně vyvinutá byla považována semena bez děloh, což lze určit hmatem). Data jsou shrnuta do tabulky v příloze 1.

Vzorky byly po oschnutí za pokojové teploty uloženy v suché, chladné místnosti (teplota 0-10 °C) v papírových sáčkách. Pro testování vlivu rozdílného přezimování semen na klíčivost byly náhodné výběry semen (vždy 100 kusů z každého stromu) přechovávány ve třech režimech, lišících se vlhkostí a teplotou. **V lednici** při teplotě 0°C-4°C, **v pokoji** s teplotou kolem 20°C, v obou případech v papírových sáčkách, a **v zemi** v přírodních podmínkách (v nylonové síťce a pletivu proti hlodavcům). Jako kontrolní vzorek byly použity sběry semen ponechaných **na stromech** do jara 2000.

3.2 Klíčivost po různých přezimováních

Semena byla v březnu 2000 vyzvednuta z úložišť a ihned vložena do plastických misek po padesáti (2 opakování pro každou kombinaci stromu a typu skladování) a zcela překryta pískem. Semena ponechaná v zemi byla již naklíčená, a proto po jejich spočtení byla do misek vložena jen zbývající neporušená semena. Bylo dbáno, aby byla po celou dobu dostatečně zalita čistou vodou a aby nedocházelo k nepatřičnému přehřátí (odvětráním skleníku, instalací stínící sítě). Teplota ve skleníku se pohybovala v rozmezí 15-25°C. Sčítání probíhalo v intervalech 2-5 dnů, dle intenzity klíčení (po pěti na začátku a na konci pokusu a po dvou dnech v době maximálního klíčení). Za vyklíčená byla považována semena s klíčkem delším než 5mm; tato byla po spočtení odstraněna.

3.3 Klíčivost v různých hloubkách

V tomto pokusu byla použita směs semen ze šesti stromů, které v předchozím experimentu prokázaly dostatečnou klíčivost: 3-Křižovatka u OBI-gymnasium (73%), 5-Areál JU za zemědělskou fakultou (60%), 6-Stromovka-prostřední strom (41%), 9-Náhon u stadionu (51%), 11-Senovážné náměstí (38%),16-U silnice směr Plzeň (56%) viz příloha 1. Do každého výsevu bylo použito 20 semen z každého stromu, celkem tedy vždy 120.

V listopadu 2000 byl připraven pozemek na půdě fakulty zrytím do hloubky 25 cm a odstraněním drnu. Do dílčích plošek byla v měsíčních intervalech v průběhu zimy 2000/2001 vyseta semena (celkem pětkrát) do dvou hloubek: 5 cm a 25 cm. Pro každou kombinaci hloubky a termínu výsevu byla semena vyseta ve třech

3	5	1	4	3	2
4	5	5	2	2	3
5	1	4	1	5	1
3	4	2	1	3	4
1	3	2	4	2	5

Hloubky výsevu:

25 cm	5 cm
-------	------

Obr.2. Uspořádání pokusu pro klíčení v různých hloubkách. Čísla 1-5 značí pořadí výsevu.

opakováních. Uspořádání pokusu je patrné z Obr.2. Jednotlivé plochy byly očíslovány a vylosovány pro každou hloubku výsevu zvlášť. Jednotlivé výsevy proběhly 28. listopadu, 13. prosince, 24. ledna, 20. února a 20. března v zimě 2000/2001. Přehled výsevů a klimatických podmínek je zobrazen v příloze 3. První semenáče se objevily 11.4.2001 a sčítání probíhalo vždy po několika dnech až do 13.5., kdy již nepřibývalo dalších. Zaznamenán byl každý semenáč, u kterého se dalo určit podle děložních lístků, že jde o *A. negundo*, včetně jedinců nalezených již mrtvých (houbová nákaza, zaschnutí, poškození živočichy a podobně).

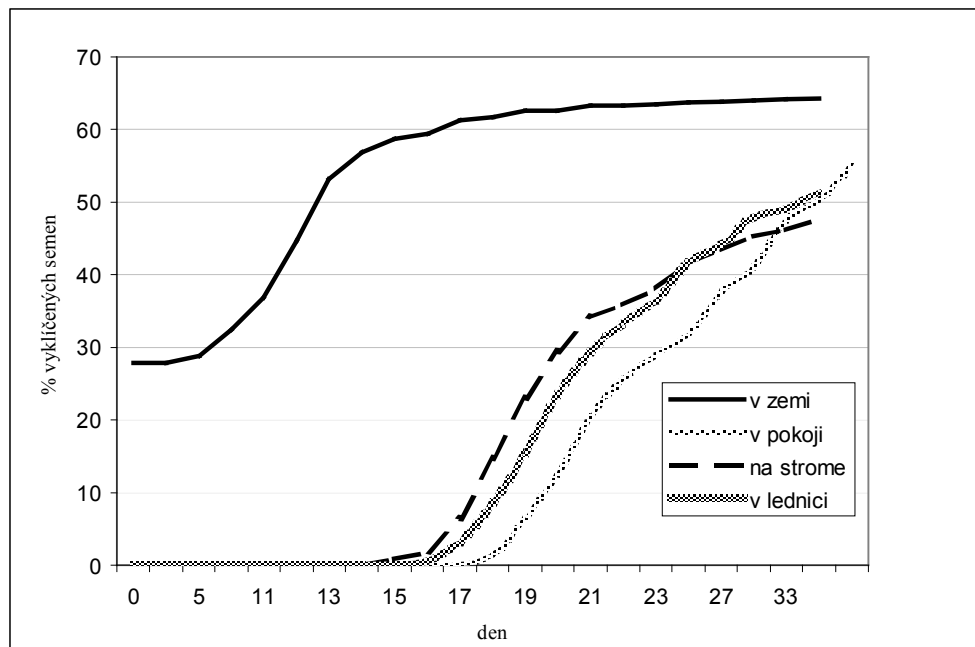
3.4 Statistické metody

Při tvorbě tabulek a některých grafů jsem pracoval s programem Microsoft Excel97. Vliv charakteristik prostředí na klíčivost sebraných semen byl testován pomocí zobecněných lineárních modelů, **GLM** (Generalized linear model) s **binomickým** rozdělením (McCullagh et Nelder 1989). Procentuálně vyjádřené proměnné (urbanita a podíl dobře vyvinutých semen) byly před fitováním GLM logaritmičsky transformovány (Lepš 1996). Postupoval jsem metodou postupného výběru, kdy jsem k nulovému modelu postupně přidával vysvětlující proměnné s největší vysvětlující hodnotou dle spočtených AIC (Akaike's information criterion) statistik (Akaike 1973). Průkaznost nárůstu vysvětlené variability rozšířením modelu byla pokaždé ověřena ANOVA F-testem (Chambers et Hastie 1991). Vysvětlující efekt jednotlivých složek konečného modelu byl testován rovněž tímto testem. Vztah mezi jednotlivými průběhy klíčení (shodu křivek) byl testován pomocí analýz přežívání založených na χ^2 -testu odhadů přežití podle Kaplan-Meiera (Harrington et Fleming 1982). Výše uvedené analýzy byly zpracovány v programu Splus 4.5. Dále byl pro hodnocení některých dílčích hypotéz testem ANOVA použit program Statistika 5.5.

4. Výsledky:

4.1 Klíčivost po různých přezimováních

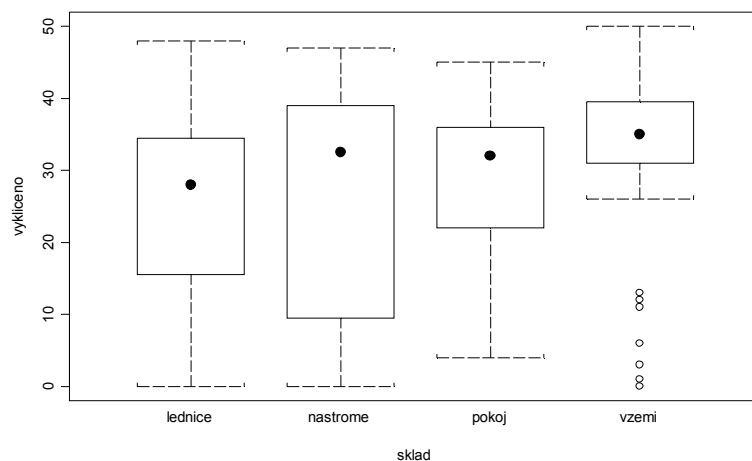
Průběhy klíčení pro jednotlivé typy přezimování zobrazuje graf 1.



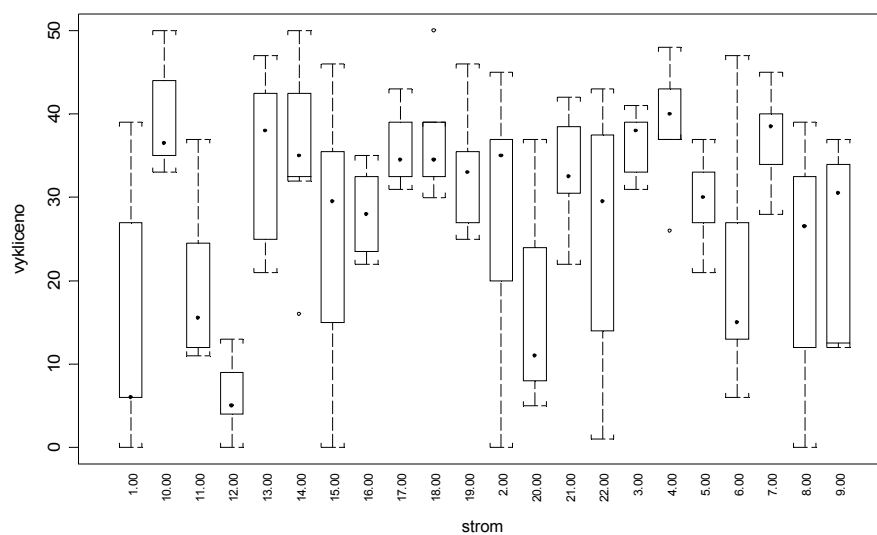
Graf 1. Průběhy klíčení pro jednotlivé způsoby přezimování semen (viz legenda). V důsledku dostatečné vlhkosti byla některá semena skladovaná v zemi vyklíčená již při zakládání pokusu. Křivku pro každý typ přezimování tvoří průměry příslušných klíčivostí všech stromů ve dvou replikacích (n=44).

Nejvyšší nárůst počtu vyklíčených semen byl zaznamenán okolo dvacátého dne pokusu, jen semena přezimovaná v zemi klíčila nejvíce již po deseti dnech. Bylo to způsobeno klíčením těchto semen již před zahájením pokusu. Rozdíl průběhů klíčení vyšel vysoce průkazný, pokud byly do analýzy přežívání (Survival analysis) zahrnuty všechny typy přezimování: $\chi^2=783,0$ $df=3$ $p=0,000001$. Pokud byla porovnávána pouze přezimování na stromě, v pokoji a v lednici, rozdíl nebyl statisticky průkazný: $\chi^2=2,8$ $df=2$ $p=0,245$.

Klíčivost se pohybovala ve velmi širokém rozmezí od 12% do 73% pro jednotlivé stromy. Grafy 2a,b popisují rozdíly v počtu vyklíčených semen mezi typy přezimování a mezi jednotlivými stromy.



Graf 2a. Počty vyklíčených semen dle typů přezimování (n=44). Zobrazeny jsou: minimum a maximum, kvartily, medián a odlehlé hodnoty.



Graf 2b. Počty vyklíčených semen dle jednotlivých stromů (n=8). Zobrazeny jsou: minimum a maximum, kvartily, medián a odlehlé hodnoty.

Testem ANOVA v programu Statistika 5.5 nebyly nalezeny průkazné rozdíly pro typy skladování ($F=2,193$; $p=0,0908$), kdežto jednotlivé stromy se mezi sebou průkazně lišily ($F=5,834$; $p<0,000001$).

Počet vyklíčených semen byl použit jako vysvětlovaná proměnná při testování pomocí GLM. Vybraný model obsahuje jako vysvětlující proměnné podíl dobře

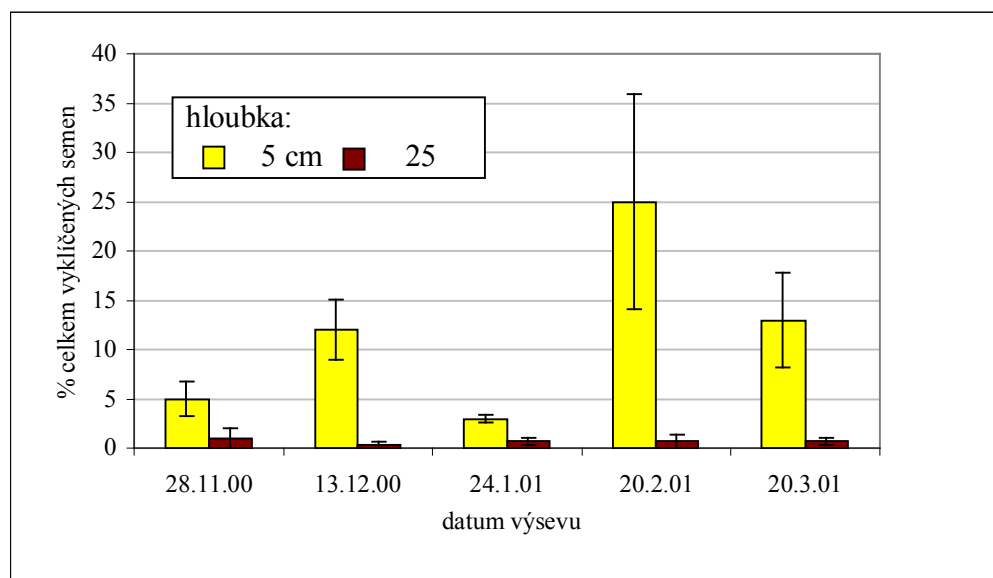
vyvinutých semen (logpln), pokryvnost budov v okolí stromu (urbanita) a jednotlivé typy přezimování (sklad). Přehled vysvětlujících efektů jednotlivých složek modelu uvádí tabulka 1.

Tabulka 1. Charakteristiky proměnných vybraného modelu. Jednotlivé parametry jsou: **logpln**=logaritmovaný procentuální podíl plných semen ve sběru, **sklad**=typ přezimování (v zemi, na stromě, v lednici, v pokoji) a **urbanita**=logaritmus pokryvnosti budov a silnic v okolí stromu (kruh o poloměru 300m se středem na místě stromu):

Proměnná	regresní koeficient	F-test	p	W [%]
logpln	2,998	67,76	<0,000001	26,7
sklad	-	3,78	0,0118	4,5
logurb	-0,439	4,06	0,0456	1,6

4.2 Klíčivost v různých hloubkách

Při porovnání dvou hloubek výsevů lze konstatovat vyšší klíčivost při vysetí 5cm pod povrch a naopak velmi nízkou při vysetí 25cm pod povrch. Rozdíl mezi jednotlivými kategoriemi je znázorněn v grafu 3.



Graf 3. Průměrné podíly vyklíčených semen (n=3) v jednotlivých kombinacích výsevů. Úsečky zobrazují střední chybu průměrů.

Jednotlivé termíny výsevů se rovněž mezi sebou liší podílem vyklíčených semen, rozdíl však je na hranici významnosti. Průkaznost rozdílů byla testována pomocí GLM a

obě složky modelu (**hloubka** je faktor se dvěma kategoriemi (5cm a 25cm) a **termin** je faktor s pěti kategoriemi (viz graf 3)) měly statisticky významný vliv na podíl vyklíčených semen:

Tabulka 2: Charakteristiky složek GLM pro testování vlivu hloubky a načasování výsevu na klíčení semen:

proměnná	F-test	p	W [%]
hloubka	37,38	< 0,0001	49,3
termin	4,11	0,0113	21,7

4.3 Vlastní pozorování

Během let 1999 a 2000 byl sledován výskyt javoru jasanolistého na nejrůznějších lokalitách v České republice. Zejména v oblastech termofytika a aluvií řek se objevují i jedinci, kteří se zřejmě spontánně se šíří (rovněž Slavík 1972, Slavík 1997, Prach-ústní sdělení). Nejvyšších četností dosahuje hlavně městech s relativně teplejším klimatem (Břeclav, Pardubice, České Budějovice, Most a jinde) a na jižní Moravě, zpravidla v blízkosti umělé výsadby. Několikrát byly pozorování samotní jedinci i skupiny dále ve volné krajině podél řek a na vlhčích stanovištích (katastry obcí Slatiňany, Kočí na Chrudimsku, podél Sázavy, Vltavy a dalších řek). Seznam vlastních pozorování je uveden v tabulce 3.

Tabulka 3: Seznam a stručný popis pozorování. **Opakovaně** ve sloupci datum značí častější pozorování. **CB** je zkratka pro České Budějovice. Plné plochy značí přítomnost alespoň jednoho jedince: **Sem**-jednoletý semenáček, **Juv**-starší dosud neplodící jedinec, **Adu**- pravděpodobně spontánně zplanělý jedinec produkující semena, **Zdroj**-objevený možný zdroj diaspor (výsadba).

Datum	Lokalita	Sem	Juv	Adu	Zdroj
Opakovaně	Areál AV v CB (za lab. el. Mikroskopie) (mezi plotem a budovou)				
Opakovaně	CB u stadionu TJ Škoda (v odhalené půdě po staveb. Úpravách)				
Opakovaně	CB ul. Husova (opuštěné pole za sídlištěm Vltava)				
Opakovaně	CB Lannova tř. (květináče městské zeleně)				
Opakovaně	Areál BF JCU v CB Na Sádkách (na deponované zemině)				
24.11.1998	CB České Vrbné (břeh náhonu)				
4.6.1999	Pardubice, V cihelně (mokrý louka)				
7.7.1999	Škrovád (okr.Chrudim) (na břehu Chrudimky)				
20.9.1999	Břeží u Mikulova (keřovitý porost podél zavlažovací strouhy)				
21.9.1999	Valtice-stará čistička vody (masové zarůstání pozemku)				
21.9.1999	Valtice-větrolam směr Břeclav (v podrostu)				
22.9.1999	Břeclav - Nábřeží (břeh Dyje)				
15.10.1999	Ledeč n. Sázavou 2km po proudu Lužnice na břehu				
12.3.2000	Kočič (okr. Chrudim) u rybníka (v porostu <i>Salix cinerea</i>)				
23.5.2000	Praha, Ústecká ul. (nálet z výsadby do nekosené louky)				
2.6.2000	Dolní Věstonice čp.25 (plevel v plotu)				
2.6.2000	Dolní Věstonice areál Yacht klubu (v ruderální ploše)				
15.6.2000	Nové Homole (okr. CB) (v neudržované zahradě-spontánně)				
16.10.2000	CB vlakové nádraží (na nevyužitém prostoru, ne v kolejišti)				
15.2.2001	CB 5km podle Vltavy směr Hluboká (břeh)				
11.5.2001	CB, ul. Jana Opletala (sem. Pod výsadbou, Juv. V živém plotu)				
19.5.2001	Libiš okr. Mělník (v průseku pro vedení vysokého napětí)				
20.5.2001	Most (podél silnice na Prahu)				
20.5.2001	Karlovy Vary (podél silnice na M. Lázně)				

5. Diskuse:

5.1 Klíčivost po různých přezimováních

Údaje o klíčivosti semen javoru jasanolistého lze nalézt v několika pracích (Kočár 1997, Mihulka 1994), bohužel zde jde o přehledy více druhů, ve kterých se ztrácí např. informace o variabilitě mezi jedinci. Uváděné klíčivosti jsou většinou vyšší, než je celková průměrná klíčivost zjištěná v této studii (56%). Zde byly vysoké hodnoty (73%) korespondující s ostatními pracemi kompenzovány jedinci, jejichž semena měla klíčivost nižší než 20 %.

Průběh klíčení byl nejsilněji ovlivněn vlhkostí, při které byla jednotlivá semena skladována. Nejen, že dostatek vlhkosti v půdě umožnil semenům skladovaným v zemi klíčit již před počátkem pokusu ve skleníku, ale i na průběhu křivek klíčení ostatních skupin, lze sledovat efekt prodlužování doby klíčení s předpokládanou mírou vyschnutí. (Narovnání tvaru křivek od esovitého pro přezimování na stromě po téměř přímý pro přezimování v pokoji, viz graf 1.) Toto zjištění podporují i výsledky prací se semeny sbíranými ve vlhkostně rozdílných prostředích (Anella 1998).

Při hodnocení klíčivosti pomocí GLM vyšel nejvýraznější vliv **podílu plných semen** ve sběru, podle předpokladu že neúplně vyvinutá semena nebudou klíčit. Tato proměnná byla zahrnuta do analýzy hlavně proto, aby její podíl na variabilitě dat náhodně nepřípadl k variabilitě vysvětlené některou z ostatních proměnných.

Vliv proměnné **urbanita** na klíčivost semen neodpovídá původně předpokládanému zvýhodnění městských populací oproti neměstským. Dokonce regresní koeficient naznačuje opačný vztah i když jen slabý ($b=-0,439$). Zde se pravděpodobně projevil fakt, že České Budějovice jsou spíše menší město a tepelný rozdíl není až tak výrazný. Urbanita může klíčivost semen ovlivňovat i jinak než působením teploty, projevit se může třeba zvýšená hladina emisí v důsledku hustšího automobilového provozu. Bohužel jsem se nesetkal s pracemi, které by zpracovávali tento efekt ve městě podobné velikosti, tudíž chybí vhodné porovnání s jinými výsledky.

Ostatní testované charakteristiky lokalit neměly na počet vyklíčených semen statisticky průkazný vliv.

5.2 Klíčivost v různých hloubkách

Klíčení semen při výsevu do otevřené půdy ověřilo schopnost *A. negundo* lépe klíčit v narušených plochách, dokládají to i práce jiných autorů (Maeglin et Ohmann 1973). Při porovnání klíčivosti v tomto experimentu s výsevy do málo narušených společenstev (Mihulka 1996) byl zjištěn nárůst procenta vyklíčených semen o zhruba 10%. V tomto experimentu bylo rovněž zjištěno, že v okamžiku, kdy se semeno ocitne příliš hluboko (25cm) je klíčení javoru jasanolistého prakticky znemožněno (vyklíčí jen 1%).

Různě načasované výsevy vykazují nezanedbatelný vliv na úspěšnost klíčení semen (graf 3). U semen vysetých dříve klesá podíl vyklíčených v závislosti na délce doby strávené v zemi. Lze to pravděpodobně přičíst delšímu vystavení riziku napadení houbovou nákazou ve vlhkém prostředí (podobně Cameron 2000). Pravděpodobně by podobný trend pokračoval i u třetího výsevu, zde však patrně došlo k poškození semen mrazem. V daném termínu byla půda příliš promrzlá, semena byla proto ponechána jejím povrchu a teprve po několika dnech byla vložena do příslušných hloubek. Mrazy zřejmě poškodily nechráněná semena více než kdyby zůstala na stromě (semena z následujících výsevů opět klíčila lépe), nebo kdyby byla chráněna vrstvou půdy. Klimatická data během inkriminované zimy jsou zobrazena v příloze 3.

5.3 Šíření *A. negundo* v ČR

Zjištěné výskyty javoru jasanolistého jsou ve shodě s literaturou zmiňovanými oblastmi výskytu (Slavík 1997). V oblastech termofytika se stává již běžným prvkem krajiny, kde tvoří husté porosty na vlhčích stanovištích podél vodotečí a vodních nádrží. V teplejších oblastech mezofytika je spontánní výskyt častěji vázán na města a oblasti výsadby podél silnic. Některé jeho nálezy v polopřirozené vegetaci však naznačují směr vývoje k dalšímu šíření i v této klimatické oblasti (tabulka 3). Připustí-li se možnost selekce klimaticky odolnějších genotypů, je možno očekávat i výraznější expanzi, než jaká byla pozorována doposud.

Nakonec stojí za pozornost i Kowarikova práce o popisující „lag-fáze“ (1995a), kde uvádí skutečnost, že po iniciálním stádiu u dřevin následuje před širší expanzí fáze stagnace v šíření. Přičte-li se její průměrná délka (170 let) k datu prvního výskytu v ČR, vyjde pravděpodobný počátek prudší expanze někdy kolem roku 1982. Vhodné je k tomu dodat, že po odeznění lag-fáze nabývá křivka popisující expanzi většinou exponenciálního tvaru (Kowarik 1995a). I tato teorie opodstatňuje očekávání dalšího šíření *A. negundo*.

6. Závěr:

Z experimentálních výsledků vyplývá, že dynamika klíčení závisí na vlhkosti, v jaké jsou semena skladována. Dále, že semena klíčí prokazatelně lépe po vysetí 5cm hluboko oproti vysetí 25cm hluboko.

Hodnocení experimentu s různými termíny výsevu podporuje hypotézu, že průběžné uvolňování semen umožní alespoň jejich části se dostat do podmínek ideálních pro přezimování a následné klíčení.

Na základě sebraných dat nelze najít průkazný vztah klíčivosti semen k vybraným charakteristikám lokalit s výjimkou urbanity, která prokázala slabě negativní vliv na klíčivost semen.

Dle vlastních pozorování a ústní konzultace s K.Prachem a S. Mihulkou je možno konstatovat, že javor jasanolistý se v naší republice postupně šíří i do polopřirozených společenstev. Zdrojem diaspor jsou výsadba a v oblastech termofytika a teplejších měst i jedinci spontánně se šířící.

Seznam citací:

- Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principal. - In: B.N. Petrov & F. Csaki [eds.], Second International Symposium on Information Theory, Akademia Kiado, Budapest, 267-281
- Anella, L.B., Withlow, T.H. 1998. Germination of *Acer rubrum* seeds collected from wet and dry habitats. *Seed Sci. & Technol.* 26, 1-8
- Bastl, M., Kočár, P., Prach, K., Pyšek, P. 1997. The effect of successional age and disturbance on the establishment of alien plants in man-made sites: an experimental approach. In: Brock, H., J., Wade, M., Pyšek, P., Green, D. *Plant invasions: Studies from north America and Europe*, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 191-201
- Cameron, G.N., Glumac, E.G., Eshelman, B.D. 2000. Germination and dormancy in seed of *Sabium sebiferum* (Chinese tallow tree). *Journal of coastal research*, 16(2), 391-395
- Crawley, J.M. 1989. Chance and timing in biological invasions. In: Drake, J.A. et al. *Biological Invasions: a Global Perspective*. John Wiley & sons Ltd, 407-424
- di Castri, F. 1990. On invading species and invaded ecosystems: the interplay of historical chance and biological necessity. In: di Castri, F., Hansen, A., J., Debussche, M. *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 3-16
- Dollar, K.E., Pallardy, S.G., Garrett, H.G. 1992. Composition and environment of floodplain forest of northern Missouri. *Cam. J. For. Res.* 22, 1343-1350
- Forcella, F., Arnold, R.L., Sanchez, R., Ghera, C.M. 2000. Modeling seedling emergence. *Fields Crops Research* 67, 123-139
- Godde, M., Wittig, R. 1983. A preliminary attempt at a thermal division of the town of Munster (North Rhine-Westphalia, West Germany) on floral and vegetational basis. *Urban ecology* 7: (3), 255-262
- Hadincová, V., Dobrý, J., Hanzalyová, D., Härtel, H., Herban, T., Krahulec, F., Kyncl, J., Moravcová, L., Šmilauer, P., Šmilauerová, M. 1997. Invazní druh *Pinus strobus* v Labských pískovcích. *Zprávy Čes. Bot. Společ. Praha*, 32, Mater. 14, 63-79
- Harrington, D.P. and Fleming, T.R. 1982. A class of rank test procedures for censored survival data. *Biometrika* 69, 553-566
- Hastings, A. 1996. Model of spatial spread: a synthesis. *Biological Conservation* 78, 143-148
- Heywood, V.H. 1989. Patterns, extends and modes of invasions by terrestrial plants. In: Drake, J. A. et al. *Biological Invasions: a Global Perspective*. John Wiley et sons Ltd, 31-55
- Hobbs, R.J. 1989. The nature and effects of disturbance relative to invasions. In: Drake, J. A. et al. *Biological Invasions: a Global Perspective*. John Wiley & sons Ltd, 389-405
- Chambers, J.M. and Hastie, T.J. (1991). *Statistical Models in S*, 210-213.

- Jehlík, V. [ed.] 1998. Cizí a expanzivní plevele v České republice a Slovenské republice. Academia Praha, 506 str.
- Kočár, P. 1997. Odolnost sukcesních stádií třeboňských pískoven k invazím neofytů. [Mag. dipl. pr. depon. in: Knihovna Biologické fakulty. České Budějovice]
- Komissarov, A.D. 1964. Biologicheskie osnovy razmnozheniya rastenii cherenkami [Biological basis for the propagation of woody plants by cutting] Izdatelstvo Lesnaya promyshlennost Moskua 1964 [Transl. Israel Prog. Sci. Transl. 1968. Jerusalem.] 250 str.
- Körner, Ch. 1999. Alpine plant life: functional ecology of high mountain ecosystem. Springer. Berlin 338 str.
- Kowarik, I. 1995a. Time lag in biological invasions In: Pyšek, P., Prach, K., Wade, M. Plant invasions - General aspects and special problems, SPB Academic Publising, Amterdam, The Netherlands, 15-38
- Kowarik, I. 1995b. On the role of alien species in urban flora and vegetation In: Pyšek, P., Prach, K., Wade, M. Plant invasions - General aspects and special problems, SPB Academic Publising, Amterdam, The Netherlands, 85-105
- Kowarik, I., Böcker, R. 1984. Zur Verbreitung, Vergesllschaftung und Einbürgerung Götterbäumes (*Ailanthus altissima* [Mill.] Schwingle) in Mitteleuropa. Tuexenia 4, 9-29.
- Kowarik, I., Schepter, H. 1998 Plant invasions in northern germany: Human perception and response. In: Starfinger, U., al. Plant invasions: Ecological mechanisms and human responses Backhuys publishers, Leiden, The Netherlands, 109-120
- Lépart, J., Debussche, M. 1991. Invasions processes as related to succession and disturbance. In: Groves, L., H. et al., Biogeography of mediterranean invasions, Cambridge University Press, Cambridge, 159-178
- Lepš, J 1996. Biostatistika, Jihočeská universita České Budějovice, 166 str.
- Lodge, D.M. 1993. Biological invasions: lessons for ecology. Tree vol.8, No.4, 133-137
- Lohmeyer W., Sukopp H. 1992 Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schr.-R. Vegetationskde.25, 185 str.
- Maeglin, R.R., Ohmann, L.F. 1973 Boxelder (*Acer negundo*): A review and commentary. Bulletin of the Torrey botanical club vol.100, No. 6, 357-363
- McCullagh, P., Nelder, J.A. 1989. Generalized linear models (2nd edition). Chapman and Hall. London.
- Mihulka, S. 1994. Invazní rostliny v dílčím úseku jihočeské krajiny. 14 str. [Bak. dipl. pr. depon. in: Knihovna Biologické fakulty. České Budějovice]
- Müller, N. 1995 Wander von Flora und Vegetation nordalpiner Wildflusslandschaften unter dem Einfluss des Menschen. Ber. Anl.19, 125-187
- Noble, I.R. 1989. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. In: Drake, J. A. et al. Biological Invasions: a Global Perspektive. John Wiley & sons Ltd, 301-313

- Prach, K., Pyšek, P. 1997. Invazibilita společenstev a ekosystémů. Zprávy Čes. Bot. Společ. Praha, 32, Mater. 14, 1-6
- Pyšek, P. 1995. On terminology used in plant invasion studies. In: Pyšek, P., Prach, K., Wade, M. Plant invasions - General aspects and special problems, SPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands, 223-236
- Pyšek, P., Prach, K., Mandák, B. 1998 Invasions of alien plants into Habitats of central european landscape: an historical pattern. In: Starfinger, U. et al. Plant invasions: Ecological mechanisms and human responses Backhuys publishers, Leiden, The Netherlands, 23-32
- Rejmánek, M. 1989. Invasibility of plant communities. In: Drake, J. A. et al. Biological Invasions: a Global Perspective. John Wiley & sons Ltd, 369-388
- Rejmánek, M. 1996. A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. Biological Conservation 78, 171-181
- Rothmaler, W., Shubert, R., Vent, W., Bassler, M. 1982. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD : kritischer Band [5. vyd.], Volk und Wissen, Berlin, 811 str.
- Schaegel, B., E. 1982. Boxelder (*Acer negundo* L.) biomass component regression analysis for the Mississippi delta. Forest Sci., Vol. 28, No. 2, 355-358
- Slavík, B. [ed.] 1997. Květena České republiky. 5. [Flora of the Czech Republic] Ed. Academia, Praha, 568 str.
- Slavík, B. 1972. Naturalizace Javoru jasanolistého (*Acer negundo* L.) v Československu. Časopis Slezského muzea, series dendrologia 2, Opava, ČSSR, 155-161
- Slavík, B. 1997. Fytokartografické syntézy ČR. 3., Praha, 160 str.
- Starfinger, U. 1998. On success in plant invasions. In: Starfinger, U. et al. Plant invasions: Ecological mechanisms and human responses Backhuys publishers, Leiden, The Netherlands, 33-42
- Thébaud, Ch., Debussche, M. 1991. Rapid invasion of *Fraxinus ornus* L. along the Hérault River system in south France: the importance of seed dispersal by water. Journal of Biogeography 18, 7-12
- Williamson, M.H., Fitter, A. 1996 The characters of successful invaders. Biological Conservation 78, 163-170

Použité internetové stránky:

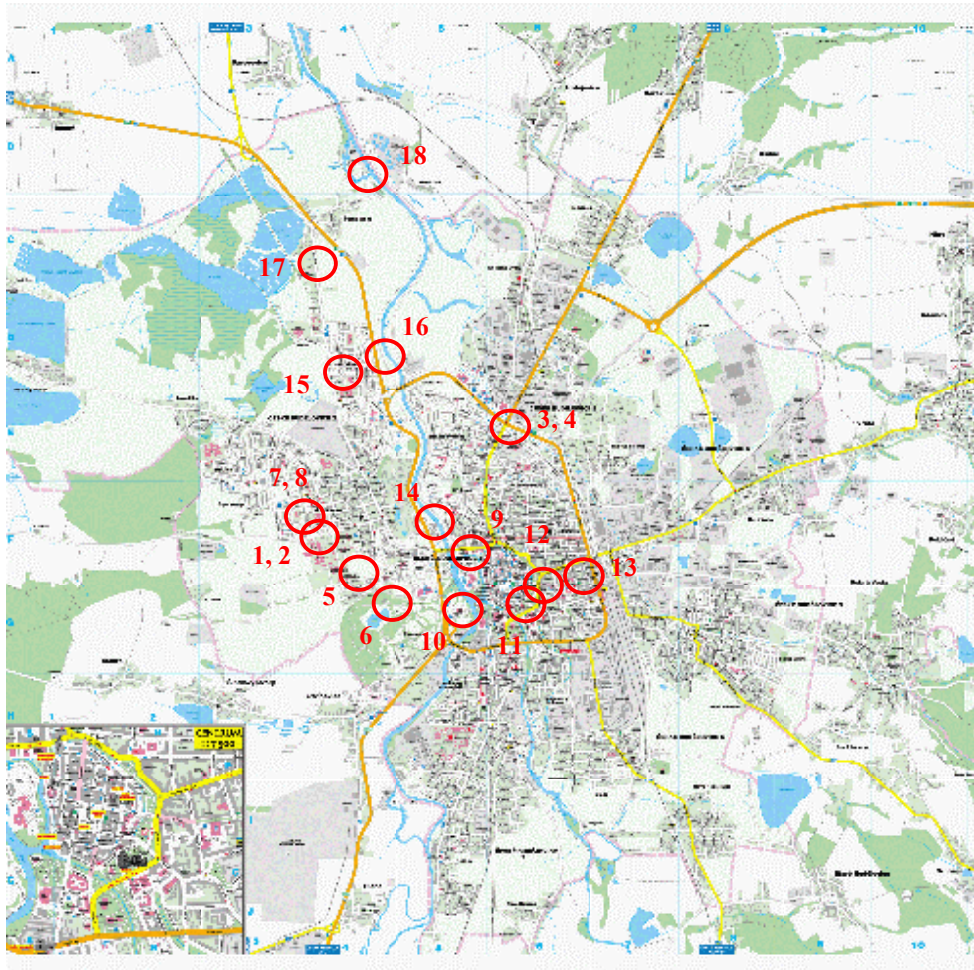
- 1) http://www.iastate.edu/~bot356/species/species/a_eSpecie/AcerNegu.html
(Dendrology on Iowa State University pages)
- 2) <http://www.naturesongs.com/vvplants/boxelder.html> (Trees of the Verde Valley & Sedona)
- 3) <http://wiscinfo.doit.wisc.edu/herbarium/scripts/detail.asp?SpCode=ACENEG>
(Wisconsin state herbarium)
- 4) <http://www.canr.uconn.edu/plsci/mbrand/a/aceneg/aceneg1.html> (University of Connecticut plant database)
- 5) <http://www.il-st-acad-sci.org/trees/boxelder.html> (Trees of Eastern North American Forests by C. W. Magee)
- 6) <http://web.budweb.cz/mapa/> (informační server Českobudějovicka)
- 7) Obrázek na úvodní stránce: <http://fisica.ciencias.uchile.cl/botanica/pag6/acer03.jpg>
(stránky Universidad de Chile)

Poznámka: Fotografie v přílohách byly staženy z mezinárodní elektronické sítě Internet. Jména lokalit nejsou známa, existuje předpoklad, že většina se jich nachází v původním areálu *A. negundo*.

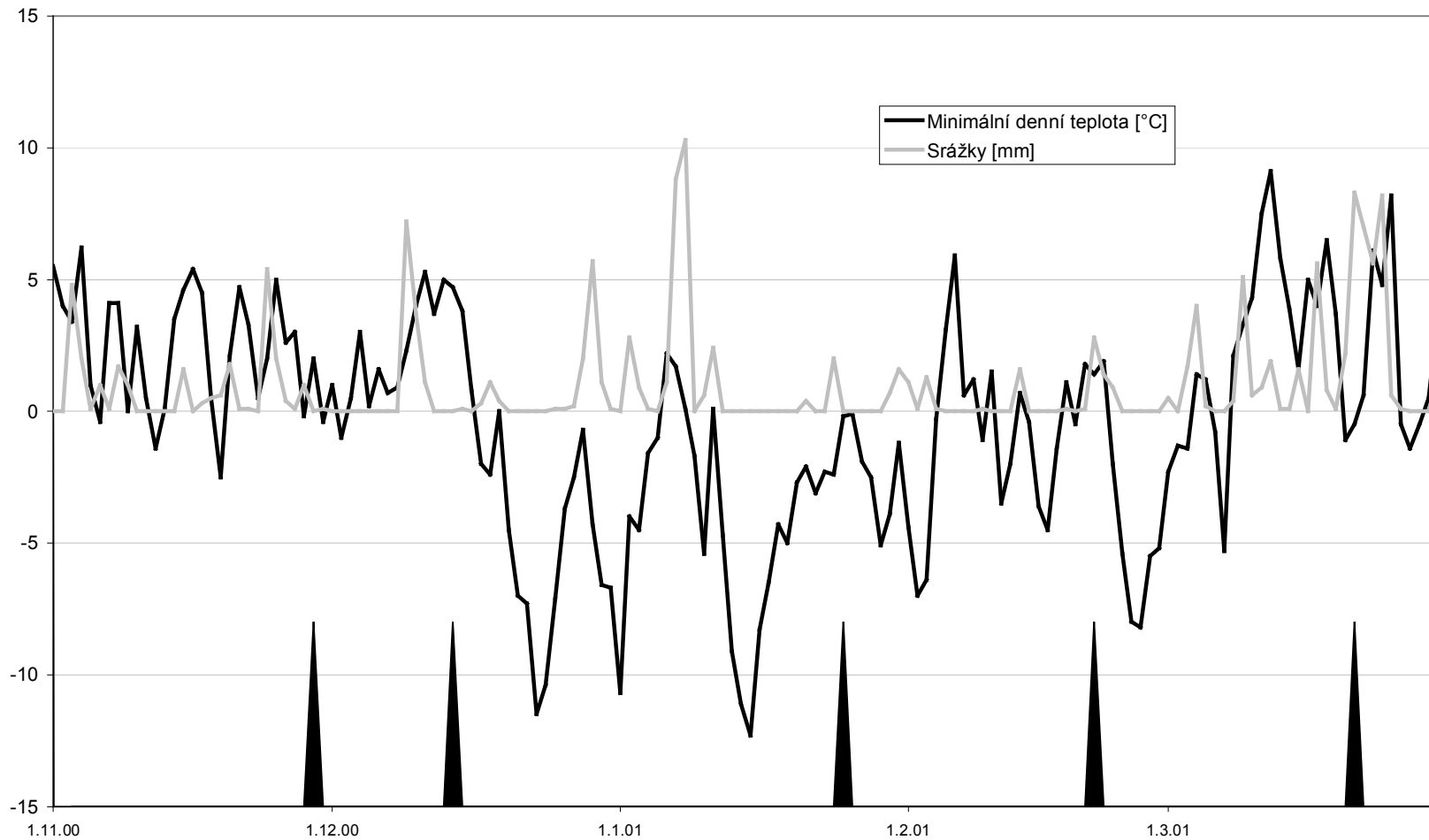
Příloha 1. Přehled lokalit a analyzovaných charakteristik stromů. Čísla v prvním sloupci jsou použita k označení stromů v analýzách.

K jednotlivým charakteristikám jsou podrobnosti uvedeny v kapitole 3.1.

datum sběru a označení lokality	okres	průměr [cm]	výška [m]	urbanita %	solíternost	přítomnost dalšího <i>A. negundo</i>	délka skladování v letech	váha semen [mg]	podíl dobře vyvinutých semen %	vytrvávání semen na stromě	Průměrná klíčivost po přezimování %			
											v zemi	na stromě	v pokoji	v lednici
1 19.12.1998 Křižovatka u večerky	CB	15	6	50	v aleji	ne	2	42,0	92	část	6	66	6	14
2 18.11.1999 Křižovatka u večerky	CB	15	7	50	v aleji	ne	1	44,6	98	část	87	8	77	74
3 24.4.1999 Křižovatka u OBI-gymnasium	CB	20	7	50	v aleji	ne	2	50,5	98	část	72	78	76	66
4 18.11.1999 Křižovatka u OBI-gymnasium	CB	20	7	50	v aleji	ne	1	58,5	94	minimum	63	nebyla semena	83	88
5 18.11.1999 Areal JU za zemědělskou f.	CB	40	10	30	sám	ano	1	37,7	79	většina	68	66	55	49
6 18.11.1999 Stromovka-prostřední strom	CB	25	15	10	v porostu	ne	1	41,4	53,3	minimum	84	29	23	27
7 26.11.1998 Ulice proti večerce	CB	25	8	60	v aleji	ne	2	34,5	97	většina	71	86	67	74
8 18.11.1999 Ulice proti večerce	CB	25	8	60	v aleji	ne	1	63,4	94	většina	71	1	56	53
9 18.11.1999 Náhon u stadionu	CB	60	12	40	v aleji	ne	1	55,3	83,5	část	25	71	66	41
10 18.11.1999 U sportovní haly	CB	50	8	10	sám	ano	1	37,3	74,5	minimum	94	nebyla semena	73	68
11 18.11.1999 Senovážné náměstí	CB	20	5	90	sám	ano	1	40,8	46	většina	69	28	29	26
12 18.11.1999 Lannova třída-centrum	CB	35	9	90	v aleji	ne	1	17,7	17,5	většina	24	12	9	4
13 18.11.1999 Lannova třída-nádraží 55/93	CB	25	8	90	v aleji	ne	1	60,1	95	část	85	85	59	50
14 18.11.1999 Baby bazar u Dlouhého mostu	CB	15	6	30	sám	ano	1	53,5	88,5	část	97	65	74	50
15 18.11.1999 Sídliště Vltava-u hřiště	CB	15	4	40	sám	ano	1	39,9	80,5	minimum	81	2	65	58
16 18.11.1999 U silnice směr Plzeň	CB	15	4	20	v porostu	ano	1	32,3	73	část	66	59	46	54
17 18.11.1999 Vesnice ve směru Hluboká n. Vlt.	CB	10	3	10	v aleji	ne	1	46,2	96	část	68	73	67	78
18 18.11.1999 U vodáckého kanálu	CB	35	5	10	sám	ano	1	46,3	83	část	82	69	69	72
19 5.11.1999 D1-exit Brno centrum	Brno	25	8	20	v porostu	ne	1	41,7	84	minimum	72	71	62	57
20 5.11.1999 Silnice HK-BO naproti Generali	Svitavy	10	3	80	v aleji	ne	1	46,0	25,5	minimum	72	12	22	22
21 5.11.1999 D2-exit Hustopeče (větší)	Brno	60	8	20	sám	ne	1	66,2	86	minimum	69	83	62	53
22 5.11.1999 Sídliště	Břeclav	50	15	80	v aleji	ne	1	51,0	78	většina	4	85	63	54

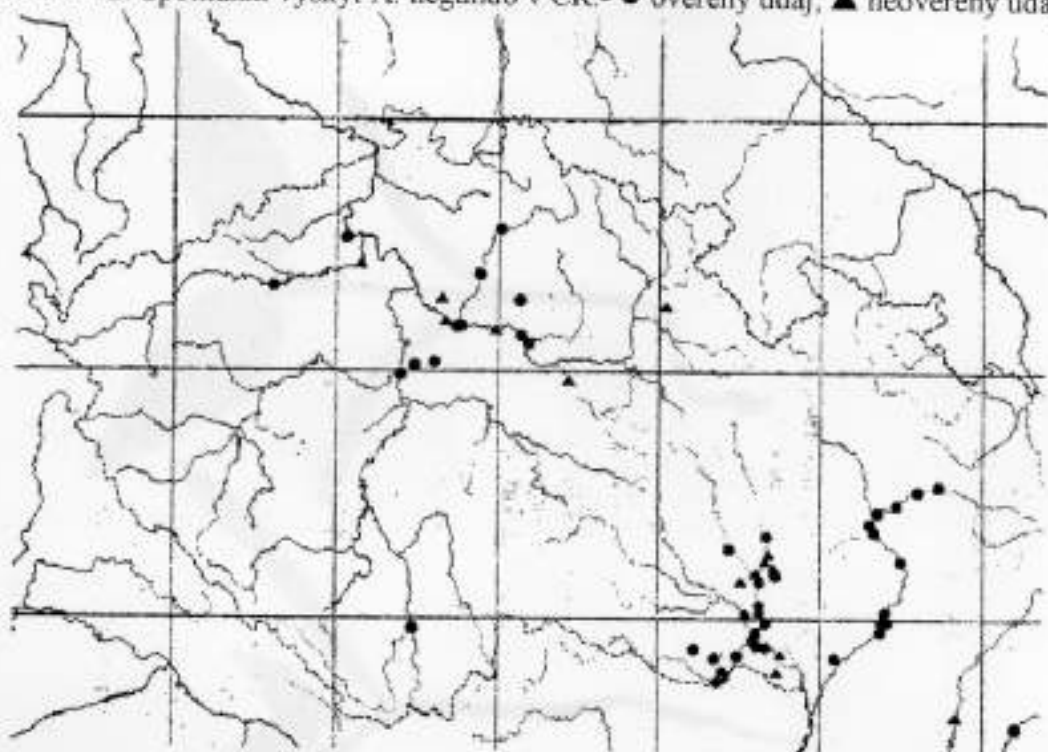


Příloha 2. Mapa Českých Budějovic s vyznačením stromů použitých v experimentu. Kružnice označuje plochu, ze které byla odhadována „urbanita“ (viz metody a tabulka 1). Označení 1, 2 ; 3, 4 a 7, 8 rozlišují dva sběry z jednoho stromu v různých sezónách.

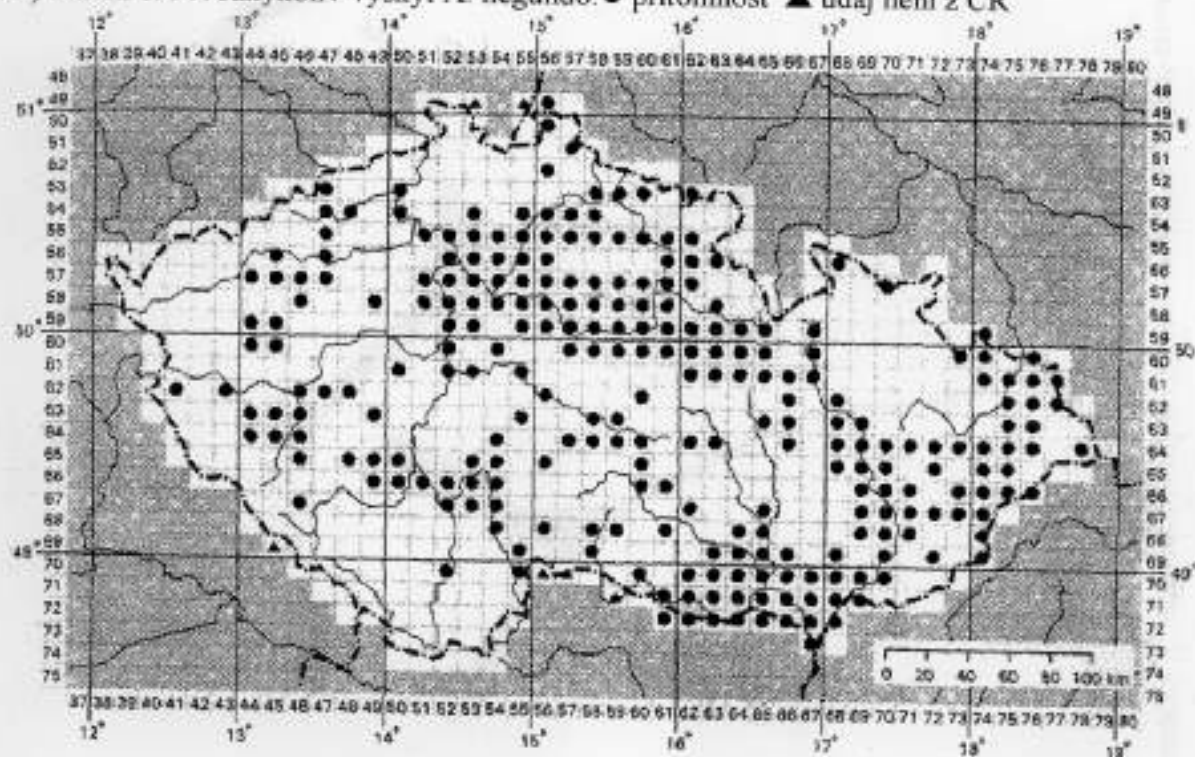


Příloha 3. Minimální denní teploty a denní srážkový úhrn během zimy 2000-2001 v Českých Budějovicích, černé hroty značí jednotlivé výsevy. Klimatologická data poskytla pobočka Hydrometeorologického ústavu České Budějovice.

a) Slavík 1972: Spontánní výskyt *A. negundo* v ČR. - ● ověřený údaj, ▲ neověřený údaj



b) Slavík 1997: Jákýkoliv výskyt *A. negundo*: ● přítomnost ▲ údaj není z ČR



Příloha 4. Mapy rozšíření *A. negundo* v České republice. Měřítko je shodné pro obě mapy.



Príloha 5. Semenáčky *A. negundo*. Státi od objevení děložních lístků, zleva 3, 5, 7, 10 a 14 dnů. Dvojnásobné zvětšení. (scan. Milan Janda)

Příloha 6: Fotografie javoru jasanolistého získané na veřejných internetových stránkách.



Obr.2 List, přírodní forma.(www2)



Obr.3 Samčí květenství (www3).



Obr.4 Samičí květenství (www3).



Obr. 5 List a nedozrálé plody (www4).

Příloha 7: Fotografie javoru jasanolistého získané na veřejných internetových stránkách.



Obr.6 Javor jasanolistý (*A. negundo*) jako nepříjemný plevel (www5).



Obr.7 Mladý stromek v suché louce (www5).



Obr. 8. Interiér lužního lesa s *Acer negundo* (www5).



Obr. 9 Okrasná forma s panašovanými listy (www6).