

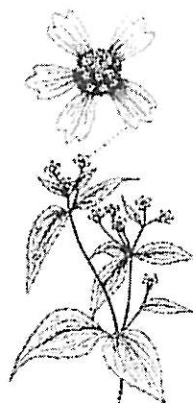
Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

Biologická fakulta



Bakalářská diplomová práce

Vliv vybraných ekologických charakteristik na
klíčení blízce příbuzných invazních druhů
Galinsoga parviflora Cavanilles a *Galinsoga*
ciliata (Rafinesque) Blake



Galinsoga ciliata

Lucie Havlová

2005

Vedoucí práce: RNDr. Stanislav Mihulka, PhD.

Bakalářská diplomová práce

Havlová, L., 2005: Vliv vybraných ekologických charakteristik na klíčení blízce příbuzných invazních druhů *Galinsoga parviflora* Cavanilles a *Galinsoga ciliata* (Rafinesque) Blake [Effect of selected environmental characteristics on germination of closely related invasive species *Galinsoga parviflora* Cavanilles a *Galinsoga ciliata* (Rafinesque) Blake. Bc. Thesis, in Czech.] - 38 p., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

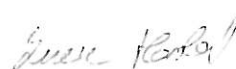
Anotace: Achenes of two plant species *Galinsoga parviflora* and *Galinsoga ciliata* were collected at five localities in České Budějovice and four localities on the transect České Budějovice – Klet'. A set of germination experiments was performed. The effect of shading, temperature and locality was studied.

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat svému školiteli za neustálou morální podporu a za poskytování cenných rad a literárních zdrojů, Petrovi Šmilauerovi za statistickou konzultaci, příteli Pavlovi za vydatnou pomoc při sběru semínek a při zápase s počítačovými programy a kamarádce Margitě a samozřejmě svojí rodině za poskytnutí dopravního prostředku a pomoc při objíždění lokalit. Díky!!!

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím citované literatury.

V Českých Budějovicích, 16. května 2005



Obsah:

1. Úvod	1
1.1 Biologické invaze.....	1
1.2 Invazní rostliny.....	1
1.3 Invazní rostliny v městském prostředí a městské tepelné ostrovy.....	2
1.4 Klíčení semen.....	4
2. Cíle práce	5
3. Materiál a metody	6
3.1 Studované taxony.....	6
3.1.1 Původ.....	6
3.1.2 Biologie.....	6
3.2 Sběr názek a popis lokalit.....	7
3.3 Provedení pokusů.....	8
3.3.1 Klíčení se zastíněním zelenou fólií a bez ní.....	8
3.3.2 Klíčení při různých teplotách.....	9
3.4 Zpracování dat.....	9
4. Výsledky	11
4.1 Pokus č. 1: Klíčení se zelenou fólií a bez ní.....	11
4.2 Pokus č. 2: Klíčení při různých teplotách.....	16
4.2.1 Zóny v Českých Budějovicích.....	16
4.2.2 Lokality na transektu České Budějovice – Kleť.....	23
5. Diskuse	30
5.1 Vliv zastínění na klíčivost.....	30
5.2 Vliv teploty na klíčivost.....	30
5.3 Vliv lokality na klíčivost.....	32
6. Závěr	34
7. Citovaná literatura	35

1. ÚVOD

1.1 Biologické invaze

Biologická invaze je proces, při kterém se nepůvodní druh dál šíří mimo území, do kterého byl introdukovan. Vyžaduje, aby daný taxon překonal po svém zavlečení různé bariéry, které mu brání v rozmnožování a rozptylu, a vypořádal se tak s abiotickými i biotickými podmínkami v novém regionu (Richardson et al., 2000). Rozšiřování nepůvodních taxonů do člověkem ovlivněných i přirozených stanovišť představuje environmentální problém v mnoha regionech světa (Weber, 1998), neboť vzrůstající globalizace zesiluje pohyb diaspor a introdukci nových druhů (Pauchard et al., 2004). Tento vývoj je podporován mnohými lidskými aktivitami, jako jsou migrace, války, obchod, zemědělství nebo urbanizace (Mosyakin & Yavorska, 2002).

Zájem vědců o rostlinné invaze celosvětově vzrůstá od 80. let 20. století (Pyšek et al., 2003a), což vede k publikacím mnoha prací na toto téma. Často se zabývají rozdíly v šíření jednotlivých druhů, např. Weber (1998) porovnává tři v Evropě nepůvodní druhy rodu *Solidago*, Mihulka (2001) a Mihulka a Pyšek (2001) se zabývají rodem *Oenothera* a již v 50. letech zkoumal Lacey (1957) rozšíření druhů rodu *Galinsoga*. Také jsou vzájemně srovnávány invazní a původní druhy téhož rodu, např. rodu *Senecio* (Sans et al., 2004, Garcia-Serrano et al., 2004) nebo *Prosopis* (Al-Rawahy et al., 2003). Invaze cizích druhů zajímají ekology nejen kvůli jejich ekologickým a ekonomickým dopadům na původní druhy a společenstva, ale také protože představují užitečné modely pro studium ekologických funkcí přírodních ekosystémů (Pauchard et al., 2004).

1.2 Invazní rostliny

Richardson et al. (2000) definuje invazní druhy jako naturalizované rostliny (tj. rostliny na daném území nepůvodní, které jsou schopné se množit a udržovat své populace bez přímých zásahů lidí), které, často ve velmi vysokém počtu, produkují rozmnožování schopné potomstvo ve značné vzdálenosti od rodičovských rostlin, a

tudíž mají potenciál rozšířit se na rozsáhlé území. Jeden z hlavních úkolů invazní ekologie je vysvětlit, proč některé taxony pronikají do nových areálů úspěšněji než jiné (Richardson et al., 2000). To, zda se exotický druh bude šířit rychle nebo pomalu a jestli dosáhne velkého nebo malého areálu, určují přírodní a antropogenní faktory (Weber, 1998) a také biologické a ekologické vlastnosti invadujících druhů, jmenovitě ty, které mají vztah ke schopnosti usídlit se v novém území (Pyšek et al., 2003b). Druhy, které přicházejí do častého kontaktu s člověkem, mají větší šanci než ostatní, že budou introdukovány na ostatní kontinenty. Jejich pravděpodobnost přežití a naturalizace navíc zvyšují vlastnosti jako ekologická přizpůsobivost a preadaptace na abiotické podmínky v cizím regionu (Prinzing et al., 2002). V první fázi osidlování je důležitým předpokladem tolerance rostliny vůči stresu, později se uplatňuje především schopnost úspěšné kompetice (Pyšek et al., 2003b). Nepůvodní druhy se nečastěji rekrutují z čeledí *Asteraceae*, *Poaceae* a *Brassicaceae* (Mosyakin & Yavorska, 2002; Prinzing et al., 2002; Pyšek et al., 2003a). Avšak zdaleka ne všechny introdukované rostliny se stanou invazními. Např. v České republice se vyskytuje 69 invazních rostlin (Pyšek & Prach, 2003), což je pouze 6,6% z celkového počtu neofytů (tj. rostlinných druhů zavlečených po roce 1500) (Pyšek et al., 2003a).

1.3 Invazní rostliny v městském prostředí a městské tepelné ostrovy

Urbanizace je v dnešní době celosvětově nejrozšířenější demografický trend (Grim et al., 2000) a prokazatelně nejdramatičtější forma přeměny půdy, která vážně ovlivňuje biologickou diverzitu (Luck & Wu, 2002; Hope et al., 2003). Mnohé studie odhalily, že ekosystémy narušované člověkem, jako jsou města nebo hustě osídlené oblasti, hostí vysoké počty nepůvodních druhů (Deutschewitz et al., 2003; Pyšek, 1998), biogeografické spektrum druhů ve městech je tudíž velmi odlišné od druhového složení v okolní krajině (Sukkop, 2002). Zastoupení nepůvodních druhů se zvyšuje s velikostí města, hustotou zalidnění a s průměrnou roční teplotou (Pyšek, 1998).

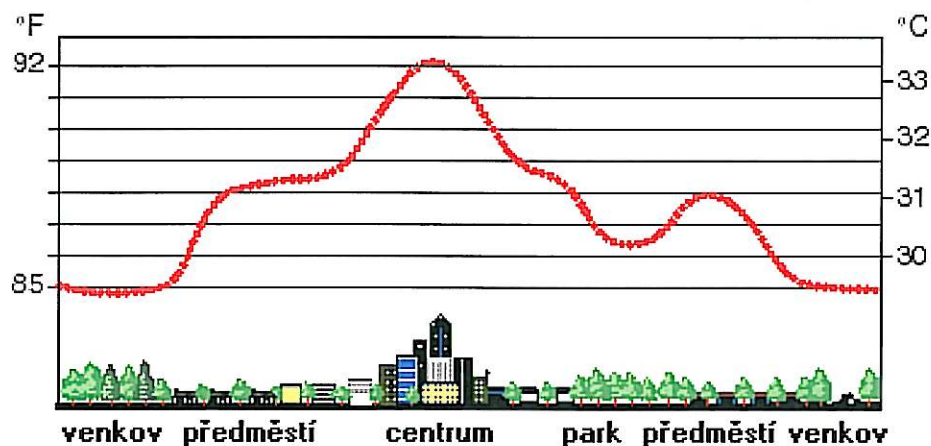
Města mohou poskytnout útočiště druhům zavlečeným z klimaticky teplejších oblastí, neboť se obecně vyznačují vyššími teplotami prostředí než je okolní krajina díky fenoménu nazývanému městské tepelné ostrovy (urban heat island, UHI) (např.

Pyšek, 1998). Zatímco na venkově a v zemědělských oblastech je velké množství sluneční energie spotřebováno na odpařování vody transpirujícími rostlinami, což ochlazuje okolní vzduch, v urbanizovaných oblastech nepropustné a tmavé povrchy jako chodníky a střechy budov způsobují, že je sluneční energie absorbována a následně uvolňována zpět do okolí jako teplo; to způsobuje, že teploty ve městech mohou být mnohem vyšší než ve venkovských oblastech (Bier et al., 2000).

Izotermy (čáry spojující na mapě body se stejnou teplotou) tvoří ve městech kruhy, jejichž hodnoty teplot klesají směrem k okrajům města (Wypych, Bokwa, 2003-2004). Na tomto předpokladu jsem založila výběr lokalit, kde jsem sbírala materiál pro své pokusy (viz kapitola 3.2).

Na vzniku UHI má podíl mnoho faktorů. Kromě přítomnosti velkého množství ploch pokrytých tmavými a teplo absorbujícími materiály, jako je asfalt a beton (Estes et al., 1999), jsou to také tepelné emise způsobené lidskou činností, znečištění vzduchu a v neposlední řadě velikost a prostorové uspořádání města (Wypych & Bokwa, 2003-2004). V mnoha městech je teplota oproti okolí vyšší v průměru o 0,5-0,8°C, v zimě až o 1,1-1,6°C; ve městech o 100 000 obyvatelích byl ale pozorován teplotní rozdíl až 6°C, ve městech s milionem obyvatel dokonce 8°C (Wypych & Bokwa, 2003-2004).

Obr. 1. Náčrtek profilu městského tepelného ostrova. Obrázek převzat z webových stránek <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/wb.html> a upraven.



1.4 Klíčení semen

Abychom uchránili ohrožené domácí druhy a původní společenstva před invazními rostlinami, je nutné znát základní informace o biologii těchto druhů (Al-Rawahi et al., 2003). Zejména u jednoletých rostlin, které se rozmnožují převážně semeny, nám může k rozšíření znalostí dopomoci studium podmínek, za kterých jsou jejich semena schopna klíčit, to znamená zároveň podmínek, za kterých jsou invazní rostliny schopné se uchytit a dále šířit. Mnohé práce, stejně jako tato, jsou založeny na klíčních experimentech, které mají objasnit závislost reprodukce invazních taxonů na některých ekologických faktorech, jako jsou teplota, světlo a další (např. Joley et al., 1997; Al-Rawahi et al., 2003; Sans et al., 2004; El-Keblawy & Al-Rawai, 2005). Abiotické podmínky stanoviště totiž svými vlastnostmi určují výběr a počet vyklíčených druhů rostlin z půdní zásoby semen; vyklíčí ty druhy, jejichž ekologické požadavky pro klíčení a první fáze růstu jsou v soulase s vlastnostmi prostředí (Slavíková, 1986).

2. CÍLE PRÁCE

Ve své bakalářské práci jsem se snažila prostřednictvím klíčících experimentů zodpovědět následující otázky:

- Liší se klíčivost druhů *Galinsoga ciliata* a *G. parviflora* v závislosti na vzdálenosti lokality od středu města a na její nadmořské výšce?
- Má vliv na klíčivost těchto druhů zastínění okolní vegetací (simulováno zelenou fólií)?
- Liší se klíčivost těchto druhů v závislosti na teplotě prostředí?
- Liší se dané druhy ve sledovaných charakteristikách mezi sebou?

3. MATERIÁL A METODY

3.1 Studované taxony

3.1.1 Původ

Galinsoga parviflora Cav. (pěťour malokvětý, syn. *G. quinqueradiata* Ruiz. Pav.) a *Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake (pěťour brvitý, syn. *G. quadriradiata* Ruiz. Pav., *G. urticifolia* (H.B.K.) Schrader, *G. hispida* Benth. nebo *G. caracasana* (Dc.) Schulz.) jsou v České republice nepůvodní, blízce příbuzné druhy z čeledi *Asteraceae*.

G. parviflora je kosmopolit pocházející z Jižní Ameriky, který byl v 19. století zavlečen do celé Ameriky, Evropy, Afriky, jižní Asie, Austrálie a na Nový Zéland. Z různých botanických zahrad, které pěťour pěstovaly, se brzo zaplevelilo okolí a rychle se rozšiřoval i dále (Deyl, 1964). Do Evropy byl přivezen španělskou expedicí a u nás byl pěstován v Pražské botanické zahradě v roce 1823 (Kohout, 1997). Ve volné přírodě byl poprvé zaznamenán v roce 1867 (Pyšek et al., 2002).

G. ciliata, pocházející z tropické a subtropické Ameriky od Chile a Peru přes Střední Ameriku až do jižní části Severní Ameriky (Deyl, 1964), je u nás ve volné přírodě poprvé uváděn v roce 1901 (Pyšek et al., 2002) a po druhé světové válce se rychle šíří a často i na některých místech zatlačuje pěťour malokvětý (Deyl, 1964). Podobnou situaci popisuje i Lacey ve Velké Británii, kde se *G. ciliata*, ač byla introdukována do této země později než *G. parviflora*, velmi rychle rozšířila během druhé světové války a za třetinu času dosáhla téměř stejné distribuce jako *G. parviflora*.

V současnosti jsou oba druhy v České republice řazeny mezi zdomácnělé neofyty a jsou považovány za invazní (Pyšek et al., 2003a).

3.1.2 Biologie

Oba druhy jsou středně vysoké jednoleté byliny rozmnožující se semeny a někdy i kořenujícími lodyhami. Za příznivých podmínek kvetou již za 2 (*G. ciliata*) až 3 (*G. parviflora*) týdny po vyklíčení a mohou vytvořit i několik generací během jedné sezóny. Jedna rostlina je schopna vyprodukovat až 300 000 nažek, jejichž schopnost

vyklíčit přetrvává 2 i více let. Klíčení probíhá na světle (Deyl, 1964). U nažek je vyvinuta různoplodost (heterokarpie), která je výraznější u pětouru malokvětého. Nažky jsou velmi lehké a mohou být šířeny větrem a vodou, ale i zažívacím ústrojím zvířat. Hlavní podíl na rozšiřování pětouru má však člověk, který ho šíří bezděčně při své pracovní činnosti (Lhotská & Kropáč, 1985). Pro své mnohé vlastnosti, a to zejména velkou a rychlou plodnost, možnost dodatečného dozrání nezralých nažek v úborech po pokosení a dobrou klíčivost, jsou oba druhy místy obtížnými plevelely hlavně v zelenině a v okopaninách (Lhotská, 1998). Pětoury se v České republice běžně vyskytují na člověkem vytvořených stanovištích, jsou součástí flóry tradiční zemědělské i moderní městské a industriální krajiny (Pyšek et al., 2002). Brandes (1995) ve své studii o flóře center starých evropských měst řadí pětour brvitý mezi indikátory teplého městského prostředí.

3.2 Sběr nažek a popis lokalit

Sběr nažek proběhl ve dvou po sobě následujících letech na různých lokalitách. V červenci a srpnu roku 2003 byly nažky sbírány na území města České Budějovice, kde byl vytyčen transekt pokrývající gradient střed města – volná krajina. Transekt, vedený od náměstí Přemysla Otakara II. k sídlišti Máj, byl rozdělen na pět zón po jednom kilometru. V každé zóně byla zvolena jedna lokalita, kde se oba dané druhy vyskytovaly společně. Na každé lokalitě jsem sesbírala v průběhu léta 2003 nažky obou druhů. Ty pak byly uloženy v papírových sáčkách při pokojové teplotě.

Pro další sběr byl určen transekt kopírující gradient nadmořské výšky, vytyčený mezi Českými Budějovicemi a vrcholem Klet'. Lokality byly zvoleny tak, aby rozdíl v jejich nadmořské výšce činil zhruba 50 metrů. Vybrány byly Č. Budějovice, Černý Dub, Holubov a Krasetín. Ve vyšší nadmořské výšce už bohužel nebyla nalezena žádná lokalita s výskytem pětouru. Nažky byly sbírány v září 2004, opět na místech společného výskytu obou druhů, a uloženy v papírových sáčkách při pokojové teplotě. Před započítáním experimentů byly rozděleny po pětadvaceti kusech do uzavíratelných plastových sáčků.

Tabulka 1. Přehled lokalit, na kterých proběhl sběr nažek.

čas sběru	lokalita	zóna
červenec a srpen 2003	Č. Budějovice - ul. Krajinská	1
	Č. Budějovice - ul. Budivojova	2
	Č. Budějovice - ul. Buzulucká	3
	Č. Budějovice - ul. Zahradní	4
	Č. Budějovice - ul. Norberta Frýda	5
		nadmořská výška (m n. m.)
září 2004	Č. Budějovice - ul. Buzulucká	400
	Černý Dub - železniční zastávka	440
	Holubov - železniční zastávka	500
	Krasetín	550

3.3 Provedení pokusů

Během léta až zimy 2004 byly provedeny dva klíční experimenty – klíčení se zastíněním zelenou fólií a bez ní a klíčení při různých teplotách.

3.3.1 Klíčení se zastíněním zelenou fólií a bez ní

Pokus byl zahájen v červenci 2004 v experimentálním skleníku katedry botaniky Biologické fakulty Jihočeské univerzity na Sádkách v Českých Budějovicích. Pro pokus byly použity nažky nasbírané v roce 2003 na čtyřech lokalitách v Českých Budějovicích. Pro nedostatek materiálu nasbíraného v páté zóně byla tato lokalita v tomto pokusu vynechána a nažky byly uchovány pro druhý experiment. Pokus byl uspořádán faktoriálně v pěti opakováních každé kombinace faktorů. Faktory byly druh (*G. parviflora*, *G. ciliata*), lokalita (zóny 1-4) a přítomnost/nepřítomnost zelené fólie, která sloužila jako simulace zastínění okolní vegetací. Nažky byly vysety 27.7.2004 do osmdesáti plastových květináčů na povrch směsi písku a rašeliny v poměru 1:1 v počtu 25 kusů na jeden květináč. Nad polovinu nádob byla pomocí drátů upevněna zelená plastová fólie ve výšce asi 15 cm nad povrchem substrátu. Pokus byl každé dva až čtyři dny kontrolován a byl zapisován počet vyklíčených rostlin v každém květináči. Za vyklíčenou byla považována rostlina, u které se objevily zelené děložní lístky. Při každé kontrole bylo zajišťováno dostatečné zavlažení substrátu zaléváním do

podstavných misek. Pokus byl ukončen 21.9.2004, tj. 56. den od jeho zahájení, kdy už změny v počtu jedinců na květináč byly minimální.

3.3.2 Klíčení při různých teplotách

Tento pokus byl realizován v klimaboxu katedry botaniky Biologické fakulty Jihočeské univerzity na Zlaté stoce v Českých Budějovicích. Pro pokus byly použity nažky z roku 2003 ze všech pěti lokalit v Českých Budějovicích a z roku 2004 z transektu České Budějovice – Klet'. Pokus měl obdobný design jako předcházející, tj. faktoriální uspořádání s pěti opakováními od každé kombinace faktorů. Faktory tentokrát byly druh (*G. parviflora*, *G. ciliata*), lokalita (zóny 1-5 v ČB a lokality z transektu ČB-Klet') a teplota (16 a 25°C). Nažky byly vysety po pětadvaceti kusech do plastových květináčů na povrch substrátu, kterým byl tentokrát písek, neboť při předběžném pozorování byla zjištěna lepší klíčivost na písku než na směsi písku a rašeliny, která byla užita v předchozím pokusu. Celkem bylo použito 100 nádob pro lokality v ČB a 80 nádob pro lokality na transektu ČB-Klet'. Pokus byl časově rozdělen na dvě etapy. První při teplotě 25°C proběhla ve dnech 10.11.2004 až 5.1.2005 a druhá při 16°C ve dnech 5.1. až 3.3.2005, každá část tedy trvala 57 dní. V obou případech bylo v klimaboxu zapnuto osvětlení 14 hodin denně. Pokus byl opět kontrolován a zavlažován každé dva až čtyři dny. Ve druhé etapě byl pokus kontrolován v ty samé dny jako v první, aby bylo dosaženo rovnocenných podmínek, jako by obě etapy probíhaly současně.

3.4 Zpracování dat

Data byla analyzována programem Statistica 6.0 pro Windows. Grafické výstupy byly vyhotoveny v programech Statistica a Microsoft Excel 2002. Data nebyla před zpracováním nijak transformována.

K testování rozdílů klíčivosti mezi různými hladinami faktorů (zastínění, teplota) pro každý druh zvlášť a rozdílů klíčivosti mezi jednotlivými druhy při

stejných hladinách těchto faktorů byla použita jednocestná analýza variance (ANOVA). Pro tuto analýzu byla vždy užitá data ze závěrečného dne daného pokusu.

K testování celkové variability v datech v závislosti na všech faktorech současně byla užitá dvoucestná ANOVA. Faktory byly druh, lokalita a zastínění fólií pro pokus č. 1 a druh, lokalita a teplota pro pokus č. 2. Tento test byl užit opakovaně pro všechny dny pokusů, kdy byla sbírána data, pro znázornění změn v průkaznosti daných faktorů v průběhu času.

Mnohonásobná porovnání pro faktor lokalita byla provedena pomocí Tukey HSD (Honest Significant Difference) testu.

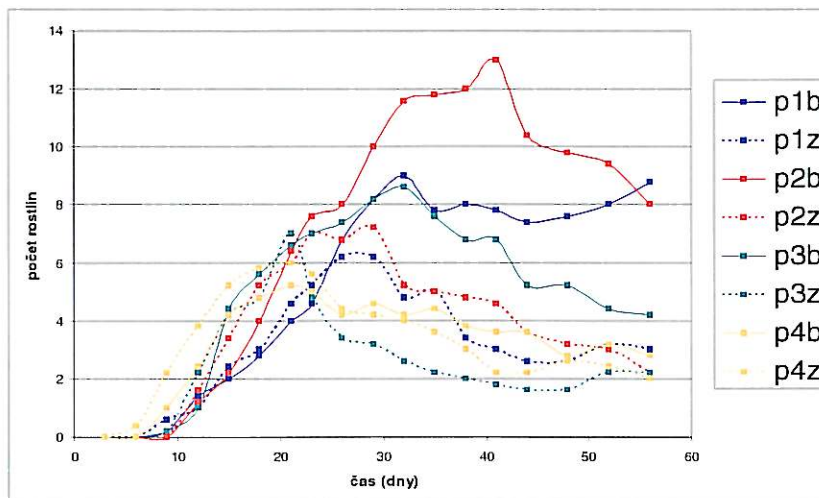
4. VÝSLEDKY

4.1 Pokus č. 1: Klíčení se zelenou fólií a bez ní

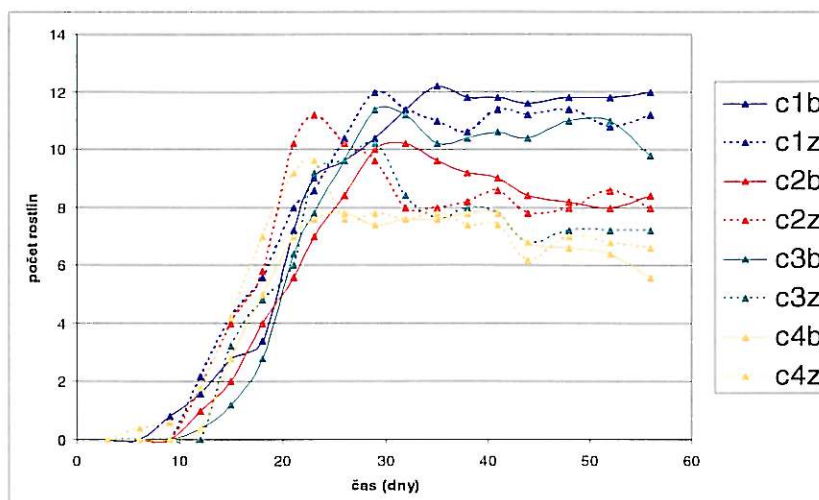
Průběhy klíčení znázorňují obrázky 2a-2d. Pro názornost je graf rozkreslen na čtyři části podle druhu pětouru a podle toho, zda byla použita fólie či nikoliv.

Obr. 2 Časové průběhy klíčení druhů *G. parviiflora* a *G. ciliata* v závislosti na zastínění zelenou fólií. V grafech jsou vyneseny průměrné počty rostlin z pěti opakování každé kombinace faktorů (druh, zóna, fólie). Legenda: p – *G. parviiflora*, c – *G. ciliata*, 1-4 – označení zóny, kde byl proveden sběr semen (též rozlišeno barevně), b – bez zelené fólie (plná čára), z – se zelenou fólií (přerušovaná čára).

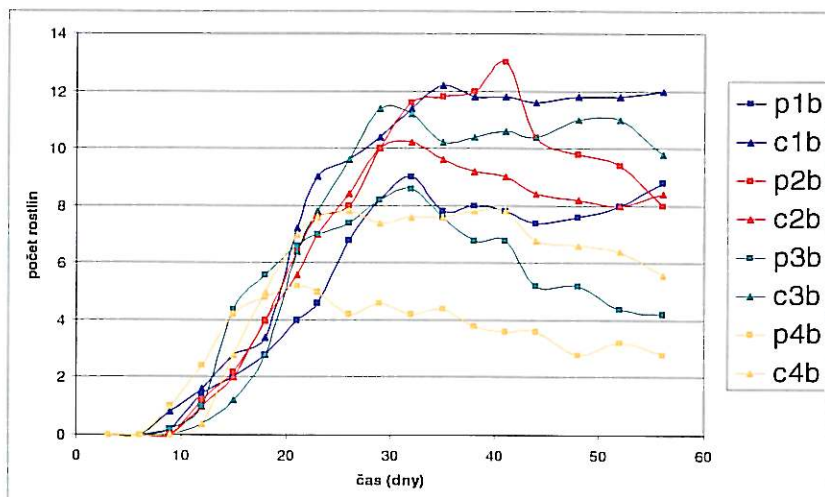
Obr. 2a. Průběh klíčení druhu *G. parviiflora*.



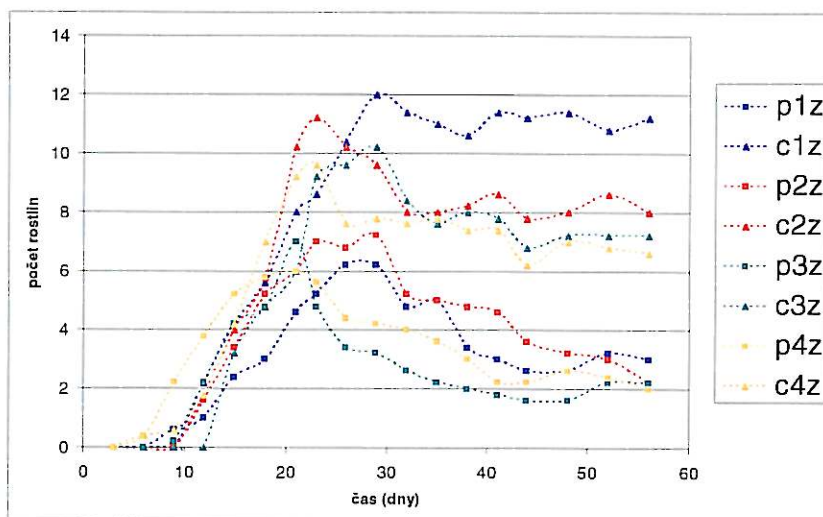
Obr. 2b. Průběh klíčení druhu *G. ciliata*



Obr. 2c. Průběh klíčení obou druhů bez zastínění zelenou fólií.



Obr. 2d. Průběh klíčení obou druhů pod zelenou fólií.



Semena začala klíčit kolem šestého dne od začátku experimentu. Od té doby byly při každé kontrole pokusu zaznamenávány velké změny v počtu semenáčků, ale zhruba od pětadvacátého dne se rychlost klíčení snížila a hodnoty se měnily méně razantně. Protože během pokusu docházelo i k úmrtím semenáčků, bylo by obtížné určit celkovou klíčivost semen. **Tabulka 2** proto uvádí počty rostlin z posledního dne pokusu v procentech z celkového možného počtu rostlin.

Tabulka 2. Procentuální podíl rostlin přetrvávajících do konce pokusu z celkového počtu vyšetřých semen pro jednotlivé kategorie.

fólie	<i>G. parviflora</i>	<i>G. ciliata</i>	fólie celkem
0	23,80%	35,80%	29,80%
1	9,40%	33,00%	21,20%
druh celkem	16,60%	34,40%	25,50%

Jak vyplývá z grafů (**Obr. 2a-2d**), druh *G. parviflora* se jeví jako méně odolný vůči zastínění. Při klíčení pod zelenou fólií dosáhl nižšího počtu vyklíčených rostlin jak oproti jedincům téhož druhu při klíčení bez fólie (jednocestná ANOVA, $p < 0,001$), tak i oproti druhu *G. ciliata*, klíčícím pod fólií (jednocestná ANOVA, $p < < 0,001$). Druh *G. ciliata* tak výrazné rozdíly v reakcích na zastínění nevykazuje, je pouze zjevný rozdíl v klíčení mezi oběma druhy, přičemž *G. ciliata* dosahuje vyšších hodnot jak bez fólie (jednocestná ANOVA, $p < 0,05$), tak s fólií, jak už je uvedeno výše.

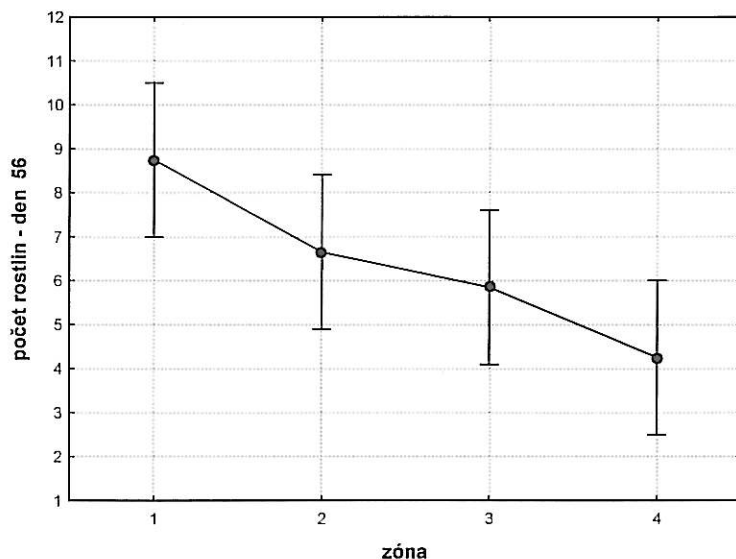
Tabulka 3. Závislost klíčení na zastínění zelenou fólií, na lokalitě a druhu pro jednotlivé zóny v Č. Budějovicích. Dvoucestná analýza variance, jako faktory jsou použity fólie, zóna a druh, znázorněny jsou hodnoty testovací statistiky F a dosažená hladina významnosti p. V tabulce jsou uvedeny vybrané dny pokusu, ve kterých se měnila průkaznost faktorů. Interakce faktorů jsou vynechány z důvodu neprůkaznosti po většinu dnů pokusu.

den	zóna		fólie		druh	
	F	p	F	p	F	p
6	2,91	<0,05	2,91	0,09	0	1
9	6,41	<0,001	1,08	0,3	4,95	<0,05
18	2,16	0,1	4,83	<0,05	0,3	0,58
32	3,41	<0,05	11,65	<0,01	16,32	<<0,001
41	3,22	<0,05	10,27	<0,01	18,41	<<0,001
56	4,55	<0,01	6	<0,05	25,71	<<0,001

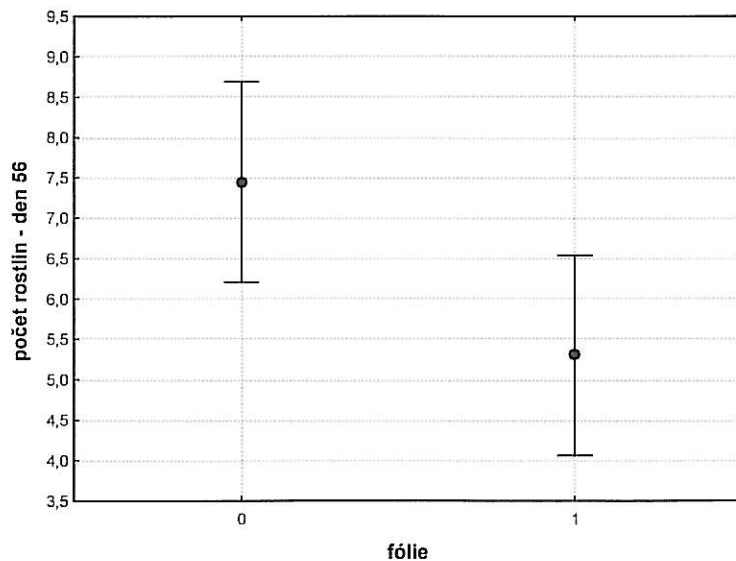
Analýzou variance celkových dat (**Tabulka 3**) byla zjištěna průkazná variabilita u klíčení v závislosti na lokalitě po většinu dnů trvání pokusu. Jako první začaly klíčit rostliny v zóně 4, ale posléze se počty rostlin v ostatních zónách oproti zóně 4 zvyšovaly. Konečný stav uvádí **Obr. 3**. Významně se lišila pouze první a čtvrtá zóna (Tukey HSD test, $p < < 0,01$). Klíčení v závislosti na zastínění zelenou fólií dosahuje statistické významnosti v 15. až 18. dnu, kdy nalézáme vyšší počet rostlin pod fólií. Potom ovšem dochází k postupné změně a od 32. dne je průkazně více rostlin v nezastíněných květináčích a tento stav trvá až do ukončení experimentu (viz **Obr. 4**). Klíčení se lišilo také podle druhu. V devátém dnu významně převažoval druh *G.*

parviflora, ovšem od 21. dne až do konce nalézáme více rostlin druhu *G. ciliata* (viz **Obr. 5**). Interakce faktorů byly po většinu dnů neprůkazné. Zóna a fólie byly statisticky významné jen 6. den ($p < 0,05$), což je dáno vyklíčením rostlin pouze ve čtvrté zóně pod fólií. Interakce zóny a druhu byla průkazná 9. až 15. den ($p < 0,05$), neboť v zóně 4 vyklíčilo v té době víc rostlin druhu *G. parviflora* než druhu *G. ciliata*. Interakce fólie a druhu dosáhla statistické významnosti jen v 41. dnu pokusu ($p < 0,05$), kdy druh *G. ciliata* byl pod fólií výrazně více zastoupen než druh druhý.

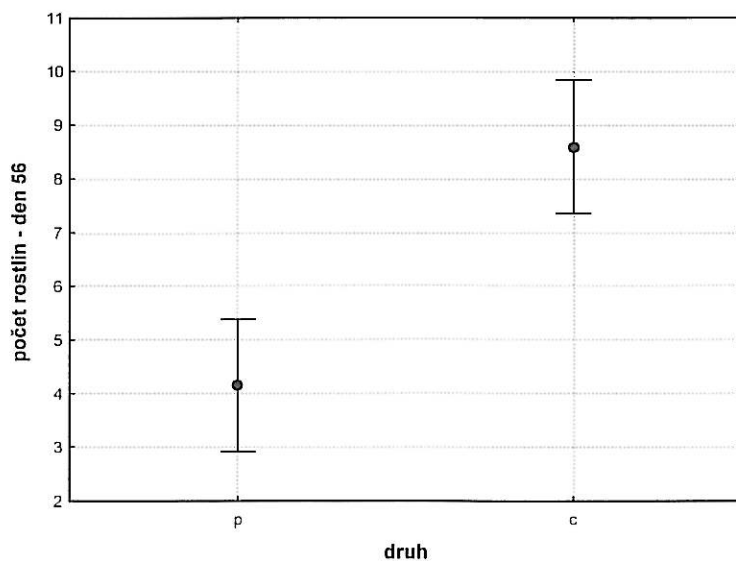
Obr. 3. Závislost klíčení na lokalitě. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu pro jednotlivé zóny v Č. Budějovicích. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, hladina významnosti $p < 0,01$.



Obr. 4. Závislost klíčení na zastínění zelenou fólií. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu pro zóny v Č. Budějovicích. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, hladina významnosti $p < 0,05$; 0 – bez fólie, 1 – s fólií.



Obr. 5. Závislost klíčení na druhu. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu pro zóny v Č. Budějovicích. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, hladina významnosti $p < < 0,001$; p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*.



4.2 Pokus č. 2: Klíčení při různých teplotách

Tento pokus byl proveden se semeny ze dvou typů lokalit: pět zón v Českých Budějovicích a lokality na transektu České Budějovice – Klet' (Č. Budějovice, Černý Dub, Holubov a Krasetín). Každá část pokusu byla hodnocena zvlášť. Protože při tomto pokusu nedocházelo k umírání rostlin, bylo možno stanovit celkové procento klíčivosti jednotlivých druhů při různých teplotách klíčení (viz **Tabulka 4**).

Tabulka 4. Procentuální podíl vyklíčených rostlin z celkového počtu vyšetřovaných semen.

lokality	teplota (°C)	<i>G. parviflora</i>	<i>G. ciliata</i>	teplota celkem
zóny ČB	16	38,72%	36,00%	37,36%
	25	40,32%	26,56%	33,44%
	druh celkem	39,52%	31,28%	35,40%
ke Kleti	16	30,20%	49,40%	39,80%
	25	24,80%	20,60%	22,70%
	druh celkem	27,50%	35,00%	31,25%

4.2.1 Zóny v Českých Budějovicích

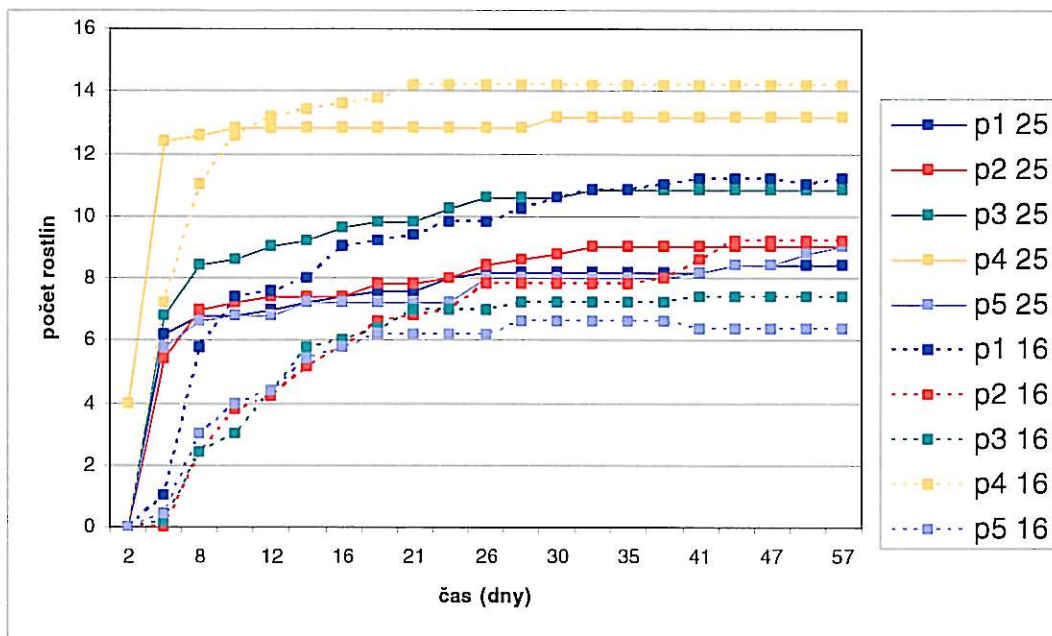
Časový průběh klíčení znázorňují **obrázky 6a-6d**. Graf byl opět rozdělen na čtyři části podle druhu pětouru a podle teploty, při které probíhalo klíčení.

Druh *G. ciliata* vykazuje při 16°C poměrně vyšší klíčivost než při 25°C, ale rozdíl není statisticky významný (jednocestná ANOVA, $p=0,07$). Klíčivost druhu *G. parviflora* se v závislosti na teplotě téměř neliší (viz **Tabulka 4**). Zajímavý je rozdíl v klíčivosti při 25°C (jednocestná ANOVA, $p<<0,01$), kdy počet vyklíčených rostlin *G. parviflora* o třetinu převyšuje počet rostlin *G. ciliata*. Naproti tomu při teplotě 16°C není rozdíl v klíčivosti mezi jednotlivými druhy příliš výrazný.

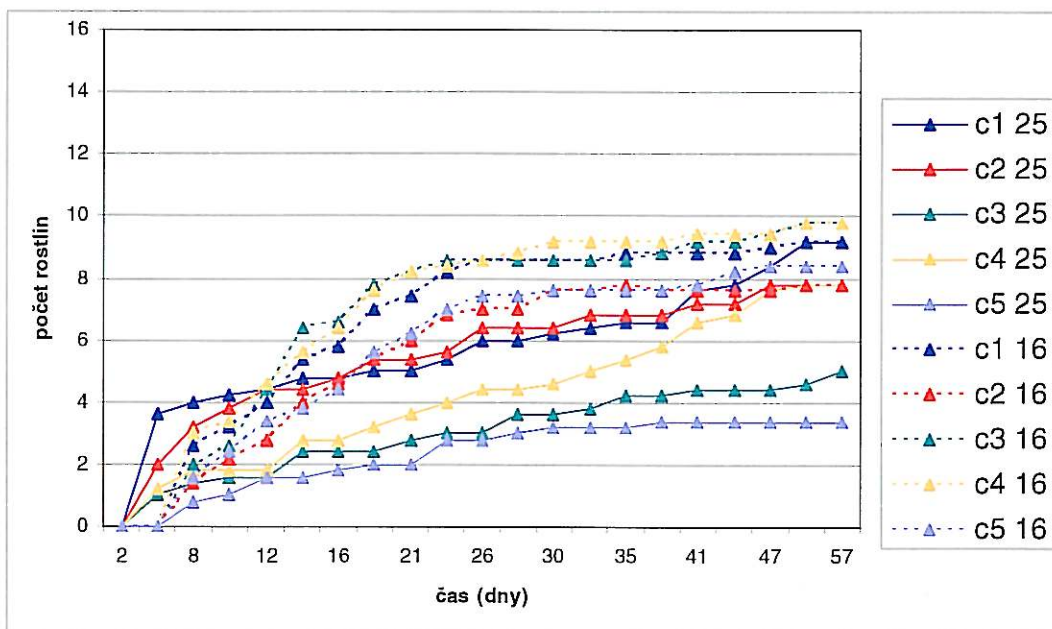
Při statistickém zpracování celkových dat pomocí dvoucestné analýzy variance (**Tabulka 5**) byla zjištěna variabilita v klíčivosti v závislosti na lokalitě, ze které semena pochází (**Obr. 7**), a na druhu pětouru (**Obr. 8**) v celém průběhu pokusu. Druh *G. parviflora* prokázal vyšší klíčivost. Průkaznost rozdílů mezi lokalitami však byla pravděpodobně způsobena pouze odlišností čtvrté zóny. V pátém dnu pokusu se lišila od všech ostatních zón (Tukey HSD test, $p<<0,001$), při ukončení pokusu už pouze od

Obr. 6 Časové průběhy klíčení druhů *G. parviflora* a *G. ciliata* při různých teplotách pro zóny v Českých Budějovicích. V grafech jsou vyneseny průměrné počty rostlin z pěti opakování každé kombinace faktorů (druh, zóna, teplota). Legenda: p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, 1-5 – označení zóny, kde byl proveden sběr semen (též rozlišeno barevně), 16 a 25 – teplota (°C) (16°C přerušovanou čarou, 25°C plnou čarou).

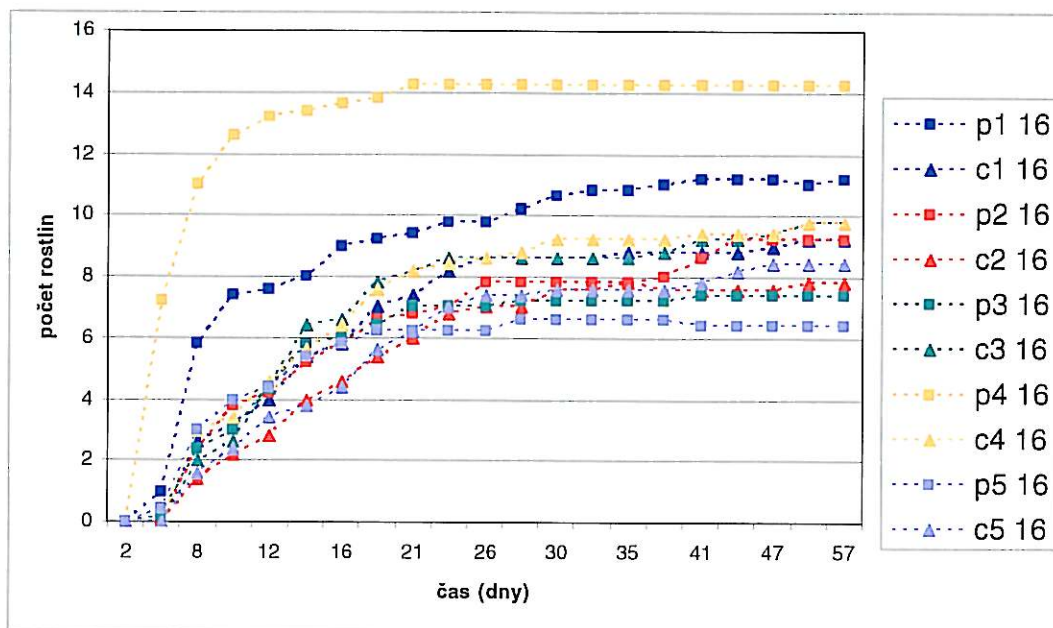
Obr. 6a. Průběh klíčení druhu *G. parviflora*.



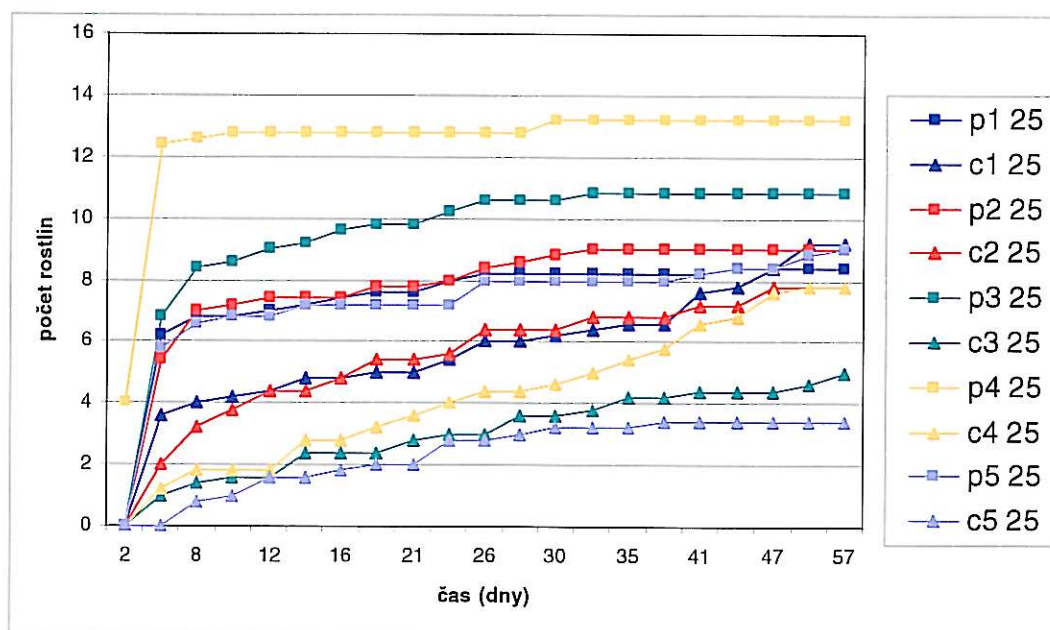
Obr. 6b. Průběh klíčení druhu *G. ciliata*.



Obr. 6c. Průběh klíčení obou druhů při teplotě 16°C.



Obr. 6d. Průběh klíčení obou druhů při teplotě 25°C.

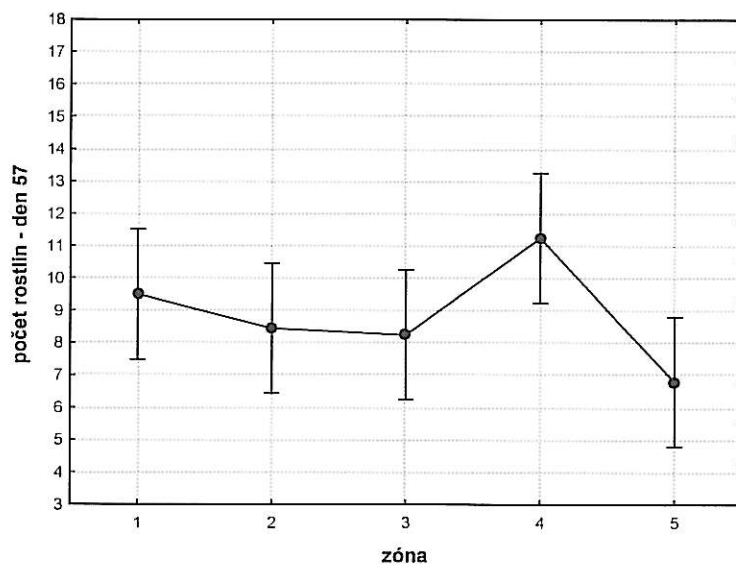


páté zóny (Tukey HSD test, $p < 0,05$). Interakce teploty a druhu byla statisticky průkazná do 41. dne pokusu. Při 25°C byl poměr mezi počty vyklíčených rostlin u obou druhů obdobný v celém průběhu pokusu, zatímco při 16°C se počet rostlin druhu *G. ciliata* oproti druhému druhu neustále zvyšoval (viz **Obr. 9a** a **9b**). Interakce lokality a druhu byla statisticky významná do 19. dne pokusu. Důvodem bylo zřejmě rychlé vyklíčení velkého počtu rostlin druhu *G. parviflora* v zóně 4 v prvních několika dnech experimentu. Počet těchto rostlin se už dále moc neměnil, zatímco v ostatních zónách rostliny klíčily pozvolněji a postupně se rozdíl v počtech stíral (viz **Obr. 10a** a **10b**). Rozdíl v reakcích na teplotu byl statisticky významný pouze do 5. dne pokusu, neboť jak můžeme vidět v **Tabulce 4**, celkové procento vyklíčených rostlin se při různých teplotách příliš nelišilo.

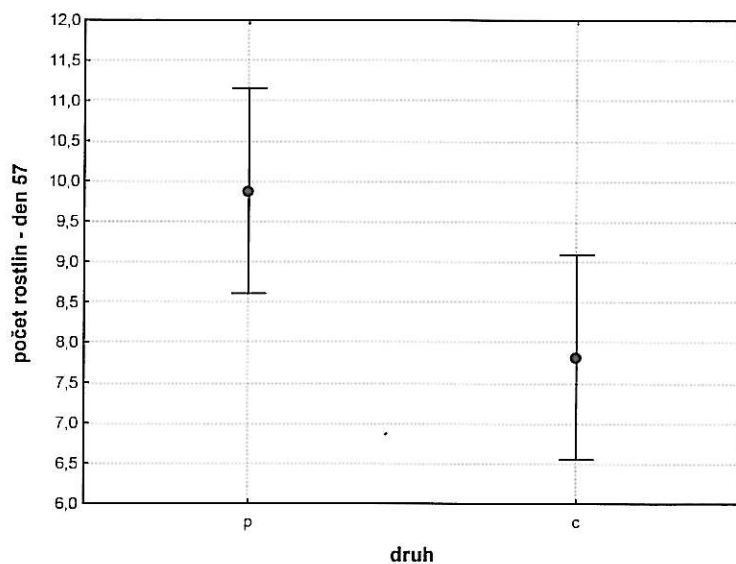
Tabulka 5. Závislost klíčení na teplotě, lokalitě a druhu pro zóny v Č. Budějovicích. Dvoucestná analýza variance, jako faktory jsou použity teplota, lokalita a druh, znázorněny jsou hodnoty testovací statistiky F a dosažená hladina významnosti p. V tabulce jsou uvedeny dny, ve kterých se měnila průkaznost faktorů. Faktory a jejich interakce, které nedosáhly statistické významnosti v žádném dnu, jsou vynechány.

den	teplota		lokalita		druh		teplota*druh		lokalita*druh	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
5	103,21	<<0,001	14,29	<<0,001	115,13	<<0,001	32,57	<<0,001	15,75	<<0,001
10	3,29	0,07	7,19	<<0,001	72	<<0,001	5,39	<0,05	6,19	<<0,001
19	3,15	0,07	3,8	<0,01	26,54	<<0,001	6,93	<0,05	2,46	0,05
41	1,95	0,17	2,81	<0,05	8,6	<0,01	3,13	0,08	0,89	0,47
57	1,17	0,28	2,67	<0,05	5,19	<0,05	2,33	0,13	0,67	0,61

Obr. 7. Závislost klíčení na lokalitě - zóny v Č. Budějovicích. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu pro jednotlivé zóny v Č. Budějovicích. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, hladina významnosti $p < 0,05$.

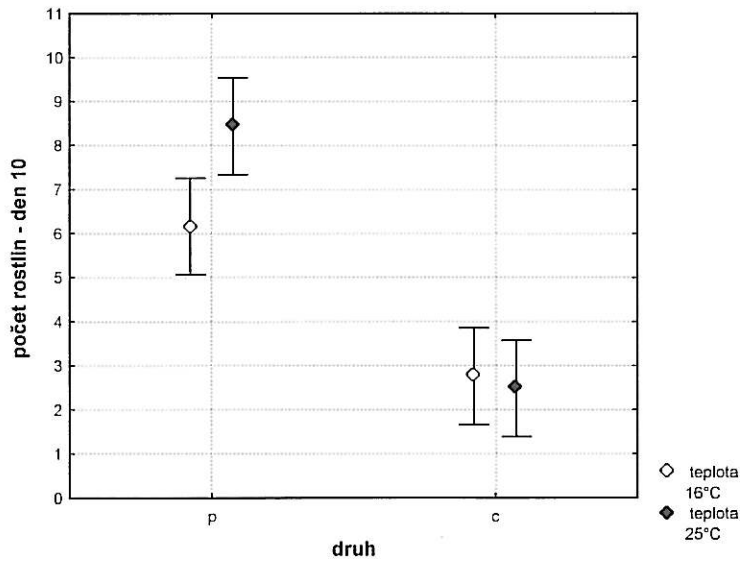


Obr. 8. Závislost klíčení na druhu - zóny v Č. Budějovicích. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, hladina významnosti $p < 0,05$.

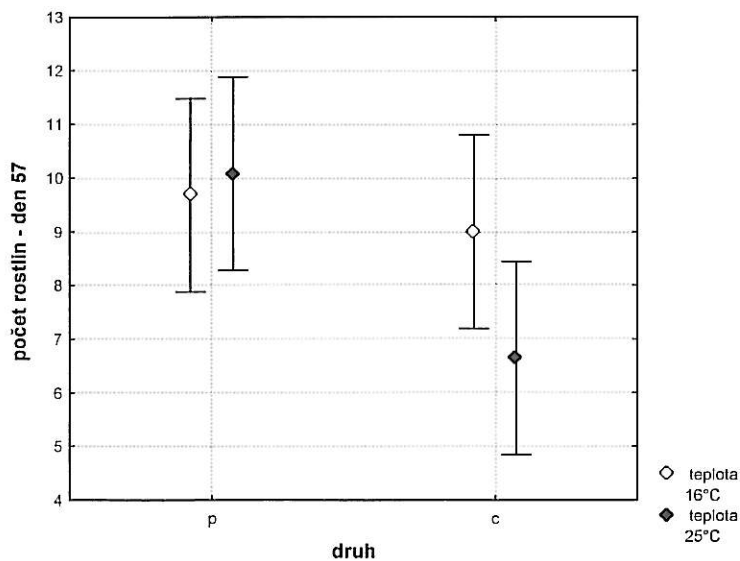


Obr. 9. Závislost klíčení na interakci teploty a druhu - zóny v Č. Budějovicích. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v 10. den pokusu, kdy se počet rostlin *G. ciliata* v závislosti na teplotě příliš neliší (9a) a v den ukončení pokusu, kdy můžeme pozorovat zvýšení počtu rostlin tohoto druhu při 16°C oproti 25°C (9b). Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, hladina významnosti $p < 0,05$ (9a), interakce na obrázku 9b je neprůkazná.

Obr. 9a

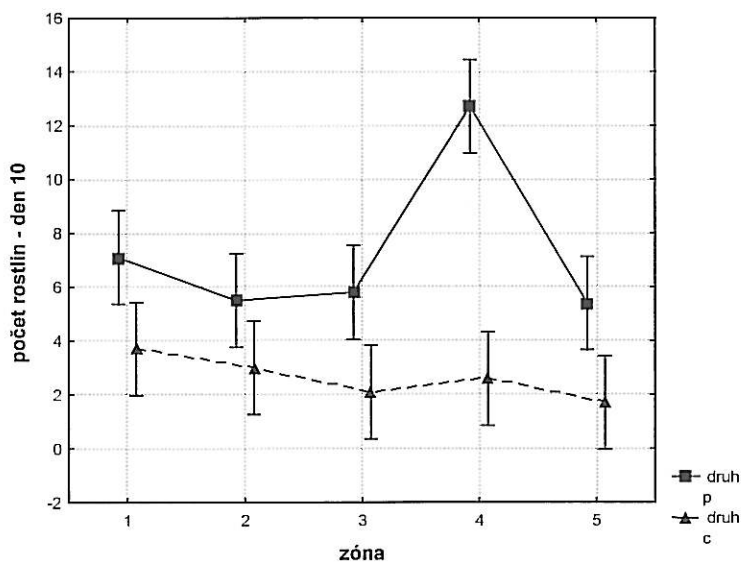


Obr. 9b

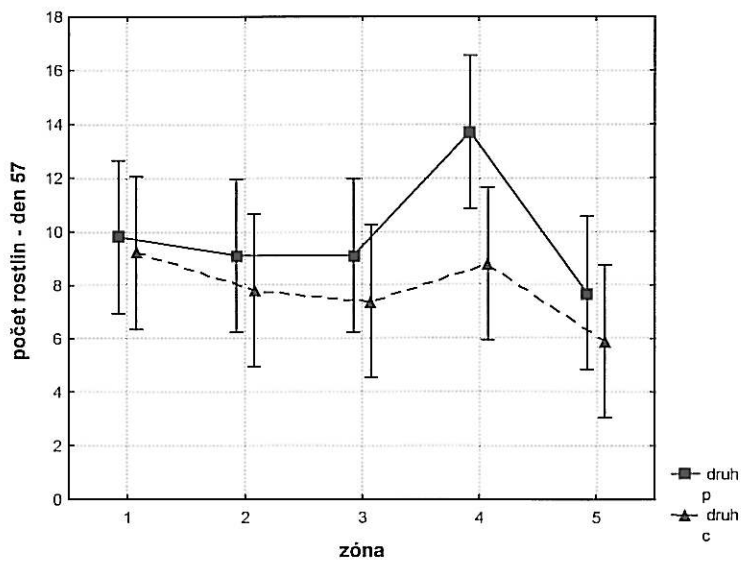


Obr. 10. Závislost klíčení na interakci lokality a druhu - zóny v Č. Budějovicích. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v 10. den pokusu (10a), kde můžeme vidět výrazný rozdíl v počtu rostlin druhu *G. parviflora* ze 4. zóny, a v den ukončení pokusu (10b) pro jednotlivé zóny v Č. Budějovicích. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, hladina významnosti $p < < 0,001$ (10a), interakce na obrázku 10b je neprůkazná.

Obr. 10a



Obr. 10b

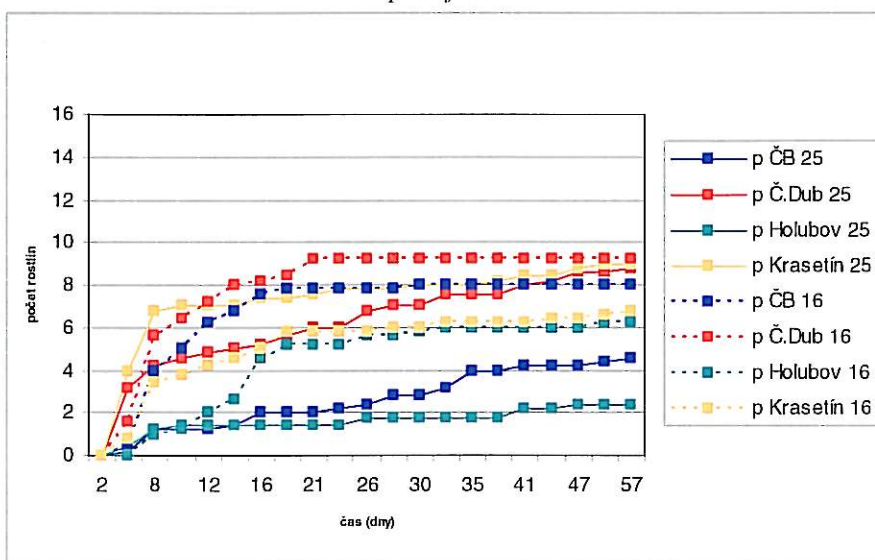


4.2.2 Lokality na transektu České Budějovice – Kleť

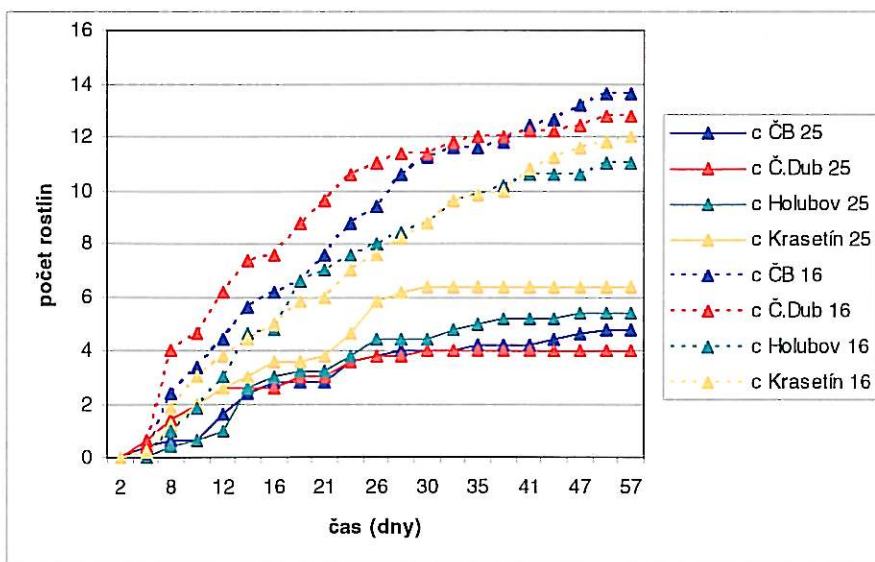
Časový průběh klíčení znázorňují **obrázky 11a-11d**. Procenta vyklíčených rostlin uvádí **Tabulka 4** (viz kapitola 4.2).

Obr. 11. Časové průběhy klíčení druhů *G. parviflora* a *G. ciliata* při různých teplotách pro lokality na transektu České Budějovice - Kleť. V grafech jsou vyneseny průměrné počty rostlin z pěti opakování každé kombinace faktorů (druh, zóna, teplota). Legenda: p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, 16 a 25 – teplota (°C) (16°C přerušovanou čarou, 25°C plnou čarou), lokality jsou v grafu rozlišeny barevně.

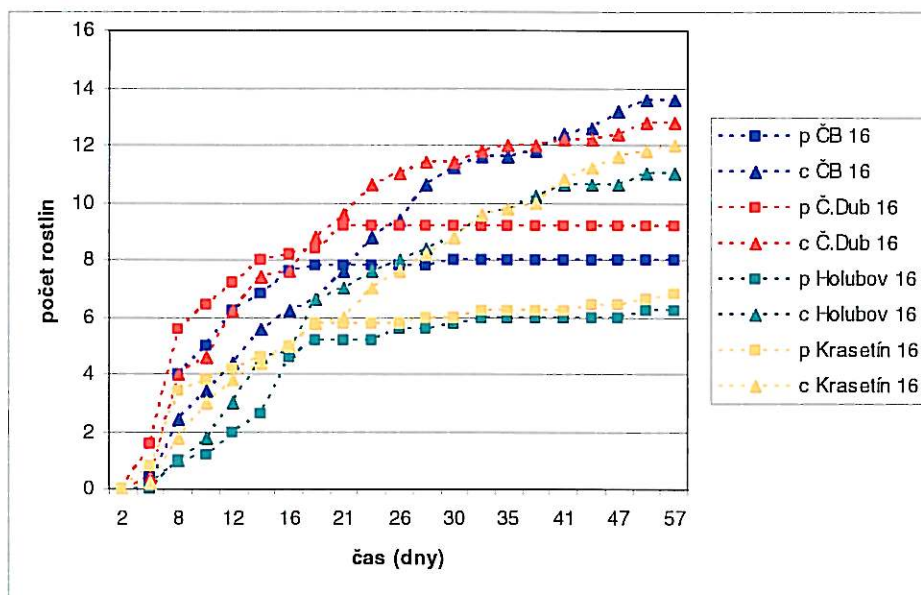
Obr. 11a. Průběh klíčení druhu *G. parviflora*.



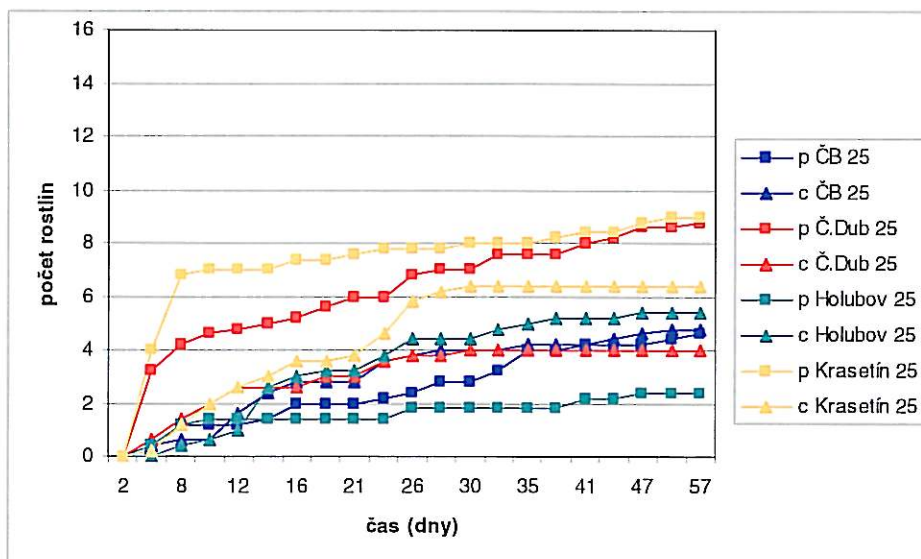
Obr. 11b. Průběh klíčení druhu *G. ciliata*.



Obr. 11c. Průběh klíčení obou druhů při teplotě 16°C.



Obr. 11d. Průběh klíčení obou druhů při teplotě 25°C.



Při teplotě 16°C je klíčivost druhu *G. ciliata* více než dvojnásobná oproti teplotě 25°C (jednocestná ANOVA, $p < 0,001$). *G. parviflora* se v reakcích na teplotu podstatně neliší. Pokud porovnááme druhy spolu navzájem, pak při 16°C vykazuje *G. ciliata* výrazně vyšší klíčivost než *G. parviflora* (jednocestná ANOVA, $p < 0,01$),

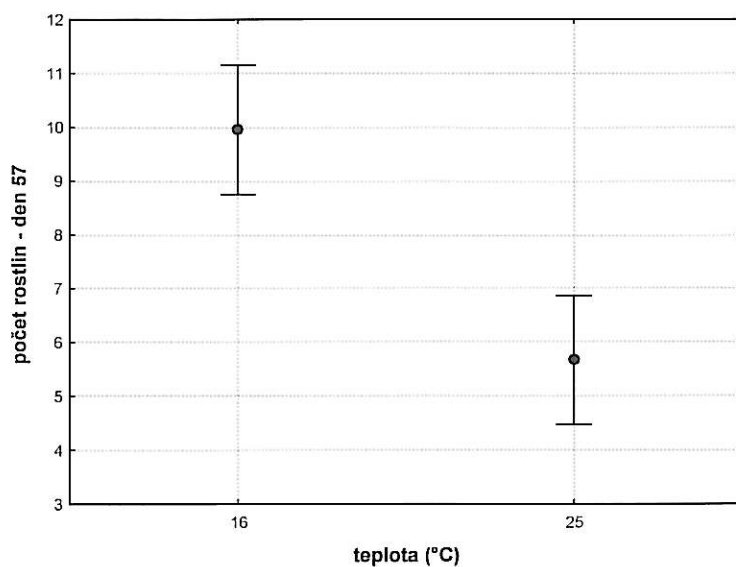
zatímco při teplotě 25°C nejsou podstatné rozdíly, *G. parviflora* převažuje jen nepatrně.

Tabulka 6. Závislost klíčení na teplotě, lokalitě a druhu pro lokality na transektu Č. Budějovice - Kleč. Dvoucestná analýza variance, jako faktory jsou použity teplota, lokalita a druh, znázorněny jsou hodnoty testovací statistiky F a dosažená hladina významnosti p. V tabulce jsou uvedeny dny, ve kterých se měnila průkaznost faktorů. Faktory a jejich interakce, které nedosáhly statistické významnosti v žádném dnu, jsou vynechány.

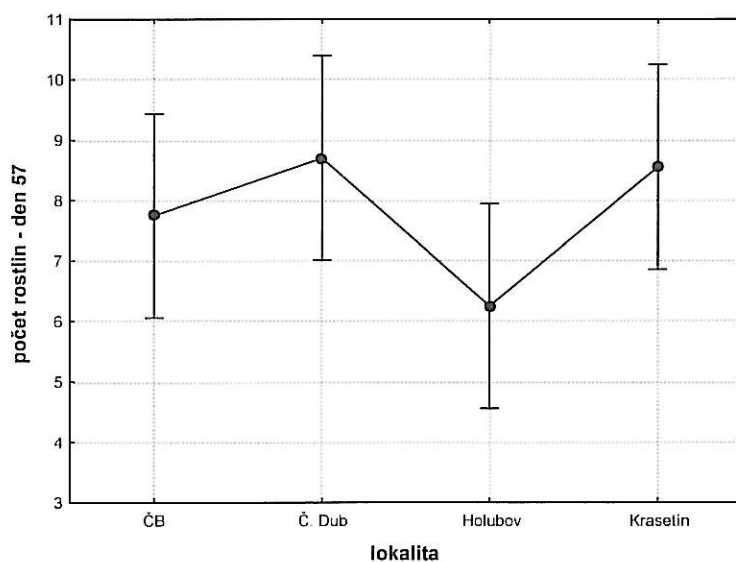
den	teplota		lokalita		druh		teplota*druh		lokalita*druh	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
5	6,69	<0,05	7,1	<<0,001	17,47	<<0,001	5,7	<0,05	5,34	<<0,01
10	4,07	<0,05	5,53	<<0,01	6,73	<0,05	1,23	0,27	1,03	0,39
16	12,31	<0,001	1,94	0,13	0,94	0,34	0,14	0,71	0,74	0,53
41	24,41	<<0,001	1,55	0,21	4,19	<0,05	8,72	<<0,01	1,17	0,33
57	25,52	<<0,001	1,76	0,16	4,91	<0,05	11,95	<0,001	1,35	0,27

Dvoucestnou analýzou variance celkových dat (**Tabulka 6**) byla zjištěna variabilita v klíčení v závislosti na teplotě po dobu celého pokusu. Na začátku pokusu bylo celkově více vyklíčených rostlin při teplotě 25°C, avšak od 10. dne byl počet rostlin vyklíčených při 16°C vyšší a tento rozdíl přetrvával až do konce experimentu (viz **Obr. 12**). Variabilita v klíčení v závislosti na lokalitě byla průkazná pouze do 16. dne, ale po celou dobu byl počet rostlin z Černého Dubu a Krasetína vyšší než z ostatních lokalit (viz **Obr. 13**). Významně se lišila lokalita Holubov, která dosahovala nejnižšího počtu rostlin (Tukey HSD test, $p < 0,05$). Závislost klíčení na druhu byla statisticky významná do 16. dne, kdy převažoval druh *G. parviflora* (viz **Obr. 14a**). Od této doby ale začala převládat *G. ciliata* a průkazného rozdílu dosáhla v 41. dnu a udržela ho až do konce pokusu (viz **Obr. 14b**). Interakce teploty a druhu byla statisticky významná v pátém dnu, kdy rostliny obou druhů více klíčily při 25°C (viz **Obr. 15a**). Od 10. dne se ale začalo objevovat víc rostlin při 16°C, a to zejména druh *G. ciliata*. Od 33. dne do konce pokusu byl tento rozdíl statisticky významný (viz **Obr. 15b**). Interakce lokality a druhu byla až na 5. den neprůkazná, ale pro ilustraci uvádím **Obr. 16**, na kterém je vidět, že semena druhu *G. ciliata* klíčila obdobně, nezávisle na původu, kdežto klíčení druhu *G. parviflora* se mezi lokalitami lišilo výrazněji.

Obr. 12. Závislost klíčení na teplotě – lokality ke Kleti. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu při teplotách 16 a 25°C. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, hladina významnosti $p < 0,001$.

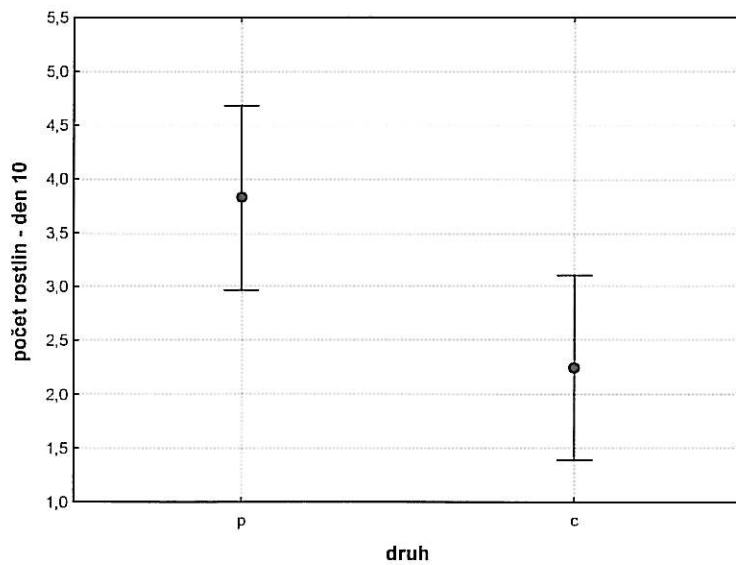


Obr. 13. Závislost klíčení na lokalitě – lokality ke Kleti. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu pro jednotlivé lokality na transektu Č. Budějovice - Klet'. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, závislost není statisticky průkazná.

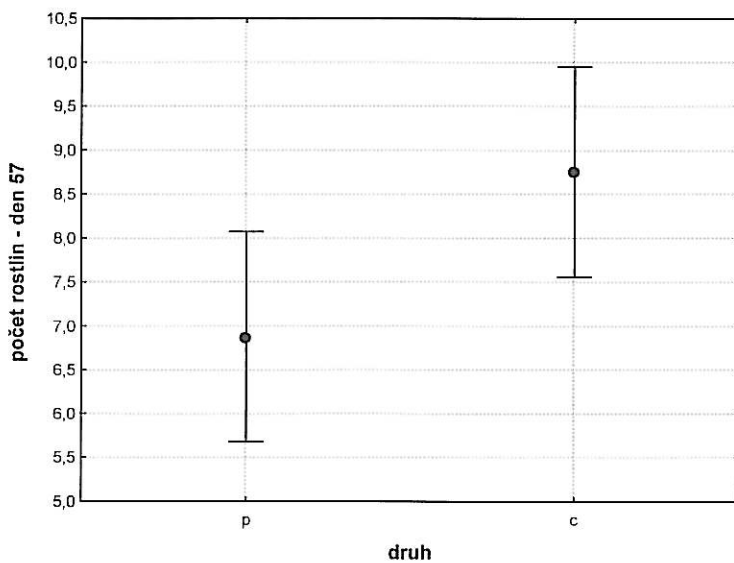


Obr. 14. Závislost klíčení na druhu - lokality ke Kleti. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v 10. dnu (14a) a v den ukončení pokusu (14b). Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, hladina významnosti $p < 0,05$.

Obr. 14a

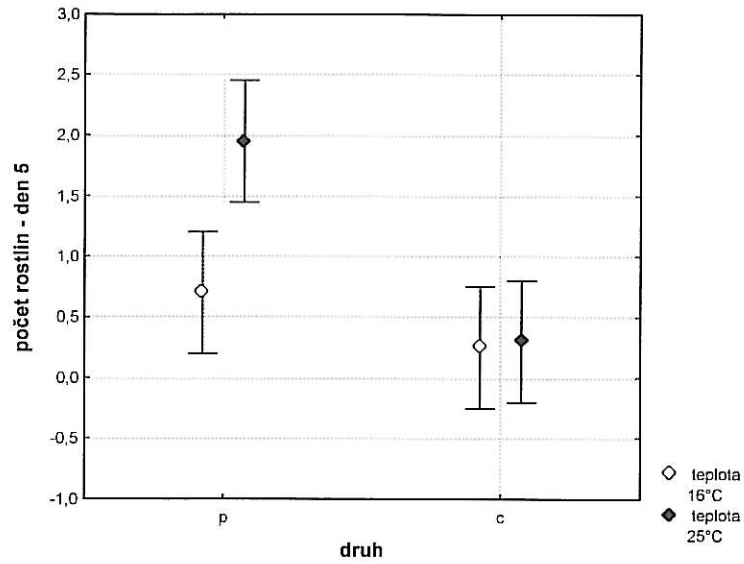


Obr. 14b

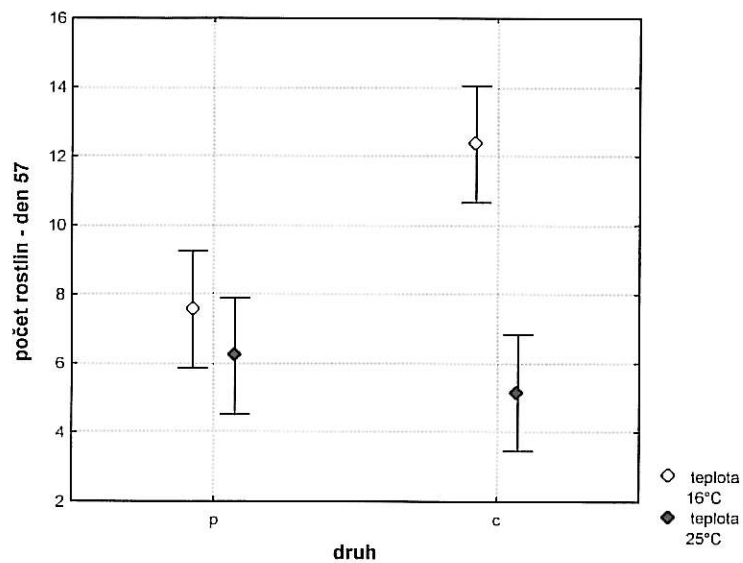


Obr. 15. Závislost klíčení na interakci teploty a druhu - lokality ke Kletí. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v 5. den pokusu (15a) a v den ukončení pokusu (15b). Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*, hladina významnosti $p < 0,05$ (15a) a $p < 0,001$ (15b).

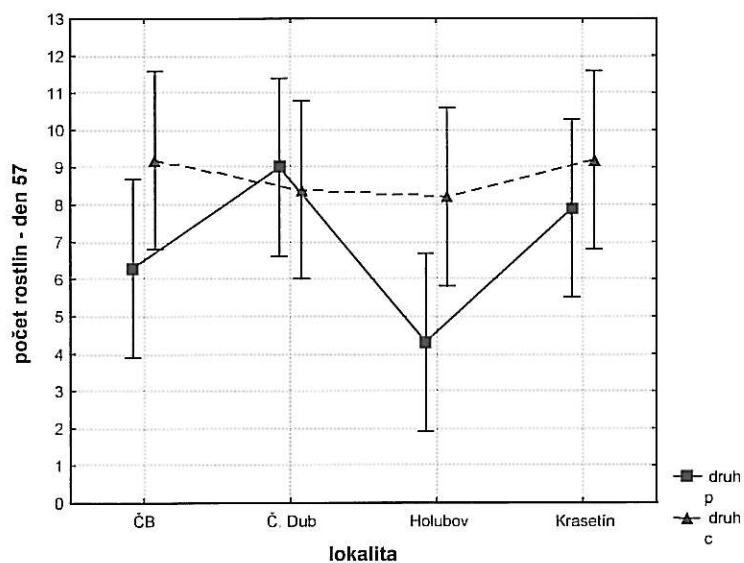
Obr. 15a



Obr. 15b



Obr. 16. Závislost klíčení na interakci lokality a druhu - lokality ke Kleti. Obrázek znázorňuje průměrný počet rostlin v jednom květináči v den ukončení pokusu pro jednotlivé lokality na transektu Č. Budějovice - Klet'. Vertikální čáry značí 0,95 konfidenční interval, p – *G. parviflora*, c – *G. ciliata*; interakce není statisticky průkazná.



5. DISKUSE

5.1 Vliv zastínění na klíčivost

Světlo je důležitý faktor, který u rodu *Galinsoga* pozitivně ovlivňuje klíčení nažek (Jursík et al., 2004). Při pokusném zastínění zelenou fólií jakožto simulací okolní vegetace byl celkový počet rostlin pod fólií nižší než v květináčích bez fólie a také bylo možné pozorovat vyšší úmrtnost semenáčků (viz **Obr. 2**). Rozdíl v celkovém počtu semenáčků bez ohledu na druh ale nebyl příliš výrazný, neboť podstatně nižší klíčivost druhu *G. parviflora* pod fólií byla kompenzována druhem *G. ciliata*, který na zastínění téměř nereagoval. Při použití tmavšího odstínu fólie by byly rozdíly v klíčivosti pravděpodobně markantnější, neboť při plném zastínění pětoury prokazují výrazně nižší klíčivost než na světle (Jursík et al., 2004). Druh *G. ciliata* se jeví jako více odolný vůči zastínění, můžeme tedy předpokládat, že je schopen vyklíčit ve více zapojených porostech než *G. parviflora*.

5.2 Vliv teploty na klíčivost

Vliv teploty jakožto významného činitele při klíčení rostlin je obecně přijímán v mnoha studiích (např. Bouwmeester & Karssen, 1993 se zabývá druhem *Sisymbrium officinale*; Joley et al., 1997 druhem *Centaurea solstitialis*; Jursík et al., 2003 druhy *Galinsoga ciliata* a *Chenopodium album* nebo Brandel, 2004 druhem *Bidens frondosa*). Protože rod *Galinsoga* pochází ze subtropického a tropického pásma Střední a Jižní Ameriky (Deyl, 1964), kde jsou průměrné roční teploty podstatně vyšší než ve střední Evropě, mohlo by být zajímavé studovat, jak se ve své nové domovině vypořádává s nižšími teplotami.

Ve své práci jsem testovala klíčivost při dvou různých teplotách, a to 16 a 25°C. Spektrum teplot bohužel nemohlo být rozšířeno z technických a časových důvodů. Oproti očekávání bylo zjištěno, že celkově dosahuje pětour vyšší klíčivosti při 16°C, avšak jednotlivé druhy se mezi sebou liší. Zatímco semena druhu *G. parviflora*, pocházející jak ze zón v Č. Budějovicích, tak z lokalit na transektu Č. Budějovice –

Klet', nevykazovala průkazný rozdíl v klíčení při různých teplotách, druh *G. ciliata* klíčil v obou případech daleko lépe při 16°C než při 25°C. To je v rozporu s prací Jursík et al. (2003), kde bylo zjištěno, že *G. ciliata* dosahuje své maximální klíčivosti v rozsahu teplot 12-28°C, přičemž v celém tomto teplotním rozpětí je klíčivost obdobná. Důvodem této odlišnosti by snad mohly být různé podmínky při klíčení. V uvedené práci probíhalo klíčení v Petriho miskách na filtračním papíru a vyklíčené nažky byly odstraňovány, zatímco já jsem jako substrát použila písek a semenáčky byly ponechány v květináčích až do konce pokusu. Ty samé důvody mohly zapříčinit i vyšší míru klíčivosti. Jursík et al. uvádí klíčivost nad 85% oproti v mojí práci zjištěné maximální klíčivosti 49,4% u druhu *G. ciliata* z lokalit ke Kleti při 16°C. Z výsledků pokusu můžeme usuzovat, že by *G. ciliata* mohla být lépe adaptována na teplotní podmínky mírného pásma. Protože při nižší teplotě klíčí lépe než *G. parviflora*, může vzcházet a začít s reprodukcí dříve, což jí umožní vyprodukovat celkově větší množství semen. Schopnost brzkého kvetení je zvýhodňujícím faktorem při osidlování nových území (Pyšek et al., 2003b). To by mohlo i vysvětlovat mnohem vyšší rychlost šíření tohoto druhu oproti druhu *G. parviflora*, které uvádí ve svých pracích Deyl (1964) pro Českou republiku a Lacey (1957) pro Velkou Británii. Různá kolonizační rychlost blízké příbuzných introdukovaných druhů byla zjištěna také u jiných rodů, např. u rodu *Solidago* (Weber, 1998) nebo *Oenothera* (Mihulka & Pyšek, 2001). Charakter invaze jednotlivých druhů rodu *Oenothera* dobře koresponduje s klimatickými podmínkami v oblastech jejich původního rozšíření; druhy pocházející z teplejších oblastí preferují i ve svém novém areálu země s vyšší průměrnou teplotou (Mihulka & Pyšek, 2001). Upřednostňování teplejších oblastí a schopnost klíčit při nižších teplotách však nemusí být v rozporu, neboť optimální teploty při klíčení bývají obecně nižší než teploty vhodné pro samotný růst (Procházka et al., 1998). *G. ciliata* tak může k růstu preferovat teplejší stanoviště, jako je např. městské prostředí, ale využívat při svém šíření výhodu časnější reprodukce umožněnou schopností klíčit při nižších teplotách.

5.3 Vliv lokality na klíčivost

Výběr lokalit, na kterých byla sbírána semena, byl založen na teorii městských tepelných ostrovů, podle které klesá teplota prostředí úměrně s vzdáleností od středu města (viz kapitola 1.3). Na pěti lokalitách v Českých Budějovicích byla semena sbírána v roce 2003, v roce 2004 byl sběr doplněn ještě o čtyři lokality se stoupající nadmořskou výškou, kde by se měl pokles teploty projevit v důsledku čistě environmentálních faktorů. Mezi lokality se stoupající nadmořskou výškou byly zahrnuty i Č. Budějovice - sběr semen proběhl na místě odpovídajícímu zóně 3.

Vliv lokality se podařilo prokázat u semen pocházejících ze zón v Č. Budějovicích při obou pokusech. Podmínky městského prostředí s klesající teplotou od středu sídla k jeho okrajům se pravděpodobně odrazily v kvalitě semen vyvíjejících se v mikroklimatu jednotlivých zón, neboť u některých druhů mají vysoké teploty při zrání semen za následek vyšší klíčivost než teploty nízké (El-Keblavy & Al-Ansari, 2000). Například u druhu *Chenopodium bonus-henricus* objevil Dorne (1981) korelaci mezi procentem vyklíčených rostlin a průměrnou denní teplotou ve třiceti dnech předcházejících sklizeň. V mojí studii můžeme pozorovat klesající trend v počtu rostlin se vzrůstající vzdáleností od středu města, narušený pouze zónou 4 v pokusu č. 2. Semena druhu *G. parviflora* pocházející z této zóny v obou pokusech klíčila rychleji než v ostatních zónách a v pokusu č. 2 dosáhla i vyššího počtu vyklíčených rostlin, což by mohlo být vysvětleno například genetickými predispozicemi této populace.

I když průměrný počet rostlin se vzdáleností od středu města klesá, rozdíly mezi jednotlivými zónami nejsou příliš velké. Zde pravděpodobně sehrála roli velikost města Č. Budějovice. I když se fenomén tepelných ostrovů objevuje i u měst se sto tisíci obyvateli, což Č. Budějovice jsou, u větších měst je tento efekt výraznější a můžeme předpokládat, že výsledky pokusu provedeného se semeny nasbíranými ve městě s větším počtem obyvatel by mohly vykazovat průkazné rozdíly mezi jednotlivými zónami.

Mezi lokalitami se vzrůstající nadmořskou výškou na transektu Č. Budějovice – Klet' byl statisticky průkazný rozdíl pouze do 16. dne experimentu. V datech není ani patrný trend naznačující závislost na nadmořské výšce, tak jako tomu je u zón v Č.

Budějovicích. Rozdíly v nadmořské výšce patrně nebyly dostatečně velké, aby se projevil vliv klesající teploty. Skutečnost, že klíčivost semen druhu *G. parviflora* z lokalit Černý Dub a Krasetín byla vyšší než semen z Č. Budějovic (viz **Obr. 16**), kde je předpokládána vyšší teplota nejen z důvodu menší nadmořské výšky, ale i díky efektu tepelného ostrova, může ovlivňovat fakt, že se jedná o velmi malé obce, kde bude pravděpodobně životní prostředí méně znečištěné plynnými emisemi než ve větších městech, což by mohlo příznivě ovlivnit kvalitu semen. Vlivem emisí se snižuje hmotnost a také klíčivost semen (Slavíková, 1986). Výsledky ovšem mohly ovlivnit i jiné faktory, např. mezipopulační variabilita ve sledovaných parametrech.

Při provádění experimentů nebyl zohledněn dimorfismus nažek. Někteří autoři uvádějí rozdílnou míru klíčivosti u jednotlivých typů nažek jak u pětourů, tak i u dalších druhů rostlin z čeledi *Asteraceae* (např. Espinosa-García et. al., 2003, pro *G. parviflora*; Brandel, 2004, pro *Bidens frondosa*; Corkidi et al., 1991, pro *Bidens odorata*; Joley et al., 1997, pro *Centaurea solstitialis*). Nažek pocházejících z jazykovitých květů je asi 15-20%, ostatní se vyvíjejí z květů trubkovitých (Espinosa-García et. al., 2003). Pro pokusy v této práci byla použita směs nažek. Výsledky experimentů by proto neměly být dimorfismem nažek ovlivněny.

6. ZÁVĚR

Z experimentálních výsledků vyplývá, že:

- Klíčení studovaných taxonů se statisticky významně liší v závislosti na vzdálenosti lokality od středu města, ale neliší se v závislosti na nadmořské výšce lokality.
- Klíčení studovaných taxonů je negativně ovlivněno zastíněním zelenou fólií.
- Celkový počet vyklíčených rostlin je vyšší při 16°C než při 25°C.
- Studované taxony se mezi sebou liší v reakcích na zastínění a teplotu. Klíčivost druhu *G. parviflora* výrazně klesá při zastínění zelenou fólií a nemění se v závislosti na teplotě, zatímco klíčivost druhu *G. ciliata* nevykazuje závislost na zastínění, ale je průkazně vyšší při 16°C než při 25°C. Klíčivost v závislosti na vzdálenosti lokality od středu města se mezi druhy po většinu dnů experimentu významně nelišila, v závislosti na nadmořské výšce lokality klíčivost druhu *G. parviflora* kolísala výrazněji než druhu *G. ciliata*.

Na základě odolnosti vůči zastínění, schopnosti klíčit při nižších teplotách a i na základě vlastních pozorování při sběru semen mohu usuzovat, že se druh *G. ciliata* může ve středoevropských klimatických podmínkách uplatnit lépe než *G. parviflora*.

Ačkoli je tato studie založena na datech z nízkého počtu lokalit a svou roli jistě sehrála i velikost a struktura města Č. Budějovice, věřím, že alespoň podhaluje vztahy mezi ekologickými faktory působícími v městském prostředí a klíčivostí studovaných druhů, a mohla by být odrazovým můstkem pro podrobnější studium tohoto tématu.

7. CITOVANÁ LITERATURA

Al-Rawahi, S.H., Al-Dhafri, K.S. and Al-Bahlany, S.S. (2003). Germination, Growth and Drought Resistance of Native and Alien Plant Species of the Genus *Prosopis* in the Sultanate of Oman. *Asian Journal of Plant Science* 2 (14): 1020-1023

Bier, D., Harari-Kremer, R., Smith, J. (2000). Mitigating Urban Heat Island. <http://www.futurityinc.com/news/Fnews.htm>

Bouwmeester, H. J., Karssen, C. M. (1993). Annual changes in dormancy and germination in seeds of *Sisymbrium officinale* (L) Scop. *New phytologist* 124 (1): 179-191

Bradel, M. (2004). Dormancy and germination of heteromorphic achenes of *Bidens frondosa*. *Flora* 199 (3): 228-233

Brandes, D. (1995). The flora of old town centres in Europe. In Sukkop, H., Numata, M. and Huber, A. (eds.), *Urban Ecology as the Basis of Urban Planning*, p. 49-58, SPB Academic Publishing bv, Amsterdam, The Netherlands

Corkidi, L., Rincon, E., Vazquezyanes, C. (1991). Effects of light and temperature on germination of heteromorphic achenes of *Bidens odorata* (Asteraceae). *Can. J. Bot.* 69 (3): 574-579

Deutschewitz, K., Lausch, A., Kühn, I., Klotz, S. (2003). Native and alien plant species richness in relation to spatial heterogeneity on a regional scale in Germany. *Global Ecology & Biogeography* 12: 299-311

Deyl, M. (1964). Plevelle polí a zahrad. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, pp. 392

Dorne, A.-J. (1981). Variation in seed germination inhibition of *Chenopodium bonus-henricus* in relation to altitude of plant growth. *Can. J. Bot.* 59: 1893-1901

El-Keblawy, A., Al-Ansari, F. (2000). Effect of site of origin, time of seed maturation, and seed age on germination behavior of *Portulaca oleracea* from the Old and New Worlds. *Can. J. Bot.* 78: 279-287

El-Keblawy, A., Al-Rawai, A. (2005). Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Journal of arid environments* 61 (4): 555-565

Espinosa-García, F.J., Vázquez-Bravo, R. & Martínez-Ramos, M. (2003). Survival, germinability and fungal colonization of dimorphic achenes of the annual weed *Galinsoga parviflora* buried in the soil. *Weed Research* 43: 269-275

Estes, M.G., Gorsevski, V., Russel, C., Quattrochi, D., Luvall, J. (1999). The Urban Heat Island Phenomenon and Potential Mitigation Strategies. <http://www.asu.edu/caed/proceedings99/ESTES/ESTES.HTM>

Garcia-Serrano, H., Escarre, J., Sans, F. X. (2004). Factors that limit the emergence and establishment of the related aliens *Senecio inaequidens* and *Senecio pterophorus* and the native *Senecio malacitanus* in Mediterranean climate. *Can. J. Bot.* 82 (9): 1346-1355

Grimm, N.B., Grove, J.M., Pickett, S.T.A., and Redman, C.L. (2000). Integrated Approaches to Long-Term Studies of Urban Ecological Systems. *BioScience*, 50 (7): 571-584

Hope, D., Gries, C., Zhu, W., Fagan, W.F., Redman, C.L., Grimm, N.B., Nelson, A.L., Martin, C., and Kinzig, A. (2003). Socioeconomics drive urban plant diversity. *PNAS*, 100 (15): 8788-8792

Joley, D. B., Maddox, D. M., Mackey, B. E., Schoenig, S., E., Casanave, K. A. (1997). Effect of light and temperature on germination of dimorphic achenes of *Centaurea solstitialis* in California. *Can. J. Bot.* 75 (12): 2131-2139

Jursík, M., Holec, J., Soukup, J. (2004). Biology and control of sugar beet significant weeds – *Galinsoga* sp. *Listy cukrovarnické a řepářské* 120 (5-6): 164-168

Jursík, M., Soukup, J., Venclová, V., Holec, J. (2003). Seed dormancy and germination of Shaggy soldier (*Galinsoga ciliata* Blake.) and Common lambsquarter (*Chenopodium album* L.). *Plant Soil Environ.* 49 (11): 511-518

Kohout, V. (1997). Plevelé polí a zahrad. *Agrospoj*, Praha, pp. 235

Lacey, W. S. (1957). A comparison of the spread of *Galinsoga parviflora* and *G. ciliata* in Britain. In Louseley, J.E. (ed.), *Progress in the study of the British flora*, pp. 109-115. Botanical Society of the British Isles, London

Lhotská, M. (1998). Osivo. In Jehlík, V. (ed.), *Cizí expanzivní plevelé České republiky a Slovenské republiky*, pp. 46-48, Academia Praha

Lhotská, M., Kropáč, Z. (1985). Kapesní atlas semen/plodů a klíčnicích rostlin. SPN, Praha, pp. 548

Luck, M. and Wu, J. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology* 17: 327-339

Mihulka, S. (2001). Related alien species in their native and invaded ranges: a

comparative study of the genus *Oenothera* in Arkansas (USA) and in the Czech Republic. In Brundu, G., Brock, J., Camarda, I., Child, L. and Wade, M. (eds.), *Plant invasions: Species Ecology and Ecosystem Management*, pp. 133-144. Backhuys Publisher, Leiden, The Netherlands.

Mihulka, S. and Pyšek, P. (2001). Invasion history of *Oenothera* congeners in Europe: a comparative study of spreading rates in the last 200 years. *Journal of Biogeography* 28: 597-609

Mosyakin, S.L. and Yavorska, O.G. (2002). The Nonnative Flora of the Kiev (Kyiv) Urban Area, Ukraine: A Checklist and Brief Analysis. *Urban Habitats*, 1 (1): 45-65

Pauchard, A., Cavieres, L. A. and Bustamante, R. O. (2004). Comparing alien plant invasions among regions with similar climates: where to from here? *Diversity and Distributions* 10: 371-375

Prinzing, A., Durka, W., Klotz, S., Brandl, R. (2002). Which species become Aliens? *Evolutionary Ecology Research* 4: 385-405

Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. (1998). *Fyziologie rostlin*. Academia, Praha, pp. 484

Pyšek, P. (1998). Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison. *Journal of Biogeography* 25: 155-163

Pyšek, P., Prach, K. (2003). Research into Plant Invasions in a Crossroads Region: History and Focus. *Biological Invasions* 5 (4): 337-348

Pyšek, P., Sádlo, J., Mandák, B. (2002). Catalogue of alien plants of the Czech republic. *Preslia* 74: 97-186

Pyšek, P., Sádlo, J., Mandák, B. (2003a). Alien flora of the Czech Republic, its composition, structure and history. In Child, L.E., Brock, J.H., Brundu, G., Prach, K., Pyšek, P., Wade, P.M. and Williamson, M. (eds.), *Plant invasions: Ecological Threats and Management Solutions*, pp. 113-130. Backhuys Publisher, Leiden, The Netherlands.

Pyšek, P., Sádlo, J., Mandák, B., Jarošík, V. (2003b). Czech alien flora and the historical pattern of its formation: What came first to Central Europe? *Oecologia* 135: 122-130

Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panneta, F. D. and West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107

Sans, F.X., Garcia-Serrano, H., Afan, I. (2004). Life-history traits of alien and

native *Senecio* species in the Mediterranean region. *Acta oecologica – International journal of ecology* 26 (3): 167-178

Slavíková, J. (1986). *Ekologie rostlin*. SPN, Praha, pp. 368

Sukkop, H. (2002). On the early history of urban ecology in Europe. *Preslia* 74: 373-393

Weber, E. (1998). The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography* 25: 147-154

Wypych, S., Bokwa, A. (2003-2004). Climate in cities: Urban heat island. <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/wb.html>

Príloha. Mapy lokalit, na ktorých byl proveden sběr nálezů.

a) Mapa lokalit v Č. Budějovicích. Zóna 1 – ul. Krájinská; zóna 2 – ul. Budějovická; zóna 3 – ul. Buzulucká; zóna 4 – ul. Zahradní; zóna 5 – ul. Norberta Fryda.



b) Mapa lokalit na transektu Č. Budějovice – Klet. 1 – Č. Budějovice, ul. Buzulucká; 2 – Černý Dub; 3 – Holubov; 4 – Krasetín.

